動静脈連携による
産業の脱炭素化実現

2023年12月５日

エックス都市研究所

6．熱利用高度化導入の文脈での脱炭素観点の盛り込み

■背景

20世紀後半以降の温暖化の主な原因は
人間活動である可能性が…

NIES地球環境研究センターニュースより精緻な科学的知見を提供－IPCC第1作業部会第6次評価報告書概要－
江守正多（地球システム領域　副領域長）2021年11月号　Vol. 32 No. 8（通巻372号）
https://cger.nies.go.jp/cgernews/202111/372001.html

- 国内部門別CO2排出量のうち、産業の割合が高い（38%）
- しかし、産業での熱は電力に代替することが難しい

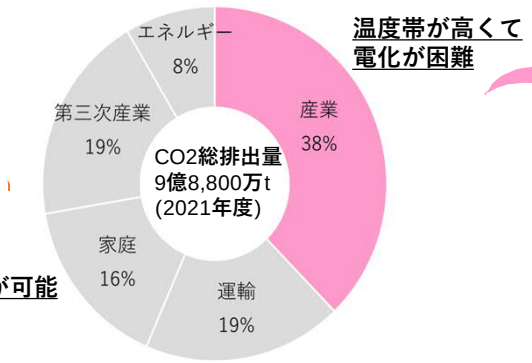
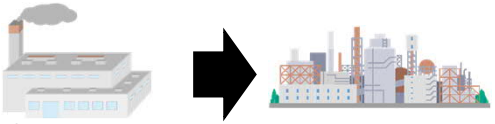


図１　国内部門別CO2排出量【電気・熱配分後】

■課題

・焼却熱は産業利用に適している
＜Waste to Steam＞



焼却炉でWaste to Steam
→焼却炉から蒸気供給・
炭素循環プラントへ

臨海部の化学工場
産業団地の製造業

- 必要な蒸気温度帯にみあった燃料を使うことで、社会全体で熱の利用効率を向上させることが出来る

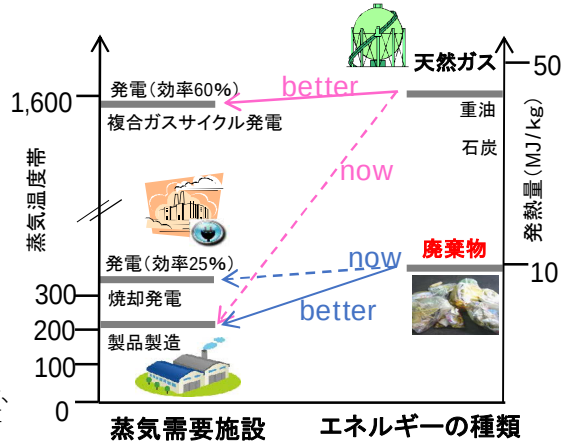
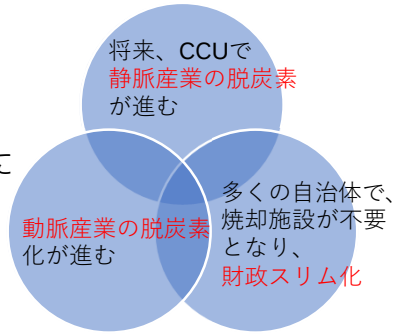
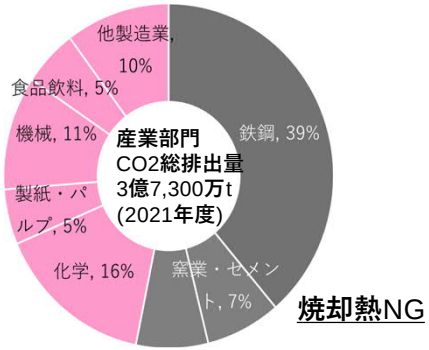


図３　エネルギーの質と蒸気利用温度帯
※国立研究開発法人国立環境研究所藤井室長の図をEXが再編

・動静脈の連携を構築することができる
・焼却熱の産業利用のメリットになる



焼却熱OK



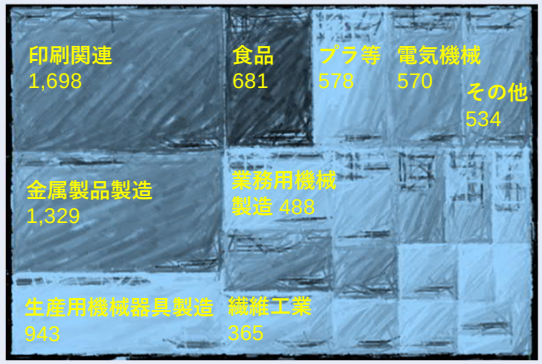
焼却熱NG

図２　産業部門CO2排出量の業種別内訳

- 製造業、化学、製紙、食品、機械業では焼却熱より低い温度帯のプロセスが多く、焼却熱に代替できる。
- 鉄鋼、窯業・セメント業では、利用温度帯が焼却熱より高く、電炉への転換が進むことになっている。
- APは建設資材の製造であり、その他製造業にあたる。

ターゲットの件数規模

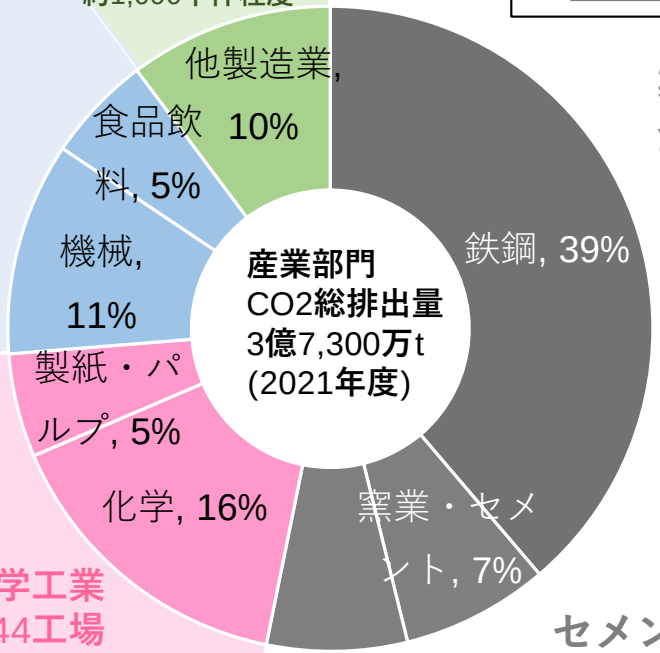
■合計　15%、9,810万t-CO2/年



全国で数千件
RESAS に基づく
産業中分類事業所数
（2019年）
https://resas.go.jp/industry-statistics-all/#/portfolio/13/13101/1/1/1/2019/E/-/-
経済産業省「工業統計調査」再編加工、総務省・経済産業省「経済センサス－活動調査」再編加工、総務省「住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数調査」

■合計10%
約4千万弱t-CO2/年

道路建設業を含む
AP事業所数は、
約1,000千件程度

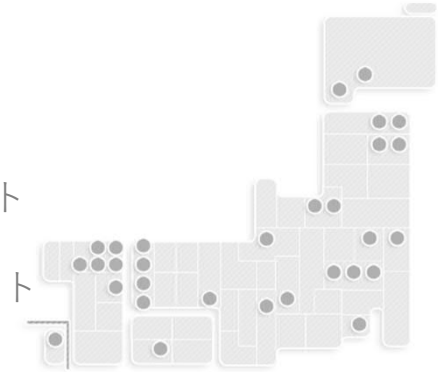


■合計55%　19,890万t-CO2/年

製鐵企業
全国で32社、25拠点
・日本製鉄
・JFEスチール
・神戸製鋼所

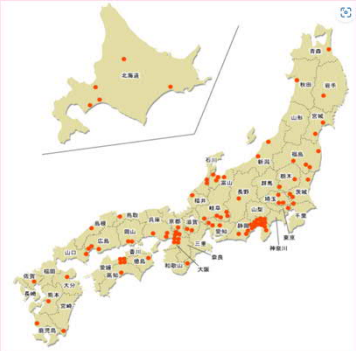
非製造業, 7%

セメント企業
19社、33工場
・UBE三菱セメント
・太平洋セメント
・住友大阪セメント



■合計　20%、7,690万t-CO2/年

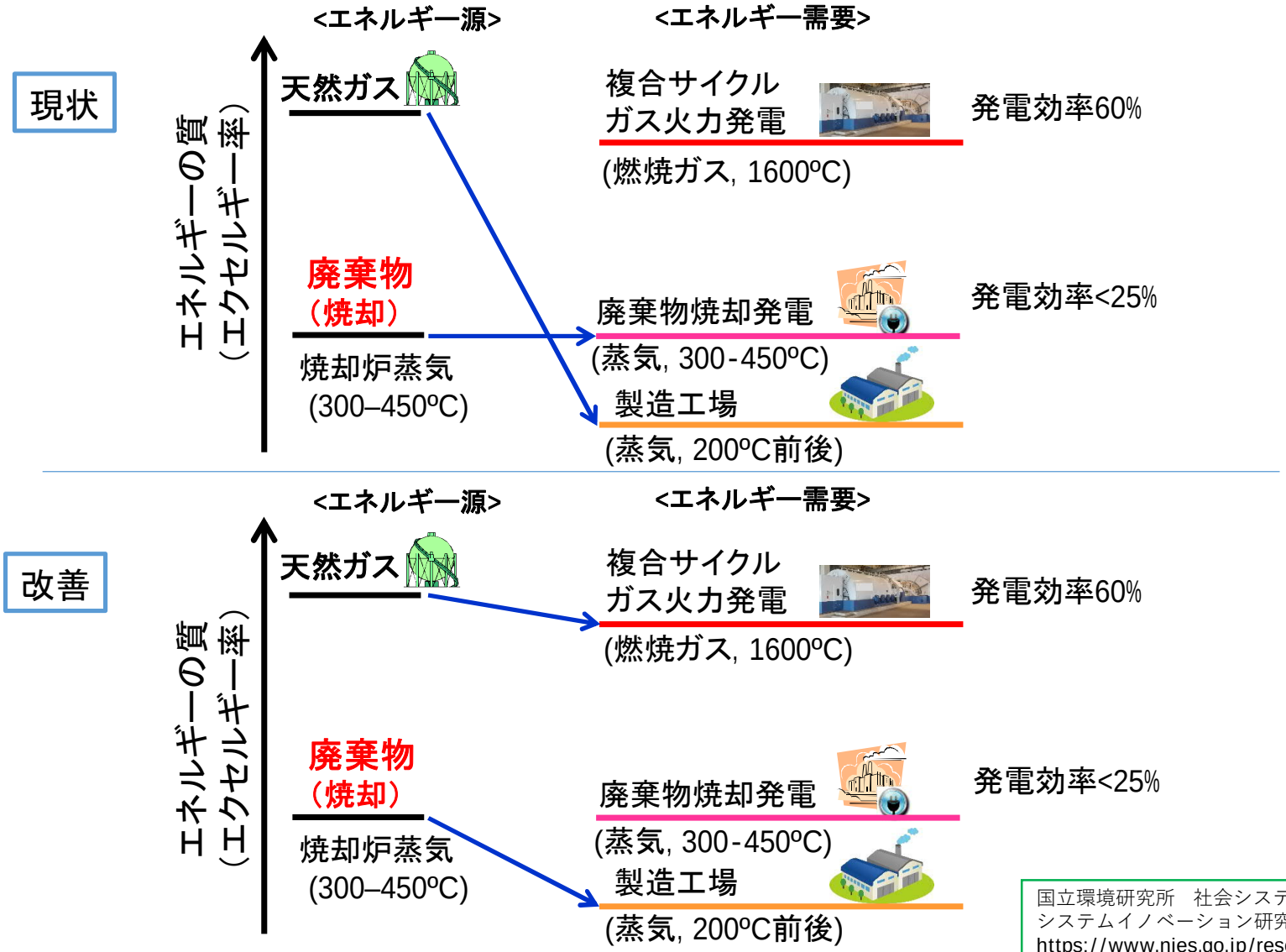
パルプ製紙工業
全国で32社、85工場
※日本製紙連合会公表に基づく



化学工業
全国で221社、344工場
コンビナート15箇所
※H26 温対法届け出に基づく

産業部門エネルギー起源CO2排出量の業種別内訳（2021年時点、環境省）温室効果ガスインベントリを基に作成　https://www.env.go.jp/content/000150033.pdf

