

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)

令和3年8月5日

環境省 環境再生・資源循環局

目次(構成)

はじめに -背景と趣旨-

第1章 廃棄物・資源循環分野の目指す方向性

1. 2050年CN・脱炭素社会の実現に向けて廃棄物・資源循環分野が果たす役割
2. 重点対策領域
3. 2050年CNに向けた廃棄物・資源循環分野の基本的考え方
4. 2050年に実質ゼロ化する廃棄物・資源循環分野のGHG排出の定義(案)

第2章 2050年温室効果ガス排出実質ゼロに向けた廃棄物・資源循環分野の中長期シナリオ

1. 2050年温室効果ガス排出実質ゼロに向けた廃棄物・資源循環分野の中長期シナリオとは
2. 廃棄物・資源循環分野の中長期シナリオと温室効果ガス排出量の見通し
3. 各シナリオの試算結果
4. 対策等の各シナリオでの想定条件
5. シナリオ別の一般廃棄物(ごみ)処理量/エネルギー収支(一般廃棄物)

第3章 中長期シナリオにおいて見込んだ対策:実質ゼロに向けて必要となる取組と留意点

1. 重点対策領域Ⅰ:資源循環を通じた素材毎のライフサイクル全体の脱炭素化
 - (1) 廃プラスチック対策の基本的な考え方
 - (2) 廃油対策の基本的な考え方
 - (3) その他(廃紙おむつ、紙くず・合成繊維くず、廃タイヤ)対策の基本的な考え方
2. 重点対策領域Ⅱ:地域の脱炭素化に貢献する廃棄物処理システムの構築
 - (1) 有機性廃棄物対策
 - (2) 廃棄物エネルギー利活用高度化とCCUS
3. 重点対策領域Ⅲ:廃棄物処理施設・車両等の脱炭素化
 - (1) 省エネ化・電化・バイオマスエネルギー利用

第4章 廃棄物・資源循環分野の中長期シナリオの実現に向けて

略語・用語集

2R	ReduceとReuseの頭文字の略で、発生抑制・排出抑制・再使用のこと。
BAU	Business as Usualの略で、本シナリオでの「BAUシナリオ」とは、現況年度(2019年度)付近の対策のままで2050年まで推移することを想定したシナリオを指す。
CCS	Carbon dioxide Capture and Storageの略で、二酸化炭素回収・貯留のこと。
CCU	Carbon dioxide Capture and Utilizationの略で、二酸化炭素回収・有効利用のこと。
CCUS	CCSとCCUの両方を指す。二酸化炭素回収・有効利用・貯留のこと。
CN	Carbon Neutral(カーボンニュートラル)の略。
CR	ケミカルリサイクルの略。廃プラスチックについては、高炉還元剤利用・コークス炉化学原料利用・ガス化・油化・解重合等の方式がある。
循環型CR	CRのうち、廃プラスチックをプラスチック原料に戻す目的で実施するCRのこと。ガス化・油化や解重合等の方式が該当する。
ER	Energy Recoveryの略で、廃棄物焼却施設での発電・熱回収や廃棄物等の燃料利用のこと。
GHG	Greenhouse Gasの略で温室効果ガスのこと。特に本資料においてはCO ₂ ・CH ₄ ・N ₂ Oを表す。
MR	マテリアルリサイクルの略。
エネルギー起源CO ₂ (エネ起CO ₂)	エネルギー(電気・熱・燃料等)の使用に伴い排出されるCO ₂ のこと。
バイオプラスチック	バイオマスプラスチックと生分解性プラスチックの総称。なお、生分解性プラスチックとは、プラスチックとしての機能や物性に加えて、ある一定の条件の下で自然界に豊富に存在する微生物などの働きによって分解し、最終的には二酸化炭素と水にまで変化する性質を持つプラスチックのこと。*
バイオマスプラスチック	原料として植物などの再生可能な有機資源を使用するプラスチックのこと。*
非エネルギー起源GHG	本シナリオでは、廃棄物の焼却や埋立等に伴い、廃棄物そのものを起源として排出されるCO ₂ ・CH ₄ ・N ₂ Oのことを指す。なお、本資料中ではCH ₄ 及びN ₂ Oの排出量については地球温暖化係数(GWP)を乗じてCO ₂ 換算した量を表示している。これらの排出量の単位は【トンCO ₂ 換算】や【トンCO ₂ eq.】と表記することが正確であるが、統一的に【トンCO ₂ 】と表示することとした。
廃棄物の原燃料利用に伴うGHG排出	①発電・熱回収を伴う廃棄物の焼却、②廃棄物の原燃料としての利用(循環型CR以外のCR等)、③廃棄物を原料として製造された燃料の使用(RDF・RPF・再生重油等)、由来のGHG排出のこと。

* バイオプラスチック導入ロードマップ, 2021年1月, 環境省・経済産業省・農林水産省・文部科学省より

はじめに -背景と趣旨-

策定の背景と目的

- 地球温暖化問題は、その予想される影響の大きさや深刻さから見て、人類の生存基盤に関わる安全保障の問題と認識されており、最も重要な環境問題の一つであり、地球温暖化を防止することは人類共通の課題である。
- 既に世界的にも平均気温の上昇、雪氷の融解、海面水位の上昇が観測されているほか、我が国においても平均気温の上昇、暴風、台風等による被害、農作物や生態系への影響等が観測されている。

「地球温暖化対策計画」（平成28年5月13日閣議決定）

- 中期目標：2030年度に2013年度比で26%削減、各主体が取り組むべき対策や国の施策
- 長期的目標：2050年までに80%の温室効果ガスの排出削減を目指す

- 第203回国会 菅内閣総理大臣所信表明演説（令和2年10月26日）：「グリーン社会の実現」として、「2050年までに、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、すなわち2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指す」

各分野において
「2050年温室効果
ガス排出実質ゼロ」
に向けた排出削減
策の検討が必要

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「2050年目標と整合的で、野心的な目標として、2030年度に、温室効果ガスを2013年度から46%削減することを目指します。さらに、50%の高みに向けて、挑戦を続けてまいります。この後、気候サミットにおいて、国際社会へも表明いたします。」

廃棄物・資源循環分野の2050年GHG排出実質ゼロ達成に向け、**対象とするGHG排出の範囲やGHG削減対策の実施にあたっての基本的な考え方を整理**し、今後、政府・地方自治体・民間企業・NGO/NPO・国民等の各主体が取り組むべき方向性を明らかにする。

「廃棄物・資源循環分野における中長期シナリオ」の策定

各分野との意見交換へ

廃棄物・資源循環分野の2050年カーボンニュートラル・脱炭素社会の実現に向けた検討会

・令和3年5月から7月の間、検討会を設置し、廃棄物・資源循環分野における中長期シナリオ策定に向けた御指導・御助言をいただいた。

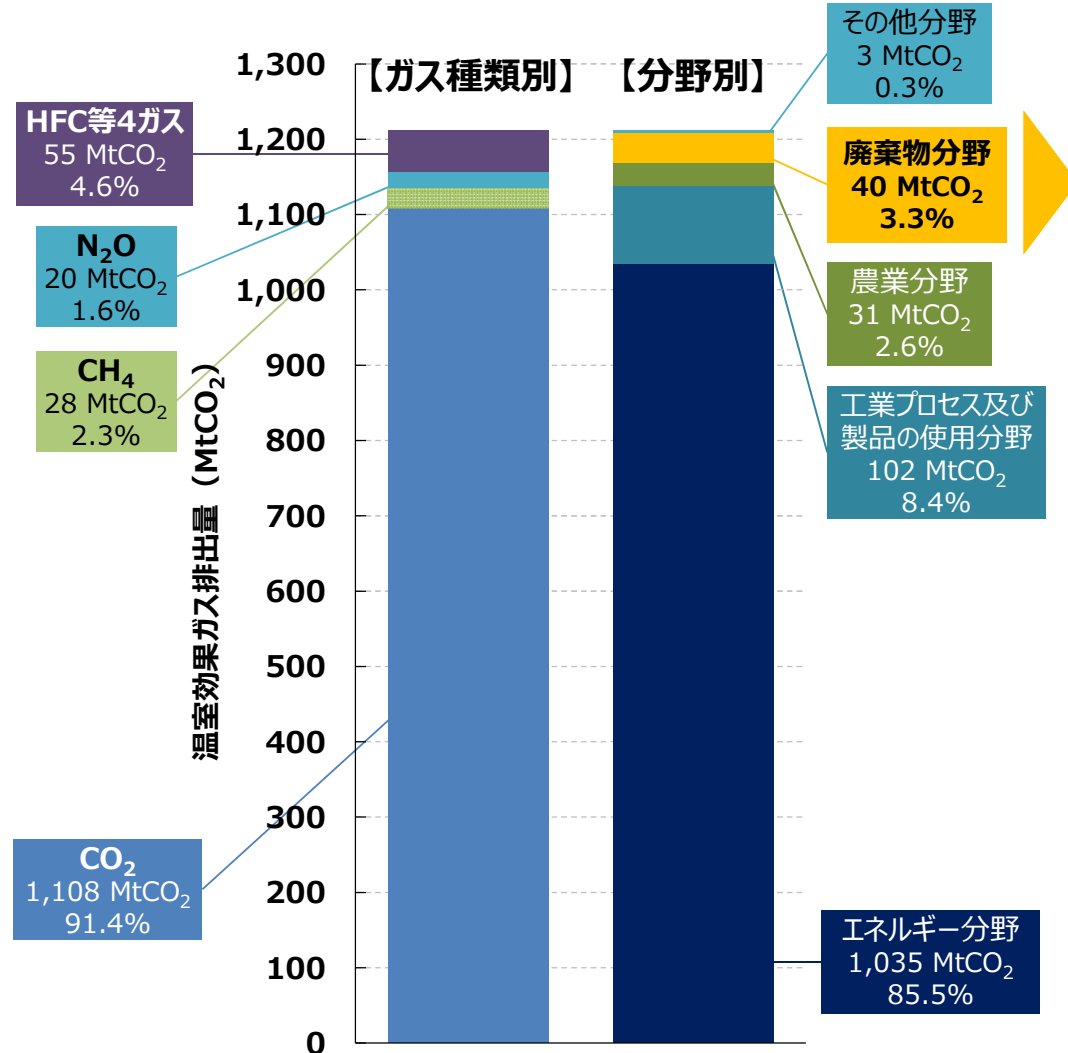
項目	内容
目的	廃棄物・資源循環分野の2050年カーボンニュートラル・脱炭素社会の実現に向けた政策や技術等の検討
検討事項	<ul style="list-style-type: none"> ・廃棄物・資源循環分野における温室効果ガス排出量の算定 ・温室効果ガス排出削減に関する対策技術の検討 等
開催日	第1回 令和3年5月14日(金)、第2回 令和3年6月10日(木)、第3回 令和3年7月13日(火)
委員	<p>[座長]酒井 伸一 公益財団法人京都高度技術研究所 副所長 粟生木 千佳 公益財団法人地球環境戦略研究機関 持続可能な消費と生産領域 主任研究員 大迫 政浩 国立研究開発法人国立環境研究所 資源循環領域 領域長 大塚 直 早稲田大学 法学部 教授 小野 義広 一般社団法人環境衛生施設工業会 技術委員 小野田 弘士 早稲田大学大学院 環境・エネルギー研究科 教授 倉持 秀敏 国立研究開発法人国立環境研究所 資源循環領域 副領域長 高岡 昌輝 京都大学大学院 工学研究科 教授 辻 佳子 東京大学 環境安全研究センター センター長・教授 橋本 征二 立命館大学 理工学部 環境都市工学科 教授 藤井 実 国立研究開発法人国立環境研究所 社会システム領域 システムイノベーション研究室 室長 牧野 英顯 一般社団法人日本化学工業協会 常務理事 増井 利彦 国立研究開発法人国立環境研究所 社会システム領域 脱炭素対策評価研究室 室長 増田 孝弘 一般社団法人環境衛生施設工業会 技術委員 吉岡 敏明 東北大学大学院 環境科学研究科 教授</p>

※敬称略、第3回検討会時点の所属・役職

我が国全体及び廃棄物分野のGHG排出量(2019年度)

我が国全体のGHG排出内訳

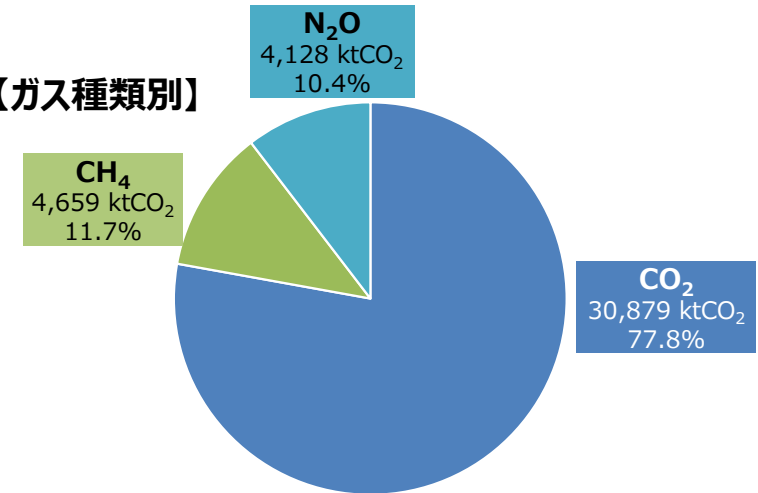
1,212 MtCO₂ (2019年度)



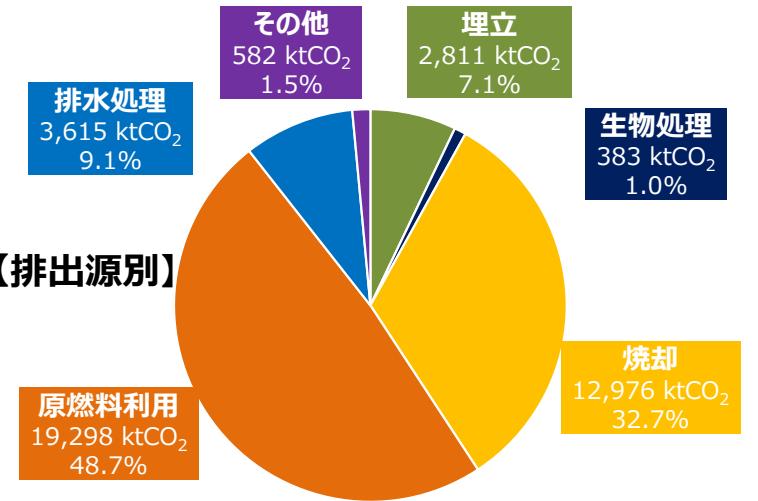
廃棄物分野のGHG排出※内訳

40 MtCO₂ (2019年度)

【ガス種類別】



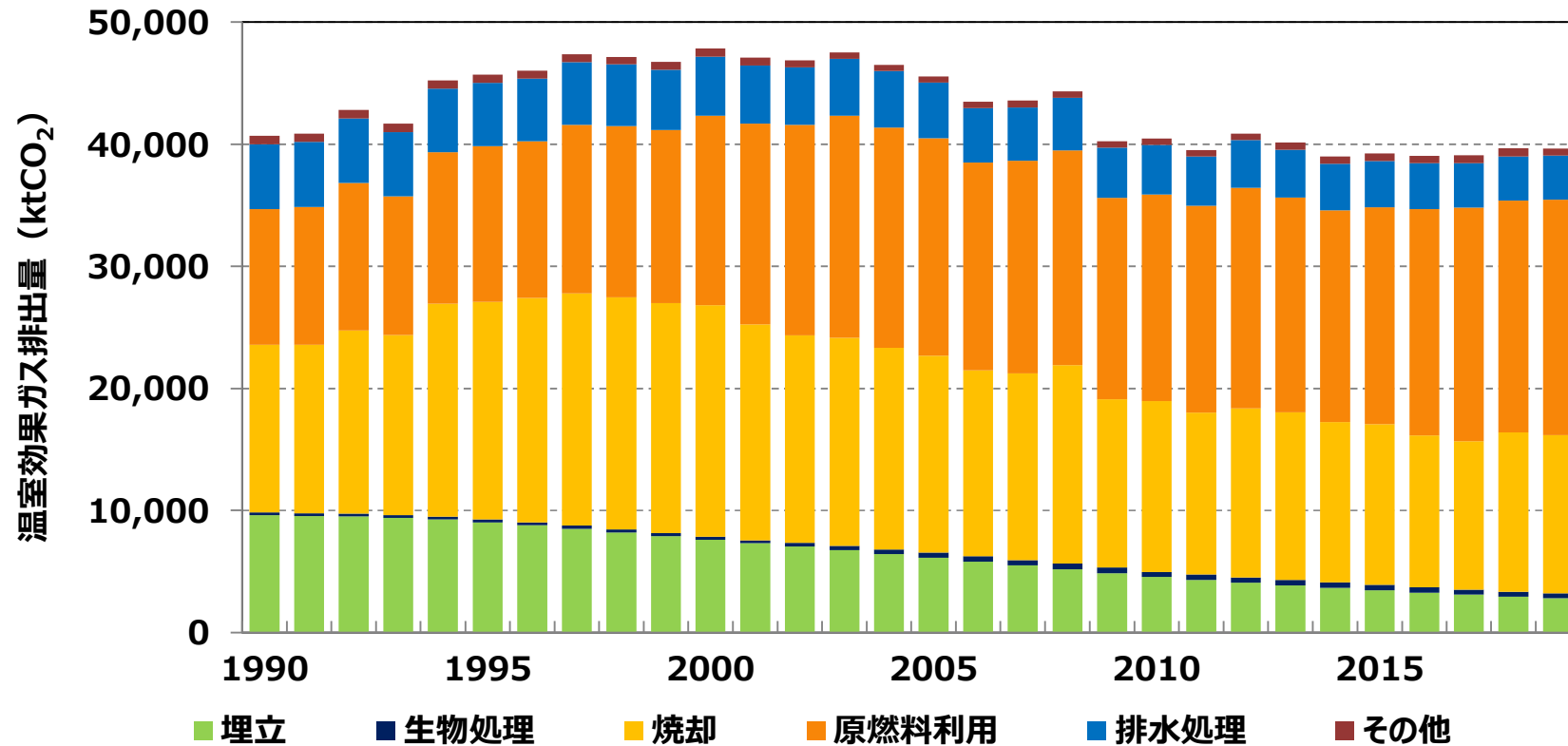
【排出源別】



※「2019年度(令和元年度)の温室効果ガス排出量(確報値)について」(環境省)におけるGHG排出分野の定義に基づき集計しており、後述する「廃棄物・資源循環分野のGHG排出」とは集計対象が異なる。
出典:(国研)国立環境研究所温室効果ガスインベントリオフィス、日本の温室効果ガス排出量データ(1990~2019年度)確報値をもとに作成

廃棄物分野のGHG排出量の推移

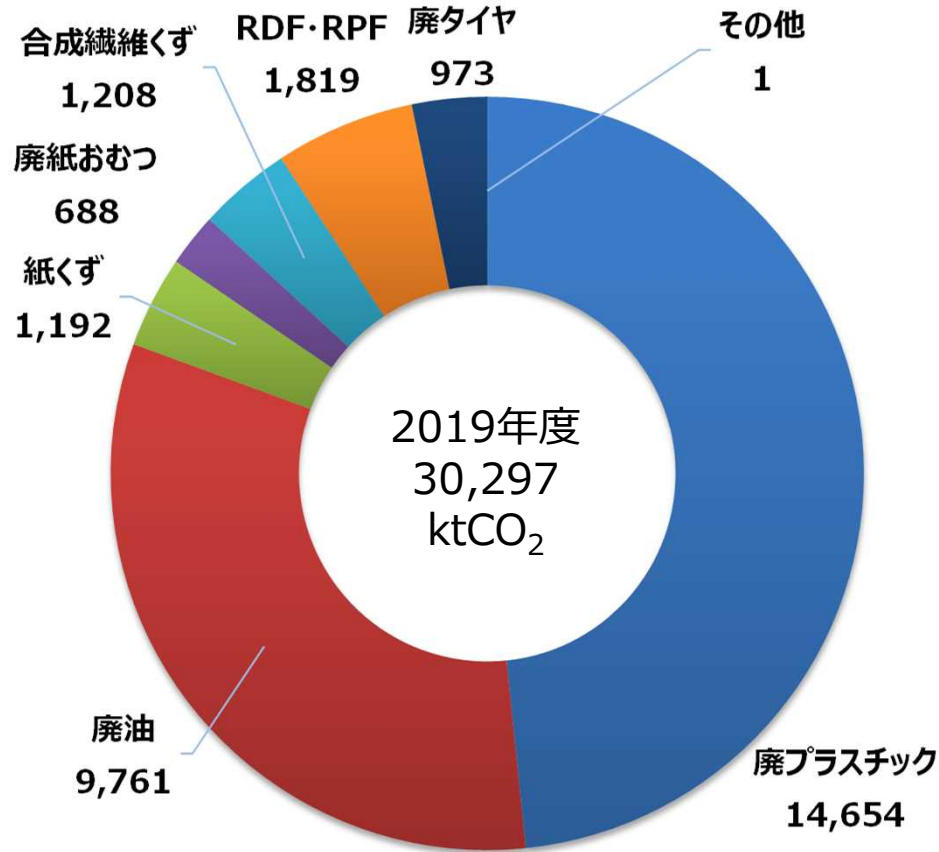
- ・廃棄物分野のGHG排出量は2000～2003年度をピークに、その後は2009年度まで減少傾向が続いたが、**近年は横ばいで推移**している。2019年度の廃棄物分野全体のGHG排出量は約3,970万トンCO₂であり、1990年度からは約100万トンCO₂、2013年度からは約50万トンCO₂の減少となっている。
- ・2019年度の内訳をみると、「廃棄物の焼却及び原燃料利用に伴うCO₂・CH₄・N₂O排出」が約3,230万トンCO₂と廃棄物分野全体の約81%を占めており、「排水処理に伴うCH₄・N₂O排出」が約360万トンCO₂(約9%)、「埋立に伴うCH₄排出」が約280万トンCO₂(約7%)と続いている。



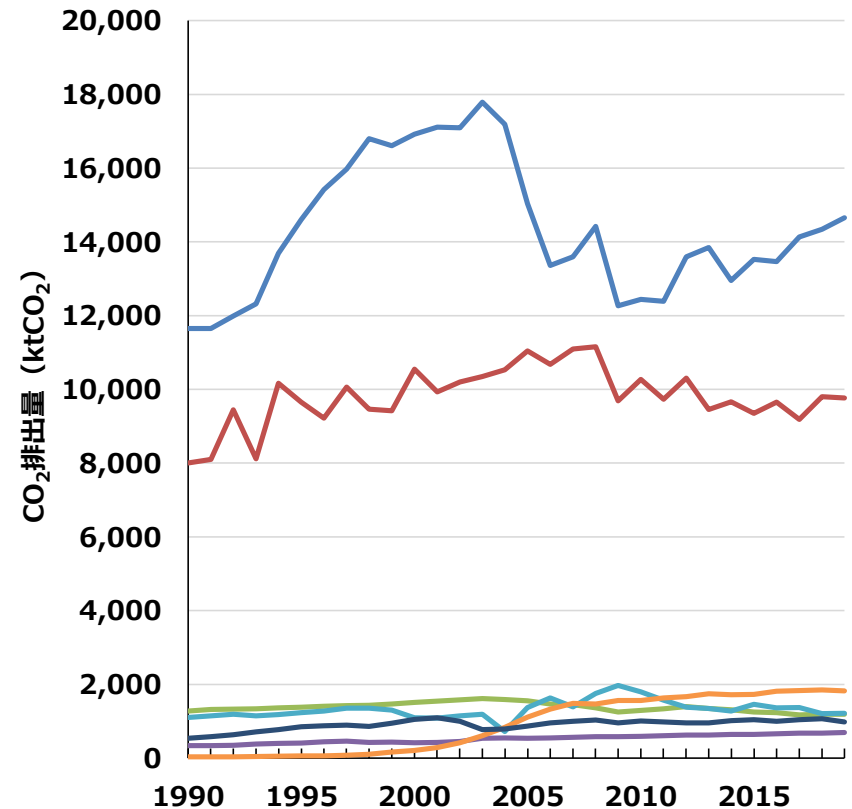
廃棄物分野*のGHG排出量の推移

廃棄物の焼却・原燃料利用に伴うCO₂排出の内訳

・2019年度の廃棄物分野のGHG排出量の約76%を「廃棄物の焼却・原燃料利用に伴うCO₂排出」が占める(約3,030万トンCO₂)。うち、**廃プラスチック(一般廃棄物・産業廃棄物)及び廃油(産業廃棄物)からのCO₂排出が約4分の3**を占める。



