

令和2年度第1回シンポジウム

**地域循環共生圏形成における
廃棄物エネルギー利用施設の果たす役割と可能性**

TKP 新橋カンファレンスセンター 14階G

東京都千代田区内幸町 1-3-1

令和2年8月5日（水）

環境省

一般社団法人 廃棄物資源循環学会

目 次

講 演

地域循環共生圏形成について

環境省環境再生・資源循環局 廃棄物適正処理推進課... 1

フィードストックリサイクルの現状と将来展望について

吉岡敏明（東北大学）... 26

CCU事業（二酸化炭素分離回収利用事業）の導入効果と将来計画

前田修二（佐賀市）... 38

様々な排出源からのCO₂分離回収技術

北村英夫（東芝エネルギーシステムズ株）... 47

「脱CO₂・循環型社会」に向けたIHIの取り組み ～カーボンリサイクル技術の開発動向～

成相健太郎（株IHI）... 61

化学蓄熱によるオフライン熱輸送技術の開発と今後の展開

堀井雄介（トヨタ自動車株）... 74

パネルディスカッション

コーディネーター 酒井伸一（京都大学）

パネラー 上記講演者

令和2年度第1回シンポジウム

地域循環共生圏形成における廃棄物エネルギー利用施設の果たす役割と可能性

2020年7月14日
環境省
廃棄物資源循環学会

[趣旨] 気候変動の緩和が喫緊の課題となっていることを踏まえ、ごみ焼却施設におけるエネルギー回収やその利用の高度化は、国際的な潮流となっている。廃棄物資源循環学会では、学会誌 vol. 30 No.4, 2019 において「廃棄物の熱エネルギー利用の高度化にむけて」とする特集を企画し、ごみ処理施設におけるエネルギー回収に関する国内外の動向を論説した。

一方、我が国では、第四次循環型社会形成推進基本計画において「地域循環共生圏」の形成を目指すこととされた。地域循環共生圏には、廃棄物の持つエネルギーや回収資源を地域産業との連携のもとで、地域内で有効に利用していくことにより経済的にも持続可能な地域社会を醸成していく戦略の導入も含意されると解される。

以上を踏まえ、廃棄物資源循環学会では、「地域循環共生圏形成における廃棄物エネルギー利用施設の果たす役割と可能性」と題するシンポジウムを開催し、ごみ処理事業におけるエネルギー、有機資源及び工業資源の回収とそれらの利活用を通じた地域循環共生圏形成へ道筋について討論を行うこととした。

[主催] 環境省、廃棄物資源循環学会

[日時] 2020年8月5日(水) 14:00~18:00 (受付は13:30より開始)

[会場] TKP新橋カンファレンスセンター14階G (東京都千代田区内幸町1-3-1) 03-5510-1351

[交通] 地下鉄都営三田線内幸町駅より徒歩3分又はJR新橋駅より徒歩8分

アドレス：<http://www.kashikaigishitsu.net/facilitys/cc-shimbashi-uchisaiwaicho/access/>

[定員] 120名(事前申込み制)、自治体関係者を優先。WEB参加可能。

[参加費] 無料

[参加申込み] 学会ホームページ (https://jsmcwm.or.jp/?page_id=18862) から申込みください

[プログラム]

- | | | |
|-------------|----------------------------------------------------------|--------------------------|
| 14:00~14:05 | 開会の挨拶 | 廃棄物資源循環学会 会長 吉岡敏明 (東北大学) |
| 14:05~14:30 | 地域循環共生圏形成について | 環境省環境再生・資源循環局 廃棄物適正処理推進課 |
| 14:30~14:55 | フィードストックリサイクルの現状と将来展望について | 吉岡敏明 (東北大学) |
| 14:55~15:20 | CCU事業(二酸化炭素分離回収利用事業)の導入効果と将来計画 | 前田修二 (佐賀市) |
| 15:20~15:45 | 様々な排出源からのCO ₂ 分離回収技術 | 北村英夫 (東芝エネルギーシステムズ株) |
| 15:45~16:10 | 「脱CO ₂ ・循環型社会」に向けたIHIの取り組み ~カーボンリサイクル技術の開発動向~ | 成相健太郎 (株IHI) |
| 16:10~16:35 | 化学蓄熱によるオフライン熱輸送技術の開発と今後の展開 | 堀井雄介 (トヨタ自動車株) |
| 16:35~16:45 | 休憩 | |
| 16:45~17:45 | パネルディスカッション | コーディネーター 酒井伸一 (京都大学) |
| 17:45~17:50 | 閉会の挨拶 | |

以上



限りある資源を未来につなぐ。
今、学ばることができること。 

廃棄物処理における 地域循環共生圏の形成について

令和2年8月5日

環境省環境再生・資源循環局
廃棄物適正処理推進課



限りある資源を未来につなぐ。
今、学ばることができること。 

1. 地域循環共生圏について

2. 一般廃棄物処理における現状

3. 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

日本の廃棄物行政の歴史

我が国は、時代によって変化してきた廃棄物に関する課題に対して、法制度の制定、改正等を行い、地方自治体、民間事業者、住民等と協力して適正な廃棄物処理と資源の有効活用を推進し、循環型社会を着実に構築してきた。

廃棄物に関わる法制度の歴史

| 年代 | 主な課題 | 法律の制定 |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1800年代後半 ～1900年代前半 | ・伝染病（コレラ・ペスト）流行への対策 ・公衆衛生の向上 | ・汚物掃除法（1900年） |
| 戦後～1950年代 | ・環境衛生対策としての廃棄物処理 ・衛生的で、快適な生活環境の保持 | ・清掃法（1954） |
| 1960年代 ～1970年代 | ・高度成長に伴う産業廃棄物等の増大と「公害」の顕在化 ・環境保全対策としての廃棄物処理 | ・生活環境施設整備緊急措置法（1963） ・廃棄物処理法（1970） ・廃棄物処理法改正（1976） |
| 1980年代 | ・廃棄物処理施設整備の推進 ・廃棄物処理に伴う環境保全 | ・広域臨海環境整備センター法（1981） ・浄化槽法（1983） |
| 1990年代 | ・廃棄物の排出抑制、再生利用 ・各種リサイクル制度の構築 ・有害物質（ダイオキシン類含む）対策 ・廃棄物の種類・性状の多様化に応じた適正処理の仕組みの導入 | ・廃棄物処理法改正（1991） ・産業廃棄物処理特定施設整備法（1992） ・パーゼル法（1992） ・環境基本法（1993） ・容器包装リサイクル法（1995） ・廃棄物処理法改正（1997） ・家電リサイクル法（1998） ・ダイオキシン類対策特別措置法（1999） |
| 2000年～ | ・循環型社会形成を目指した3Rの推進 ・産業廃棄物処理対策の強化 ・不法投棄対策の強化 | ・循環型社会形成推進基本法（2000） ・建設リサイクル法（2000） ・食品リサイクル法（2000） ・廃棄物処理法改正（2000） ・PCB特別措置法（2001） ・自動車リサイクル法（2002） ・産廃特措法（2003） ・廃棄物処理法改正（2003～06、10） ・小型家電リサイクル法（2013） |



第五次環境基本計画の基本的方向性

目指すべき社会の姿

1. 「地域循環共生圏」の創造。
 - ※ 各地域がその特性を活かした強みを発揮
 - 地域資源を活かし、自立・分散型の社会を形成
 - 地域の特性に応じて補完し、支え合う
2. 「世界の範となる日本」の確立。
 - ※ ① 公害を克服してきた歴史
 - ② 優れた環境技術
 - ③ 「もったいない」など循環の精神や自然と共生する伝統を有する我が国だからこそできることがある。
3. これらを通じた、持続可能な循環共生型の社会（「環境・生命文明社会」）の実現。

- ✓ あらゆる観点からイノベーションを創出
- ✓ 幅広いパートナーシップを充実・強化

生活の質を
向上する
「新しい成長」
を目指す

地域循環共生圏

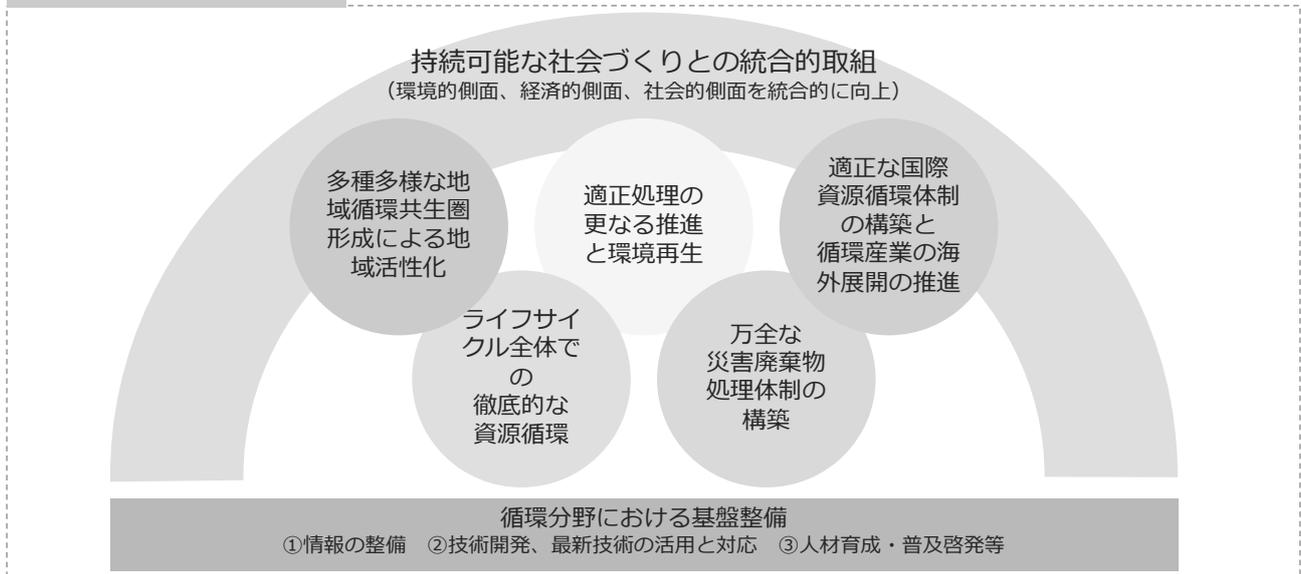


第四次循環型社会形成推進基本計画（平成30年6月閣議決定）の概要

循環型社会形成推進基本計画（循環計画）とは

- 循環型社会形成推進基本法に基づき、循環型社会の形成に関する施策の基本的な方針、政府が総合的かつ計画的に講ずべき施策等を定めるもの
- 平成30年（2018年）6月19日に第四次循環計画を閣議決定

第四次循環計画の構成



4

廃棄物処理施設整備計画

（平成30年6月19日閣議決定）

廃棄物処理施設整備計画とは

- 廃棄物処理法に基づき、計画期間に係る廃棄物処理施設整備事業の目標及び概要を定めるもの。
- 2018年度～2022年度を計画期間とする次期廃棄物処理施設整備計画では、人口減少等の社会構造の変化に鑑み、ハード・ソフト両面で、3R・適正処理の推進や気候変動対策、災害対策の強化に加え、地域に新たな価値を創出する廃棄物処理施設整備を推進。

廃棄物処理施設整備計画の構成

基本的理念

- (1) 基本原則に基づいた3Rの推進
- (2) 気候変動や災害に対して強靱かつ安全な一般廃棄物処理システムの確保
- (3) 地域の自主性及び創意工夫を活かした一般廃棄物処理施設の整備

廃棄物処理施設整備及び運営の重点的、効果的かつ効率的な実施

- (1) 市町村の一般廃棄物処理システムを通じた3Rの推進
- (2) 持続可能な適正処理の確保に向けた安定的・効率的な施設整備及び運営
- (3) 廃棄物処理システムにおける気候変動対策の推進
- (4) 廃棄物系バイオマスの利活用の推進
- (5) 災害対策の強化
- (6) 地域に新たな価値を創出する廃棄物処理施設の整備
- (7) 地域住民等の理解と協力の確保
- (8) 廃棄物処理施設整備に係る工事の入札及び契約の適正化

廃棄物処理施設整備事業の実施に関する重点目標

- ごみのリサイクル率：21%→27%
- 一般廃棄物最終処分場の残余年数：2017年度の水準(20年分)を維持
- 期間中に整備されたごみ焼却施設の発電効率の平均値：19%→21%
- 廃棄物エネルギーを地域を含めた外部に供給している施設の割合：40%→46%
- 浄化槽整備区域内の浄化槽人口普及率：53%→70%
- 合併処理浄化槽の基数割合：62%→76%
- 省エネ浄化槽の導入による温室効果ガス削減量：5万t-CO2→12万t-CO2

5

地域における循環型社会形成に関する取組と地域循環共生圏の構築

- これまで、地域において循環型社会の形成に向け積み重ねてきた取組をベースとしつつ、脱炭素や自然共生への取組、災害対応等の社会課題の同時解決を追求することで、**資源循環分野からの地域循環共生圏の構築を推進。**

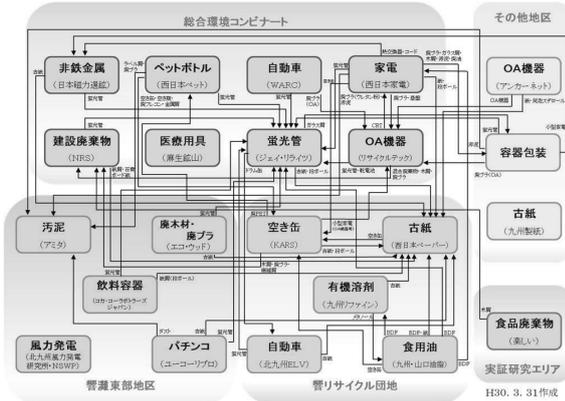
～循環型社会の形成に向けた地域におけるこれまでの取組の例～

「エコタウン」政策（1990年代後半～）

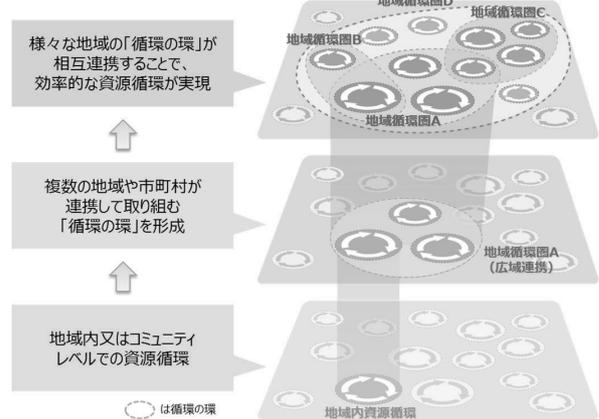
- ゼロエミッションと産業振興・地域活性化を目的として、各地で「エコタウン」の取組が開始。
- 北九州市を始めとして、現在に至るまで取組を継続している地域が存在。

「地域循環圏」の形成（2008年～）

- 2008年の第2次循環計画にて「地域循環圏」の形成を柱として位置付け。
- 地域において、3Rの高度化に向けた実証等に取り組み、現在は地域循環共生圏の構築に向けた取組にも着手。



(参考) 北九州エコタウンで展開するリサイクル事業とゼロエミッションを目指した相互の資源循環の相関図



(参考) 重層的な地域循環圏の具体的なイメージ

地域循環共生圏とは・・・ローカルSDGs

各地域がその特性（課題・ニーズ）に応じ、**地域資源**を活かし、**自立・分散型の社会**を形成しつつ、近隣地域と補完し、支え合うことで創造。環境・社会・経済の統合的課題解決により**脱炭素とSDGs**が実現した、魅力あふれる**地域社会像**。

■ 「地域循環共生圏」創造の重要なポイント

- ✓ ①地域課題とニーズを適確に捉え、②対応する地域資源を発見・活用し、③縦割りを超えた新たなパートナーシップを形成、地域連携を深化させ、④新たな価値を創造し、地域経済循環を向上させる
- ✓ 更に、「テクノロジー×デザイン」で課題を克服しつつ魅力を上げ、異分野との連携により「単一的取組から多面的取組（統合的課題解決）」に深化させていく



- 地域循環共生圏は、ローカルビジネスの創出や、地域経済の活性化・経済循環拡大にも大きく貢献
- 紹介事例は緒に付いたばかりで構想ステージのものも多い。今後、Society5.0も活用し更なる異分野連携や統合的課題解決を地域ビジネスベースで進められるよう環境省もプレーヤーとして最大限活動

地域循環共生圏（日本発の脱炭素化・SDGs構想）

サイバー空間とフィジカル空間の融合により、地域から人と自然のポテンシャルを引き出す生命系システム

vol.25



8

環境で地方を元気にする地域循環共生圏づくりプラットフォーム事業費

【令和2年度予算額 500百万円（500百万円）】



地域循環共生圏の創造を強力に推進するため、地域循環共生圏づくりプラットフォームを構築します。

1. 事業目的

- ① 地域循環共生圏創造に向けた環境整備
- ② 地域循環共生圏創造支援チーム形成
- ③ 総合的分析による方策検討・指針の作成等
- ④ 戦略的な広報活動

2. 事業内容

「第五次環境基本計画」（平成30年4月閣議決定）では、地域の活力を最大限に発揮する「地域循環共生圏」の考え方を新たに提唱した。これを受け、地域循環共生圏づくりプラットフォームを構築し、①～④の業務を行う。

①地域循環共生圏の創造に向けて取り組む地域・自治体の人材の発掘、地域の核となるステークホルダーの組織化や、事業計画策定に向けた構想の具体化などの環境整備を推進する。

②地域・自治体が、地域の総合的な取組となる事業計画を策定するにあたって

必要な支援を行う専門家のチームを形成し派遣する。

③先行事例を詳細に分析・評価し、その結果を他の地域・自治体に対してフィードバックすることにより、取組の充実を促す。

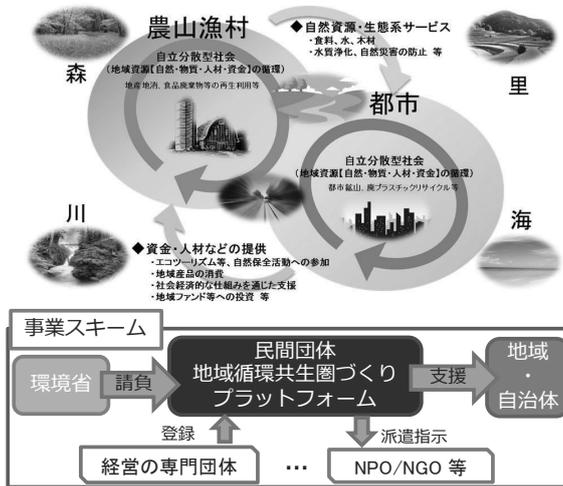
④都市部のライフスタイルシフト等に向けた戦略的な広報活動（シンポジウムの開催、国内外への発信）等を実施することにより、取組の横展開を図る。

3. 事業スキーム

- 事業形態 共同実施／請負事業
- 共同実施先・請負先 地方公共団体／民間事業者・団体
- 実施期間 令和元年度～令和5年度

4. 事業イメージ

地域循環共生圏

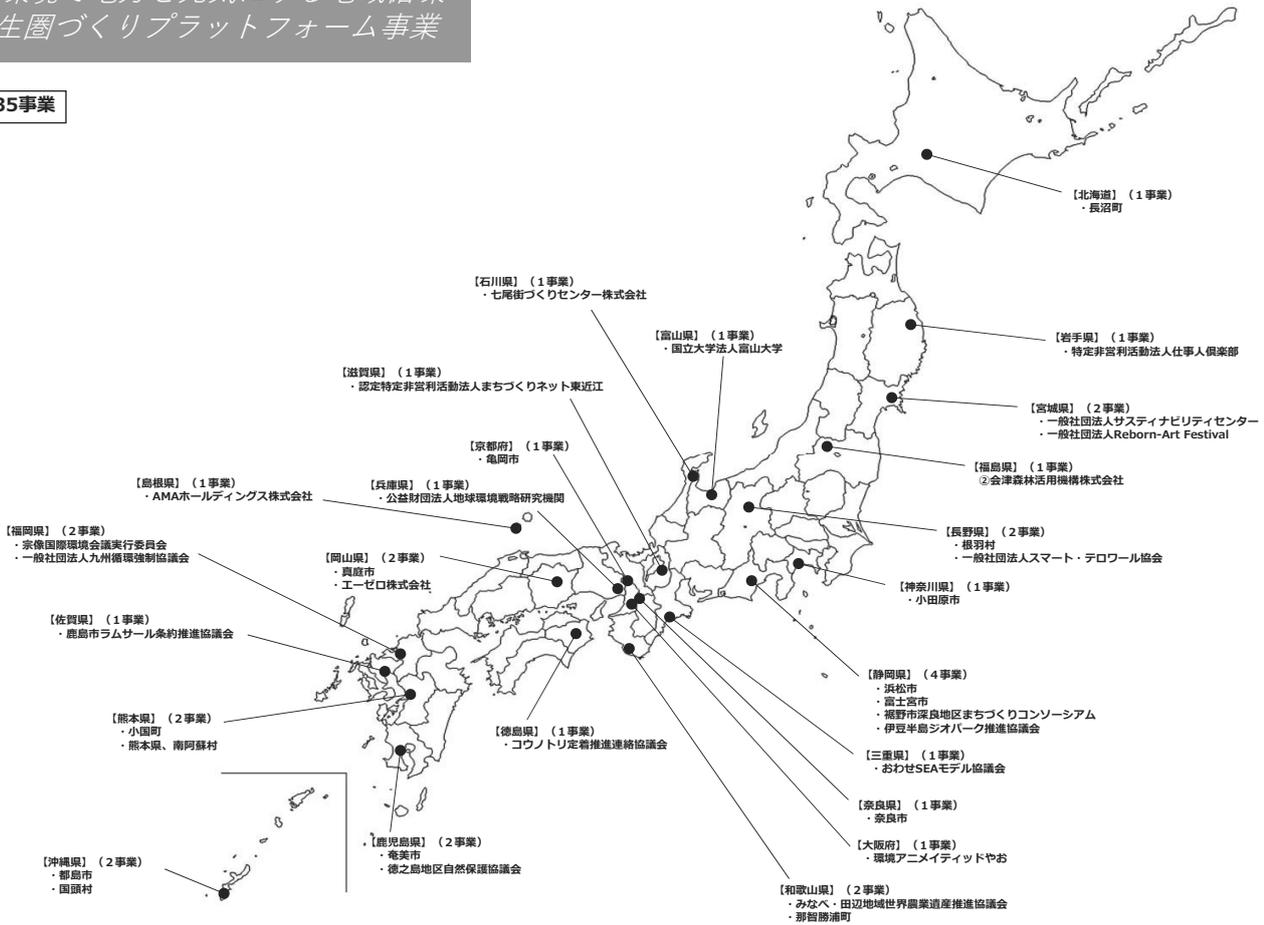


9

R1環境で地方を元気にする地域循環共生圏づくりプラットフォーム事業

令和元年度環境で地方を元気にする地域循環共生圏づくりプラットフォーム事業の選定団体をマッピングしたもの

計35事業



10

脱炭素イノベーションによる地域循環共生圏構築事業（一部 総務省・経済産業省・国土交通省 連携事業）

【令和2年度予算額 8,000百万円 (6,000百万円)】

【令和元年度補正予算額 600百万円】



2050年温室効果ガス総排出量80%削減の実現に向けた、地域循環共生圏の構築を目指します。

1. 事業目的

- ・ 地域循環共生圏の構築に資する取組の実現の蓋然性を高めるとともに、地域の実施体制の構築を行う。
- ・ 地域の自立・分散型エネルギーシステムや脱炭素交通モデル構築に向けた事業を支援し、将来的な地域循環共生圏の構築を目指す。

2. 事業内容

(1) 脱炭素型地域づくりモデル形成事業

- ① 地域の多様な課題に応える脱炭素型地域づくりモデル形成事業
- ② 脱炭素型地域づくりに向けた地域のネットワーク構築事業

(2) 地域の自立・分散型エネルギーシステムの構築支援事業

- ① 地域循環共生圏の構築に向けた取組の評価改善事業
- ② 地域の再エネ自給率向上を図る自立・分散型地域エネルギーシステム構築支援事業
- ③ 激甚化する災害に対応したエネルギー自給エリア等構築支援事業
- ④ 温泉熱等利活用による経済好循環・地域活性化促進実証事業

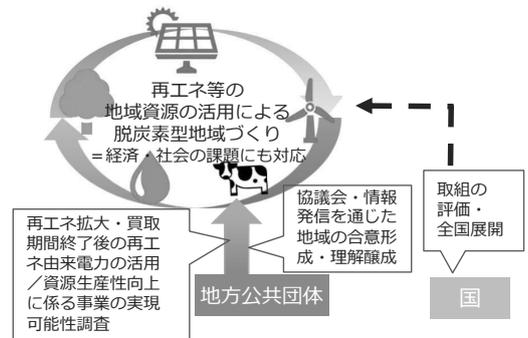
(3) 地域の脱炭素交通モデルの構築支援事業

- ① 自動車CASE活用による脱炭素型地域交通モデル構築支援事業
- ② グリーンスローモビリティの導入実証・促進事業
- ③ 交通システムの低炭素化と利用促進に向けた設備整備事業

3. 事業スキーム

- 事業形態 委託事業 / 間接補助事業 (定額,2/3,1/2,1/3,1/4)
- 委託先及び補助対象 民間事業者・団体、地方公共団体等
- 実施期間 令和元年度～令和5年度

4. 事業イメージ



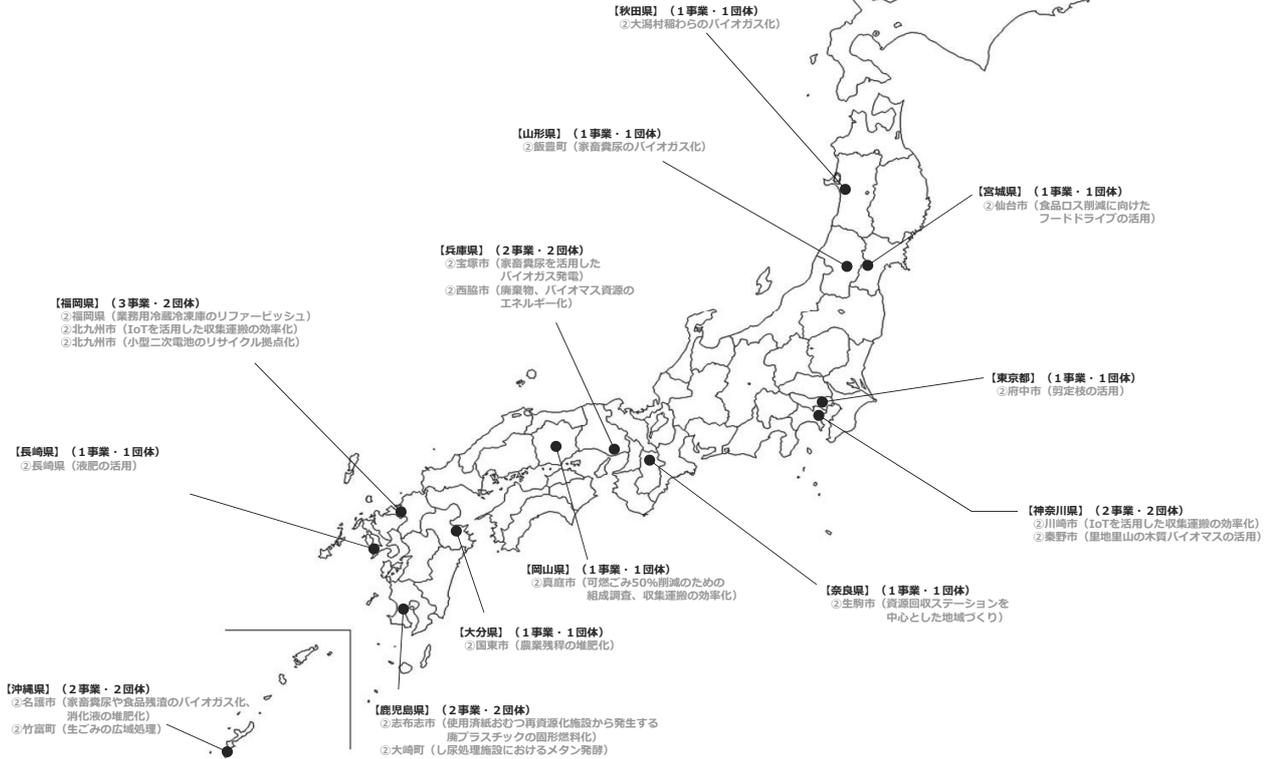
自立・分散型地域エネルギーシステム

11

R1地域の多様な課題に応える脱炭素型地域づくりモデル形成事業

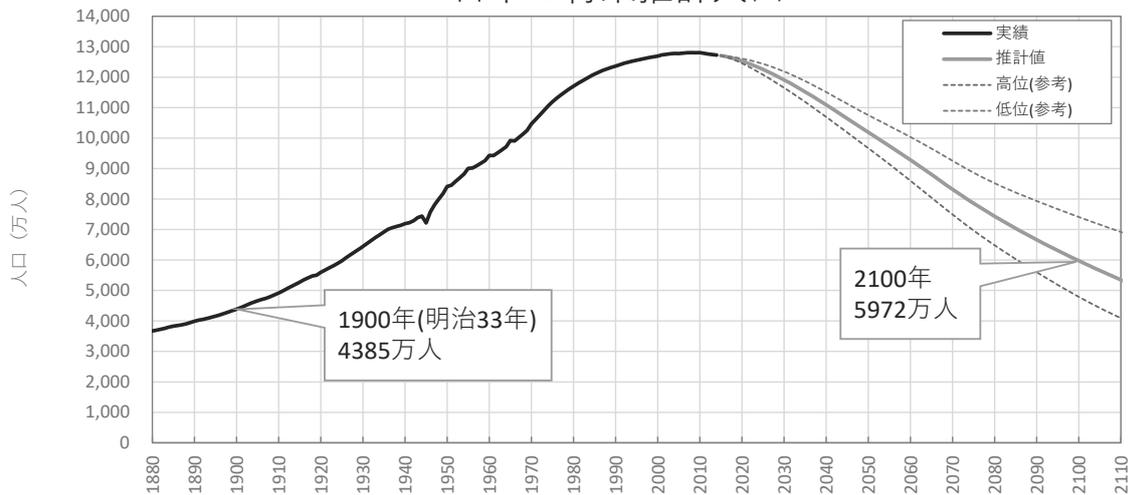
令和元年度地域の多様な課題に応える脱炭素型地域づくりモデル形成事業の「②地域の循環資源を活用した地域の脱炭素化を推進する事業の実現可能性調査を行う事業」における採択自治体をマッピングしたもの

②2号事業 19事業
計66事業・51団体



人口減少・少子高齢化の進行①

日本の将来推計人口



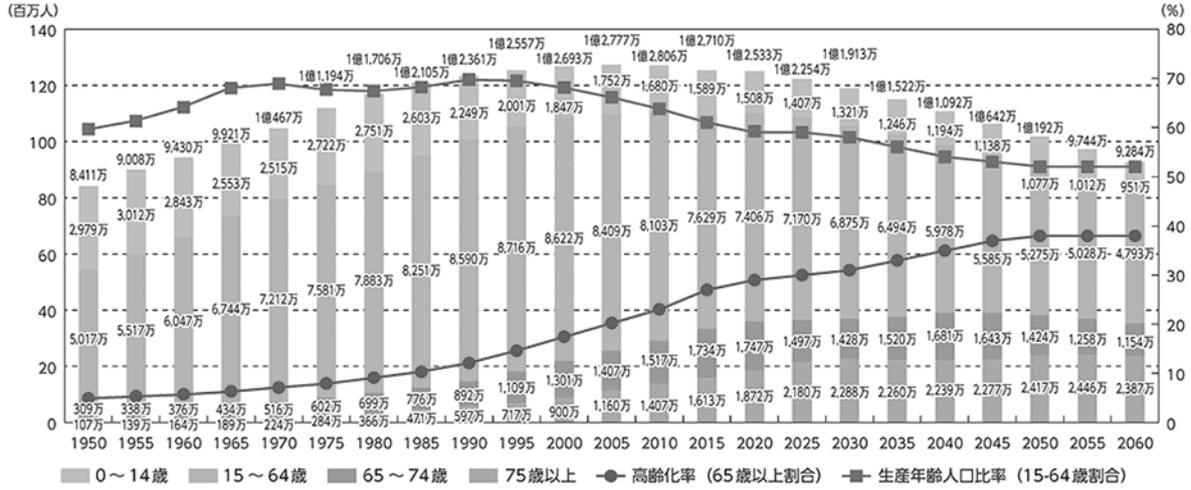
| 年 | 2014(実績) | 2020 | 2030 | 2040 | 2050 | 2060 | 2070 | 2080 | 2090 | 2100 | 2110 |
|------------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 推計値(万人) | 12,724 | 12,533 | 11,913 | 11,092 | 10,192 | 9,284 | 8,323 | 7,430 | 6,668 | 5,972 | 5,343 |
| 高位(参考)(万人) | 12,724 | 12,609 | 12,187 | 11,511 | 10,754 | 10,038 | 9,257 | 8,520 | 7,936 | 7,410 | 6,919 |
| 低位(参考)(万人) | 12,724 | 12,456 | 11,652 | 10,695 | 9,669 | 8,601 | 7,494 | 6,484 | 5,599 | 4,791 | 4,091 |

実績値：大正8年以前は内閣統計局の推計による各年1月1日現在の日本国籍を有するものの人口。大正9年以降は「国勢調査」及び「人口推計」による10月1日現在であり、昭和30年～45年は沖縄県を除く。（総務庁統計局「第六十九回日本統計年鑑 令和2年」より）
推計値：日本の将来推計人口（平成29年推計）（国立社会保障・人口問題研究所）における死亡中位仮定出生中位、高位(参考)：死亡低位仮定出生高位、低位(参考)：死亡高位仮定出生低位

人口減少・少子高齢化の進行②

- 日本の総人口は2010年の1億2,806万人をピークに減少⇒2060年には9,284万人に
- 2060年に高齢化率は約4割、生産年齢人口は1995年の約半分に

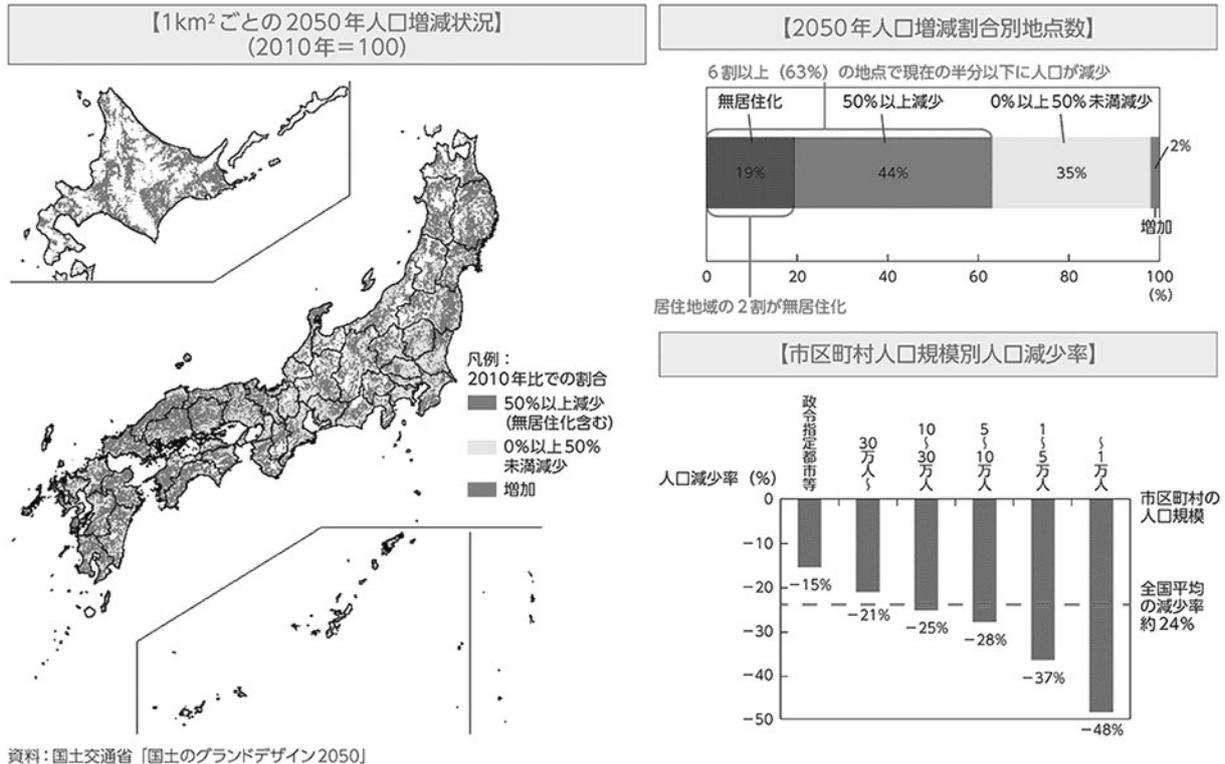
図 1-2-1 世代別人口、高齢化率、生産年齢人口比率の推移



注：1950年～2010年の総数は年齢不詳を含む。高齢化率の算出には分母から年齢不詳を除いている。
資料：総務省「国勢調査」、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）」

