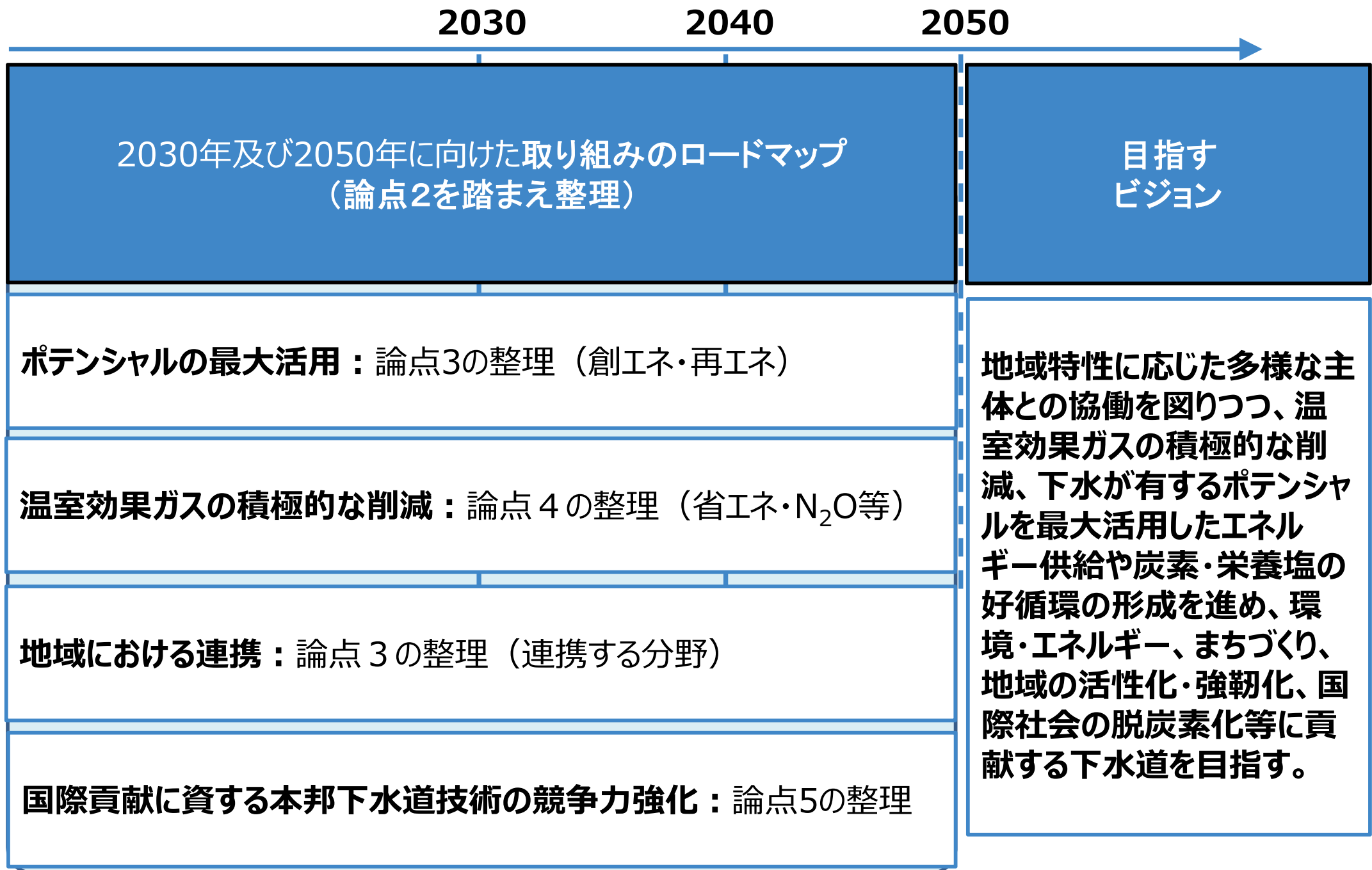


資料5 脱炭素社会への貢献に向けた取組について

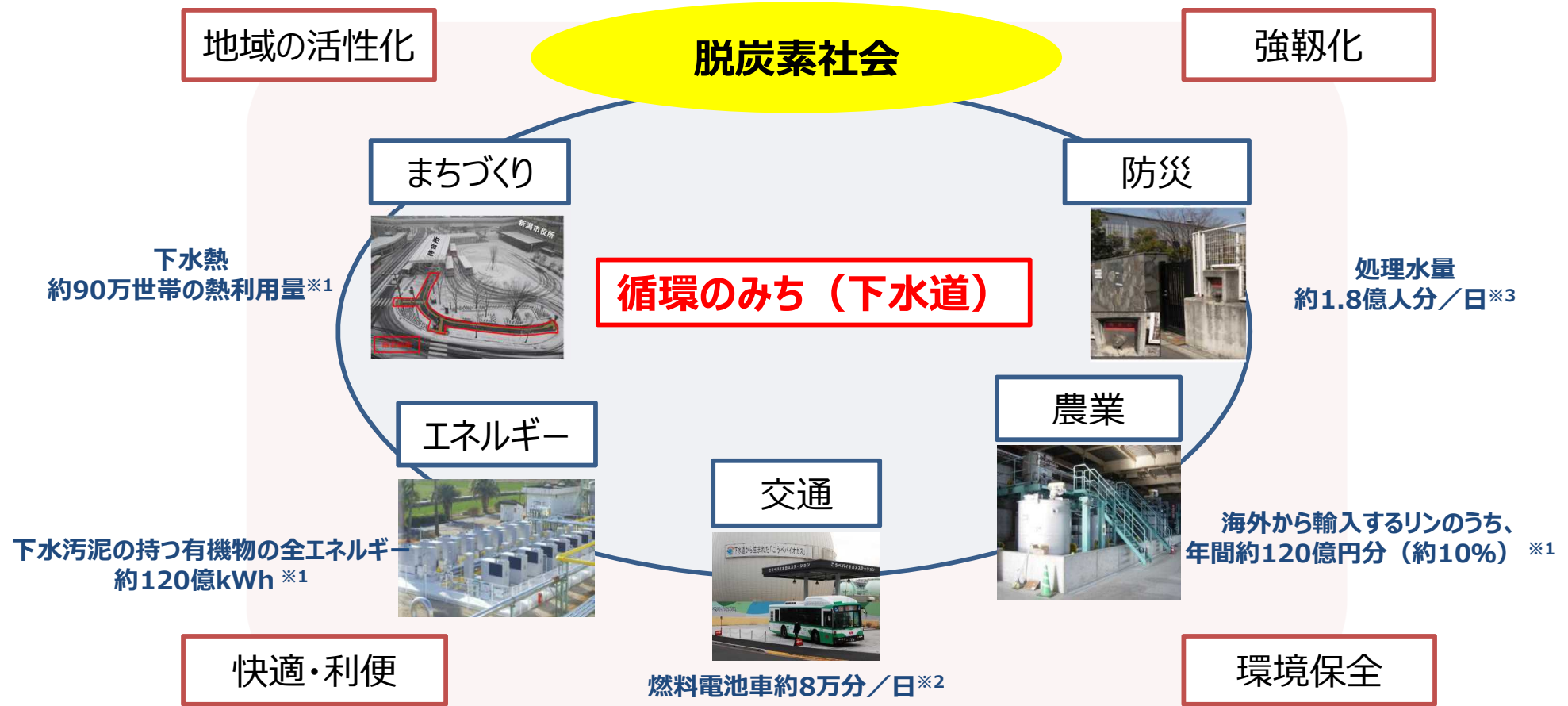
令和3年12月2日

第一回・第二回をふまえた論点の整理と構成



脱炭素社会に貢献する下水道の将来像

- 地域特性に応じた多様な主体との協働を図りつつ、温室効果ガスの積極的な削減、下水が有するポテンシャルを最大活用したエネルギー供給や炭素・栄養塩の好循環の形成を進め、環境・エネルギー、まちづくり、地域の活性化・強靱化、国際社会の脱炭素化等に貢献する下水道を目指す。