廃棄物の焼却・原燃料利用に伴うCO₂排出量の内訳
(2019年度)(単位:ktCO₂)

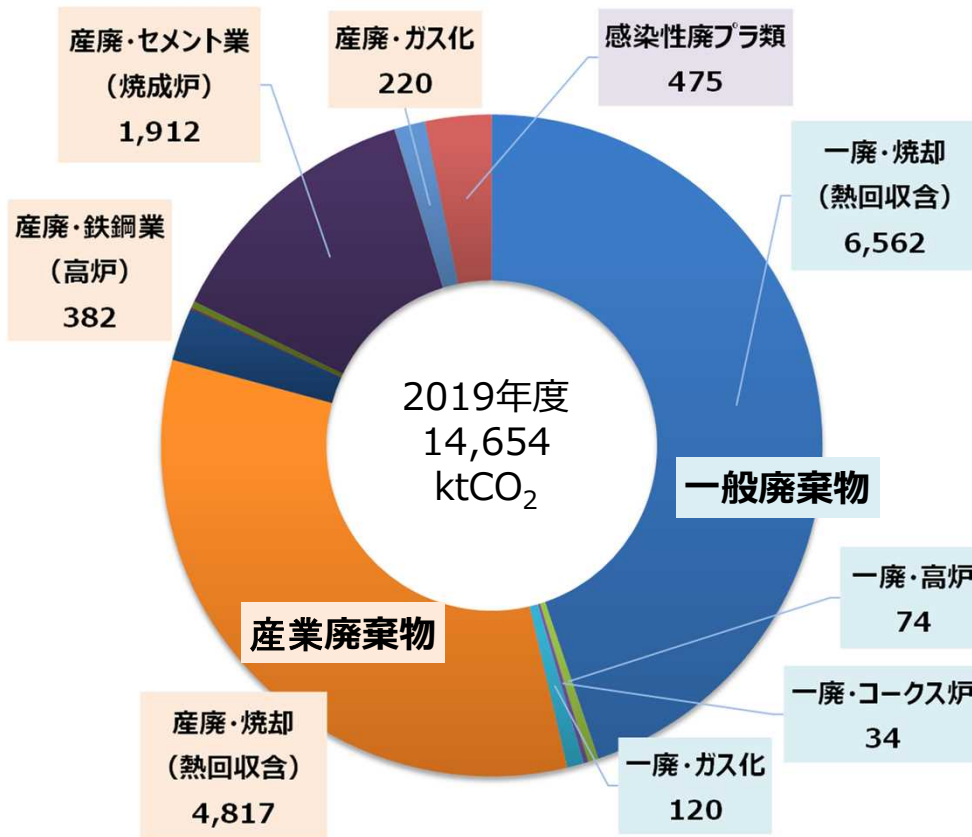


廃プラスチック 廃油 紙くず 廃紙おむつ
合成繊維くず RDF・RPF 廃タイヤ

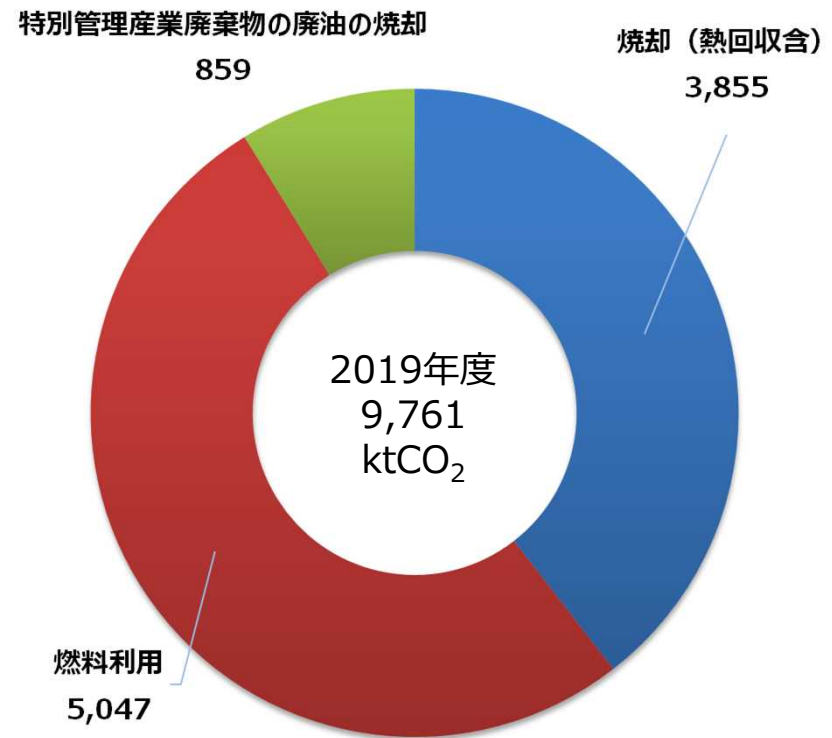
廃棄物の焼却・原燃料利用に伴うCO₂排出量
の経年変化

廃プラスチック・廃油由来のCO₂排出の内訳

- ・廃プラスチックの焼却・原燃料利用に伴うCO₂排出量は約1,470万トンCO₂であり、一般廃棄物由来は約680万トンCO₂(約46%)、産業廃棄物由来は約740万トンCO₂(約50%)とほぼ同程度となっている。**一般廃棄物・産業廃棄物とも、焼却に伴うCO₂排出が最も多い。**
- ・廃油の焼却に伴うCO₂排出量は2000年代後半以降、1,000万トンCO₂前後で推移している。2019年度は**約半分の排出を燃料利用(廃潤滑油の再生重油としての利用や廃溶剤の燃料利用等)**が占めている。



廃プラスチックの焼却・原燃料利用に伴うCO₂排出量の内訳
(2019年度) (単位: ktCO₂)



廃油の焼却・原燃料利用に伴うCO₂排出量の内訳
(2019年度) (単位: ktCO₂)

第1章 廃棄物・資源循環分野の目指す方向性

【3R+Renewableを基盤とした資源生産性向上による脱炭素化】

- 廃棄物・資源循環分野は、従来より、3R・熱回収を通じて温室効果ガス排出・エネルギー消費量の削減に貢献してきており、引き続き、貢献が可能。
- 大幅削減を超えた実質排出ゼロに向けては、非エネルギー起源GHGの主要な排出源の一つである廃棄物・資源循環分野も実質排出ゼロ化を目指す。
- 加えて、自動車や住宅・建築物などの素材生産量に及ぼす影響の大きい耐久財の資源効率を高めることで、将来の資源・エネルギー消費量の更なる削減の可能性があり、国内外の社会全体のCNシナリオの検討でも、注目が高まりつつある。また、生産・流通段階でのGHG排出量が多い食品について、食生活・食習慣の転換なども脱炭素シナリオで行動変容として検討されており、各分野において、循環経済アプローチの推進などにより資源効率向上が重要となる。
- 3R+Renewableは、主に炭素を含む物質の焼却・埋立の最小化によるGHG排出量の削減だけでなく、生産過程のエネルギー消費量削減、原料のバイオマス化を含む素材転換、処理過程の再生可能エネルギーへのシフトを進めていくことで、脱炭素社会の実現に幅広く貢献する基盤的取組。
- バイオマスの調達には持続可能性の面からの制約も想定されることから、3Rの徹底が前提。太陽光発電や蓄電池など脱炭素化に必要となる新技術の普及を支えるためにも、これらの3Rの仕組みの構築が必要。

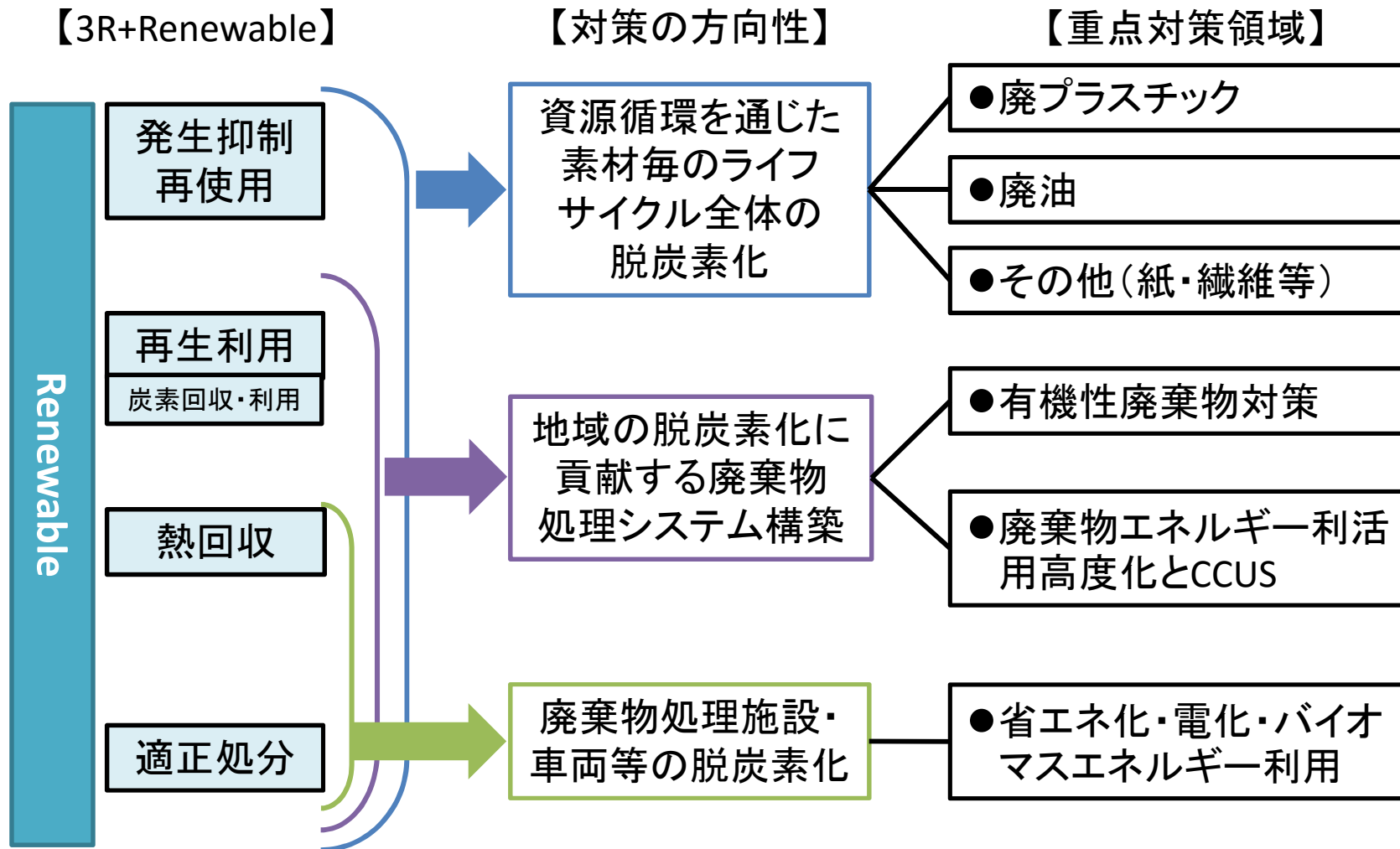
(参考)循環経済(サーキュラーエコノミー)とは、従来の3Rの取組に加え、資源投入量・消費量を抑えつつ、ストックを有効活用しながら、サービス化等を通じて付加価値を生み出す経済活動であり、資源・製品の価値の最大化、資源消費の最小化、廃棄物の発生抑止等を目指すもの。(令和3年版環境・循環型社会・生物多様性白書)

【資源循環・適正処理システムの脱炭素化】

- 廃棄物・資源循環分野では、化石系廃棄物等の焼却・原燃料利用やバイオマス系廃棄物の埋立等に伴い、廃棄物由来のGHGが排出されている。この非エネルギー起源GHGを削減するためには、3Rの強化・GHG排出量が少ない処理の選択に加え、製品原材料のバイオマス化を含む素材転換が必要。
- 廃棄物の処理に伴い排出されるエネルギー起源CO₂については、廃棄物エネルギーの活用、処理に要するエネルギーの消費量の削減及び再生可能エネルギーの導入等の取組が必要。同時に、原材料化に適さない廃棄物は、バイオマス比率の増大も前提に、効率の高い燃料化や熱回収により、他分野のエネルギー起源CO₂排出量の削減に貢献できる。
- ただし、衛生面から最小限の焼却処理は求められることなどから、以上の取組を経てもなお廃棄物分野からのGHG排出はゼロにならないこと(本分野の残余排出)が想定される。
- 一方、焼却排ガス等に含まれるCO₂はバイオマス起源も含まれることも踏まえれば、CCUSの導入により、本分野からの排出を実質ゼロ化、さらにはネガティブ化できる可能性が期待されるとともに、CN化した将来における炭素供給源としての役割を担うことも考えられる。
- 社会を支えるインフラの一つである廃棄物処理施設の整備では、構想から竣工までに10年程度、その後30年以上運転される場合もあることなどを踏まえ、2050年CNに向けて、速やかに将来の方向性を提示・共有していく必要がある。

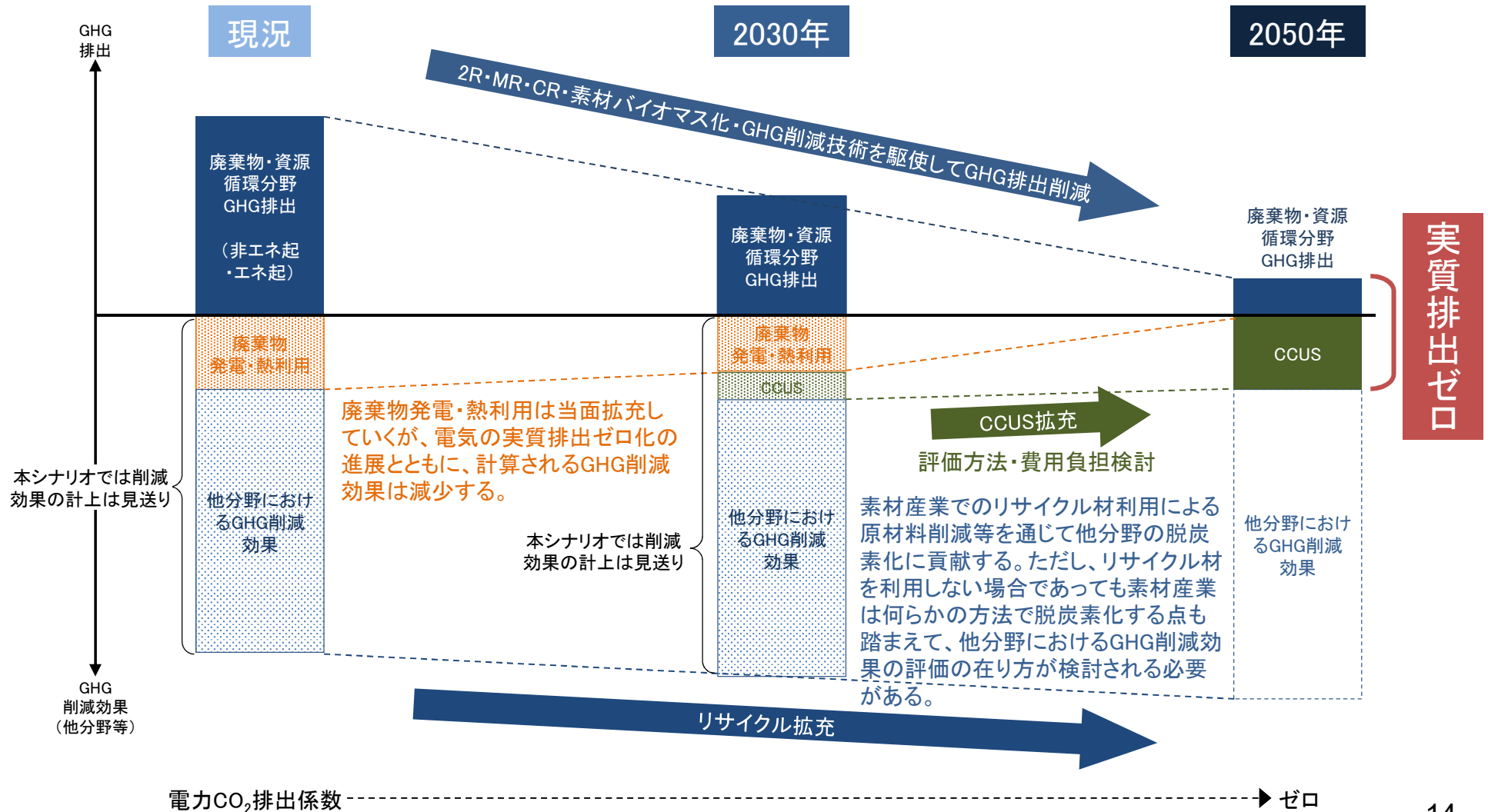
重点対策領域

- ・廃棄物・資源循環分野の排出量に占める割合が大きい非エネ起GHGは、素材のライフサイクルとの関連が深い。
⇒ **非エネ起GHG排出量大きい素材群に着目。**
- ・廃棄物処理と他分野との連携を通じ、社会全体のCO₂排出削減による移行過程での貢献も可能。
⇒ **削減ポテンシャルが大きいと思われる処理方式に着目。**
- ・カーボンバジェット(累積総排出量削減)・高排出構造のロックイン回避の観点からも、**廃棄物処理施設等からの排出の早期かつ着実な削減**が必要。



2050年CNに向けた廃棄物・資源循環分野の基本的考え方

・3R+Renewableの考え方に則り、廃棄物の発生を抑制するとともにマテリアル・ケミカルリサイクル等による資源循環と化石資源のバイオマスへの転換を図り、焼却せざるを得ない廃棄物についてはエネルギー回収とCCUSによる炭素回収・利用を徹底し、2050年までに廃棄物分野における温室効果ガス排出をゼロにすることを旨とする。



2050年に実質ゼロ化する廃棄物・資源循環分野のGHG排出の定義(案)

- ・本シナリオでは、2050年実質排出ゼロ化に向けた検討及び今後の進捗管理を行うGHG排出は、「**廃棄物等の処理及び循環資源の利用に伴うGHG排出**」と定義する。具体的には、**廃棄物の収集運搬・中間処理(リサイクルを含む)・最終処分及び循環資源の利用に伴い排出される非エネルギー起源のGHG(CO₂・CH₄・N₂O)及びエネルギー起源のCO₂**を、2050年に実質ゼロ化すべき「**廃棄物・資源循環分野のGHG排出**」とする。

2050年に実質排出ゼロ化する 廃棄物・資源循環分野のGHG排出(案)

2019年度
約3,500万
トンCO₂

非エネルギー起源GHG排出

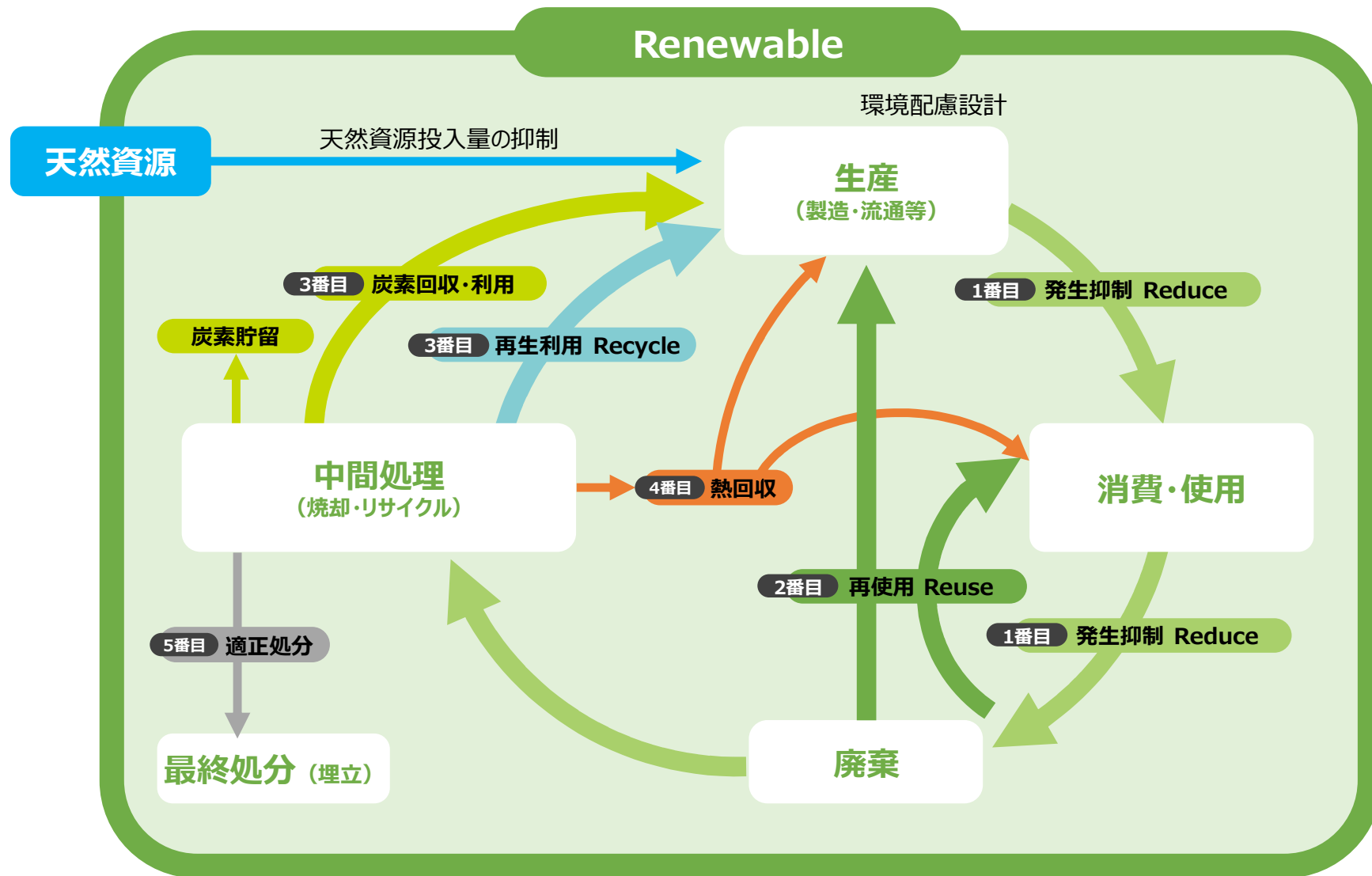
・我が国が毎年、国際連合気候変動枠組条約に基づき条約事務局に提出する温室効果ガス排出・吸収目録(インベントリ)における「廃棄物分野」(Waste Sector)のGHG排出のうち¹⁾、廃棄物等を起源とするCO₂・CH₄・N₂O排出。具体的には、インベントリの「埋立に伴うCH₄排出(5A)」「生物処理に伴うCH₄・N₂O排出(5B)」「焼却に伴うCO₂・CH₄・N₂O排出(5C)」「原燃料利用に伴うCO₂・CH₄・N₂O排出(1A)」を対象²⁾³⁾。

