

## 資料 2 - 6

2050年カーボンニュートラルの実現に貢献  
するための下水道技術

## 目次

---

1. 「下水道政策研究委員会 脱炭素社会への貢献のあり方検討小委員会」  
におけるカーボンニュートラルに関する検討状況
2. 2050年カーボンニュートラルの実現に貢献するための下水道技術

# 1. 「下水道政策研究委員会 脱炭素社会への貢献のあり方検討小委員会」におけるカーボンニュートラルに関する検討状況

○10月1日に開催された「脱炭素小委員会」に次の6つの検討課題を踏まえ主要論点が示された。

検討課題1：温室効果ガス削減（エネルギー由来のCO<sub>2</sub>）

検討課題2：温室効果ガス削減（N<sub>2</sub>O等）

検討課題3：脱炭素化への貢献（創エネ）

検討課題4：脱炭素化への貢献（再エネ）

検討課題5：その他資源有効利用

検討課題6 脱炭素化への下水道の貢献可能性（地域との連携）

## （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？

# 1. 「下水道政策研究委員会 脱炭素社会への貢献のあり方検討小委員会」 におけるカーボンニュートラルに関する検討状況

## 検討課題1：温室効果ガス削減（エネルギー由来のCO<sub>2</sub>）

**検討課題**：GHG排出の大部分を占める電力、燃料消費の削減は、下水道事業におけるコスト削減にも寄与。経営改善にも資する徹底した省エネをどのように進めるべきか。

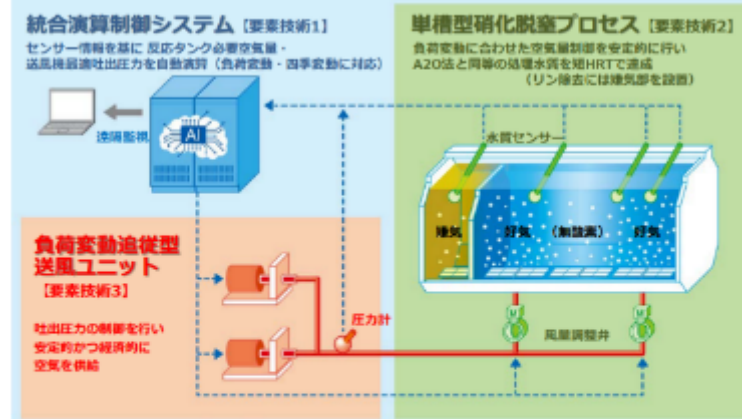
今後徹底した省エネを進める上で、地域特性等に応じた方策や各主体の役割はどうすべきか？

- 処理場のエネルギー消費の見える化を通じたエネルギーマネジメント
- 設備の省エネ化、ICTやAI等を活用した運転管理の効率化
- 動力の電化や新しい処理方法等の技術開発と導入

※国土交通省下水道部資料を基に作成

### ICTを活用した高度処理技術 (H31採択B-DASH町田市)

提案技術の概要 3つの要素技術により構成される高度処理技術

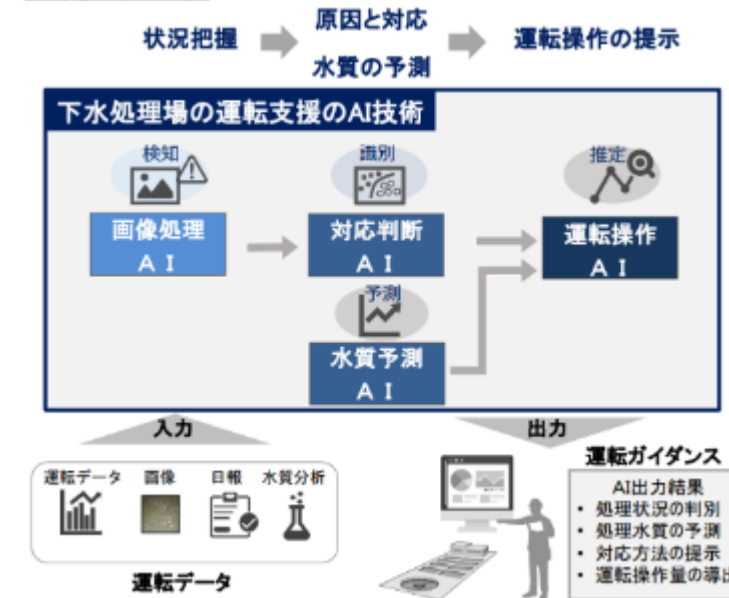


【効果】高度処理化の推進に寄与

- ① 建設費を抑制(最適な好気・無酸素ゾーン形成による槽容量縮小)
- ② 省エネの実現(攪拌機不要、循環ポンプ不要、送風電力減)
- ③ 維持管理者の負担軽減(季節変動等へ対応する自動運転)