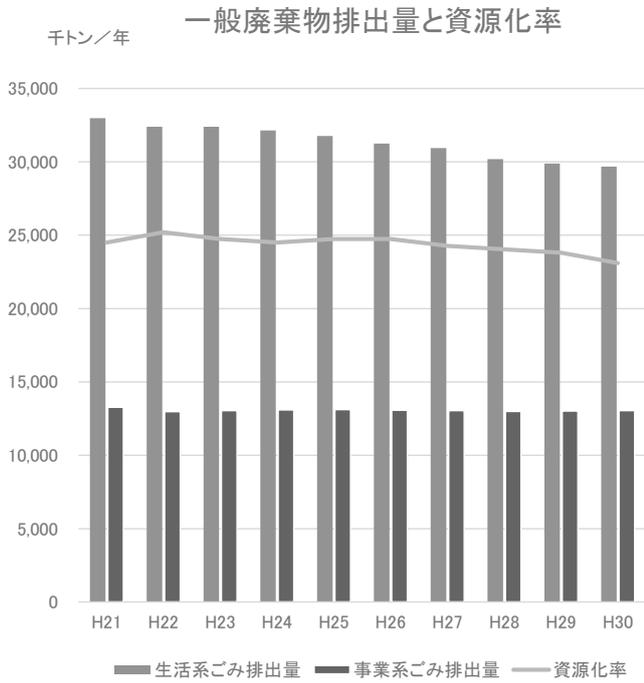
人口減少・少子高齢化の進行③

図 1-2-2 2050年の人口増減状況

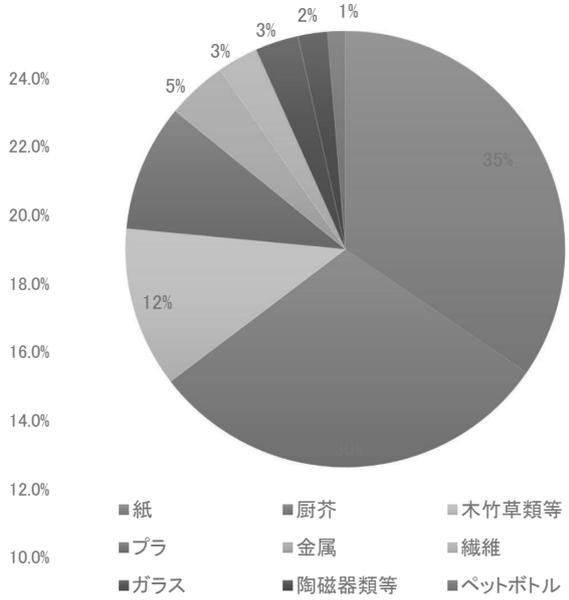


一般廃棄物の排出状況①

- 生活系ごみは減少しているが、事業系ごみ及び資源化率はほぼ横ばい。
- 一般廃棄物は紙類、厨芥類の割合が多い。



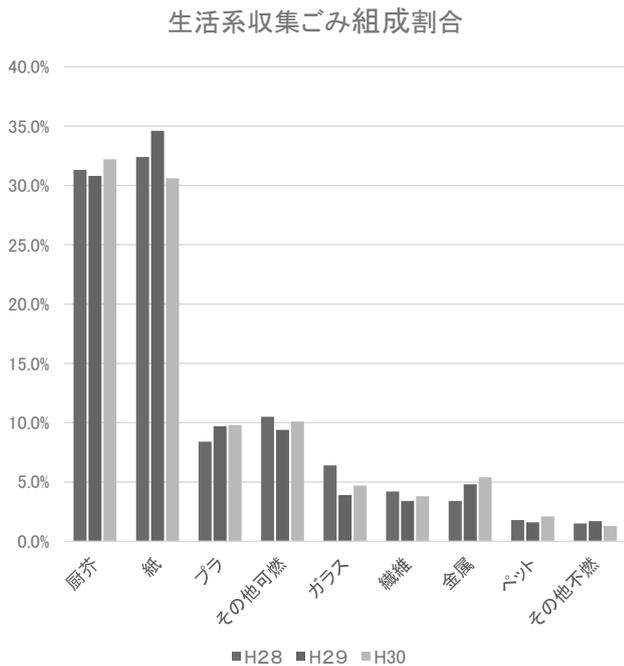
一般廃棄物の組成割合(平成29年度)



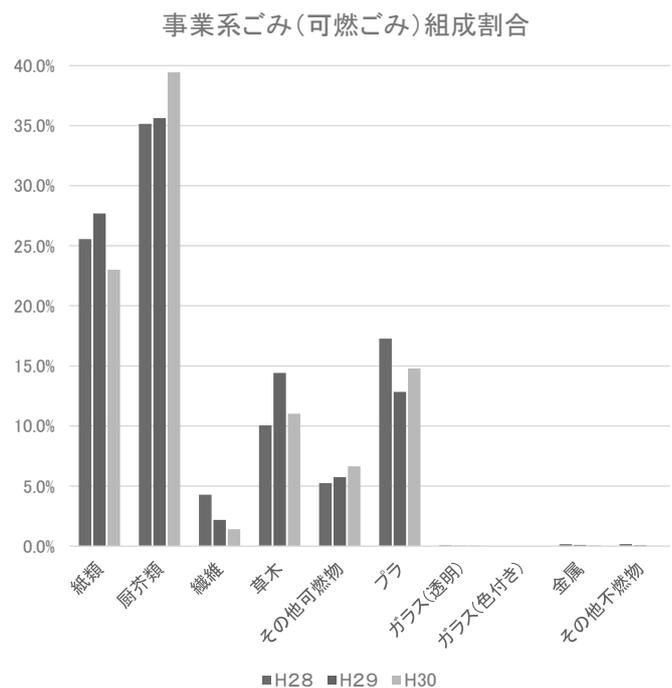
※ 廃棄物の広域移動対策検討調査及び廃棄物等循環利用量実態調査報告書(H30年度)

一般廃棄物の排出状況②

- 生活系ごみ、事業系ごみともに、紙類、厨芥類の割合が多くなっている。



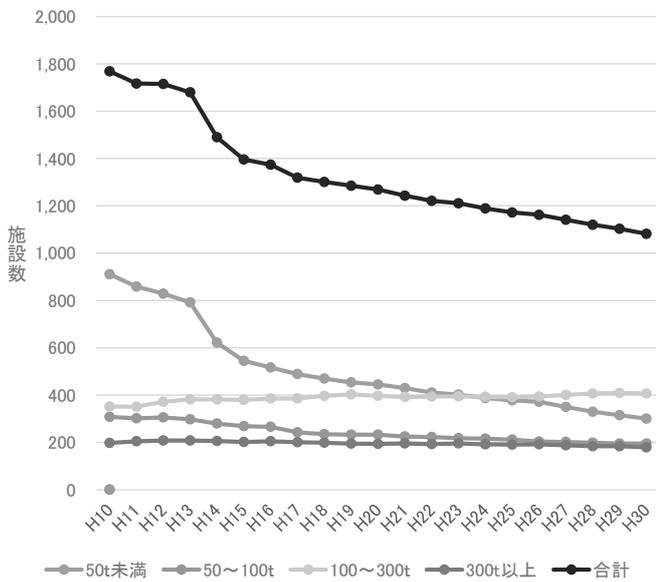
※ 容器包装廃棄物実態調査結果



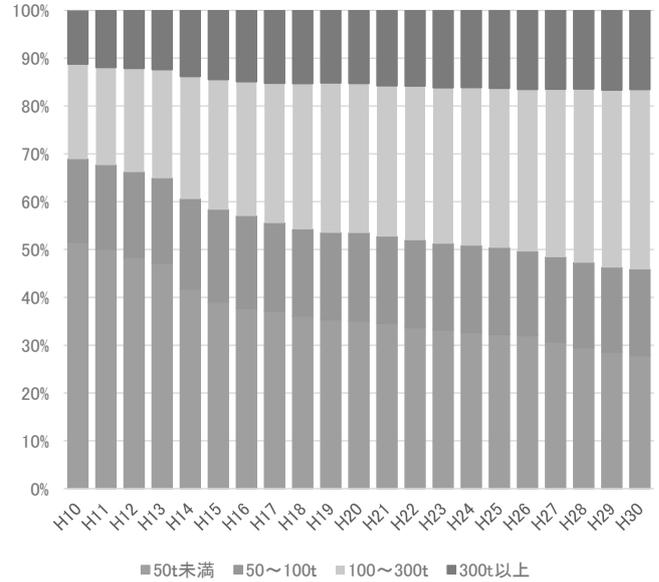
※ 東京都一部事務組合実施結果

ごみ焼却施設数の推移

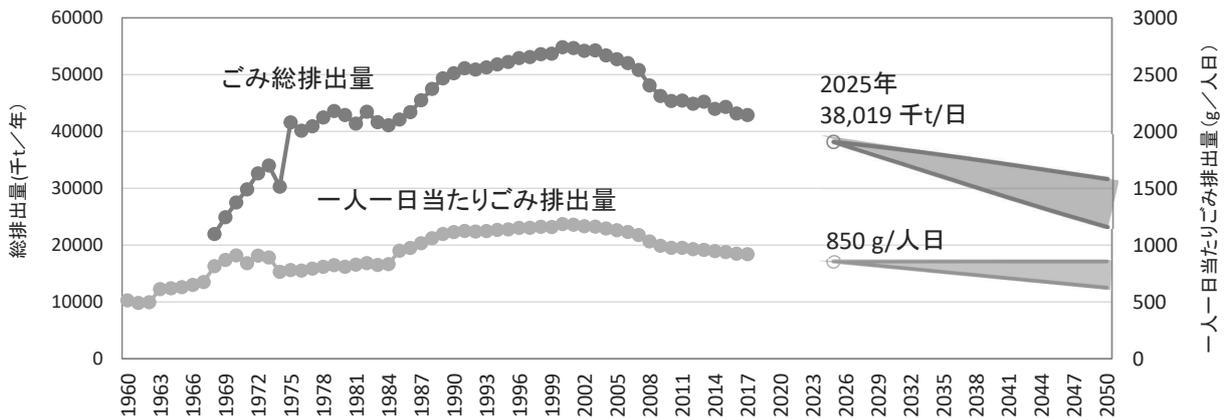
焼却施設数・規模別施設数の推移



焼却施設・規模別割合の推移



将来、一般廃棄物はどうなるか



2025年～2050年予測

①一人一日当たりごみ排出量

2025年：第四次循環型社会形成推進基本計画における2025年度目標値

2026～2050年：【上限】2025年度の排出量から変化なし

【下限】2009年～2017年実績(※1)と2025年目標値の減少率から推計

②ごみ総排出量

2025年：一人一日当たりごみ排出量に推計人口(※2)を乗じて算出

2026～2050年：【上限】一人一日当たりごみ排出量上限値(変化なし)に推計人口(※2)を乗じて算出

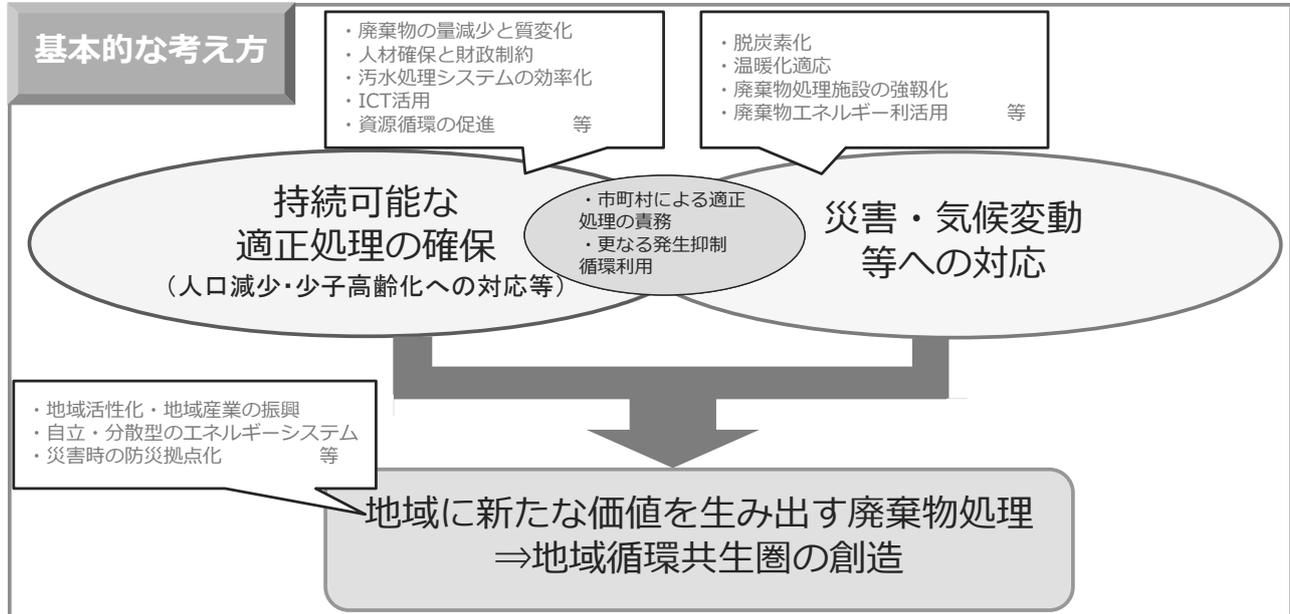
【下限】一人一日当たりごみ排出量下限値(推計値)に推計人口(※2)を乗じて算出

※1：一般廃棄物処理事業実態調査

※2：国立社会保障・人口問題研究所による平成29年度推計

基本理念

3 Rの推進・適正処理の持続性を確保し、
地域を豊かにする廃棄物処理システムの構築



20

持続可能な適正処理の確保①

人口減少・少子高齢化等への対応

○廃棄物の量的・質的变化

- ・人口減少によるごみ総排出量の減少、高齢化の進展による紙おむつの増加等を踏まえたごみ処理体制の再構築
- ・外国人観光客や外国人居住者の増加に伴う事業系ごみの増加やごみ質の変化に応じた収集運搬体制の構築

○廃棄物処理を支える人材の確保

- ・研修・情報交流・人材交流等の機会の創出

○財政制約の高まり

- ・PPP/PFI事業の導入などの民間活用の実施
- ・市町村の処理責任を果たすため、連携先・委託先の民間事業者へのモニタリング体制の強化
- ・売電に頼り過ぎない長期的な視点からの廃棄物エネルギーの有効利用

○廃棄物処理システムの効率化

- ・廃棄物の広域的処理・処理施設の集約化
- ・全体最適の観点から廃棄物の種類ごとや施設整備時等に市区町村間で処理を分担する広域ネットワーク化

○汚水処理システムの効率化

- ・人口減少にも柔軟に対応できる個別処理の特性を持つ浄化槽の整備

○ごみ出し・分別困難者の増加

- ・高齢者ごみ出し支援や安否確認等の福祉政策と連携した、地域の福祉向上に貢献する収集運搬体制の構築

21

持続可能な適正処理の確保②

処理システム・体制の確保・効率化

○施設の長寿命化・延命化

- ・ストックマネジメントを推進することによる長寿命化の実現

○ICTの活用

- ・AIやIoT等のICTを活用した運転監視の高度化・省力化・コスト低減、機器修繕・更新の最適化、選別の自動化

○適正処理の確保・資源循環の促進

- ・品目・素材に応じたEPR・高度リサイクルの構築
- ・リチウムイオン電池使用製品やスプレー缶など、廃棄、処理する際に危険性のある廃棄物の適切な回収・処理・リサイクルシステムの開発
- ・広域認定制度等の活用を通じた製造事業者等による資源循環の取組促進

○プラスチック資源循環戦略

- ・プラスチック利用の削減、プラスチックのバイオマス化とリサイクルの強化

○食品ロス

- ・国民意識の向上による食品ロス削減に向けた排出段階での取組
- ・飼料化、肥料化、エネルギー回収等の徹底的実施

22

災害・気候変動等への対応

気候変動対応

○廃棄物処理システム全体の脱炭素化

- ・廃棄物エネルギーの有効活用の推進
- ・AI・IoT等のICTの活用

○「適応」の観点からの検討

- ・気候変動による災害への備えはもとより、気温上昇や降水量増加に対応したごみ処理体制の確保
- ・感染症リスク回避のための廃棄物処理、公衆衛生の確保の役割増

○炭素循環プラント実現に向けた革新的技術開発

- ・ごみ焼却施設の炭素循環プラントとしての活用を目指した革新的技術開発

災害対応

○災害廃棄物処理計画の策定や災害協定の締結等の「平時からの備え」

- ・これまで災害での教訓に基づいた計画策定や国、地方自治体及び事業者等関係者間の連携・協力等の事前の準備

○廃棄物処理施設の耐震化・浸水対策等の強靱化

- ・大地震による大規模災害や気候変動による大規模な水害を想定した施設やシステムの強靱化

○災害時の自立運転も含めた廃棄物エネルギー利活用

- ・災害時において、自立運転を継続しつつ、避難所や地域にエネルギー供給する機能をもつ廃棄物処理施設の導入の促進

23

○地域活性化・地域産業の振興

- ・地域の資源循環拠点やエネルギーセンターとして機能することにより、地域産業の振興、企業誘致や新規ビジネス創造促進
- ・漁業施設、農業施設へ蒸気や温水、電気等を供給することによる一次産業との連携
- ・食品廃棄物の堆肥化、飼料化による農家との連携や廃棄物系バイオマス、し尿処理施設等の連携
- ・廃棄物処理施設を人材育成につながる社会・学習施設としての拠点作り
- ・グリーンボンドの発行などを通じ資源循環・脱炭素化のための資金を地域内外から調達

○自立・分散型のエネルギーシステム

- ・工業団地、商業地域に立地し、蒸気や温水、電気等を隣接する工場、商業施設等に供給
- ・過疎地域、島嶼部等の中小廃棄物処理施設における地域の特性に応じた廃棄物エネルギー回収技術の導入
- ・バイオガスの産業利用・水素源等としての有効活用

○災害時の防災拠点化

- ・廃棄物処理施設の避難所として活用、災害対策拠点へ熱や電気を供給するなど防災拠点化の推進

⇒地域循環共生圏の創造

地域循環共生圏を踏まえた一般廃棄物処理のあり方のイメージ（たたき台）について

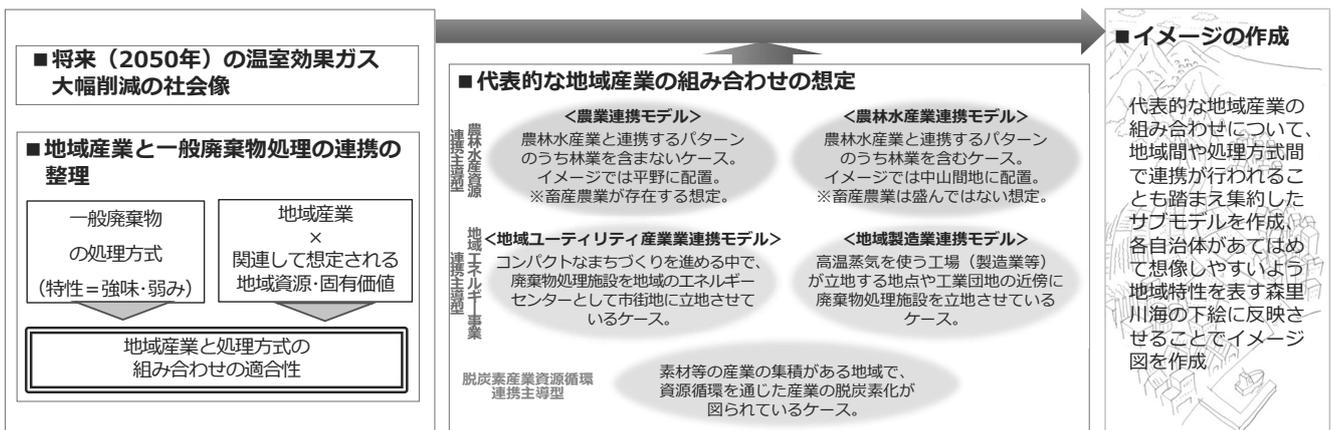
(1) 廃棄物処理からみた地域循環共生圏形成のアプローチ

- 地域産業との連携や他の地域資源と組み合わせた活用によって、地域の課題解決への貢献や地域経済循環の改善を通じて地域の社会経済面を向上させ、結果として地域の脱炭素化にも繋げていく方策の追求が求められる。
- 地域循環共生圏の形成に向けては、「**エコタウン**」や「**地域循環圏**」の考え方を基盤として、地域の状況や循環資源ごとの性質などに応じて周辺や他の地域と共同して最適な規模での資源循環を重層的に実現していく。

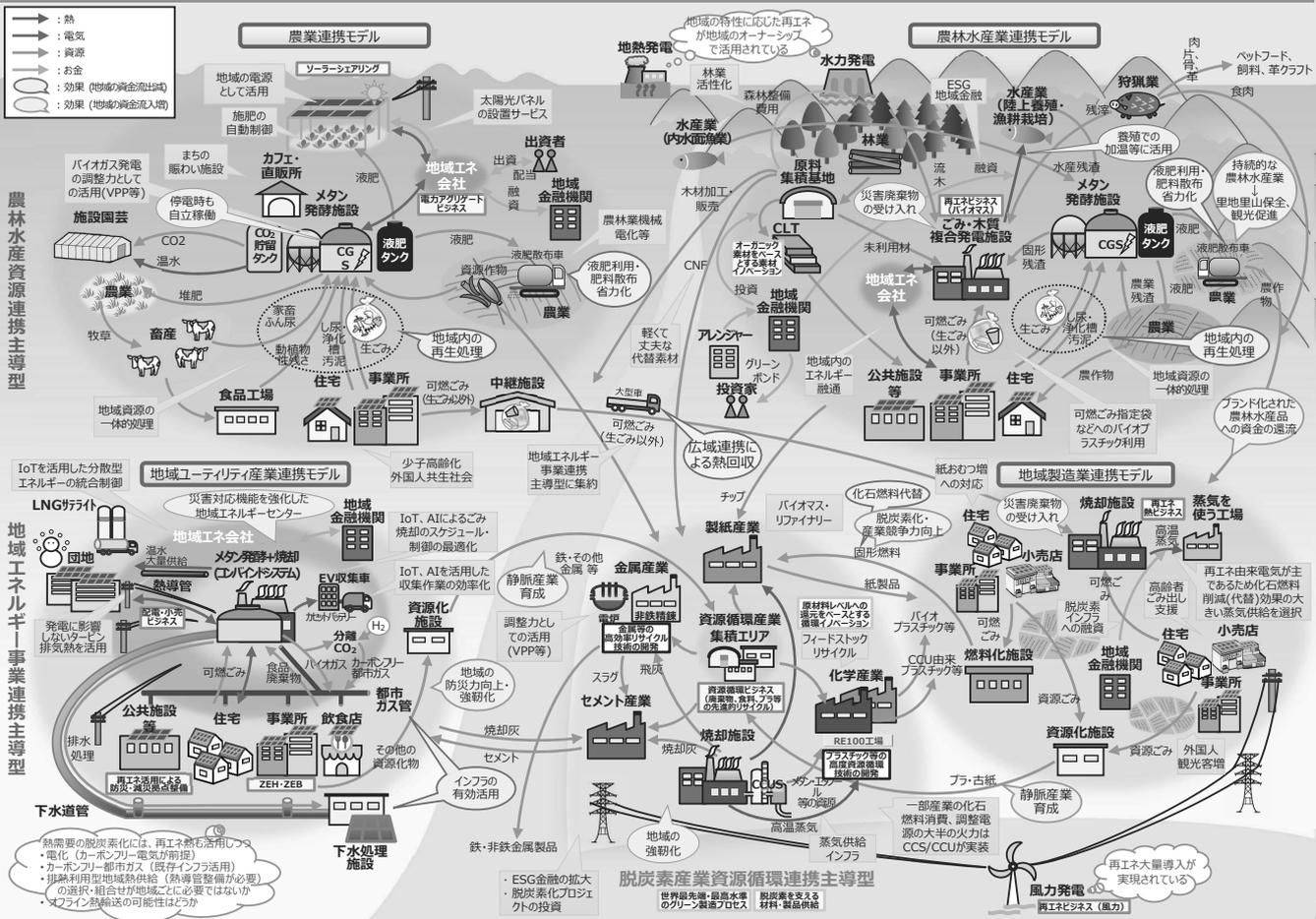
「地域循環共生圏」創造の重要なポイント



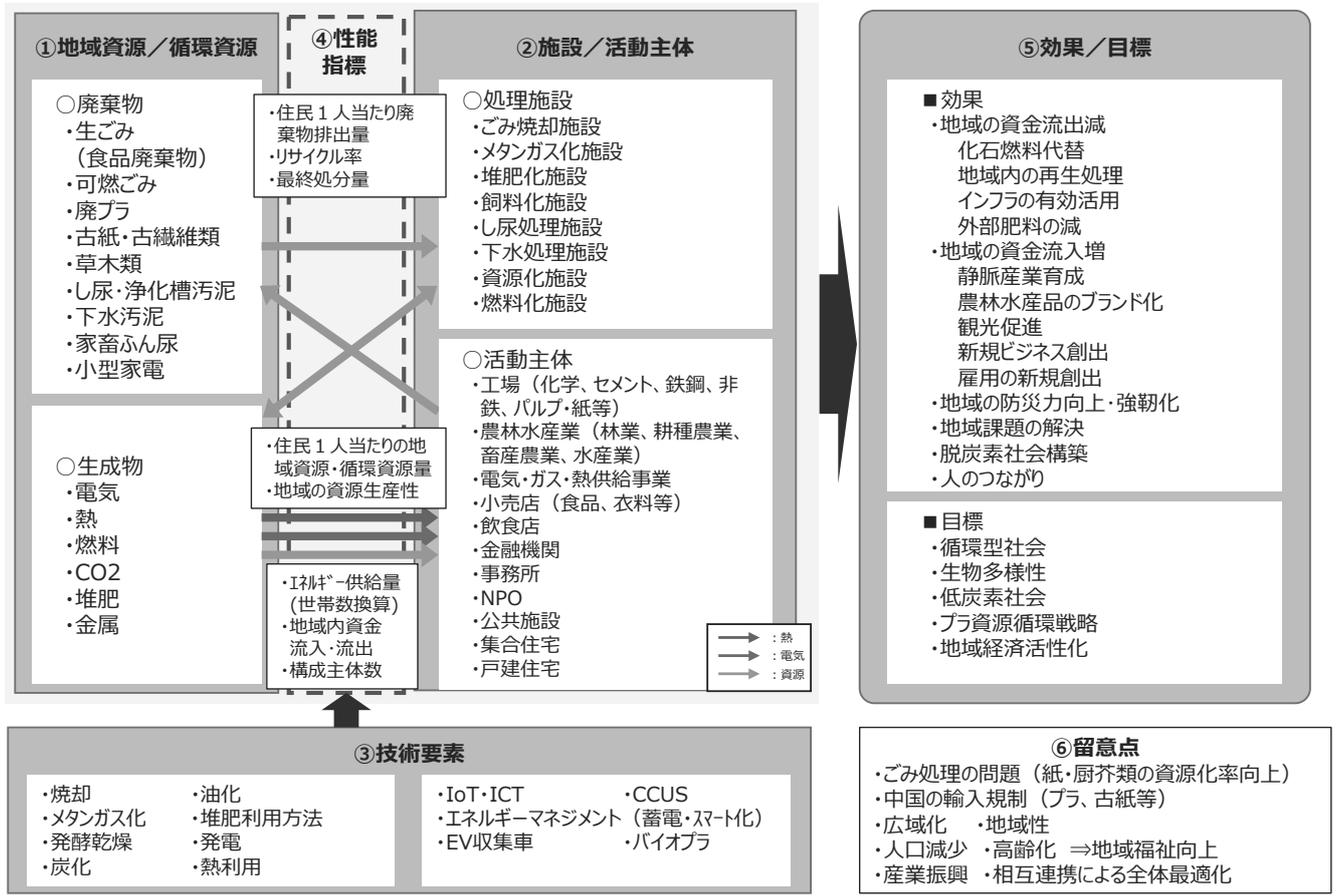
(2) 地域循環共生圏イメージ図作成にあたっての考え方



地域循環共生圏を踏まえた一般廃棄物処理のあり方のイメージ (たたき台)



構成要素の検討



地域のエネルギーセンターとしての可能性を追求した事例（武蔵野市）

ごみ焼却に伴う廃熱回収による蒸気と発電電力を、周辺公共施設（庁舎、体育館、コミュニティセンター等）に供給するため、付帯設備（熱配管、電力自営線等）の設置・改修を行った。

〔新武蔵野クリーンセンターの焼却炉処理能力=120t/24h〕

導入の経緯

廃棄物焼却施設（クリーンセンター）の新設に当たり、周辺住民や有識者等による協議会を設置し、設備・デザインの方針等についての話し合いを重ね、地域と一体になった施設作りを行った。

導入の効果

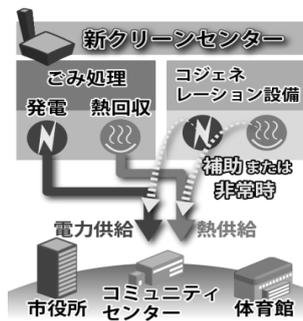
地域住民の協力のもと、迷惑施設問題をプラスに転換し、最新鋭のプラント技術を導入して周辺環境を整備した。

「災害に強い施設（災害時エネルギー供給拠点）」、「開かれた施設」、「安全・安心な施設」、「景観及び建築デザインに配慮した施設」として建設し、運用している。

また、CO2削減効果についても当初の計画を達成している。

CO2削減効果

CO2削減量 = 約2,270 t-CO2/年
CO2削減コスト = 約490円/ t-CO2



公共施設のエネルギー供給拠点

(出典：武蔵野市資料)



廃棄物焼却施設の外観

広域化によるごみ処理の役割分担の事例（中・北空知地域）

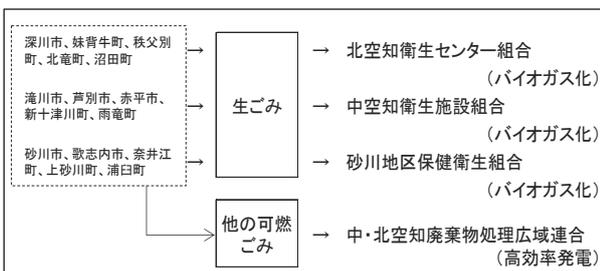
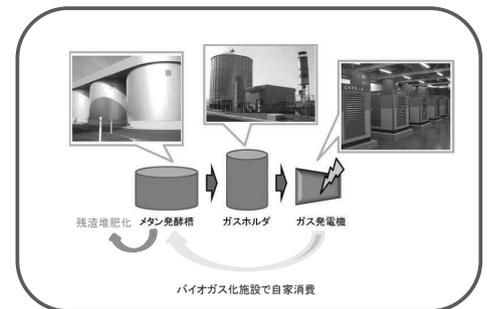
北海道の中・北空知地域のごみ処理は、広域な地域を3ブロック(3組合)に分けて集約し、生ごみ、不燃ごみ、粗大ごみ及び資源ごみは組合ごとに中間処理を行い、可燃ごみについては3組合から5市9町で構成される中・北空知廃棄物処理広域連合の焼却施設に運搬され、当該広域連合で焼却処分を行っている。

導入の経緯

従来の可燃ごみの中間処理では、3組合がそれぞれ民間企業へ委託し、焼却処分を行っていたが、民間企業の事業撤退を受けて平成22年に広域連合を設立、平成25年4月より可燃ごみの広域処理を行う「中・北空知エネクリーン」（処理能力85トン/日）の稼働を開始した。余熱利用として、蒸気タービンで発電を行い施設内機器等（ロードヒーティングを含む）の電気を全てまかない、余剰電力は売却している。

地域循環共生圏に資する取組

3組合は、それぞれバイオガス化施設を整備し、メタンガスのエネルギー利用や残渣の堆肥化等を行っている。



地域のエネルギーセンターとしての可能性を追求した事例（八代市）

地域に新たな価値を創出する廃棄物処理施設の整備

◆回収したエネルギーを電気や熱として活用することによる地域産業の振興

事業の概要

平成30年7月から稼働した八代市環境センターでは、隣接する八代漁業協同組合増殖センターへ温水の供給を行う。
熱源のみの供給で、80℃の温水を供給し、増殖センター水槽内の配管で熱交換し海水を温める（10℃⇒18℃）。熱交換後の戻り温水は60℃で、再度80℃に加温しポンプで循環する流れとなる。
養殖センターではヒラメやエビ類の稚魚育成が行われる。
温水の供給期間は冬季のみ（1月から3月）となっている。

事業の効果

- ・イニシャルコスト（設計費、工事費等）、ランニングコスト（水道代、薬剤費、道路使用料、）について供給先に負担を求めない。（無償）
- ・地域のCO₂削減
A重油19,272ℓ/年（二酸化炭素 52,227kg-CO₂/年）の削減効果

施設の概要

| | |
|------|--------------------------------|
| 施設規模 | 134 t/日（ストーカ方式：67 t/24 h×2 系列） |
| 熱供給量 | 2,420MJ/h（メーカー設計値） |
| 供用開始 | 平成30年7月 |
| 事業方式 | DBO方式（運営期間：20年間） |

廃棄物焼却施設の外観



八代漁協増殖センター

（出典：八代市HP）



稚魚育成

廃棄物処理施設を核とした地域循環共生圏に資する事例（宇都宮市）

事業概要

日本初のLRT新規整備をきっかけとした地域の低炭素化を推進し、廃棄物エネルギー等の再生可能エネルギーを地産地消するビジネスモデルの構築を目的として、地域新電力を立ち上げ、廃棄物発電による電力をLRT・公共施設に供給し、収益を地域の低炭素化に還元する。

事業体制

本事業の検討を行った「低炭素で安心・安全なまちづくり懇談会」メンバー

- 【経済】宇都宮商工会議所、あしぎん総合研究所
 - 【金融】足利銀行、栃木銀行
 - 【交通】宇都宮ライトレール、栃木県バス協会、栃木県タクシー協会
 - 【エネルギー】東京電力エナジーパートナー、東京ガス
 - 【学識】宇都宮大学
- ⇒市が51%出資すると仮定して事業採算性を検討。
パートナー企業は今後探索。

事業効果（目標年度：2022、基準年度：2018）

- 【CO₂排出削減効果】
4,533t-CO₂/年（約1001世帯分の排出量）
 - 【再生可能エネルギー利用量】
11,304MWh/年（約2571世帯分の電力）※非FIT分
 - 【地域経済付加価値】
5,585万円/年（うち新電力の純利益は地域に還元）
 - 【行政コスト削減】
公共施設電力料金 455万円/年削減
廃棄物発電の売電収入 1,469万円/年増加
- ⇒将来的に市内の家庭・事業者の卒FIT電源を調達することで再エネの維持につなげる。

（環境省 地域の多様な課題に応える低炭素な都市・地域づくりモデル形成事業）

事業イメージ（目標年度：2030）



LRT沿線の低炭素化



事業スケジュール

- 2018：基礎調査
- 2019：詳細調査
- 2020：地域新電力会社設立
- 2021：公共施設供給開始
- 2022：LRT供給開始
- 2022以降：事業拡大