- 1) インベントリ報告に関する国際的なガイドラインに基づき、条約事務局に提出するインベントリでは「廃棄物の原燃料利用に伴うCO₂・CH₄・N₂O排出(1A)」を「エネルギー分野」(Energy Sector)で報告しているが、国内向けに毎年のGHG排出量を公表する際は廃棄物分野のGHG排出として集計・報告していることから、実質排出ゼロに係る検討においても、廃棄物・資源循環分野のGHG排出として取り扱うこととする。
- 2) インベントリの廃棄物分野には、上記に掲げたGHG排出源以外に「排水処理に伴うCH₄・N₂O排出(5D)」及び「その他のCO₂排出(界面活性剤由来のCO₂排出)(5E)」もあり、本検討においてGHG排出量を整理する際は、廃棄物・資源循環分野のGHG排出量に併記・集計する場合がある。
- 3) 回収・廃棄された冷蔵庫・空調機器からのHFCs等の排出削減については、廃棄物・リサイクル事業者による回収率の向上等の対策を講じる必要があるが、代替フロン類からのGHG削減対策は、改正フロン排出抑制法のもとでグリーン冷媒の開発や製造・使用段階の排出削減対策と合わせて推進されていることから、廃棄物・資源循環分野のGHG排出には含めないこととする。

2019年度
約900万
トンCO₂

エネルギー起源CO₂排出

・廃棄物の収集運搬・中間処理(リサイクルを含む)・最終処分の各過程において使用される燃料・電気を由来とするCO₂排出。



第2章 2050年温室効果ガス排出実質ゼロに向けた 廃棄物・資源循環分野の中長期シナリオ

- ・廃棄物・資源循環分野のGHG排出量を推計するため、重点対策領域に沿った対策を、強度に応じて積み上げた「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」の4シナリオと、実質排出ゼロを達成するために求められるCCUS量を加味した「実質排出ゼロシナリオ」及び「最大対策シナリオ」の2シナリオを設定、試算した。なお、シナリオ設定及び試算にあたり、以下の点を考慮した。
 - ✓ 2R対策がGHG削減に効果的かつ重要であることは言うまでもないが、2Rの進展見込みには相当の幅があり、現時点でその見込みを見通すことは困難であるため、本試算では、2Rの進展を保守的に想定し、技術のイノベーションによって実質排出ゼロの達成がどの程度見込まれるか検討する。
 - ✓ その上で、廃棄物処理施設（焼却施設・バイオガス化施設等）におけるCCUSとしては、バイオマスを起源として発生したCO₂を対象としたCCSによるネガティブエミッション技術を活用すると設定した。ただし、CCSについては、貯留先の見込みまでは検討対象としていないこと、また、CCUSについては、今後、CCUSに関する技術開発やコスト低減、CCUSの取扱いルールに関する議論等が必要であり、これらの進捗に応じて本想定は適宜見直しを行う。
 - ✓ 廃棄物発電・熱利用は当面拡充していくと想定しているが、他分野における脱炭素化の進展に伴いGHG削減効果は減少していくと想定し、効果を見込んでいない。

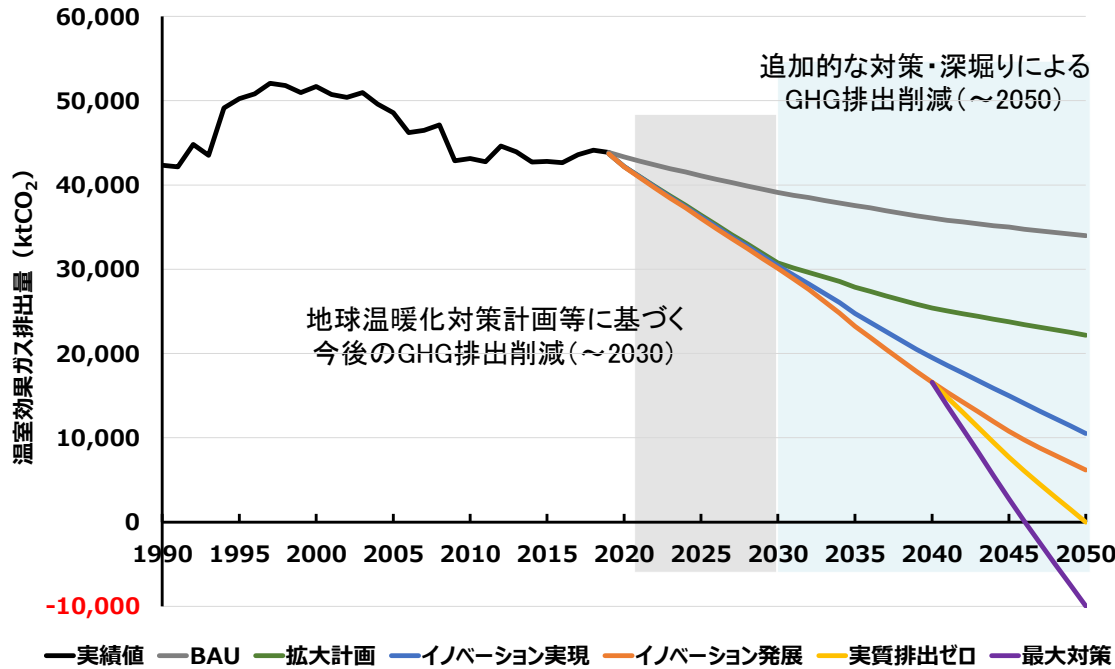
廃棄物・資源循環分野の中長期シナリオと温室効果ガス排出量の見通し

中長期シナリオ総括表

廃棄物・資源循環分野で想定するシナリオ	2050年GHG排出量 (千トンCO ₂) 試算結果※			
	非エネ起	エネ起	CCUS	合計
【BAUシナリオ】 ・現況年度(2019年度)付近の対策のままで2050年まで推移することを想定したシナリオ。 ・以下で試算する各シナリオによる削減効果はBAUシナリオのGHG排出量との差分で示す。	29,602	4,367	-	33,968
【計画シナリオ】 ・地球温暖化対策計画、プラスチック資源循環戦略、バイオプラスチック導入ロードマップ、プラスチック資源循環促進法等のGHG削減・資源循環に資する既存の計画・法制度や、業界団体等の目標値に基づき対策導入量を想定するシナリオ。	20,270	1,933	-	22,203
【拡大計画シナリオ】 ・計画シナリオに加え、廃棄物処理施設や収集運搬車両等におけるエネルギー起源CO ₂ 対策を計画シナリオの対策導入強度に準じて導入するシナリオ。	20,270	1,911	-	22,180
【イノベーション実現シナリオ】 ・拡大計画シナリオをベースに、現状の技術開発動向等を踏まえ、各重点対策領域におけるGHG削減技術のイノベーションによる削減量の深掘りを見込むシナリオ。	9,031	1,468	-	10,499
【イノベーション発展シナリオ】 ・イノベーション実現シナリオをベースに、現状の技術水準や技術開発動向では必ずしも十分に担保されない水準まで対策導入量の深掘りを見込むシナリオ。	6,164	0	-	6,164
【実質排出ゼロシナリオ】 ・イノベーション発展シナリオをベースに、廃棄物・資源循環分野のGHG排出量を相殺する量のCCUS(本シナリオではCCSとして想定)導入を廃棄物処理施設で見込むシナリオ。	6,164	0	-6,164	0
【最大対策シナリオ】 ・実質排出ゼロシナリオをベースに、廃棄物処理施設におけるCCUS量を最大限まで見込むシナリオ。	6,164	0	-16,138	-9,975

※ 試算結果は現時点での推計値であり、今後の想定等の見直しにより変更する可能性がある。

廃棄物・資源循環分野の中長期シナリオと温室効果ガス排出量の見通し

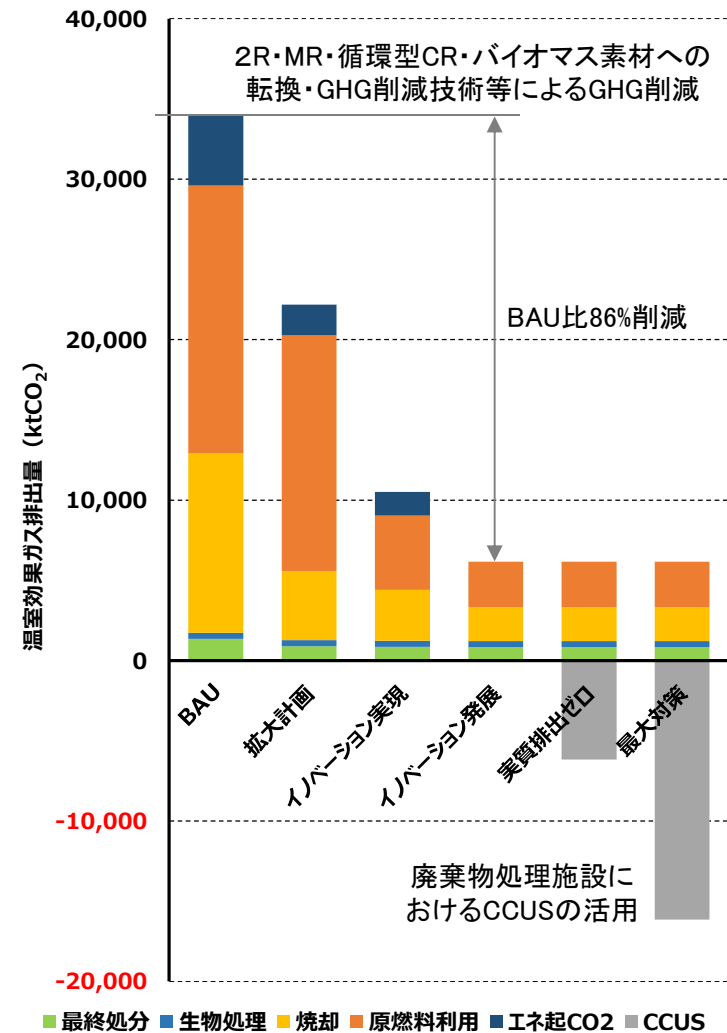


シナリオ別の廃棄物・資源循環分野の実質排出ゼロ化に向けた経路の試算結果

2050年のシナリオ別・排出源別のGHG排出量試算結果

(ktCO ₂)		シナリオ					
		BAU	拡大計画	イノベーション実現	イノベーション発展	実質排出ゼロ	最大対策
排出源	埋立	1,350	898	851	834	834	834
	生物処理	377	377	377	377	377	377
	焼却	11,172	4,299	3,167	2,126	2,126	2,126
	原燃料利用	16,703	14,696	4,636	2,827	2,827	2,827
	エネ起CO ₂	4,367	1,911	1,468	0	0	0
	CCUS※	0	0	0	0	-6,164	-16,138
	合計	33,968	22,180	10,499	6,164	0	-9,975

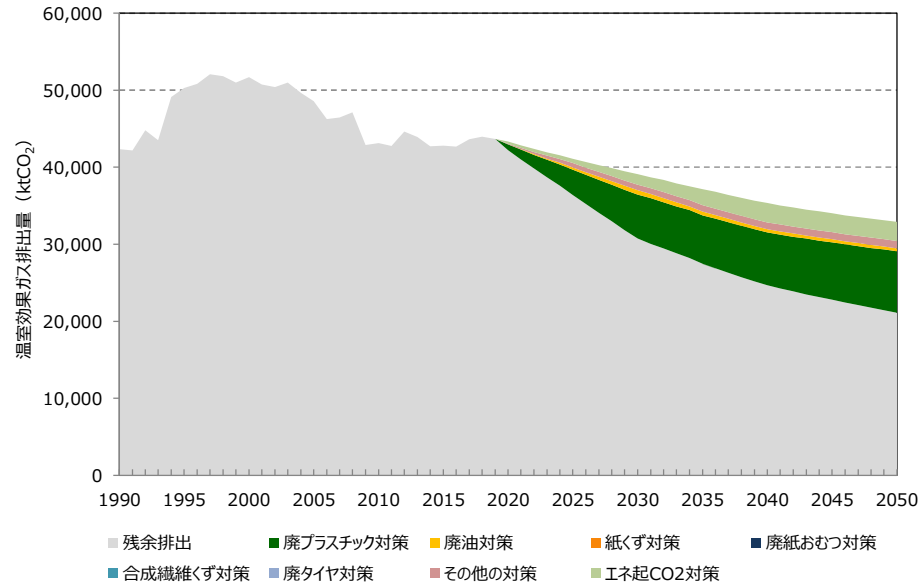
※ 廃棄物焼却施設から排出される排ガス中のCO₂をCCSLした場合の削減効果を計上



2050年のシナリオ別の廃棄物・資源循環分野のGHG排出量試算結果

各シナリオの試算結果(拡大計画シナリオ)

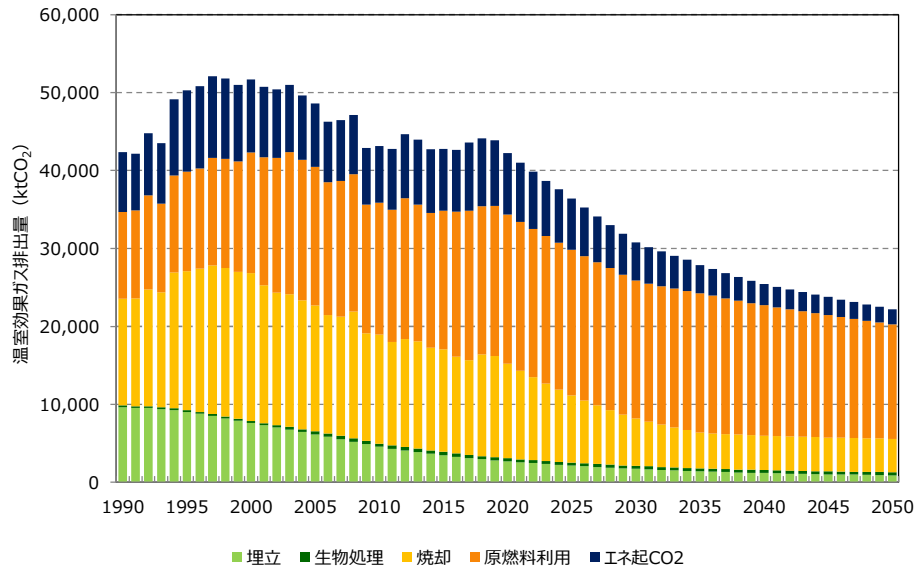
拡大計画シナリオにおける対策別のGHG削減効果試算結果(対BAUシナリオ)



単位: 千トンCO₂

GHG削減対策	2030	2050
廃プラスチック対策	5,724	7,983
廃油対策	563	408
紙くず対策	0	0
廃紙おむつ対策	0	0
合成繊維くず対策	0	0
廃タイヤ対策	0	0
その他の対策	724	941
エネ起CO ₂ 対策	1,332	2,456
合計	8,343	11,788

拡大計画シナリオにおける排出源別のGHG排出量試算結果

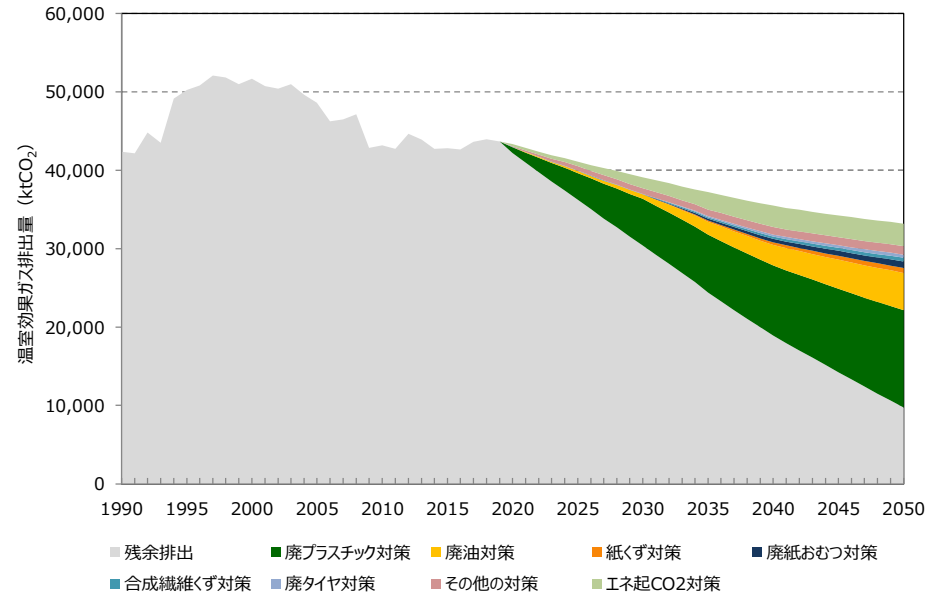


単位: 千トンCO₂

GHG排出源	2013	2030	2050
埋立	3,881	1,718	898
生物処理	435	381	377
焼却	13,739	6,065	4,299
原燃料利用	17,581	17,700	14,696
エネ起CO ₂	8,292	4,892	1,911
合計	43,929	30,757	22,180
2013年度比	100.0%	70.0%	50.5%

各シナリオの試算結果(イノベーション実現シナリオ)

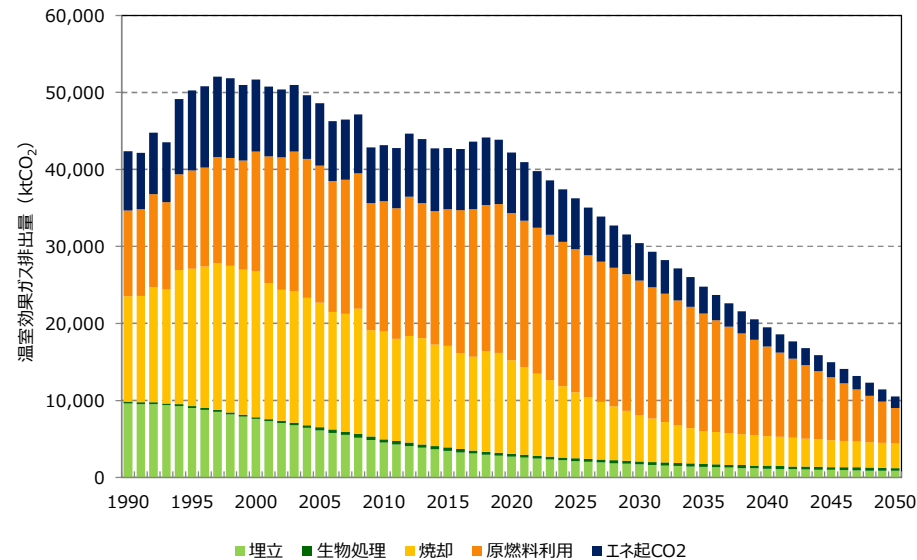
イノベーション実現シナリオにおける対策別のGHG削減効果試算結果(対BAUシナリオ)



単位: 千トンCO₂

GHG削減対策	2030	2050
廃プラスチック対策	5,949	12,406
廃油対策	563	4,777
紙くず対策	0	638
廃紙おむつ対策	0	820
合成繊維くず対策	64	458
廃タイヤ対策	0	403
その他の対策	737	1,068
エネ起CO ₂ 対策	1,371	2,898
合計	8,685	23,469

イノベーション実現シナリオにおける排出源別のGHG排出量試算結果

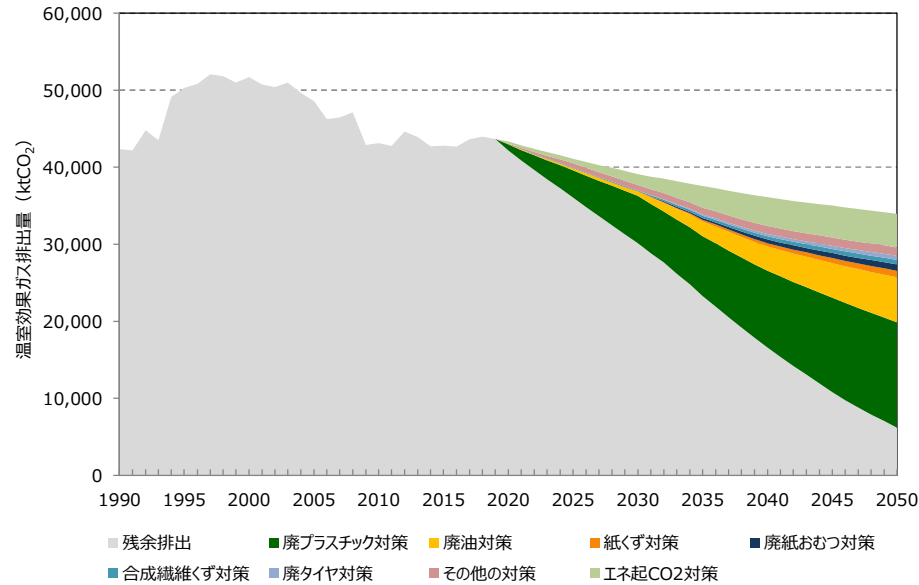


単位: 千トンCO₂

GHG排出源	2013	2030	2050
埋立	3,881	1,700	851
生物処理	435	381	377
焼却	13,739	6,031	3,167
原燃料利用	17,581	17,450	4,636
エネ起CO ₂	8,292	4,853	1,468
合計	43,929	30,416	10,499
2013年度比	100.0%	69.2%	23.9%

各シナリオの試算結果(イノベーション発展シナリオ)

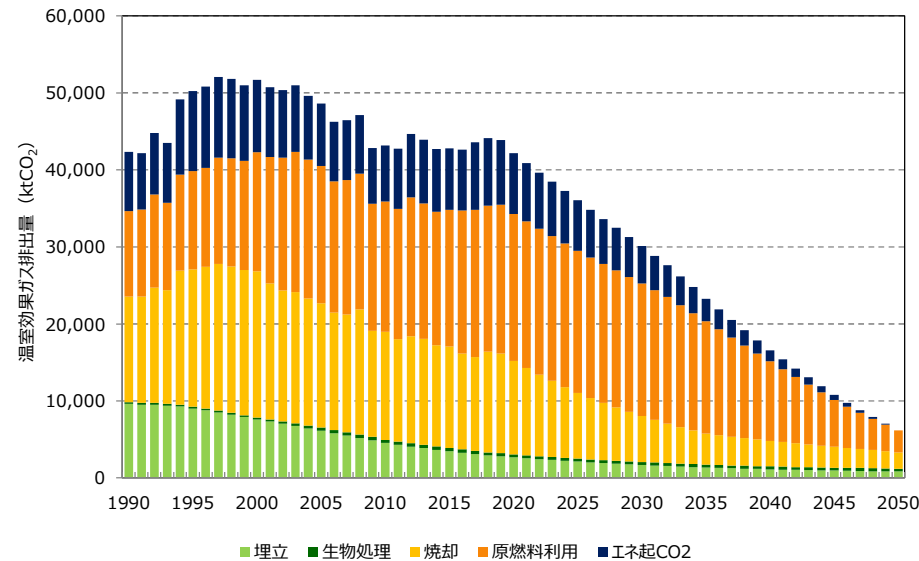
イノベーション発展シナリオにおける対策別のGHG削減効果試算結果(対BAUシナリオ)



単位: 千トンCO₂

GHG削減対策	2030	2050
廃プラスチック対策	6,174	13,690
廃油対策	563	5,838
紙くず対策	0	865
廃紙おむつ対策	0	820
合成繊維くず対策	127	601
廃タイヤ対策	0	504
その他の対策	745	1,119
エネ起CO ₂ 対策	1,391	4,367
合計	9,001	27,805