### AIによる運転支援技術 (R3採択B-DASH 広島市等)

提案技術の概要



# 1. 「下水道政策研究委員会 脱炭素社会への貢献のあり方検討小委員会」におけるカーボンニュートラルに関する検討状況

## 検討課題2：温室効果ガス削減（N<sub>2</sub>O等）

**検討課題：**下水汚泥の焼却によるN<sub>2</sub>O排出、水処理工程におけるN<sub>2</sub>O、CH<sub>4</sub>排出は下水道分野特有の課題であり、これらの削減をどのように進めるべきか？  
 （下水に含まれる資源として活用することはできないか？）

### 水処理におけるCH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O排出については、今後どのように対策を進めるべきか？

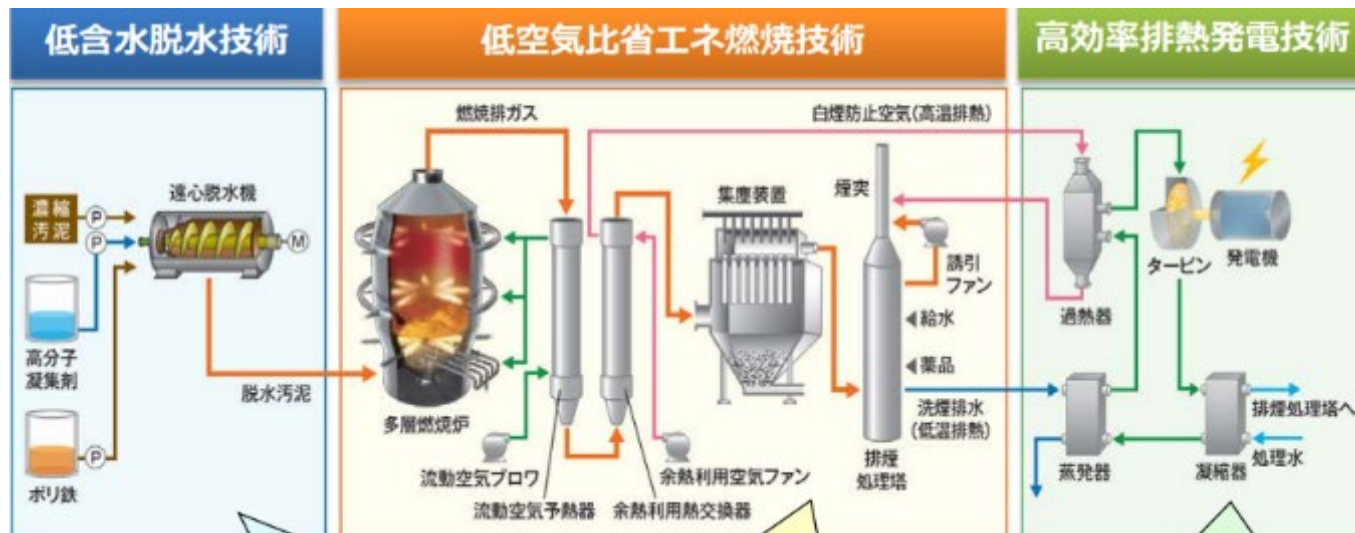
- 排出メカニズムを研究した上で、排出抑制に向けた技術開発や削減効果の適正な評価
- 下水に含まれる資源を最大限活用するための研究・技術開発と導入

