

資料 5 - 1

(3) 将来的な全体最適化に向けた検討

## 目次

---

- 1) 下水道の他分野への貢献評価手法の提示
- 2) 全体最適化に内在する複数の評価軸に関する議論の整理
- 3) 上下水道事業における温室効果ガスの排出実態把握
- 4) 小規模下水処理場における下水汚泥の脱水の効率化に関する検討

## 目次

---

- 1) 下水道の他分野への貢献評価手法の提示
- 2) 全体最適化に内在する複数の評価軸に関する議論の整理
- 3) 上下水道事業における温室効果ガスの排出実態把握
- 4) 小規模下水処理場における下水汚泥の脱水の効率化に関する検討

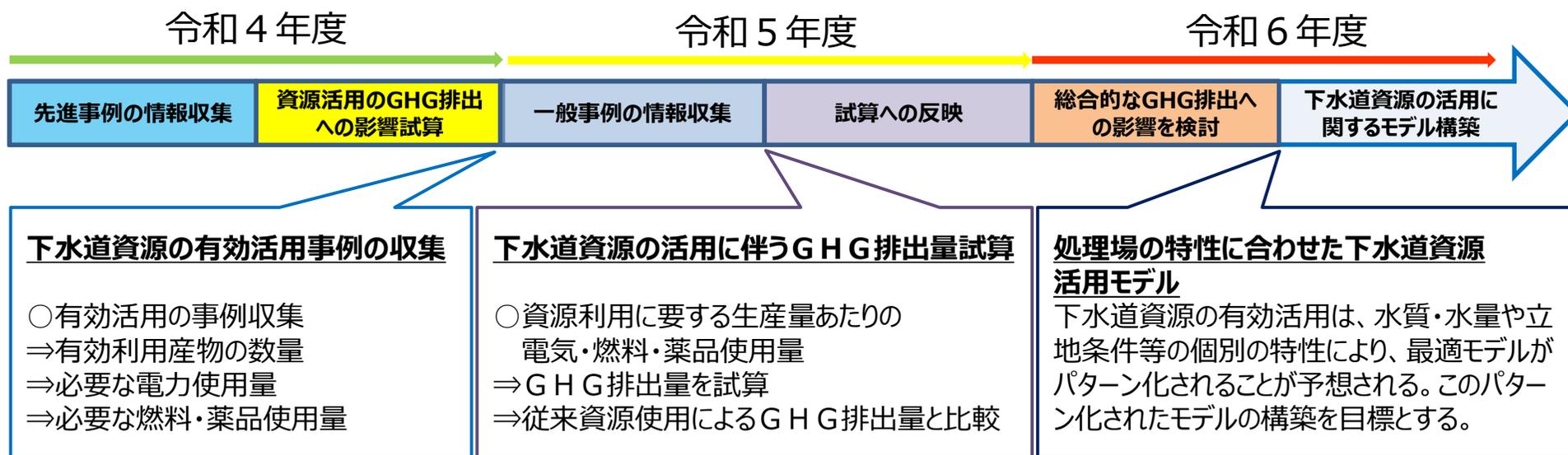
## 1) 下水道の他分野への貢献評価手法の提示

R4エネルギー分科会  
資料より

### 資源の有効活用を他分野へのGHG排出削減貢献として再評価

「脱炭素社会貢献への取り組みロードマップ」を始め、2050年の脱炭素社会実現のため下水道においても進めるべき取り組みが求められている。

下水道は都市の有機物、窒素、微量元素等の資源が集積する場であり、これら資源の活用が創エネや省エネに貢献し、ひいては下水道分野の外においても温室効果ガス（以下、GHG）排出減少に貢献できる可能性がある。本テーマにおいては、下水道資源（有機物、窒素、微量元素、水、熱等）の有効活用が生み出すGHG排出量低減効果について調査と効果の試算を行った。



## 1) 下水道の他分野への貢献評価手法の提示

R4エネルギー分科会  
資料より (一部改変)