イノベーション発展シナリオにおける排出源別のGHG排出量試算結果

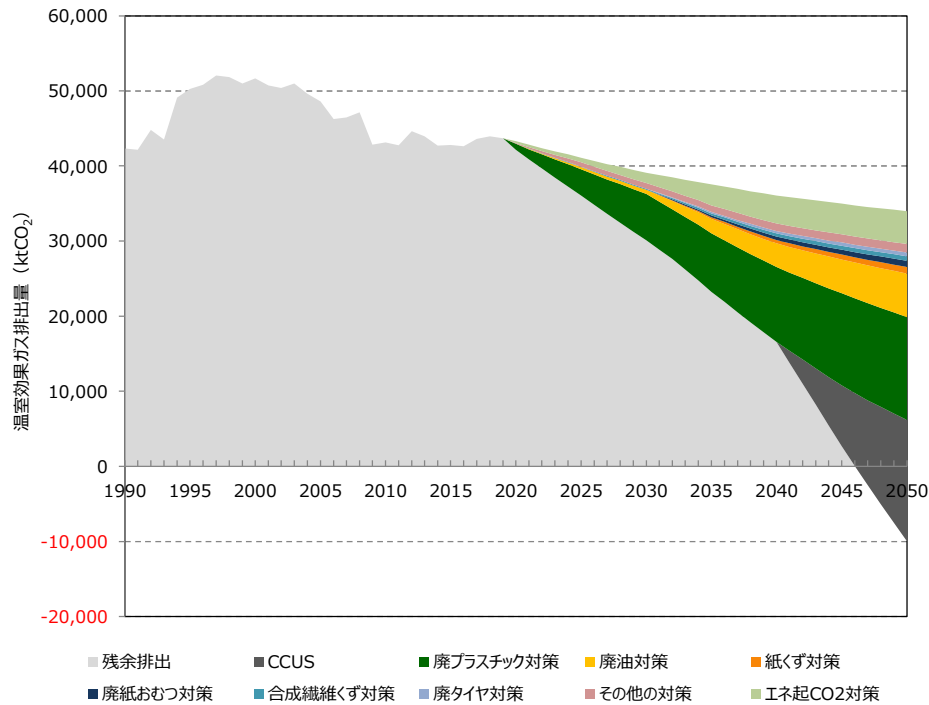


単位: 千トンCO₂

GHG排出源	2013	2030	2050
埋立	3,881	1,693	834
生物処理	435	381	377
焼却	13,739	5,991	2,126
原燃料利用	17,581	17,201	2,827
エネ起CO ₂	8,292	4,833	0
合計	43,929	30,099	6,164
2013年度比	100.0%	68.5%	14.0%

各シナリオの試算結果(最大対策シナリオ)

最大対策シナリオにおける対策別のGHG削減効果試算結果(対BAUシナリオ)



単位: 千トンCO₂

GHG削減対策	2030	2050
廃プラスチック対策	6,174	13,690
廃油対策	563	5,838
紙くず対策	0	865
廃紙おむつ対策	0	820
合成繊維くず対策	127	601
廃タイヤ対策	0	504
その他の対策	745	1,119
エネ起CO ₂ 対策	1,391	4,367
CCUS	0	16,138
合計	9,001	43,943

【CCUSによる削減効果の試算方法】

- ・焼却炉から発生する石油起源CO₂及びバイオマス起源CO₂の90%を回収して貯留(CCS)した場合のCO₂量を計上。
- ・2040年からCCSを開始すると想定。

焼却施設から排出されるCO₂排出量試算値(単位: 千トンCO₂)

CO ₂ の起源	2019	2030	2050
石油起源	18,322	12,492	1,920
バイオマス起源	25,097	24,429	16,011
合計	43,419	36,921	17,931

最大対策シナリオにおける排出源別のGHG排出量試算結果

単位: 千トンCO₂

GHG排出源	2013	2030	2050
埋立	3,881	1,693	834
生物処理	435	381	377
焼却	13,739	5,991	2,126
原燃料利用	17,581	17,201	2,827
エネ起CO ₂	8,292	4,833	0
CCUS(吸収分)	0	0	-16,138
合計	43,929	30,099	-9,975
2013年度比	100.0%	68.5%	-22.7%

対策等の各シナリオでの想定条件(詳細は3章及び資料編参照)(1)

シナリオ	重点対策領域 I (資源循環を通じた素材毎のライフサイクル全体の脱炭素化)					
	廃プラスチック	廃油	紙くず	廃紙おむつ	合成繊維くず	廃タイヤ
計画シナリオ 拡大計画シナリオ	<ul style="list-style-type: none"> ・プラスチック製買物袋有料化 ・3R推進団体連絡会「容器包装3Rのための自主行動計画2025」に基づく発生抑制 ・バイオマスプラスチック類導入(2030年約200万トン※) ・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」に基づくMR・循環型CR推進(循環型CR収率2050年70%) 	<ul style="list-style-type: none"> ・焼却されている廃溶剤のMR(2030年30%) 				
イノベーション実現シナリオ	<ul style="list-style-type: none"> ・循環型CR収率向上(2050年80%) ・2050年バイオマスプラスチック250万トン導入※ 	<ul style="list-style-type: none"> ・燃料化されている廃油のMR(2050年80%) ・焼却されている廃油のMR(2050年30%) 	<ul style="list-style-type: none"> ・MR(2050年60%) 	<ul style="list-style-type: none"> ・MR(2050年10%) ・バイオ素材化(2050年100%) 	<ul style="list-style-type: none"> ・MR(2050年30%) ・循環型CR(2050年10%) 	<ul style="list-style-type: none"> ・リトレッド(2050年10%) ・循環型CR(2050年18%) ・石油成分のバイオマス化(2050年34%)
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	<ul style="list-style-type: none"> ・循環型CR収率向上(2050年90%) ・2050年バイオマスプラスチック250万トン導入※(2045年バイオマス割合100%達成) ・発生抑制25% 	<ul style="list-style-type: none"> ・焼却されている廃油のMR(2050年50%) ・焼却せざるを得ない用途の油のバイオマス化(2050年10万トン) 	<ul style="list-style-type: none"> ・発生抑制(2050年20%、一般廃棄物) ・MR(2050年75%) 	<ul style="list-style-type: none"> ・MR(2050年20%) 	<ul style="list-style-type: none"> ・循環型CR(2050年20%) 	<ul style="list-style-type: none"> ・リトレッド(2050年20%) ・循環型CR(2050年20%) ・石油成分のバイオマス化(2050年44%)

※:2030年のバイオマスプラスチック類の導入目標(約200万トン)は、地球温暖化対策計画で想定されるCO₂削減量(209万トンCO₂)から、バイオマス割合が3~4割と想定されるところ、2050年のバイオマスプラスチック導入目標(250万トン)は、全量をバイオマスプラスチックと見込んだ。

対策等の各シナリオでの想定条件(詳細は3章及び資料編参照)(2)

シナリオ	重点対策領域Ⅱ(地域の脱炭素化に貢献する廃棄物処理システム構築)			
	有機性廃棄物対策			廃棄物エネルギー利活用高度化とCCUS
	(食品ロス削減)	(埋立の回避)	(メタン発酵等)	
BAUシナリオ				
計画シナリオ		有機性の一般廃棄物(厨芥類、紙くず、天然繊維くず、木竹草類、し尿・浄化槽汚泥)及び有機性の産業廃棄物のうちの動植物性残渣、紙くず、天然繊維くず、木くず、家畜糞尿の焼却を経ない埋立(生埋立)を2035年度までにゼロにすると想定。		
拡大計画シナリオ		有機性の産業廃棄物の製造業有機性汚泥、下水汚泥の生埋立を2035年度までにゼロにすると想定。	2030年代以降は、焼却の新規整備は100t/日以上に集約化した施設のみとし、それ未達となる場合はメタン発酵等を導入+集約化施設への搬出	
イノベーション実現シナリオ	食品ロス発生量(一般廃棄物及び産業廃棄物)について、2030年度までに2000年度比で半減すると想定。	有機性の産業廃棄物の製造業有機性汚泥、下水汚泥の生埋立を2035年度までにゼロにすると想定。	2030年代以降は、焼却の新規整備は300t/日以上に集約化した施設のみとする。また、焼却施設の整備(更新)時は、メタン発酵導入とセットとする。合わせて、毎年1施設程度、産業熱需要へ蒸気を外部供給する施設を整備。	
イノベーション発展シナリオ		有機性の産業廃棄物の浄水汚泥の生埋立を2035年度までにゼロにすると想定。		”
実質排出ゼロシナリオ			実質排出ゼロ化のために必要量のCCUSを導入(2040年代に開始を想定)(回収率9割想定) ※その他はイノベーション発展シナリオと同様	
最大対策シナリオ			全施設(既存施設も含む全施設)で排ガス全量を対象とするCCUSを導入(2040年代に開始を想定)(回収率9割想定) ※その他はイノベーション発展シナリオと同様	

※上表においては、基本的に一般廃棄物処理システムについて記述した。産業廃棄物処理については、メタン発酵・エネルギー利用高度化の想定は行わなかった。

対策等の各シナリオでの想定条件(詳細は3章及び資料編参照)(3)

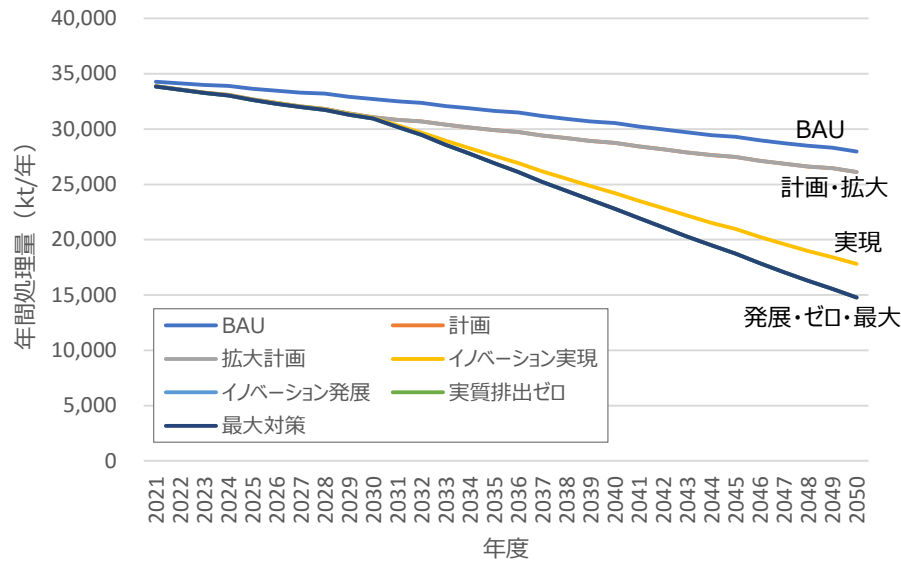
シナリオ	重点対策領域Ⅲ(廃棄物施設・車両等の脱炭素化)			
	一般廃棄物処理施設・車両等 ※1			産業廃棄物処理施設・車両等
	焼却施設の脱炭素化	し尿処理施設の脱炭素化	その他の施設・車両の脱炭素化	
BAUシナリオ	(新設施設は、発電効率は今の循環交付金の水準、電気・燃料使用原単位は既存施設と同程度)	(新設施設は、電気・燃料使用原単位は既存施設と同程度)	収集車の全EV化(仮に2050年時点まで線形の導入想定)	2035年度までに廃プラスチック類を焼却する全ての施設においてエネルギー回収が行われると想定。 下水汚泥焼却施設における高温焼却割合が2030年度に100%に到達すると想定。 下水汚泥焼却施設について、2030年度まで新型炉及び固形燃料化炉が毎年2基導入されると想定。
計画シナリオ				
拡大計画シナリオ	新設施設は、ボイラ蒸気の高圧高温化(6MPa, 450℃)による発電効率向上 所内省エネ	新設施設は、燃料使用量ゼロ化(脱水後に搬出して焼却施設で処理等)	メタン発酵:新設施設は、規模の大型化等を含むエネルギー収支の改善	2040年度までに全ての産業廃棄物収集運搬車両がEVIに置き換わると想定。電力CO ₂ 排出係数は2050年度年までにゼロになると想定。
イノベーション実現シナリオ	新設施設は、立ち上げ時の助燃使用量の大幅削減(上欄に加えて)	新設施設は、生ごみと統合処理し、燃料ゼロ化に加え電気も大幅削減	上記に加え、残渣輸送(10t車等)が想定される)のEV化	"
イノベーション発展シナリオ	2050年度までに一般廃棄物処理施設(最終処分場の重機を含む。)で使用する燃料が全てバイオマス由来燃料に置き換わると想定。(その他はイノベーション実現シナリオと同様)			2050年度までに産業廃棄物処理施設(最終処分場の重機等を含む。)で使用する燃料が全てバイオマス由来燃料に置き換わると想定。
実質排出ゼロシナリオ	"			"
最大対策シナリオ	"			"

※1 2030年までは全シナリオで新設施設の性能設定は、BAU・計画シナリオと同一であり、2031年の運転開始施設以降、シナリオに応じた性能の施設が導入される計算。

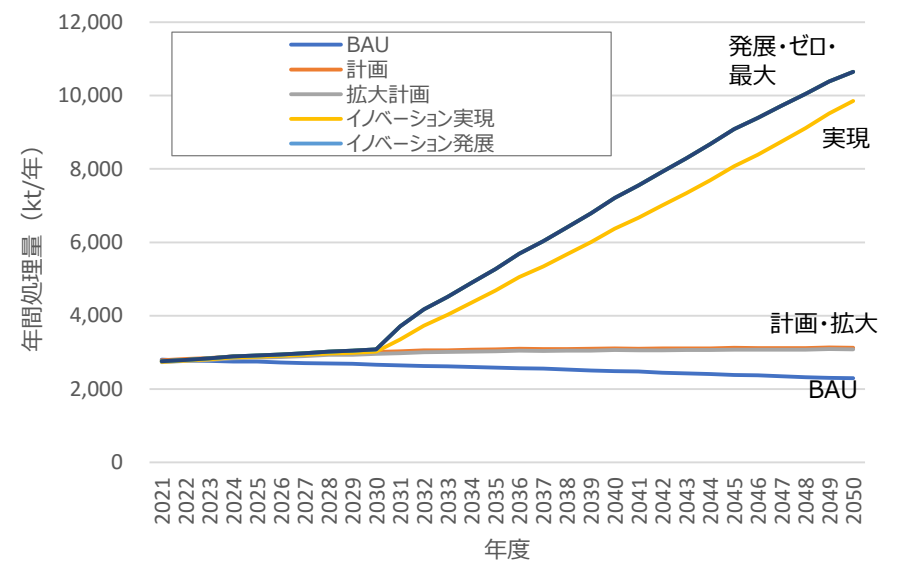
※2 拡大計画シナリオも含め、それ以下のシナリオも同様。

シナリオ別の一般廃棄物(ごみ)処理量

・年間焼却処理量(シナリオ別)

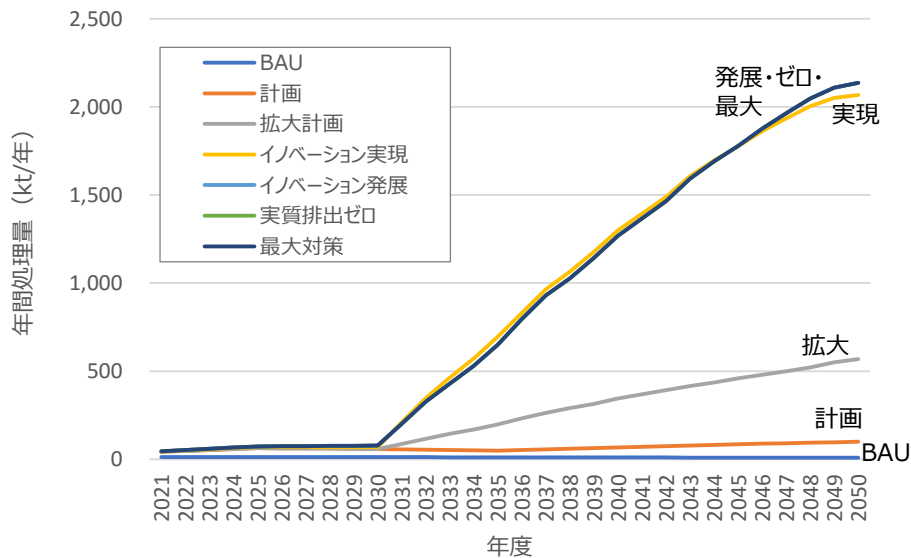


・年間資源化施設処理量(シナリオ別)



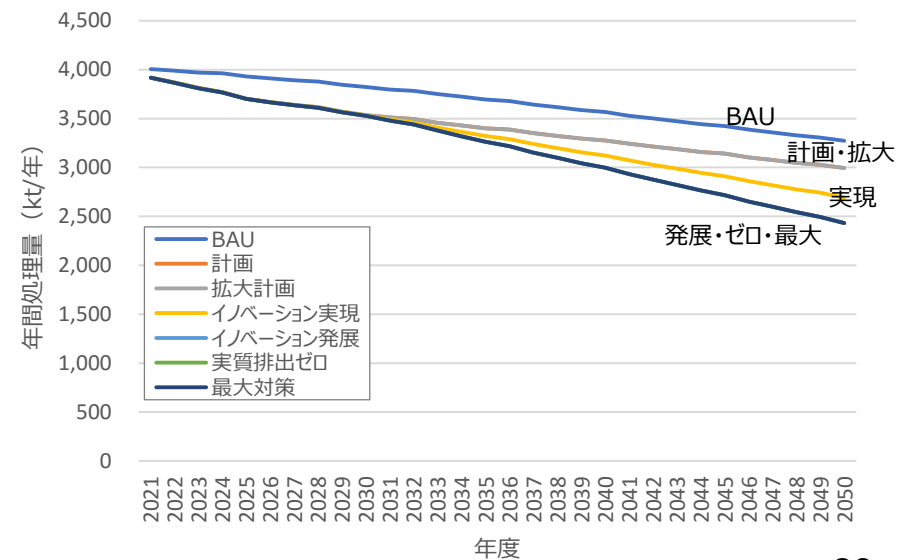
・メタン発酵処理量(シナリオ別)

※尿処理施設での生ごみ処理量は含まれない



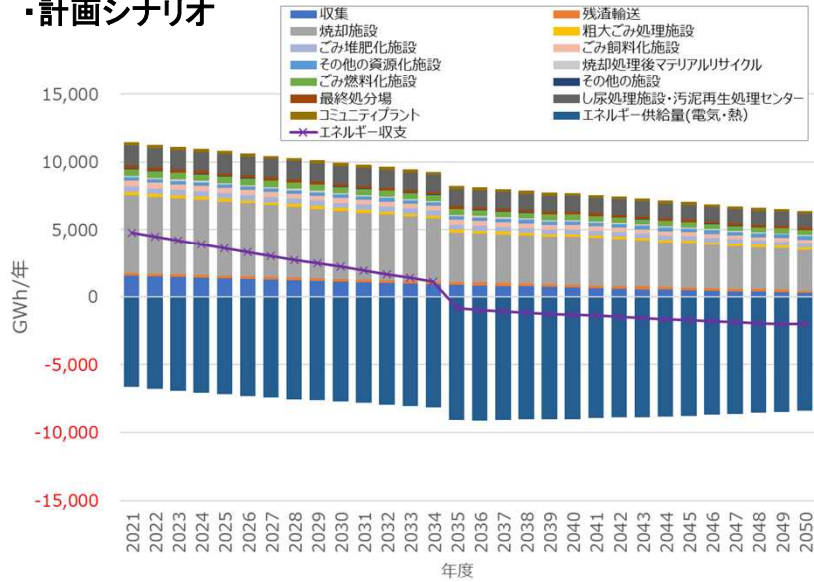
・最終処分量(シナリオ別)

※処理後残渣(焼却灰等)を含む



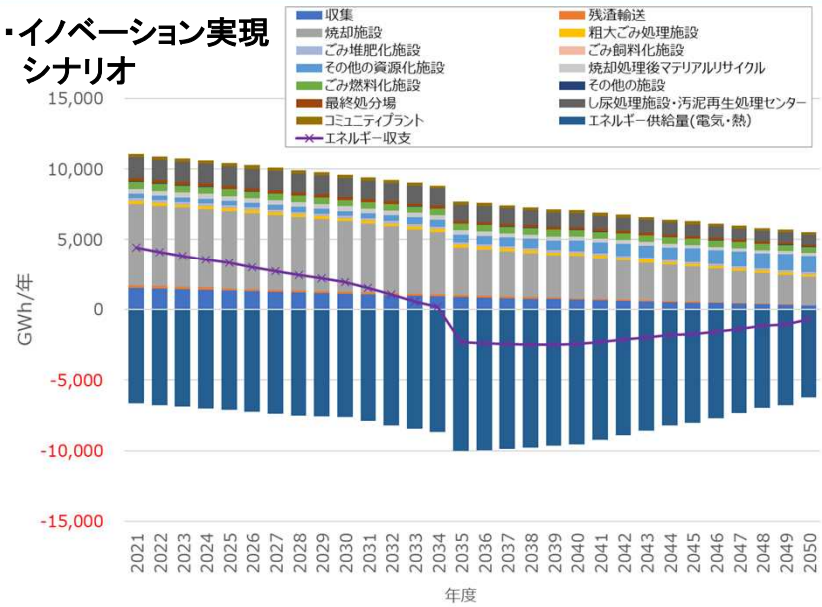
シナリオ別のエネルギー収支(一般廃棄物処理)