### 焼却過程におけるN<sub>2</sub>O排出を更に抑えていくための方策は？

- 焼却を行わない処理方式の選択
- N<sub>2</sub>O回収触媒等、更なるN<sub>2</sub>O排出の低減に向けた炉の技術開発と導入

※国土交通省下水道部資料を基に作成

### 温室効果ガス削減型汚泥焼却炉（H25採択B-DASH池田市）



# 1. 「下水道政策研究委員会 脱炭素社会への貢献のあり方検討小委員会」におけるカーボンニュートラルに関する検討状況

## 検討課題3：脱炭素化への貢献（創エネ）

### 検討課題：創エネポテンシャルを最大限活かすためにどのように進めるべきか？

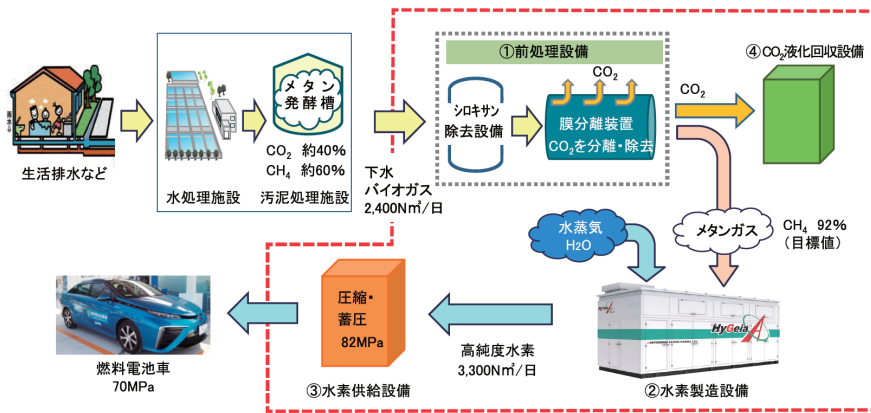
#### ポテンシャルの最大限活用していくために、取り組みの加速化と活用可能性を向上させる方策は？

- ポテンシャルの開示による民間参入の促進等、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の推進。
- 技術開発による利用効率の向上や、他分野連携による水素等新たな利用可能性の追求。