※1：第1回 脱炭素社会への貢献のあり方検討小委員会 資料より
 ※2：下水汚泥を全てバイオガス利用（約300万m³）し水素として活用したケースとして、H26 B-DASHプロジェクトの実績（下水道バイオガス2,400m³/日 → 水素 3,300m³/日（燃料電池約65台分））から算出
 ※3：H30年度の処理水量（約14,400,000 千m³）に対し、一人あたりの水使用量216L/日（東京都水道局HPより）として算出

ポテンシャルの最大活用

【取り組みの方向性】

- 経済的で持続性のあるエネルギー・資源循環を形成し、暮らしの快適・利便性や地域の活力・強靭性を向上させるため、地域特性に応じた賢い選択を進め、下水道が有するポテンシャルを最大活用する。

これまでの取り組み

- ◆ **下水汚泥、下水熱等のエネルギー利用**
 - 各種ガイドラインの策定
 - 下水由来固形燃料のJIS規格化
 - 下水道法、低炭素まちづくり法による規制緩和
 - B-dashによる技術開発
 - FIT制度の活用 等
- ◆ **PPP/PFIを通じた民間活力の活用**
 - 民間活力イノベーション推進下水道事業の創設 等
- ◆ **リン回収、肥料利用等の資源の有効利用**
 - 肥料取締法の改正による供給効率の改善
 - リン回収システムの国際標準規格づくり
 - BISTRO下水道の推進 等
- ◆ **更なる資源集約としての地域バイオマスの活用**
 - コンシェルジュ事業を通じた案件形成支援
 - バイオマス活用推進計画等への位置づけ
 - ディスポーザーの活用(導入にあたっての考え方整理)
 - ガイドラインの作成 等
- ◆ **豊かな水環境の形成に向けた季節別運転の実施**
 - 事例集の作成

今後の取り組み

- ◆ **事業特性を踏まえた資金連携**
 - 民間資金の呼び込み (PPP/PFIの充実 等)
 - 関係省庁が連携した予算支援・地方財政措置 (一般会計からの繰出しを含む) の充実による支援
- ◆ **ポテンシャル、取組の見える化**
 - 実行計画への取組の着実な位置づけ (位置づけ方の整理、計画の策定)
 - 再エネを含むエネルギーポテンシャル、目標の見える化
- ◆ **他分野貢献の適正な評価方法の確立**
 - 農業利用における脱炭素や肥料市場への貢献評価
 - 下水熱利用、固形燃料供給等の社会全体の削減に資する貢献評価
- ◆ **地域バイオマス活用の強化**
 - バイオマス活用推進計画等への着実な位置づけ
 - 廃棄物関連部局等との連携
 - 既存の処理能力を活用した様々な排水処理システムとの連携 (食品バイオマス等)
- ◆ **知見の共有、人材育成**
 - 案件形成等のプッシュ型支援、人材育成
 - 季節別運転のガイドライン作成

(参考)下水道におけるエネルギー・資源ポテンシャル

使用電力量^{※3} : 49億kWh
(水処理・汚泥処理)

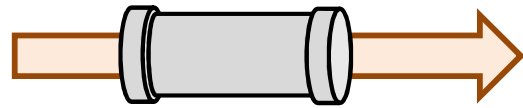
使用電力と放流水質のトレードオフ
(下水が有するポテンシャルの低減)

流入下水

- エネルギー^{※1,2} : 5,100万GJ/年 (142億kWh)
- 窒素^{※2} : 54万トン/年
- リン^{※2} : 7.2万トン/年

放流水

- エネルギー^{※1,2} : 78万GJ/年 (2億kWh)
- 窒素^{※2} : 13万トン/年
- リン^{※2} : 2.1万トン/年



下水処理場

下水汚泥

- エネルギー^{※3} : 4,200万GJ/年 (120億kWh)
- 窒素^{※2,4,5} : 41万トン/年
- リン^{※2,4} : 5.1万トン/年

エネルギー利用に向けてハンドリングの良い下水汚泥を生成するためにエネルギーを投入するが、ポテンシャルは低減

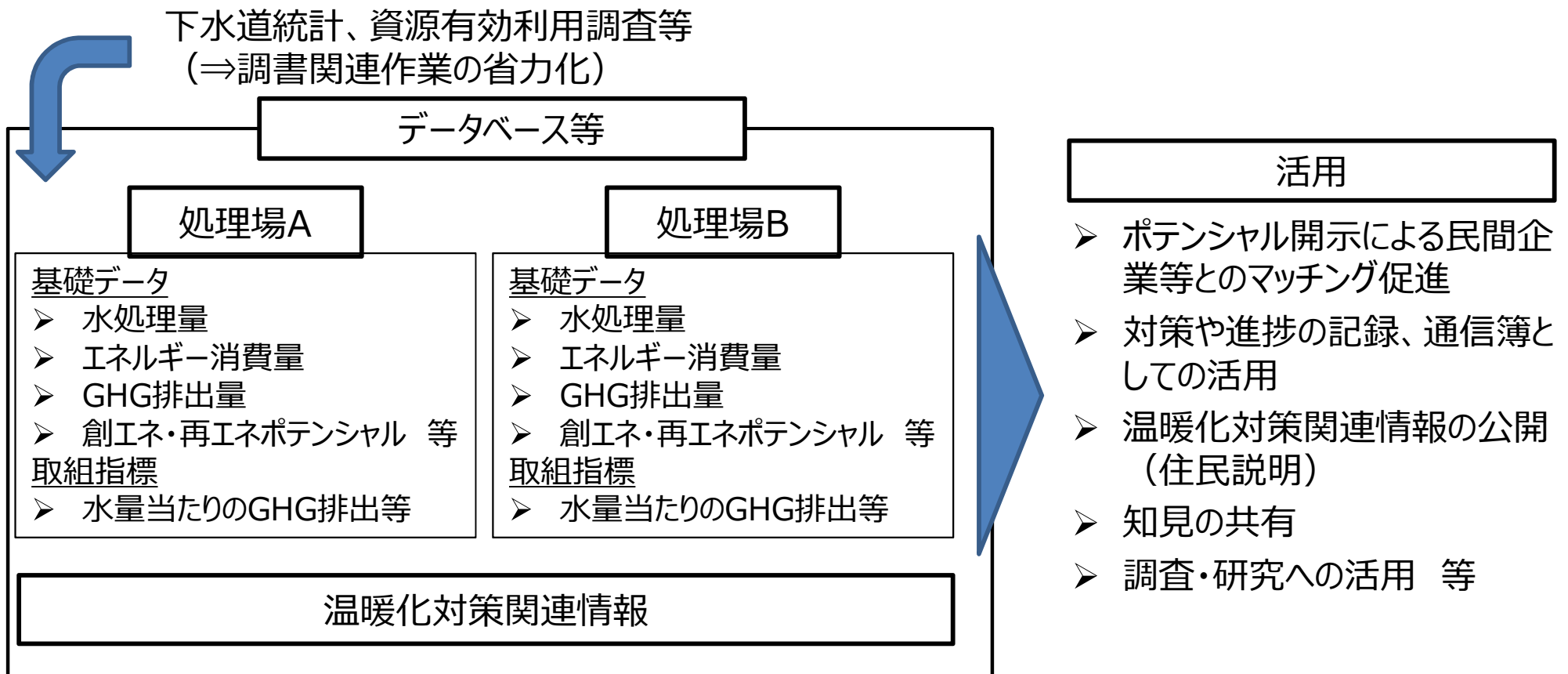
下水熱 : 約20,000 千GJ (約90万世帯の熱利用量)

- ※1 : 流入又は処理水のBODを基に算出。
- ※2 : 平成30年度下水道統計を基に算出。
- ※3 : 第1回小委員会資料3より
- ※4 : 流入水と放流水の差
- ※5 : 脱窒等は見込んでいない

(参考)ポテンシャル・取り組みの見える化のイメージ

ポテンシャル・取り組みの見える化のイメージ

- ◆ 下水道統計等、毎年の調査データを活用したデータベース等により温暖化対策関連情報の見える化を実施。
- ◆ 民間企業とのマッチング促進、住民説明への活用等の他、将来的な施策検討に向けたデータとしても活用。



(参考)ポテンシャル・取り組みの見える化の事例

取組の見える化事例

【北九州市の事例】

- 環境会計として、環境保全への取組みに対してどれだけの費用を投入し、その結果、どれだけの効果をあげることができたのかを貨幣単位又は物量単位を用いて明らかにした情報を公開。