廃棄物処理施設を核とした地域循環共生圏に資する事例（廿日市市）

エネルギー回収型廃棄物処理施設で生じた未利用熱を、発電と隣接する都市ガス事業者に供給し、循環型社会および低炭素社会の構築を目指す。

背景

- ・複数の中間処理施設の管理による効率性の低さ、処理費増大
- ・施設の老朽化による維持管理費の増大
- ・平成30年度末の福山リサイクル発電事業の契約満了

検討

- ・可燃ごみ処理を人口が集中する沿岸部に集約
- ・効率的な収集運搬と処理を行うことで、環境負荷の低減とコストの削減
- ・将来的な建替えのために、まとまった土地の確保
- ・エネルギー事業者との連携が可能な臨海部を選定

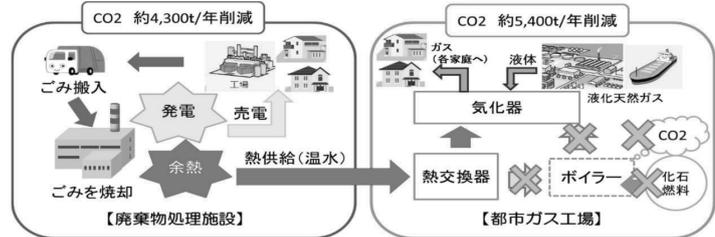
事業の概要

重点施策の一つとして「新ごみ処理システムの構築」と位置づけ、廃棄物の効率的な処理システムの構築を目的とし、廃棄物処理施設の集約化を図り、環境性能、経済性能、社会性能及び安全性能の4つの観点から、エネルギー回収型廃棄物処理施設等として整備し、隣接する大竹市で発生する可燃ごみ等を長期的かつ安定的に処理する施設

施設の概要

| | |
|------|------------------------------|
| 施設規模 | 150 t/日（全連続流動床炉75 t/24時間×2炉） |
| 熱供給量 | 約77,400GJ/年 |
| 供用開始 | 平成31年4月 |
| 事業方式 | DBO方式（運営期間：20年間） |

隣接する都市ガス工場とのエネルギー連携イメージ



新ごみ処理システムの構築



廃棄物焼却施設の外観



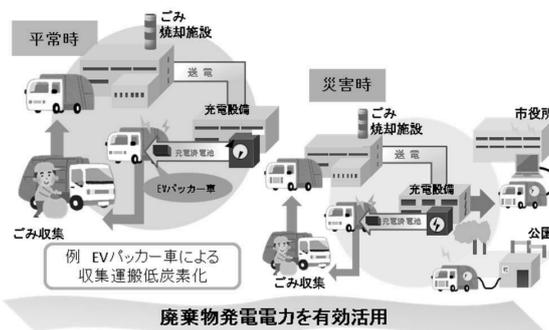
(出典：市HP)

廃棄物処理施設を核とした地域循環共生圏に資する事例（川崎市、所沢市）

ごみ焼却施設における廃棄物発電で得られた電気を電池ステーションへ送電して電池を充電し、電動ごみ収集車（EVパッカー車）に搭載して収集運搬業務を行い、CO2排出量を削減し、低炭素社会を実現

川崎市の概要

- 【実施場所】
- ・浮島処理センター
- 【導入台数】
- ・給電蓄電システム1基
- ・EVパッカー車1台
- 【CO2削減効果】
- ・約8.9t-CO2/年
- 災害時にEVパッカー車を防災拠点等へ移動させ、非常用電源として活用。



所沢市の概要

- 【実施場所】
- ・東部クリーンセンター
- 【導入台数】
- ・給電蓄電システム1基
- ・EVパッカー車1台
- 【CO2削減効果】
- ・約12.9t-CO2/年
- 災害時にEVパッカー車を防災拠点等へ移動させ、非常用電源として活用。

川崎市 EVパッカー車（市HPより）



所沢市 EVパッカー車（市HPより）



廃棄物処理施設を核とした地域循環共生圏に資する事例（熊本市）

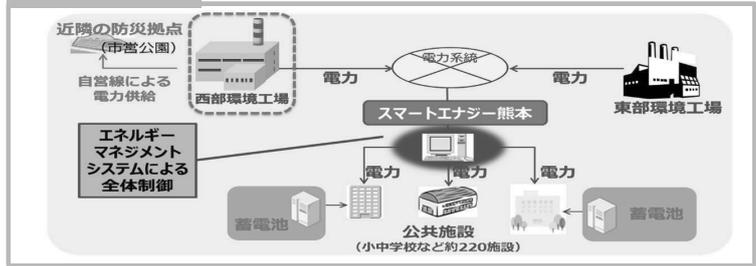
事業概要

「官民の双方が主体性を持った地域エネルギー事業会社」を設立し、公共と民間が共同で事業運営を担うことで地域に根ざした持続可能な経営を追求し、公共施設等での再生可能エネルギーの地産地消と災害に強い自立・分散型のエネルギーシステムの構築により、地域循環共生圏の実現を目指す。

事業概要

- ◆ 市の西部・東部環境工場の発電を一体化、地域の公共施設に供給
- ◆ 近隣の防災拠点には自営線を敷設し電力供給し、防災機能の充実化を実現
- ◆ 需要側での蓄電池制御+マネジメントシステムによる全体制御
- ◆ 電力供給先のCO₂排出量8割以上減、再エネ利用率=地産地消率は95%に

事業イメージ



エネルギーマネジメント設備の概要

【蓄電池】

| 設置予定施設 | 契約規模 | 想定電池容量 |
|---------|-------|--------|
| 上下水道局庁舎 | 382kW | 700kWh |
| 南区役所 | 152kW | 550kWh |

【電力自営線】

| | |
|----------|------------------------|
| 敷設範囲 | 西部環境工場～ 熊本市城山公園運動施設 |
| 敷設延長 | 約350m |
| 敷設先概要 | スポーツ広場 テニス・フットサルコート |
| 防災上の位置付け | (城山公園) 熊本市指定緊急避難場所 |



今後の取組

<全般>

・周辺市町村への事業拡大（連携中枢都市圏16市町村での取組）

<省エネ対策事業>

- ・蓄電池導入推進（20箇所程度）
- ・全公共施設照明のLED化支援
- ・省エネ設備更新支援（地域エネルギー会社によるESP等）
- ・エネルギー多消費施設のエネルギー関連設備運用（例：市民病院エネルギーセンターの運用受託）

<再エネ推進事業>

- ・リユース太陽光・リユース蓄電池の教育施設等への導入
- ・小水力発電等導入
- ・卒FIT対応

その他、「5歩先を行く」地域エネルギー事業を目指す

36

地域の防災拠点としての役割を目指した事例（今治市）

地域の防災拠点として、大規模災害時にも稼働を確保することにより、電力供給や熱供給等の役割も期待

事業の概要

21世紀のごみ処理施設（今治モデル）を目指し、次の3つの柱を掲げている。

- ① 廃棄物を安全かつ安定的に処理する施設
- ② 地域をまもり市民に親しまれる施設
- ③ 環境啓発・体験型学習及び情報発信ができる施設

地域の防災拠点として、指定避難所に位置づけ、地域防災計画にも明記している。

災害時、320人が避難可能なスペース及び7日分の防災備蓄品（生活用品、衛生用品、水、食料品）を備えている。

地域に親しまれる施設として、環境啓発の見学者ホール、多目的室、大研修室等を市民に開放。

取組のポイント

- 非常用電源により、災害時の避難所への電力供給とプラントの立ち上げが可能
- 事業継続計画（BCP）を策定。リスクと被害を想定し、強化を図るとともに、非常用の燃料や薬品等を7日分備蓄している。
- 避難所開設時にプライバシー確保のためのパーテーションを備蓄。
- 公共インフラの寸断に備えて地下水揚水設備を完備。飲料水及びプラント用水の確保が可能。
- 災害用マンホールトイレを備え、避難者320人1週間分以上の汚水貯留ピットを整備。
- 災害時は災害対策本部の指揮下でSPCが協力する協定を締結。

施設概要

| | |
|------|--------------------------------|
| 施設規模 | 174 t/日（ストーカ方式：87 t/24h × 2系列） |
| 発電出力 | 蒸気タービン発電機：3,800kW |
| 供用開始 | 平成30年4月 |
| 事業方式 | DBO方式（運営期間20年間） |

廃棄物焼却施設の外觀



（備蓄食料品）



（避難所）



（環境学習コーナー）



（災害用マンホールトイレ）

37

中小廃棄物処理施設における先導的廃棄物処理システムの評価・検証を行います。

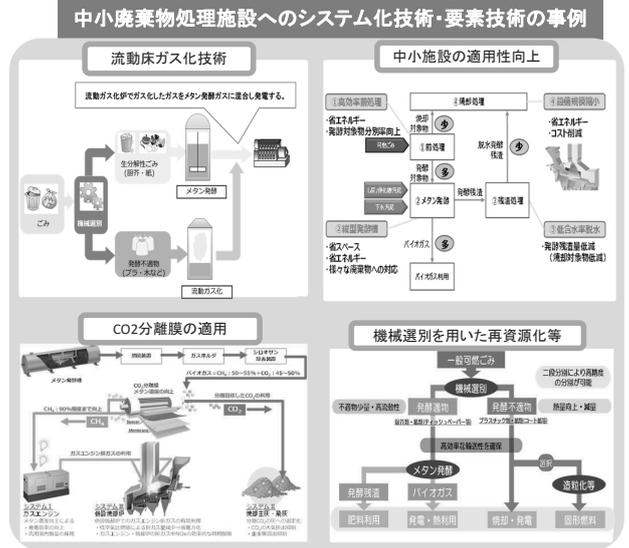
1. 事業目的
- ① 市区町村と先導的な技術を有する企業が共同で、地域特性を十分踏まえた廃棄物エネルギー利活用に係る技術評価・検証事業を行う。
 - ② 本事業で得られた技術的知見等を広く水平展開し、他の中小廃棄物処理施設への導入の一層の促進を図るとともに、中小廃棄物処理施設のマルチベネフィット（自立・分散型エネルギー社会や地域防災能力の構築等）にも着目する。
2. 事業内容

- 第5次環境基本計画で打ち出された「地域循環共生圏」は、自立・分散型の社会を形成しつつ近隣地域等と地域資源を補完し支え合う考え方であり、中小廃棄物処理施設においても地域活性化に取り組むことが重要である。
- バイオマスをはじめとした廃棄物エネルギーは十分に活用されておらず中小規模（特に100t/日未満）の廃棄物処理施設では、発電などの余熱利用がほとんど行われていない。
- 現在の廃棄物発電の主流である廃熱ボイラ+蒸気タービン方式は、中小規模施設では効率が低下する課題があり、エネルギー効率のより高い先導的な技術・システムの評価・検証が必要である。そこで、以下の事業について委託を行う。
 - (1) 中小廃棄物処理施設における先導的廃棄物処理システム化等評価・検証事業（600百万円）
 - ①先導的廃棄物処理システム化技術評価・検証事業（500百万円）
 - ②先導的廃棄物処理要素技術評価・検証事業（100百万円）
 - (2) 中小廃棄物処理を通じた資源循環・エネルギー回収促進方策モデル調査検討事業（50百万円）

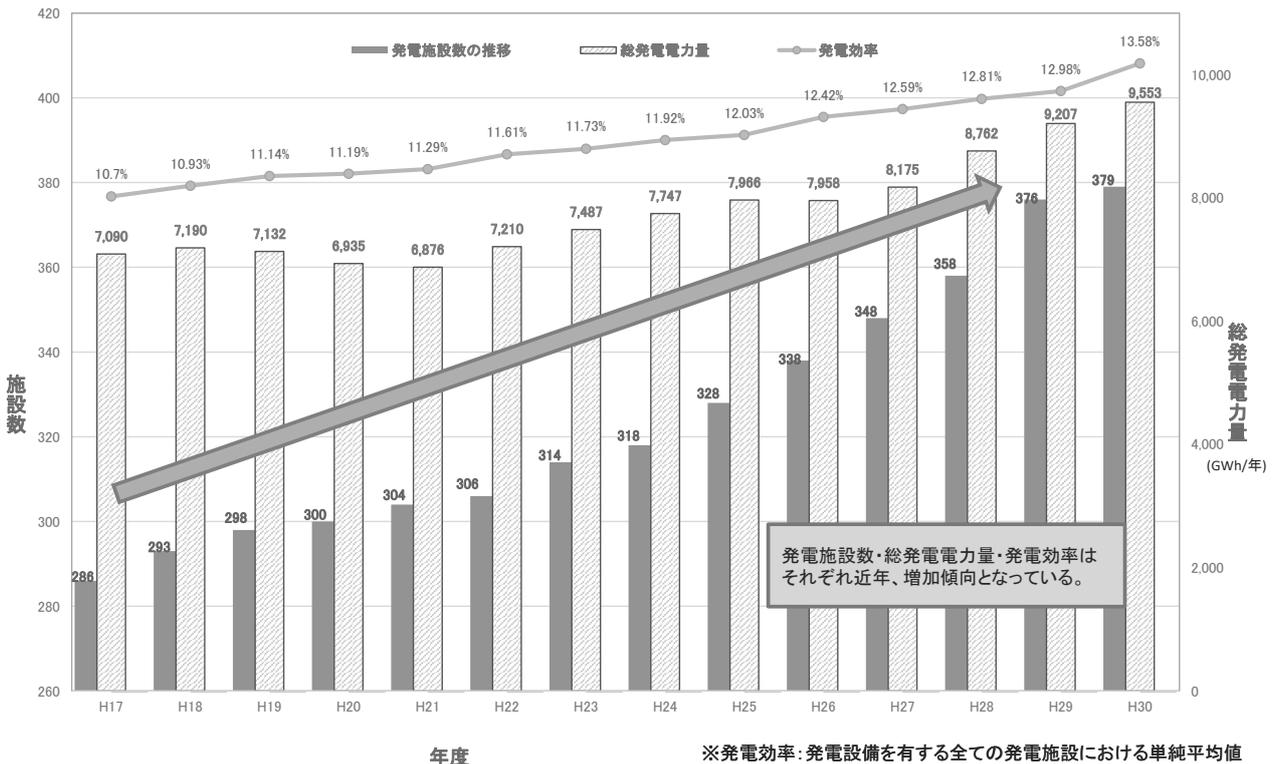
3. 事業スキーム

- 事業形態 委託事業
- 委託先 (1)民間団体及び地方公共団体 (2)民間団体
- 実施期間 平成29年度から令和2年度まで
(令和元年度までに採択された継続事業のみ)

4. 事業イメージ

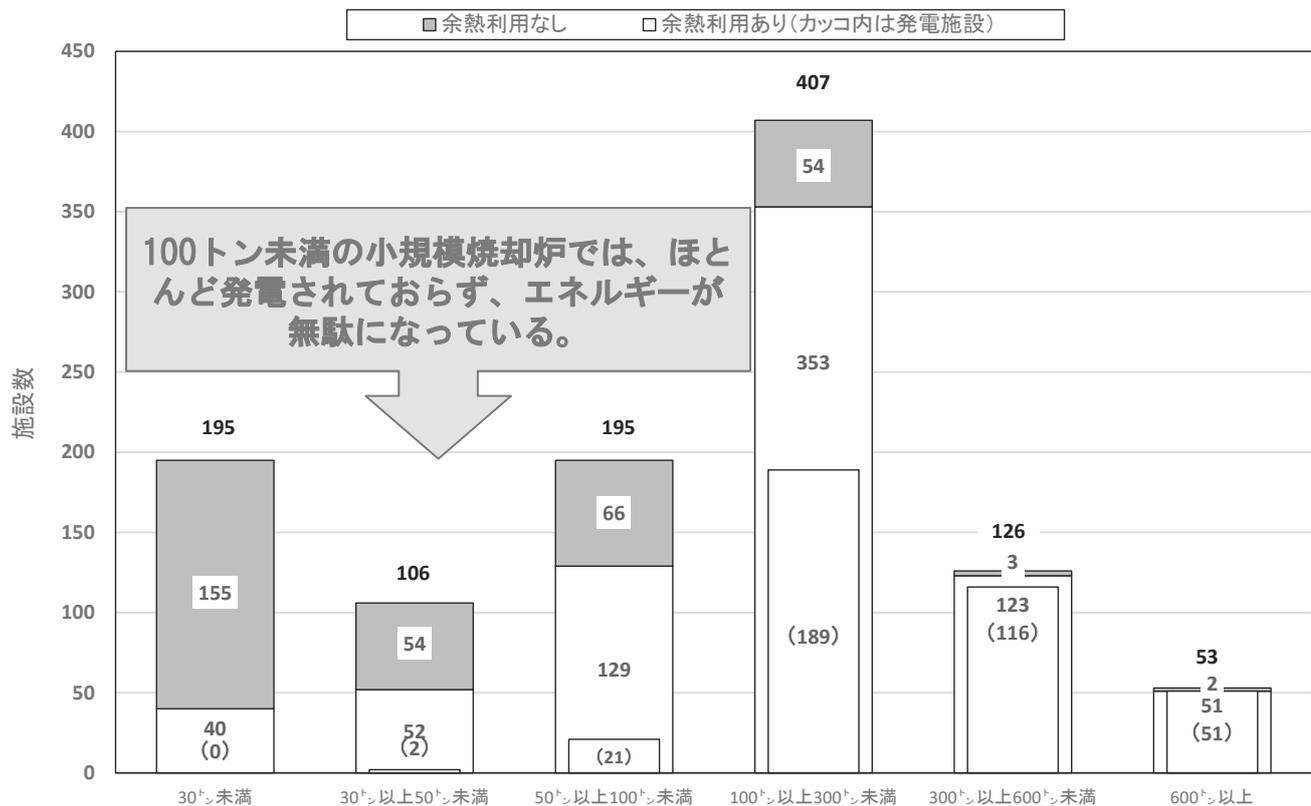


一般廃棄物処理における熱回収
(発電施設数・総発電電力量・発電効率※の推移)



< 出典 > 一般廃棄物処理実態調査 (環境省)

一般廃棄物処理における熱回収 (ごみ焼却施設の処理能力別の余熱利用状況)



<出典> 日本の廃棄物処理 平成30年度版 (環境省)

処理能力(トン/日)

40

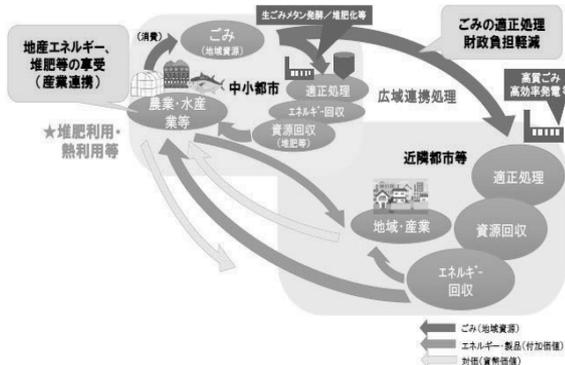
中小施設におけるエネルギー回収先進導入事例の特徴整理

| 技術の選択肢 | 導入事例 | 特徴等 | | | | |
|-----------|--------------------|--------------------------------------------|--------------------|------------------------|---------------|---------------------|
| | | 施設規模 | 運転方式 | 対象ごみ | 処理コスト | 地域特性 |
| 焼却 | スクロー式 | 田村広域(40t/日) 大和郡山市(180t/日) | 70t/日未満 適用可 | | | 小型ボイラ、 BT主任不要 |
| | ラジアルタービン | 唐津市(150t/日) | (70t/日未満 適用可能性) | 貫流ボイラに より迅速な立 上げ | | 小型ボイラ、 BT主任不要 |
| | バイナリー | 丹波市(46t/日) | 70t/日未満 適用可 | | | ボイラ不要 |
| | ボイラ・タービン | 横手市(95t/日) 他 | 70t/日以上 | | | |
| | 温水(又は蒸気)利用 | 日高中部衛生施設組合(38t/日)他 | 10~20/日 未満適用可 | | | 熱需要の存在 (融雪等) |
| メタン化 | バイオガス発電 | 秋田バイオガス発電(50t/日) | 70t/日未満 適用可 | | 事業系生ご みを対象 | 発酵残渣の 農業利用 |
| | | 大木町(41.4t/日)他 | | | 家庭系生ご み分別 | 発酵残渣の 農業利用 |
| | バイオガス発電+焼却 | 南但広域行政事務組合 (焼却と併せて40~50t/日程度) | | | | |
| | バイオガス発電 +広域焼却発電 | 中・北空知広域連合 他 (焼却:85t/日、メタン化:16,55,22t/日) | | | 家庭系生ご み分別 | 発酵残渣の 農業利用 |
| 固形 燃料化 | トンネルコンポスト | 三豊市(民設民営43.3t/日) | 70t/日未満 適用可 | | | 燃料需要 (製紙工場) |
| | 炭化燃料化 | 西海市(30t/日) | | | | 燃料需要 (製塩工場 等) |
| ガス化 | 技術実証中 | | | | | |

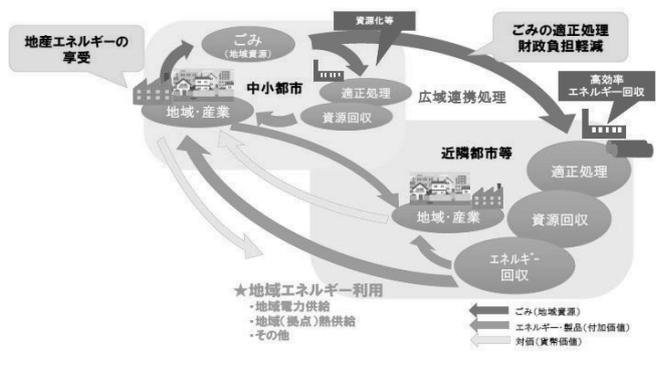
41

中小廃棄物処理施設における地域循環共生圏構築のアプローチ

- ◆ 地域の一般廃棄物処理施設における地域循環共生圏の構築を考える場合、周辺を含む地域の特性・ニーズを踏まえ、それぞれに適した循環を形成。
- ◆ 特に、100トン/日を下回る中小の廃棄物処理施設を念頭に、バイオマス系資源循環を重点にしたものと地域エネルギーを重点にしたものの2つのモデルを検討。



農林水産資源連携主導型
 -バイオマス系資源循環の重点的推進-
 (イメージ)



地域エネルギー事業連携主導型
 -地域エネルギーの重点的推進-
 (イメージ)

中小廃棄物処理施設における資源循環・廃棄物エネルギー回収
 促進方策モデル案の構築を目指す

※中小廃棄物処理施設における先導的廃棄物処理システム化等評価・検証事業<2019年度予算 750百万円>のうち
 中小廃棄物処理施設における先導的廃棄物処理技術導入指針調査検討事業

Re-Style

限りある資源を元来につなぐ。
 今、進んでいること。

ご清聴ありがとうございました。

参考資料

廃棄物系バイオマス利活用導入マニュアル

廃棄物系バイオマス利活用の推進に際して

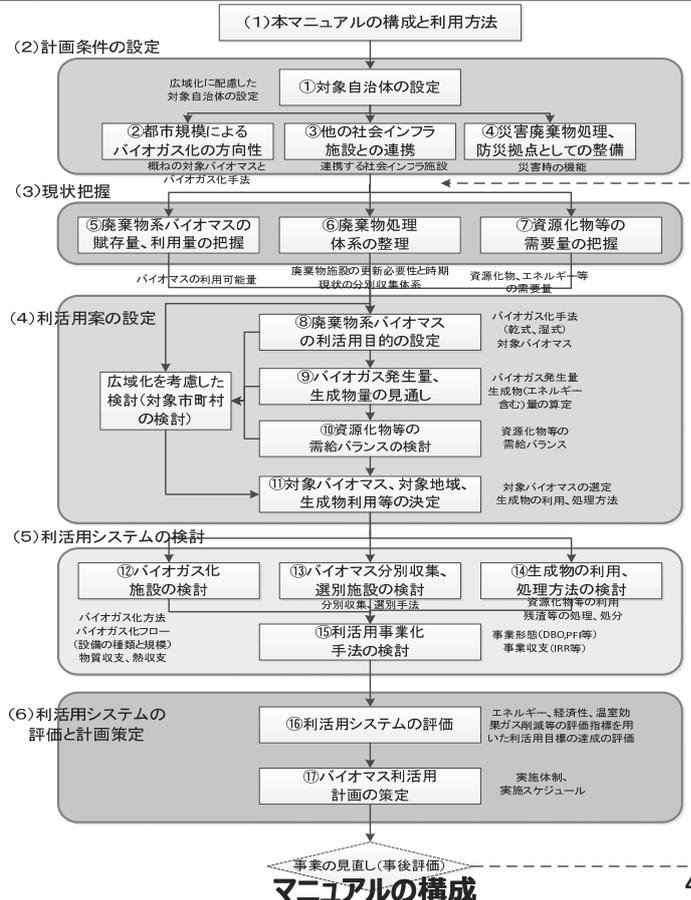
- 既存マニュアルは設計レベルのマニュアルが多い
 - ・メタンガス化(生ごみメタン)施設整備マニュアル
 - ・エネルギー回収型廃棄物処理施設整備マニュアル ほか

- 廃棄物処理、資源化施設の整備に当たって、施設の在り方(規模、種類、形式)や利用方法(需要の確保)についての具体的な検討手法の提示が必要

廃棄物系バイオマス利活用導入マニュアル

- ・循環型社会推進基本法における原則、「発生抑制、再利用、再生利用、熱回収、適正処分」という優先順位を踏まえ、バイオマスの利活用方法のひとつとしてメタンガス化の導入を推進することを目的としたマニュアル

- ・主として地方自治体における廃棄物処理の担当者が、地域特性を生かしてメタンガス化(エネルギー利用)を行うに際して、廃棄物処理・資源化施設としての安全・安心な運転を可能とする施設整備構想の立案化を支援することを目的としたマニュアル



メタンガス化施設整備マニュアル(改訂版)

メタンガス化施設の整備にあたって

◆メタンガス化(生ごみメタン)施設整備マニュアル
(平成20年1月)
・策定当時から時間が経過し、焼却+メタン発酵処理のコンバインドシステムの導入など、状況が大きく変化している。

◆近年のメタンガス化施設の導入事例を踏まえて、施設規模の算定や処理設備の構成など、施設整備にあたって必要な最新の知見を提供する必要がある。

メタンガス化施設整備マニュアル

・生ごみ等の廃棄物系バイオマスを対象とするメタンガス化施設の整備を図ろうとする市町村等に必要情報を提供することにより、メタンガス化施設の適切かつ円滑な整備推進を支援することを目的としたマニュアル

・主として地方自治体における廃棄物処理の担当者が、メタンガス化施設の整備に向けた具体的事項を検討するに際して、必要な検討項目、考え方、最新の知見に基づく数値情報等を提供

廃棄物エネルギー利用高度化マニュアル

➢ 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、方策の選択肢の考え方等を整理して、情報提供する。



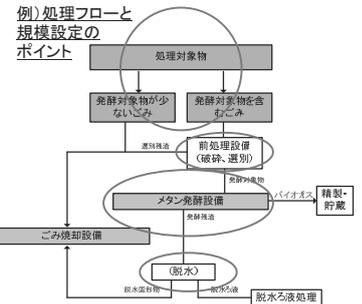
地域のエネルギー拠点としてのごみ焼却施設(イメージ)

マニュアル(改訂版)の主な内容

＜メタンガス化施設整備計画策定の検討手順＞

1. メタンガス化に係る基本的事項の確認

- ◆処理フロー
- ◆処理能力
- ◆処理対象物の検討
- ◆稼働時間
- ◆バイオガスの回収
- ◆発酵残渣の取扱
- ◆環境対策
- ◆安全対策
- ◆関連法規



2. 計画条件の調査

- ◎現状把握 ◎処理対象物の種類、発生量
- ◎計画ごみ質 ◎回収体制 ◎他の処理システムに与える影響

3. メタンガス化施設の構成設備

- 受入供給設備 ●前処理設備 ●メタン発酵設備
- バイオガス前処理設備・貯留設備・利用設備
- 発酵残渣処理設備 ●脱臭設備

4. メタンガス化施設の運転管理上の留意点

- ◇臭気対策 ◇維持管理コストの抑制 ◇搬入物の変動への対応
- ◇安定稼働上の留意事項 ◇エネルギー回収・利用上の留意事項

メタンガス化施設の適切かつ円滑な整備推進

46

廃棄物エネルギー利用高度化マニュアル

廃棄物エネルギーの地域での利活用に向けて

- 市町村が整備する一般廃棄物焼却施設は、地域のエネルギーセンターとしての性格を併せ持っており、市町村のエネルギー政策を考えるうえで、核となる施設である。
- 市町村自らが地域のエネルギー政策を考え、取り組みを始める動きが増えてきており、今後の廃棄物政策の温暖化対策の重要なテーマになる。

マニュアルの主な内容

今後の方向性

➢ 廃棄物エネルギーを電力や熱として地域で有効利用することにより、地域の活性化・低炭素化に資する“地域のエネルギーセンター”として、廃棄物処理施設を位置づけることが求められている。

高度化方策メニュー

➢ 個々の施設及び複数施設での高度化方策について、技術概要、導入効果(先進事例)等を紹介

個々の施設での高度化

- ◎先進的設備導入等による増強・高効率化
例)高温高圧ボイラ、低空気比燃焼
- ◎コンバインド処理による増強・高効率化
例)焼却施設とメタン発酵施設
- ◎個々の施設における安定供給
例)災害時の安定供給
- ◎個々の施設における有効利用
例)電力の自家消費、地域熱供給事業

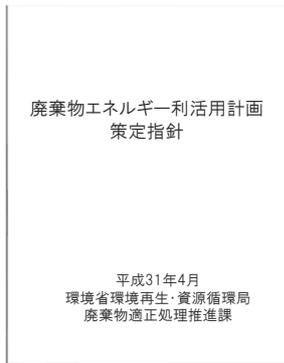
複数施設での高度化

- ◎施設の集約・大規模化等による増強・高効率化
例)広域処理
- ◎廃棄物発電のネットワーク化による増強・安定供給・有効利用
例)地域エネルギー-事業者によるネットワーク

47

廃棄物エネルギー利活用計画策定指針について

◆利活用計画策定の手順やポイントを示した「廃棄物エネルギー利活用計画策定指針」(平成31年4月)を策定しました。



環境省HPで公開

<http://www.env.go.jp/recycle/misc/guide/line/rikatsuyo-shishin.html>

1. 背景と趣旨
 - (1) 廃棄物エネルギーの利活用の必要性
 - (2) 廃棄物エネルギーの利活用による地域貢献に向けて
 2. 廃棄物エネルギー利活用計画とは
 - (1) 計画の意義
 - (2) 計画の位置付け
 - (3) 廃棄物エネルギー利活用計画と他の関連計画との関係
 - (4) 廃棄物エネルギー利活用計画策定に係る関係者との関係
 3. 計画策定の対象とする市町村等
 4. 廃棄物エネルギー利活用計画策定の概要
 5. 利活用計画の検討
 - (1) ごみ処理及びエネルギー利用の現状
 - (2) エネルギー利活用の方針
 - (3) 供給可能なエネルギーの種類と量
 - (4) エネルギー供給先の検討・選定
 - (5) スケジュール調整・検討
- [参考となる計画・マニュアル等][用語集]参考資料

廃棄物エネルギー利活用計画策定モデル事業（越谷市）

◆エネルギー利活用の検討

➢ 越谷市による地域活性化拠点施設へのエネルギー供給を中心に周辺エリアでのエネルギー供給拠点としての方向性を検討



➢ 検討の結果、電力自営線と熱導管による地域活性化拠点施設及び周辺公共施設へのエネルギー供給に優位性。

- ◎地域活性化拠点施設等のエネルギー調達に伴うCO2排出量削減効果(試算) - 1.4 千t-CO2/年
- ◎地域経済効果(地域活性化拠点施設等のエネルギーコスト削減) (試算) - 31~36百万円/年