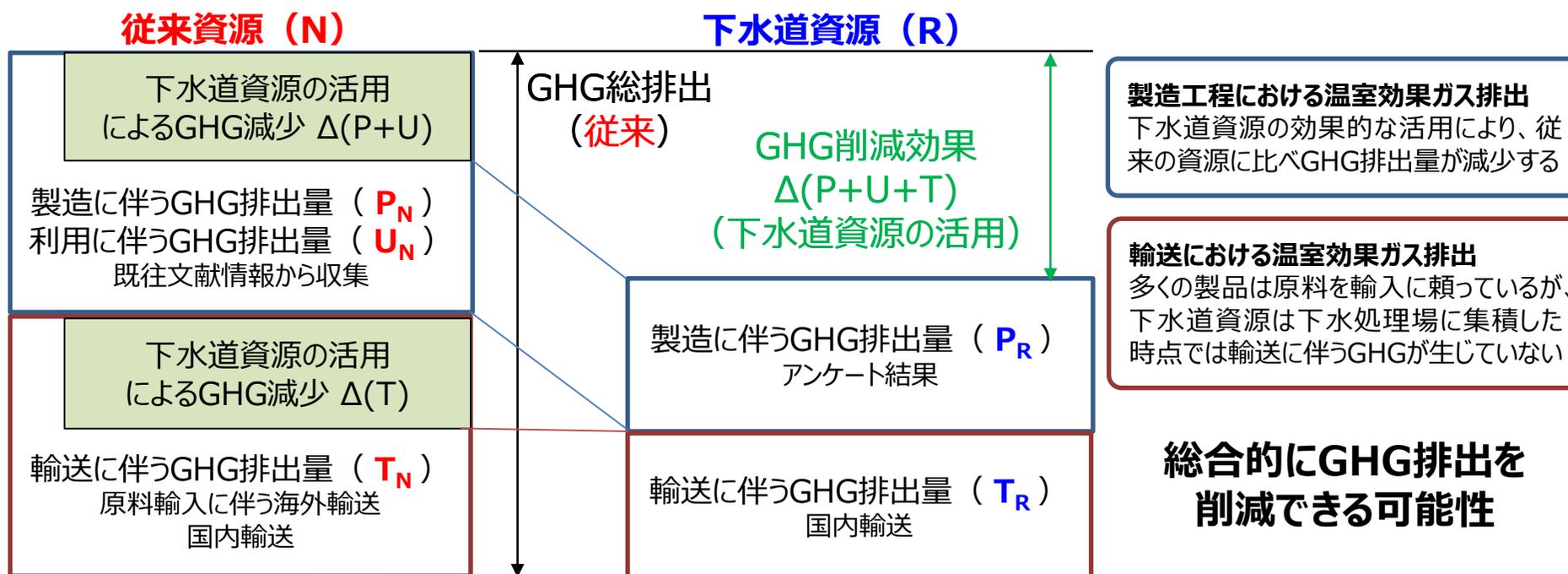
### GHG排出削減に関する外部貢献を検証

下水道資源は、輸入に頼る資源 (従来資源) の代替として活用できる可能性あり。

下水道資源の活用により、次の特徴が予想・期待される。

- ・従来品と異なる加工工程を経ることで製造に伴うGHG排出 (P) が削減 (或いは増加) 。
- ・海外からの輸送に頼らないことから輸送に伴うGHG排出 (T) を大きく削減。
- ・発生・収集時点でGHG排出済みのカーボンフリー資源であり、利用に伴うGHG排出 (U) を削減。

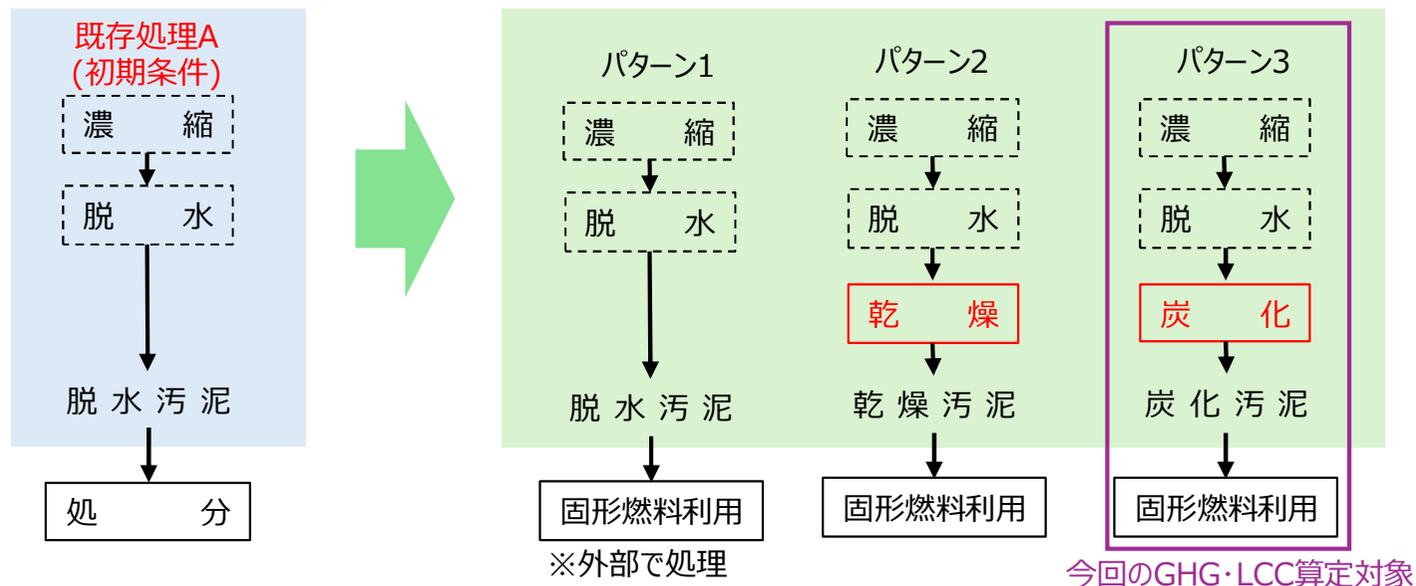
これらのGHG削減効果を統合し、下水道資源の活用による効果の外部貢献として調査・試算を行う。