主な取組の内容	環境保全コスト (千円)	環境保全対策に伴う経済効果 (千円)	環境保全効果 (環境負荷の低減)
	1,003,285	516,380	CO2 14,957 t 産廃削減量 94,175 t
臭気対策	210,069	※	※
消化ガス脱硫	12,919	※	※
騒音・振動対策	0	※	※
		※	※
小計	222,988	※	※
自然エネルギーの利用	0	※	CO2 4,180 t
消化ガスの有効利用	7,588	62,388	
小計	7,588	62,388	
汚泥のセメント原料化	421,651	0	CO2 10,777 t
焼却工場とのエネルギー循環	95,073	146,991	産廃削減量 94,175 t
汚泥の燃料化	174,760	85,912	
処理水の再利用	81,225	184,878	
建設副産物の有効利用	0	36,211	
小計	772,709	453,992	

[排出]
下水処理によって排出した温室効果ガス
23,621 t-CO₂
温室効果ガス削減への取り組みである消化ガスの有効利用や焼却工場とのエネルギー循環などを行った結果、排出量は上記となりました。
(38,578 CO₂ - 14,957 tCO₂ = 23,621 CO₂)

＜流入下水＞

	流入量(t)	含有量(mg/l)
BOD	19,922	140
COD	13,630	96
S S	24,003	169
全窒素	4,527	32
全りん	505	3.6

＜処理水＞

物質名	排出量(t)	含有量(mg/l)	除去率
BOD	187	1.3	99. %
COD	1,165	8.2	91. %
S S	209	1.5	99. %
全窒素	1,613	11.4	64. %
全りん	108	0.8	78. %

温室効果ガスの積極的な削減

【取り組みの方向性】

- 水環境の改善状況及び人口・立地産業の動向を踏まえつつ、効率的な削減対策を強力に進め、バランスのとれた良好な処理水質と効率的なエネルギー消費を追求する。
(化石由来エネルギーの段階的削減と再生可能エネルギーの徹底活用)

これまでの取り組み

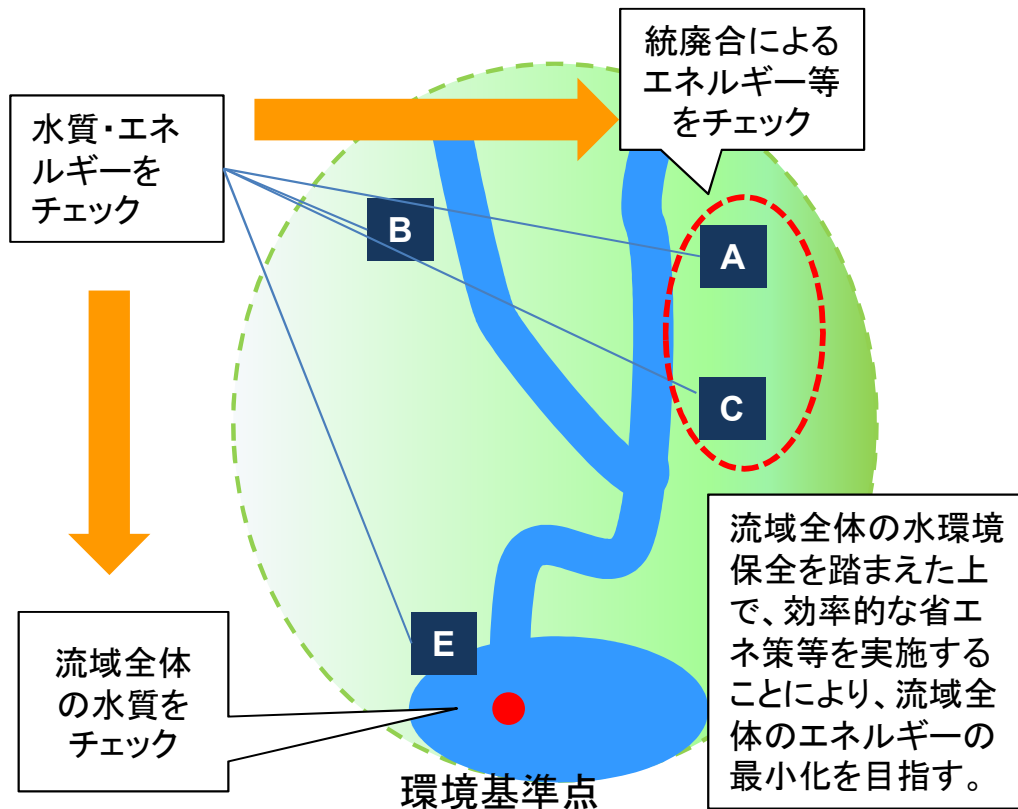
- ◆ **下水道の計画処理水質の設定におけるエネルギー効率性の考慮**
 - 流域別下水道整備総合計画（流総）調査指針において、エネルギー消費量を勘案した処理水質設定を位置づけ。
- ◆ **N₂Oの排出削減**
 - 汚泥の高温焼却化の推進 等
- ◆ **処理場における水質とエネルギーの二軸管理**
 - 運転管理や施設計画等において、処理水質と消費エネルギーの両面を考慮するガイドラインの作成
- ◆ **処理場における省エネの推進**
 - 省エネ法による削減努力義務
 - 省エネ技術導入ガイドラインの作成 等

今後の取り組み

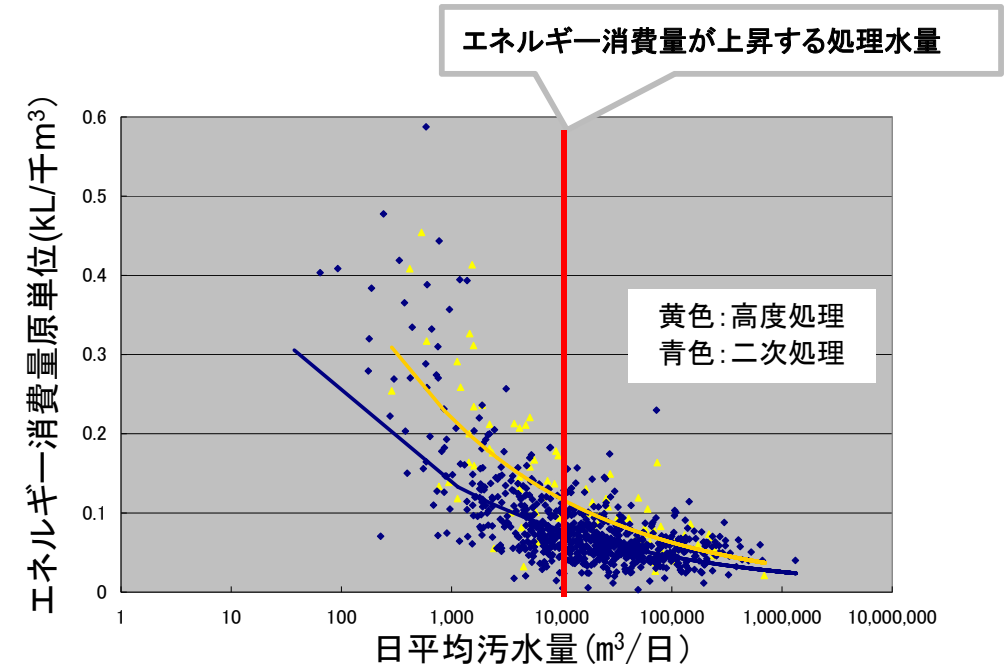
- ◆ **効率的な温室効果ガス削減を行う計画策定**
 - 流域の水環境状況や人口減少、エネルギー消費を踏まえた処理方法の選定
 - 省エネ診断に基づく処理規模、方式に応じた対策選定
 - 効率的なN₂O排出削減を行う汚泥処理の推進（汚泥焼却の排出係数見直し）
- ◆ **計画に基づく対策の実践**
 - 計画的な施設更新
 - ICTやAIを通じた運転管理の高度化
 - 放流水質基準、消費エネルギー等を勘案した効率的な運転管理
- ◆ **取組の評価、見える化の推進**
 - 実行計画やデータベース等による進捗確認、評価
 - 良好な処理水質と消費エネルギーの評価
- ◆ **知見の蓄積・共有、人材育成、技術開発**
 - 案件形成等のプッシュ型支援、人材育成
 - 水処理過程で発生するN₂O排出の実態解明と有効な対策の研究・開発
 - クリーンエネルギーへの転換を含めた技術開発・導入
 - 季節別運転のガイドライン作成