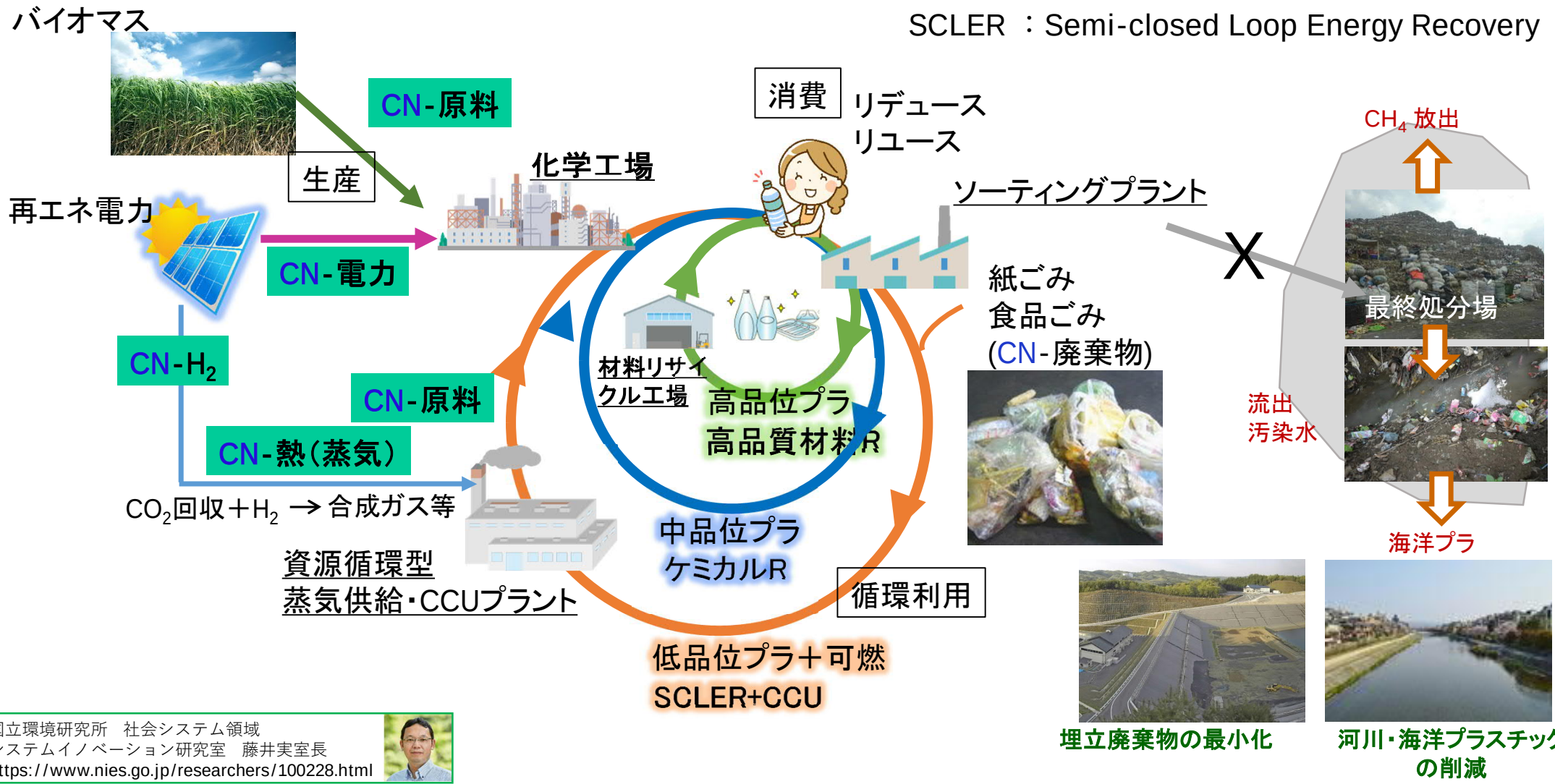
社会全体で資源の量×質の利用効率（エクセルギー効率）を向上



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　藤井実室長
https://www.nies.go.jp/researchers/100228.html

カーボンニュートラルなプラスチック循環経済

CN:カーボンニュートラル
SCLER ：Semi-closed Loop Energy Recovery



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　藤井実室長
https://www.nies.go.jp/researchers/100228.html

■政策上の位置付けの確認

脱炭素産業資源循環連携主導型に合致している
・素材産業連携モデル
・地域製造業連携モデル

「2050年カーボンニュートラルに向けた廃棄物分野の脱炭素対策について」
令和３年４月６日
環境省
環境再生・資源循環局

どのように普及展開に落とし込むか、具体化が必要。

脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業
地域の熱利用マッチングによる焼却施設からのエネルギー回収高度化実証

【大目的】

- 焼却熱の産業利用により熱利用の高度化を図ることを、社会に浸透する概念として提示する。

（委託者）環境省　廃棄物適正処理推進課

（代表事業者）エックス都市研究所

（再委託者）エネルギー総合工学研究所

（共同事業者）国立環境研究所

（共同事業者）東海クリーン

（再委託者）アイフォーコム　【需給管理システム】
（再委託者）アクトリー　【熱回収・蒸気配管】R3,4
（再委託者）早稲田環境研究所【事業性評価】R3,4
（再委託者）デザイナーズユニオン【3D施工,動画】R5

（共同事業者）廃棄物・3R研究財団

研究会参加企業：
大手焼却炉メーカー５社
（JFEエンジニアリング、日立造船、タクマ、川崎重工
神鋼環境ソリューション）
有識者２名

【中目的】

- 実証で得たデータや検討対象エリアでの成果を基に、焼却熱の産業利用モデルの実装シナリオを提示する。

２．地域の熱供給需給管理システム実証
工業団地立地の一廃・産廃混焼炉での周辺需要家との需給システム設計

１．産業への蒸気安定供給システムの基本設計
化学工場との連携による蒸気産業利用の事業化可能性調査

３．自治体における展開可能性の検討
主要プラントメーカーとの連携で、自治体の焼却炉更新機会へ提案

廃棄物処理施設を核とした地域循環共生圏への展開

４．工業団地及び水平展開時のCO_2削減費用対効果拡大推計
各パートの成果を総合評価し、廃棄物焼却施設からの熱回収の高度化に向けた普及シナリオを取りまとめる。

５．課題の整理
パート横断的視点から普及に向けた課題を整理し、まとめた普及シナリオに対する具体的な行動の提案を行う。

環境省脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証の範囲

熱利用の高度化による「産業の脱炭素化」の普及シナリオを取りまとめ、社会に浸透する概念として提示する。

- 概念・モデル
- 戦略シナリオ
- 技術
- 運用
- 政策

推進費3C-22

炭素循環（サブテーマ１）
地域分別（サブテーマ２）
輸送効率（サブテーマ３）
循環分析（サブテーマ４）

実証後の取組

普及展開方策として、自治体に熱利用の高度化を選んでもらえるような条件を整備する

環境政策

- 仲介機関によるマッチング
- DX推進（EBPM）

経済・産業政策

- インセンティブ設計（熱の非化石証書、補助金等）

港湾・輸送基盤政策

- 静脈ロジスティックの実証・構築

全国的な普及啓発による理解醸成

社会実装（地域の選択）

他の未用資源への展開

2．焼却炉を核とした地域循環共生圏モデルになり得る「汎用可能な考えかた」にする

アスファルトプラントの例より

道路工事業連携モデル（建設ネットワーク）

- 砂乾燥事業を行いAPへの乾燥砂供給事業を興す。
- 蒸気価格を抑えるには、既にボイラを持っている施設の焼却炉に併設し、焼却炉が実施主体になるほうが良い。
- 工程の変更が不要
- 蒸気供給を行って産業を脱炭素化できるが、規模的にCCUの将来性は薄い。

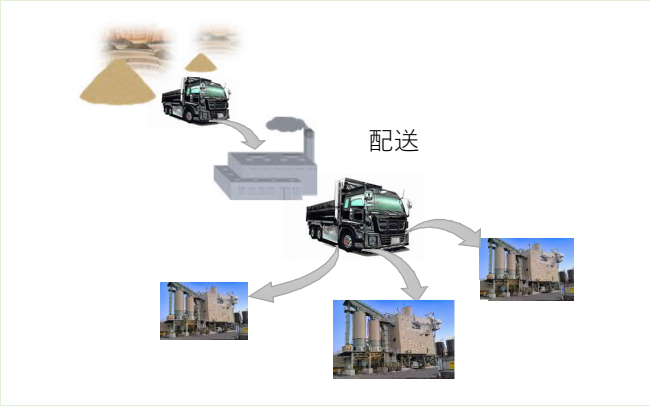


図４　地域製造業連携モデルの全体像

鋳造工場の例より

地域製造業連携モデル（工業団地）

- 焼却炉の近隣に位置することが必要。
- ボイラーを持たない工程であるため、スチーム利用のプロセスへの変更や、新たなバックアップ体制の確保が必要
- 規模的にCCUの将来性は薄い
- 採算をよくするには、もともとボイラのある施設を対象とする方が良い

図４　地域製造業連携モデルの全体像

化学工場の例より

素材産業連携モデル（化学コンビナート）

- 焼却炉の近隣に位置することが必要。
- もともと工場がボイラーを持つため、工程の変更が不要。バックアップも需要家側で確保可能。
- 海外事例から1,000 t/d以上の規模が目安。
- 蒸気供給から始まり、将来的なCCUが可能であり、炭素循環拠点となれる。