フィードストックリサイクルの現状と将来展望について

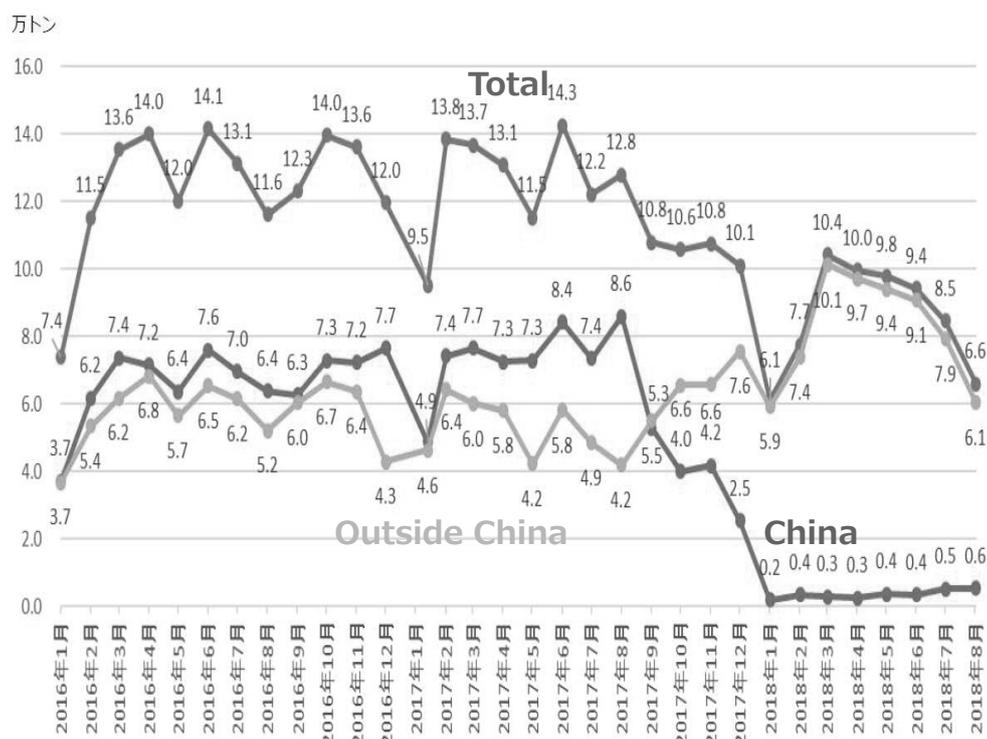


TOHOKU UNIVERSITY

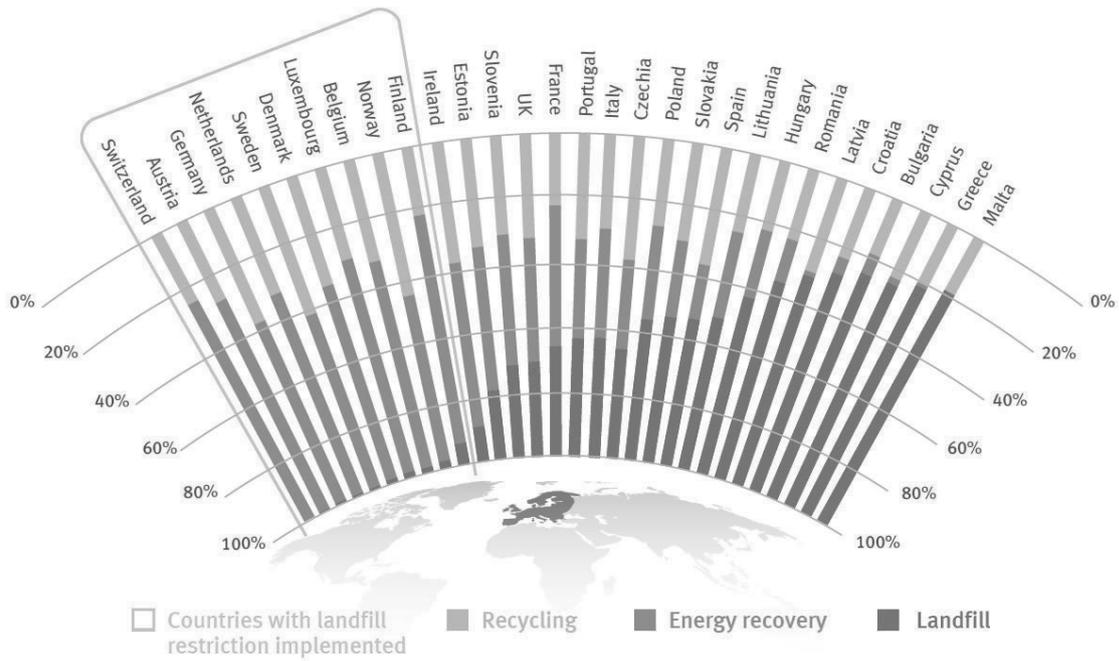
吉岡 敏明
 東北大学大学院環境科学研究科

令和元年度第2回シンポジウム（2020年8月5日）
 地域循環共生圏形成における資源循環分野の果たす役割と可能性

日本からの廃プラスチック輸出量の推移

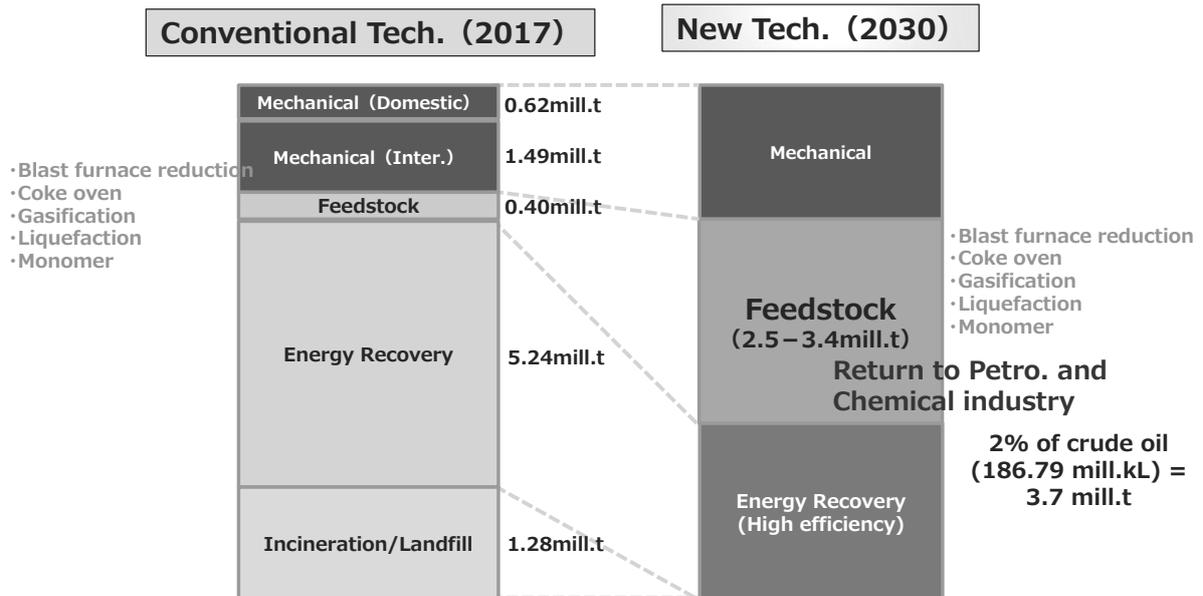


EU各国における廃プラスチック処理の内訳（2016年）



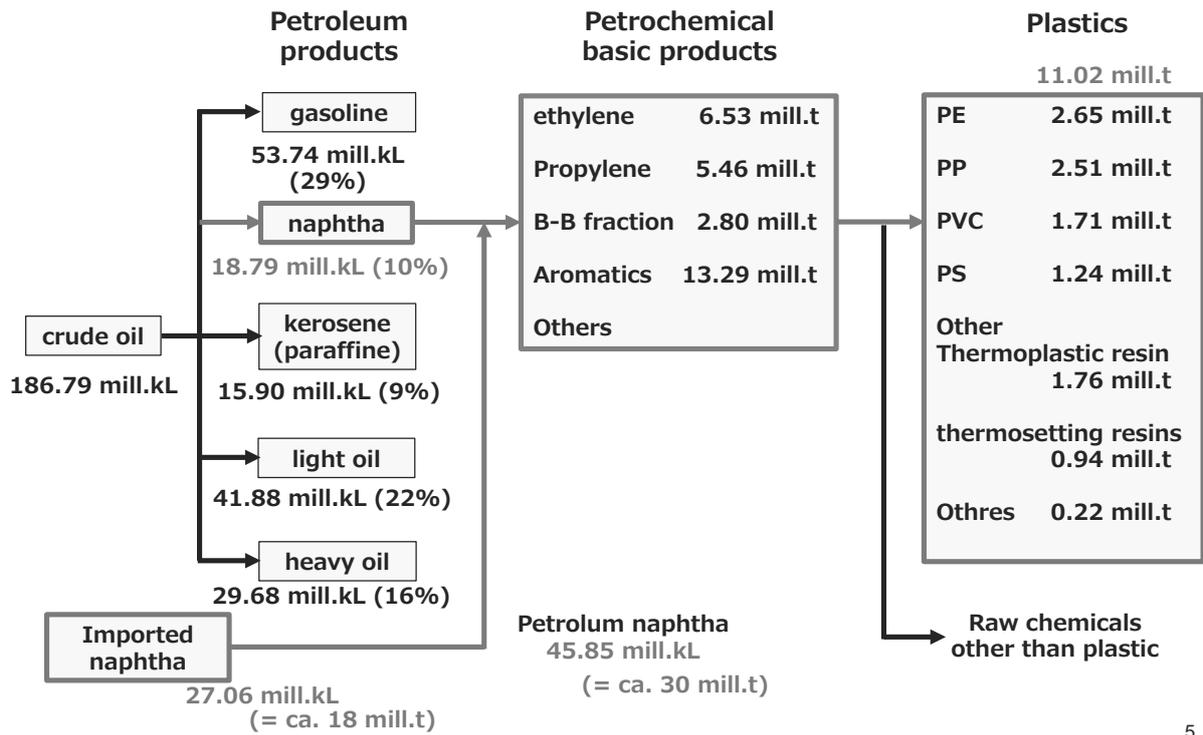
PlasticsEurope, Plastics-the Facts 2018

日本におけるプラスチックリサイクルの将来比率



T.Yoshioka, Y.Saito, S.Kumagai, *Environmental Information Science*, 48, No.3, 39-44, (2019)

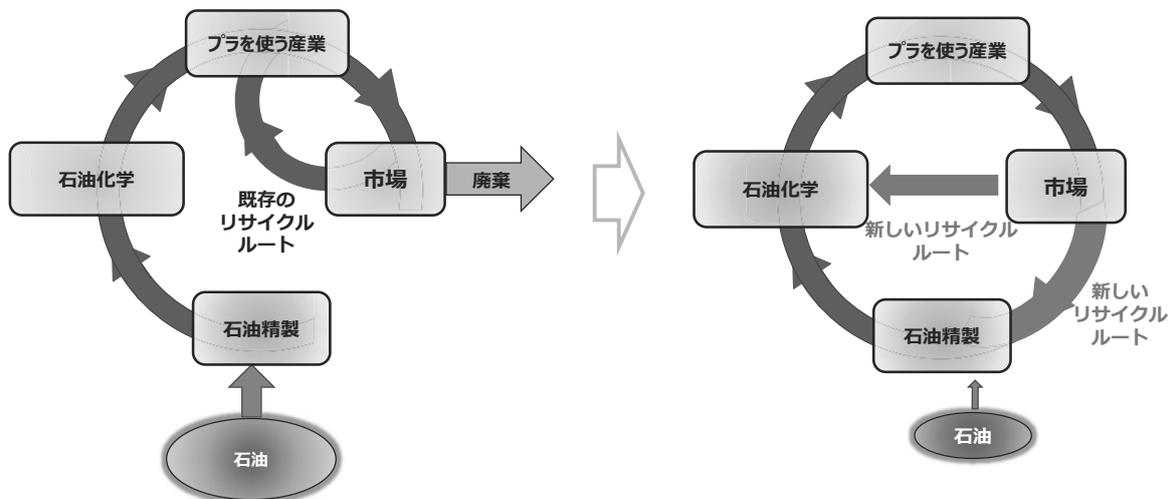
Crude oil use and production by product type (2017), Japan



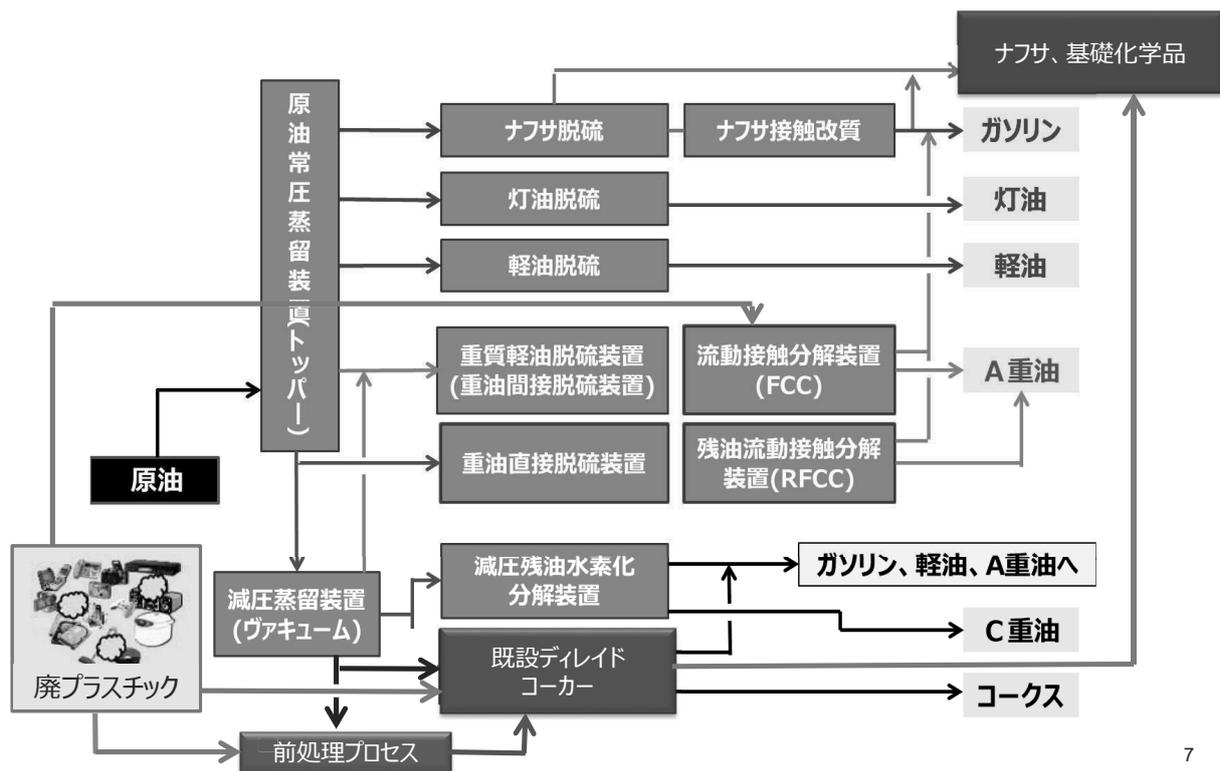
Source: Plastic Waste Management Institute, "An Introduction to Plastic Recycling in Japan (2017)" in Japanese

5

動脈と静脈をつなぐプラスチックリサイクル



既存石油精製プロセスを使うプラスチックのリサイクル



7

欧州におけるケミカルリサイクルリサイクル技術開発状況



| 開発企業等 | 場所 | 技術概要 | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> ・ BASF ・ Quantafuel ・ Vitol S.A. | <ul style="list-style-type: none"> ・ デンマーク ・ ドイツ他 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 廃プラを原料に熱分解オイルを製造 ・ スチームクラッカーで廃プラを分解し、エチレンとプロピレンを生成 | 2,000万€ 16,000t/y |
| Sabic, Plastic Energy | オランダ | <ul style="list-style-type: none"> ・ 金属・水分・重量密度の高いプラをソーティングセンターで除去し、(LDPE、HDPE、PP、PS) を熱分解して炭化水素製品に転換。 ・ 非凝縮性ガスは燃料利用。 | 2030年までに45億ドル 2021年商業稼働 |
| <ul style="list-style-type: none"> ・ Peel Environmental ・ Powerhouse Energy ・ マンチェスター大学エネルギーセンター | 英国内11か所 | <ul style="list-style-type: none"> ・ マテリアルリサイクルに向かないプラスチックを主な原料として水素を製造する施設を開発 | 11の施設で1億3,000万£ 最大25t/d/uni |
| Shellグループ <ul style="list-style-type: none"> ・ Air Liquide ・ Nouryon ・ Enkern | オランダ | <ul style="list-style-type: none"> ・ 前処理済みの廃プラスチックおよびその他の混合廃棄物から約22万トンのメタノールを製造。 | 約2億£ 年間36万t |
| <ul style="list-style-type: none"> ・ Borealis ・ OMV | オーストリア | <ul style="list-style-type: none"> ・ プラスチックを400℃以上に加熱し、分解油を加圧し、さらに溶媒を加えることにより抽出 | 1,000万£ 毎時2,000kg |
| <ul style="list-style-type: none"> ・ Neste ・ Remondis ・ Borealis | <ul style="list-style-type: none"> ・ ドイツ ・ フィンランド | <ul style="list-style-type: none"> ・ 水素処理技術をベースとしてプロパンを製造し、プロパンから脱水素を行いPPの原料を製造。 | 年間20万t以上 |
| <ul style="list-style-type: none"> ・ Lyondell ・ Basell ・ カールスルーエ工科大学 | イタリア | <ul style="list-style-type: none"> ・ MoReTecリサイクル技術熱分解および独自の触媒技術 ・ 多層フィルムなどを含む、一般的にリサイクルが困難とされる廃プラスチックを、触媒分解でプラスチック原料を製造。 | |

8

ガス化

- ①セメントキルンで使用される流動床技術
- ②British Gas-Lurgi (BGL) 方式のガス化装置
- ③噴流式ガス化技術
- ④熔融炉技術

熱分解

- ①将来的な技術革新が期待できる最も興味深い要素技術と期待
- ②ケミカルリサイクルとして技術実装するには、さらに投資が必要。
- ③関連する技術が市場で成立するには、**5年～15年**かかる。

1) 家庭ごみの熱分解処理を行う場合

183 ~ 274 €/ton (技術開発費と材料費のみ)

ナフサ代替として合成ガスまたは熱分解油の販売収入を考慮すると

100 ~ 180 €/ton

(廃棄物発電プラントにおけるエネルギーリカバリーとほぼ同等のコスト?)

2) ケミカルリサイクルプロセスに投入できるようにする前処理コスト

容器包装プラの場合

事前処理コストは、トンあたり**23~33 €/ton**

ASRの場合、

約**28 €/ton** (金属成分が含有による選別が必要なため)

BGLおよび流動床ガス化装置の場合

投入される材料を細破碎しなければならないため追加コストが必要。

- ドイツにおける潜在的な需要
年間約270万トン

内訳：

商業廃棄物（日本でいうところの概ね産業廃棄物：約88万トン）

家庭系廃棄物（約100万トン）

容器包装廃棄物の残差（48万トン）など

現在これらの廃プラスチックは、焼却またはエネルギーリカバリーのために、
100～180€/ton
このコストを転用できればケミカルコストの実施が可能、と報告

プラスチック資源循環戦略マイルストーン

<リデュース>

- ① 2030年までにワンウェイプラスチックを累積25%排出抑制

<リユース・リサイクル>

- ② 2025年までにリユース・リサイクル可能なデザインに
- ③ 2030年までに容器包装の6割をリサイクル・リユース
- ④ 2035年までに使用済プラスチックを100%有効利用

<再生利用・バイオマスプラスチック>

- ⑤ 2030年までに再生利用を倍増
- ⑥ 2030年までにバイオマスプラスチックを約200万トン導入

生分解性プラスチック/バイオベースプラスチック



| | 化石由来 | 化石由来+バイオマス由来 | バイオマス由来 |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 生分解性 | 生分解性プラスチック PVA, PGA ポリブチレンアジペート/テレフタレート、 ポリエチレンテレフタレートサクシネート、 その他 | バイオベース生分解性プラスチック Bio-PBS ポリ乳酸ブレンド・PBAT スターチブレンド・ポリエステル樹脂 ポリブチレンテレフタレートサクシネート | 生分解性バイオプラスチック ポリ乳酸 PHA系 (PHBH等) |
| | プラスチック PE PP PET PVC PS ABS, PC, PBT POM, PMMA PPS, PA6, PA66 PU, フェノール、 エポキシ、 その他 | バイオマスプラスチック Bio-PTT Bio-PET Bio-PA610, 410, 510 Bio-PA11T, MXD10 Bio-PC Bio-PU 芳香族エステル Bio-フェノール Bio-エポキシ樹脂 | バイオマスプラスチック Bio-PE Bio-PP Bio-PA11 Bio-PA1010 |

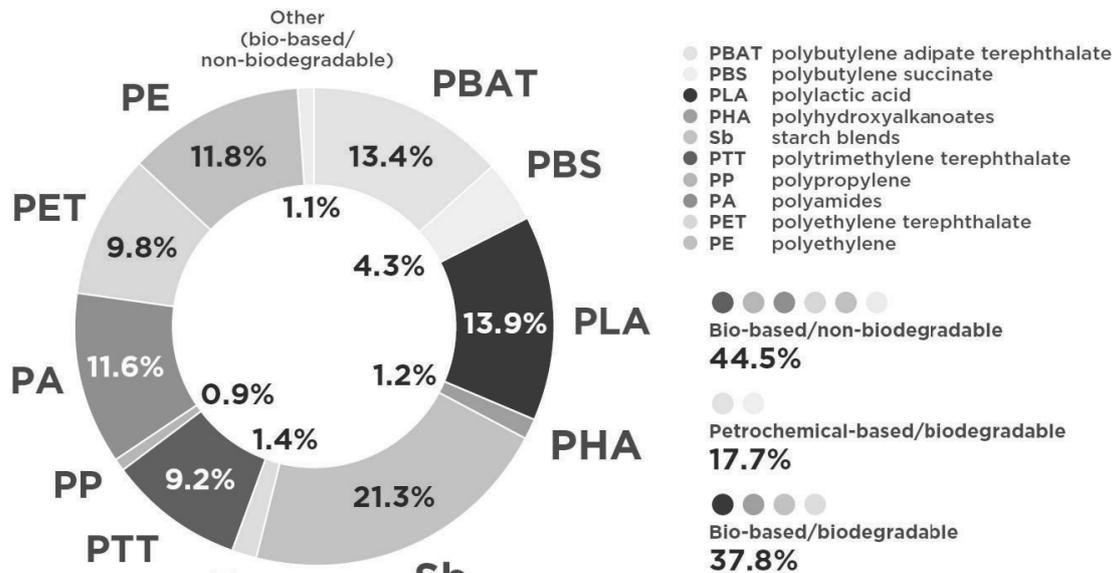
参考:プラスチック資源循環戦略小委員会資料

13

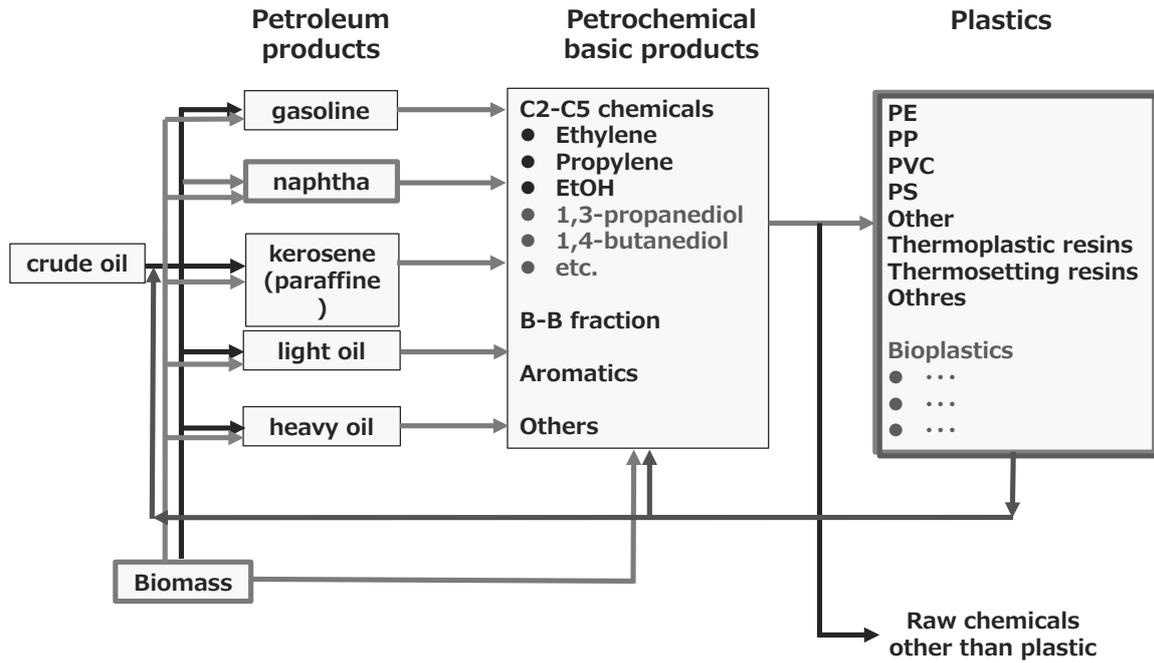
生分解性プラスチックとバイオベースプラスチックの生産比率



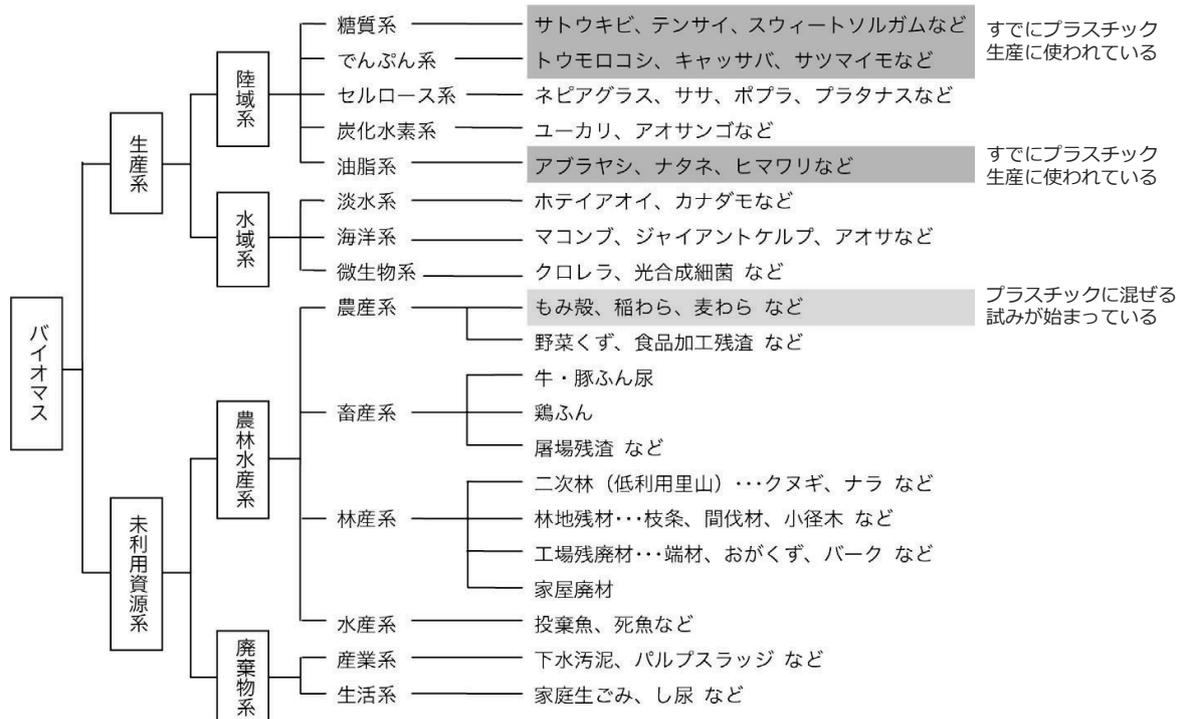
Figure 4.1: Global production of biodegradable and bio-based plastics (2019)



Bioplastics:
 ● ca. 4.2 mill.t (2016) → ca. 6.1 mill.t (2021) of production in the world.
 ● 41% in Asia, 25% in Europe (2021)



プラスチック生産に使われるバイオマス

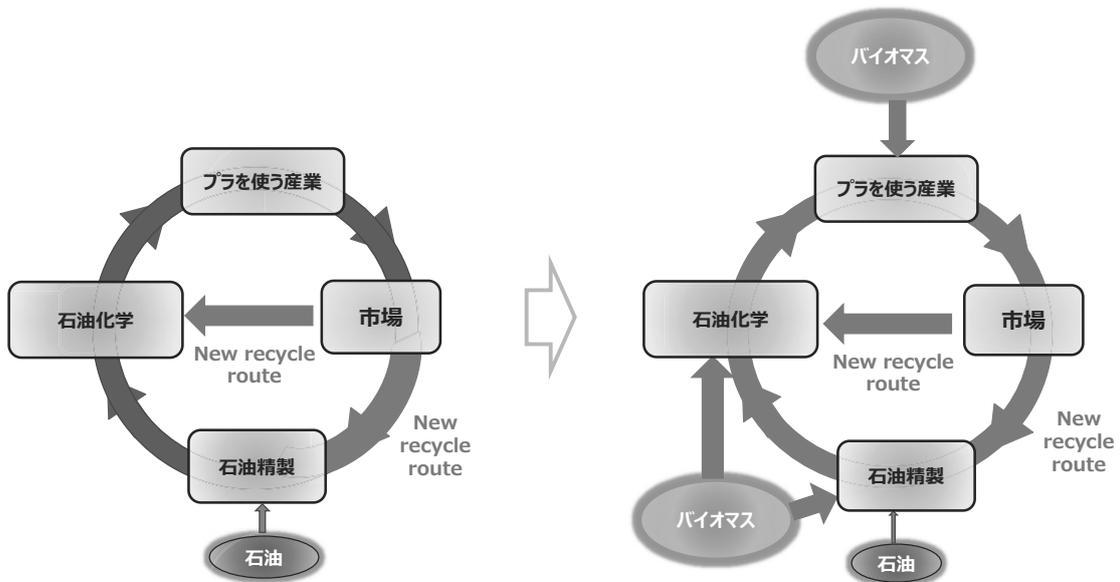


セルロース系バイオマスのポテンシャル



バイオマスの賦存量と利用率の目標。出典：農林水産省

オイルリファイナリーからバイオリファイナリーへ

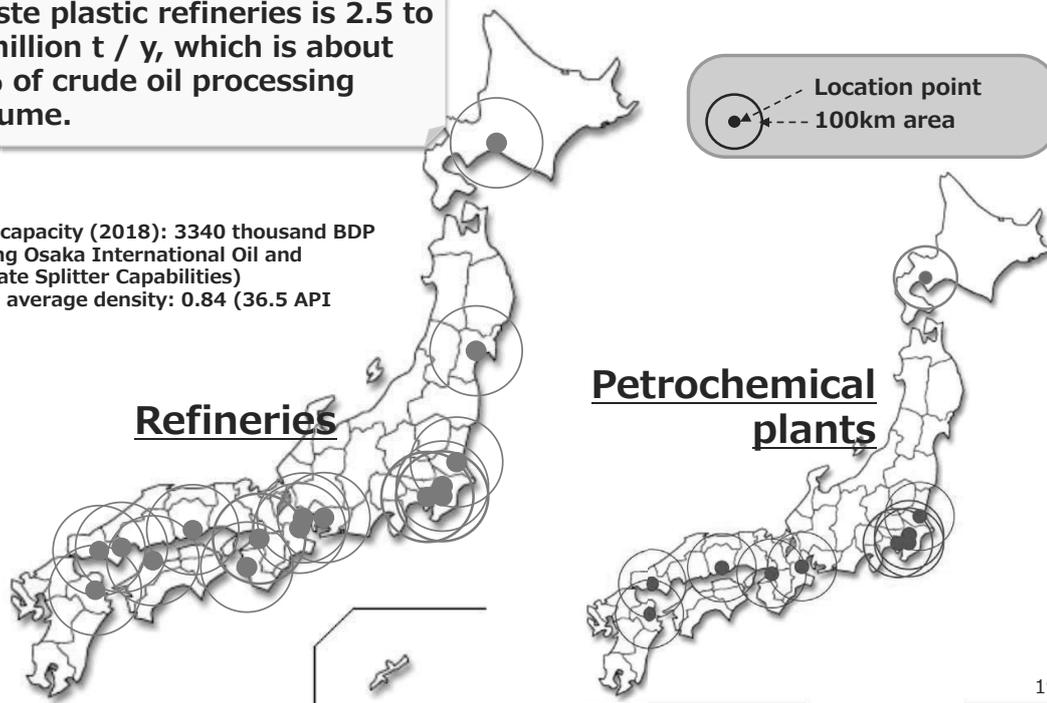


Locations of refineries and petrochemical plants in Japan



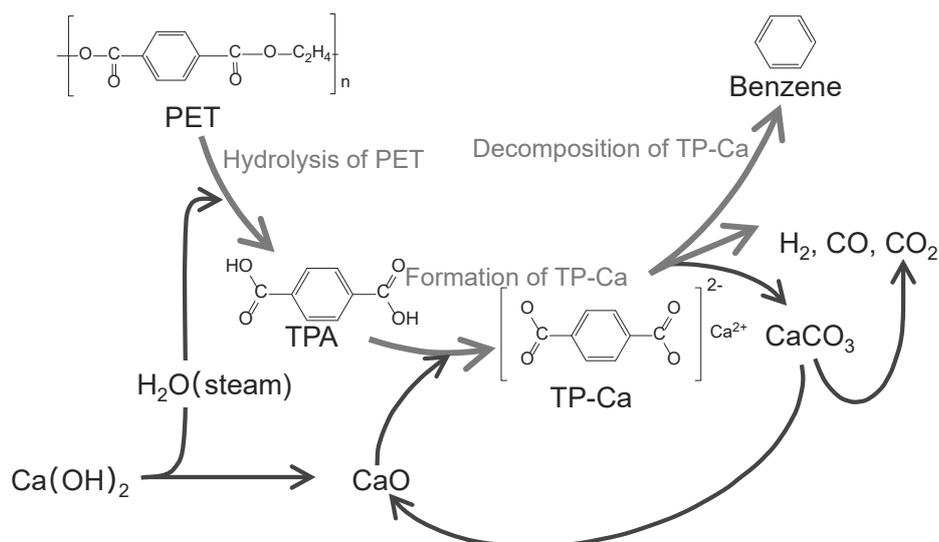
The target collection amount for waste plastic refineries is 2.5 to 3 million t / y, which is about 2% of crude oil processing volume.

Refining capacity (2018): 3340 thousand BDP
(Excluding Osaka International Oil and Condensate Splitter Capabilities)
Crude oil average density: 0.84 (36.5 API degree)



19

石灰を触媒とした熱分解によるPETの基礎化学製品への原料化



S. Kumagai, G. Grause, T. Kameda, T. Takano, H. Horiuchi, T. Yoshioka. *Ind. Eng. Chem. Res.* 2011, **50**, 1831.

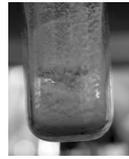
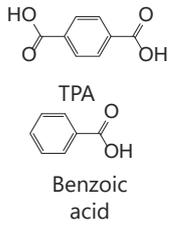
S. Kumagai, G. Grause, T. Kameda, T. Takano, H. Horiuchi, T. Yoshioka. *Ind. Eng. Chem. Res.* 2011, **50**, 6594.

20

Applications using Benzene production Process from PET



Selective conversion into Benzene from aromatic acids 1-3)

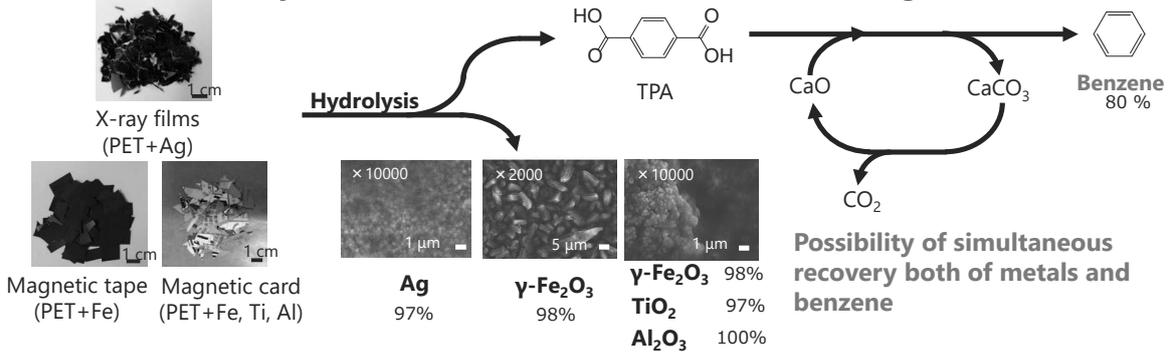


Fundamental resources in petrochemicals
Feedstocks of Styrene, Phenol, Aniline etc.

Selective conversion into oil (benzene) from PET becomes available.

(Liquefaction of PET has been considered to be difficult.)

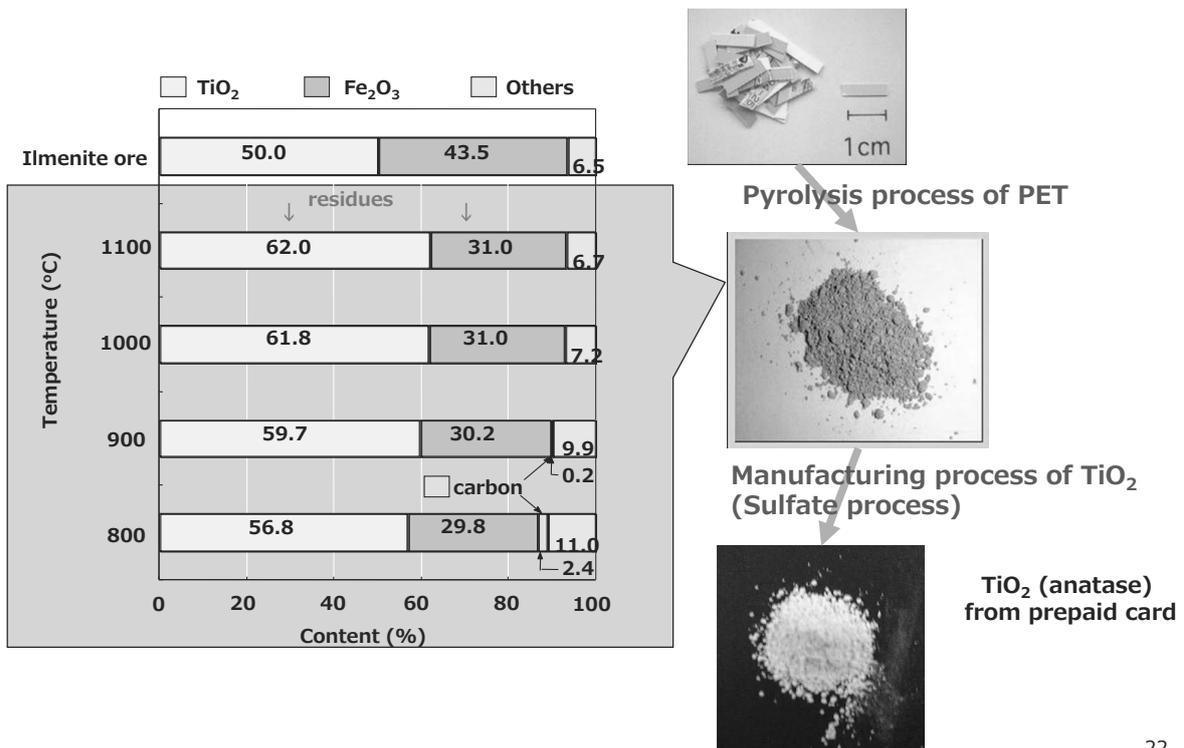
Simultaneous recovery of metals and benzene from metal-containing PET 4-6)



Ex.) our published papers 1) *Chem. Lett.*, **43**, 637 (2014). 2) *Ind. Eng. Chem. Res.*, **50**, 1831 (2011). 3) *Ind. Eng. Chem. Res.*, **50**, 6594 (2011). 4) *J. Mater. Cycles and Waste Manag.*, **16**, 282 (2014). 5) *Chem. Lett.*, **42**, 212 (2013). 6) *Environ. Sci. Technol.*, **48**, 3430 (2014).