(参考)流域別下水道整備総合計画

- 「公共用水域の水質環境基準の維持達成に加え、エネルギー効率を考慮した処理レベルの設定等を可能にする流総計画の構築」を中期目標に掲げた新下水道ビジョンを踏まえ、平成27年1月に流総計画の調査指針を改定。
- 水量規模が大きいほどスケールメリットがはたらき、エネルギー消費量が有利になることから、エネルギー消費量を勘案して計画処理水質を決定することを原則化。
- 下水道の根幹的施設の配置にあたっては、必要に応じて費用やエネルギー消費量、実施体制等を総合的に勘案した上で、広域化を踏まえた統廃合等の組み合わせを検討し、水質環境基準等を効率的に達成するように位置づけ。



エネルギーと処理水量の関係



注) 二次処理: 標準活性汚泥法と同程度に下水を処理することができる方法

(参考)省エネ診断に基づく運転の効率化

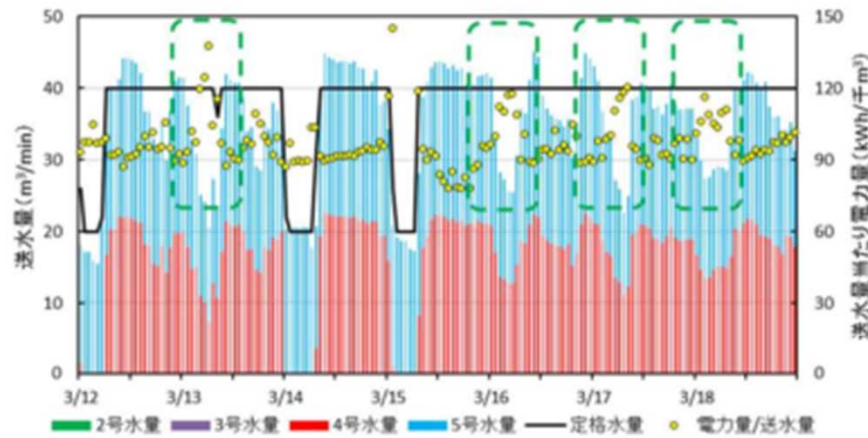
【主ポンプの消費電力分析による改善事例】

	2号	3号	4号	5号
定格水量 (m ³ /min)	42	42	20	20
電動機容量 (kW)	185	200	100	100

小型機種のみ
可変速ポンプ

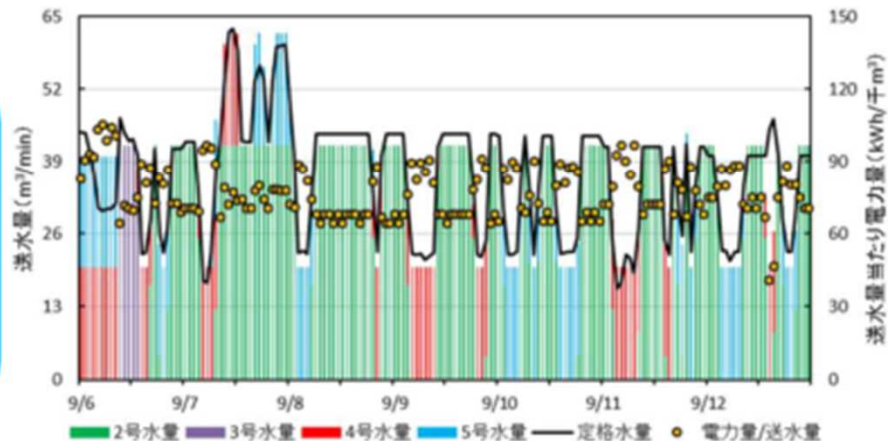
従来の運転方法

- 可変速の小容量ポンプを連続運転し、回転速度調整により水量を調整
- 水量調整により定格水量との差が大きくなると、運転効率が悪化する



運転方法の変更

- 流入量の少ない時間帯（小容量機種）と流入量の多い時間帯（大容量機種）で運転台機を切り替えて、主に定格回転速度で運転
- 定格水量での運転のため、効率の良い運転となる



21%削減

(参考)処理方式・処理規模別に導入すべき技術の例

2030目標達成に向けて導入すべき既存技術例

	導入すべき技術の内容	導入すべき技術の例（下線は運転管理による工夫）			
		超大規模処理場 (A2O法 日最大流入水量2.0万m ³ /日)	大規模処理場 (A2O法 日最大流入水量1.0万m ³ /日)	中規模処理場 (標準法 日最大流入水量5万m ³ /日)	小規模処理場 (OD法 日最大流入水量1万m ³ /日以下)
①省エネ	水処理について、処理方式や処理規模に応じた省エネ対策として <u>反応タンク設備関連などの寄与率の高い効果的・効率的な省エネ技術。</u>	<ul style="list-style-type: none"> ・メンブレン式散気装置 ・省エネ型反応タンク攪拌機 ・高度センサー制御システムの導入 ・監視制御システムにおけるエネルギー管理システムの導入 ・主ポンプ、送風機等の運転方法の見直し ・送風量の適正化 ・水中攪拌機、貯留槽攪拌機の間欠運転 ・ベルト型濃縮機 ・スクリーンプレス脱水機 ・省エネ型遠心脱水機 	<ul style="list-style-type: none"> ・メンブレン式散気装置 ・省エネ型反応タンク攪拌機 ・高度センサー制御システムの導入 ・監視制御システムにおけるエネルギー管理システムの導入 ・主ポンプ、送風機等の運転方法の見直し ・送風量の適正化 ・水中攪拌機、貯留槽攪拌機の間欠運転 ・ベルト型濃縮機 ・スクリーンプレス脱水機 ・省エネ型遠心脱水機 	<ul style="list-style-type: none"> ・メンブレン式散気装置 ・高度センサー制御システムの導入 ・監視制御システムにおけるエネルギー管理システムの導入 ・主ポンプ、送風機等の運転方法の見直し ・送風量の適正化 ・貯留槽攪拌機の間欠運転 ・ベルト型濃縮機 ・スクリーンプレス脱水機 ・省エネ型遠心脱水機 	<ul style="list-style-type: none"> ・センサーを用いた自動制御技術 ・間欠運転
	汚泥処理については、処理方式や処理規模に応じた省エネ対策として <u>汚泥濃縮機、消化タンク攪拌機、汚泥脱水機の省エネ化など寄与率の高い効果的・効率的な省エネ技術。</u>				
②創エネ・再エネ	<u>固形燃料化技術やバイオガス利用等下水汚泥のエネルギー化</u> に関わる効果的・効率的な技術。	<ul style="list-style-type: none"> ・消化ガス利用（発電等） ・固形燃料化 ・廃熱発電 	<ul style="list-style-type: none"> ・消化ガス利用（発電等） ・固形燃料化 ・廃熱発電 	<ul style="list-style-type: none"> ・消化ガス利用（発電等） ・固形燃料化 	<ul style="list-style-type: none"> ・消化ガス利用（発電等）
	<u>下水熱利用</u> 等の効果的・効率的な技術。	下水熱利用、太陽光発電、風力発電、水力発電			
③下水汚泥焼却に伴い発生するN ₂ Oへの対策	<u>下水汚泥の焼却施設における燃焼の高度化や、一酸化二窒素の排出の少ない焼却炉及び下水汚泥固形燃料化施設の設置を推進するための効果的・効率的な技術</u>	<ul style="list-style-type: none"> ・多段吹込燃焼式流動炉 ・二段燃焼式循環流動炉 ・ストーカ炉 ・過給式流動炉 ・固形燃料化 	<ul style="list-style-type: none"> ・多段吹込燃焼式流動炉 ・二段燃焼式循環流動炉 ・ストーカ炉 ・過給式流動炉 ・固形燃料化 	<ul style="list-style-type: none"> ・多段吹込燃焼式流動炉 ・二段燃焼式循環流動炉 ・ストーカ炉 ・過給式流動炉 ・固形燃料化 	
⑥下水道のシステム最適化	<u>部分最適にとどまらず、水処理・汚泥処理システム全体で最適化する技術。</u>	・B-DASH技術などシステムとして評価できる有効技術。			