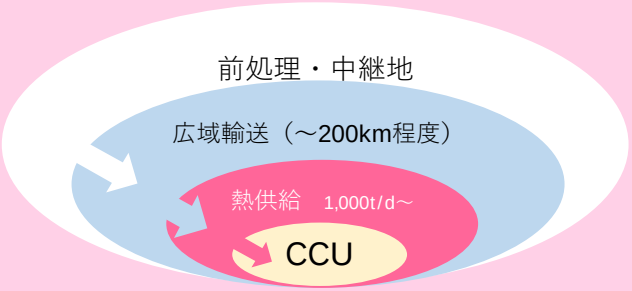


図５　素材産業連携モデルの全体像

①地域製造業連携モデル（産業団地）

アスファルトプラントと鋳造工場について具体的にスチームが使えるプロセスを提示する

アスファルトプラント（AP）

方法

- APではバージン骨材の乾燥工程に重油を多量に使用する。
- これを蒸気による砂乾燥事業を作り、乾燥工程を切り出し、事業化する。

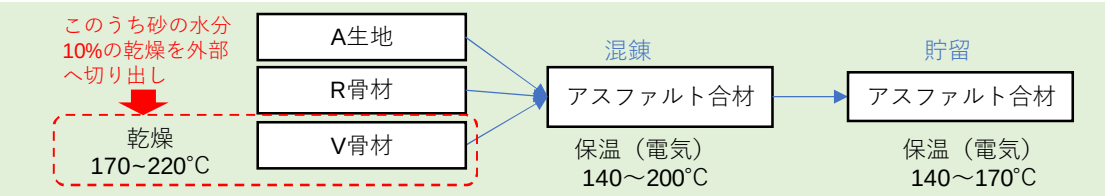


図　APの燃料削減可能工程

（簡易F/S）東海クリーン周辺での道路工事業連携可能性

・半径30km圏内に7件ものAPが存在しており、配給先が確保できる可能性が高い。
・各APは東海クリーンより近い処理施設もあり、最適マッチングは必要。

特徴

・全国に数千件の工場があり、全国展開可能なモデルになり得る。
・アスファルトプラントが焼却炉に隣接していなくても実施可能
・現在の設備をそのまま利用でき、工場への設備投資は不要

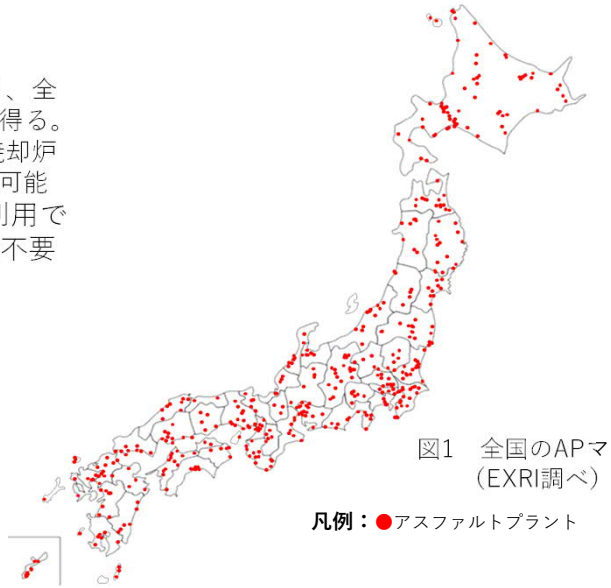


図1　全国のAPマップ
（EXRI調べ）

凡例：●アスファルトプラント

鋳造工場

方法

- 高温のプロセスには電気炉、乾燥には主にLPG乾燥機を使用する。
- 電気炉の予熱工程、乾燥機に蒸気配管と熱交換器を設置する。

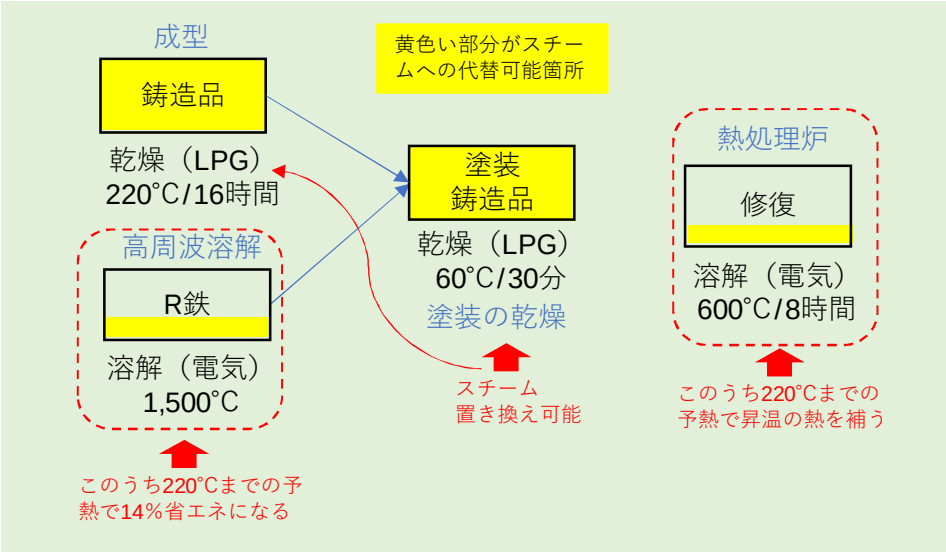


図　鋳造の燃料削減可能工程

特徴

・全国に数千件の工場があり、全国展開可能なモデルになり得る。
・工場が蒸気配管が届く範囲で焼却炉に隣接している必要がある。
・現在の設備をそのまま利用するのではなく、工場への設備投資が必要。
・投資額に見合った省エネ効果がある。

転換の動機に関する考察

・自動車産業が脱炭素に熱心であることや、コスト意識が高い。
・そのため、単体施設では省エネしつくしており外部からの熱に頼りたい。
・それに関連する産業での推進がしやすいのではないか。

アスファルトプラント（AP）

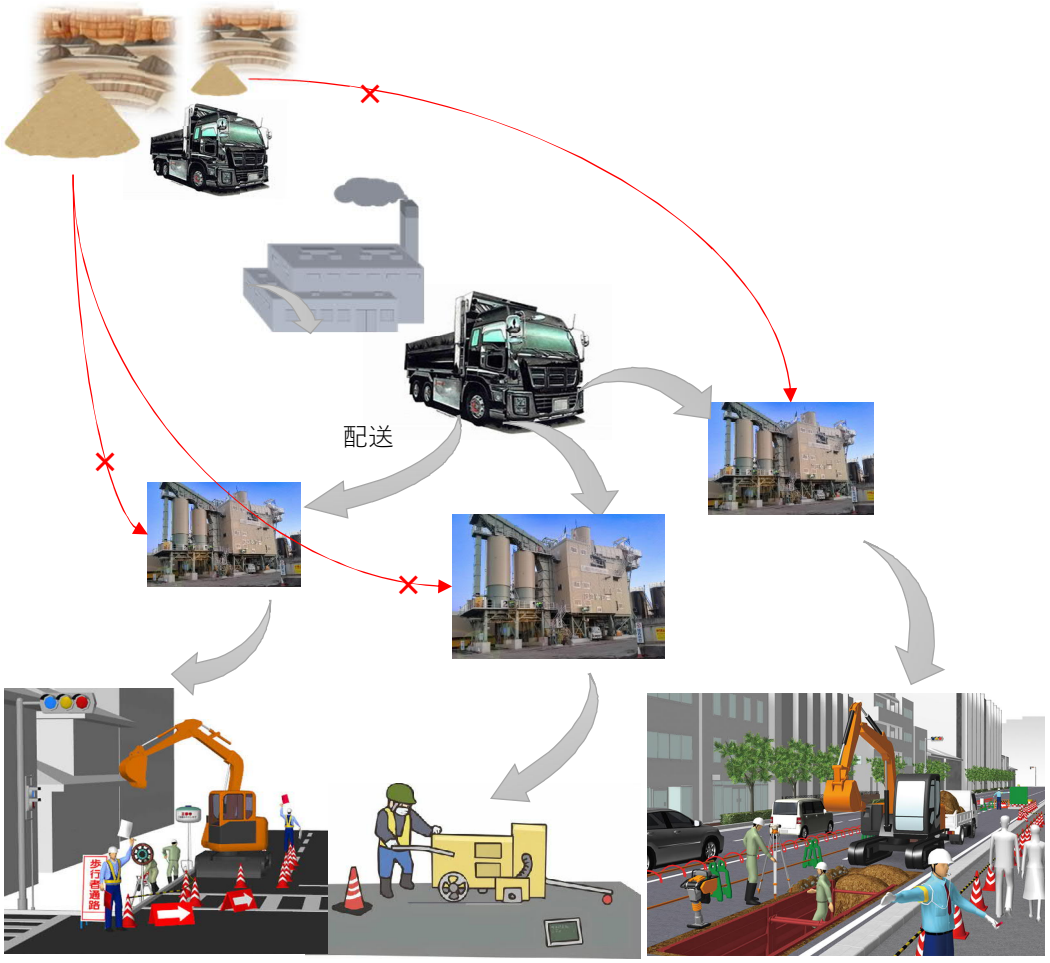


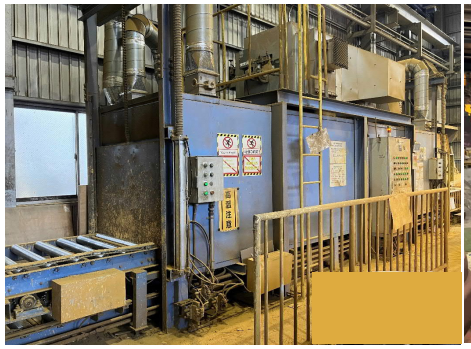
図　砂乾燥事業の連携システム

※AP砂乾燥事業検討協力：日工株式会社技術本部　蓬莱秀人様
参考資料：NIKKO TECHNICAL REPORT2022, No.3（別紙1）

鋳造工場

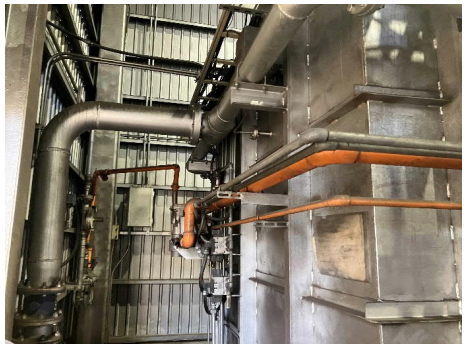
高周波炉(電気炉)からの注湯の様子

高周波炉の横の原料ストックヤード



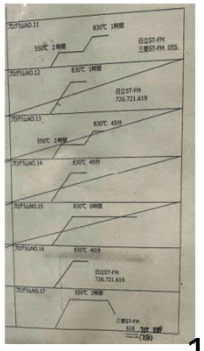
塗装乾燥炉の外観

鋳造の型枠



熱処理炉の背面

熱処理炉の正面



熱処理プログラムのパターン

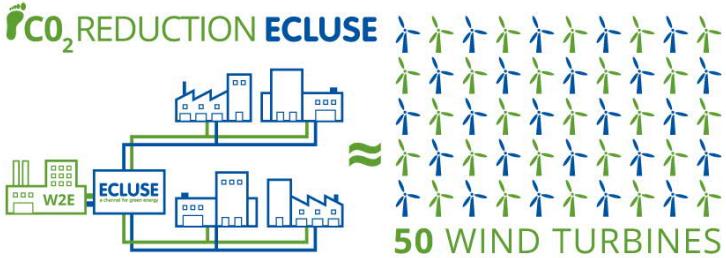
図　鋳造工場のスチーム転換可能なプロセス

②素材産業連携モデル（化学コンビナート）

ベルギー

ベルギーのアントワープ港で実装されている産業への焼却熱供給

Ecluseは、Indaver、SLECO、Maatschappij Linkerscheldeoever、Fineg、Water-linkのコラボで、ワースランド港の企業にプロセス蒸気を供給する官民蒸気ネットワーク。
フランダースのレジリエンス再開計画の「コールグリーンヒート」に含まれる支援策です。