・計画シナリオ

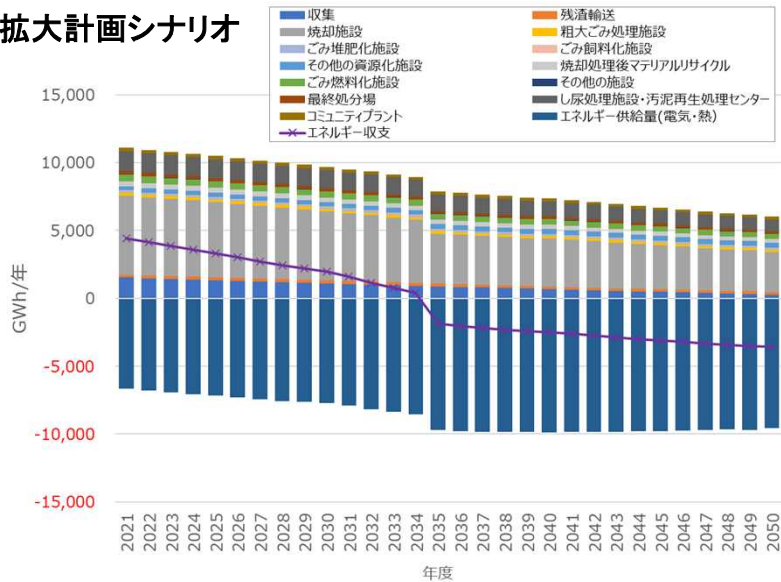


※エネルギー使用量: 各施設を受電量と燃料使用量の合計
 ※エネルギー供給量: 焼却施設を送電量・外部熱供給量、メタン化施設を送電量

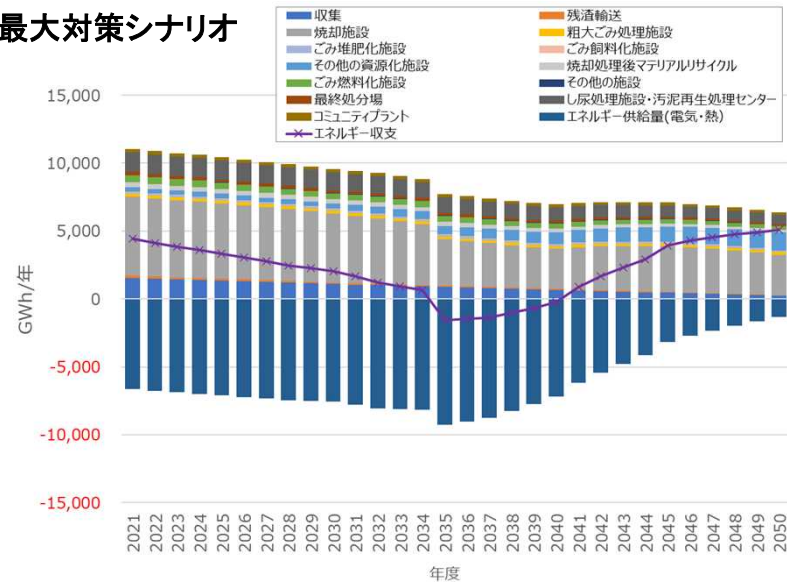
・イノベーション実現シナリオ



・拡大計画シナリオ



・最大対策シナリオ



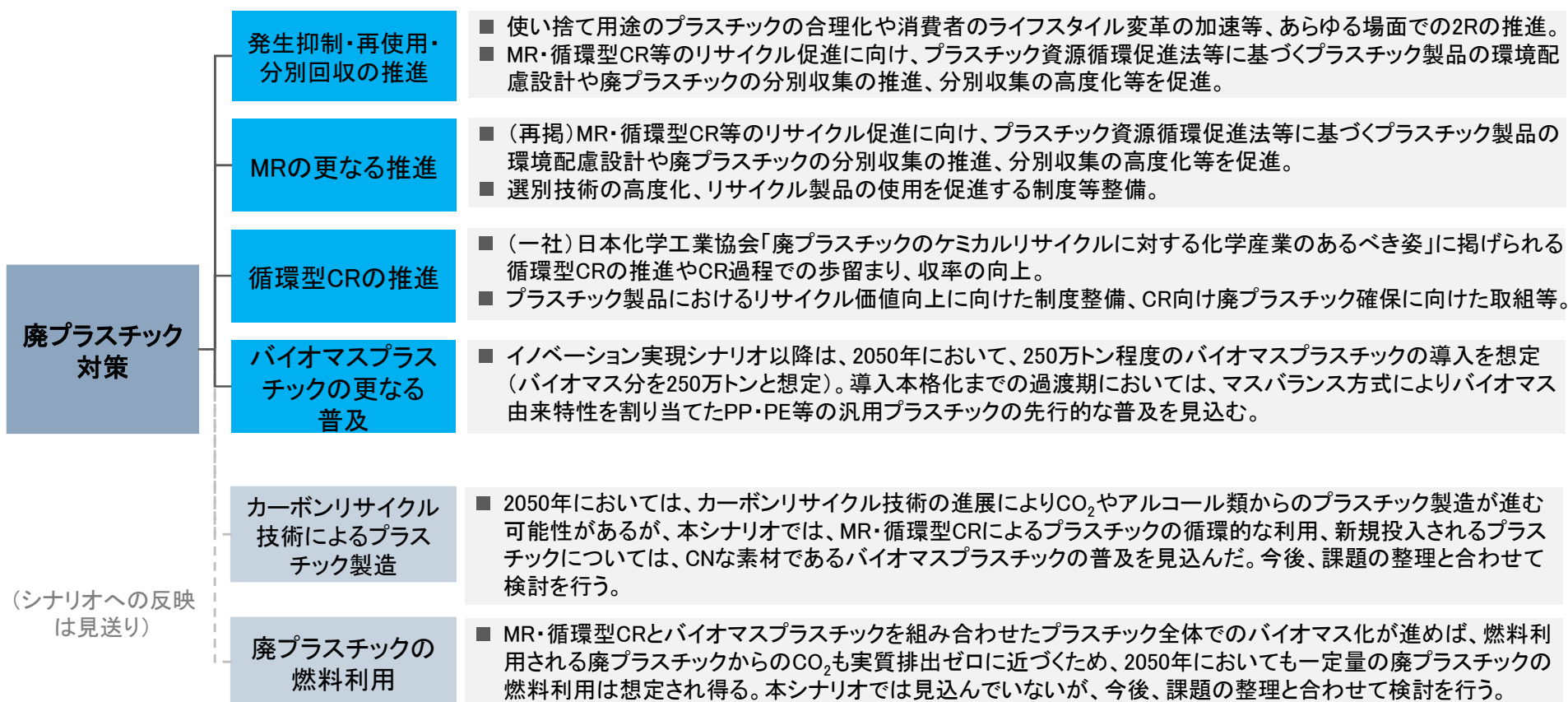
※ CO₂液化までを見込んだところ処理施設内でのエネルギー消費が増加している。(資料編参照)

第3章 中長期シナリオにおいて見込んだ対策： 実質ゼロに向けて必要となる取組と留意点

1. 重点対策領域Ⅰ： 資源循環を通じた素材毎のライフサイクル全体の脱炭素化

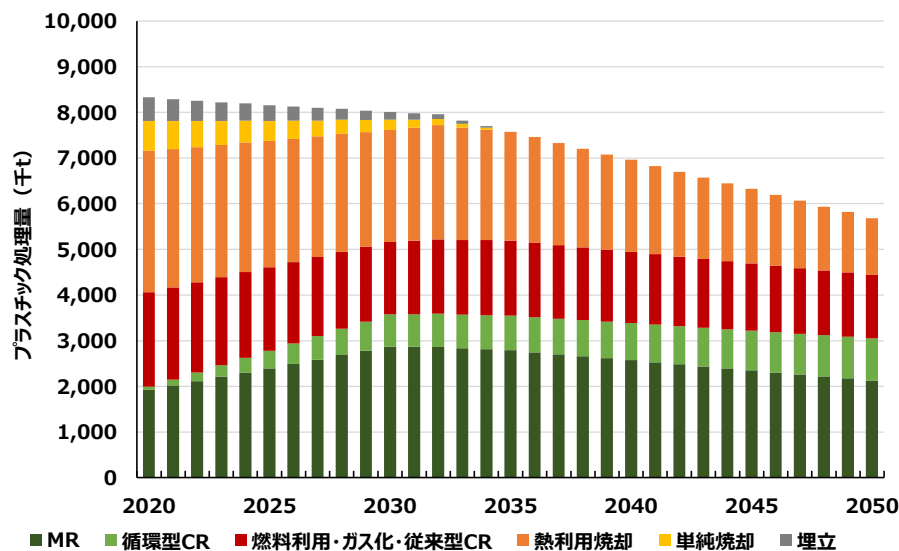
(1) 廃プラスチック対策の基本的な考え方

- ・プラスチック資源循環戦略やプラスチック資源循環促進法に基づき、**廃プラスチックの発生抑制・再利用・分別回収の推進を最大限に進め**つつ、排出された廃プラスチックについては、**MR及び循環型CRで素材循環重視のリサイクル**を行い、**焼却・最終処分される廃プラスチックの量を大幅に削減**する。
- ・新規投入されるプラスチックについては、「バイオプラスチック導入ロードマップ」に基づき、**バイオマスプラスチックの普及を促進**し、また、MR・循環型CRと組み合わせて、**循環的に利用されるプラスチックのバイオマス割合を高める**ことで、やむを得ず焼却される廃プラスチックからのCO₂排出量を削減する。

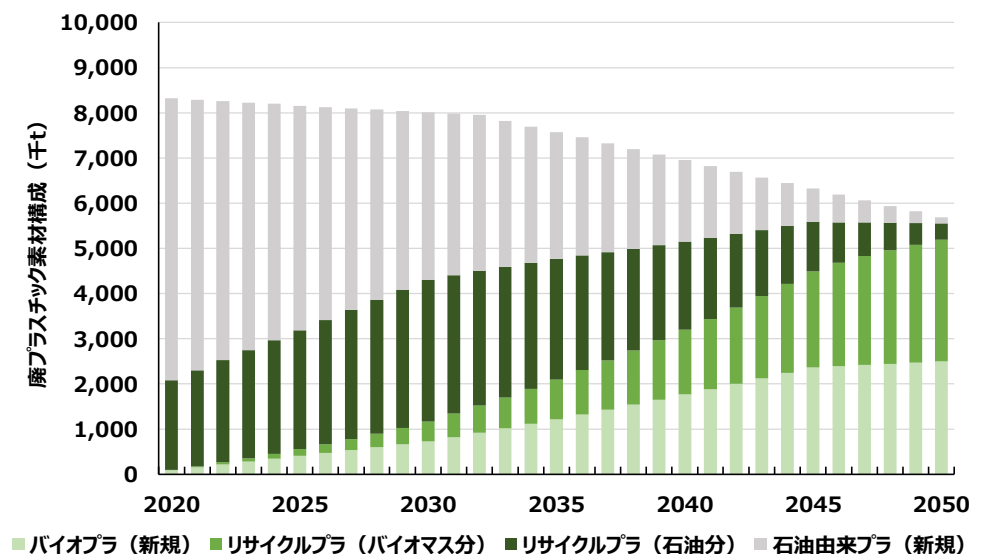


(1) 廃プラスチック対策の基本的な考え方

- ・ **MR及び循環型CRにより廃プラスチックの循環的な利用を進める**とともに、新規投入されるプラスチック製品については、バイオプラスチック導入ロードマップに基づき、2030年までに約200万トンのバイオマスプラスチック導入(バイオマス割合は3~4割)を想定。
- ・ 2050年に向けては、やむを得ず焼却せざるを得ない廃プラスチックからの排出されるCO₂を**MR・循環型CRの促進とバイオマスプラスチック化の組み合わせ**により大幅に削減すると想定。



廃棄されたプラスチックの処理方法別の処理量の試算結果(イノベーション発展シナリオ)



廃棄されたプラスチックの素材構成の試算結果(イノベーション発展シナリオ)

【試算にあたっての想定内容】

- ・ プラスチックの廃棄量は、将来人口(一般廃棄物)及び将来エチレン生産量等(産業廃棄物)をドライバーに用い、プラスチック製買物袋の有料化等の発生抑制対策の効果を加味して推計した。特にイノベーション発展シナリオにおいては、カトラリーや食品向けのフィルム・容器・ボトルについてプラスチック資源循環促進法に基づく重点的なリデュース等を想定し、プラスチック製品種類毎のプラスチックの廃棄量データをもとにプラスチック全体として25%程度のリデュースの深堀りを見込んだ。
- ・ MR・循環型CRについては、廃プラスチック対策の中心的な役割を担う技術として位置付け、「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」を参考に、本推計で見込む発生抑制対策の深堀りによる影響も加味して導入量を想定した。
- ・ 埋立及び単純焼却については、「プラスチック資源循環戦略」に基づき、2035年までに全て他の処理に代替されると想定した。

(2) 廃油対策の基本的な考え方

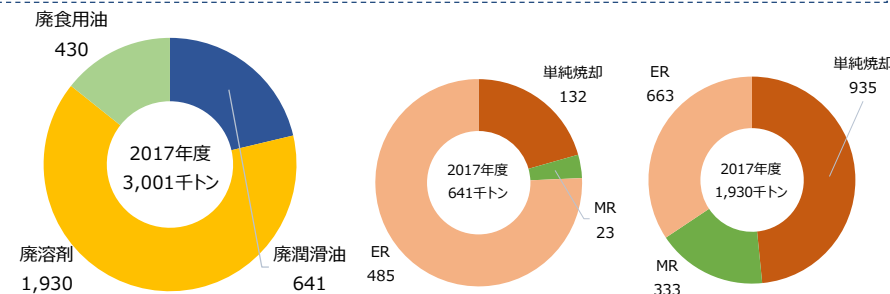
- ・2019年度の廃油由来のCO₂排出量(約980万トンCO₂)のうち、約半分の排出を燃料利用(廃潤滑油の再生重油としての利用等)が占めており、工場等における重油・燃料油由来のCO₂削減に貢献している。単純焼却されている廃油の燃料利用を更に進めることは工場等におけるCO₂削減に貢献するが、今後、工場等での2050年実質排出ゼロ化に向けた取組が進むに伴い、**燃料としての利用は減少する方向**に向かうと考えられる。
- ・今後、**エンジン自動車のEV化に伴い廃エンジンオイル発生量の減少が見込まれるものの**、現時点ではその他の有効なGHG削減対策が乏しく、BAUシナリオでの2050年の廃油由来のCO₂排出量は約500万トンCO₂と見込まれる。
- ・一方、**諸外国では、廃潤滑油の基油へのMRを誘導する政策**が導入されており、イタリアでは、回収した廃潤滑油の基油へのMR割合が80%を超えている。
- ・**基油や溶剤のバイオマス化については、今後の対策導入の可能性について検討を進める。**

【廃油のMR普及に向けた課題(業界団体ヒアリング結果より)】

- ・我が国では、廃潤滑油については高い割合で有効利用されているが、ほとんどは再生重油として燃料用途に利用されており、廃潤滑油の基油へのMRはほとんどない。基油へのMRを進めるには、潤滑油製品需要家や市場での再生油に対する理解醸成、品質・供給の安定性および化学物質開示の要求への対応等が必要。
- ・廃溶剤については、排出事業者及び処理事業者における分別排出に向けたインフラ整備が進めば、MR技術は確立されているため、溶剤としてMRが進む。

【基油のMRIに関する諸外国の状況】

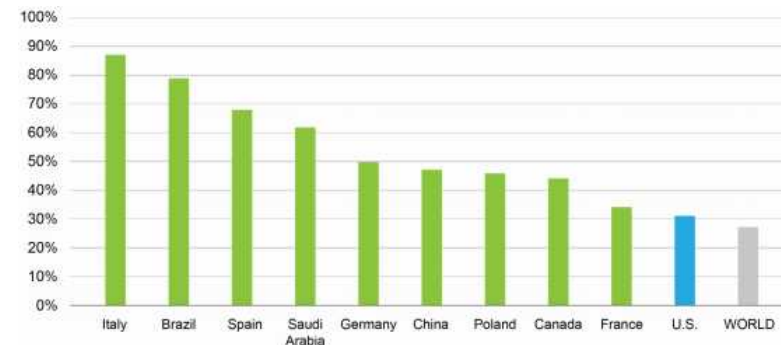
- ・米国カリフォルニア州では、バージンの潤滑油販売に対して課金(0.24ドル/ガロン)する一方、再生油の割合が70%を超える場合は半額の0.12ドルに減額する措置を導入。
- ・廃潤滑油の州内での基油への再生に対しては0.02ドル/ガロンが認定再生業者にインセンティブとして支払。
- ・米国環境保護庁(EPA)の公共調達制度では、自動車用エンジンオイルにおいては再生成分を25%以上含むことを求めている。



廃油の種類別発生内訳
(単位: 千t)

廃油の処理内訳(単位: 千t)
(左: 廃潤滑油、右: 廃溶剤)

出典: 業界団体ヒアリング結果をもとに推計・作図

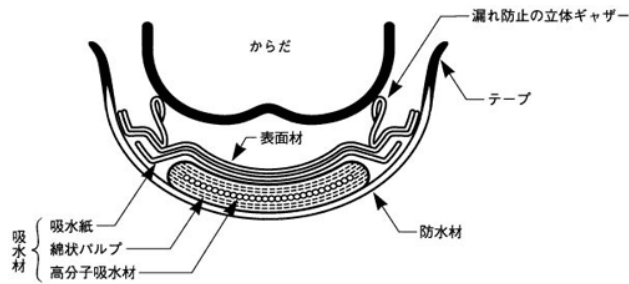


諸外国における廃潤滑油の回収量に対する基油へのMR割合

出典: U.S. Department of Energy, "Used Oil Management and Beneficial Reuse Options to Address Section 1: Energy Savings from Lubricating Oil Public Law 115-345", December 2020

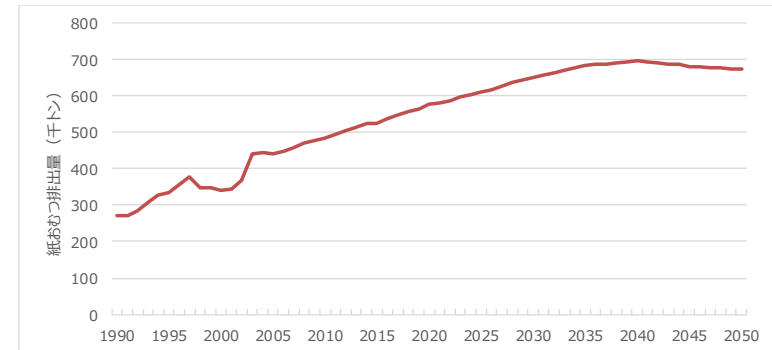
(3) 廃紙おむつ対策の基本的な考え方

- ・廃紙おむつの発生量は、**今後の更なる高齢化による大人用製品の増加等に伴い、当分の間は増加し続ける見込みである**。現在、廃紙おむつを素材として再生利用する「水溶化・分離処理によるパルプ・プラスチック回収方式」や「水溶化・分離・オゾン処理による**水平リサイクルに向けたパルプ回収方式**」等の取組が進められており、技術イノベーションによって循環的な利用が確立されることが期待される。
- ・一方、現状では、廃紙おむつの発生抑制の大幅な進展を想定することは難しく、**実質排出ゼロ化に向けては、紙おむつ中の重量のほぼ半分を占める石油由来素材のバイオマス化を進めることが必要**である。



紙おむつの一般的構造

出典：一般社団法人 日本衛生材料工業連合会ホームページ



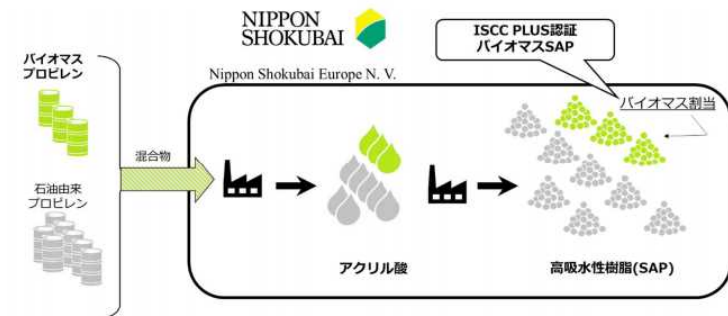
廃紙おむつの将来排出見通し(BAUシナリオ)

出典：「使用済み紙おむつの再生利用等に関するガイドライン、令和2年3月、環境省」の紙おむつ排出原単位に、「男女年齢5歳階級別人口、年齢構造係数および性比(総人口)：出生中位(死亡中位)推計、国立社会保障・人口問題研究所」から把握される年齢階級別人口を乗じて推計。

紙おむつの素材構成と素材バイオマス化の状況

紙おむつ素材	素材構成比 (重量比)	炭素の起源	バイオマス化の状況
パルプ	52%	生物起源	---
アクリル酸ポリマー (SAP)	20%	石油起源	発酵法については実証中、マスバランス品は欧州で一部上市
ポリエチレン (PE)	6%	石油起源	発酵法については実用化済、マスバランス品はまもなく上市
ポリプロピレン (PP)	17%	石油起源	発酵法については実証中、マスバランス品はまもなく上市
スチレン樹脂 (PS)	5%	石油起源	マスバランス品が今後上市の見込み

出典：一般社団法人日本衛生材料工業連合会へのヒアリング結果等をもとに作成



紙おむつに用いられるSAPのバイオマス化に関する取組 (マスバランス方式)

出典：株式会社日本触媒ホームページ

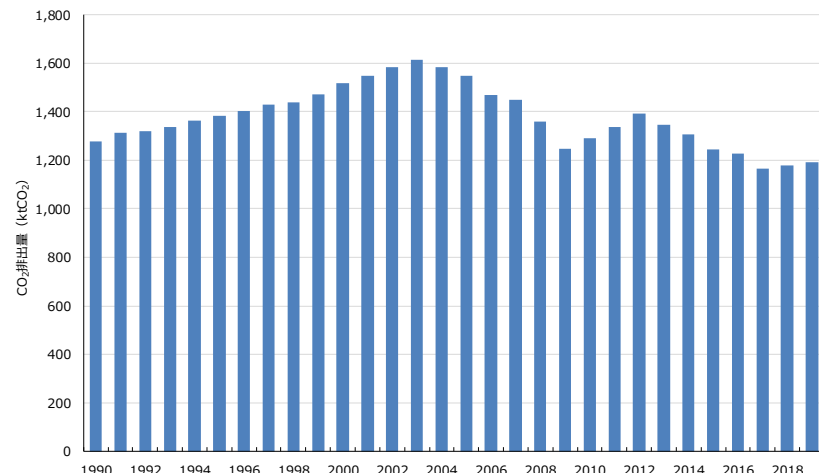
(3) 紙くず・合成繊維くず対策の基本的な考え方

【紙くず対策の基本的考え方】

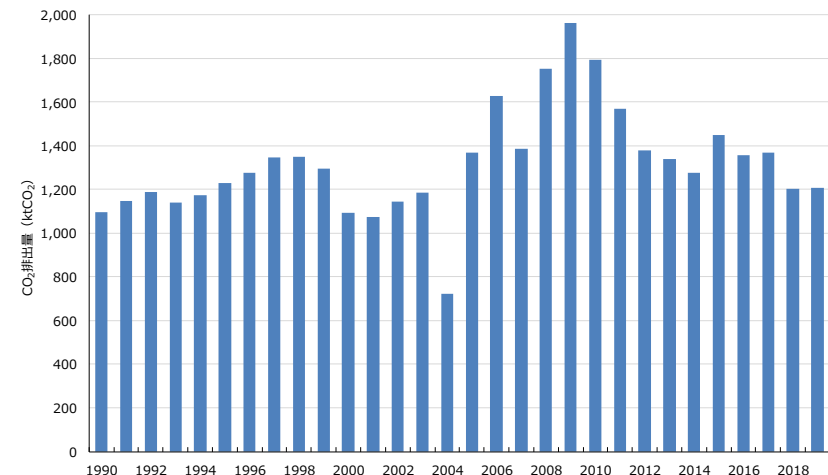
- ・紙くずを焼却した場合、紙の中に含まれる顔料・填料・サイズ剤等の紙製造時の添加剤や、紙製品の製造時に用いられる接着剤・インキ・コーティング等を起源とするCO₂が排出される。
- ・2019年度の紙くずの焼却に伴うCO₂排出量は約120万トンCO₂であり、大きな流れとしては減少傾向にあるものの、近年は横ばいで推移している。
- ・当該CO₂排出の実質ゼロ化に向けて、リサイクルによる焼却回避だけでなく、本格的なペーパーレス化による発生抑制が求められる。また、紙の製造に用いられる物質由来のGHG削減対策についても検討が必要と考えられる。

【合成繊維くず対策の基本的考え方】

- ・合成繊維くずについては、ファッション業界における国際的な環境意識の高まりを受け、2R対策（古着利用、リペアサービス、適正生産・在庫）、リサイクル対策（リサイクルしやすい商品設計、リサイクルPETの使用、ポリエステル・ナイロンのCR）、バイオマス化（天然繊維シフト、PLA、バイオPET、PTT、バイオPA等のバイオマス素材化）といった取組が始められつつあり、今後、これらの対策を更に定着・発展させしていくことが望ましい。
- ・ただし、合成繊維くず由来のCO₂排出量はこの数年間は120～150万トンCO₂程度で推移しており、実施排出ゼロ化に向けては、これらの取組を更に広げていくことが必要である。