第二回技術開発会議エネルギー分科会資料を基に国土交通省作成

※上記の他にも「下水道における地球温暖化対策マニュアル（平成28年3月環境省・国土交通省）」表5-1等記載の取り組みを処理場・ポンプ場の実態に応じて取り組む。

(参考)汚泥焼却過程におけるN₂O排出

令和3年度より、温室効果ガス排出量算定方法検討会 廃棄物分科会において、汚泥焼却の排出係数について議論開始。

【検討課題】

- 現行のインベントリにおいて下水汚泥の焼却に伴うN₂O排出係数を下表のとおり設定しているが、複数の焼却炉メーカーへのアンケート調査等を踏まえると、最新の下水汚泥焼却施設のN₂O排出係数は現行の設定値よりも更に低下しており、現行の下水汚泥の焼却に伴うN₂O排出係数が我が国の実態に即していない可能性がある。インベントリの精密化とともに、脱炭素化対策の観点からN₂O排出係数が低い新型炉の地方自治体への普及を促すためのインセンティブとなるよう、最新のデータを踏まえてN₂O排出係数を設定するのが望ましい。

下水汚泥の焼却に伴うN₂O排出係数の設定状況 (単位: gN₂O/t-wet)

凝集剤の種類	炉の形式	焼却温度	排出係数
高分子凝集剤	流動床炉 ^{※1}	通常燃焼 (燃焼温度約 800 度)	1,508
		高温燃焼 (燃焼温度約 850 度)	645
	多段炉	—	882
その他	—	—	—
石灰系	—	—	294
—	多段吹込燃焼式流動床炉 二段燃焼式循環流動床炉 ストーカー炉	高温燃焼 (燃焼温度約 850 度)	263
—	炭化固形燃料化炉	—	31.2

※1：多段吹込燃焼式流動床炉、二段燃焼式循環流動床炉を除く。

【対応方針 (案)】

- 国土交通省では、主に2013年以降に実用導入された複数のタイプの焼却炉について実態調査を実施しており、その検討結果をインベントリに反映する。

【今後の予定 (案)】

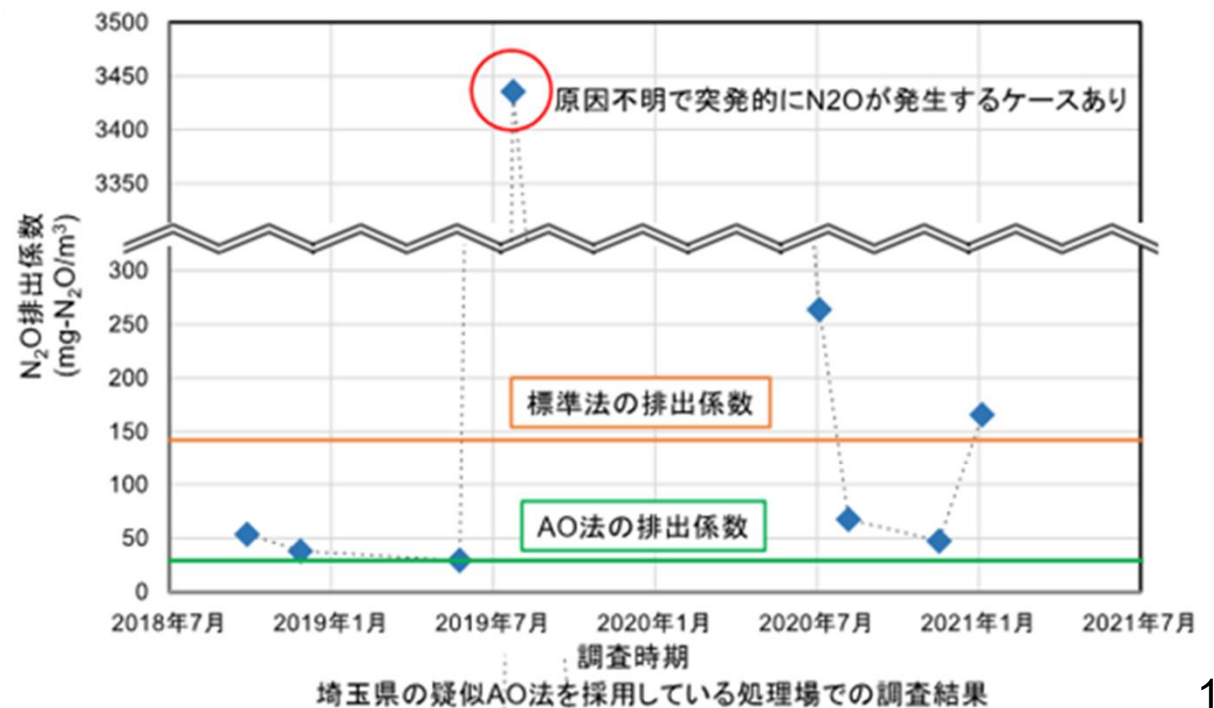
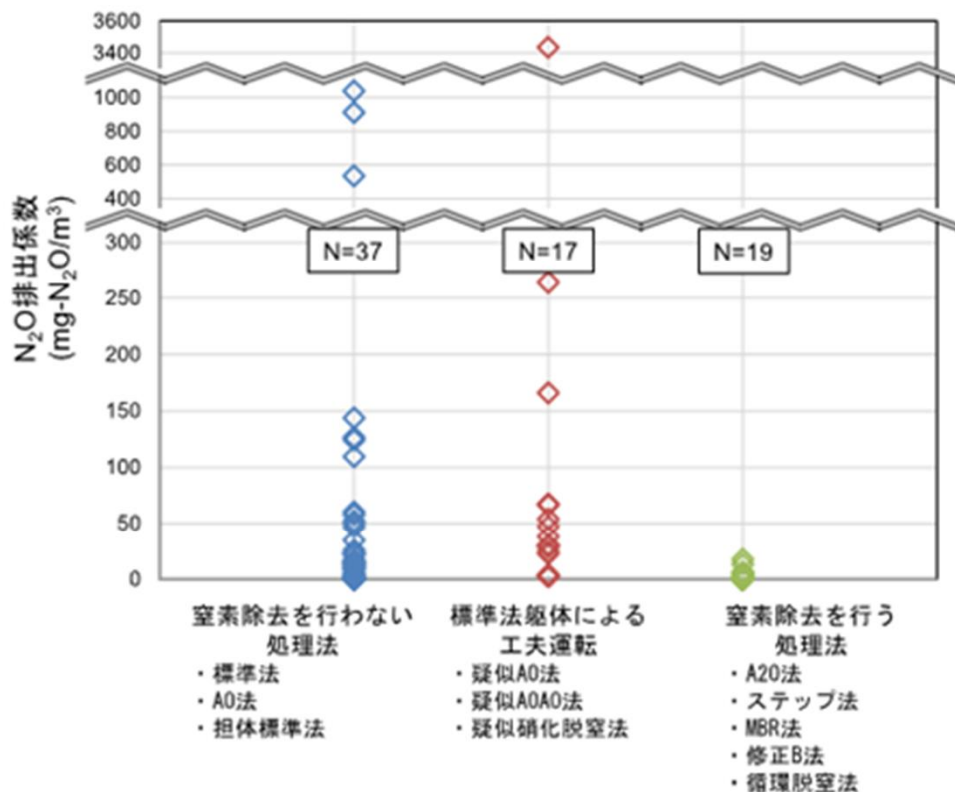
- 第2回廃棄物分科会において、データの収集結果ならびにその結果を踏まえたN₂O排出係数の改訂方針の検討状況を報告する 11
予定。

(参考)水処理過程におけるN₂O排出

○温暖化対策計画で目標に位置づけられていないものの、2050年に向けては、水処理過程で発生するN₂OやCH₄の削減必要性が高まる可能性がある。

※水処理過程におけるN₂O排出については、標準法に比較し、高度処理の排出係数が小さいことが分かっている一方、標準法においても排出量に大きな差があり、一定程度排出量を削減できている可能性がある。