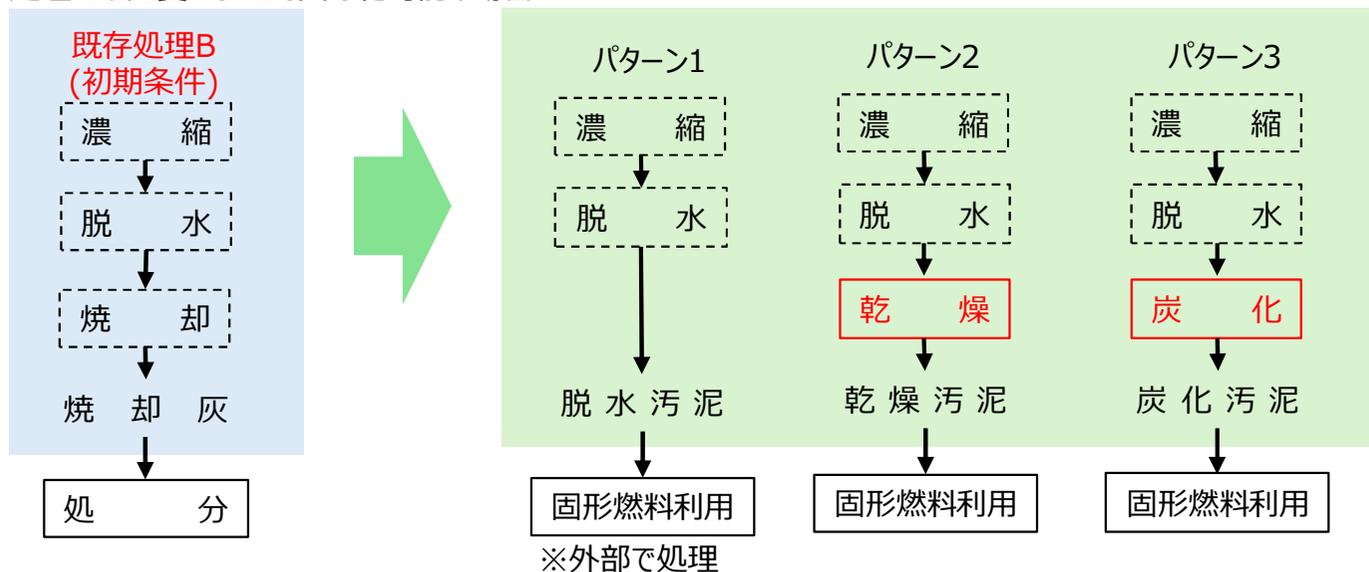
$$\text{GHG削減効果} = (P_N + U_N + T_N) - (P_R + T_R)$$

## 事例① 固形燃料利用 (施設フローに応じた検討パターン)

○新規設備の導入が必要な場合



○処理方法を変えることで資源化可能な場合



## 事例① 固形燃料利用 (従来資源・下水道資源のGHG排出量試算)

### 従来資源 (N) のGHG排出量 (t-CO<sub>2</sub>/t)

従来資源	製造 (P <sub>N</sub> )	使用 (U <sub>N</sub> )	輸送 (T <sub>N</sub> )
一般炭 1)	0.0897	2.33	0.140

出典 1) : 環境省, 温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル 算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧 (2023)

### 下水道資源 (R) のGHG排出量 (t-CO<sub>2</sub>/t)

下水道資源	製造 (P <sub>R</sub> )	使用 (U <sub>R</sub> )	輸送 (T <sub>R</sub> )
固形燃料利用	0.99 ※1 0.0083 ※2	0	0.00197

※1 : 下水道資源製造に伴う生産量あたりの電気/燃料/薬品使用に伴うGHG排出量  
(アンケート調査による)

※2 : 固形燃料生産に伴う非エネルギー由来GHG 2),3)

出典 2) : 国土交通省, 下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン, p.106 (2017)

3) : 環境省, 温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル 算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧, pp.1-2 (2023)