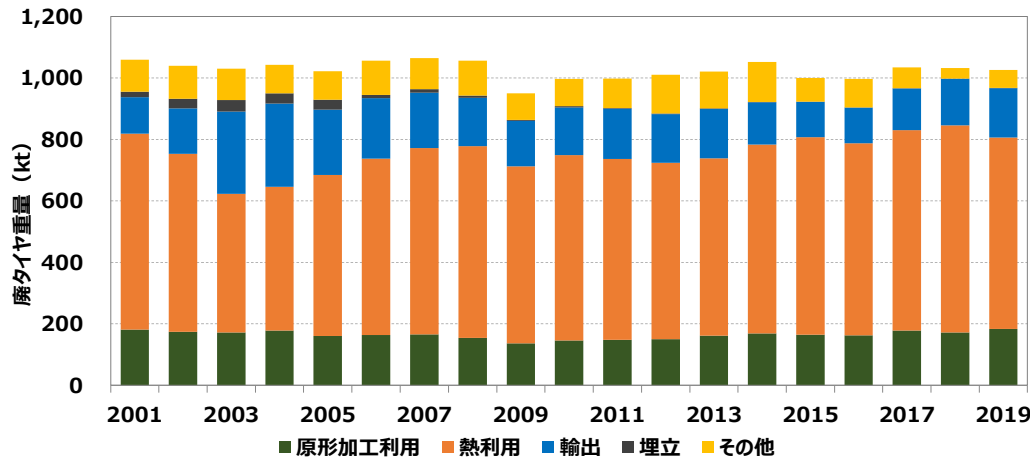
紙くずの焼却に伴う化石由来のCO₂排出量の経年変化



合成繊維くずの焼却に伴う化石由来のCO₂排出量の経年変化

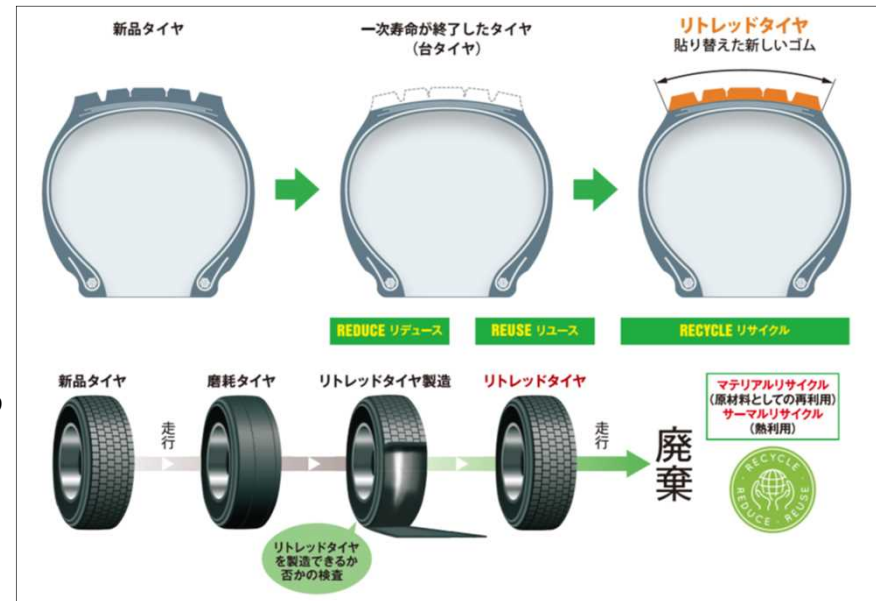
(3) 廃タイヤ対策の基本的な考え方

- ・廃タイヤは年間約100万トン発生するが、**多くはER**されており、単純焼却や埋立はほとんどない。ただし、廃タイヤのERに伴う石油由来のCO₂は年間100万トンCO₂程度発生している。
- ・対策としては、**①タイヤの長寿命化による発生抑制、②使用済みタイヤのリトレッドによる再使用、③廃タイヤの循環型CRによる再原料化、④天然素材(天然ゴムやバイオマス由来のカーボンブラック等)割合の増加**が挙げられる。
- ・なお、自動車メーカーにおいては、**自動車のライフサイクルでの排出ゼロ化に向けた取り組み**が進められており、タイヤメーカーにおいても、そのサプライチェーンの一部としての対策が求められつつある。



ERを中心とした廃タイヤ処理方法別の処理量の推移

出典: 日本のタイヤ産業(一般社団法人日本自動車タイヤ協会)を基に作図



海外における廃タイヤの循環型ケミカルリサイクル実証事例

企業名	生成物・収率	用途・利用先
BASF/ New Energy ^{※1}	・油分: 47±4% ・カーボンブラック: 40±4%	・油分: 製油所、発電所燃料等 ・カーボンブラック: プラスチック産業、ゴム産業原料等
BASF/ Pyrum ^{※2}	・油分: 40-50% ・コークス: 38-45%	・油分: 化学工業、製油所、カーボンブラック生産工場燃料等 ・コークス: カーボンブラック、土壌改良剤、代替燃料、フィラー等
MICHELIN/ Enviro ^{※3}	・油分: 46% ・カーボンブラック: 33%	・油分: 産業用燃料等 ・カーボンブラック: ゴム用途(フィラー)、黒色顔料等

タイヤをリトレッドして再利用する事例

出典: 更生タイヤ全国協議会ホームページ

※1 New Energy社ホームページをもとに仮訳 <https://newenergy.hu/technologia/technologia/>

※2 Pyrum社ホームページをもとに仮訳 <https://www.pyrum.net/en/about-us/technology/>

※3 Enviro社ホームページをもとに仮訳

<https://www.envirosystems.se/en/plants-circular-materials/>

<https://www.envirosystems.se/app/uploads/Broschyr2017-smallfilesize.pdf>

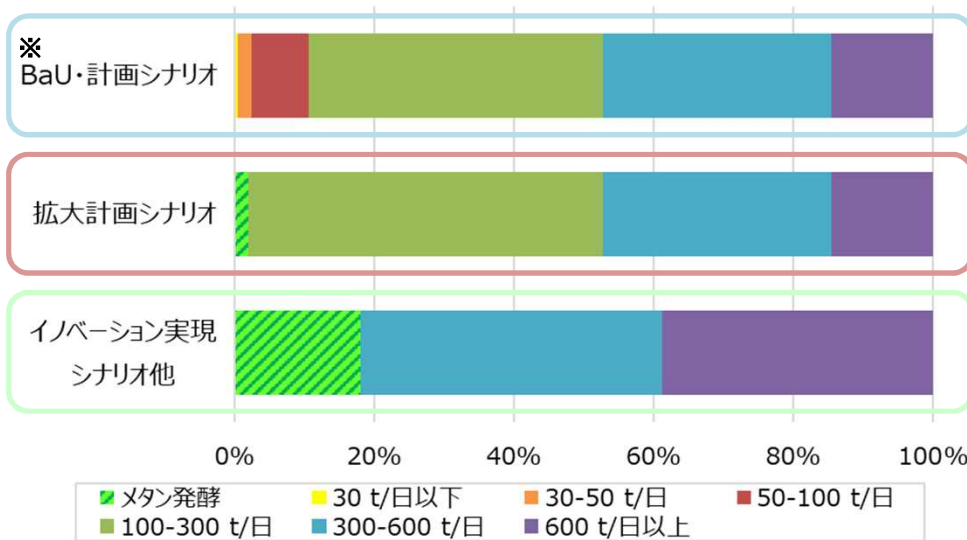
(いずれも2021年7月30日閲覧)

第3章 中長期シナリオにおいて見込んだ対策： 実質ゼロに向けて必要となる取組と留意点

2. 重点対策領域Ⅱ： 地域の脱炭素化に貢献する廃棄物処理システムの構築 (本資料では一般廃棄物処理システムを中心に提示)

(1) 有機性廃棄物対策: 焼却施設の新規整備と合わせたメタン発酵施設導入の想定

・焼却施設は100t/日以上、300t/日以上と集約化が進み、メタン発酵施設は焼却施設との同時導入が進むと想定。



焼却施設: 2017年~2023年運転開始予定施設の集計結果より規模別比率(t/年)を設定
メタン発酵施設: 積極的な導入を想定しない。

焼却施設: 100t/日以上に集約化。(BAU・計画シナリオでは100t/日未満の部分は、焼却施設の更新タイミングでは、メタン発酵施設を導入し、残りは集約化焼却施設へ搬出)

焼却施設: 300t/日以上に集約化。なおかつ、焼却施設の更新時はメタン発酵施設(単独又はし尿処理施設と統合処理)も導入。

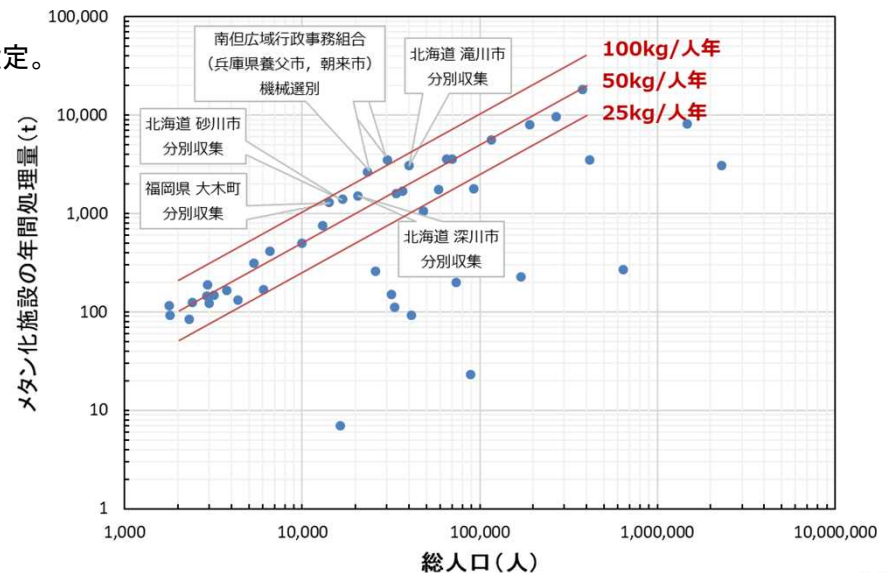
焼却施設の新設時における構成比率(2031年以降の運転開始分)

※2017年度~2030年度の新規導入施設は、全シナリオにおいてこの構成比率を設定。

【メタン発酵施設の導入時の想定】

・市町村毎の一人当たりメタン発酵の年間処理量(右図)をみると、機械選別の1事例で最も大きくなっている(100kg/人年を上回る。)が、比較的以前より生ごみの分別収集を実施している市町(例:大木町)もそれに次ぐ水準となっている。

⇒今回の計算では、新規に整備する「焼却施設での処理量+メタン発酵施設の処理量」のうち、メタン発酵施設での処理量は一人当たり50kg/人年を想定。(残りは焼却されると想定)



(1) 有機性廃棄物対策: 食品ロス削減とバイオメタンの供給拡大について

- ・有機性廃棄物のうち、生ごみについては、**食品ロスの削減(発生抑制)が重要**。
- ・食品ロスの削減を進めても、調理くず等で一定量の生ごみは発生すると考えられる。また、家畜ふん尿や、し尿・浄化槽汚泥、下水汚泥など、人間・動物の排せつ物由来の廃棄物などは発生抑制困難な面がある。
- ・これらの含水率の高い有機性廃棄物は、熱回収率が高く、**既に適用できる技術であるメタン発酵によって、有機性廃棄物からバイオガスと肥料成分を回収することで、さらなる循環利用が可能**。
- ・バイオガスには、メタン成分が多く含まれており、化石燃料から脱却する必要のある脱炭素社会では、**バイオメタンは貴重なカーボンニュートラル燃料**となる。
- ・ただし、今回の中長期シナリオの試算では従来型のオンサイトの発電用途を想定しており、バイオメタンとしての供給をシナリオに含めることも今後の課題。

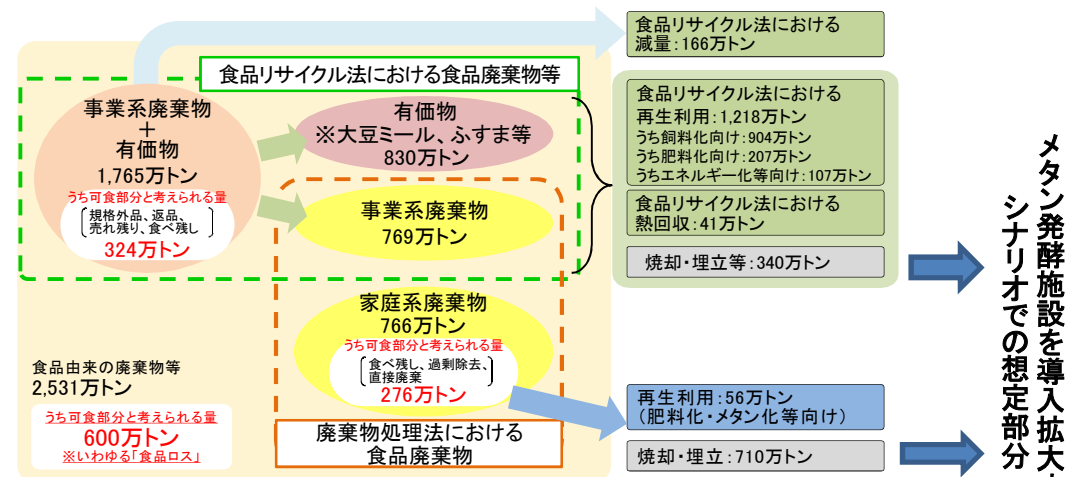
食品ロスの削減(発生抑制)

- ・食品廃棄物等の発生量は約2,500万トン/年、食品ロス発生量は約600万トン/年(家庭系276万トン、事業系324万トン)。
- ・食品ロスは、2030年度までに2000年度比で半減を目標(2000年度、家庭系433万トン、事業系547万トンからの半減)。(循環基本計画/食り法基本方針)
- ・食品ロスの削減(発生抑制)は、農業生産、加工、流通、消費、処分の各過程でのGHG削減に寄与する対策となる。食品ロス分をLCAで評価すると1,727万t(日本のGHG総排出量の1.3%) (2015年度)に相当※1。

※1:「環境研究総合推進費3-1903 我が国の食品ロス削減による環境・経済・社会への影響評価に関する研究」(東京工業大学 棟居洋介、国立環境研究所 増井利彦、金森有子)。2020年9月19日シンポジウム講演資料 (https://www.erca.go.jp/suishinhi/kenkyuseika/pdf/symposium_r02_Munesue.pdf)

食品廃棄物のメタン発酵

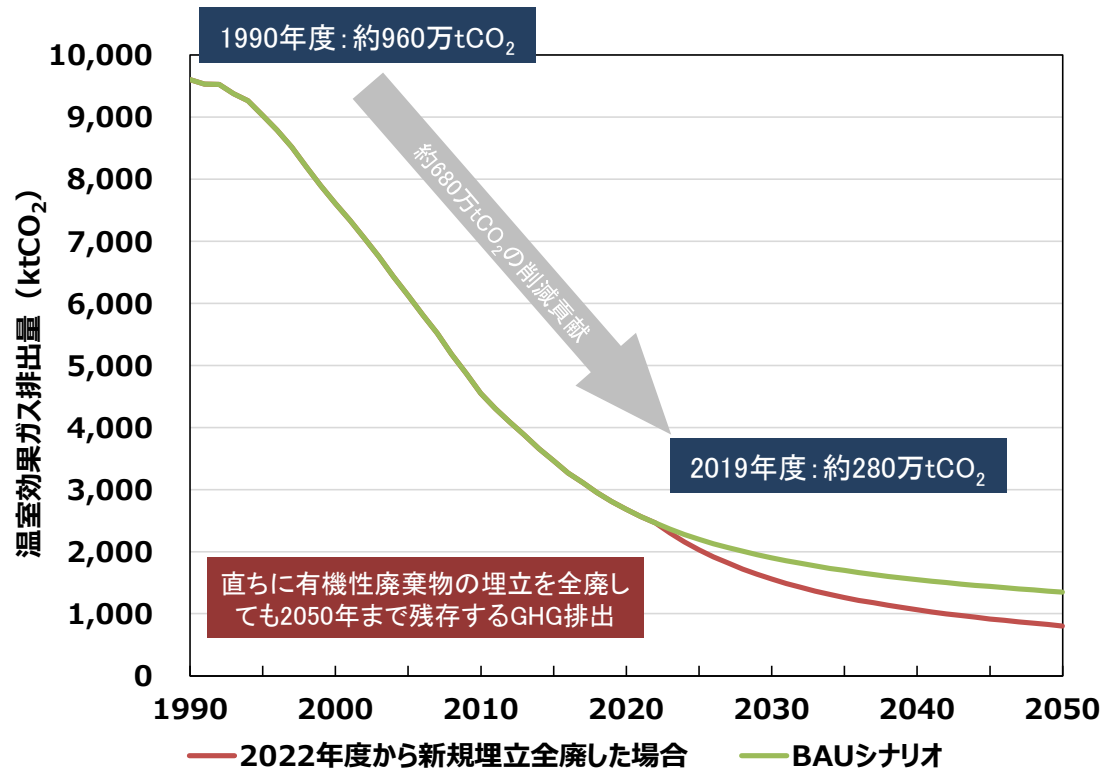
- ・一般廃棄物中の食品廃棄物は多くが焼却処理され、再生利用率は近年横ばい。
- ・ごみ焼却施設の稼働率に余裕がある場合などは、メタン発酵施設の整備は、市町村からみていわば二重投資になる恐れもある。ごみ焼却施設の更新時期に合わせて、メタン発酵による処理も導入することが合理的と考えられる。⇒シナリオで設定



食品廃棄物等の利用状況等(平成30年度推計) <概念図>より抜粋・加筆

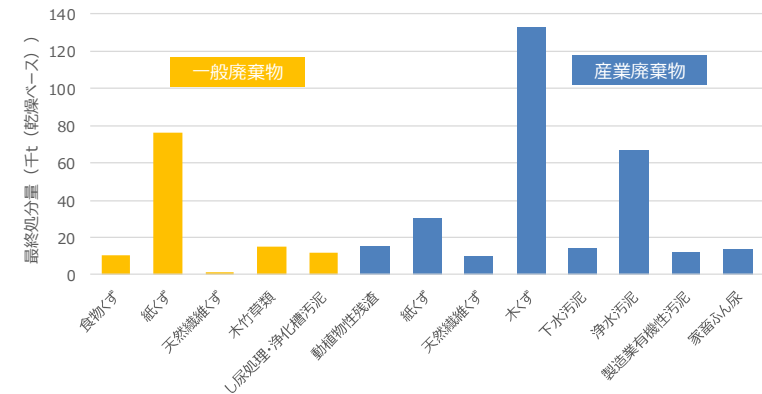
(1) 有機性廃棄物対策: 有機性廃棄物の埋立回避

- ・有機性廃棄物の最終処分量は削減が進められており、それに伴い1990年度→2019年度にかけて約680万トンCO₂のメタン排出量が削減されている。
- ・ただし、最終処分場に埋め立てられた有機性廃棄物からは数十年にわたり経年的にメタンが排出されるため、仮に2022年度から有機性廃棄物の埋立を全廃したとしても、2050年に約80万トンCO₂のメタンが排出される※。
- ・2050年のBAUシナリオのメタン排出量は約140万トンCO₂であり、全廃した場合との差分である約60万トンCO₂の削減に向け、早期の対策徹底(有機性廃棄物の最終処分の回避)が求められる。
- ・また、有機性廃棄物の最終処分実態の把握・統計値の精度向上も合わせて必要である。



2022年度から有機性廃棄物の新規埋立を仮に全廃した場合のCH₄排出見通し

※既に最終処分された有機性廃棄物からのメタン削減対策としては、「①最終処分場から発生するメタンガスの回収・利用又は破壊」及び「②最終処分された廃棄物の掘り起こし・焼却処理」がある。



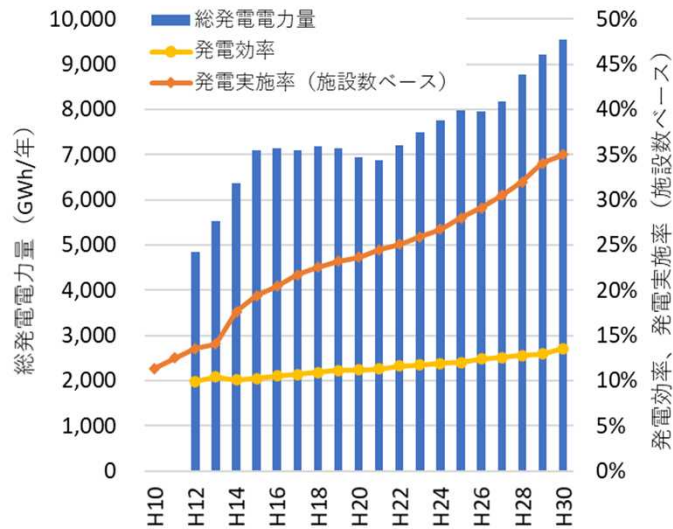
2019年度の有機性廃棄物最終処分量
(単位: 千t(乾燥ベース))

最終処分場からのメタン排出量への寄与を示すため、焼却を経ずに最終処分された一般廃棄物・産業廃棄物量を乾燥重量ベースで図示

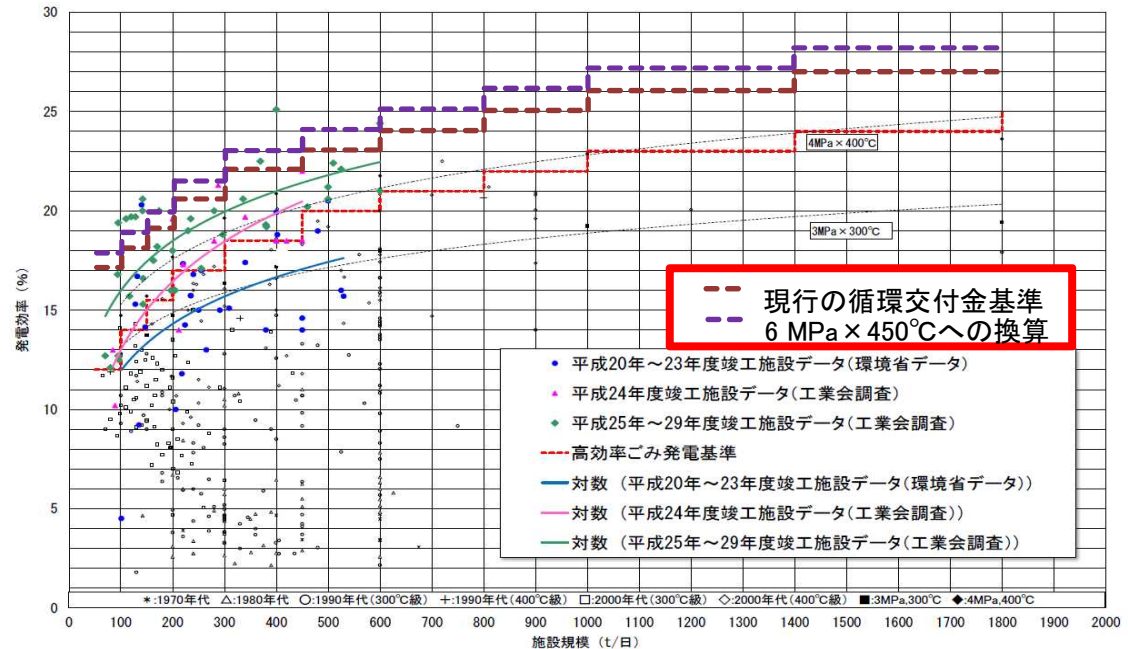
(2) 廃棄物エネルギー利活用(発電)

- ・廃棄物焼却施設では、これまで主に廃棄物発電の増強により、施設のエネルギー消費を賄うだけではなく、外部にエネルギーを供給し、**社会全体としてのCO₂排出量削減へ貢献**してきた。
- ・地域の脱炭素化への貢献、地域資源の活用の観点から、**引き続き、発電効率・エネルギー回収率だけではなく、外部へ供給するエネルギー量の増大**(電気ならば送電端効率)を図ることが重要。
(施設規模拡大に伴う送電端効率の増加率上昇は、発電端効率の増加率上昇よりも大きい。)