新構想ECLUSE2：
400℃, 4MPaの**グリーン蒸気**で、工場からのCO2排出量を年間10万トン削減しているが、EECLUSE 2 に拡張すると、15万トン/年の削減となる。政府からECLUSE 2 に14億円が気候変動対策の一環として支援された。

右図：INDAVERのスチームネットワークECLUSR

https://indaver.com/news/single/steam-network-ecluse-goes-under-the-scheldt-from-left-to-right-bank
https://www.ecluse.be/en/news-detail/official-opening-steam-network-ecluse/
https://www.ecluse.be/homepage/

■供給会社
・Indaver（廃棄物処理）・SLECO （廃棄物処理）
・Fluvius（電気、ガス、下水道配管業者）
・Fineg（天然ガス配管、販売業者）
・Water-Link（水道事業）
・Maatschappij Linkerscheldeoever(MLSO)（港の管理土地製作）

■需要会社
・Ineos（エチレン工場）・Ashland（製薬会社、建設、食品工場等）
・Adpo（化学薬品流通業者）・LANXESS（プラ、ゴム工場）
・Monument（プラ工場）・DP WORLD（運送業者）※暖房供給のみ
・Evonik（化学品工場）

費用対効果やゴミのエネルギー量に関する原単位になりうる数値の作成

■ごみ１ｔ熱量の重油換算量とCO2削減量

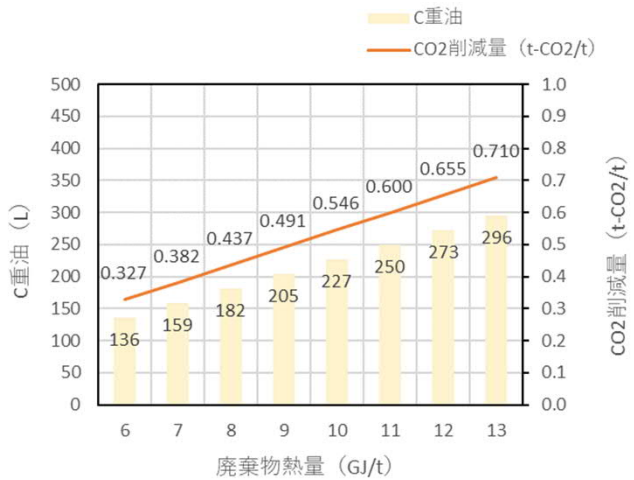


図５　C重油換算量とCO2量

■ケース別コンビナートへの蒸気導入効果

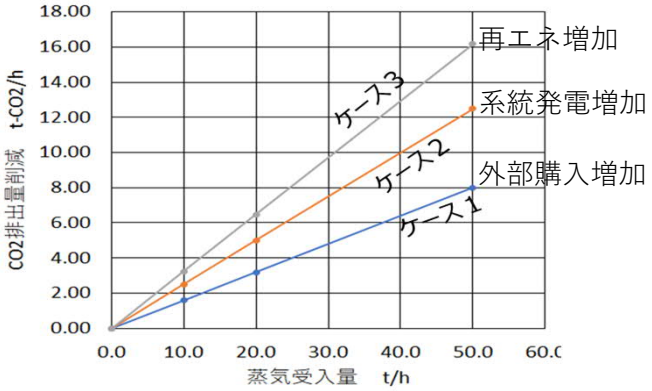


図６　受け入れ蒸気量とCO2削減効果
※蒸気受け入れにより自家発電分の補完ケース

■供給蒸気あたり燃料削減量

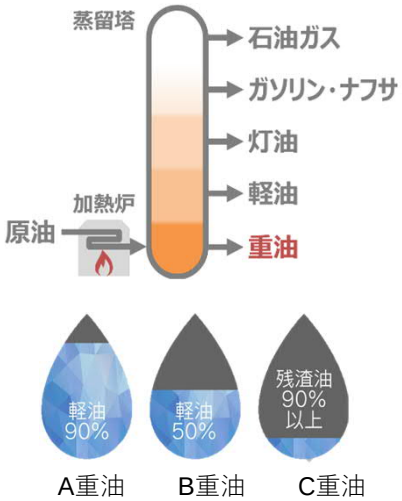


図７　原油の分留による生成品の説明

表６　供給蒸気あたりボイラ燃料（C重油）削減量

蒸気量	C重油 L	CO2量
1t/hのとき	82	0.26 t-CO2/h
10 t/hのとき	821	2.65 t-CO2/h
20 t/hのとき	1,643	5.30 t-CO2/h
50 t/hのとき	4,106	13.25 t-CO2/h

※コンビナートでは、C重油を使うことが多いため、C重油で計算している。複数の工場の実データをもとに、工場として妥当なシステムを設定したモデル工場Xから導出した値。

■焼却施設規模と蒸気供給可能量の関係

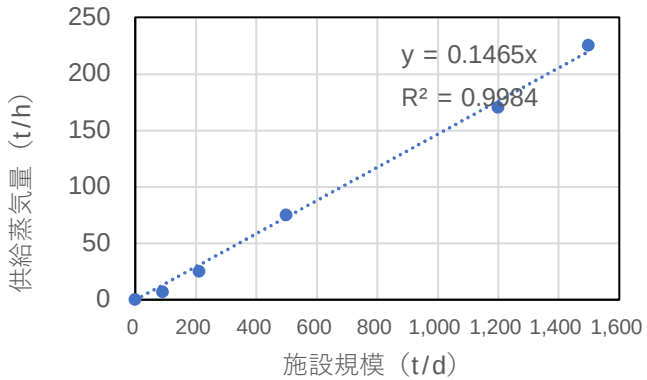


図８　施設規模と蒸気供給可能量の相関図

表７　施設規模と蒸気供給量及び産業での燃料削減量

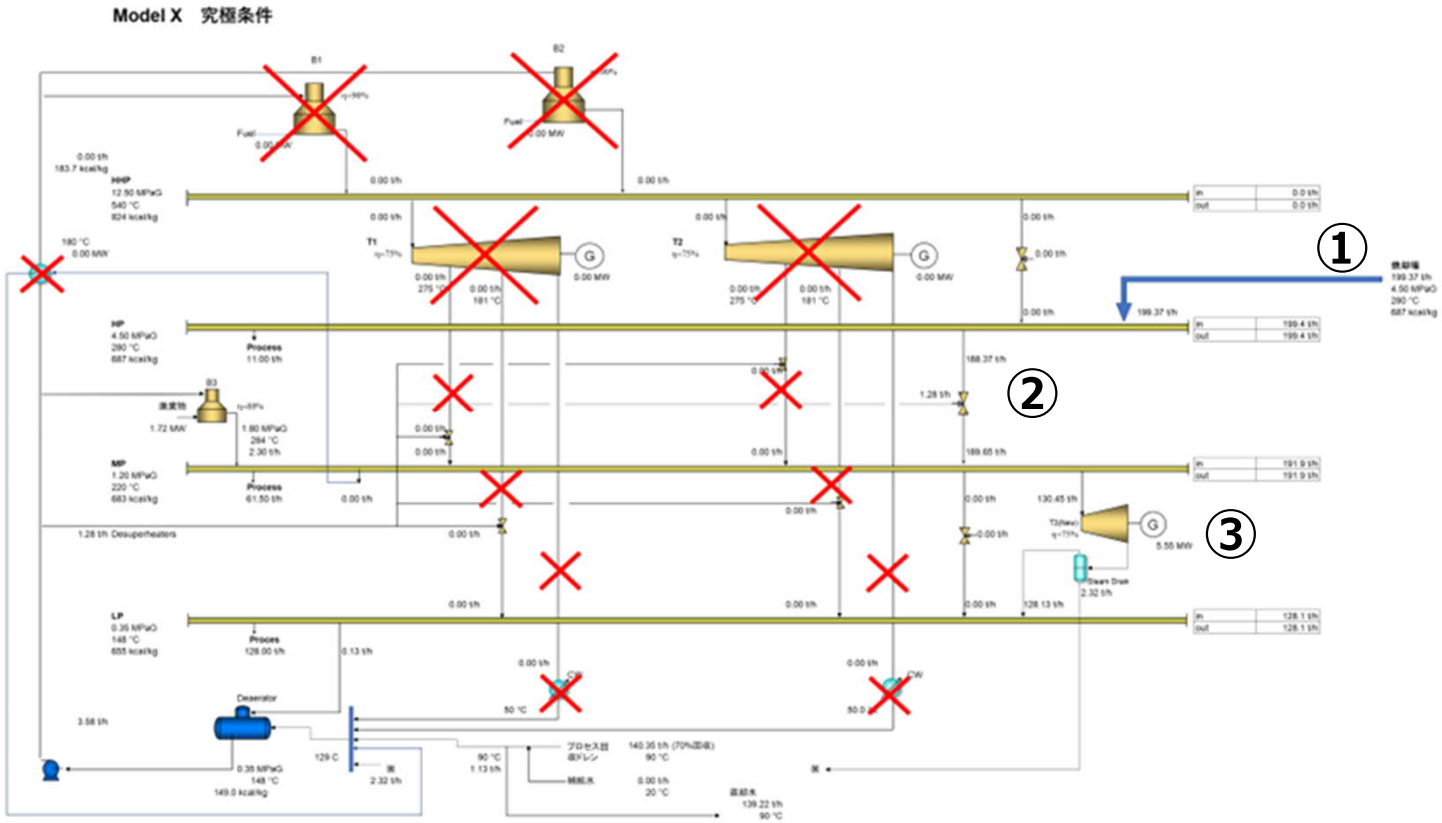
焼却施設の規模	供給可能蒸気量	備考
t/d	t/h	
90	6.8	3.3MPa、240℃
210	25	2.5MPa、300℃
500	75	3.0MPa、300℃
1,200	170	2.3MPa、280℃
1,500	225	4MPa、400℃

※F/S結果や実装済みの施設情報を利用

- 化学コンビナートでの蒸気利用量1,000～2,000 t/hに対し、700t/dの焼却施設から100t/h（コンビナート全体の0.5~１割）の熱を化学産業に供給可能。
- 地域製造業で必要な燃料の一部を代替し、乾燥工程を持つ新しい産業誘致が可能。

■2050年頃の究極条件での検討

究極条件：
・工場はボイラーを持たず、電力は外部からすべて購入する。
・工場の熱需要に対して、焼却施設から蒸気供給する



設定の詳細：

① 焼却施設から高圧蒸気のみを工場の高圧蒸気ヘッダーへ供給する。

② 焼却施設からの高圧蒸気は、工場の高圧蒸気ヘッダーに入り、高圧蒸気のプロセス送気量を与え、残量が、減圧弁を通して、中圧蒸気ヘッダーに送られる。

③ 中圧ー低圧蒸気ヘッダー間にタービンを設置し、電力回収を図る。

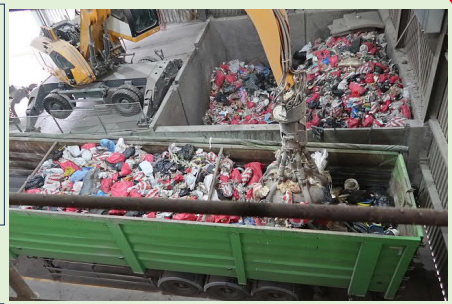
その結果：

- 最適化ベースケースに比較して、CO_2排出量が、58％削減となった。その内、２ポイント分はタービンでの電力回収による
- ボイラーでの化石燃料を不要にできるだけでなく、焼却施設からの供給蒸気のCO_2排出係数がゼロである効果が大きい