- ◆ 水処理過程からのN₂O排出等について、実態調査による排出メカニズムの解明と排出係数の整備を検討。
- ◆ また、効率的な対策の研究開発を行う。



埼玉県疑似AO法を採用している処理場での調査結果

【取り組みの方向性】

- 下水道管理者、他分野事業者や利用者の行動変容を促し相互の信頼に基づく連携を強化するため、様々な見える化や共有化を図り、更なる資源集約や取組の効率化を進め、脱炭素社会への新たな貢献可能性を追求する。

これまでの取り組み

- ◆ **汚泥のエネルギー化や再エネの導入によるエネルギー供給拠点としての貢献**
 - エネルギー化技術ガイドラインの策定 等
- ◆ **地域バイオマスの受入による廃棄物分野との連携**
 - コンシェルジュ事業を通じた案件形成支援
 - バイオマス活用推進計画等への位置づけ
- ◆ **肥料利用等を通じた農業分野との連携**
 - BISTRO下水道の推進
 - 肥料取締法の改正による供給効率の改善
 - リン回収システムの国際標準規格づくり 等
- ◆ **水素やバイオガス燃料の供給を通じた交通分野との連携**
 - B-DASHによる技術開発 等
- ◆ **処理水や下水熱利用によるまちづくりとの連携**
 - 下水道法改正による下水熱利用の規制緩和
 - マニュアルやガイドラインの策定 等

今後の取り組み

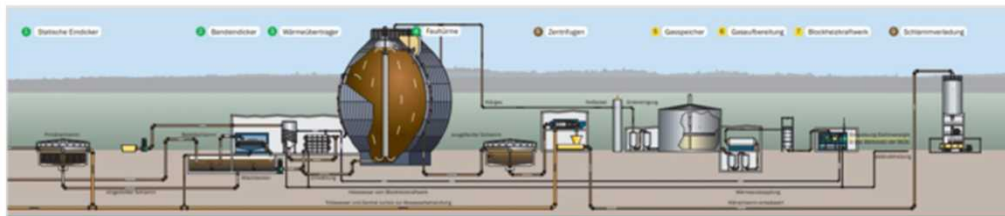
- ◆ **新たな貢献可能性の追求**
 - 他分野で開発された技術の活用
 - 消化過程におけるCO2の活用 等
 - カーボンオフセット等の活用
 - 交通分野での水素・バイオガス活用動向を踏まえた導入検討
- ◆ **ポテンシャル、取組の見える化（再掲）**
 - 地域住民への説明等による理解促進
 - ポテンシャルや目標の見える化による事業参入や資源の利活用促進
- ◆ **地域バイオマス活用の強化（再掲）**
 - バイオマス活用推進計画等への着実な位置づけ
 - 廃棄物関連部局等との連携
 - 既存の処理能力を活用した様々な排水処理システムとの連携（食品バイオマス等）
- ◆ **他分野貢献の適正な評価方法の確立（再掲）**
 - 農業利用における脱炭素や肥料市場への貢献評価
 - 下水熱利用、固形燃料供給等の社会全体の削減に資する貢献評価

(参考)資源活用による地域の活性化事例

海外における地域経済活性化・雇用創出の事例

【ドレスデン市（ドイツ）の事例】

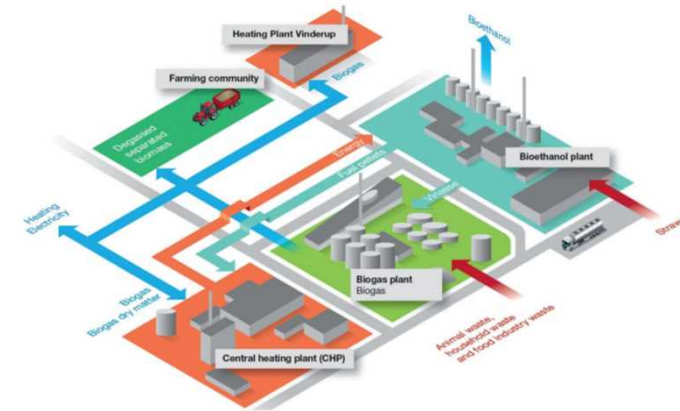
- メタンガスを発生・回収させてコージェネレーション設備の駆動に用いることで、下水処理施設で必要な電力の80%を賄う。
- ガスを回収した後の下水汚泥残渣は、農場や堆肥化工場に運ばれて使用。
- ドレスデンに加え、周辺自治体からの排水も処理しており、約67万人が接続。
- ドレスデン市（51%）と公益事業会社（49%）が共同出資して設立されたシュタットベルケが運営



- 約400人の従業員と約20人の研修生を雇用し、地元経済に貢献。
- 年間7,000人が参加する排水処理施設のガイド付きツアーや年齢ごとに準備された科学教室を実施し、環境教育の場を提供。

【マービーク生物資源工場（デンマーク）の事例】

- 家畜糞尿、下水汚泥、バイオマス廃棄物などを原料に肥料、バイオガスを生産。また、麦わらから製造したバイオエタノール、有機ゴミを原料とした電気、熱を地域へ供給。
- 運営組織は、農業組合と畜産組合、及び近隣のユーティリティ企業との共同出資により設立。
- バイオガスプラントは、栄養塩の地下水・河川・湾への流出を抑制し農村地域経済と雇用の発展を目的とした環境事業として計画実施。



- プラントの運転とバイオマス資源の回収で28人の雇用を地元で創出。
- 社会経済的側面として、農業生産量の維持、域内のエネルギー輸入コストの削減、発電量の域外への売電により、20年間で約17億円の効果を試算。
- 2012年実績で、域外から5,000人以上の見学者の誘致に成功。

(参考)構想・計画の見える化による連携事例

【実行計画における記載例（下水道）】

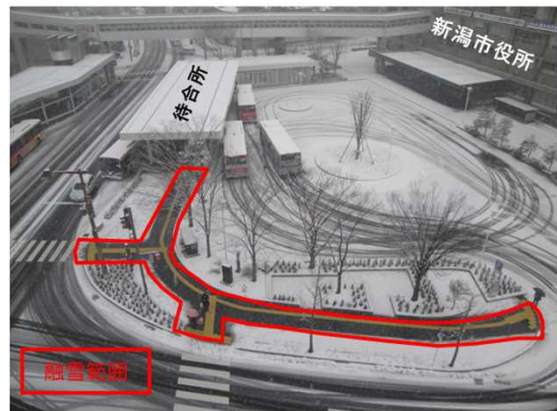
新潟市地球温暖化対策実行計画（地域推進版）※
-環境モデル都市推進プラン-

【基本対策2-2】未利用エネルギーの活用の推進

(2)下水熱及び下水汚泥の利活用推進

- ①下水処理場の汚泥処理過程で発生する消化ガスによる発電を行います。
- ②刈草を下水汚泥と混合消化させ、消化ガスの発生量の増加を図ります。
- ③下水熱による融雪や空調利用について、民間事業者への利用拡大に向け検討を行います

※地方公共団体実行計画（区域施策編）に相当



新潟市で実施したB-DASHプロジェクト（FS調査）

【実行計画における記載例（廃棄物発電）】

札幌市気候変動対策行動計画

- 蒸気タービン発電機により発電を行い、施設内の電力を賄い、余った電力は電力会社へ売電。
- 個別施策の2030年目標の達成に向け、再エネ導入拡大の施策として位置づけ。

2030年目標

温室効果ガス排出量を2016年比で55%削減

<目標排出量:537万t-CO₂>

2030年の目標排出量は、図6-1のとおり、2010年排出量(977万t-CO₂)から約45%削減した537万t-CO₂とし、これを最新実績の2016年排出量(1,193万t-CO₂)対比に換算すると、目標削減率は55%となります。