21

Comparison of the composition of residues with ilmenite



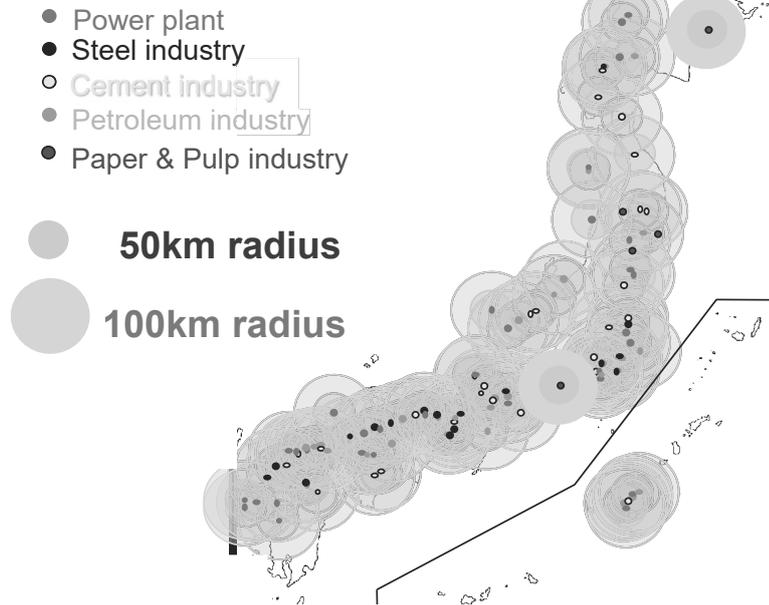
22

Location of each basic industry plants in Japan



Yoshioka et al., *Trans. Mater. Res. Soc. Jpn.*, 2004.

熊谷将吾, 吉岡敏明, 廃棄物資源循環学会誌, 2014.



Thank you for your attention!

CCU事業の導入効果と将来計画



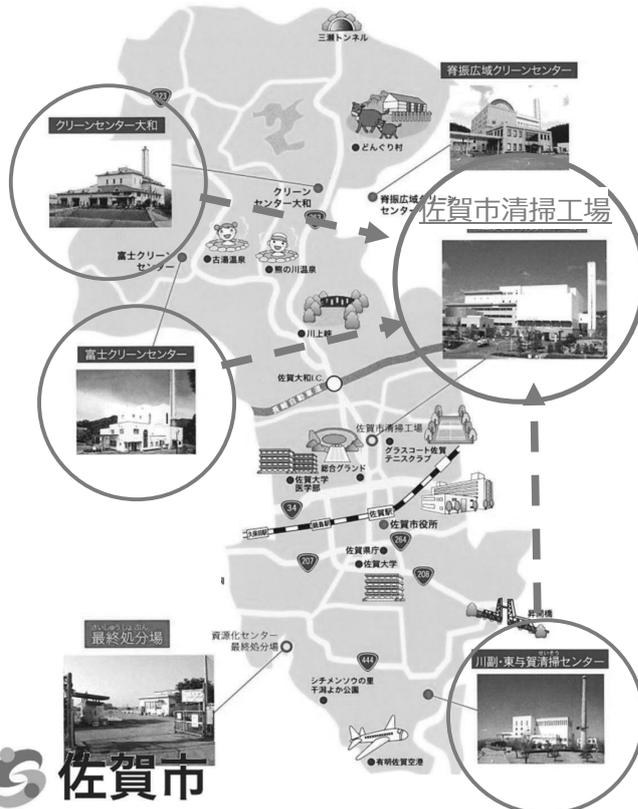
佐賀市バイオマス産業推進課



1

きっかけはごみ処理施設の統廃合

佐賀市のごみを処理する施設



平成15年4月
佐賀市清掃工場稼動
処理能力100t/日×3炉

平成の大合併（1市6町1村）
平成17年10月 5市町村合併
平成19年10月 4市町合併

周辺地域との交渉をスタート
… Not In My BackYard …

ごみ処理施設の統合
平成24年11月 周辺地域と合意
平成26年 4月 施設統合
<佐賀市清掃工場で処理開始>

施設統合の効果であるコスト縮減、バイオマス資源の増加、それに伴うエネルギーの増加を周辺地域に還元するべく、施設を活用した地域産業の創出につなげていく ⇒ **バイオマス産業都市構想へ**

2

ごみ焼却施設における CCU事業の取り組みについて



二酸化炭素分離回収実証実験

【目的】 回収CO₂の安全性と分離回収コストの検証

【期間】 平成25年度～平成26年度（約8,000時間稼働）

【共同研究体制】 東芝、九州電力、荏原環境プラント、佐賀市



二酸化炭素分離回収試験装置
(平成25年10月設置)



施用実証試験の結果（成長性・安全性）

CO₂施用無 15日間の栽培(pH及びECを管理) 10.6g → 70.2g 662%増



CO₂施用有 15日間の栽培(pH及びECを管理)
10.0g → 99.5g 995%増



995/662 ⇒
1.5倍の重量増!



| 分析項目 | 施用区 | 定量下限 |
|------------|------|------|
| Pb (mg/kg) | N.D. | 0.05 |
| Cd (mg/kg) | N.D. | 0.04 |
| As (mg/kg) | N.D. | 0.1 |
| Hg (mg/kg) | N.D. | 0.01 |

食品分析結果
作業環境測定
ともに問題なし!

 佐賀市

7

二酸化炭素分離回収設備

<2016年8月26日稼働>

日本初!! ゴミ焼却施設からCO₂を分離回収
植物の成長促進に活用



 佐賀市

8

二酸化炭素分離回収のフロー

佐賀市清掃工場



N₂=79%
O₂=9%
CO₂=12%

排ガス

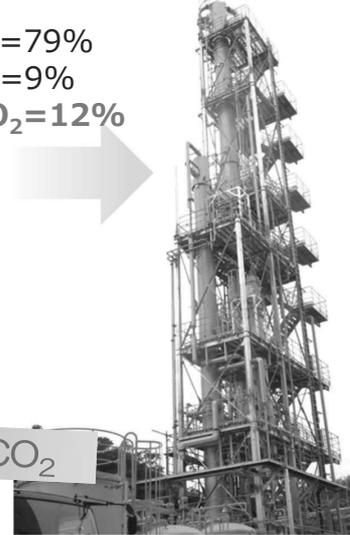
【洗浄】



排ガスコンディショニング装置
※ 不要成分の除去による原料ガス化装置

【分離回収】

N₂=79%
O₂=9%
CO₂=12%



二酸化炭素吸収塔・再生塔
CO₂=12%→100%
二酸化炭素のみを回収

【貯留】



二酸化炭素貯留タンク

藻類培養

写真

施設園芸

写真



9

(株)アルビータによる藻類培養 <2016年10月2日開所>

藻類培養施設全景
(160m×15m×5棟)
培養品種：ヘマトコッカス藻

藻類培養写真

藻類培養写真



アルビータでは、ヘマトコッカスを培養、乾燥させた藻類からアスタキサンチンを抽出



アスタキサンチン配合のサプリメント・化粧品

Sila (Saga Incubates Local Algae)



国内で大量培養しているところは佐賀市だけ



10

クリーンラボ(株)によるバジル栽培 < 2019年7月稼働 >

栽培面積 : 567m² × 4棟 栽培品目 : バジル



写真



地元の高校生と連携し
コラボ商品を開発

写真

- ・縦型水耕栽培でバジル栽培
- ・耕作放棄地や再生可能エネルギーを活用し地方活性化を目指す

 佐賀市

11

ゆめファーム全農SAGA < 2019年12月稼働 >

施設面積 : 10,176m²
栽培品目 : キュウリ (土耕、水耕)

施設内写真

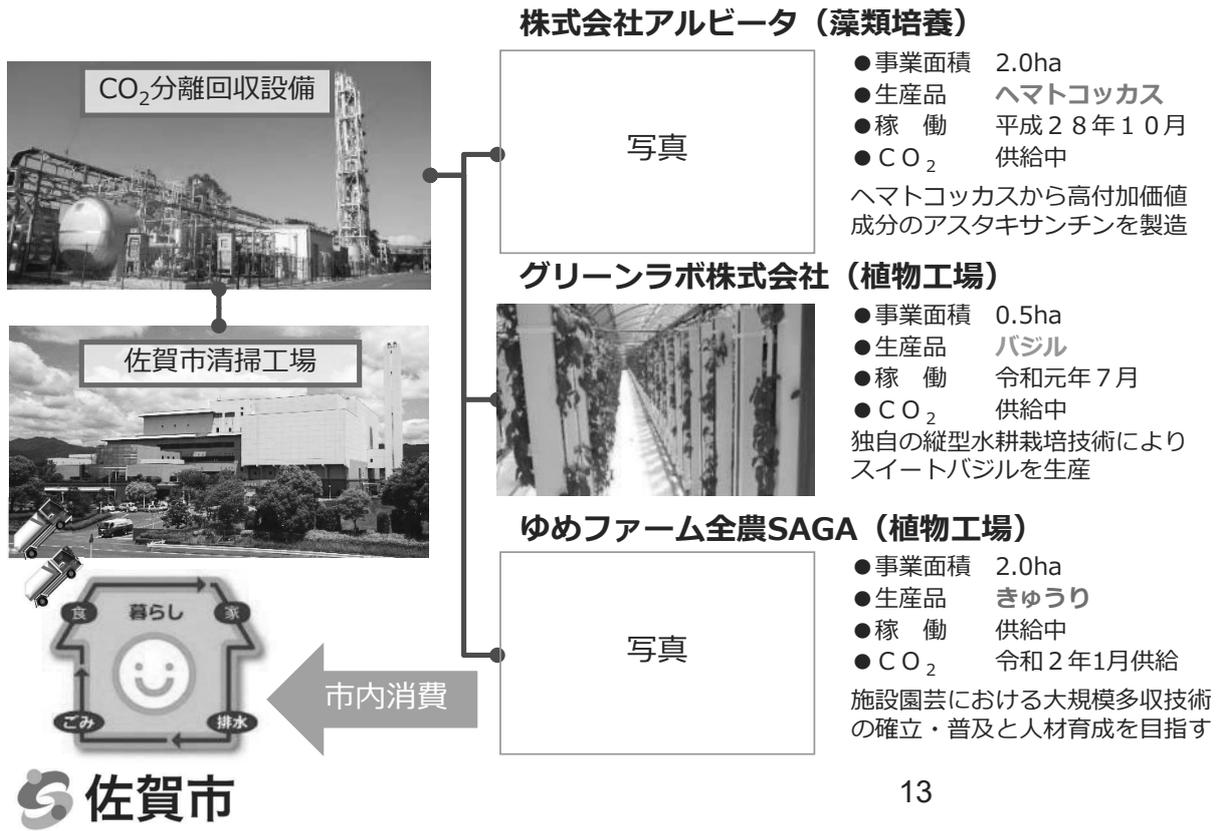


- ・大規模多収技術により「稼げる農業」の確立を目指す
- ・10aあたり50t/年の国内最高収量を目標とする
- ・栃木県 (トマト)、高知県 (ナス) に続く全国3例目の施設となる

 佐賀市

12

清掃工場二酸化炭素分離回収事業



13

清掃工場を周辺のCCU産業の形成状況

清掃工場の付加価値を高め地域の**迷惑施設から歓迎される施設**へ地域経済の振興と環境保全の両立を図るサーキュラーエコノミーの形成を目指す。



14

CCU事業導入のポイントと留意点について（技術面）

佐賀市清掃工場



$N_2=79\%$
 $O_2=9\%$
 $CO_2=12\%$

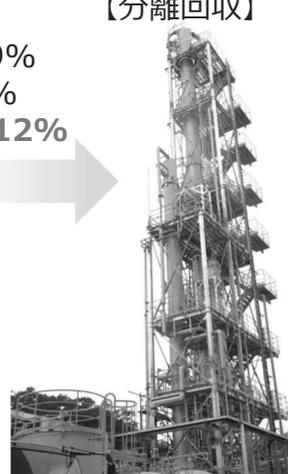
排ガス

【洗浄】



$N_2=79\%$
 $O_2=9\%$
 $CO_2=12\%$

【分離回収】



$CO_2=12\% \rightarrow 100\%$
二酸化炭素吸収塔・再生塔
二酸化炭素のみを回収

排ガスコンディショニング装置
※ 不要成分の除去による原料ガス化装置

【貯留】



二酸化炭素貯留タンク

藻類培養

写真

施設園芸

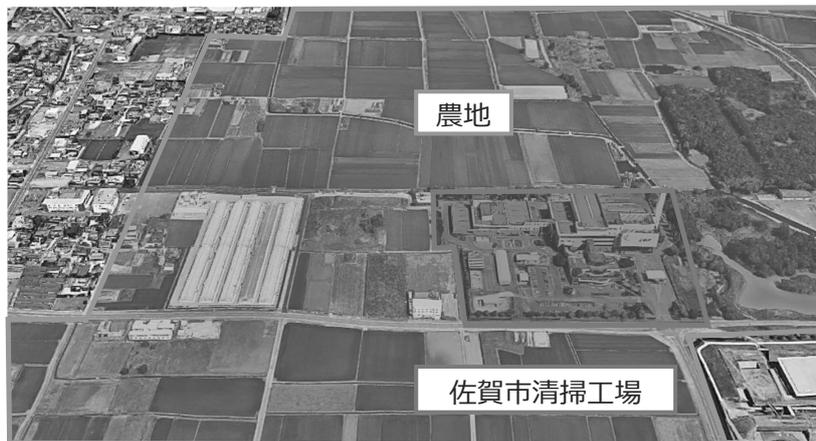
写真

- ・ 大気汚染防止法やダイオキシン特別措置法など排ガスに係る法規制への対応
- ・ ごみ質によって変動する排ガス組成への対応
- ・ 高圧ガス保安法など CO_2 ガスの取り扱い及び清浄度の評価系構築など



15

CCU事業導入のポイントと留意点について（その他）



佐賀市が苦労した点

- ・ 清掃工場周辺は農地であり、 CO_2 の需要は施設園芸など植物の光合成促進に限られる。
- ・ 周辺はかつて大雨が降ると冠水していた地域で施設園芸が未発達。
- ・ 農地に新規営農者を誘致したいが土地の所有者が多いため大規模誘致が難しい等

うまくいった点

- ・ 最初の事業である藻類培養が農業であると認められた。
- ・ 市長のマニフェスト施策のため環境、企画、農林水産部門等との部門間連携が可能だった。
- ・ 近隣農家の後継者問題から農地の売却や貸借について御協力いただいた。

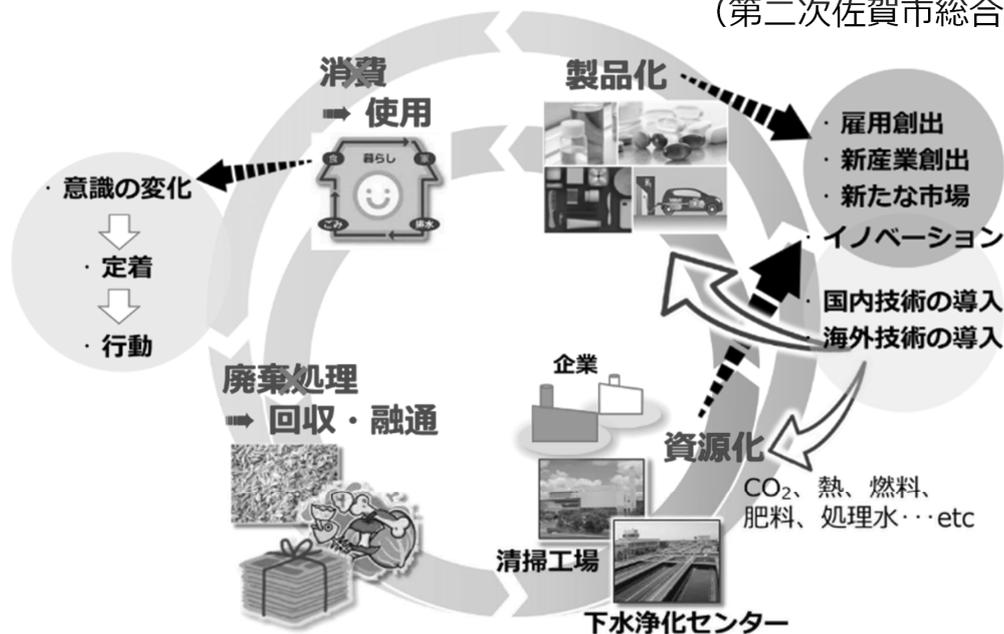


16

佐賀市が目指す社会

豊かな自然とこどもの笑顔が輝くまち さが

(第二次佐賀市総合計画)



 佐賀市

17

ご清聴ありがとうございました。

ご質問は下記メールまでご連絡ください。

biomass@city.saga.lg.jp

佐賀市バイオマス産業推進課 前田まで

18

様々な排出源からの CO₂分離回収技術

TOSHIBA

東芝エネルギーシステムズ株式会社
パワーシステム事業部 パワーシステム技術・開発部
北村 英夫
2020年8月5日

© 2020 Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation

目次

- 01 CCUS技術の必要性とその適用
- 02 東芝のCO₂回収技術開発状況：
三川パイロットプラント
- 03 東芝のCO₂回収事業開発状況：
納入実績

© 2020 Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation 1

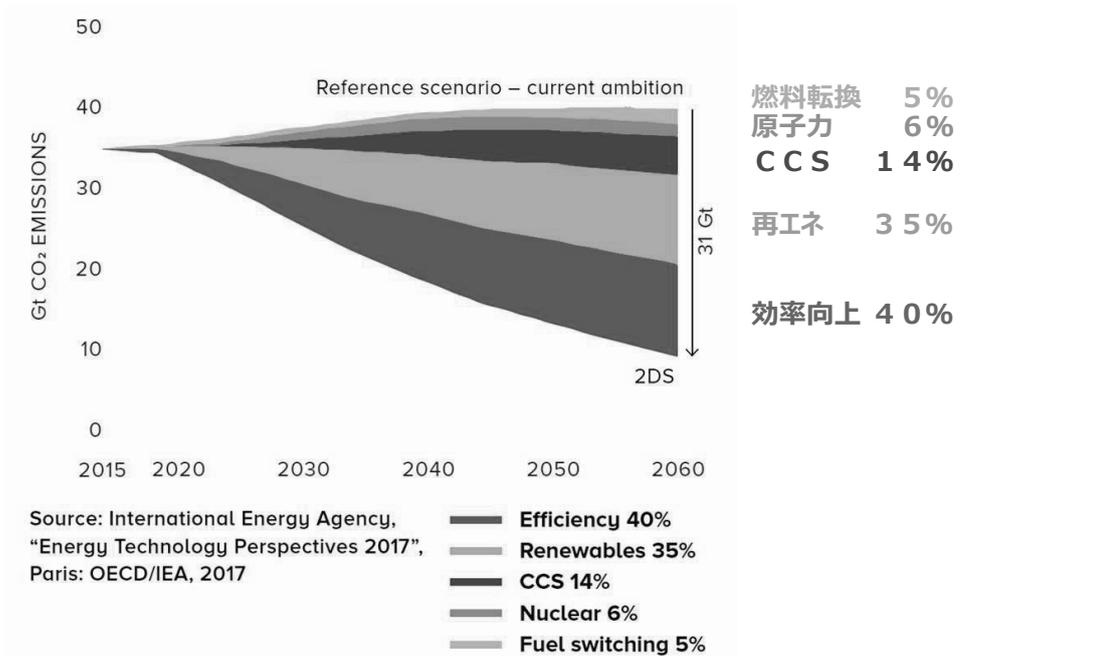
01

CCUS技術の必要性とその適用



© 2020 Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation 2

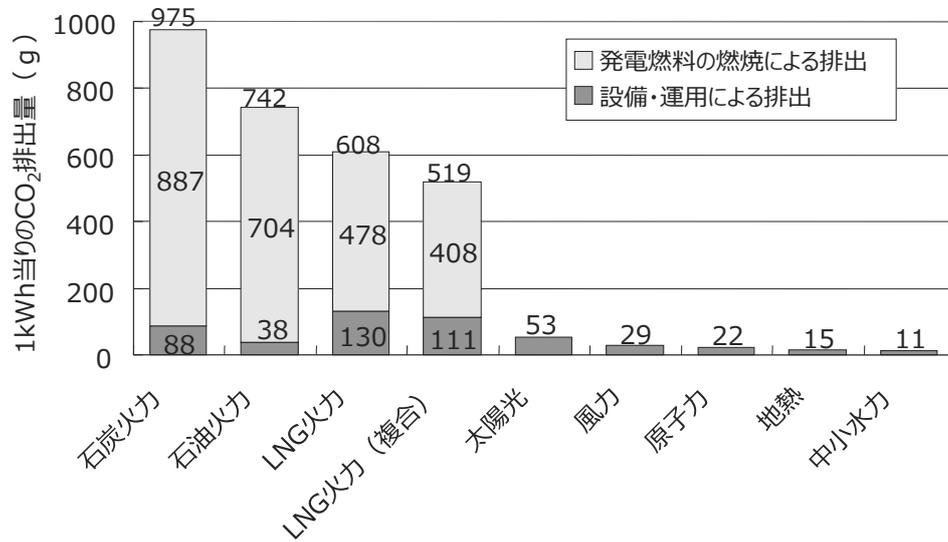
エネルギー関連分野におけるCO₂削減技術の内訳



出典 : The Global Status of CCS 2017 - P.20
<https://www.globalccsinstitute.com/webform/global-status-ccs-2017/>

© 2020 Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation 3

発電セクターにおけるCO₂排出原単位比較

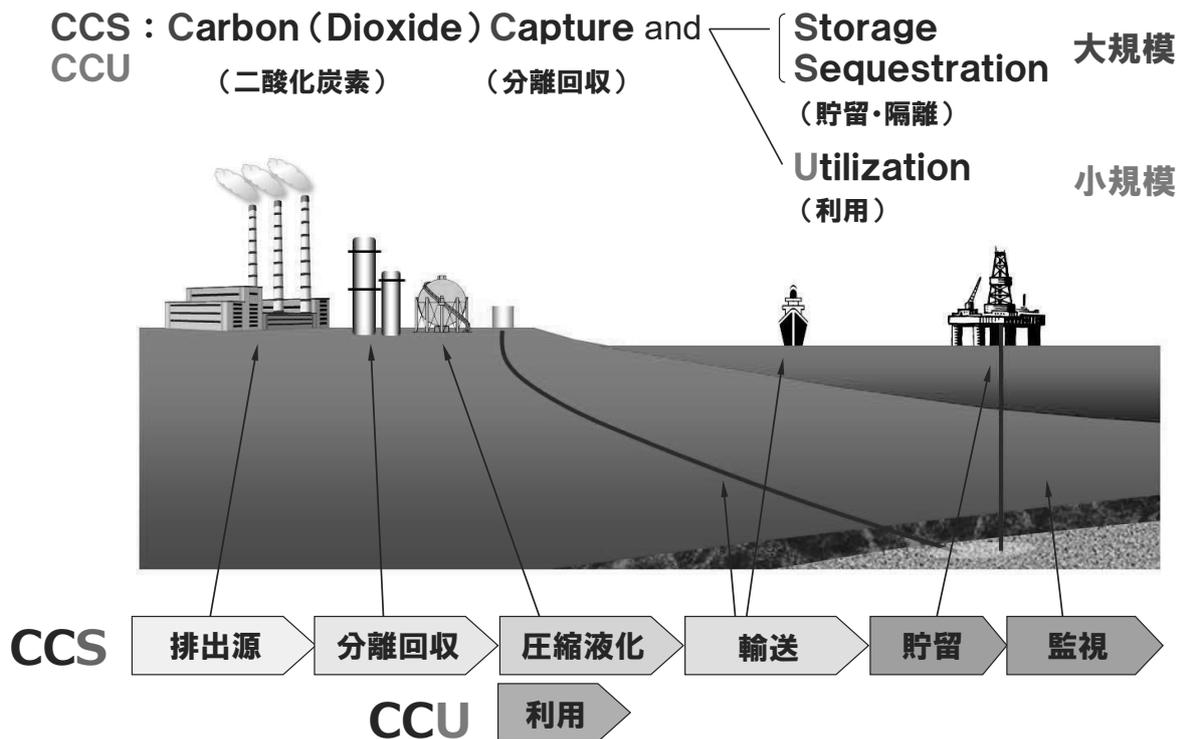


燃料別CO₂排出原単位

出展 電力中央研究所報告書

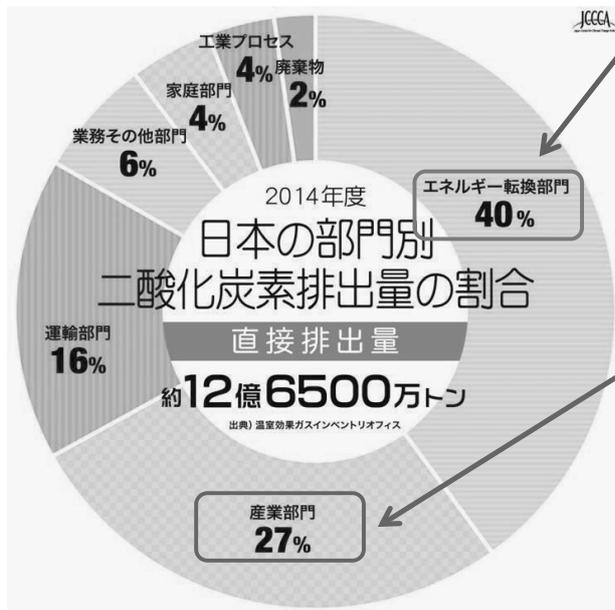
© 2020 Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation 4

CCS/CCUについて



© 2020 Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation 5

国内CO₂排出状況



【エネルギー転換部門】

- ・発電所由来のCO₂排出
- ・再生可能エネルギー、原子力などの代替削減手段をもつ上に、CO₂削減そのものへのインセンティブ不在のなか、CCSについては将来に向けた検討程度に留まる。

【産業部門】

- ・工場、化学プラント等由来のCO₂排出
- ・排出源は、CO₂量としてkg/日からトン/日規模まで様々
- ・排出設備の数・総排出量は多いが、現状施策以上の根本的な排出抑制方法は無い状況

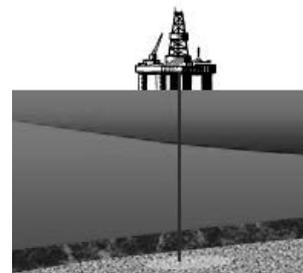
出典)温室効果ガスインベントリオフィス
全国地球温暖化防止活動推進センターウェブサイト (<http://www.jccca.org/>)

© 2020 Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation 6

CO₂の貯留・隔離(CCS)

■ CO₂貯留・隔離方法

- ① 油田・ガス田
 - ・枯渇油田、枯渇ガス田
 - ・石油増進回収 (EOR^{*1}) への利用
 - ・6,750~9,000億トンCO₂ (30年分^{*3})
- ② 採掘不可になった炭層
 - ・炭層メタン増進回収 (ECBM^{*2})
 - ・30~2,000億トンCO₂ (6年分^{*3})
- ③ 地中深部塩水層 (帯水層)
 - ・800mより深い砂岩層への貯留
 - ・1~10兆トンCO₂ (333年分^{*3})
- ④ 深海底貯留
 - ・深度3000m以上の海底に注入
- ⑤ 溶解希釈
 - ・海中に溶解させる



但し、④⑤については、現段階では、ロンドン条約96年議定書及び海洋汚染防止法により認められていない。

- *1) EOR : Enhanced Oil Recovery
- *2) ECBM : Enhanced Coalbed Methane
- *3) 世界の年間CO₂排出量を約300億トンとして

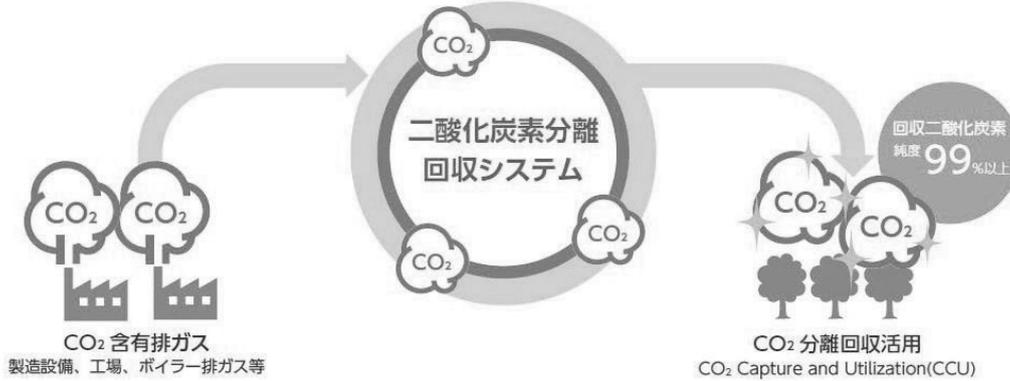
© 2020 Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation 7

CO₂の活用(CCU)

CO₂含有排ガスを回収

対象排ガスからCO₂削減

CO₂を有効利用

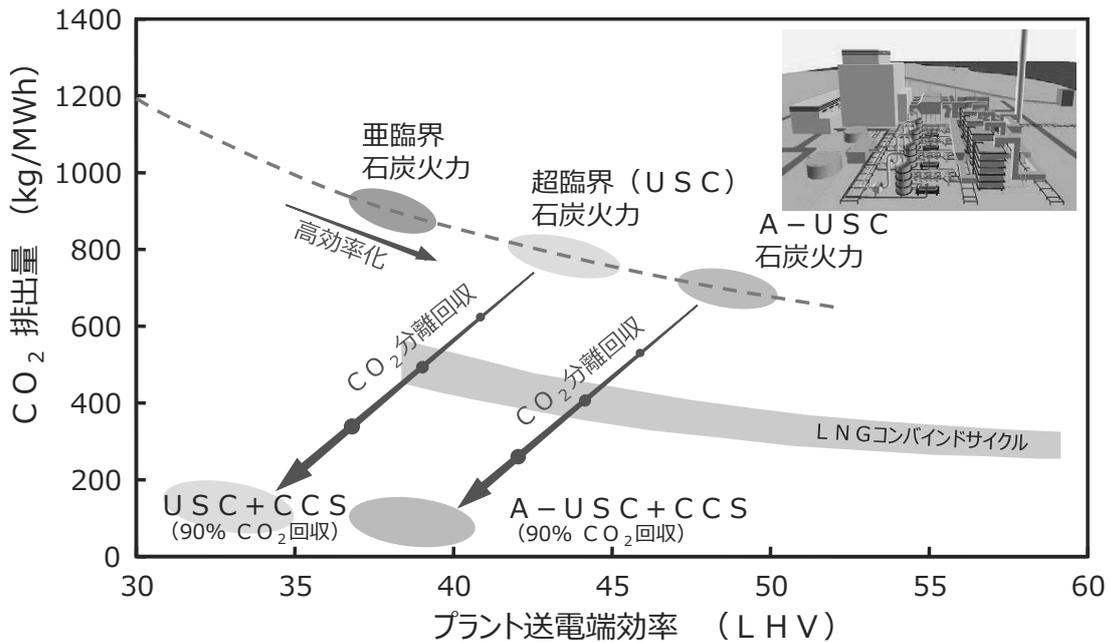


様々な排ガス源からの排ガス中CO₂を分離回収可能。
* 組成等によっては前処理設備が必要。

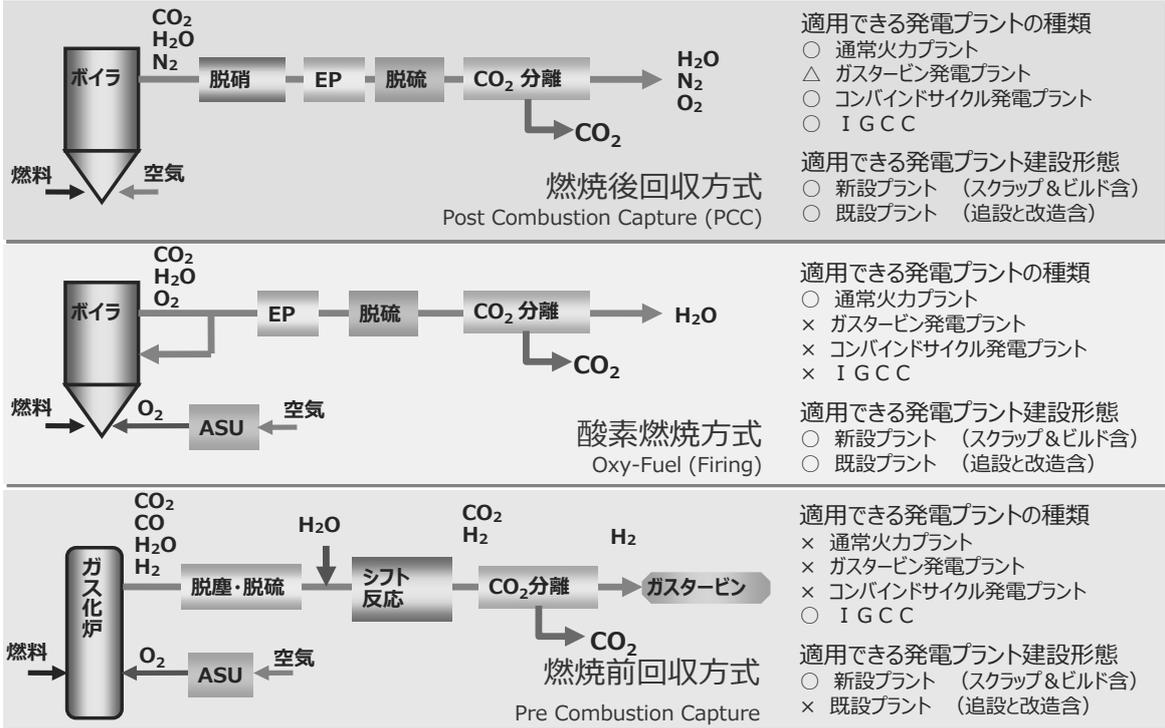
処理規模に応じてスキッド型、ユニット型、現地建設プラント型で設置
活用方法によってCO₂ガスを後処理（精製、脱湿、圧縮、貯蔵）

CO₂を活用
・農業利用（ハウス、藻類）
・溶接（不活性ガス）
・ドライアイス
・ボンベ充填

火力発電における低炭素化



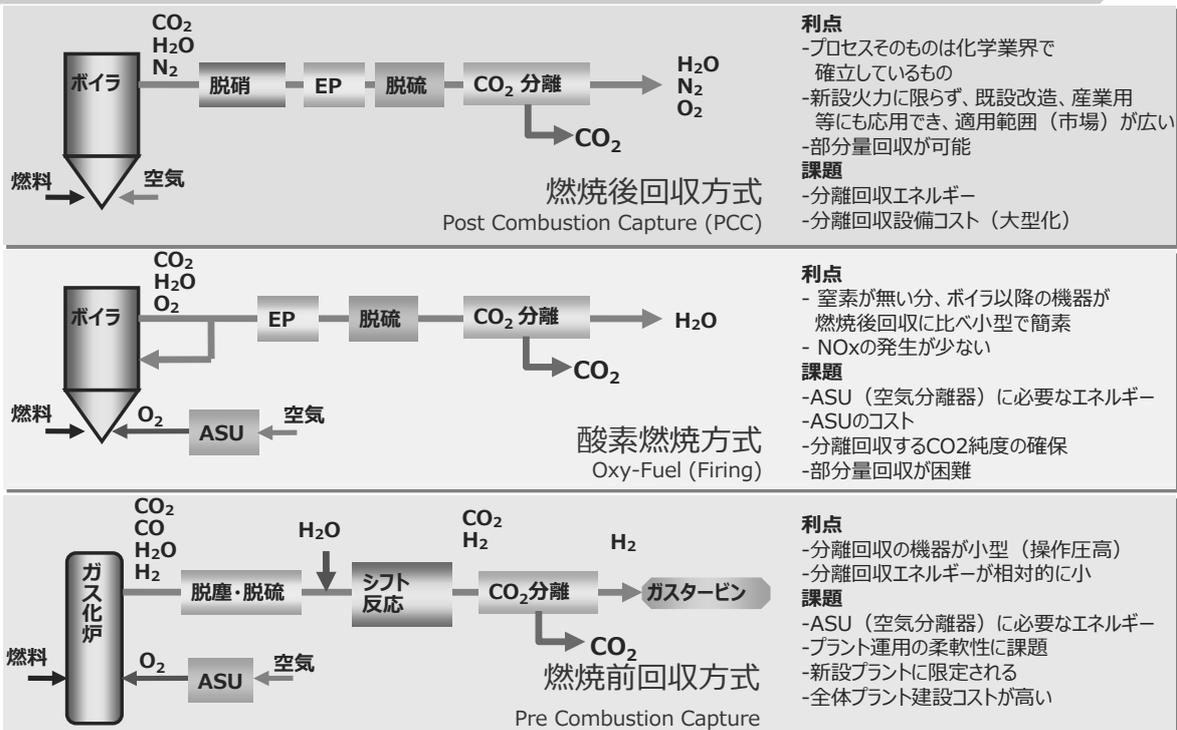
火力発電でのCO₂分離回収方式（1）



ASU: Air Separation Unit FGD: Fuel Gas Desulphurization EP: Electrostatic Precipitator