日本に適用可能な
一般廃棄物の大規模輸送方法の仮説

オープントップ
ドライコンテナリレーシステム

- 統一規格の汎用コンテナを活用
- 上部から積込

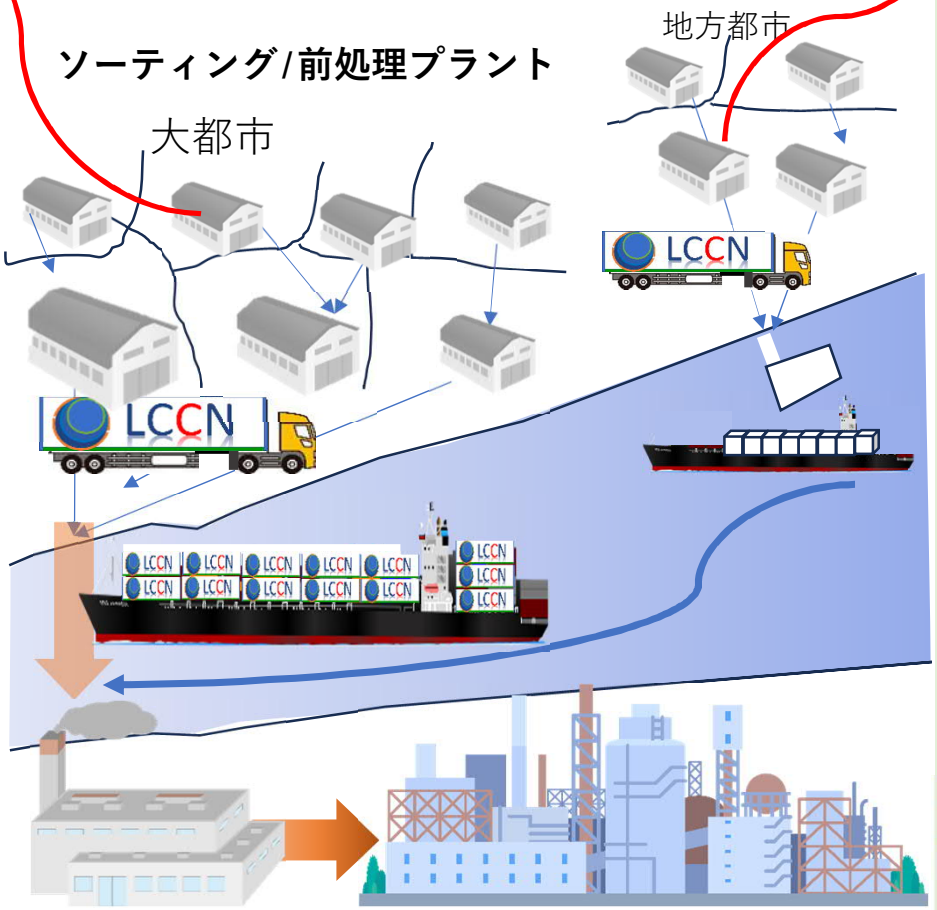


- トレーラ輸送
- 一回で概ね廃棄物20t

- 港湾クレーン設備搬出

- 艀での海上コンテナ輸送
- 荷揚設備

- 荷揚
- トレーラへ積替え



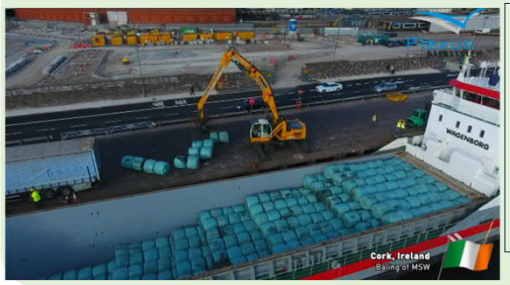
ベールストレージシステム

熱量調整を目的とした前処理
- 紙の湿気軽減
- 食品廃棄物、不燃物の分別
- 生物学的発酵乾燥処理（MBT）

- スクエア型とラウンド型の２種

- 処分場など地域での貯留保管

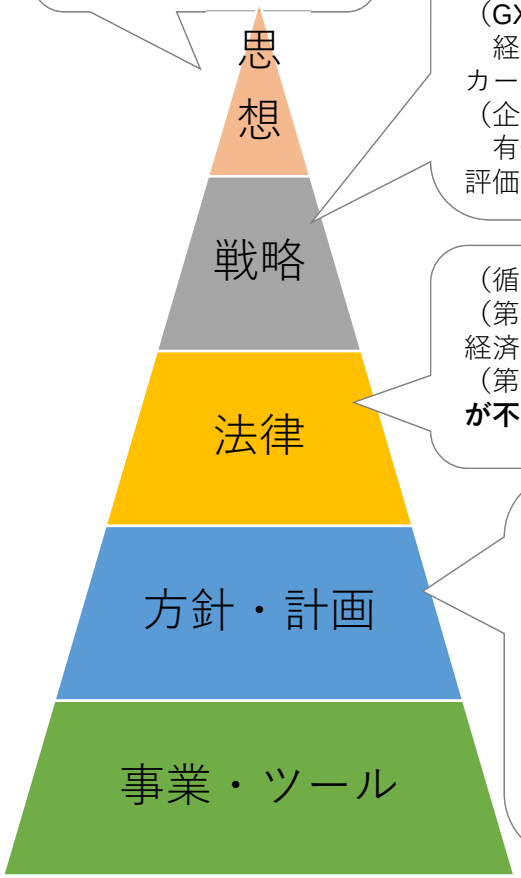
- 港湾施設での貯留保管



- 艀（ボート、バージ船）やバラ積み（バルク舶）での海上輸送

法制度上、戦略・計画、補助事業等における熱利用高度化による産業の脱炭素の扱いの確認

（環境基本法では）健康で文化的な生活の確保と人類の福祉に貢献



（政府の掲げるグリーン社会の実現では）
2050年のCNを目指し、産業構造の大転換と力強い成長を生み出すGXを実行中。成長志向型の資源自律経済戦略で動静脈連携を強調。
（GX推進戦略では）
経済面で、J-クレジット、GXリーグの排出量取引制度（GX-ETS）を試行、カーボンプライシングの導入を明示、J-クレジットは工場の燃料削減を評価可能。
（企業内容等の開示に関する内閣府令等の改正では）
有価証券報告にGHG排出量削減記載項目を盛り込み、スコープ3を対象として評価判断情報の開示を促進

（循環型社会形成推進基本法では）循環経済を目指す。
（第3次環境基本計画では）全体として「Well-being／高い生活の質」につながる経済社会システムが求められる
（第6次循環計画の検討段階では）**「循環を基調とした経済社会システム」の実現が不可欠**である、とされている。

（廃棄物処理施設整備計画では）廃棄物処理の合理化、広域化・集約化を推進し、産業においては、徹底した省エネ、熱や製造プロセスの脱炭素化を謳う
（廃掃法では）不法投棄防止の観点から長期に保管しないよう定めているが、（熱回収の機能を有する廃棄物処理施設に係る特例）がある。（廃掃法施行令では）廃棄物熱回収施設設置者認定制度も整備されており、認定を受けると資源利用しやすいよう廃棄物の処理能力の21日分まで拡大して保管できる。
（次期循環経計画では）循環型社会を実現するために必要な静脈産業の脱炭素型資源循環システムを構築するための施策について示すとしている。

（事業では）産業への熱利用への補助事業を創設(表）、環境研究総合推進費による研究・技術開発

主旨：
上位戦略に基づいて、下位法令や現場にバックキャストされる構造になっているか、法制度の確認を行った。

参照法令

環境省	環境基本法
	循環型社会形成推進基本法、廃掃法
	循環経済工程表 （第4次循環計画第2回点検、R4年9月）
	廃棄物処理施設整備計画 （R5年6月30日閣議決定）
	適正処理推進の基本的な方針 （R5年6月30日閣議決定）
	第6次環境基本計画 （R6年改訂に向け準備中）
	第5次循環型社会形成推進基本計画 （R6年改訂に向け準備中）
	循環型社会形成推進交付金要件
	脱炭素先行地域の交付要件
内閣府	科学技術・イノベーション創出の活性化に関する法律
	科学技術・イノベーション基本計画 （2021年３月閣議決定）
国交省	第5次社会資本整備重点計画（R8年改訂）
経産省	エネルギー供給構造高度化法
	資源自律型経済戦略（R5年3月策定）

廃棄物熱回収施設設置者認定制度の特例について（ごみをエネルギーとして使うために必要な措置）

廃掃法（熱回収の機能を有する一般廃棄物処理施設に係る特例）

第九条の二の四　第八条第一項の許可に係る一般廃棄物処理施設であつて熱回収（廃棄物であつて燃焼の用に供することができるものを熱を得ることに利用することをいう。以下同じ。）の機能を有するもの（以下この条において「熱回収施設」という。）を設置している者は、環境省令で定めるところにより、次の各号のいずれにも適合していることについて、都道府県知事の認定を受けることができる。

一　当該熱回収施設が環境省令で定める技術上の基準に適合していること。

二　申請者の能力が熱回収を的確に、かつ、継続して行うに足りるものとして環境省令で定める基準に適合するものであること。

２　前項の認定は、環境省令で定める期間ごとにその更新を受けなければ、その期間の経過によつて、その効力を失う。

３　第一項の認定を受けた者（以下この条において「認定熱回収施設設置者」という。）が当該認定に係る熱回収施設において行う一般廃棄物の処分については、第七条第十三項の規定にかかわらず、政令で定める基準に従つて行うことができる。この場合において、第十九条の三第一号及び第十九条の四第一項中「一般廃棄物の収集、運搬又は処分」とあるのは、「一般廃棄物の収集、運搬又は処分（第九条の二の四第一項の認定に係る熱回収施設における一般廃棄物の処分にあつては、同条第三項に規定する基準に適合しない一般廃棄物の処分）」とする。

４　第八条の二の二の規定は、認定熱回収施設設置者については、適用しない。

５　都道府県知事は、認定熱回収施設設置者が第一項各号のいずれかに適合しなくなつたと認めるときは、その認定を取り消すことができる。

６　前各項に規定するもののほか、第一項の認定に関し必要な事項は、政令で定める。

施行令（熱回収施設における産業廃棄物の処分等の基準）

第七条の三　法第十五条の三の三第三項の政令で定める基準は、次のとおりとする。**一**　第六条第一項に規定する産業廃棄物（ロにおいて単に「産業廃棄物」という。）の処分（埋立処分及び海洋投入処分を除く。以下この条において同じ。）又は再生に当たつては、次によること。

イ　第三条第一号イ及びロ、第五条の四第一号ロ並びに第六条第一項第二号ハ及び二の規定の例によること。

ロ　産業廃棄物の保管を行う場合には、次によること。

（１）　第六条第一項第二号ロ（１）及び（２）の規定の例によること。

（２）　保管する産業廃棄物（当該産業廃棄物に係る処理施設が同時に当該産業廃棄物と同様の性状を有する一般廃棄物として環境省令で定めるものの処理施設である場合にあつては、当該一般廃棄物を含む。）の数量が、当該産業廃棄物に係る処理施設の一日当たりの処理能力に相当する数量に二十一を乗じて得られる数量（環境省令で定める場合にあつては、環境省令で定める数量）を超えないようにすること。