- ・発電効率はCO₂大幅削減に見合うような意味での飛躍的な向上は困難。また、**将来的には再エネ大量導入等により、廃棄物発電のCO₂排出量削減効果が低下**していくことも想定される。



発電電力量と発電実施率、発電効率
出典: 環境省(各年度)「日本の廃棄物処理」より作成



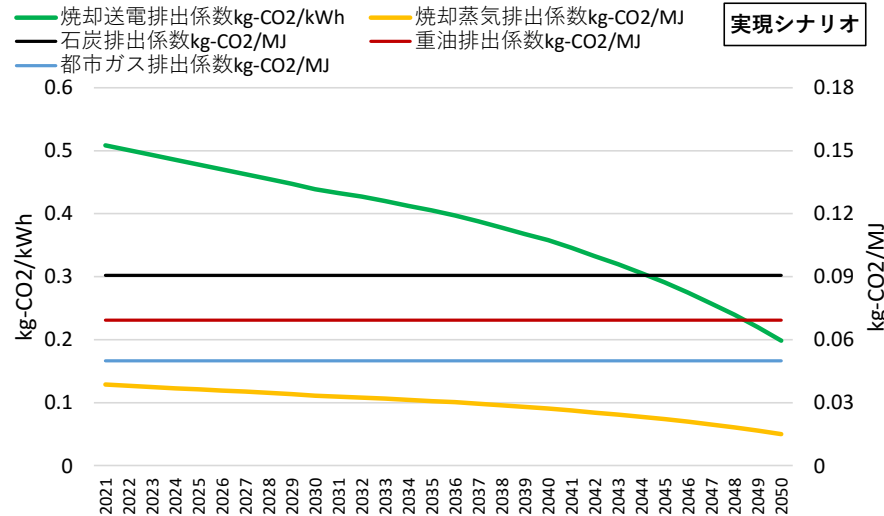
発電効率の変遷と今回の計算での設定水準
出典: <https://www.env.go.jp/recycle/misc/energy/ref-01.pdf> に追記

社会導入される廃棄物発電の効率は、国の政策と民間事業者の技術開発が相まって向上してきた。発電効率決定の主要因となるボイラ蒸気条件は、従来の高効率発電の目安の4MPa, 400°Cを最近の導入事例では超えつつある。⇒「6MPa, 450°C」への高温高圧化を対策として見込んだ(右図)。

(2) 廃棄物エネルギー利活用(熱供給)

- ・熱は、低温熱は太陽熱など再エネやヒートポンプなどで賄えるが、**産業での高温用途(直接加熱のほかボイラ蒸気を含む。)**には、**電化等による脱炭素化対応が容易ではない可能性**がある。
- ・廃棄物焼却施設から**電気だけでなく熱も外部に供給することでも社会全体としてのCO₂排出量削減に貢献可能**であるが、我が国では大規模な熱供給事例は限られる。しかし、例えば、廃棄物焼却施設からの蒸気供給は、施設内の追加的設備は蒸気配管程度である一方、供給した蒸気の熱量と同等の化石燃料を代替できるため、供給先が近傍ならば経済的にもメリットは大きい。
- ・国外では、ドイツなど欧州や韓国で、主に化学産業を供給先として複数の事例が存在。化学産業の盛んなベルギーでは、16万kW(約580GJ/h)もの蒸気を供給可能とした事例もある。
- ・**廃棄物焼却施設から産業へ蒸気供給することが、今後の有望な選択肢**。例えば、一般廃棄物(ごみ)の場合、現状のバイオマス比率でも都市ガスよりも低炭素な「燃料」でありえ、**将来的なごみ質の変化によって、焼却蒸気のCO₂排出係数はさらに低下すると考えられる**。
- ・さらに、低温熱需要に復水排熱を供給できれば、エネルギー回収率を大幅に向上可能。

・廃棄物焼却施設からの供給蒸気の”CO₂排出係数”の試算例 (イノベーション実現シナリオ)

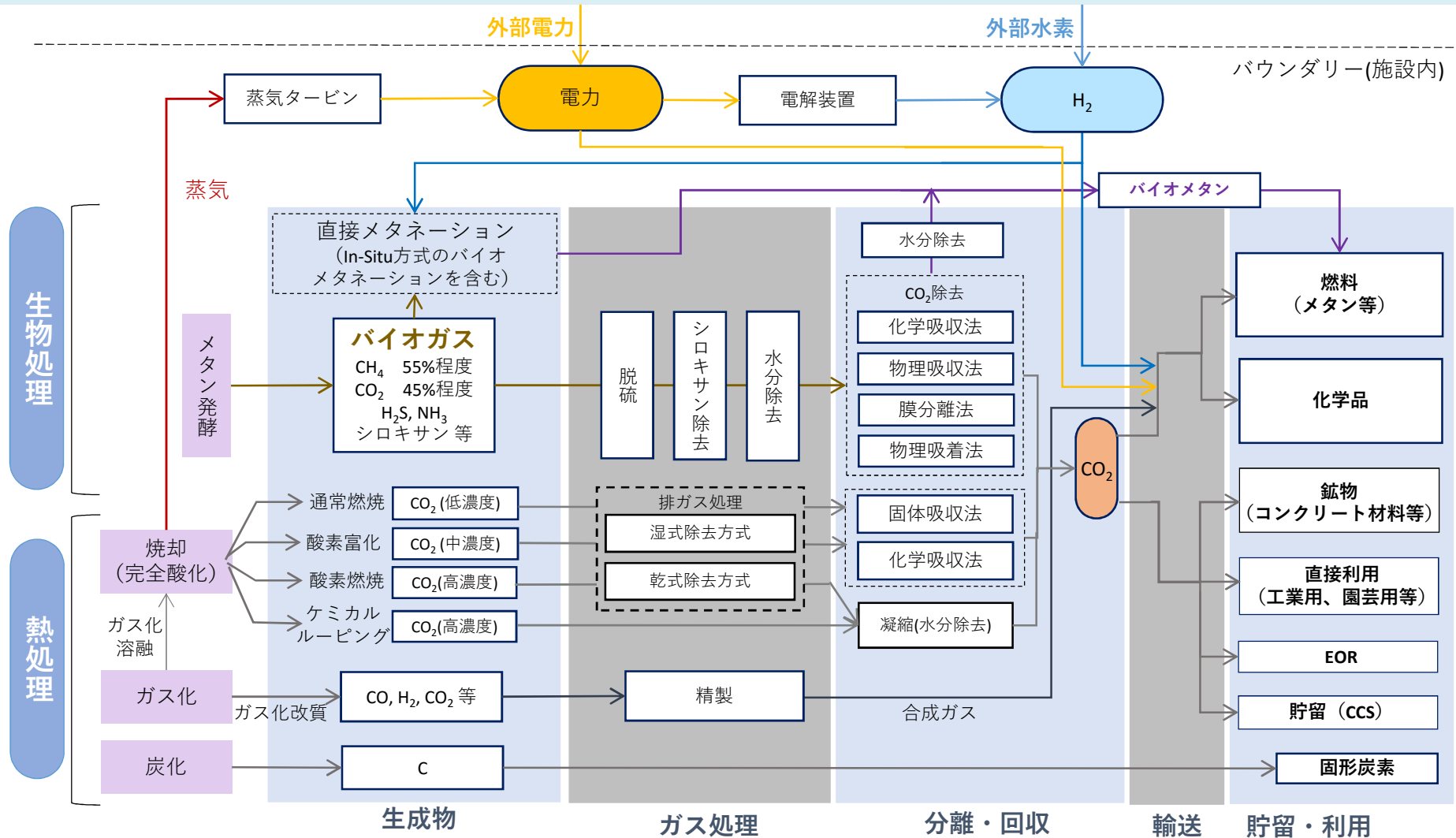


- ・そもそも、現在の事業者別・事業所別のGHG排出量算定(算定報告公表制度等)では、廃棄物の焼却等に伴う回収エネルギーを電気又は熱として外部に供給しても、廃棄物処理施設のGHG排出量からは控除されない。一方、当該電気又は熱は、化石燃料自体の直接的な使用・燃焼でないことから、供給を受けて使用する側(別の事業者・事業所)では、廃棄物焼却施設由来の電気又は熱のCO₂排出係数はゼロである。
- ・ただし、廃棄物の焼却施設自体を、電気又は熱の使用者が、その事業所の一部に設置したケース等においては、化石燃料や系統電力のCO₂排出係数との大小関係が、当該事業者のGHG計算上、重要性を増すことがありうると考えられる。
- ・以上も踏まえ、参考として外部供給(電気は送電端)する電気・熱について、焼却で廃棄物(プラスチック等)から発生するCO₂排出量全量を、電気又は熱に割り当てた場合の“仮のCO₂排出係数”を計算すると、左図の通り。(全期間にわたり6MPa, 450°C, 600t/日のモデル計算。)

※ 廃棄物焼却蒸気の係数はボイラ効率を考慮しているが、化石燃料(石炭、重油、都市ガス)は燃料自体の排出係数であるために、廃棄物焼却蒸気の方が、CO₂排出係数の計算上、実際よりも「不利」になっている。化石燃料の発熱量は高位基準である。

(2) 廃棄物・資源循環分野におけるCCUSの技術要素

- ・**CCUSを前提とした廃棄物処理システム・施設のあり方を調査研究・技術開発**していく必要がある。
- ・ただし、300t/日規模の焼却施設にて二酸化炭素分離回収し、輸送のため液化まで行った場合、現状の性能の二酸化炭素分離回収施設を単純に追加すると、蒸気消費に伴う発電量の低下及び消費電力の上昇により、売電が行えなくなるとの試算もある。



**第3章 中長期シナリオにおいて見込んだ対策：
実質ゼロに向けて必要となる取組と留意点**

**3. 重点対策領域Ⅲ：
廃棄物処理施設・車両等の脱炭素化
(本資料では一般廃棄物処理施設・車両等について提示)**

(1) 省エネ化・電化・バイオマスエネルギー利用

- ・廃棄物処理施設・車両等の脱炭素化のためには、「エネルギー消費量の削減」(省エネ化)、「利用エネルギーの転換」(電化等)、「エネルギーの脱炭素化」(バイオマスエネルギー利用等)が必要である。
- ・本シナリオにおける計算では、**エネルギー消費量の大きい施設等として、①焼却施設、②し尿処理施設、④収集(自動車)について、「エネルギー消費量の削減」及び「利用エネルギーの転換」を想定した。**(③それら以外の施設についての対策の調査・整理を踏まえた将来試算の見直しは、今後の課題である。)
- ・系統電力並びに「エネルギー消費量の削減」及び「利用エネルギーの転換」を図っても使用量が残存する燃料については、「エネルギーの脱炭素化」が図られる(シナリオに応じて程度は異なる。)と想定したが、**廃棄物・資源循環分野においても「エネルギーの脱炭素化」を進めるための取組が求められる。**

本シナリオで想定した対策と将来のエネルギー収支の計算方法

	エネルギー消費量の削減	利用エネルギーの転換 エネルギーの脱炭素化
①焼却施設	省エネ化(所内動力削減、助燃燃料の削減)	使用電気の脱炭素化
②し尿処理施設	省エネ化(化石燃料による汚泥の乾燥・焼却の回避、生ごみとの統合処理でのメタン発酵による液肥利用)	バイオマスエネルギーの利用※
③それら以外の施設		
④収集(自動車)		電動化

既存の各処理施設での処理量が経年的に減少し、将来の処理量の不足分を将来の各年度の新設施設で処理する形で計算。新設施設は対策導入に応じたエネルギー原単位を設定。

処理量とエネルギー消費量の変化率は処理量の変化率と同一とした。

※メタン発酵ではエネルギー収支改善を見込んだシナリオもある。

※収集では電動化に伴いエネルギー効率も向上

※バイオマスエネルギーに限定する必要はなく、水素など二酸化炭素排出係数がゼロの燃料の利用、または、本シナリオでは具体的に想定できていないが電化によることも考えられる。あるいは、化石燃料を燃焼する処理施設ではCCUS導入を前提とすることも方策として考えられる。

①焼却施設における対策

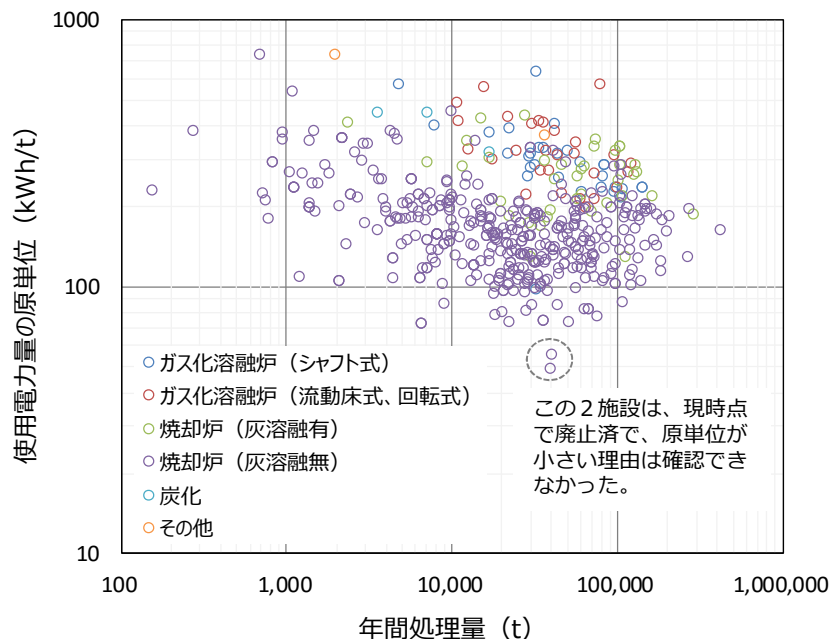
- ・**所内動力**の削減：焼却施設における電気使用量(原単位)は、同一の処理方式の中でも差が見られる。**外部へのエネルギー供給の拡大の観点からも、省エネルギー化**が必要。
- ・**助燃燃料**の削減：焼却施設における燃料使用量は、処理方式(施設種類)による違いも大きい。多数を占める焼却炉方式では立上時等の使用割合も多いとみられ、**ダイオキシン類発生防止等と両立した省エネルギー化**が必要。

【所内動力の削減】 現状の電気使用量原単位の水準(分布状況)を踏まえ、100kWh/tとすることを想定(焼却炉、灰溶融無)

【助燃燃料の削減】 燃料使用量が、例えば、現状の2/3(立上時半減)になると想定(焼却炉、灰溶融無)

燃焼温度：850℃以上(900℃以上の維持が望ましい)

ごみ処理に係るダイオキシン類発生防止等ガイドライン(H9.1)



立上時に、バーナ専焼で400℃程度まで昇温後は、ごみを供給し短時間に昇温した方が、起動時のダイオキシン類発生量は、むしろ減少する可能性があるのではないか。
→起動時燃焼使用量半減も

※バーナ点火時からBF(バグフィルタ)を通ガスし、バイパスしないことが、ダイオキシン類対策上、効果的と考えられる。

- 起動時はバーナ加温により速やかに炉内温度を上昇することにより、ダイオキシン類を低減できた。また、起動初期にバーナ専焼を行って炉温度を上げ、その後ごみを供給して燃焼することにより一層低減できた。
- 起動時のボイラ出口排ガス中ダイオキシン類濃度は、バーナ専焼時に温度上昇とともに増加し、ごみを投入すると低下する傾向にあった。
- 起動時のダイオキシン類排出量削減のためにはBF早期通ガスの効果が大きかった。
- 起動時のボイラ部でのダイオキシン類増加は、ボイラ水管に付着したダストで合成が起り、揮発していることが主な原因であると推定できた。またその合成の大部分は、温度域が250-350℃である過熱器付着ダストにおいて起こっていることがわかった。
- 起動時の炉出口ダイオキシン類発生原因については、本研究で特定することができなかった。
- 起動時ダイオキシン類発生量抑制のためには、起動前にボイラ水管に付着したダストを除去することの効果が大いと考えられる。

出典：平成28年度一般廃棄物処理実態調査データに基づき作成
※元データでは70kWh/t未満だった施設の自治体に個別に問い合わせたところ、数値の訂正等があり、結果として70kWh/t未満の施設は無かった。(現時点で廃止済みであり、回答内容について確認できなかった2施設を除く。)

枠内の出典：手島肇「廃棄物処理におけるダイオキシン類対策と複合型中間処理・再資源化システムの研究」(2007、京都大学学位請求論文)より引用

②し尿処理施設における対策(し尿・浄化槽汚泥と生ごみのメタン発酵での統合処理効果)

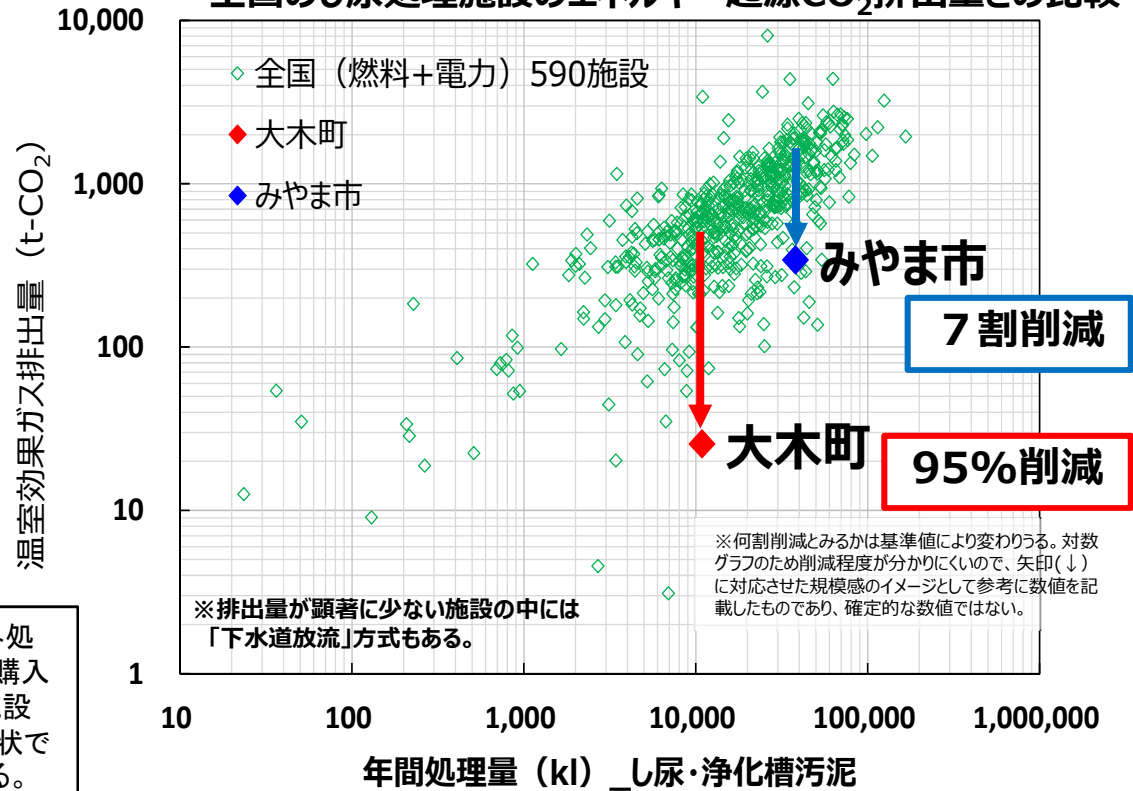
- ・ **生ごみとメタン発酵で統合処理し、消化液を液肥利用すれば、エネルギー起源CO₂排出量は劇的に減少。**

※大木町の施設(ごみ処理施設)は、「生ごみメタン化」の事例としても知られている。しかし、し尿処理施設と統合することで、地域の**処理施設数は増やさずに、し尿処理施設の運転エネルギーの大幅削減**がもたらされていることが着目される。同じく南筑後地域で最近に建設されたみやま市のメタン発酵施設は「し尿処理施設」とされている。



- 本シナリオの計算では、みやま市施設での生ごみ処理量とし尿・浄化槽汚泥処理量の比率を設定し、購入電力量原単位も、同施設の実績を使用した。同施設の運転開始から間もない期間のデータであり、現状ではCO₂排出量は変化(減少)している可能性がある。

全国のし尿処理施設のエネルギー起源CO₂排出量との比較



出典：一般廃棄物処理実態調査データにおいて計算に必要な項目の回答が一定充足していた施設を対象として環境省委託業務でパシフィックコンサルタンツ試算。全ての回答が正確とは限らないが、全体的な傾向を見る上では有効と考えられる。なお、電気の排出係数は1kWh=0.55kgCO₂/kWhとして計算した。

【写真】パシフィックコンサルタンツ撮影(2020.2.4)

【参考】前川 忠久ら「福岡県みやま市の資源循環施設に関する研究」大阪産業大学 人間環境論集、19、2020.3

③収集車両(電動パッカー車)

- ・EVトラックシャシとの組み合わせで、走行から積込までを全て**電動化したパッカー車両は既に実現**。
- ・現在のリチウムイオン電池を前提にすると、容量約80kWhで走行距離100kmのトラックに架装すれば、積込を含め約85kmの走行距離が確保できるが、大容量バッテリーパック重量も加わると、電費悪化に加え、最大積載量減少可能性があるため、バッテリーを縮小し、休み時間中に急速充電でカバーする運用対策が考えられる。
- ・一方、バッテリーパックを交換式とすれば、ごみ処理施設において交換することで、速やかに対応できる。
- ・電動化で、走行時に加え、積込も電動パワーユニットで騒音対策可能性が高まり、静粛化可能。

電動パッカー車によるエネルギー使用量変化 (対策ケース試算では両者の比率を使用)

ディーゼル車	1.33 L/回 ×	6 回/日 ×	300日/年		=2400L/年
電動車	2.0kWh/回 ×	6 回/日 ×	300日/年	÷ 充電効率 0.8	=4500kWh/年

(算定条件) 車両:2t積みプレス車 稼働条件:1日6回満載 稼働日数:25日/月×12か月=300日/年

出典:松本典浩「ごみ収集車電動化技術とその評価」(2018年12月)極東開発工業(株) 技報 vol.6-2



バッテリー交換型EVパッカー車と給電・蓄電システム(電池ステーション)

https://www.city.tokorozawa.saitama.jp/kurashi/seikatukankyo/kankyo/ecotown/machi_eco_kouhyou.files/smartergy.pdf