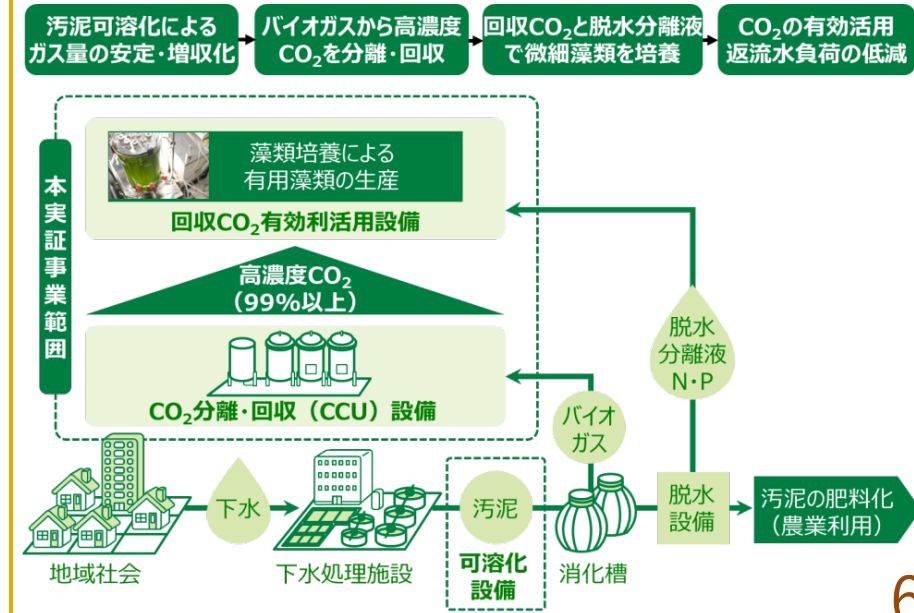
※国土交通省下水道部資料を基に作成

#### 水素創出技術 (H26採択B-DASH福岡市)

【水素供給設備フロー】



#### CO<sub>2</sub>分離・回収と微細藻類培養への利用技術 (H27採択B-DASH佐賀市)





# 1. 「下水道政策研究委員会 脱炭素社会への貢献のあり方検討小委員会」 におけるカーボンニュートラルに関する検討状況

## 検討課題4：脱炭素化への貢献（再エネ）

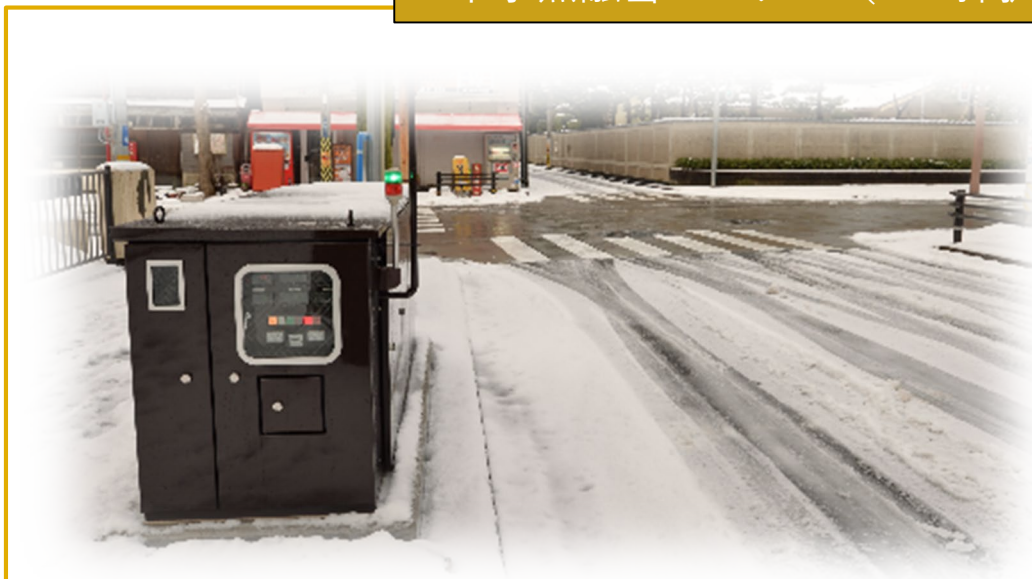
**検討課題：**下水熱や下水処理場用地等が有する再エネポテンシャルを、最大限活かすためにどのように進めるべきか？

**経済性の向上により、更なる取り組みの加速、ポテンシャルの最大限活用していくためには？**

- ポテンシャルの開示や導入支援による民間参入の促進等、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による活用促進。

※国土交通省下水道部資料を基に作成

### 下水熱融雪システム（H30採択B-DASH 新潟市）



# 1. 「下水道政策研究委員会 脱炭素社会への貢献のあり方検討小委員会」におけるカーボンニュートラルに関する検討状況

## 検討課題5：その他資源有効利用

### 検討課題：エネルギー以外の資源利用方法により、脱炭素化をどのように進めるべきか？

#### 利用拡大を追求していくための方策は？

- 消化汚泥の農業利用等、エネルギー利用と組み合わせた汚泥のカスケード利用による、資源有効利用の最大化。
- ポテンシャルの開示による民間参入の促進等、更なる取組の加速化。
- 新たな利用方法の模索に向けた研究や、用途に応じた効率的な資源回収等の技術開発と導入。
- エネルギー以外の資源有効利用に対する脱炭素社会への適切な貢献評価。 ※国土交通省下水道部資料を基に作成

#### 農業利用

- ◆ 下水処理場に流入するリン全量を農業利用すれば、の年間約120億円分（海外から輸入するリン約10%）に相当
- ◆ 肥料利用を行う処理場：893カ所※1（うち、自治体直営58カ所）
  - ・コンポスト化施設29カ所※2
  - ・リン回収施設6カ所※2



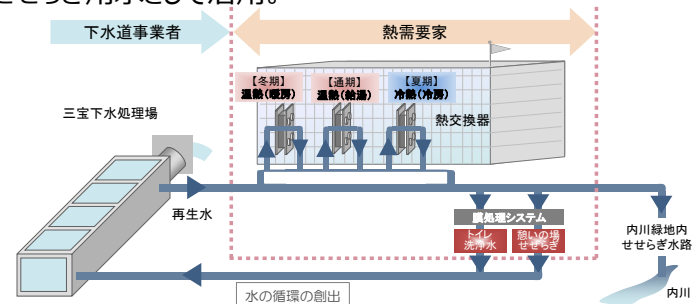
※1：下水道資源の農業利用に向けたBISTRO下水道事例集  
 ※2：令和元年度資源有効利用調査より

#### その他資源の活用

- ◆ 資源の農業利用の他、再生水の活用など、他の有効利用方法もあり。

#### カスケード利用の事例

- 堺市では給湯用の温熱利用の後、空調用で冷熱利用する日本初の「カスケード利用方式」を採用。
- さらに熱利用後の再生水は、施設内のトイレ洗浄や内川緑地のせせらぎ用水として活用。