注) 熱量補正を実施 補正值 (B/A) = 1.74 ← P<sub>R</sub>, U<sub>R</sub>, T<sub>R</sub> に乗じて試算

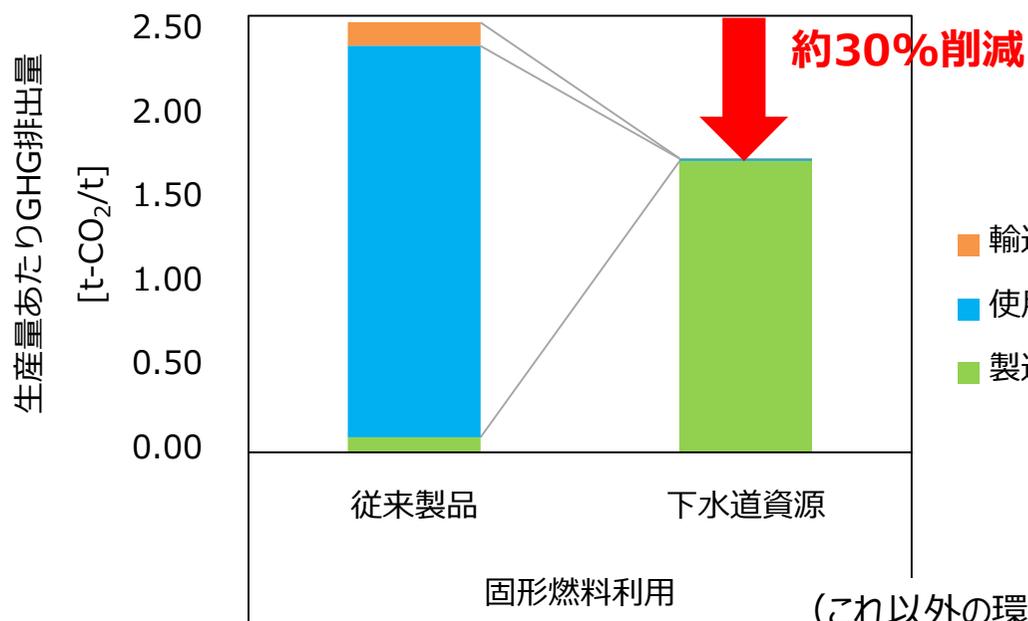
一般炭熱量[A] = 26.1 GJ/t 3) 固形燃料熱量[B] = 15 GJ/t 4)

出典 4) : JIS7312 BSF-15規格

事例① 固形燃料利用 (従来資源・下水道資源のGHG排出量比較)

(単位: t-CO<sub>2</sub>/t)

	製造 (P)	使用 (U)	輸送 (T)	合計
従来資源 (N)	0.0897	2.33	0.140	2.56
下水道資源 (R)	1.73	0	0.00343	1.73
差分 (N) - (R)	-1.64	2.33	0.137	0.83