二　第六条第二項に規定する産業廃棄物の処分又は再生に当たつては、第五条の四第一号の規定の例によること。

三　特別管理産業廃棄物の処分又は再生に当たつては、次によること。

イ　第三条第一号イ及びロ、第四条の二第一号イ（１）、第五条の四第一号ロ並びに第六条の五第一項第二号イからリまで（リ（３）を除く。）の規定の例によること。

ロ　保管する特別管理産業廃棄物（当該特別管理産業廃棄物に係る処理施設が同時に当該特別管理産業廃棄物と同様の性状を有する特別管理一般廃棄物として環境省令で定めるものの処理施設である場合にあつては、当該特別管理一般廃棄物を含む。）の数量が、当該特別管理産業廃棄物に係る処理施設の一日当たりの処理能力に相当する数量に二十一を乗じて得られる数量（環境省令で定める場合にあつては、環境省令で定める数量）を超えないようにすること。

表３　焼却熱の産業利用に関する環境省の委託・補助事業

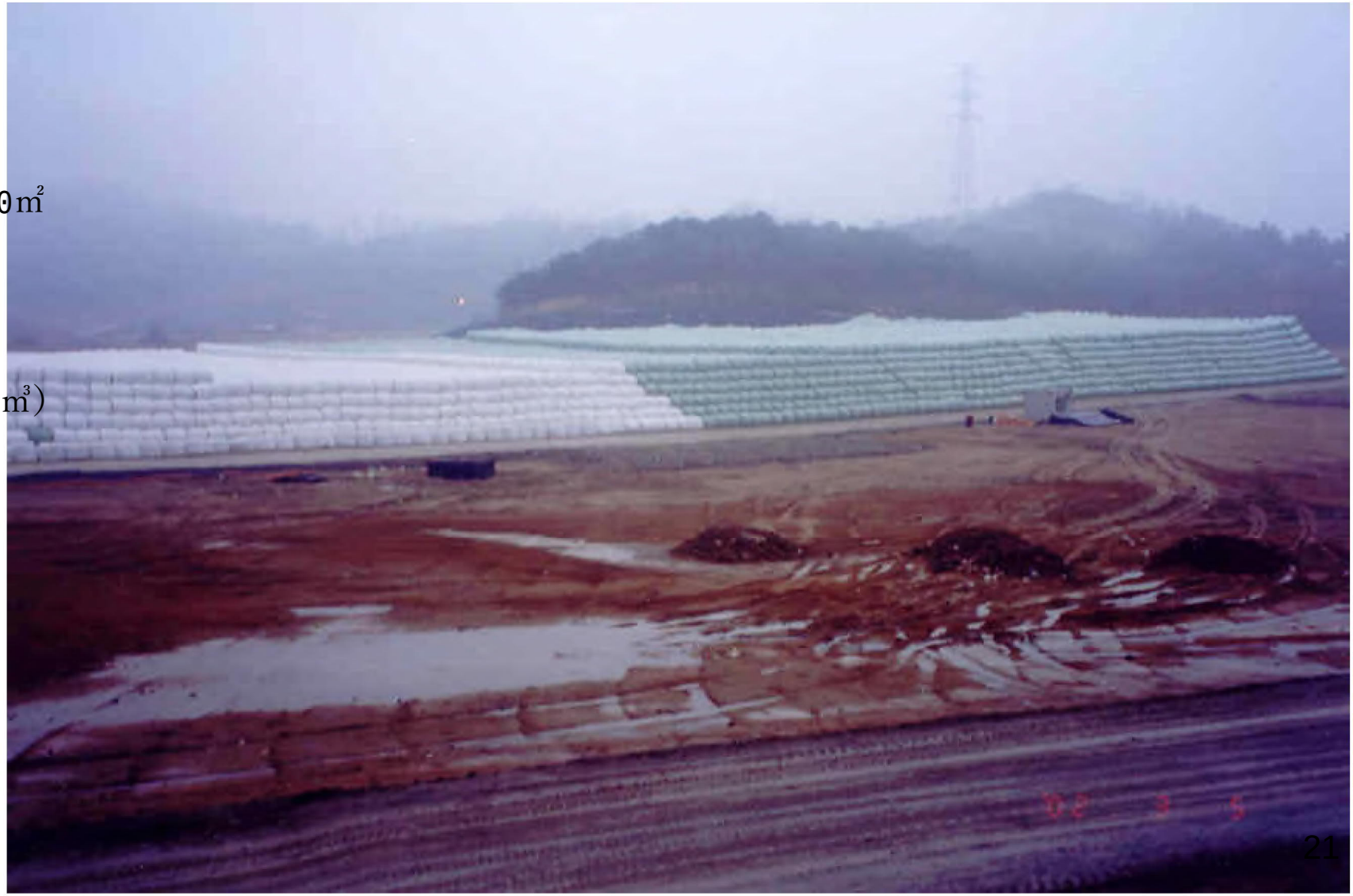
環境省の所管	対象	補助金	委託・補助	実施年度
地球環境局 地球温暖化対策課 地球温暖化対策事業室	公・民	脱炭素イノベーションによる地域循環共生圏構築事業 「地域の多様な課題に応える脱炭素型地域づくりモデル形成事業」	上限1,000万円	R1～5
	民	脱炭素経営によるサプライチェーン全体での脱炭素化の潮流に着実に対応するための工場・事業場における先導的な脱炭素化取組推進事業（SHIFT事業） A:標準事業、B:大規模電化燃料転換事業、C:中小企業事業	1/3 A,B 上限1～5億円 C　0.5億円	R3～7
	民	地域共創・セクター横断型カーボンニュートラル技術開発・実証事業（CO2排出削減対策浄化誘導型技術開発・事業）	1/2 上限2.5億円	R4～10
環境再生・資源循環局 廃棄物規制課	民 (静脈)	廃棄物処理×脱炭素によるマルチベネフィット達成促進事業 （うち廃棄物エネルギーの有効活用によるマルチベネフィット達成促進事業）廃棄物高効率熱回収事業	1/3	R2～6
環境再生・資源循環局 廃棄物適正処理推進課	公・民	廃棄物焼却施設の余熱等を利用した地域低炭素化モデル事業（うち、実現可能性調査事業）	1/2	H28～30
	公・民	廃棄物処理施設を核とした地域循環共生圏構築促進事業（うち、(2)熱導管等の設備を運転制御するために必要な通信・制御設備等を導入する事業）	1/2	H27～
	公・民	廃棄物処理施設を核とした地域循環共生圏構築促進事業（うち、(3)廃棄物焼却熱を利用した蒸気供給事業のFS調査）	上限1,500万円	H27～
	民	脱炭素型循環経済システム構築促進事業（廃棄物処理システムにおける地域脱炭素・資源循環モデル実証事業）①脱炭素化・先導的廃棄物処理システム実証事業	全採択案件 3億円/年	R5～7
	公	廃棄物処理施設整備交付金 循環型社会形成推進交付金	1/3 ただし高効率ごみ発電施設等の一部の先進的な施設は1/2	H17～
		廃棄物処理施設整備交付金		
		二酸化炭素排出抑制対策事業費交付金 ・エネルギー回収型廃棄物処理施設整備事業 ・廃棄物処理施設への先進的設備導入事業 ・施設整備に関する計画支援事業		
		廃循環型社会形成推進交付金（指導監督交付金）	上限3,000万円	

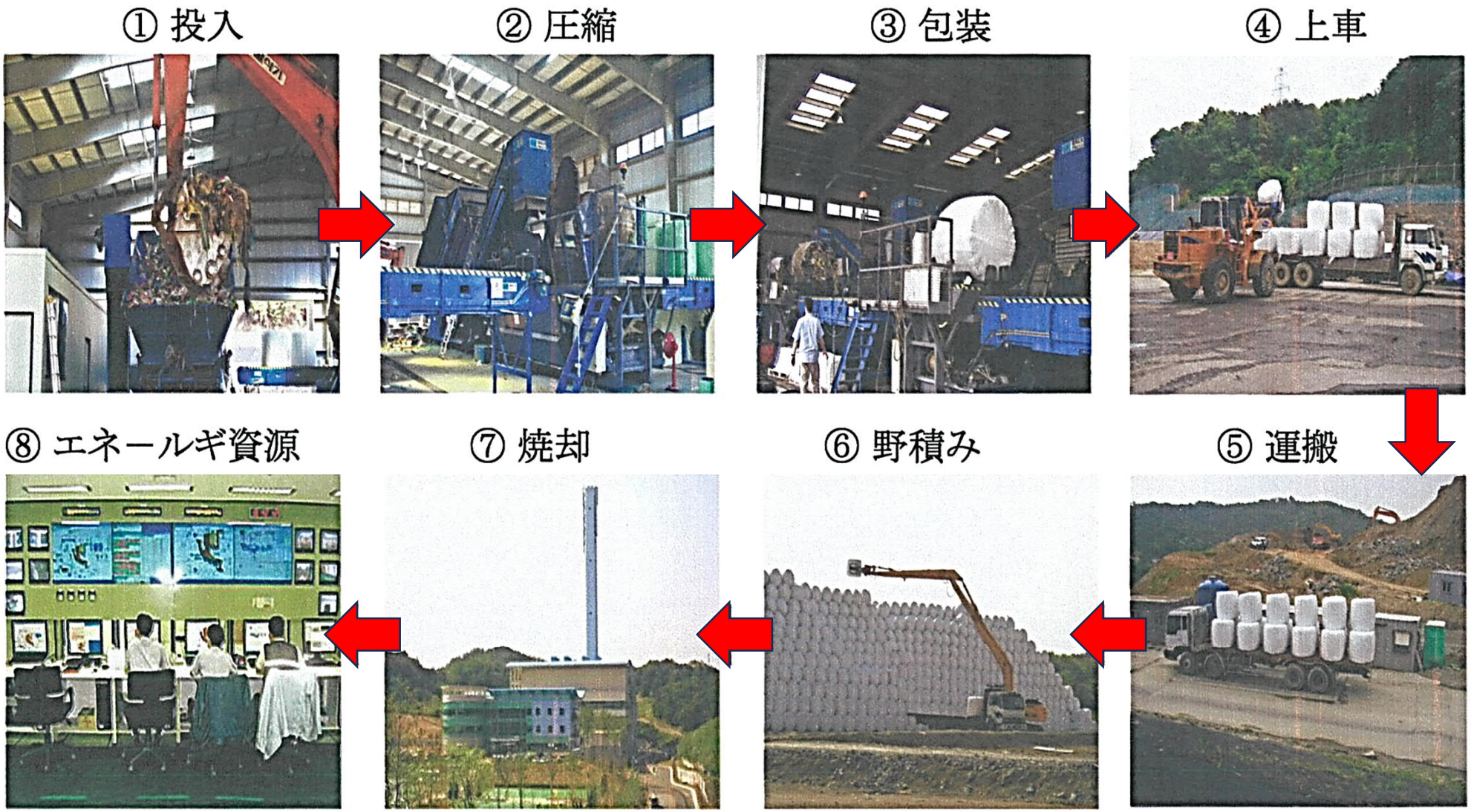
補助金申請要件には、対象であることが容易に読み取れないものもあるが、産業への蒸気利用が申請対象でないわけではない。活用していただき、現場と政策と双方で産業への蒸気利用が一般化されると良い。交付金では施設整備に補助が出るが、輸送費用