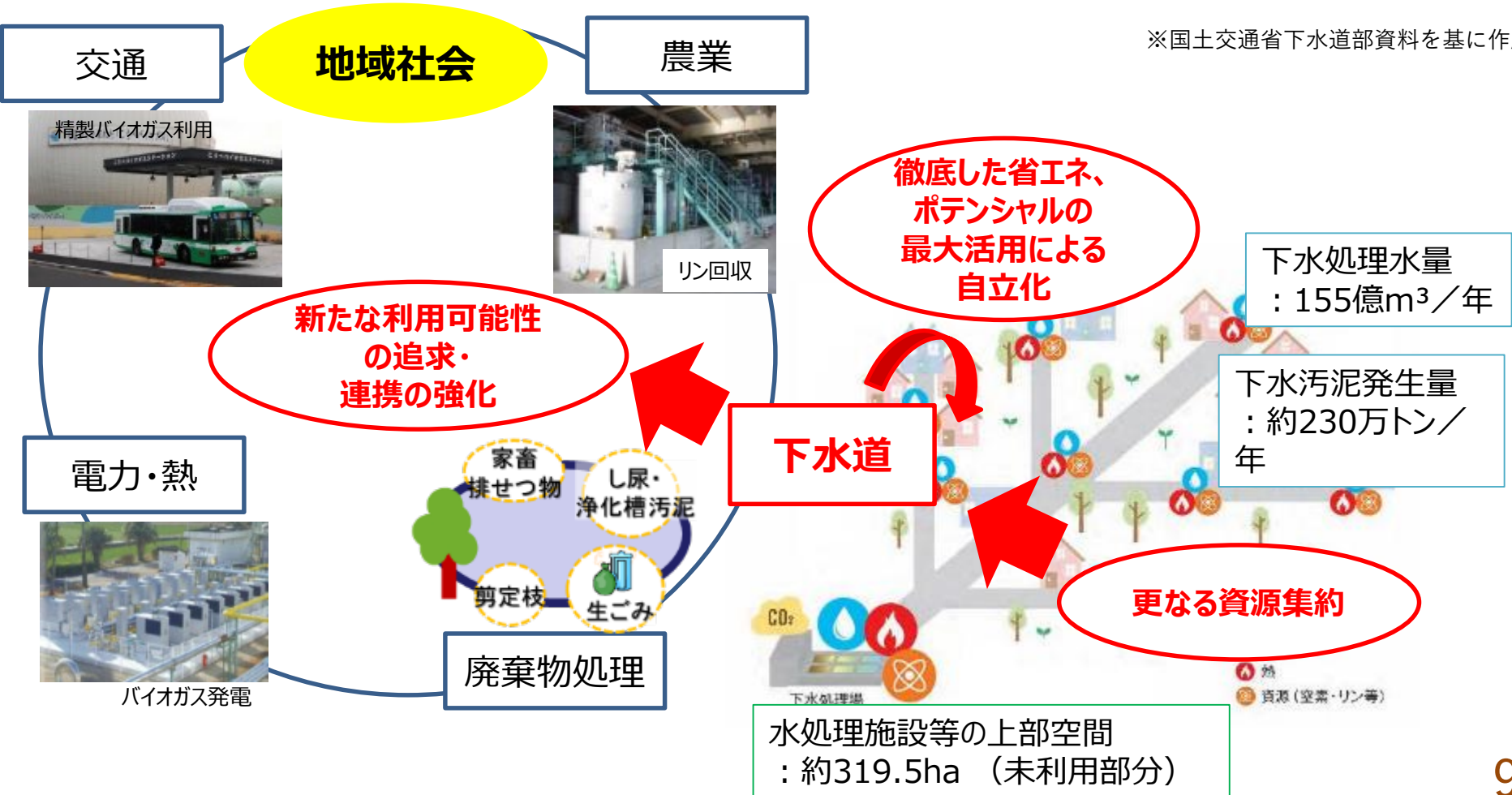


# 1. 「下水道政策研究委員会 脱炭素社会への貢献のあり方検討小委員会」 におけるカーボンニュートラルに関する検討状況

## 検討事項6 脱炭素化への下水道の貢献可能性 (地域との連携)

**検討課題：**地域社会全体を捉えた上で、更なる資源集約や連携の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、貢献の拡大をどのように図るべきか。

※国土交通省下水道部資料を基に作成



# 1. 「下水道政策研究委員会 脱炭素社会への貢献のあり方検討小委員会」 におけるカーボンニュートラルに関する検討状況

## 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

※国土交通省下水道部資料を基に作成

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

#### N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>対策

水処理におけるCH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O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N<sub>2</sub>O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N<sub>2</sub>O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