© 2020 Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation 10

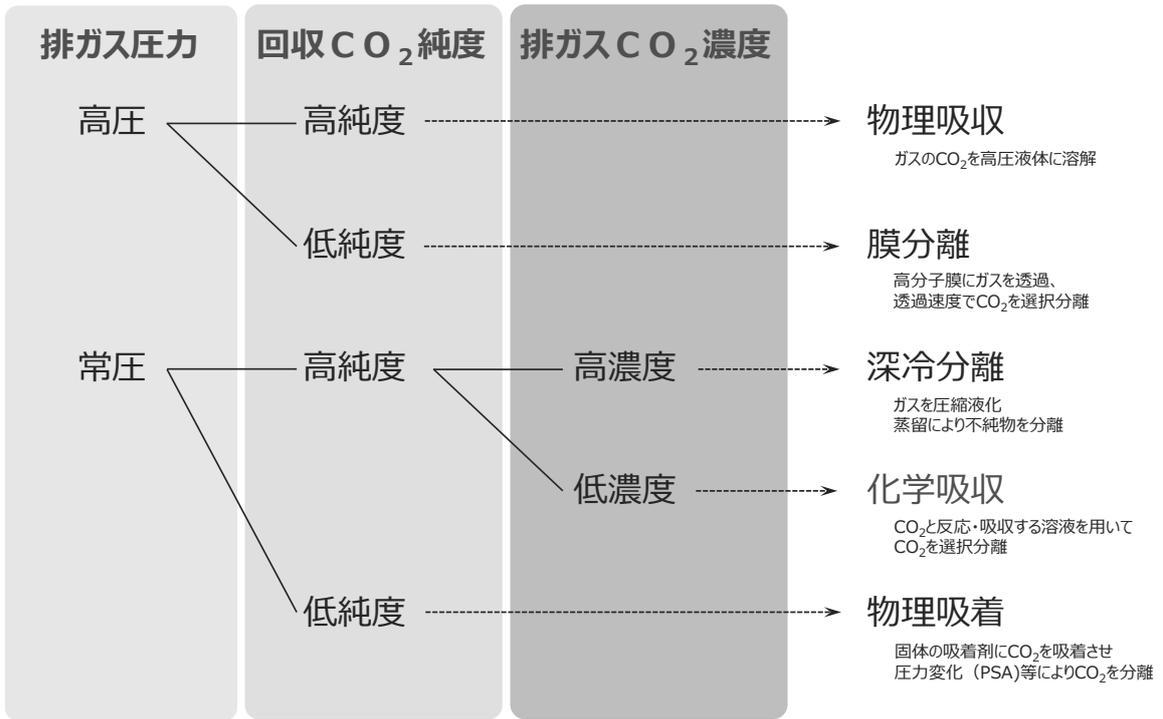
火力発電でのCO₂分離回収方式（2）



ASU: Air Separation Unit FGD: Fuel Gas Desulphurization EP: Electrostatic Precipitator

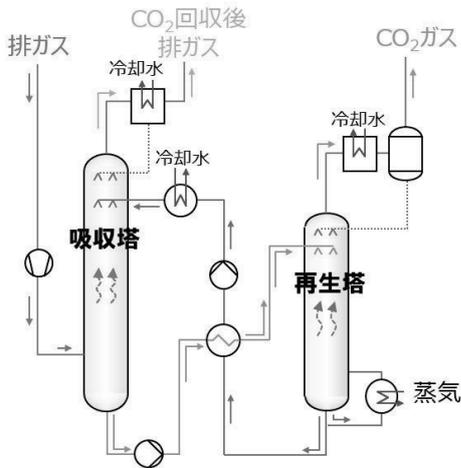
© 2020 Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation 11

燃焼後回収の主な方式

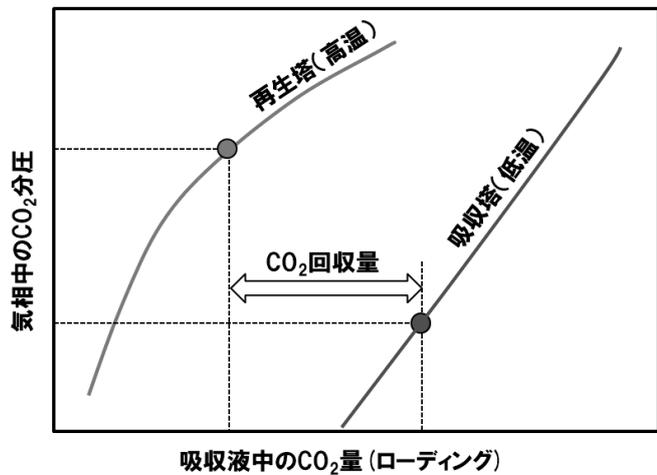


燃焼後回収: 化学吸収法

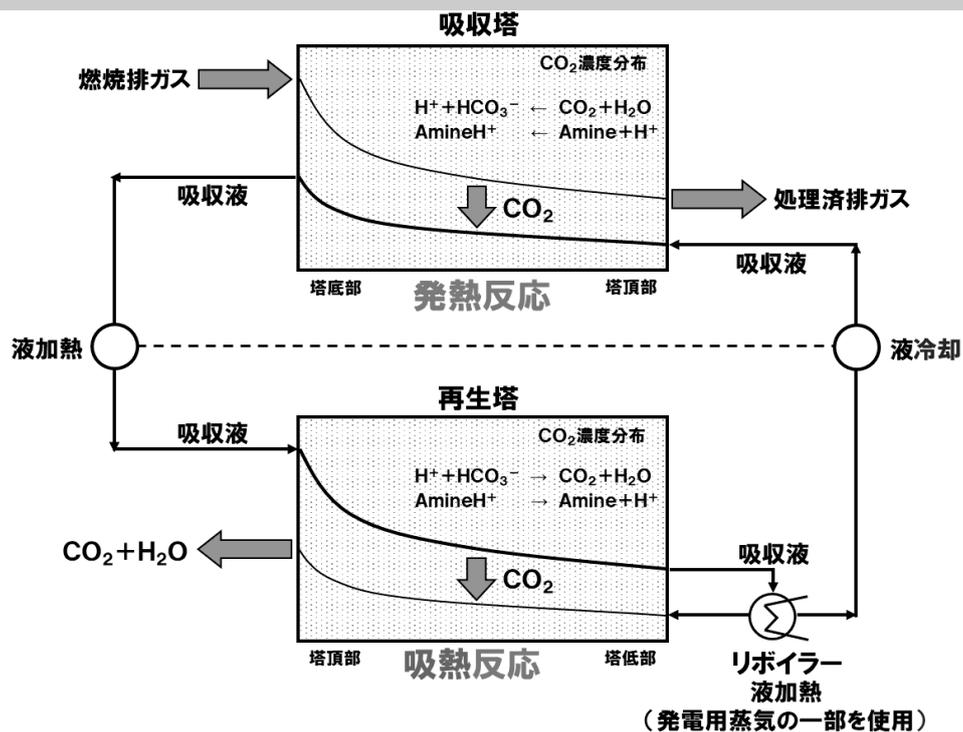
【CO₂分離回収プラント概要】



【気液平衡図】



化学吸収法－CO₂分離回収の部分模式図



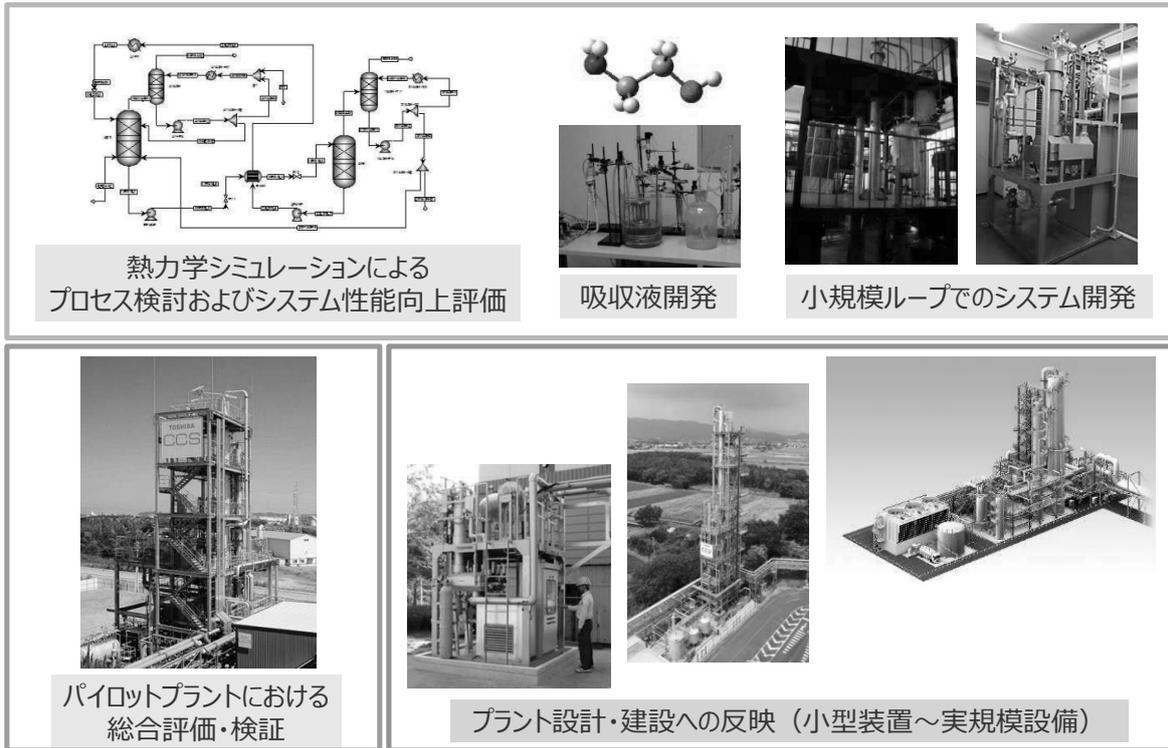
© 2020 Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation 14

02

東芝のCO₂回収技術開発状況：
三川パイロットプラント

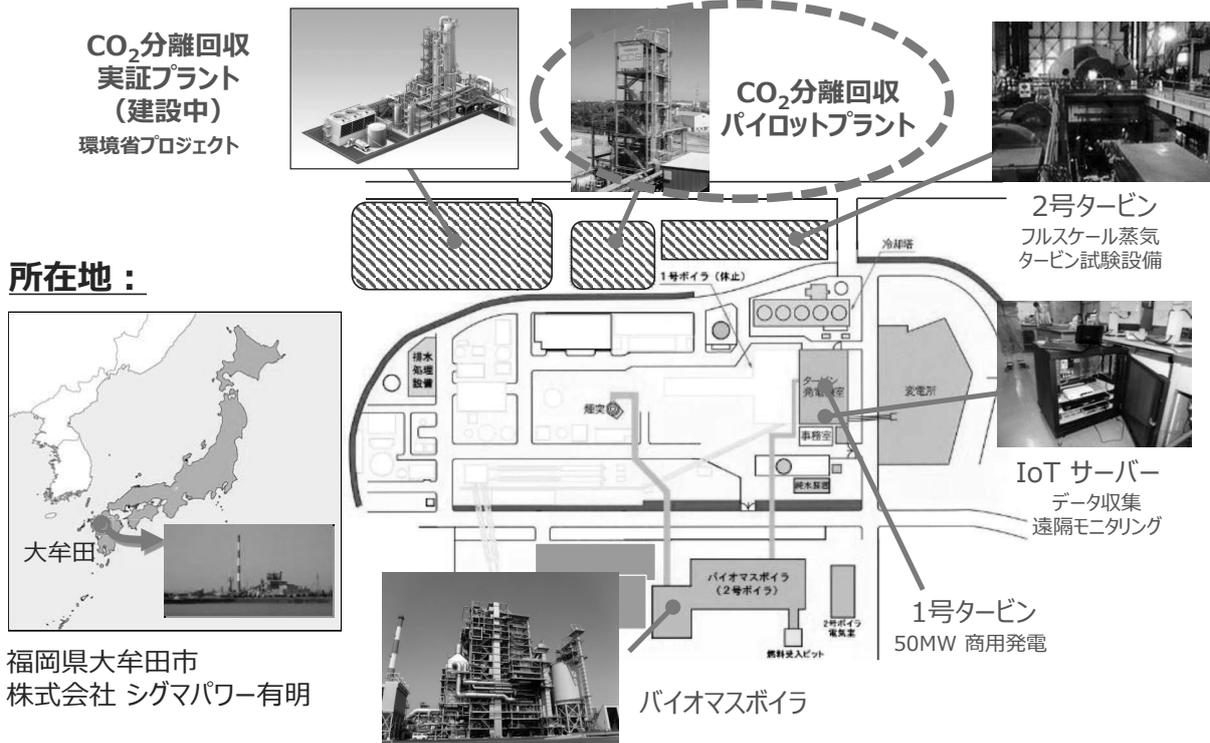
© 2020 Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation 15

CO₂分離回収技術検証フロー



© 2020 Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation 16

三川CO₂分離回収パイロットプラント

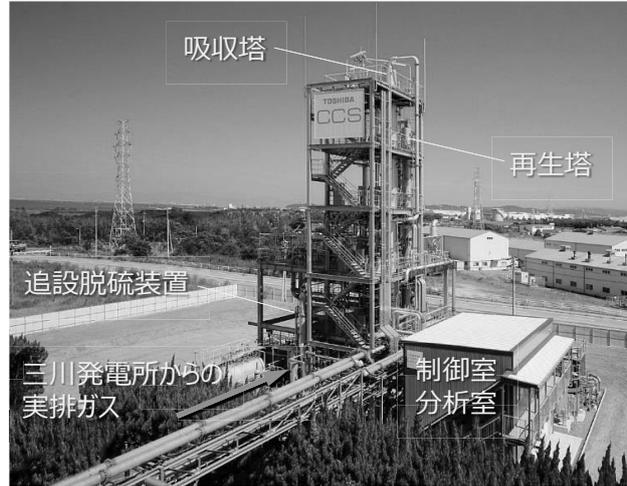


© 2020 Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation 17

三川CO₂分離回収パイロットプラント 概要

プラント概要

所在地： 福岡県大牟田市
 株式会社 シグマパワー有明 三川発電所内
 運転開始： 2009年9月
 CO₂回収技術： 燃焼後回収方式
 化学吸収（アミン系）
 回収CO₂量： 10トン/日
 排ガス流量： 2,100 Nm³/h
 排ガス中CO₂濃度： 約12 vol%
 吸収塔・再生塔頂のガス再循環・空気バイパス等改造により
 4%(C/C排ガス相当)~30%(製鉄排ガス相当)検証可能



プラントの目的

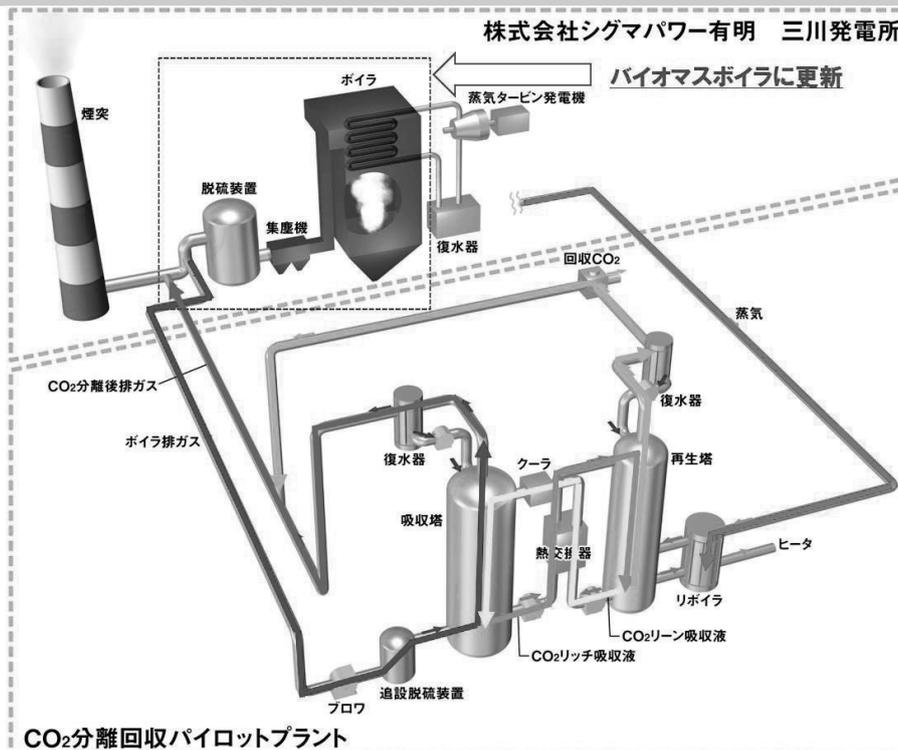
- CO₂分離回収技術の検証
- ・ 実排ガス下でのシステムの性能評価
 2.4 GJ/t-CO₂ ✓
 - ・ システムの運用性、長期信頼性の検証
 2800時間の寿命試験 ✓
 - ・ 実機・商用機に向けた展開並びに課題抽出
 試験結果を顧客提案へ反映 ✓

運転実績

総運転時間： 12,938 時間 (2020年2月現在)

© 2020 Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation 18

三川CO₂分離回収パイロットプラント 構成図



© 2020 Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation 19

パイロットプラント 検証内容例

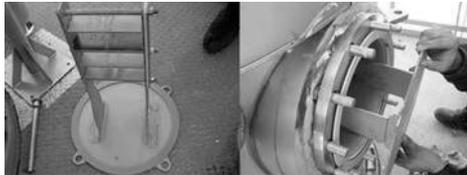
システム性能
溶液、材料評価
経年性評価



吸収液サンプリングと評価



吸収液再生評価

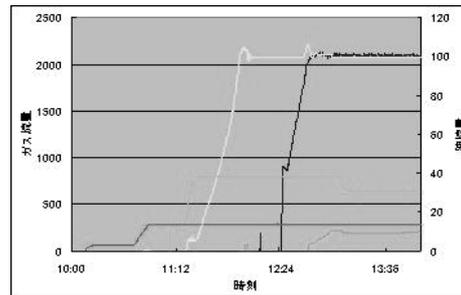


材料 T P 評価

プラント運用性
O & M 性評価



プラント運用性評価



プラント起動・停止検証

© 2020 Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation 20

03

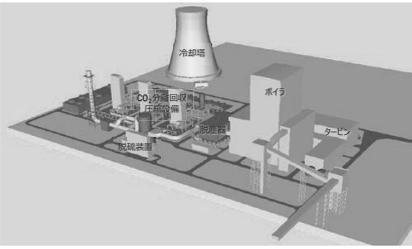
東芝のCO₂回収事業開発状況：
納入実績

© 2020 Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation 21

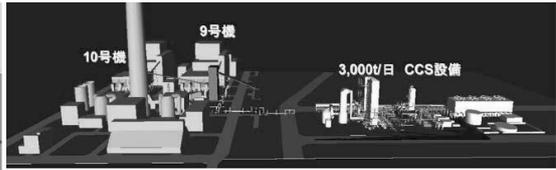
Feasibility Study & 建設実績



2009年 シグマパワー有明 三川発電所
パイロットプラント(10TPD)



2011年度 Bulgaria Energy Holding
Maritsa East 2 石炭火力発電所 様
Feasibility Study (3,200TPD & Full capture)



2012年度 台湾電力 台中火力発電所 様
Feasibility Study (300TPD & 3,000TPD)



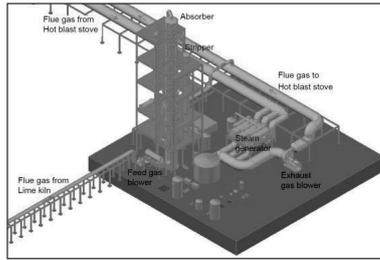
2016年 佐賀市清掃工場 様
商用機 (10TPD)



2019年
アサヒケオリティーアンドイノベーションズ 様
小型試験装置(10KGPD)



2013年 佐賀市清掃工場 様
小型試験装置 (20KGPD)



2014年度 首钢京唐钢铁 曹妃甸製鉄所 様
Feasibility Study (300TPD, CO2源：2ケース)



2020年竣工予定
シグマパワー有明 三川発電所
実証機(500TPD)

当社はこれまでに国内で試験装置も含め5件の納入実績があり、海外含めた様々な顧客と Feasibility Studyなどの取組みも実施中。

(実績紹介1) 佐賀市清掃工場様 小型試験装置

- 2013年10月2日に実験プラントの稼動開始、2015年10月まで運転の後、停止・移設。清掃工場排ガスから日量10~20 kgのCO₂を回収。累計8000時間程度の運転。
- 月曜から金曜までのWSS(Weekly Start and Stop)で試験運用、分析・評価に活用。
- 2014年10月に植物工場実験プラントに繋ぎ込み検証。←佐賀市様が実施。



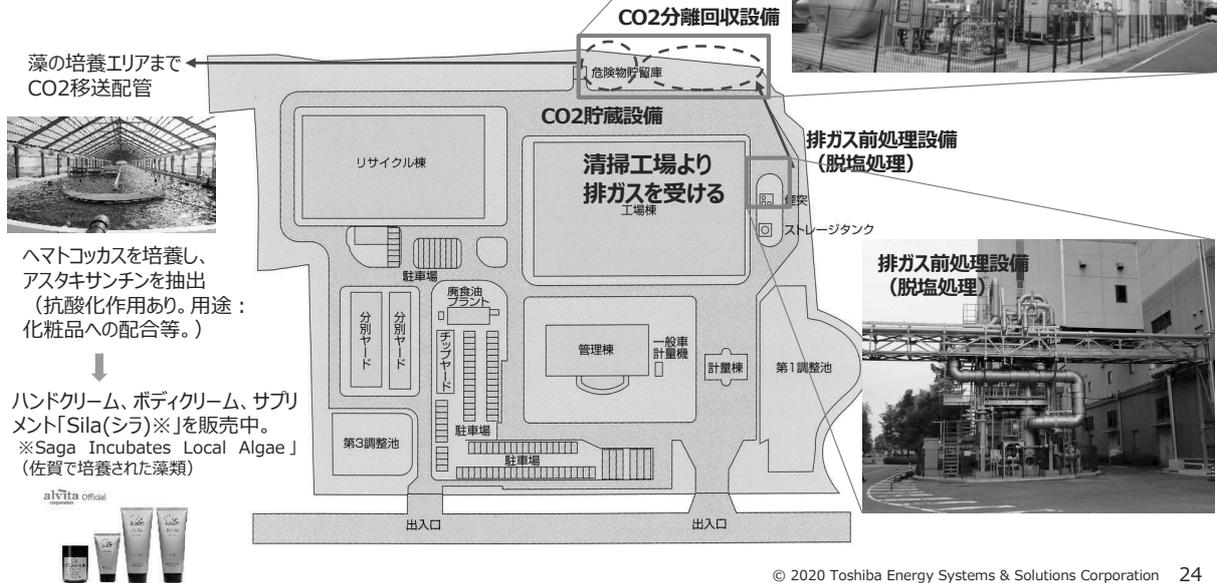
← 植物工場
実験プラントに
繋ぎ込み



(実績紹介2) 佐賀市清掃工場様 商用機

■ 概要

CO₂回収量 定格運転時 10ト/日以上。純度99.0%以上。
 既設廃棄物発電に、二酸化炭素分離回収機能を組合せ、
 排ガスからCO₂分離回収する設備を納入。
 CO₂貯蔵設備を設け必要量に応じてCO₂を供給する設備も納入。



藻の培養エリアまで
CO₂移送配管



ヘマトコッカスを培養し、
アスタキサンチンを抽出
(抗酸化作用あり。用途：
化粧品への配合等。)

ハンドクリーム、ボディクリーム、サ
ブルメント「Sila(シラ)※」を販売中。
※Saga Incubates Local Algae」
(佐賀で培養された藻類)



© 2020 Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation 24

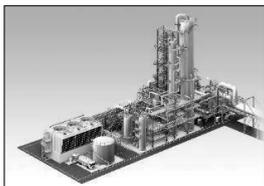
(実績紹介3) 環境省・環境配慮型CCS実証事業(1)

事業概要

- 火力発電所等から発生する二酸化炭素を回収し、貯留する技術 (Carbon dioxide Capture and Storage) は、温室効果ガス削減の長期目標達成に向けて重要な技術である。
- 環境省から委託を受け全18機関が参加する本事業では、東芝エネルギーシステムズが代表事業者として分離・回収技術実証を行うとともに、みずほ情報総研を始めとする17機関で我が国に適した円滑なCCS導入手法を取りまとめる。事業期間は、2016年度から2020年度を予定している。

火力発電所での二酸化炭素 分離・回収技術の実証

- ・アミン系吸収液による二酸化炭素分離・回収技術について、環境影響評価手法を取りまとめつつ、火力発電所での大型実証(分離・回収率50%以上)を行う。



CO₂分離回収設備イメージ図

三川発電所の排ガスから1日500t以上のCO₂を分離・回収する設備を三川発電所の隣接地(敷地外)に建設し、実証運転を行う。

わが国に適した円滑なCCS導入手法の 取りまとめ

我が国に適した円滑なCCS導入



- ・我が国に適したCO₂輸送の検討
- ・貯留候補地での貯留およびモニタリング計画の検討
- ・CCS社会実装に向けた各種分析・検討

© 2020 Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation 25

(実績紹介3) 環境省・環境配慮型CCS実証事業(2)

体制図



代表事業者

TOSHIBA

共同実施者

MIZUHO <取りまとめ機関>

UYENO

JGC
日揮株式会社

CHIYODA CORPORATION

三菱マテリアル

TAISEI
For a Lively World

電力中央研究所

国際石油開発帝石株式会社

INPEX

三菱商事石油開発

株式会社
タイヤコンサルタント

九州大学
ICNER

東京大学
THE UNIVERSITY OF TOKYO

JANUS
日本エヌ・ユー・エス株式会社

AIST

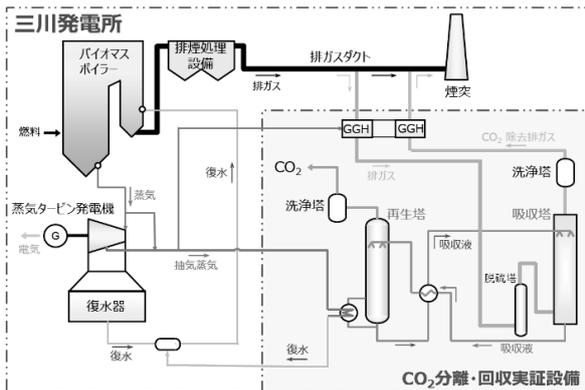
QJ Science

太平洋セメント

JCOAL
Japan Coal Energy Center

© 2020 Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation 26

(実績紹介3) 環境省・環境配慮型CCS実証事業(3)



排ガス組成：バイオマスボイラー-石炭専焼時

| 項目 | 条件 |
|----------------------|-------------------------------|
| ●処理排ガス条件 | |
| ・組成 | |
| CO ₂ | 13.8 vol%(wet) |
| O ₂ | 3.9 vol%(wet) |
| N ₂ | 74.3 vol%(wet) |
| H ₂ O | 8.0 vol%(wet) |
| SO _x | 125 vol-ppm(dry)※ |
| NO _x | 160 vol-ppm(dry)※ |
| ばいじん | 33 mg/Nm ³ 未満(dry) |
| ・圧力 | 102 kPaA |
| ・温度 | 150 °C |
| ・流量 | 102,544 Nm ³ /h |
| ●CO ₂ 回収量 | 500t/日以上 回収率50%以上 |
| ●再生塔加熱用蒸気 | |
| ・供給圧力 | 0.35MPaG |
| ・供給温度 | 180 °C |
| ・必要流量 | 29 t/h |

三川発電所の2017年改造改良により、石炭のみならず、バイオマス燃料でのCO₂回収も可能な設計へ

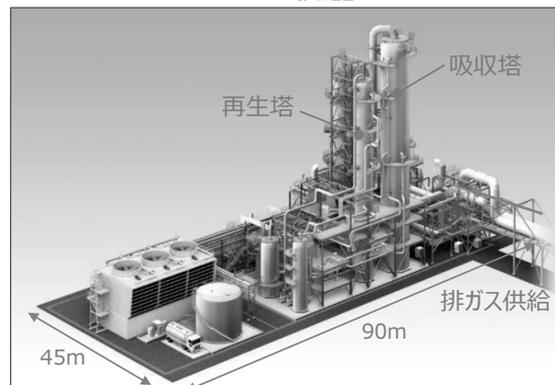


BECCS (Bio Energy with CCS=カーボンネガティブ技術) : 発電所適用BECCSとして世界初のCO₂分離回収設備になる可能性あり

※最大許容値



プラント状況
(2020.7.22撮影)



© 2020 Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation 27

廃棄物資源循環学会 令和元年度第2回シンポジウム

「地域循環共生圏形成における資源循環分野の果たす役割と可能性 — エネルギー回収及びGHG排出削減 —」

『脱CO2・循環型社会』に向けたIHIの取り組み ～カーボンリサイクル技術の開発動向～

IHI

2020年08月05日

株式会社IHI

技術開発本部 プロジェクトセンター CO2フリープロジェクトG

成相 健太郎(なりあい けんたろう)

Copyright © 2019 IHI Corporation All Rights Reserved.

会社概要 -IHIグループの目指す姿-

IHI

IHIグループは、21世紀の環境、エネルギー、産業・社会基盤における諸問題を、ものづくり技術の中核とするエンジニアリング力によって解決し、地球と人類に豊かさや安全・安心を提供するグローバルな企業グループをめざしています。

ものづくり技術とは…

開発・設計・調達・生産・建設のそれぞれの段階で必要とされる能力を強化することにより、提供する製品・サービスの競争力を向上させる技術。

株式会社 I H I

| | |
|----------|-------------|
| 創業 | 1853年（嘉永6年） |
| 資本金 | 1,071億円 |
| 売上高（連結） | 14,834億円 |
| 連結従業員数 | 29,706人 |
| 国内支社・営業所 | 16ヶ所 |
| 海外事務所 | 15ヶ所 |
| 連結子会社 | 148社 |

※売上高：2019年3月期



Copyright © 2020 IHI Corporation All Rights Reserved.

2



3

1. CCU技術

2. 回収技術

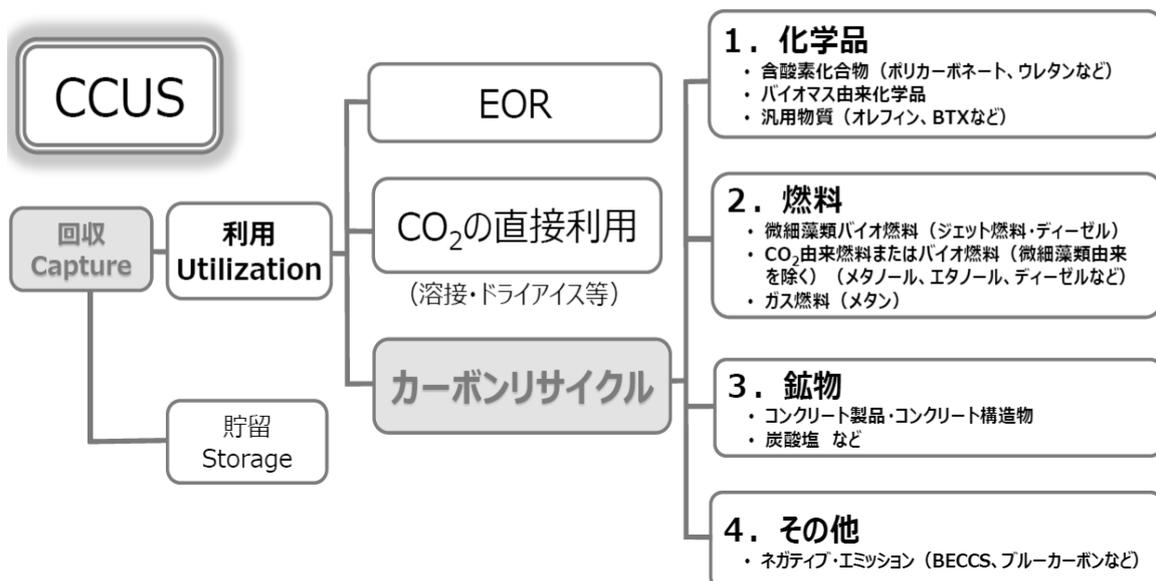
3. H₂製造

4. 有価物変換

カーボンリサイクル

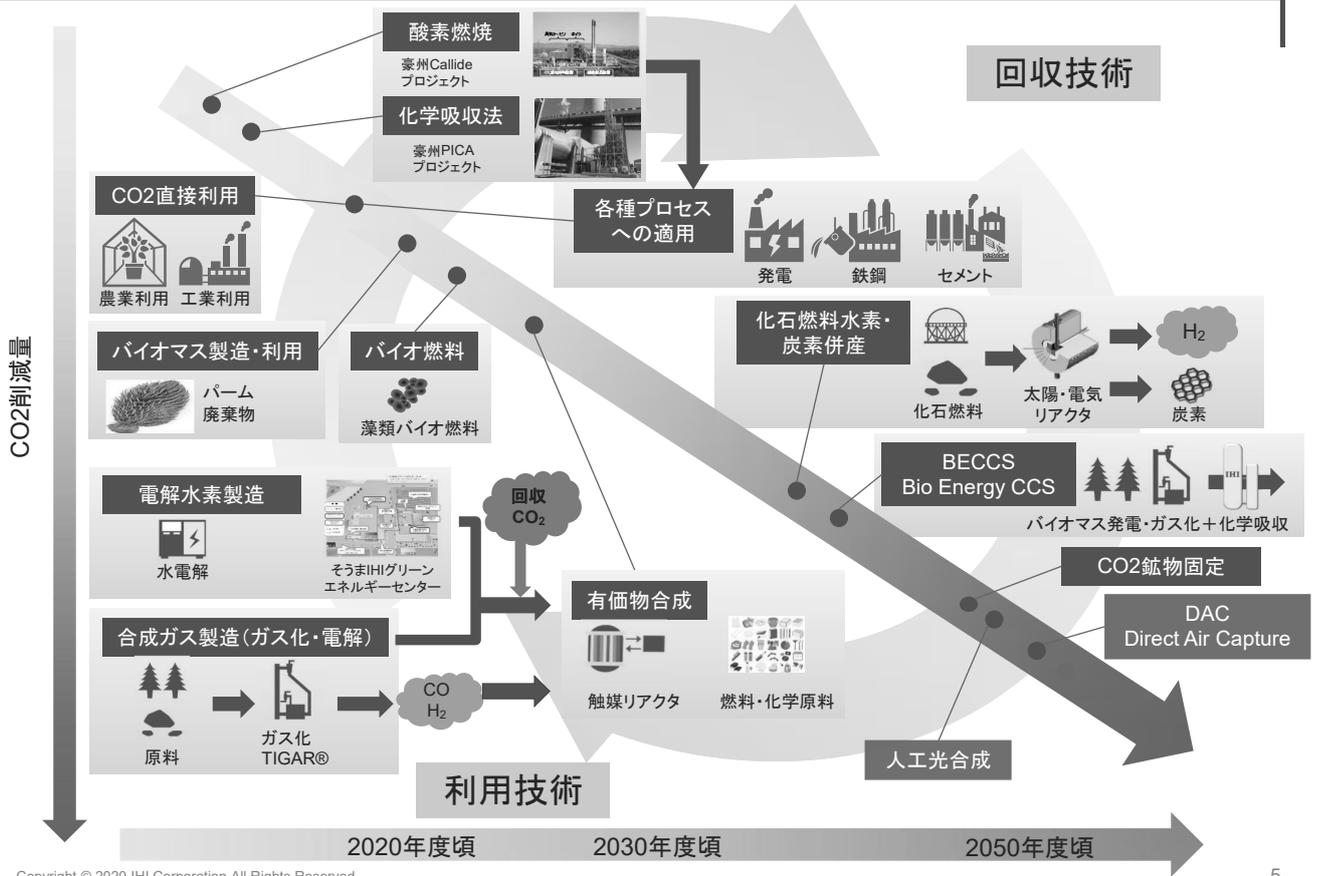
CCUS/カーボンリサイクル

- カーボンリサイクル: CO₂を資源として捉え、これを分離・回収し、鉱物化や人工光合成、メタネーションによる素材や燃料への再利用等とともに、大気中へのCO₂排出を抑制していく。
- カーボンリサイクルは、CO₂の利用 (Utilization) について、世界の産学官連携の下で研究開発を進め、非連続的イノベーションを進める取り組み。
- 省エネルギー、再生可能エネルギー、CCSなどとともにカーボンリサイクルは鍵となる取り組みの一つ。



4

IHIのカーボンリサイクルロードマップ



Copyright © 2020 IHI Corporation All Rights Reserved.