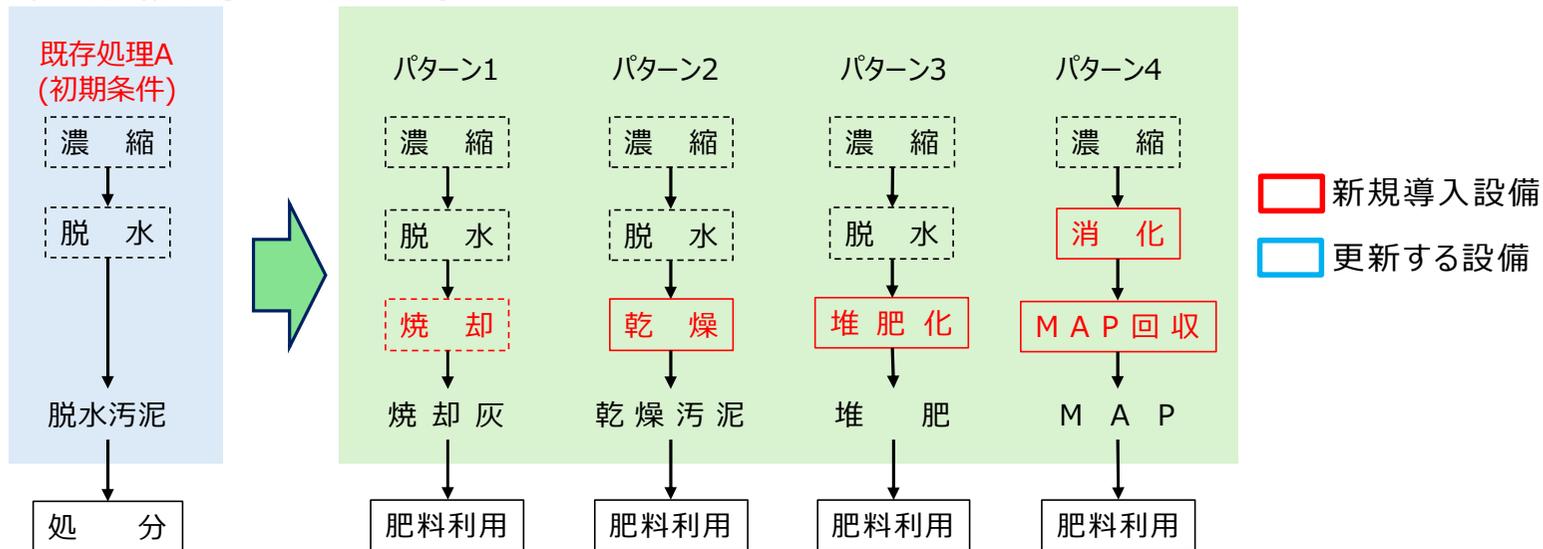
各段階のGHG排出量の特徴

- ✓ 製造 ■ : 下水道資源の炭化プロセスが大きく、 $P_R > P_N$
- ✓ 使用 ■ : 下水道資源はカーボンニュートラルであり、 $U_R < U_N$
- ✓ 輸送 ■ : 従来資源の一般炭の海外輸入が大きく、 $T_R < T_N$

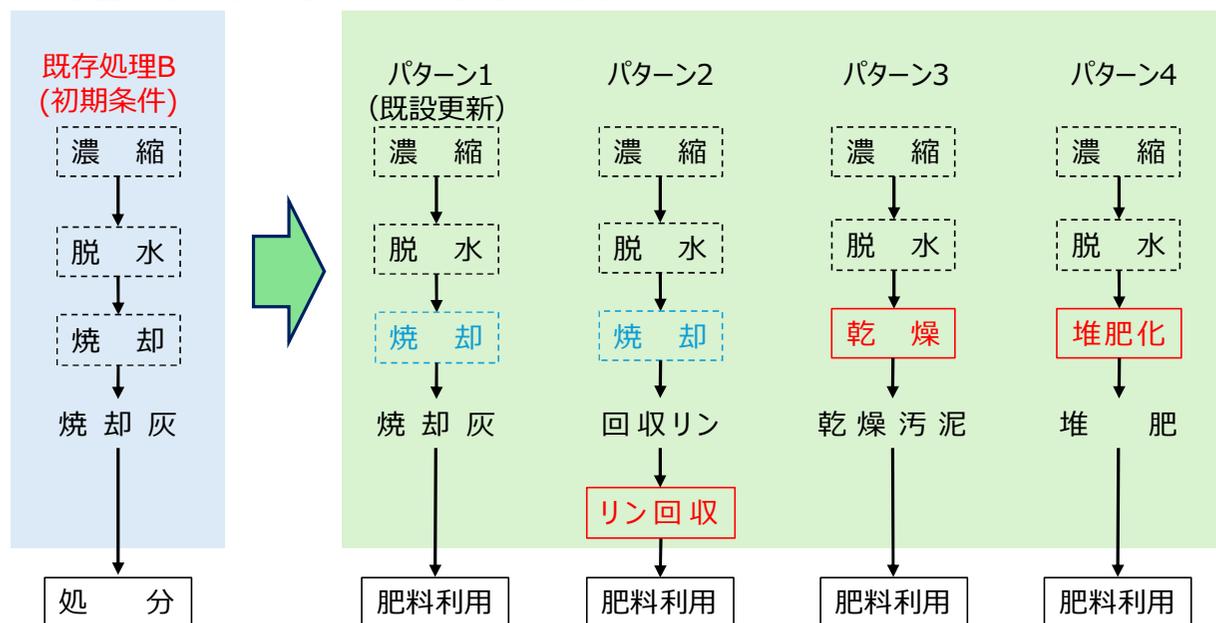
(これ以外の環境貢献として、  
利用先の灰の有効利用による廃棄物削減効果もあり)