## 2. 2050年カーボンニュートラルの実現に貢献するための下水道技術

### ○エネルギー分科会でのテーマ (一部再掲)

「2050年カーボンニュートラルの実現に資するための下水道技術」のあり方については、「3. 2030年目標達成のための技術的課題と取組の方向性」で掲げた事項に加えて、

「脱炭素小委員会」の主要な論点「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？」を踏まえ、

下水道分野の他に、他分野の技術開発の動向についても把握しつつ、今後の下水道において期待される技術開発について、議論していくこととしている。

## 2. 2050年カーボンニュートラルの実現に貢献するための下水道技術

### ○現状と課題

- ・「カーボンニュートラル、脱炭素化社会への下水道の貢献」にあたっては2018年時点において約600万t-CO<sub>2</sub> 温室効果ガスを排出している状況を踏まえると、一層の排出削減と創エネ・再エネの活用、その他必要なあらゆる手段とその実現のためのイノベーションが必要。
- ・例えば、新下水道ビジョンで掲げられてる「下水道システムの水・資源・エネルギーの集約・自立・供給拠点化」、「汚水処理の最適化」を目指すことが2050年カーボンニュートラルの実現に貢献することにつながると考えられるが、**どの程度のイノベーションや技術導入がなされれば、どの程度貢献できるかについては検討が必要。**
- ・また、新下水道ビジョンやそれを踏まえ作成された下水道技術ビジョンの記載事項以外の**2050年を見据えた革新的技術の活用検討も必要。**

#### 新下水道ビジョン 長期ビジョン抜粋 (再掲)

- 水・資源・エネルギーの集約・自立・供給拠点化
  - 再生水、バイオマスである下水汚泥、栄養塩類、下水熱について下水道システムを集約・自立・供給拠点化とする。
  - 従来の下水道の枠にとらわれずに、水・バイオマス関連産業との連携・施設管理の広域化、効率化を実現する
- 汚水処理の最適化
  - 省エネルギー化・汚泥処分量削減・温室効果ガス排出削減により、環境に配慮した汚水処理システムの構築を図る。

#### 新下水道ビジョン 中期計画抜粋 (再掲)

- 資源の集約拠点化
  - すべての都道府県において、広域化も視野に入れた、他のバイオマスと連携した下水汚泥の利活用計画を策定し、下水汚泥・他のバイオマスの効率的な利用を図る。
  - 希少資源であるリンの回収等を通して、食との連携により地産地消の地域づくりに積極的に貢献する。再生水、バイオマスである下水汚泥、栄養塩類、下水熱について下水道システムを集約・自立・供給拠点化とする。
- エネルギーの供給拠点化
  - 下水汚泥のエネルギーとしての利用割合（下水汚泥エネルギー化率）を約13%（H23）から約35%に増加させ、地域における再生可能エネルギー活用のトップランナーを目指す。
- エネルギーの自立化
  - 下水処理場のエネルギー自立も目指し、下水熱や下水処理施設の上部等を活用した太陽光発電等、下水道が有する多様なエネルギー源の有効利用を促進する。
- 省エネルギー対策・温室効果ガス排出量の削減
  - 下水道で消費するエネルギーを約1割削減するとともに、下水道から排出される温室効果ガス排出量を約11%削減する。

## 2. 2050年カーボンニュートラルの実現に貢献するための下水道技術

### ○議論の進め方

- ・下水道分野の他に、他分野の技術開発の動向について把握し、2050年を見据えた革新的技術の活用可能性を検討する。
- ・2050年カーボンニュートラルの実現に向けてどういった技術がどの程度導入されれば、どの程度貢献できるのか、シナリオを今後検討し、以て開発すべき技術のロードマップを検討する。

### シナリオイメージ (案) ※今後さらに検討をする必要がある

#### 1. 現行トレンドシナリオ

現状の**効果的・効率的な省エネ技術が2050年までに可能な限り普及展開し、また、下水汚泥エネルギー化率のトレンドを踏まえ現実的な創エネ対策が推進された場合**、どの程度の温室効果ガス排出量の削減が可能となるか。

#### 2. ゲームチェンジシナリオ

「1. 現行トレンドシナリオ」に加えて、例えば、「2030年目標と実現するための技術的課題と取組の方向性」の中で2050年を見据えた課題とされている**水処理に伴い発生するN<sub>2</sub>Oの抑制対策が可能になることや現行の諸課題が解決し、下水道システムの最適化が図られることで**、どの程度の温室効果ガス排出量の削減が可能となるか。