川崎市・所沢市は、バッテリー交換式EVパッカー車を2019年2月～3月に導入



EVごみ収集車(電池交換型)と電池ステーション

<https://www.city.kawasaki.jp/kurashi/category/24-1-28-0-0-0-0-0-0.html>



厚木市はEVパッカー車1台を2021年度内に導入し、稼働を開始

EVトラックを用いたごみ収集車のイメージ

出典:三菱ふそうトラック・バス株式会社ご提供資料

第4章 廃棄物・資源循環分野の中長期シナリオの実現に向けて

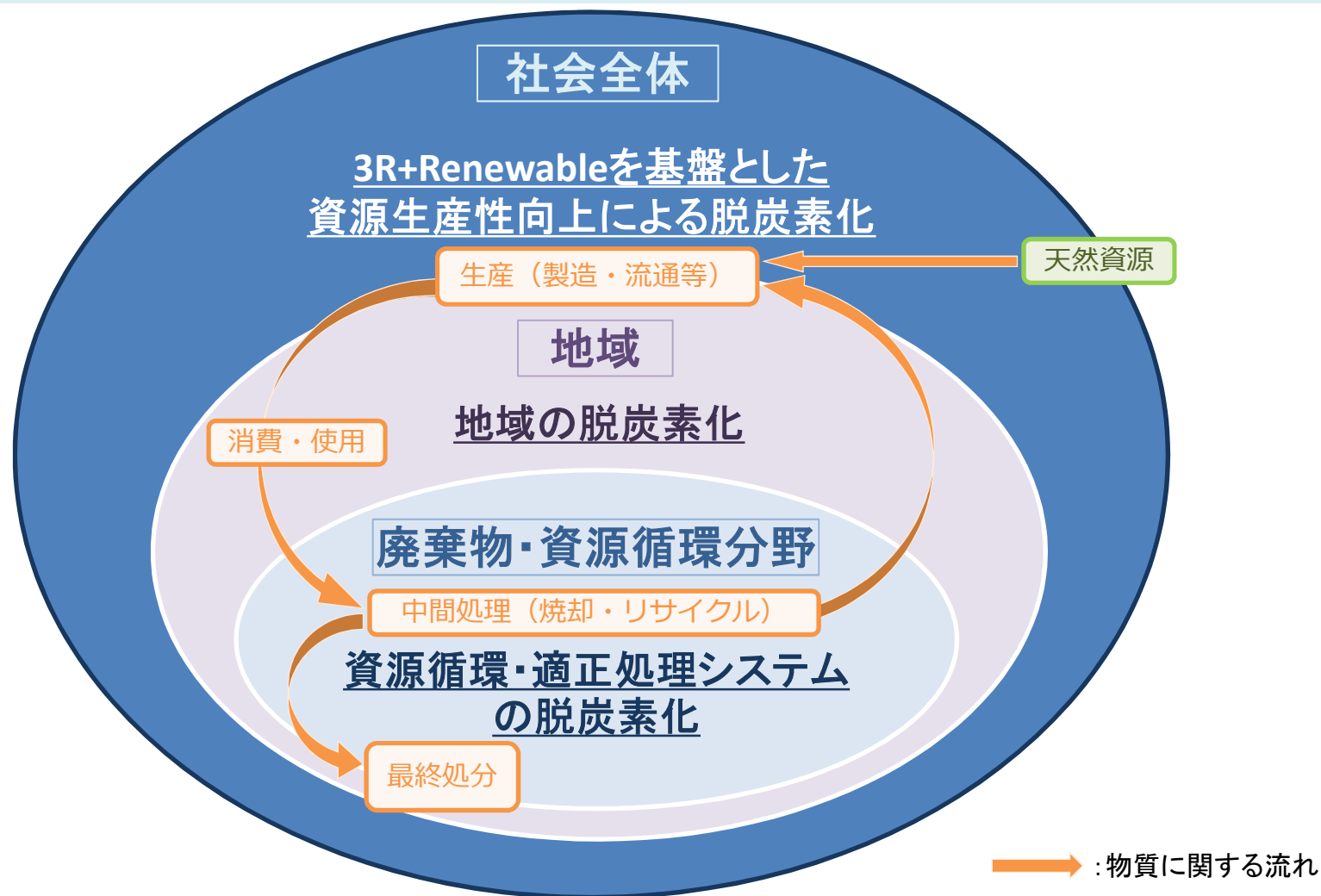
廃棄物・資源循環分野の中長期シナリオからの示唆(全体)

- 2050年において、廃棄物処理施設(焼却施設・バイオガス化施設等)からの排ガス等の中の炭素の大半がバイオマス起源となり、廃棄物処理施設でCCUSを最大限実装できれば、ネガティブエミッションにより廃棄物・資源循環分野の実質ゼロ、さらには実質マイナスを実現できる可能性があることが示唆された。
- 同時に、これまでの計画等の延長線上の対策では不十分なことが明らかとなった。技術、制度面での対策のみならず、関係者が一丸となり、相当な野心を持って取り組む必要がある。
- 本分野のGHG排出量を可能な限り削減するという基本原則のもと、2R対策を可能な限り強化しつつ、重点対策領域におけるGHG削減に向けた取組を可能な限り進める必要がある。
- 今後、素材産業や製造業等における将来見通しに変化があれば、それらを取り込んで試算の更新を行っていく必要がある。また、本分野の実質排出ゼロの達成に向け、これらの産業と連携した対策を講じていくことも必要である。

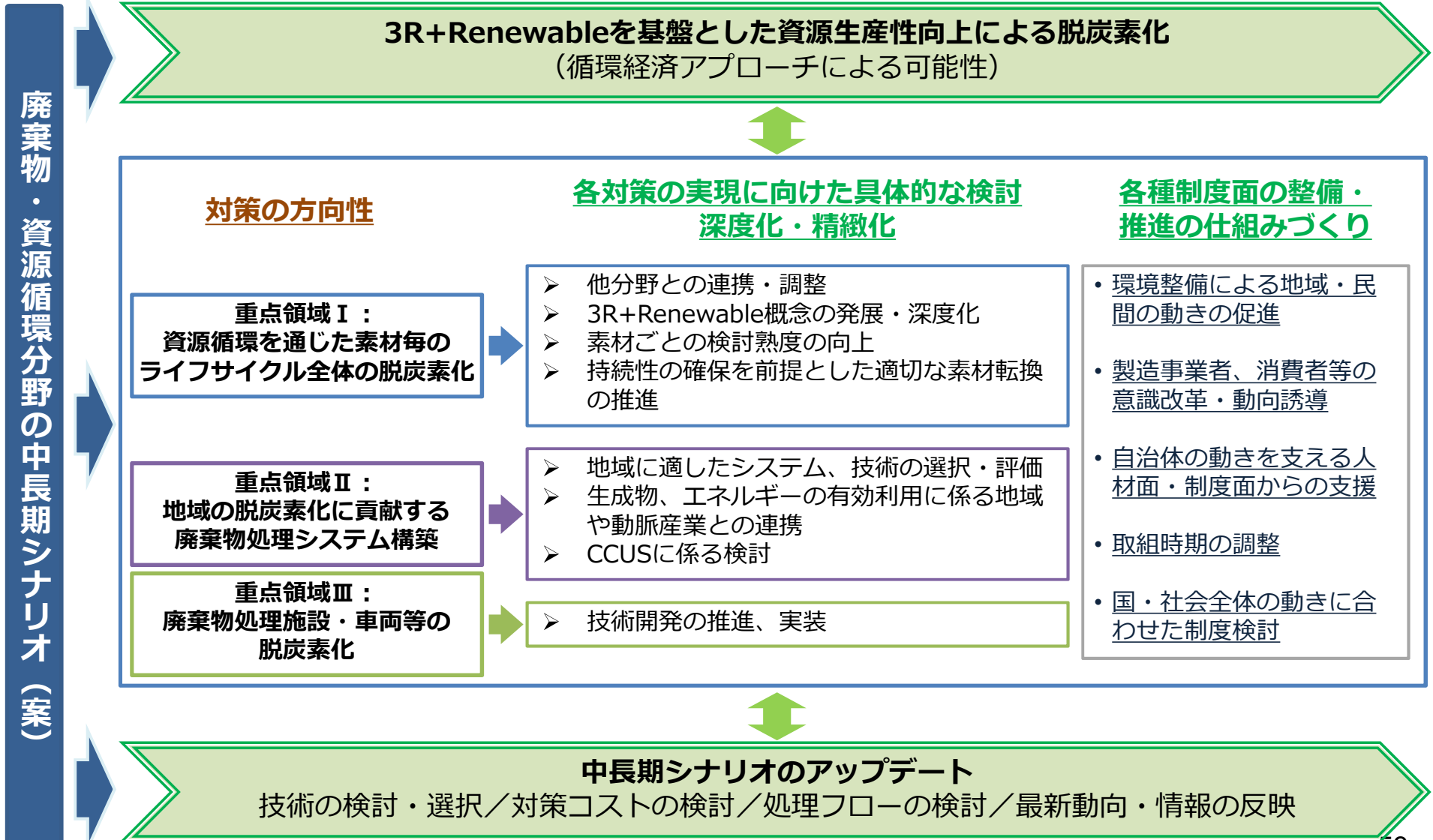
- 本分野の最大のGHG排出を占める廃プラスチック対策については、MR・循環型CRの進展や原料への収率の向上、バイオマスプラスチックへの転換に注力する必要がある。また、廃油については、先行する諸外国に倣った廃潤滑油・廃溶剤等のMRの実施に向け、新たに取組を進めていく必要がある。紙おむつ・合成繊維くずについては、MRの可能性を模索しつつ、素材のバイオマス化も主眼に置いた対策を進めていく必要がある。いずれも現状の技術水準に加えて、GHG削減技術の野心的なイノベーションが求められる。また、これらの新たな技術に対応した廃棄物回収・処理システムの対応も求められる。
- 長期間使用される廃棄物処理施設は、2050年時点のエネルギー使用量を削減し、特に燃料の燃焼をできるだけ回避するためにも、早期から脱炭素型の施設整備(更新)を進めていくことが有効である。廃棄物・資源循環分野からのGHG排出量の大幅な削減を目指すシナリオでは、廃プラスチック等の3Rの大幅進展により処理される廃棄物の単位発熱量低下が見込まれることから、し尿処理施設との統合処理も含めメタン発酵等の導入必要性が高まると同時に、処理施設の集約化を進めることなどによりエネルギー収支を向上することが期待できる。なお、これらの取組は、例えば2040年以降の新たな焼却施設の整備量にも関係することに留意が必要である。
- 廃棄物処理施設や収集運搬車両(EV)で使用する電気については、再生可能エネルギーの導入が進み、CO₂排出係数がゼロになると仮定しており、本分野でもGHG削減に大きく貢献しているが、廃棄物処理施設から回収されたエネルギーの削減効果にも影響するため、実質排出ゼロに向けた状況等を注視していく必要がある。また、バイオマス燃料の調達可能性等についても十分に留意していく必要がある。

2050年CN・脱炭素社会の実現に向けて廃棄物・資源循環分野が果たす役割

- 各分野におけるCNに向けた対策の中でも、循環経済アプローチの推進などにより資源循環を進めることを踏まえたものとなるよう、**まずは、「2050年CNに向けた廃棄物・資源循環分野の基本的考え方」を整理した本中長期シナリオを出発点**に、製造、流通、販売、消費・使用、廃棄等のライフサイクル全般での資源循環に基づく脱炭素化の可能性について、**各分野と意見交換を進めることが重要**。



- 「各対策の実現に向けた具体的な検討、深度化・精緻化」及び「各種制度面の整備・推進の仕組みづくり」を進めつつ、「3R+Renewableを基盤とした資源生産性向上による脱炭素化」及び「中長期シナリオのアップデート」を行う。

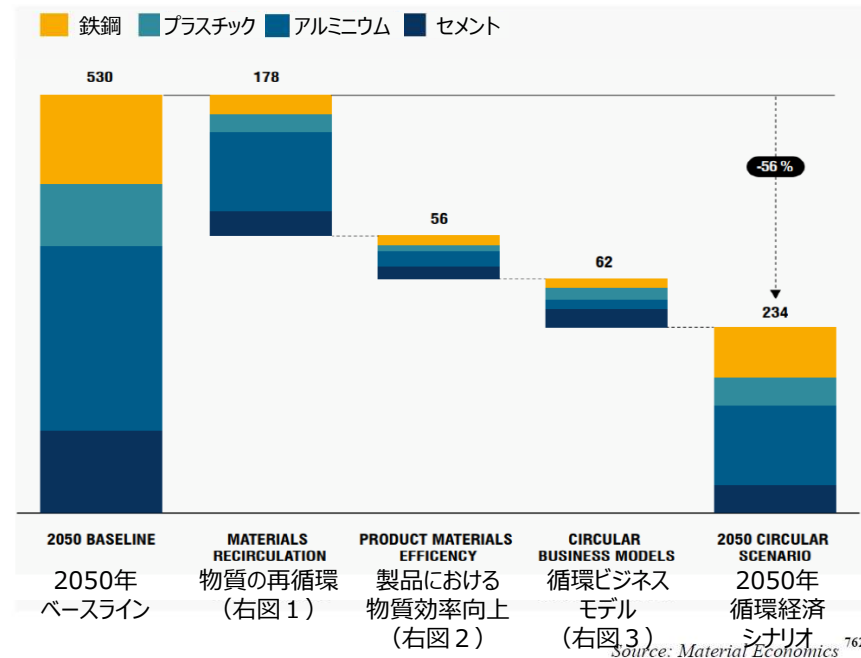


3R+Renewableを基盤とした資源生産性向上による脱炭素化

- 他分野におけるCNに向けた方針・計画との整合性を図りつつ、**各分野においても資源循環・循環経済を組み込んだ計画となるよう働きかけを実施。**
- 環境配慮設計や素材の転換、シェアリングエコノミーへの転換等、**上流の取組との整合・貢献。**
- **資源(・エネルギー)効率の抜本的向上(資源消費の削減)に向けた取組を推進し、循環経済アプローチにより、経済成長を遂げつつ、長期的なCN目標をも達成する(デカップリング)社会システムやビジネスモデルの設計。**
- **循環経済アプローチが社会経済全体の脱炭素化にもたらす効果の調査研究。**

参考：循環経済によるGHG削減効果のEUを対象とした試算例

Figure 155: EUの循環経済による排出削減ポテンシャル



出典: 左図 European Commission (2018) IN-DEPTH ANALYSIS IN SUPPORT OF THE COMMISSION COMMUNICATION, p.379をPCKK仮訳
右図 Material Economics (2018) The Circular Economy –A Powerful Force for Climate Mitigation, p. 24 (Exhibit 1.8)をPCKK仮訳

【技術の検討・選択】

- 技術イノベーションのみに頼ることのない対策**技術の検討・選択**。(今回のシナリオには含まれていない対策技術の引き続きの検討、技術の実装・普及のための課題の整理と合わせた検討等)

【対策コストの検討】

- コストパフォーマンスに重点を置いた試算など、**対策コストに係る検討**。

【処理システム・フローの検討】

- 3R+Renewableが一定程度進んだ後に必要となる廃棄物処理施設等、**廃棄物処理システム全体の検討**。
- 削減しきれず**残余排出として残るものや排出源の特定**、中でも有害物質の制御など量的には大きくはないが廃棄物の適正処分の観点で重要なものの位置付けの整理。また、不燃ごみや処理残渣の埋立等のフローについての対策を含めた検討。

【最新動向・情報の反映】

- 想定する社会経済の状況や他分野における検討状況、技術開発の進展、自治体の政策動向など、**最新動向・情報を適宜反映**。
- 国外の動向の継続的な把握と国外への情報発信。

「資源循環を通じた素材毎のライフサイクル全体の脱炭素化」に向けた具体的な検討

【他分野との連携・調整】

- 産業・運輸・業務部門などで検討されている対策技術の戦略との整合、各分野の計画等の実行性確保や、資源効率向上(長寿命化・シェアリング・行動変容等)の議論を踏まえ想定される物量(生産量や消費量)や資源需要との整合。
- 循環型社会やライフスタイル、社会変容など国・社会全体の動きに対する、資源循環分野からの有用な情報提供(素材生産やストック等の観点・数値等)。とりわけ耐久財などに対する廃棄物・資源循環分野としての考え方の検討。
- 他分野との連携による廃棄物・資源循環分野からの残余排出量の更なる削減可能性の追及。
- 再生プラスチック等再生材の出口となる再生品の確保、製造事業者等による3Rの一層の推進。
- CNに資する対策に伴い生じる製品(太陽光パネル、リチウムイオン電池等)のリサイクルや適正処理の推進。

【3R+Renewable概念の発展・深度化】

- 完全循環型の素材生産を支えるという意味で、熱が生産の方に戻る・生産側の熱がケミカルリサイクルに入ってくるなど、他分野との間での熱融通の促進。
- 技術の進展に応じて実施される新たなリサイクル手法等の処理について、廃棄物・資源循環における位置付けの不断のアップデート。

【素材ごとの検討熟度の向上】

- 対策の対象となる素材ごと(プラスチック以外)の検討熟度の向上及び中長期ロードマップなどの作成。

【持続性の確保を前提とした適切な素材転換の推進】

- バイオマス原料など素材転換に必要な供給元の確保、適切な素材転換の促進。

「地域の脱炭素化に貢献する廃棄物処理システム構築」に向けた具体的な検討

【地域に適したシステム、技術の選択・評価】

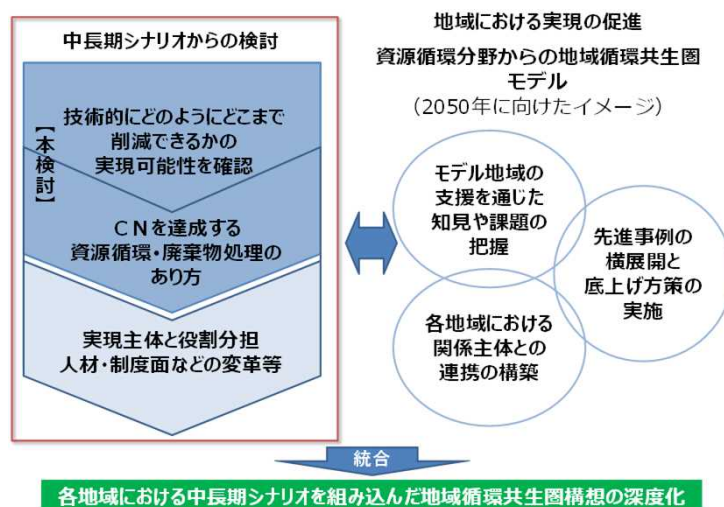
- 個々のプロセス以外に、地域システムとしての効率性評価の検討や、先進的な地域システムの評価及び活用。
- 地域循環共生圏・ローカルSDGsやスケール感を踏まえた地域に適した技術の選択。

【生成物、エネルギーの有効利用に係る地域や動脈産業との連携】

- 廃棄物処理施設から発生する熱(蒸気含む)やCCUの有効利用に向けた、立地検討を含む動脈産業など供給・使用先等との調整、ポテンシャル検討や需給マッチングの実施。
- 熱利用や災害時の自立的なエネルギー供給など地域への多面的価値の創出、施設の長寿命化等、現在検討が進められている政策の方向性を考慮したエネルギー回収施設の在り方や整備方針に係る検討。

【CCUSに係る検討】

- CCUS導入にあたり有利となり得る廃棄物処理施設の特性や立地を、回収したCO₂の貯蔵・利用先などと合わせて検討。



出典: 中央環境審議会循環型社会部会(第37回)資料1

「廃棄物処理施設・車両等の脱炭素化」に向けた具体的な検討

【技術開発の推進、実装】

- **高度選別や省エネ・低コストのリサイクル技術、CCUS、素材転換等、重点対策分野における技術イノベーション**を促進する研究開発・実証の推進。
- 再生材市場構築に向けた、異物除去技術等の開発、選別装置等の**設備投資、事業拡大の推進**。
- 廃プラスチック等の3Rの大幅進展による焼却される**廃棄物の質の変化への対応**（燃焼技術等）。
- **浄化槽分野**における技術革新の推進。
- 意欲ある**中小企業の協力・参画促進**のための設備投資や技術開発の推進。
- また、国外においても我が国の脱炭素化技術導入を進めることで世界規模でのGHG削減に貢献。

参考：2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略

- ◆ リデュース、リユース、リサイクル、リニューアブルについては、法律や計画整備により技術開発・社会実装を後押ししている。廃棄物発電・熱利用、バイオガス利用については、既に商用フェーズに入っており普及や高度化が進んでいる。今後、これらの取組について、「国・地方脱炭素実現会議」等における議論を踏まえつつ、**技術の高度化・効率化、設備の整備、低コスト化・デジタル化等により更なる推進を図る。**

⑬資源循環関連産業の成長戦略「工程表」

●導入フェーズ： 1. 開発フェーズ 2. 実証フェーズ 3. 導入拡大・コスト削減フェーズ 4. 自立商用フェーズ
 ●具体化する政策手法： ①目標、②法制度（規制改革等）、③標準、④税、⑤予算、⑥金融、⑦公共調達等

	2020年	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	～2030年	～2040年	～2050年
循環経済への移行									
Reduce・Renewable	○リデュース 食ロス削減、サステナブルファッション、フウェイプラスチックの削減... ○Renewable 代替素材化（製品のバイオマス化・再生材利用等）の技術開発・実証 代替素材化（製品のバイオマス化・再生材利用等）導入拡大 代替素材化（製品のバイオマス化・再生材利用等）による製品の自立的普及拡大								
Reuse・Recycle	○リサイクル リサイクル技術の技術開発・実証 リサイクル技術の導入、コスト低減 リサイクル技術の普及拡大 ○焼却施設排ガス等の活用 焼却施設排ガス等のCO ₂ を活用したプラスチック原料等の製造実証・焼却施設の最適化等を通じた回収率向上 焼却施設排ガス等のCO ₂ を活用したプラスチック原料等の製造実証・焼却施設の最適化等を通じた回収率向上 更なるコスト低減による導入拡大								
Recovery	○エネルギー回収の高度化・効率化 焼却施設の運転・効率向上、生活系生ごみの大規模バイオガス化技術の確立・発電効率向上、バイオガス資源（下水道バイオマス・伐採木等）の活用拡大 メタン発酵エネルギー回収の向上、浄化液等の有効活用 有機性廃棄物の一体処理によるコスト削減等の検討 先進事例の横展開 先進事例の横展開、低コスト化 ○回収したエネルギー利用の高度化・効率化 排熱利用型地域熱供給、オフライン熱輸送の向上等 エネルギー回収の全体効率の向上等、導入拡大等の検討 低コスト化								

出典：2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略（令和3年6月18日、内閣官房・経済産業省ほか）

各種制度面の整備・推進の仕組みづくり

【国・社会全体の動きに合わせた制度検討】

- 今後必要となる制度検討や国全体の動きに向けた本シナリオのインプット。
- 一層のデジタル化等の社会変化に合わせた制度の構築。
- 脱炭素化のための取組状況把握・指標の検討。また、社会全体で脱炭素化が進む中での資源循環の環境貢献を評価できる指標設定の検討。

【環境整備による地域・民間の動きの促進】

- 製造事業者による環境配慮設計やリサイクル体制構築等の取組について、各種制度の検討（プラスチック資源循環促進法に基づくプラスチック製品製造における環境配慮設計の認証や再生材の認証等）や、リサイクルを総合的に評価する基準（LCC、LCA等）の明確化等、民間主導の自主的取組を前向きに評価し、消費者の支持も含め民間活力を最大限発揮できる環境を整備。
- 素材や製品に着目した新たなリサイクル制度の検討や既存枠組みの深化によるリサイクルの円滑化、グリーン購入等におけるバイオマスの再生利用の促進、税・クレジット制度や再生材使用・回収CO₂利用に対するインセンティブ、CCUS導入時に必要となる制度面での対応等、各種制度整備による脱炭素・資源循環に向けた動きの誘導。
- 技術評価やシステム設計におけるLCAやMFA（Material Flow Analysis）などのデータ公開・共有への信頼性、比較・検証の可能性の確保を通じた取組の促進への環境整備や化学物質管理等のGHG削減以外を目的とした仕組みとの連携。
- CNに資する持続可能な廃棄物処理システム構築を行う際に、企業の負担増の見通しの提示。

【製造事業者、消費者等の意識変革・動向誘導】

- 産業構造や社会構造の変化に合わせた教育やマーケティングによる、製造事業者による再生材の率先利用や消費者の再生材使用製品の率先購入等を含め、製造事業者や消費者等の意識変革・動向誘導。

【自治体、廃棄物処理業者を支える人材面・制度面からの支援】

- 自治体や廃棄物処理業者のニーズを踏まえたきめ細やかな支援や、様々な主体との連携を後押しする仕組みの構築。
- 広域処理・集約処理のための廃棄物の収集運搬、中間処理の効率化・高度化に向けた、国・自治体一体となった取組の推進。

【取組時期の調整】

- 廃棄物処理施設等のインフラ整備について、更新時期や広域化・集約化を見込んだ長期的視点での計画立案。
- 発生抑制政策の加速化や、マイルストーンなどの設定。