## 事例② 肥料利用 (施設フローに応じた検討パターン)

### ○新規設備の導入が必要な場合

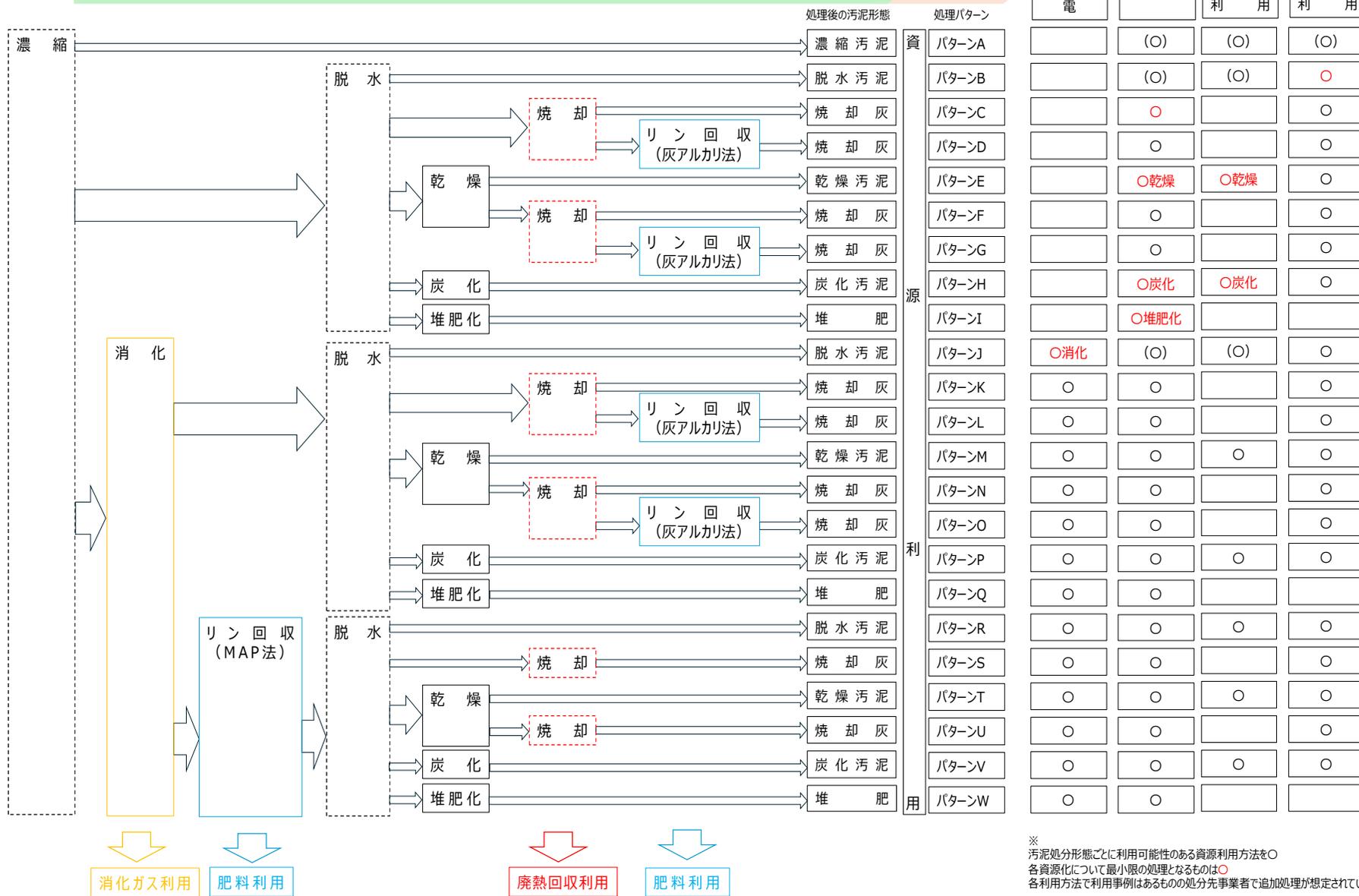


### ○処理方法を変えることで資源化可能な場合

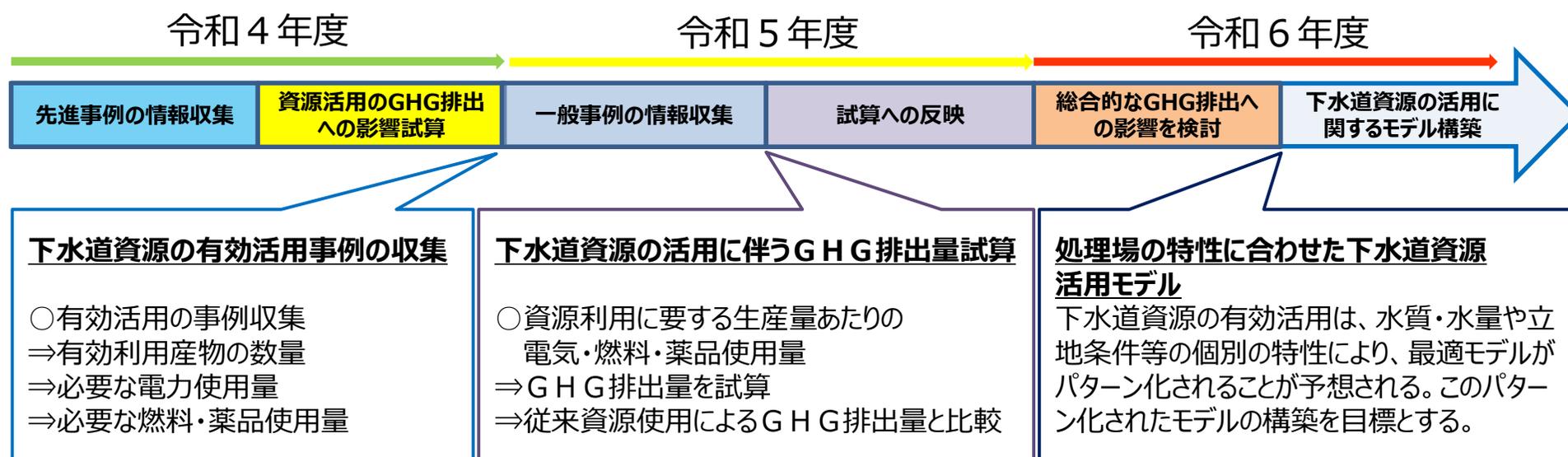


# 【参考】汚泥処理フロー

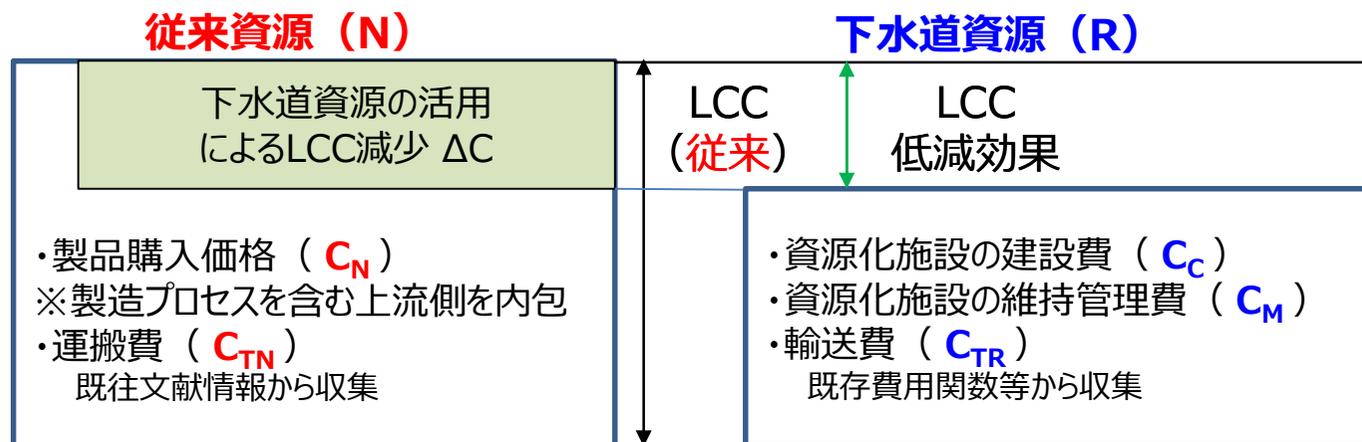
## 処理場内での汚泥資源化処理工程



## 2) 全体最適化に内在する複数の評価軸に関する議論の整理



- ✓ 全体最適化に内在する複数の評価軸に関する議論の整理
- ⇒ライフサイクルコスト (LCC) を評価軸に設定し、下水汚泥の有効活用に伴うLCC試算を実施
- B-DASHガイドラインを含む費用関数および地域性を考慮できる統計資料を活用



## 費用関数一覧 (抜粋)

### 下水道資源 (R)

指針・ガイドライン名	発行年月	発行元
バイオソリッド利活用基本計画 (下水汚泥処理総合計画) 策定マニュアル (案)	2003 年	国交省・日本下水道協会
バイオソリッド利活用基本計画(下水汚泥処理総合計画)策定マニュアル	2004 年	国交省・日本下水道協会
下水道におけるリン資源化の手引き	2010 年	国交省
下水処理場へのバイオマス (生ごみ等) 受け入れマニュアル	2011 年	日本下水道新技術機構