全州埋立地圧縮梱包廃棄物の積上げ風景

全州埋立地圧縮梱包
廃棄物の積上げ風景

住所：韓国　全州市
規模：埋立面積　148,000㎡
能力：460t/日
種類：生活廃棄物
期間：2001.11～2006.8
包装：俵型
　　1.2ｍ×1.2ｍ（1.3㎥）
　　圧縮率65%以上





[Flexus Balasystem Sustainable Solutions from Heavy-Duty Baling System - YouTube]

圧縮梱包廃棄物前の廃棄物
ごみ貯留ピット

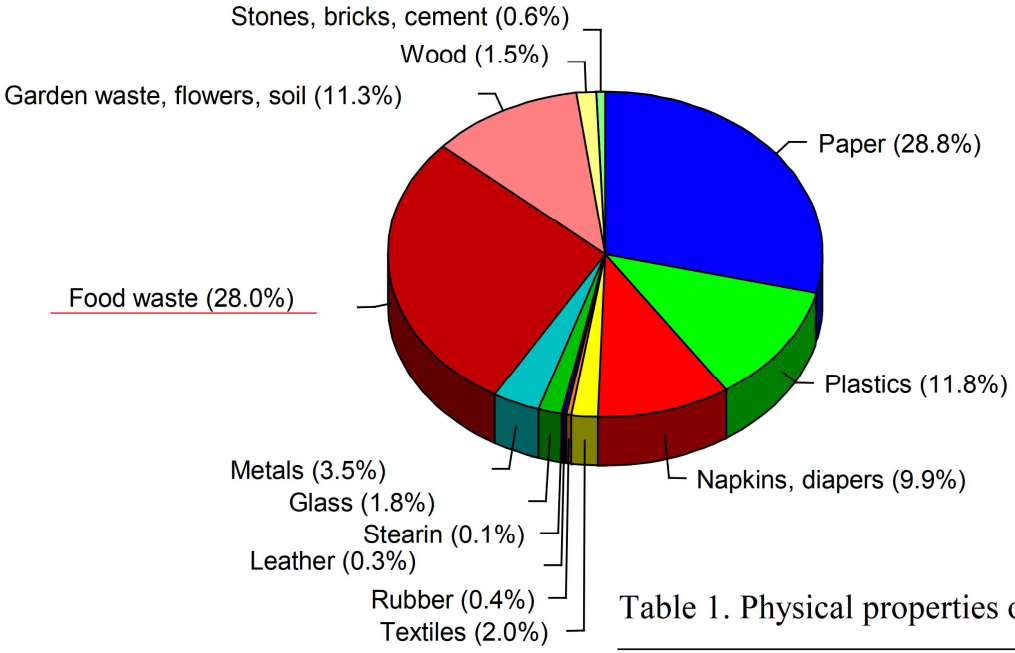
実験対象の圧縮梱包廃棄物

■ベール内での生物活性固定メカニズム

廃棄物内の酸素で、細菌が有機物を消費 → 廃棄物内が酸性になる → 廃棄物内の嫌気性微生物は酸により活動しない → メタン発生しない

参考：スウェーデン　リンネ（マルカル）大学のベール保管性の研究

①都市の家庭ごみのベール



②地方の家庭ごみのベール（生ごみ多）

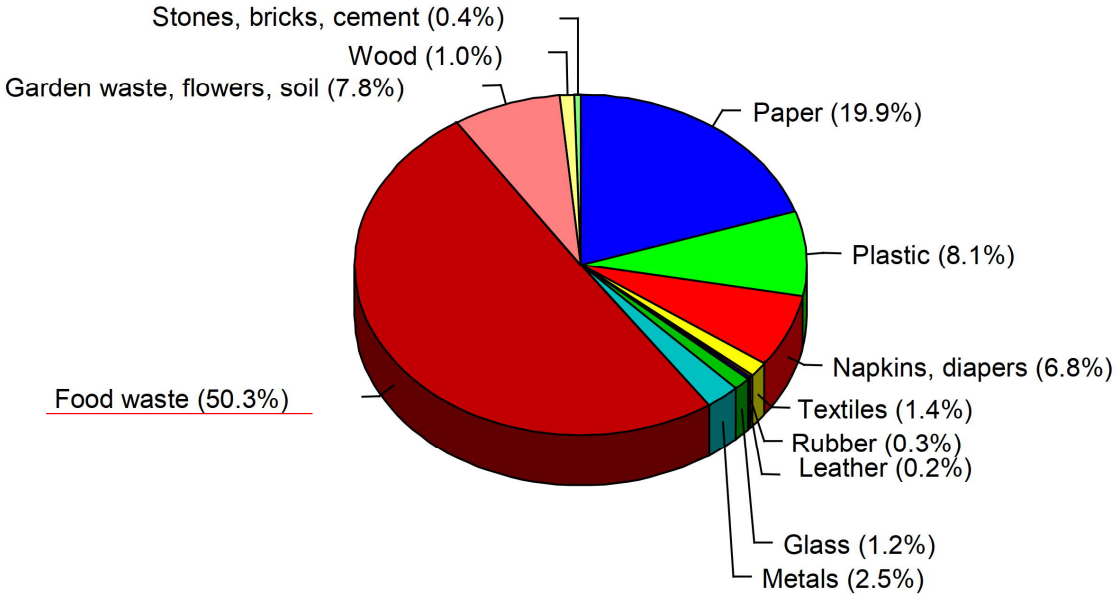
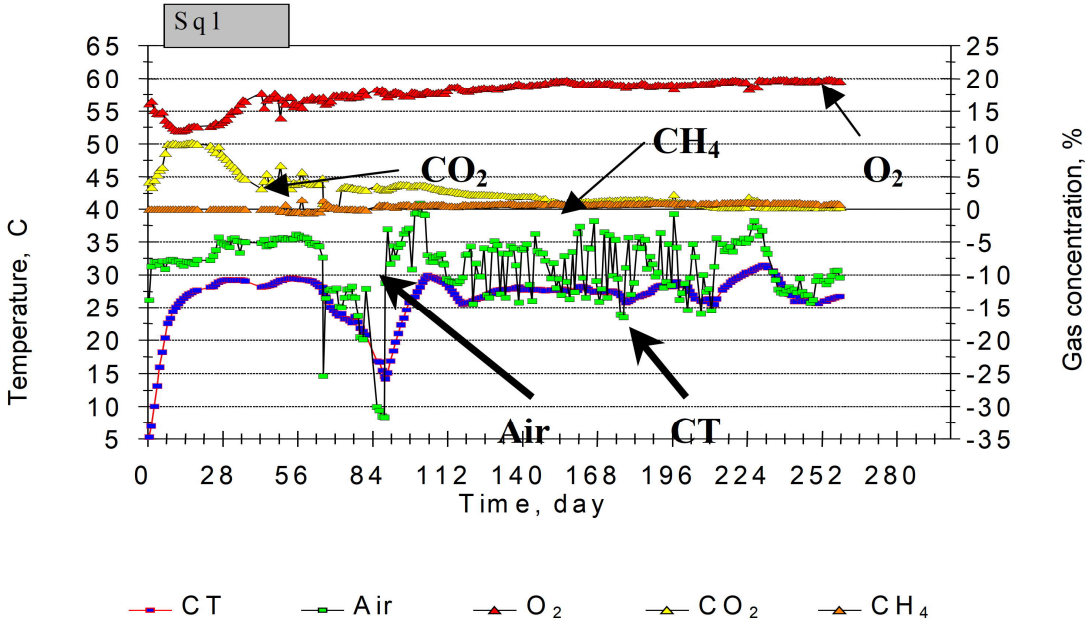


Table 1. Physical properties of th

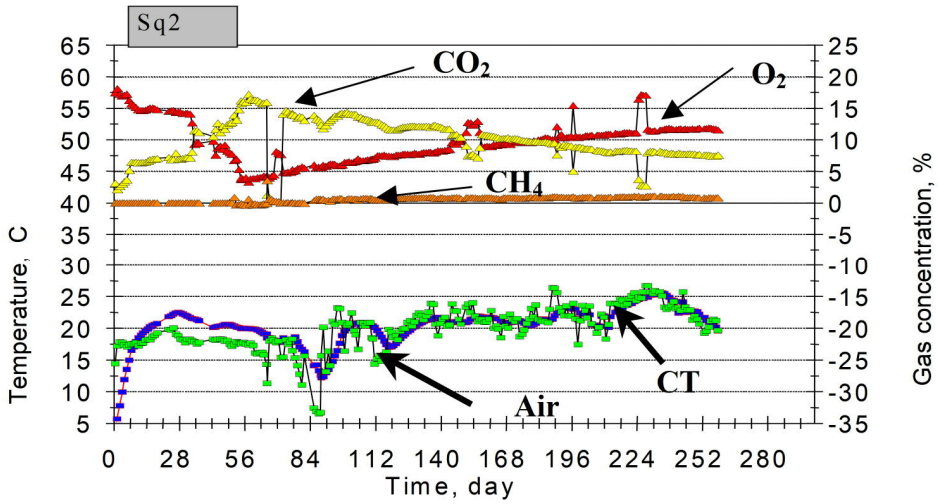
Bale type	Cylindrical bales				Rectangular bales
Pressure conditions	*Normal pressure by baling*		*Low pressure by baling*		*Normal pressure by baling*
Storage temperature about 35° C	MSW only	70% MSW + 30% food waste	70% MSW + 30% food waste	MSW only	MSW
Storage temperature 20-25° C	MSW only	70% MSW + 30% food waste)			MSW

①都市の家庭ごみのベール
（35℃ で貯留保管）



ベールの　　気温
中心温度

②地方の家庭ごみのベール
（生ごみ多）　（25℃ で貯留保管）



■分別と組成及び熱量

- 生ごみと灰分が熱量低下の要因。
- 紙とプラスチックが多いと熱量向上の要因。

表　廃棄物の組成割合から熱量を推計するための項目別の熱量代表値

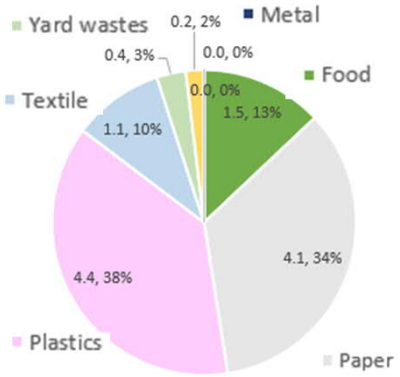
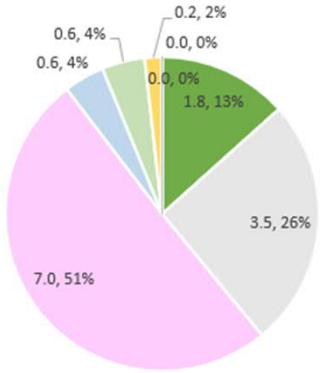
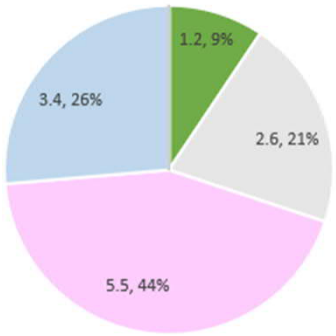
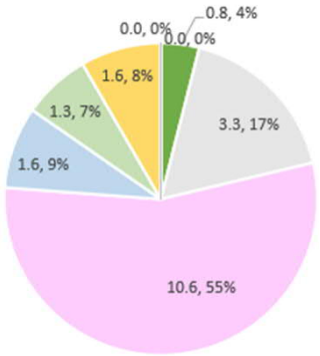
Contents	GCV(MJ/kg)
生ごみ	4.8
紙	12.5
プラスチック	38.5
繊維	17.5
庭ごみ	16.0
木材	19.0
金属	0
ガラス,その他	0