**さらに2050年を見据えた革新的技術の導入が実現した場合、どの程度削減効果を上乘せできるのか。**

(諸課題)

- ①システム全体としての省エネ化
- ②流入有機物の除去・創エネ活用
- ③処理水・汚泥のカスケード利用の推進
- ④圧送輸送が困難となる高効率脱水汚泥
- ⑤消化を促進するための汚泥濃縮、可溶化設備等前処理施設
- ⑥N<sub>2</sub>O対策のため補助燃料を増加させる高温焼却
- ⑦地域バイオマスやその他の受け入れ  
等



## 2. 2050年カーボンニュートラルの実現に貢献するための下水道技術

2050年を見据えた革新的技術

- 水・資源・エネルギーの集約・自立・供給拠点化 (新下水道ビジョン) + 2050年を見据えた革新的技術

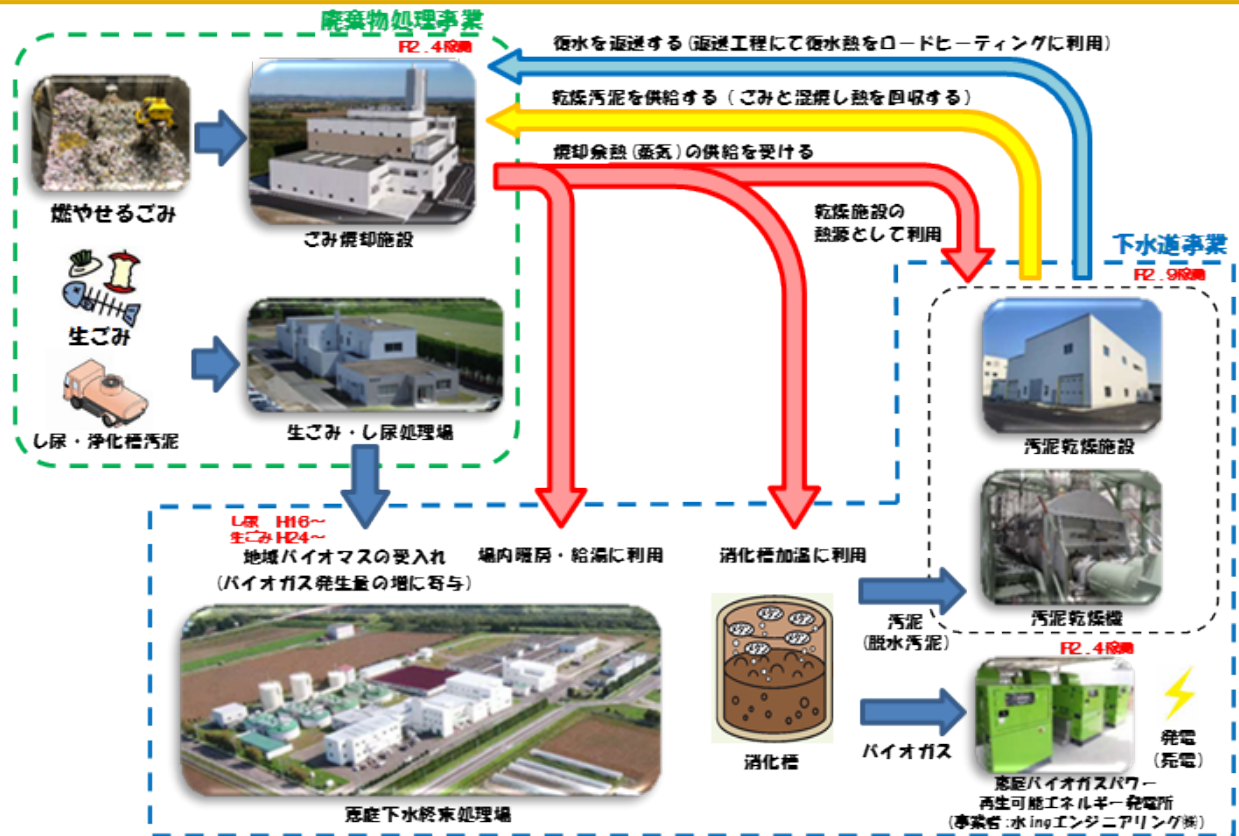


- Power to x (メタネーション技術)
- CO<sub>2</sub>分離回収利用
- AI活用
- 微生物燃料電池
- 未利用熱のフル活用
- カーボンオフセット推進する仕組み・技術
- 水素製造技術 (再掲)
- 藻類バイオマス (再掲) 等