平成 24 年度廃棄物処理の 3R 化・低炭素化改革支援事業業務報告書	2013 年	環境省
B-DASH プロジェクト No.1 超高効率固液分離技術を用いたエネルギーマネジメントシステム導入ガイドライン (案)	2013 年	国総研
持続的な汚水処理システム構築に向けた都道府県構想策定マニュアル	2014 年	国交省
下水汚泥の資源・エネルギー化技術に関する概略検討の手引き (案)	2014 年	国総研
省エネ型汚泥処理システムの構築に関する技術マニュアル	2016 年	日本下水道新技術機構
消化ガス発電普及のための導入マニュアル	2016 年	日本下水道新技術機構
廃棄物系バイオマス利活用導入マニュアル	2017 年	環境省
下水処理場における地域バイオマス利活用マニュアル	2017 年	国交省
下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン-改訂版-	2018 年	国交省
下水道未普及早期解消のための事業推進マニュアル (H30.3) 本編【未普及解消計画策定編】	2018 年	国交省
メタン活用いしかわモデル導入の手引き	2019 年	石川県
下水処理場におけるエネルギー自立化に向けた技術資料	2020 年	日本下水道新技術機構
B-DASH プロジェクト No.37 小規模下水処理場を対象とした低コスト・省エネルギー型高濃度メタン発酵技術導入ガイドライン (案)	2022 年	国総研