CCU技術の構成

酸素燃焼技術
化学吸収技術



化学吸収



水電解



ガス化

水電解水素製造
バイオマスガス化

①CO₂回収技術

CCU技術

②水素製造技術



触媒技術
リアクタ設計

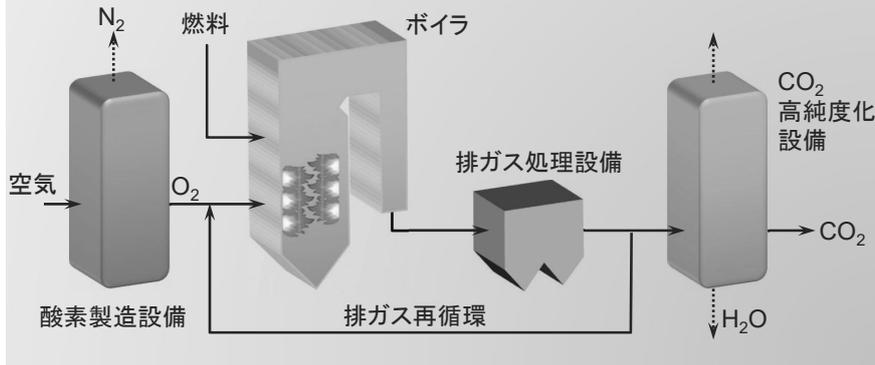
③有価物変換技術

Copyright © 2019 IHI Corporation All Rights Reserved.

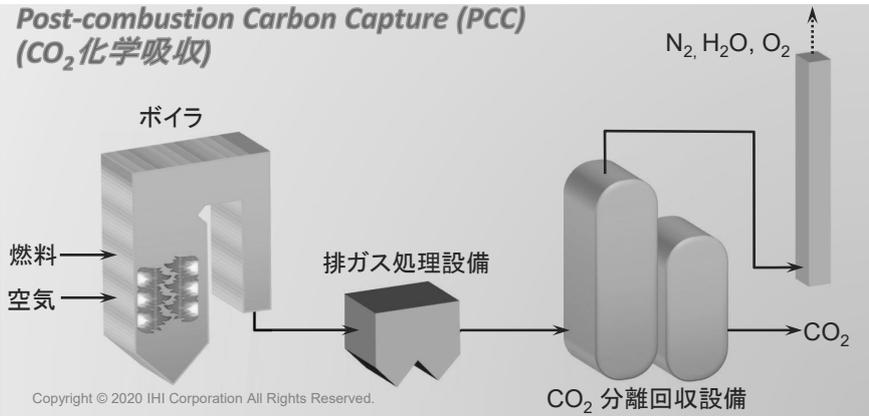
CO₂分離回収技術

IHI

酸素燃焼 (Oxyfuel combustion)



- 高いCO₂回収率(最大98%まで)で運用可能
- CO₂全量回収時のコストが低い
- 副産物の窒素を販売・活用可能

Post-combustion Carbon Capture (PCC)
(CO₂化学吸収)

- CO₂の部分回収および全量回収に対応可能
- 回収率の調整が容易 (PCCモジュール数の増減)
- 既存火カプラントに追設可能
- ボイラだけではなく、GTCC・ガス化など、導入先が多様である

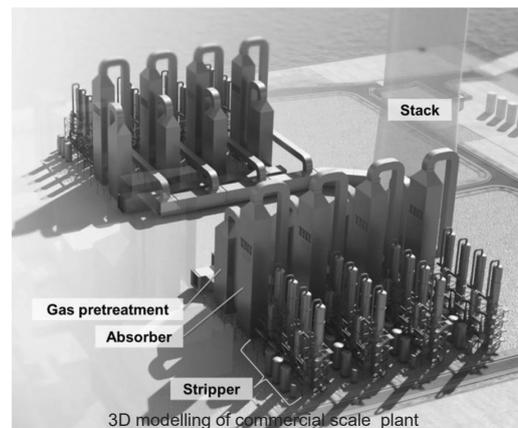
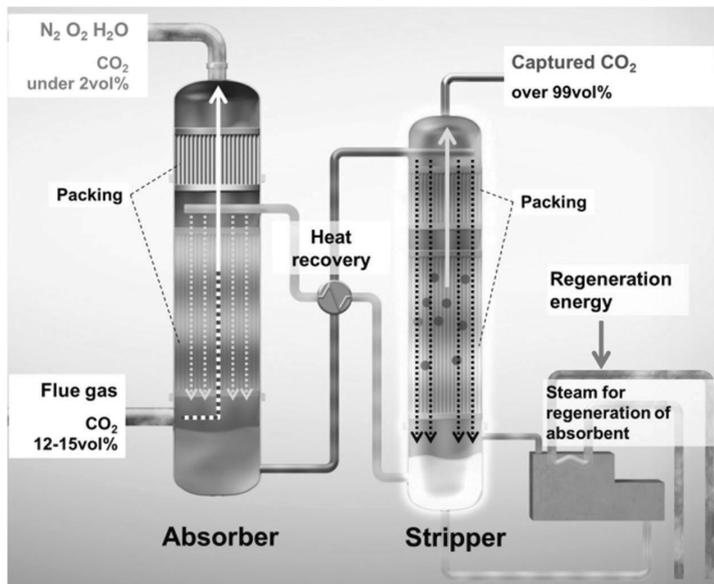
Copyright © 2020 IHI Corporation All Rights Reserved.

7

化学吸収法によるCO₂分離回収

IHI

- 石炭焼きボイラなどの排ガス中のCO₂を分離回収
- アミン系の吸収液を使って、吸収塔(低温側)でCO₂吸収し、放散塔(高温側)で放散することで、高濃度のCO₂を分離・回収



3D modelling of commercial scale plant

Copyright © 2019 IHI Corporation All Rights Reserved.

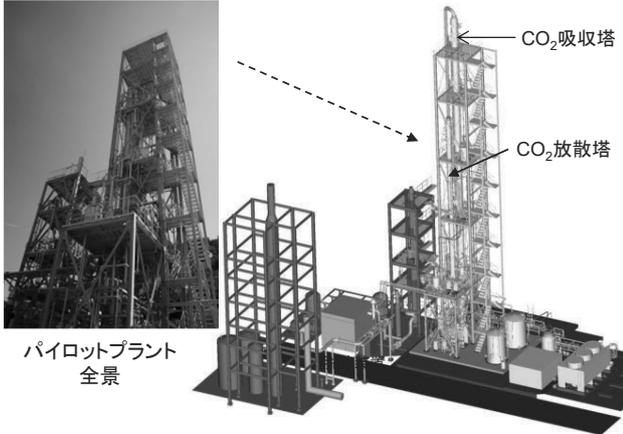
8

CO₂分離回収パイロットプラント (20 ton-CO₂/day)

IHI

・これまでに開発した吸収液・充填材・プロセスを組み合わせ、評価するプラント

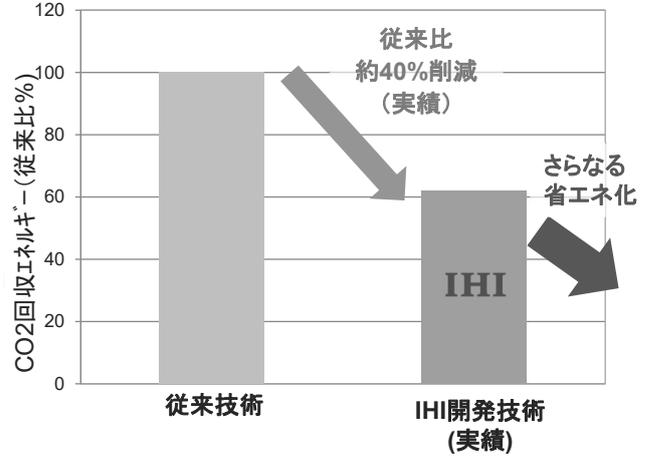
・従来プロセスに比べ、40%のエネルギー消費量削減を実現



パイロットプラント 全景

化学吸収法パイロットプラント (IHI相生事業所内)

| Item | Specification |
|--------------------------|-------------------------------|
| 排ガス源 | 石炭燃焼排ガス および プロパンガス燃焼排ガス |
| CO ₂ 回収量 | 定格 20 ton-CO ₂ /日 |
| CO ₂ 回収率 | 定格 90% |
| 排ガス流量 | 最大 4,000m ³ N/h(湿) |
| 入口 CO ₂ 濃度(乾) | 定格 15% |



NEDO「省エネ技術革新プログラム」の支援のもと、更なる省エネ技術の開発を推進(2015~2017年度)

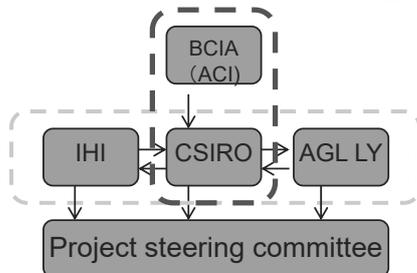
CO₂分離回収 長時間実ガス連続実証 -豪州PICAプロジェクト-

IHI

石炭火力発電所の排ガスを用い、
15,000hrにわたり技術の信頼性と安定性を確認



IHI CO₂ capture plant in Loy Yang A power station
(0.5 ton-CO₂/day, in Australia)



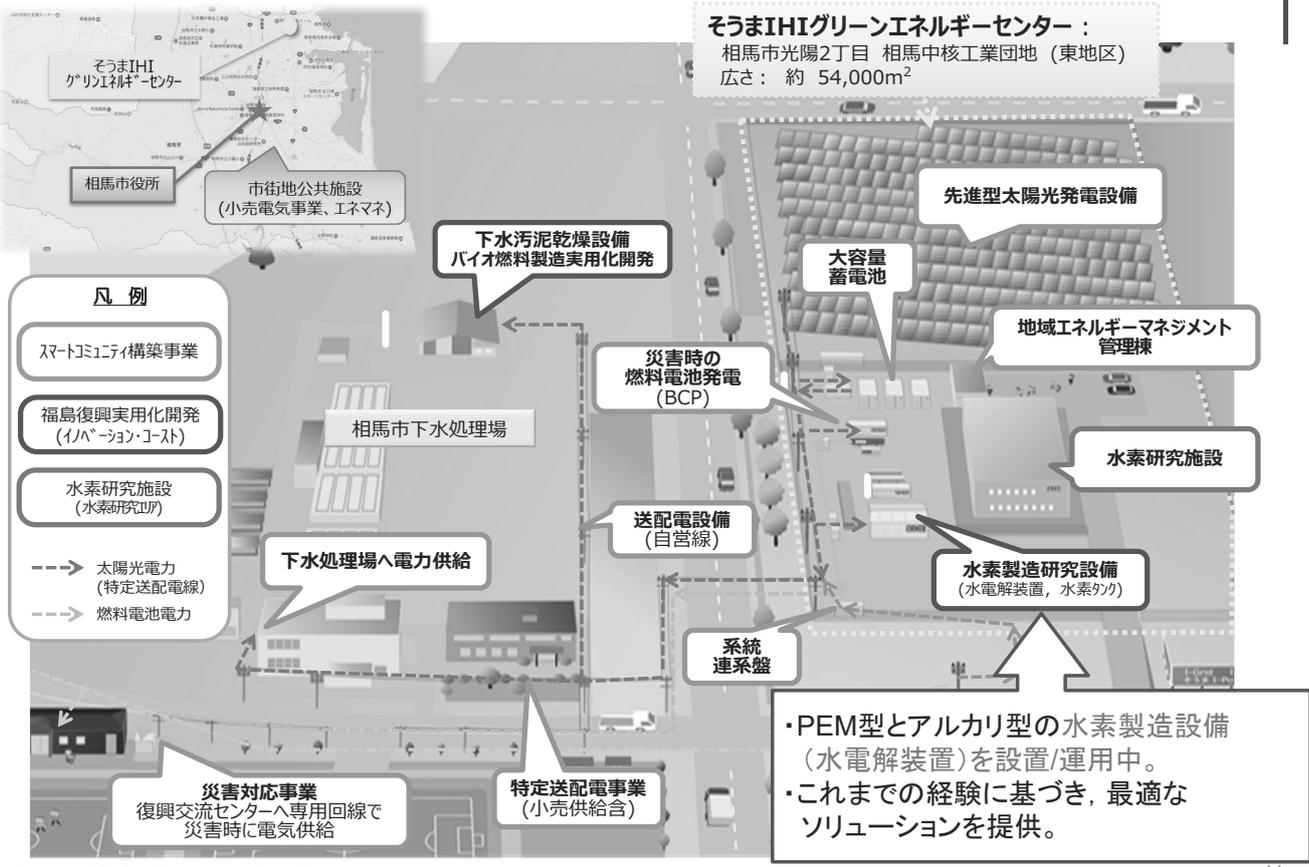
実施体制

- AGL LY AGL Loy Yang Pty Ltd.
- CSIRO Commonwealth Scientific and-Industrial Research Organization
- BCIA Brown Coal Innovation Australia

| Item | Specification |
|-------------------------------------------|-------------------------------------|
| Flue gas | Coal fired power plant |
| CO ₂ capacity | Rating 0.5 ton-CO ₂ /day |
| CO ₂ capture rate | Rating 90% |
| Gas flow rate | Max. 100m ³ N/h (wet) |
| Inlet CO ₂ concentration (dry) | 14 -15% |

再エネからの水素製造技術

そうまIHIグリーンエネルギーセンター



Copyright © 2019 IHI Corporation All Rights Reserved.

https://www.city.soma.fukushima.jp/shiseijoho/keikaku_shisaku/3006.html

11

そうまIHIグリーンエネルギーセンター 主要設備



水電解装置・水素貯蔵タンク・燃料電池 (災害対応設備)



蓄電池設備
蓄電池容量 2,500 kWh
パワコン出力 500kW



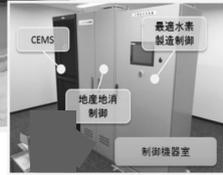
太陽光発電設備
太陽電池出力 1,600 kW, パワコン出力 1,250 kW



非常時の燃料電池発電 (出力 25kW)



CEMS管理棟, 制御機器



最速水素製造制御
地産地消制御
制御機器室



復興交流支援センターへの燃料電池発電電力供給



CEMS監視画面 (見える化画面)



アルカリ/PEM水電解装置・水素貯蔵タンク (水素製造研究等)

Copyright © 2019 IHI Corporation All Rights Reserved.

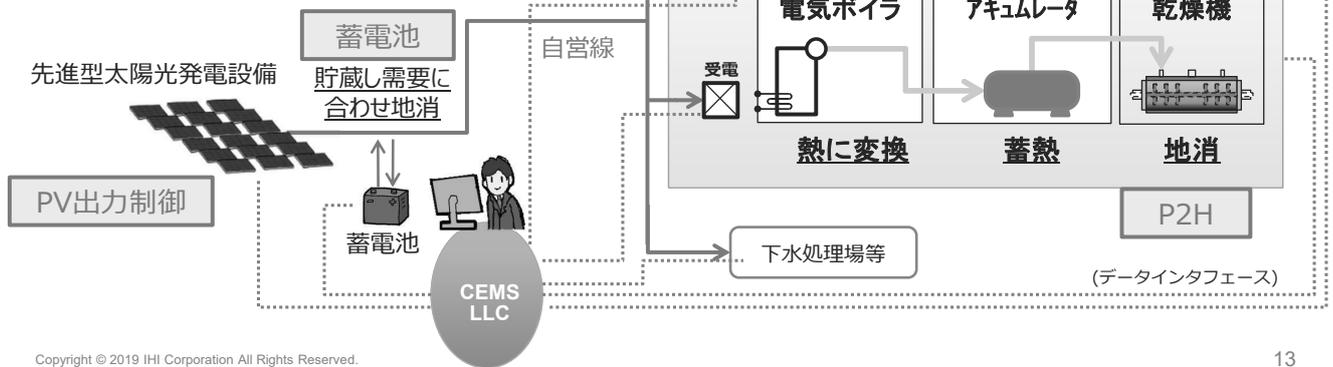
12

再エネからの水素製造（蓄電池 + P2X + 出力制御）

- 一般送配電系統に逆潮流が認められないことから、余剰電力は蓄電池に加えてP2G, P2H技術を導入し、そのデマンドレスポンスで地産地消を最大化
- 土日等で需要が低い時にも、太陽光出力制御で逆潮流完全防止を実現

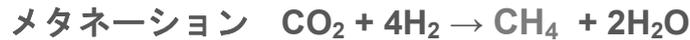
【導入した新技術】

- 地産地消制御
- P2G（電気→水素）
- P2H（電気→熱）
- Liイオン蓄電池
- 負荷追従型PV



CO₂からのメタネーション, オレフィン化

CO₂を水素化することで、メタンや化成品の原料となる炭化水素を合成することが可能



再エネ電気



H₂

メタン



天然ガス・都市ガスインフラ
(既設インフラ利用)

CO₂

CO₂

低級オレフィン



化学プラント



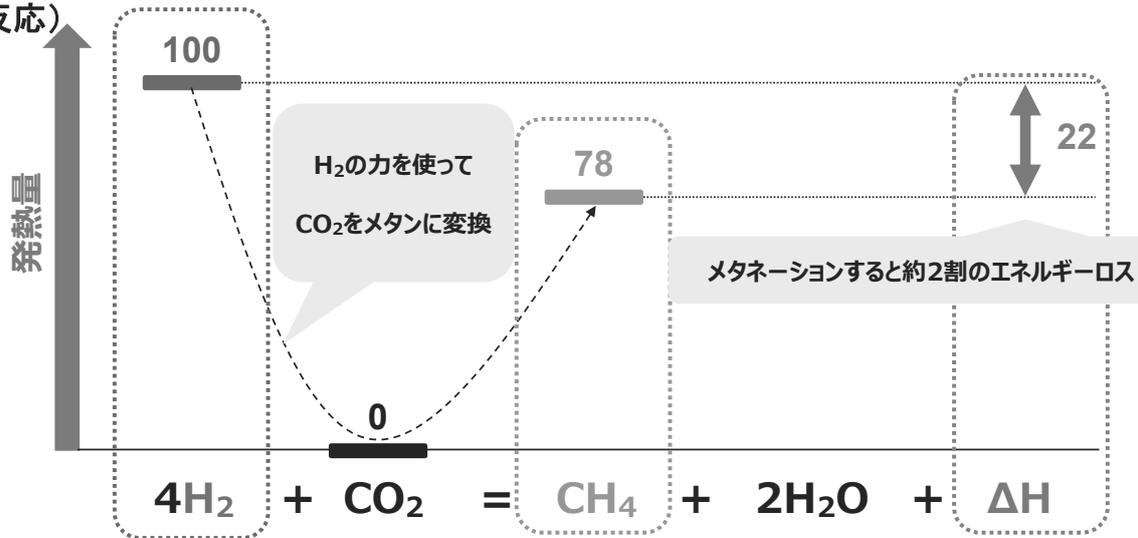
樹脂
プラスチック



メタネーション反応

IHI

1911年, フランス人化学者 ポール・サバティエ氏により発見された反応(サバティエ反応)



メタネーションのメリット

- ① 既設のインフラが有効利用できる。(輸送・貯留・利用)
利用側の機器 (ex. ボイラやGT) が電気や水素に対応していない状況で有効。
- ② 出たCO₂を有効利用できる。
- ③ 将来的には大気中のCO₂からメタネーションすることができる。(DAC : Direct Air Capture)

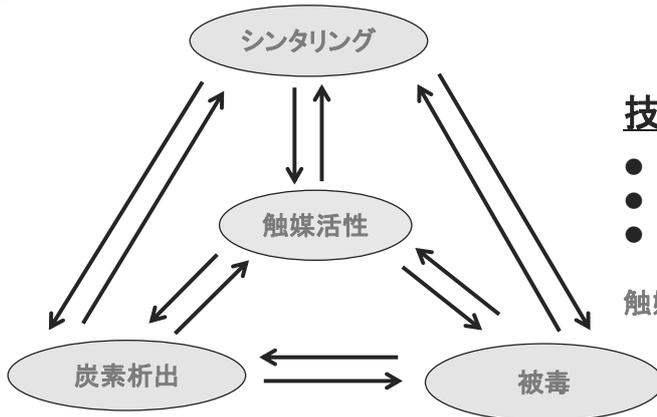
Copyright © 2019 IHI Corporation All Rights Reserved.

15

IHI-ICESメタネーション触媒の特徴

IHI

IHI Institute of Chemical and Engineering Sciences 共同研究
A*STAR



技術課題

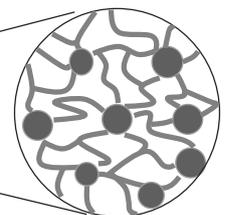
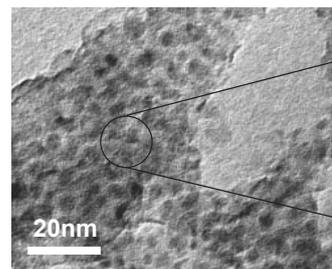
- 高温での触媒のシンタリングによる活性低下
- 炭素析出による活性低下
- 不純物による被毒による活性低下

触媒活性とロバスト性能両立が必要

IHI-ICES触媒の特徴

微細なNi粒子(数nm)が多孔質マトリックスに包含されたユニークな構造(コア・シェル型)

- 触媒寿命が長く, 交換頻度が低い
- プラントの設計, 運用条件の自由度が高い



触媒の電子顕微鏡写真

数nmのNi粒子

Copyright © 2019 IHI Corporation All Rights Reserved.

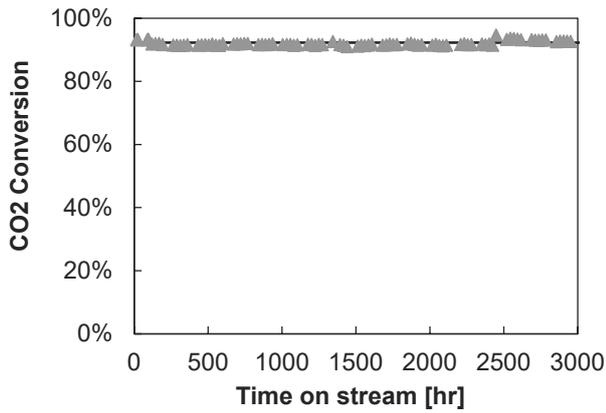
⇒ メンテナンス費削減

• US 9, 802, 872, Methanation Catalyst, Luwei Chen, Zhi Qun Tian, Armando Borgna, Hiroyuki Kamata, Yoshinori Izumi
• DOI : 10.1016/j.cattod.2017.03.003

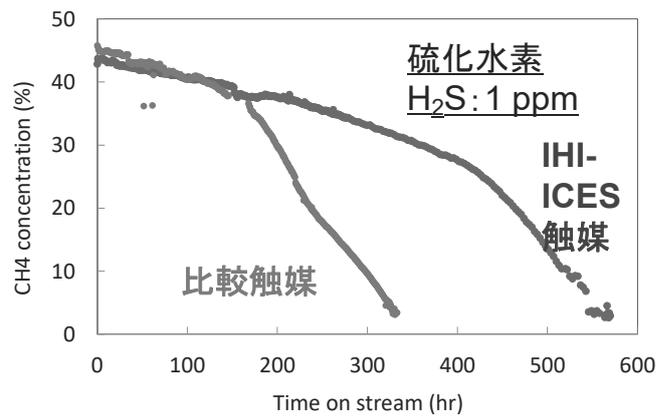
16

CO₂メタネーション触媒の安定性①

連続試験(3000h)

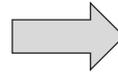
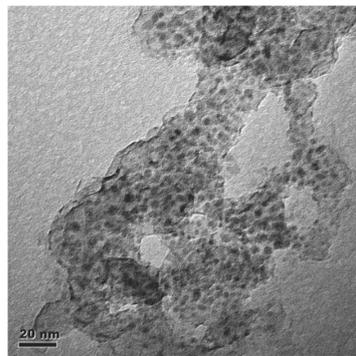


不純物による被毒に対する耐性 (加速試験)

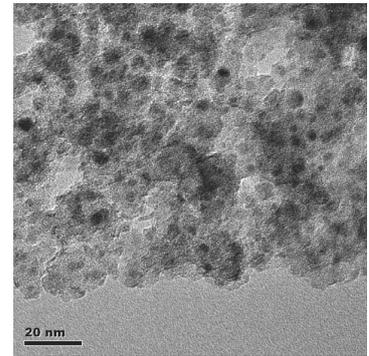


反応前後の触媒TEM写真

反応前

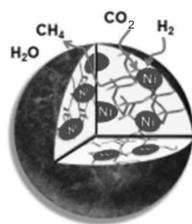


反応後



Copyright © 2019 IHI Corporation All Rights Reserved.

メタネーションプロセスの開発



コアシェル型触媒による触媒活性とロバスト性の両立

触媒性能

Scale up

実ガステスト

反応器設計

触媒供給



ガス化ガスによる性能評価 (TIGAR)



熱回収が容易なリアクター構造

スケールアップの容易な合成法



Copyright © 2019 IHI Corporation All Rights Reserved.

メタネーションプロセスの開発ロードマップ

2019FYより、メタン生成量1.2Nm³/hスケールでのベンチ試験、
2020FYより、メタン生成量12Nm³/hスケールでの実証試験を予定。

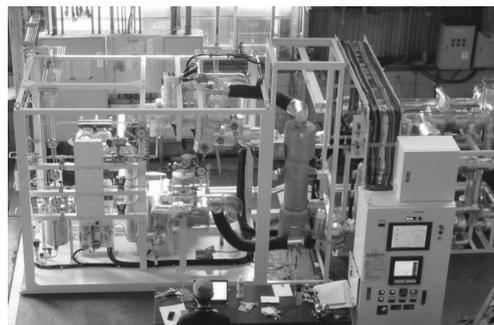


IHI-ICESメタネーション触媒



ラボ試験装置
~0.05Nm³-CH₄/h
(IHI横浜事業所)

| | ラボ フィールド | ベンチ | 実証 |
|------------------------------------------------|-------------|------|-------|
| メタン生成量 (Nm ³ /h) | ~0.05 | ~1.2 | ~12 |
| CO ₂ 処理量 (kg-CO ₂ /h) | ~2.4 | ~59 | ~590 |
| | ~2018 | 2019 | 2020~ |



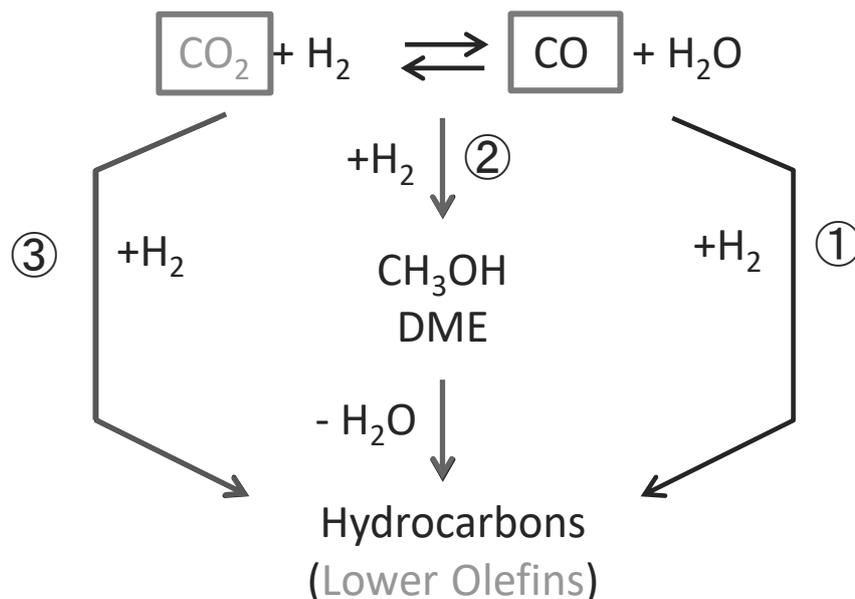
1.2Nm³-CH₄/h反応装置
(IHI横浜事業所)



12Nm³-CH₄/h反応装置
(イメージ図)

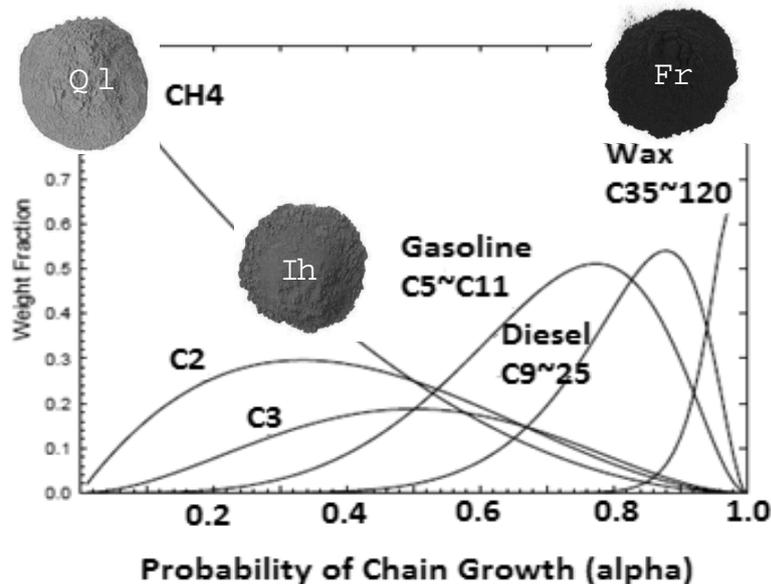
CO₂からの低級オレフィン合成技術

CO₂から炭化水素を合成するためのルート

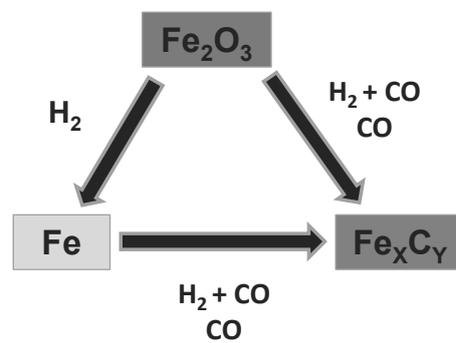


- ①逆水性ガスシフト反応とFisher-Tropsch (FT) 反応を利用した合成 (CO-FTO)
 ②メタノールやDMEを経由して、それらを脱水する方法 (MTO法)
 ③Fisher-Tropsch (FT) 反応を利用した、CO₂の水素化による直接合成 (CO₂-FTO)

CO₂からの低級オレフィン合成触媒



Fe触媒は非常に複雑 !

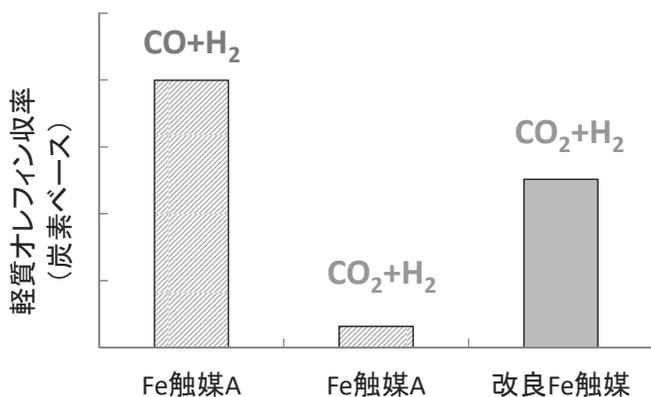


Fe系触媒の優位性

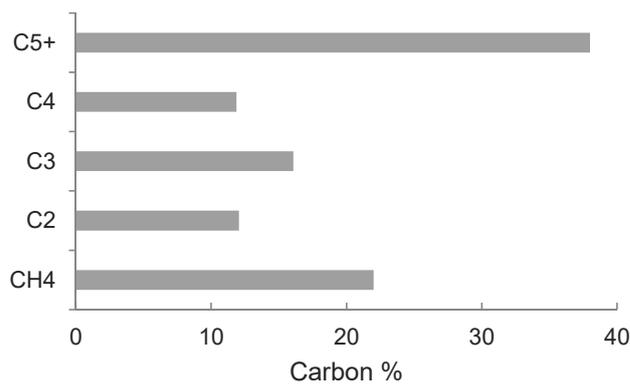
- 低いCH₄ 選択性
- 高い炭化水素選択性
- 高いC₂ - C₄選択性
- 高いオレフィン化率

- ・触媒の還元/活性化条件
- ・アルカリ金属などの添加物を変え、反応・選択率を制御

CO₂からのオレフィン合成 生成物組成



CO-FTOとCO₂-FTOの反応性



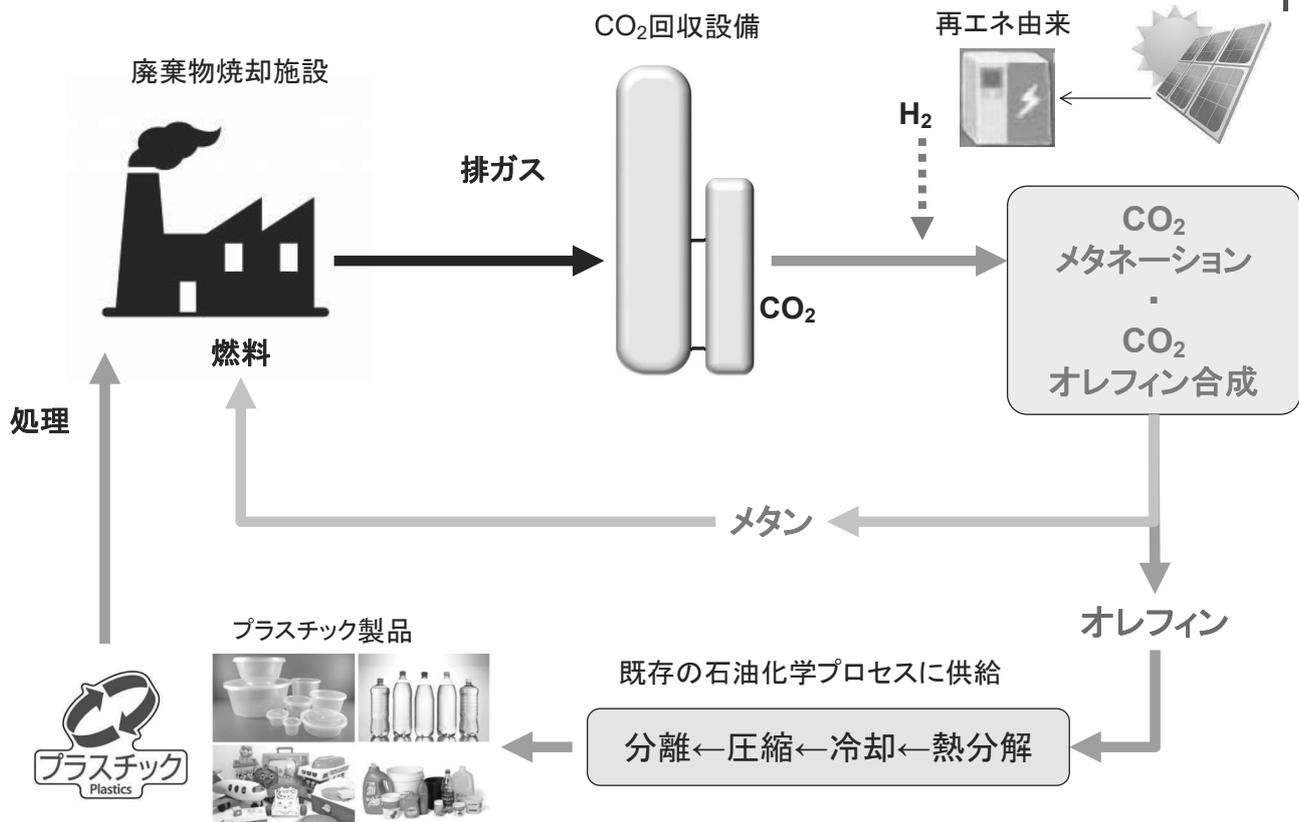
CO₂-FTO反応の生成物

CO-FTOに活性がある触媒(Fe触媒A)も、CO₂-FTOに活性があるわけではない。

⇒CO₂の水素化による軽質オレフィン収率が最大となるように、Fe系触媒の改良を進めている。

カーボンリサイクルのプロセスフロー

IHI



23

まとめ

IHI

IHIでは、CO₂排出抑制に向けたカーボンリサイクル技術として、①CO₂分離回収技術、②再エネからの水素製造技術、③CO₂の有価物への転換技術の開発に取り組んでいます。

① CO₂分離回収技術

IHIでは、化学吸収法によるCO₂分離回収技術を保有し、化学吸収法では、吸収液、充填剤および熱回収プロセスの工夫により従来よりも大幅な省エネルギーでのCO₂分離回収を達成しました。

② 再エネからの水素製造技術

太陽光発電の余剰電力を活用する水素製造において、型式の異なる水電解装置の最適負荷制御することで、低コストで水素を製造する技術に取り組んでいます。

③ CO₂の有価物への転換技術

高活性でロバストな触媒を使った、CO₂のメタン化やオレフィン製造プロセスの開発・実装に取り組んでいます。

これらCCUを構成する技術要素を組み合わせたカーボンリサイクル技術の最適システム早期の実装に向けて、技術のスケールアップ・実証を進めています。

Copyright © 2019 IHI Corporation All Rights Reserved.