## 2. 2050年カーボンニュートラルの実現に貢献するための下水道技術

### ベストプラクティスの紹介

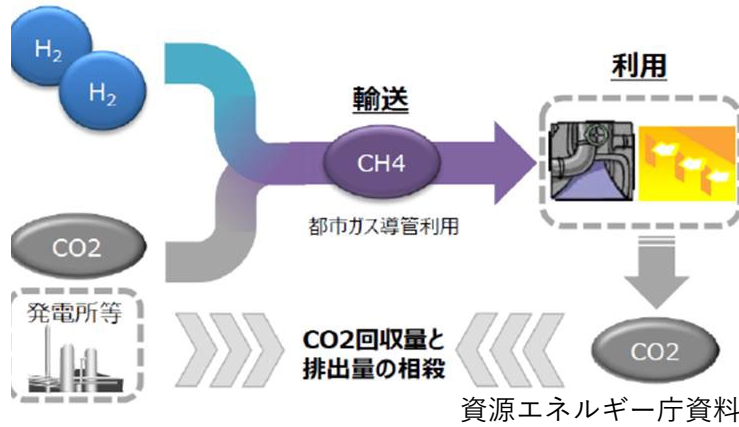
- ◆ **北海道恵庭市**では、平成24年より、新たなバイオマスとして「家庭系及び事業系生ごみ」を受け入れ、バイオガス発電事業を実施し、必要受電量を約42%削減。
- ◆ バイオガス売却収益は83,651千円であり、下水終末処理場年間維持費（476,721千円）の約18%にあたり、経営改善にもつながっている。（令和2年度実績）
- ◆ 更に、令和2年度より廃棄物処理施設との熱融通によりバイオガスを全量発電利用することで、下水道施設における使用電力量以上の発電量を確保。



## 2. 2050年カーボンニュートラルの実現に貢献するための下水道技術

### メタネーション技術

- ・太陽光発電を用いた水分解により精製された水素を活用し、消化におけるメタン発生量の促進等期待。
- ・高濃度消化・省エネ型バイオガス精製による効率的エネルギー利活用技術 (H30採択B-DASH 富士市) においても一部取組実施。



### CO<sub>2</sub>分離回収利用

- ・消化ガス中のCO<sub>2</sub>や焼却排ガス中のCO<sub>2</sub>を分離回収し、場外の農業・工業利用やメタネーションへの活用などカーボンリサイクルが期待。
- ・グリーン成長戦略 (令和3年6月METI等) では「高効率なCO<sub>2</sub>分離回収技術を開発し、コスト低減」を図り2024年から実証事業を行うこととなっている。
- ・下水道分野においてもバイオガス中のCO<sub>2</sub>分離・回収技術 (H27採択B-DASH 佐賀市) でPSA法 (加圧と減圧を繰り返しCH<sub>4</sub>、CO<sub>2</sub>を連続的に分離・回収する方法) による実施事例あり。(再掲)



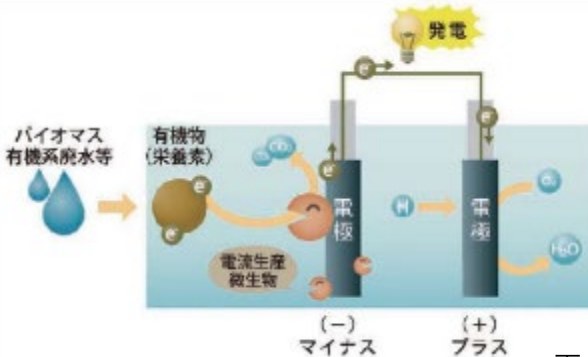
固体吸収材



分離膜

### 微生物燃料電池

- ・微生物燃料電池による省エネ型廃水処理のための基盤技術の開発 (H26採択GAIA 岐阜大学)



下水道技術ビジョンより

### 未利用熱のフル活用

- ・下水熱や焼却廃熱だけではなく、場内のあらゆる未利用熱をヒートポンプ・熱電変換・熱交換関連技術等の技術開発の進展を踏まえフル活用する。

### カーボン・オフセット

- ・カーボン・オフセットとは、温室効果ガス排出について減るよう削減努力を行い、どうしても排出される温室効果ガスについて、排出量に見合った温室効果ガスの削減活動に投資すること等により、排出される温室効果ガスを埋め合わせるという考え方。
- ・下水道分野への適用方法・技術について検討が必要。