6.3.2 [再エネ]再生可能エネルギーの導入拡大

2030年の目標

目標削減量 約218万t-CO₂



【成果指標】

- ◆市内の電力消費量の約5割が、再生可能エネルギーにより賄われています。

地域への再生可能エネルギー導入の推進

➤ 都心部への再エネ導入 **重点**

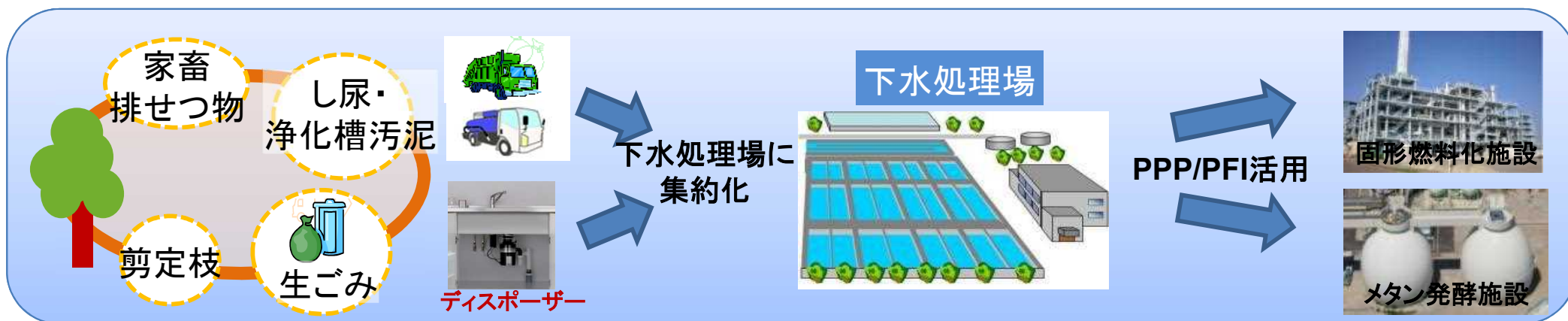
- 都心部を主な供給エリアとする地域新電力事業を立ち上げ、清掃工場のバイオマス電力の活用や道内の再生可能エネルギー発電事業との連携に取り組むとともに、都心エリアの建物や市有施設への電力供給についても検討を行います。
- 地域新電力における再生可能エネルギー由来の電力供給量を増やすため、道内の風力や太陽光、バイオマス等電力の導入に向けて、他自治体との連携体制づくりを進めます。
- 都心部において、地域熱供給への再生可能エネルギーの導入を段階的に拡大します。
- AI・ICT技術を取り入れたエネルギー管理システムを段階的に導入し、エネルギー利用の最適化を図ります。

➤ ごみ焼却・下水エネルギー・水力エネルギーの活用

- 清掃工場の建て替え時に、高効率なエネルギー回収システムを導入し、ごみ焼却エネルギーのさらなる活用を図ります。
- 下水やその処理水、汚泥などが有するエネルギー・資源を積極的に活用します。
- 水力エネルギーの効率的な活用を進めます。

(参考)地域バイオマスの活用事例

- 地域で発生する生ごみ、し尿、剪定枝、家畜排せつ物等のバイオマスを、既存の下水処理場を活用して集約処理することで、下水道事業の安定的な運営、スケールメリットを生かした地域資源の有効利用が可能となる。
- 例えば、し尿処理場等の老朽化のタイミングと合わせて下水処理場へ受け入れることで、下水汚泥及びし尿処理を一体的に実施することで、施設整備費の削減が期待される。



■地域バイオマス受入の事例

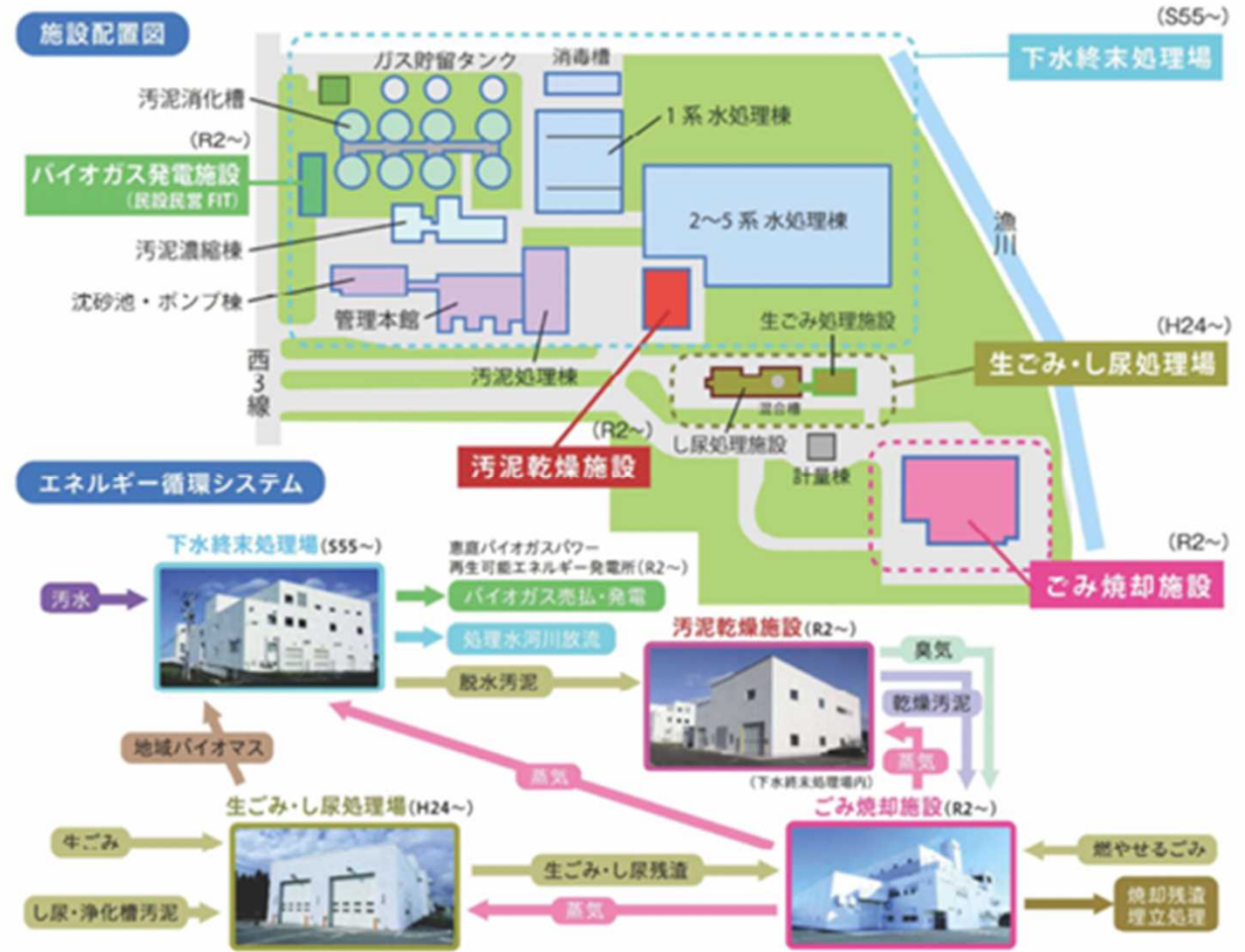
供用開始	実施箇所	処理場名	受け入れている他のバイオマス
平成29年	愛知県豊橋市	バイオマス利活用センター	下水汚泥、し尿・浄化槽汚泥、生ごみ
平成29年	石川県中能登町	バイオマスメタン発酵施設	下水汚泥、し尿・浄化槽汚泥、生ごみ、農業集落排水汚泥、食品加工廃棄物
平成27年	新潟県新潟市	中部下水処理場	刈草
平成27年	栃木県鹿沼市	黒川終末処理場	し尿、浄化槽汚泥、生ごみ
平成25年	北海道恵庭市	恵庭下水終末処理場	家庭系生ごみ、し尿、浄化槽汚泥
平成23年	富山県黒部市	黒部浄化センター	浄化槽汚泥、農業集落排水汚泥、コーヒー粕、生ごみ(ディスポーザー経由)
平成23年	北海道北広島市	北広島市下水処理センター	し尿、浄化槽汚泥、家庭系・事業系生ごみ
平成23年	兵庫県神戸市	東灘処理場	木くず、事業系食品廃棄物
平成19年	石川県珠洲市	珠洲市浄化センター	浄化槽汚泥、農業集落排水汚泥、し尿、事業系食品廃棄物