- Ismail Ozbay and Ertan Durmusoglu ; Energy content of municipal solid waste bales, Waste Manag Res 2013 31: 674 originally published online 24 April 2013 （*1　As a most wet case sample following Ismaile report's Table1 Case No.6）
https://www.researchgate.net/publication/236327987_Energy_content_of_municipal_solid_waste_bales

- 廃棄物の燃料価値を挙げるには、熱量の調整を目的とした分別や前処理が有用。

- 生ごみ分別による熱量確保は、大都市より田舎のほうが効果が高い。

Food Separation	Urban	Rural
NO	1	1.2
YES	1.1	1.6

生ごみ分別	大都市	田舎
なし	大阪　11.7 MJ/kg 	宗像　13.8 MJ/kg 
あり	倫敦　12.7 MJ/kg 	恵庭　19.2 MJ/kg 

リサイクルポート指定港と化学コンビナートとの広域循環の形成

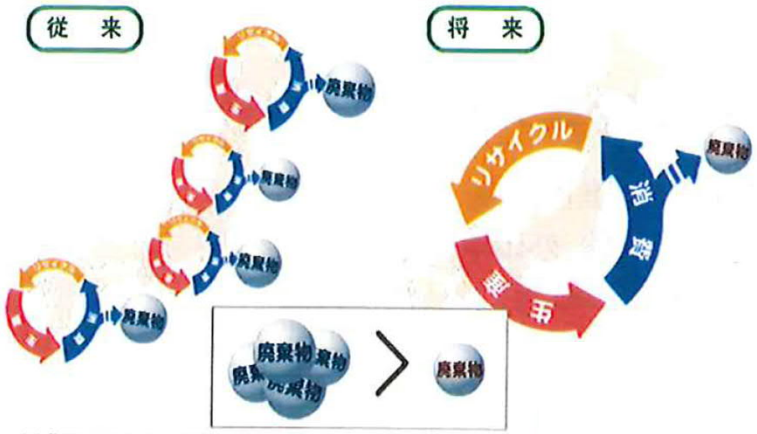
資料７

Imoto Lines

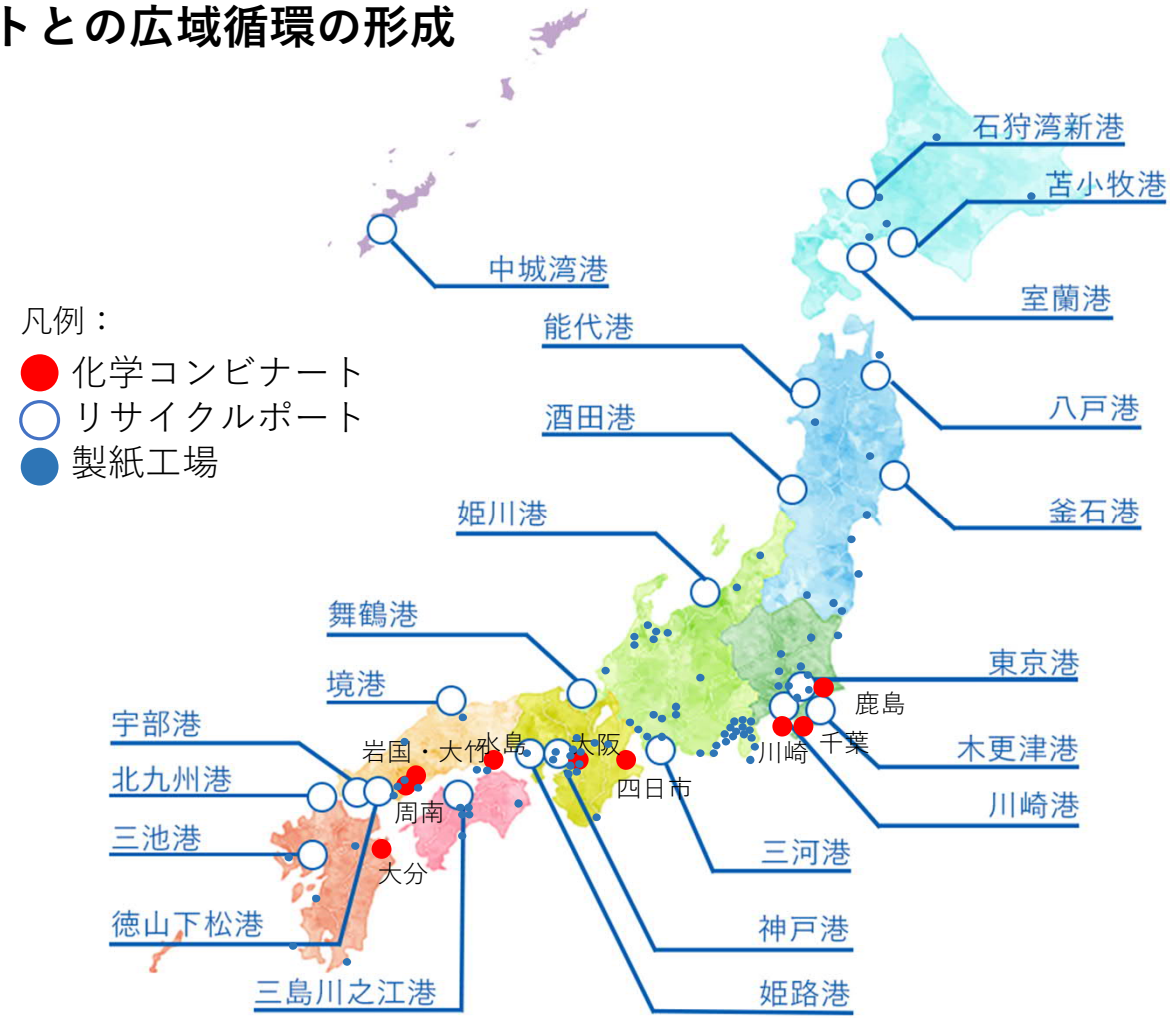
東日本大震災における災害廃棄物の船舶輸送の経験と課題

2013年11月12日(火)

リサイクルポート推進協議会
調査・研究部会　部会長　外山幸平
所属会社：井本商運㈱



広域的に流動させることにより
廃棄物は資源となり得る



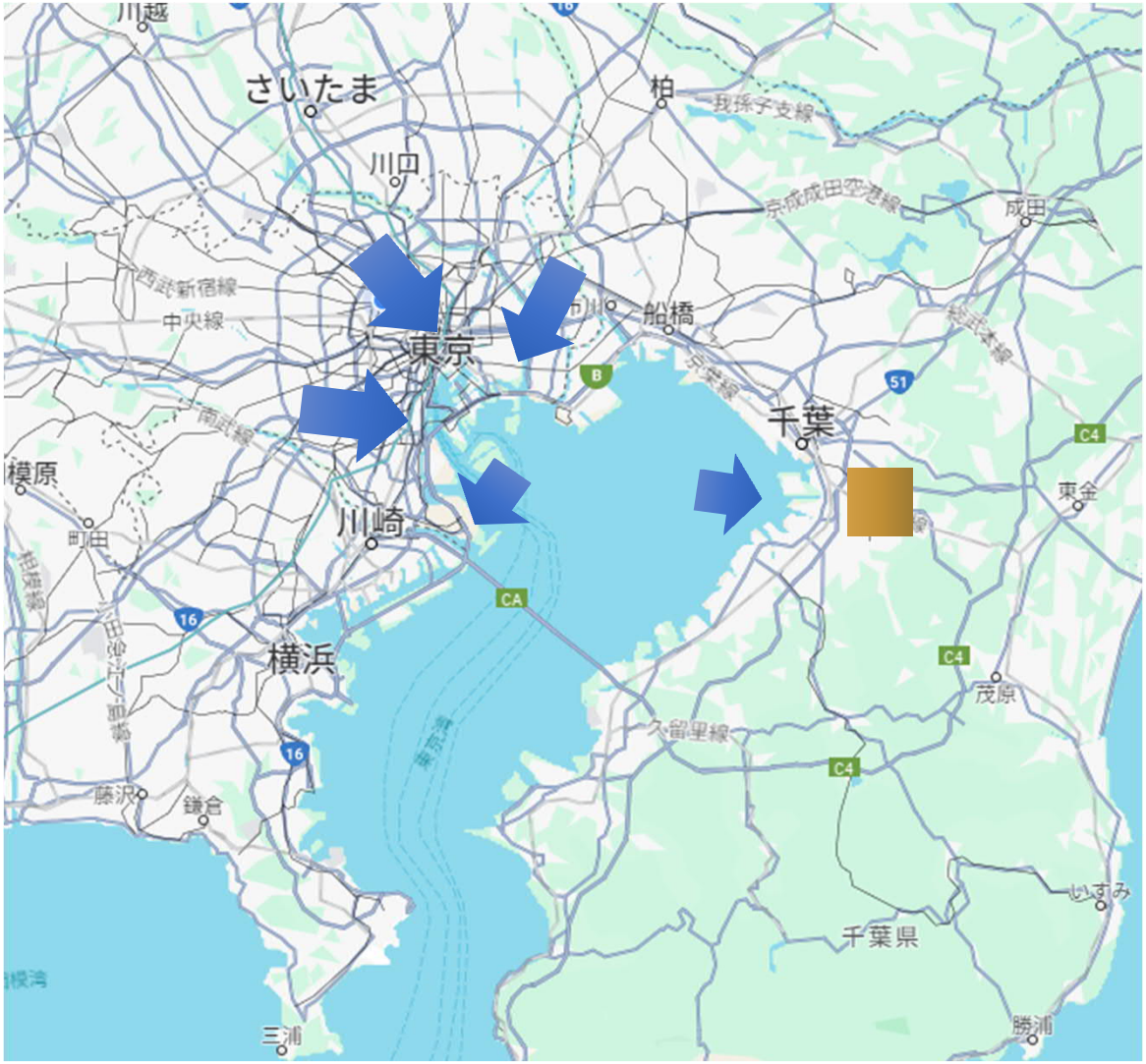
下記情報を基にEXRIが編集地図とリサイクルポートの位置
>リサイクルポート指定港　https://www.rppc.jp/port.html
>化学コンビナートの位置　石油化学工業協会 https://www.jpca.or.jp/studies/junior/howto.html

三河港製紙工場群　一廃ベール廃棄物輸送実証（イメージ）

自治体（ごみ排出者）

焼却炉（熱供給/輸送）

企業（熱需要家）



京浜・京葉コンビナート　一廃コンテナ輸送実証
（イメージ）

鹿島コンビナート　一廃ベール輸送実証
（イメージ）