24

ご清聴ありがとうございました

IHI
Realize your dreams

謝辞

豪州PICAプロジェクトは、下記関係者の協力で進められています。記して、謝意を表します。

- BCIA(Brown Coal Innovation Australia Limited)
- CSIRO (the Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation)
- AGL Loy Yang Pty Ltd
- ANLEC R&D(Australian National Low Emissions Coal Research and Development Ltd)

環境省・廃棄物資源循環学会
地域循環共生圏形成における資源循環分野の果たす役割と可能性
～ エネルギー回収及びGHG 排出削減 ～

化学蓄熱によるオフライン熱輸送技術の 開発と今後の展開

2020年08月05日

トヨタ自動車株式会社 プラント環境生技部

1

目次

- I 開発の背景
- II 化学蓄熱とは
- III 反応システム開発の現状
- IV 事業性検討と今後の展開

2

I 開発の背景

(1)トヨタ環境チャレンジ2050

新車のCO2を90%削減を目指し、次世代車開発の促進、普及を加速

素材製造から部品・車両製造、走行、廃棄までのLC全体でCO2ゼロを目指す

「低CO2技術の開発・導入と日常カイゼン」「再生エネルギー活用と水素利用」の両輪によりCO2ゼロを目指す

CHALLENGE 1
新車CO₂ゼロ
チャレンジ

CHALLENGE 2
ライフサイクルCO₂ゼロ
チャレンジ

CHALLENGE 3
工場CO₂ゼロ
チャレンジ

CHALLENGE 4
水循環インパクト最小化
チャレンジ

CHALLENGE 5
循環型社会・システム構築
チャレンジ

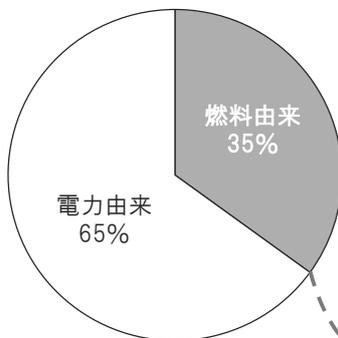
CHALLENGE 6
人と自然が共生する
未来づくりへのチャレンジ

① “CO₂ゼロ”を成し遂げる「ゼロへのチャレンジ」 × ② “プラスの世界”を成し遂げる「プラスへのチャレンジ」

I 開発の背景

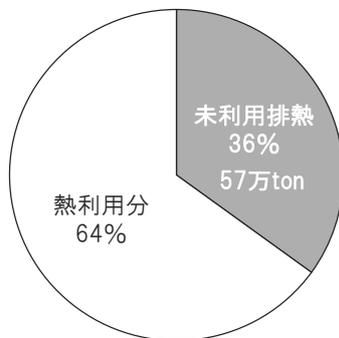
(2)排熱の有効利用によるトヨタGでのCO2低減ポテンシャル

トヨタG CO2発生量
(2013年度)



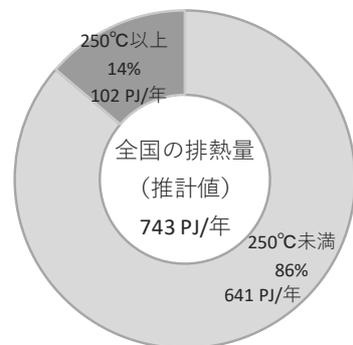
449万ton-CO₂/年

熱エネルギーの
利用状況(推定)



→ 157万ton-CO₂/年

参考)日本の製造業における
未利用排熱量

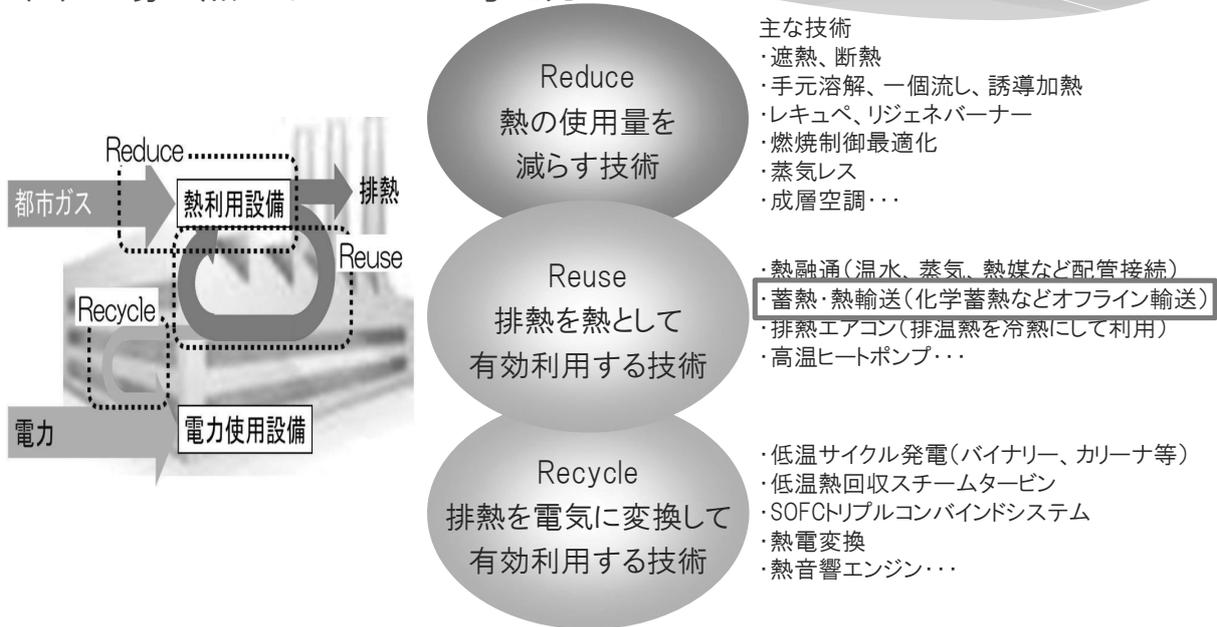


出所:「産業分野の排熱実態調査」
未利用熱エネルギー革新的活用技術研究組合
2019年3月より

未利用排熱の有効活用によるCO₂低減のポテンシャルは大きい
⇒工場の熱マネジメントに取り組む

I 開発の背景

(3) 工場の熱マネジメントの考え方



各技術を組み合わせて工場熱の全体最適システムを構築

目次

- I 開発の背景
- II 化学蓄熱とは
- III 反応システム開発の現状
- IV 事業性検討と今後の展開

Ⅱ 化学蓄熱とは

(1) 本開発の目標

熱エネルギー有効活用に向けオフライン熱輸送システムの実用化・普及
⇒ 投資回収10年以内を目標に開発

(2) 蓄熱技術BMC

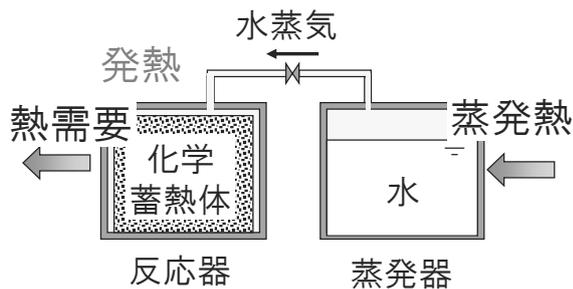
| | 化学蓄熱 | 吸着系蓄熱材 | 潜熱蓄熱 (既存技術/事業化) |
|------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 蓄熱材 | Mg系、Ca系等 | ゼオライト、ハスクレイ等 | エリスリトール、酢酸Na等 |
| 蓄熱密度 | 1GJ/m ³ (蓄熱密度向上) | 0.59GJ/m ³ (蓄熱密度向上) | 0.20GJ/m ³ |
| 利用温度 | 200~250℃ (蒸気・空調・給湯利用) | 80~120℃ (空調・給湯利用) | 60~120℃ (空調・給湯利用) |
| 放熱ロス | なし | なし | あり |

- ・蓄熱密度向上⇒事業採算性を確保、小型化により既存ロジスティック活用
- ・利用温度向上⇒蒸気出力が可能、既存工場インフラ活用
- ・放熱ロスなし⇒季節間など長期蓄熱が可能

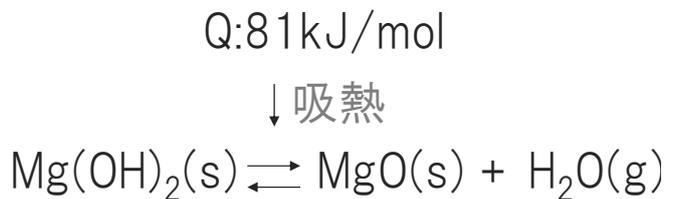
7

Ⅱ 化学蓄熱とは

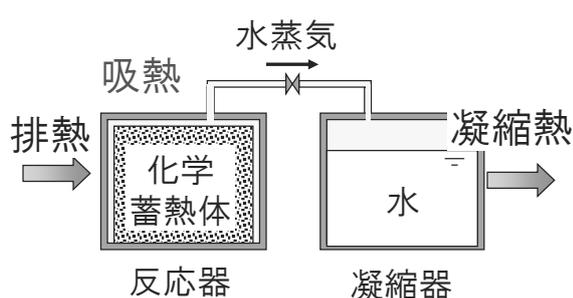
○放熱操作時の動作



○水酸化マグネシウムでの反応



○蓄熱操作時の動作



特徴:

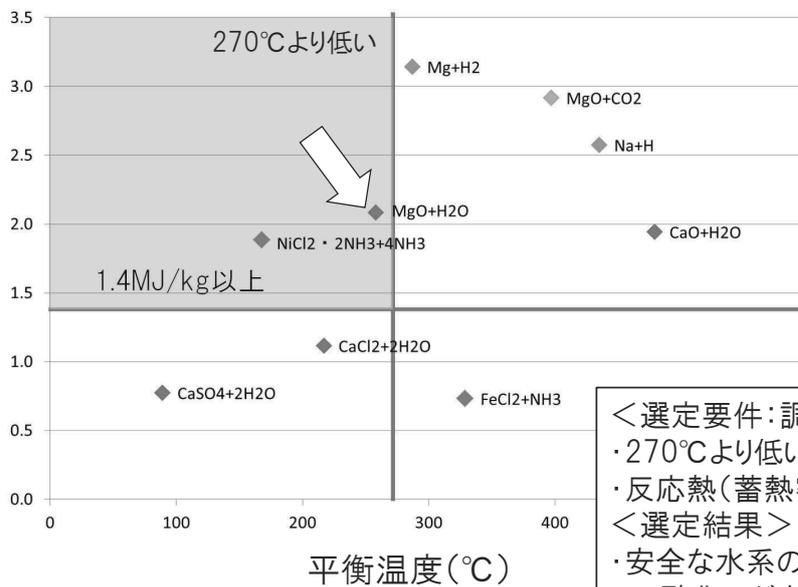
- ・化学反応を利用し高蓄熱密度
- ・半永久的に蓄熱が可能
- ・反応温度が高い

8

Ⅱ 化学蓄熱とは

○反応系の選定

反応熱(MJ/kg)



<選定要件:調査結果より決定>

- ・270°Cより低い温度で蓄熱可能
- ・反応熱(蓄熱密度):1.4MJ/kg以上

<選定結果>

- ・安全な水系の反応(爆発・臭気リスク無し)
→酸化マグネシウム/水系化学蓄熱を
ベース材料として選定

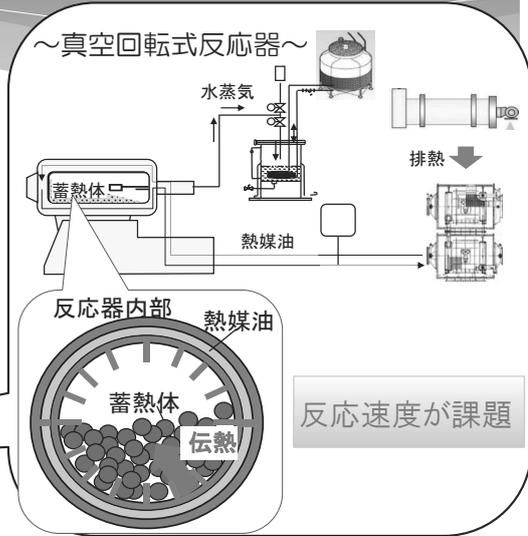
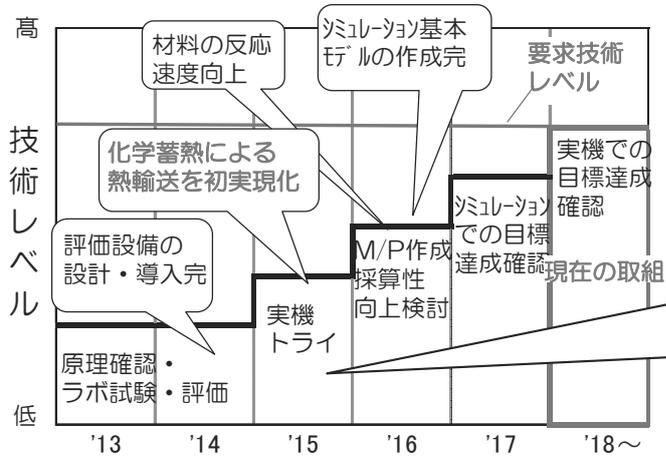
9

目次

- I 開発の背景
- II 化学蓄熱とは
- III 反応システム開発の現状
- IV 事業性検討と今後の展開

Ⅲ-①反応システム開発の経緯

【開発の経緯】

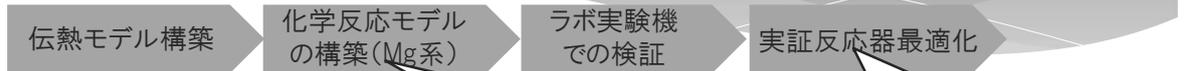


- ①蓄熱体反応速度向上
 - 母材の化学修飾最適化
 - 熱伝導・水蒸気拡散を両立した多孔質成形体の開発
- ②反応器-蓄熱体間伝熱速度向上
 - 空気の直接接触による伝熱、水蒸気授受促進

11

Ⅲ-②空気の直接接触による反応システム検討

○ラボ試験、シミュレーションモデル作成

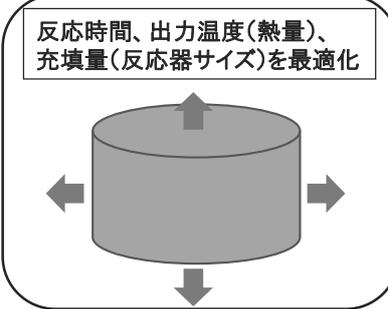


Mg材での反応モデル構築

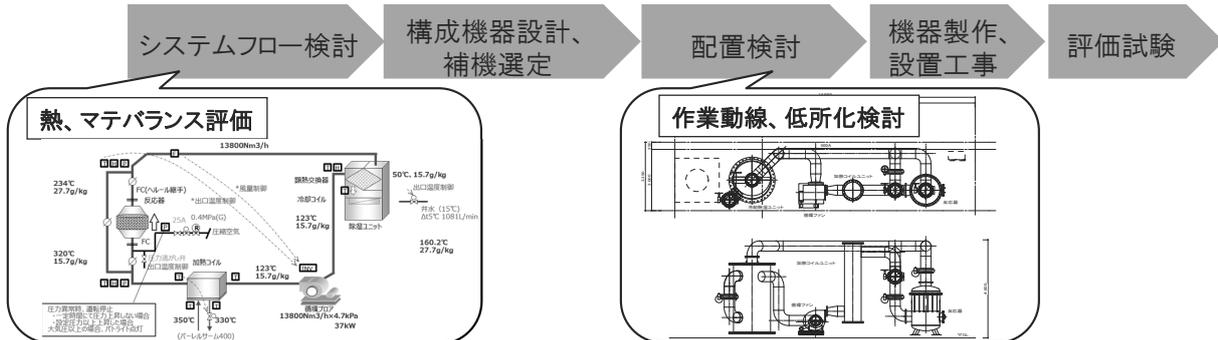
- ・物質収支式
$$u \frac{\partial C}{\partial x} - D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \rho_b \frac{\partial \bar{q}}{\partial t} + \frac{\partial C}{\partial t} = 0$$
- ・熱収支式
$$\rho_s C_p u \frac{\partial T_s}{\partial t} - \lambda_s \frac{\partial^2 T_s}{\partial x^2} - q_d \rho_b \frac{\partial \bar{q}}{\partial t} + h a_v (T_s - T_f) = 0$$

$$\rho_f C_p u \frac{\partial T_f}{\partial t} - \lambda_f \frac{\partial^2 T_f}{\partial x^2} + \rho_f C_p u \frac{\partial T_f}{\partial x} - h a_v (T_s - T_f) = 0$$

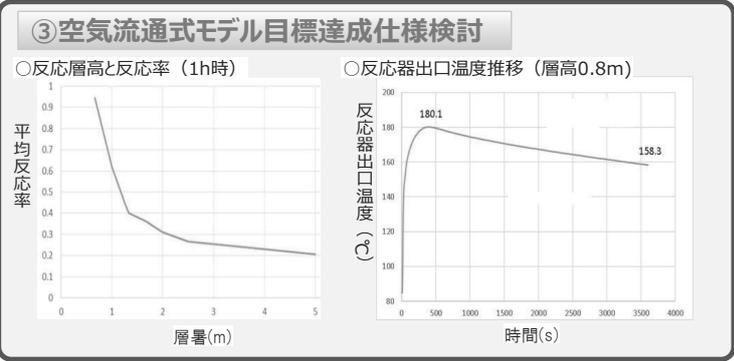
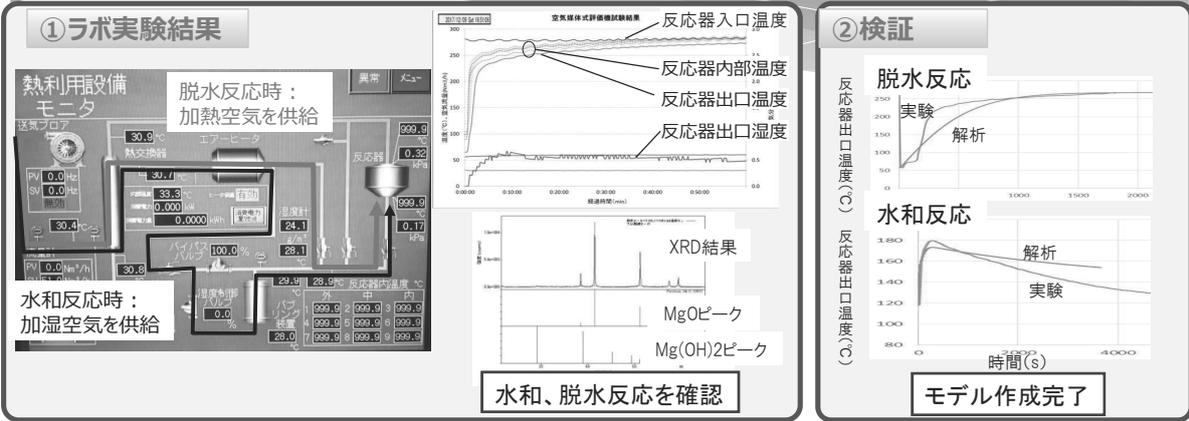
- ・反応速度式 (脱水)
$$\frac{\partial \bar{q}}{\partial t} = -k_d \bar{q} \quad \text{※一次反応速度式}$$
- ・反応速度式 (水和)
$$\frac{\partial \bar{q}}{\partial t} = k_h C \left[\left(1 - \frac{\bar{q}}{q_{max}} \right)^{-1/3} - 1 \right]$$
- ※Shrinking Core model



○実証試験



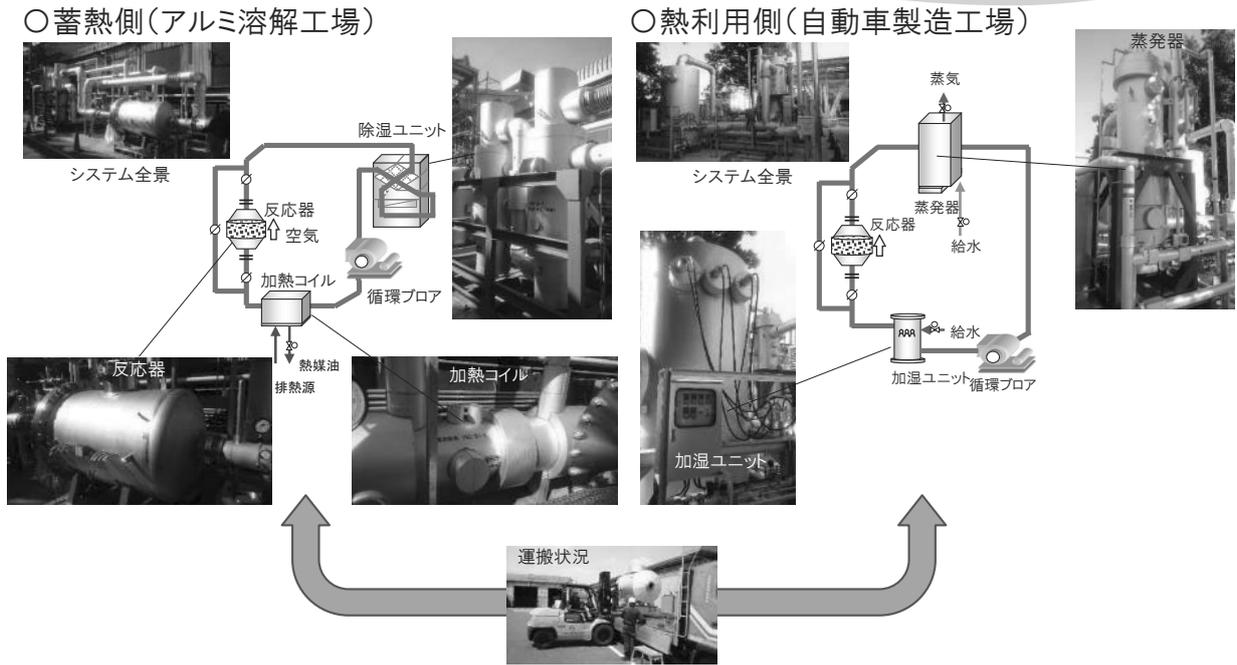
Ⅲ-③ 空気流通式反応モデルによる仕様検討



⇒ 実証機の仕様を決定

Ⅲ-④ 実証システム

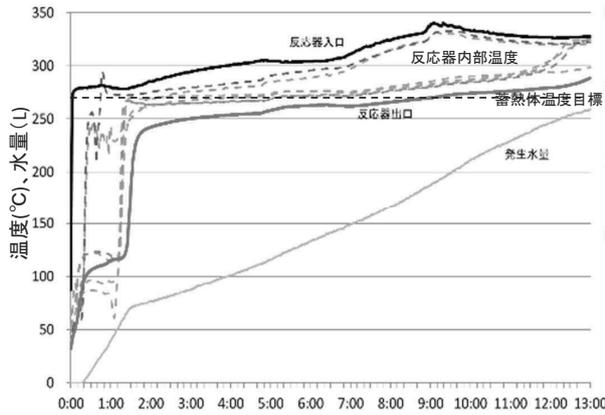
【空気流通式反応システム】



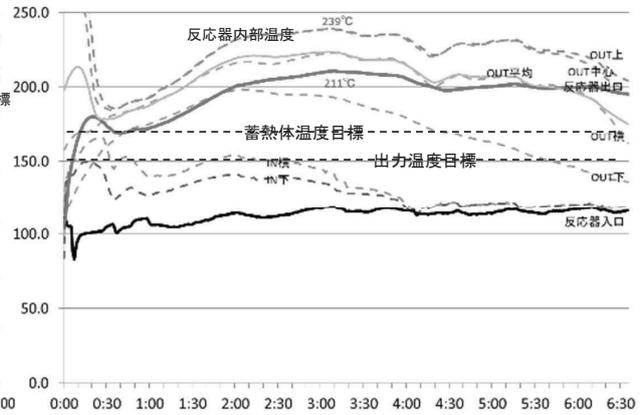
Ⅲ-⑤実証試験結果

【試験結果】

○蓄熱側



○熱利用側



蓄熱反応による水分発生を確認。
 入力温度: 270~340°C (目標300°C)
 蓄熱体温度: 270~300°C (目標270°C)
 反応水分量/時: 20kg/h (目標110kg/h)

水和反応による発熱を確認。
 蓄熱体温度: 239°C (目標170°C)
 出力温度: 211°C (目標150°C)
 反応水分量/時: 42kg/h (目標110kg/h)

15

Ⅲ-⑥実証試験結果まとめ

【目標達成状況】

評価指標 ○:達成、△:達成見込み、×:未達

| | 項目 | 目標 | 従来(真空回転式) | 現状(空気流通式) | 評価 |
|------|--------------|---------------------|-----------------------|------------------------|----|
| 蓄熱操作 | 蓄熱体温度 (入力温度) | 270°C (300°C) | 270~287°C (270~300°C) | 270~300°C (270~340°C) | ○ |
| | 反応湿度 | 5kPa | 5kPa | 3~5.4kPa (22°C~33°C相当) | ○ |
| | 時間当たり反応水分量 | 220kg/2h (=110kg/h) | 80kg/7.5h (=11kg/h) | 263kg/13h (=20kg/h) | △ |
| 放熱操作 | 蓄熱体温度 (出力温度) | 170°C (150°C) | 173°C (136°C) | 239°C (211°C) | ○ |
| | 反応湿度 | 58kPa | 90kPa | 58kPa | ○ |
| | 発生蒸気圧 | 0.3MPa | 0.12MPa | 0.36MPa | ○ |
| | 発生蒸気量 | 400kg | 0kg | 121kg | △ |
| | 時間当たり反応水分量 | 220kg/2h (=110kg/h) | 80kg/5h (=16kg/h) | 270kg/6.5h (=42kg/h) | △ |

温度、湿度目標、発生蒸気圧について達成。反応速度は従来より約2倍に向上した。

目次

- I 開発の背景
- II 化学蓄熱とは
- III 反応システム開発の現状
- IV 事業性検討と今後の展開

17

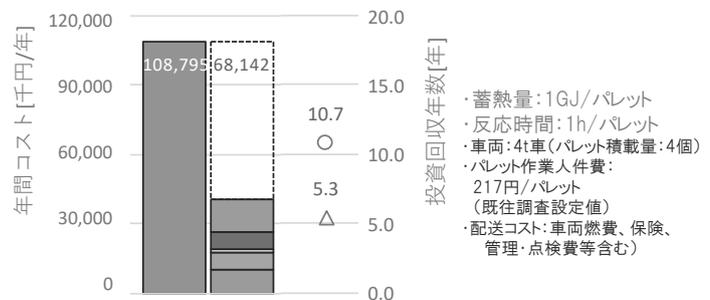
IV-①弊社工場周辺での事業性検討

トヨタ自動車元町工場周辺エリアにおける工場間熱輸送



【導入普及段階における事業採算性】

- ガス削減効果
- 補機動力
- 固定資産税
- 保険・修繕費
- 作業人件費
- 配送コスト
- FCF
- △ 投資回収年数(補助あり) ○ 投資回収年数(補助なし)

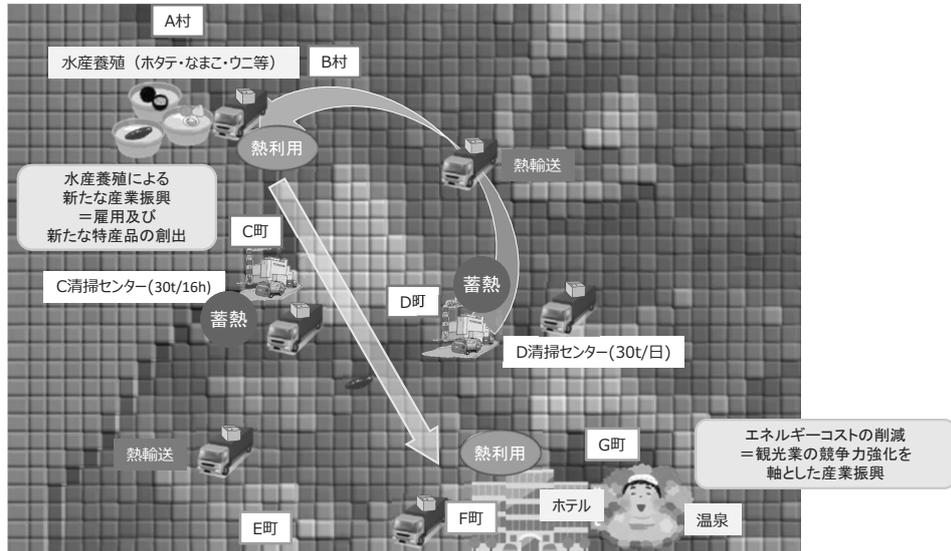


- ・10年程度で投資回収 → 事業採算性を確保(機器耐用 15年以上)
- ・CO2低減効果: 1272t/年
- ・事業を実施するにあたって、消防法、道路交通法、熱供給事業法等の制約なし
- 最終的なシステムとして自動車製造物流活用により更なる低減可能

IV-②他地域での事業性検討

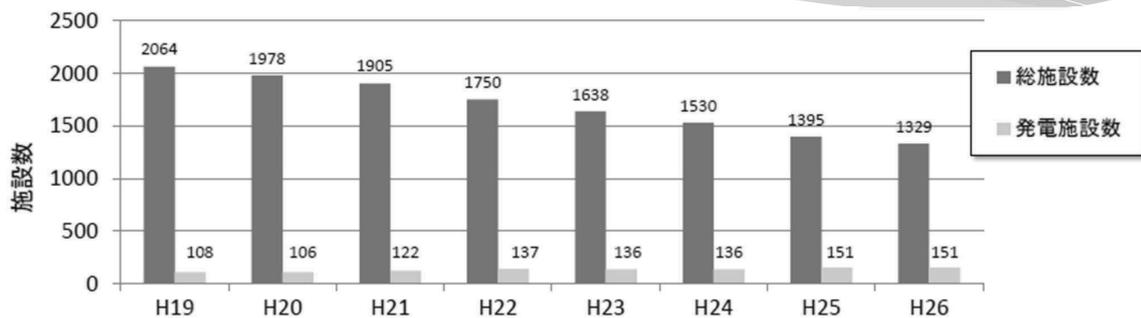
廃棄物焼却施設⇔水産養殖+ホテル

- 廃棄物処理施設で発生している余剰排熱を化学蓄熱材を格納した蓄熱容器(パレット)で蓄熱を行い、そのパレットを汎用トラックでオフライン輸送し、水産養殖や近隣のホテル・温泉加温等の給湯・暖房需要に利用することで、地域のエネルギーコストを地域内で循環させ、雇用創出や産業振興による地域循環共生圏の構築に資する仕組みの構築を目指す。
- また、水産養殖で生産された海産物を地域の新たな特産品として近隣地域に供給する仕組みの構築を目指す。

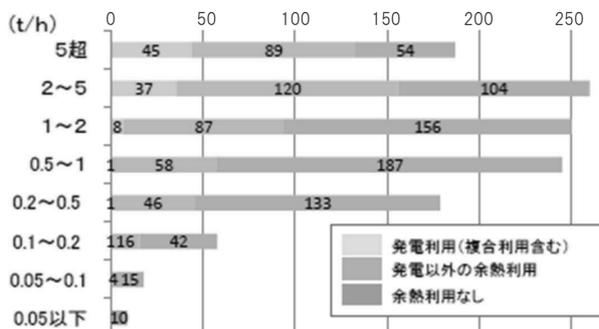


IV 廃棄物焼却施設の排熱利用状況

廃棄物焼却+発電施設の導入状況



廃棄物焼却施設の能力別余熱利用状況



特に小規模焼却施設の余熱利用に課題

出典: 環境省HP

IV その他の展開先

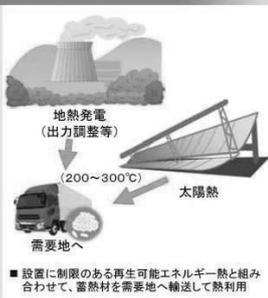
【熱輸送での将来的な事業展開イメージ】



熱回収【工場排熱回収】



熱回収【再エネ連携(地熱・太陽熱)】



熱利用【工場内汚泥乾燥】



熱利用【農業利用(ビニールハウス)】



21

今後の予定

| | 19年度 | 20年度 | 21年度 | 22年度 |
|--------|-------------------------------------------|-------------------|-------|--------|
| 実運用先検討 | FS先選定 | | | |
| | ・温水利用に向けた技術検討 ・FS事前調査 | FS実施 | M/P作成 | 建設、実運用 |
| 採算性向上 | 温水システム、システムS/S化、低コスト化検討 | | 実施設計 | |
| | ・常圧システム ・蓄熱脱水レス ・反応器軽量化 ・排ガス直接導入 | ・加温方法 ・反応器接続改善 | | |
| | 反応速度向上検討 | | | |
| | ・反応器内部流路改善 ・排ガス直接導入 ・高温化 | | | |

実運用先検討とともに、採算性向上し社会実装に向け改善を進める

謝辞

本技術開発には経済産業省、新エネルギー導入促進協議会様、新エネルギー・産業技術総合開発機構様、また弊社元町工場近隣の各社様より多大なご支援・ご協力を頂いております。この場をお借りして御礼申し上げます。ありがとうございました。

23

END

24

環境省・廃棄物資源循環学会共催 令和2年度第1回シンポジウム予稿集

主題：地域循環共生圏形成における廃棄物エネルギー利用施設の果たす役割と可能性

発行：一般社団法人廃棄物資源循環学会

発行日：2020年8月5日（水）

無断で複製・転載を禁じます

本講演資料は、このシンポジウムにかぎり使用の許可を得ています

他の目的に使用されることは固くお断りいたします

使用される場合には、必ず講演者本人のご了解を得てください