(参考) 廃棄物分野との連携(恵庭市の事例)

- ◆ 最終処分場の逼迫に対するゴミの減量及び循環型社会の構築に向け「恵庭市循環型社会形成推進施策」を策定し、生ゴミを資源として活用する方針を決定
- ◆ 一般廃棄物処理計画や下水道事業計画にも生ゴミのエネルギー化について位置づけ。
- ◆ 熱利用を含めた連携についても、一般廃棄物処理計画や下水道事業計画にも位置づけ。
- ◆ 生ゴミ、し尿の前処理施設については改築更新も含めて廃棄物部局の所管。一方、実際の運営においては廃棄物部局から下水道部局に委託している（一般会計から下水道事業会計へ繰り入れ）。

連携による効果

- ゴミの減量化及び循環型社会の形成に貢献。
- 汚泥乾燥は焼却施設からの熱融通により自立化。
- 熱源の有効活用により、元々熱源利用されていたバイオガスを発電に転用。
- 乾燥汚泥はゴミ焼却施設で焼却することにより、N2O排出も抑制。



(参考)ポテンシャル、取組の見える化

農業利用による貢献

- ◆ 資源の有効利用に関する取組において、脱炭素の観点での貢献の見える化が重要。
- ◆ 例えば、下水汚泥のコンポスト化による化学肥料の代替におけるGHG削減効果について、コンポスト1t当たり約 57 (kg-CO₂) の削減が見込まれる試算もある。

※試算方法は今後更なる精査等が必要

【削減効果の試算例】

① 下水汚泥由来のコンポスト1t当たりの製造から輸送に係るCO₂ (窒素、リン酸含有量:29kg、47kg^{※1}) : 1,907 (MJ/t)^{※2}

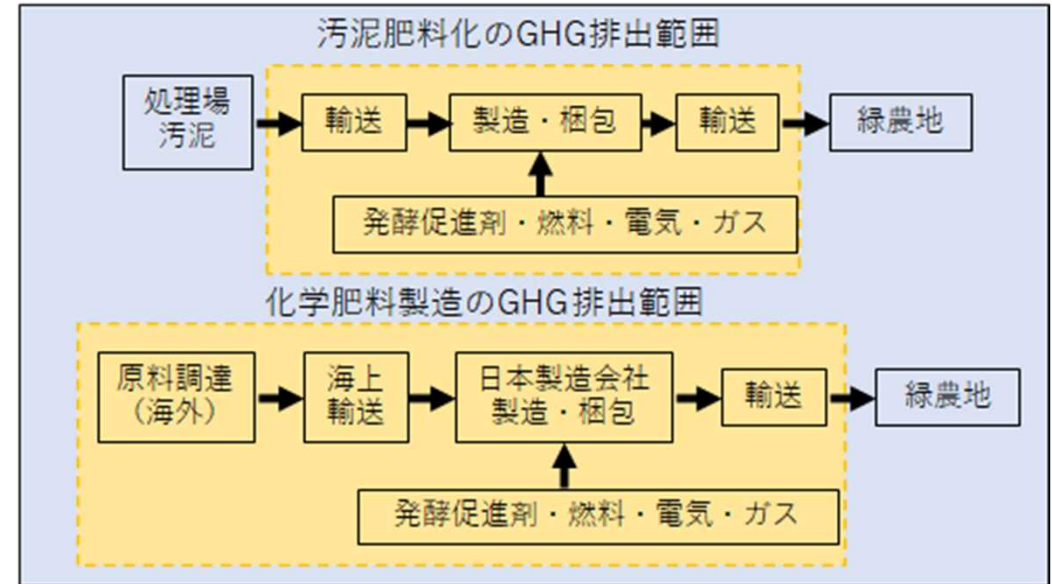
② 化学肥料製造・輸送に係るエネルギー

窒素 (29 kg) × 48.6 (MJ/kg)^{※3} = 約1,409 (MJ)

リン酸 : 47 (kg) × 28.6 (MJ/kg)^{※3} = 約1,344 (MJ)

③ コンポスト1t当たりのGHG削減量

(② - ①) × A重油換算のCO₂削減量0.0693 (kg-CO₂/MJ) = **約 57 (kg/t)**



※1 佐賀市上下水道 肥料の有料販売 (<https://www.water.saga.saga.jp/main/104.html>)

※2 橘 隆一、蒲原 弘継、後藤 尚弘、藤江 幸一：下水汚泥発酵肥料の製造に関するLCA、第3回日本LCA学会研究発表会講演要旨集、2008、26-27

※3 小林久、佐合隆一：窒素およびリン肥料の製造・流通段階のライフサイクルにわたるエネルギー消費量とCO₂排出量の試算、農作業研究、2001、141-151

参考

令和3年12月2日

2050年カーボンニュートラルに向けた論点

カーボンニュートラル、脱炭素化社会への下水道の貢献

主要な論点

地域社会全体を捉えた上で、温室効果ガス排出の徹底した削減とともに、更なる資源集約や連携強化を通じたポテンシャルの最大活用による、新たな利用可能性の追求、貢献拡大をどのように図るべきか？

温室効果ガス排出削減

省エネ

今後徹底した省エネを進める上で、地域特性等に応じた方策や各主体の役割

- エネルギー消費の見える化等のエネルギーマネジメント
- 動力の電化や新しい処理方法等の省エネ技術開発と導入

N2O, CH4対策

水処理におけるCH4、N2O排出について、今後の対策

- 排出メカニズムの研究
- 排出抑制に向けた技術開発や適正な削減評価
- 資源の最大限活用に向けた研究・技術開発と導入

焼却過程におけるN2O排出を更に抑えていくための方策

- 焼却を行わない処理方式の選択
- 更なるN2O排出の低減に向けた炉の技術開発と導入

ポテンシャルの最大活用

創エネ

ポテンシャルの最大限活用に向けた、取り組みの加速化と活用可能性の向上

- 民間参入の促進等、更なる取組の加速化。
- 地域バイオマス等の受入等による更なる資源集約。
- 技術開発による利用効率の向上
- 他分野連携による新たな利用可能性の追求。

再エネ

経済性の向上により、取り組みの加速とポテンシャルの最大限活用

- 民間参入の促進等、更なる取組の加速化。
- 脱炭素地域づくり等のまちづくりとの連携。

その他資源の有効利用（農業利用等）

利用拡大を追求していくための方策

- 汚泥のカスケード利用による、資源有効利用の最大化。
- 民間参入の促進等、更なる取組の加速化。
- 新たな利用方法の研究や、用途に応じた効率的な資源回収等の技術開発と導入。
- 脱炭素社会への適切な貢献評価。

2030年目標の達成に向けた課題と解決の方向性

横断的事項

- 地方公共団体の実行計画における下水道分野の積極的な目標設定と取組みの見える化
- これまでに開発した新技術の普及・導入
- 下水道の温暖化対策における知見共有・人材育成

施設更新のタイミング

省エネ N2O

- 改正温対法に基づく地方公共団体実行計画に下水道施策の目標を設定し、計画的な施設更新を反映
- 推進主体: 国、地方公共団体

維持管理の負担増

省エネ N2O

- ICTやAIを活用した効率的な運転管理
 - これまでに開発した新技術の普及・導入 (再掲)
- 推進主体: 企業、地方公共団体、学

知見不足

省エネ

- 都市規模・処理場規模に応じた解決策の提示や支援
 - 研修、講習等人材育成の取り組み (再掲)
- 推進主体: 国、公的機関、学

採算性の確保

創エネ 再エネ

- 地域バイオマスの活用、FIT制度の活用、他分野他事業との連携
 - これまでに開発した新技術の普及・導入 (再掲)
- 推進主体: 企業、地方公共団体

都市規模・処理場規模に応じた技術

省エネ
創エネ

- 小規模処理場向けの技術開発等と普及・導入
- 推進主体: 国、公的機関、企業、学

受け入れ先の確保

創エネ 再エネ

- 需要先とのマッチング、地域との連携
- 利用ポテンシャルの見える化
- 公的機関によるファシリテーションの推進
- 先行モデル事業の横展開の推進

推進主体: 企業、公的機関