## ライフサイクルコスト (LCC) 試算方法

### 下水道資源 (R)

$$\text{ライフサイクルコスト (LCC}_R\text{)} = \frac{[\text{下水汚泥資源化施設の建設費 (C}_C\text{)}] + [(\text{年維持管理費 (C}_M\text{)} + \text{年輸送費 } C_{TR}\text{)} \times \text{施設稼働年数 (Y)}]}{\text{下水汚泥資源化物の年生産量} \times \text{施設稼働年数 (Y)}}$$

下水道資源 (R)	
有効利用用途	資源化に伴い追加的に整備する施設
消化ガス利用	消化槽・ガスタンク
消化ガス発電	消化槽・ガスタンク・消化ガス発電施設
建設資材利用	なし
固形燃料利用	汚泥炭化施設
リン資源利用 (リン回収)	リン回収施設 (MAP、灰アルカリ抽出)
肥料利用 (コンポスト)	汚泥肥料化施設 (コンポスト施設)

## ライフサイクルコスト (LCC) 試算方法

### 従来資源 (N)

$$\text{ライフサイクルコスト (LCC}_N) = \text{製品の購入価格 (C}_N) + \text{運搬費 (C}_{TN})$$

※購入時の価格を採用することで、製造プロセスを含む上流側のコストは内包されているものとする

下水道資源 (R)	従来資源 (N)		
	従来製品	C <sub>N</sub> 設定方法	C <sub>TN</sub>
消化ガス利用	都市ガス	都市ガス料金 (一般家庭規模)	考慮しない
消化ガス発電	電力会社からの 購入電気	電気料金 (一般家庭規模)	考慮しない
建設資材利用	セメントクリンカ・粘土	検討中	考慮 1)
固形燃料利用	石炭	石炭輸入単価 2)	考慮 1)
リン資源利用 (リン回収)	リン酸	リン酸市場販売単価 3)	検討中
肥料利用 (コンポスト)	化学肥料	全国平均化成肥料 市場価格 4)	検討中

出典 1) : 国土交通省地方運輸局, 距離制運賃表4t車標準の運賃表 (2024)

2) : 株式会社テックスレポート, 石炭年鑑 (2024)

3) : 経済産業省, 生産動態統計年報 化学工業統計編 リン酸 (2023)

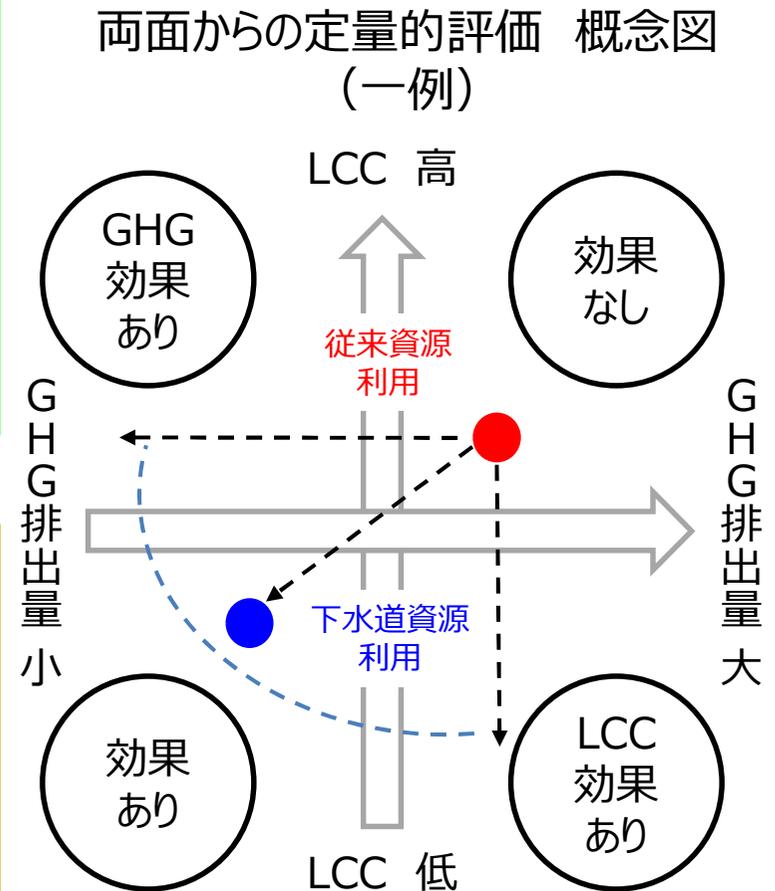
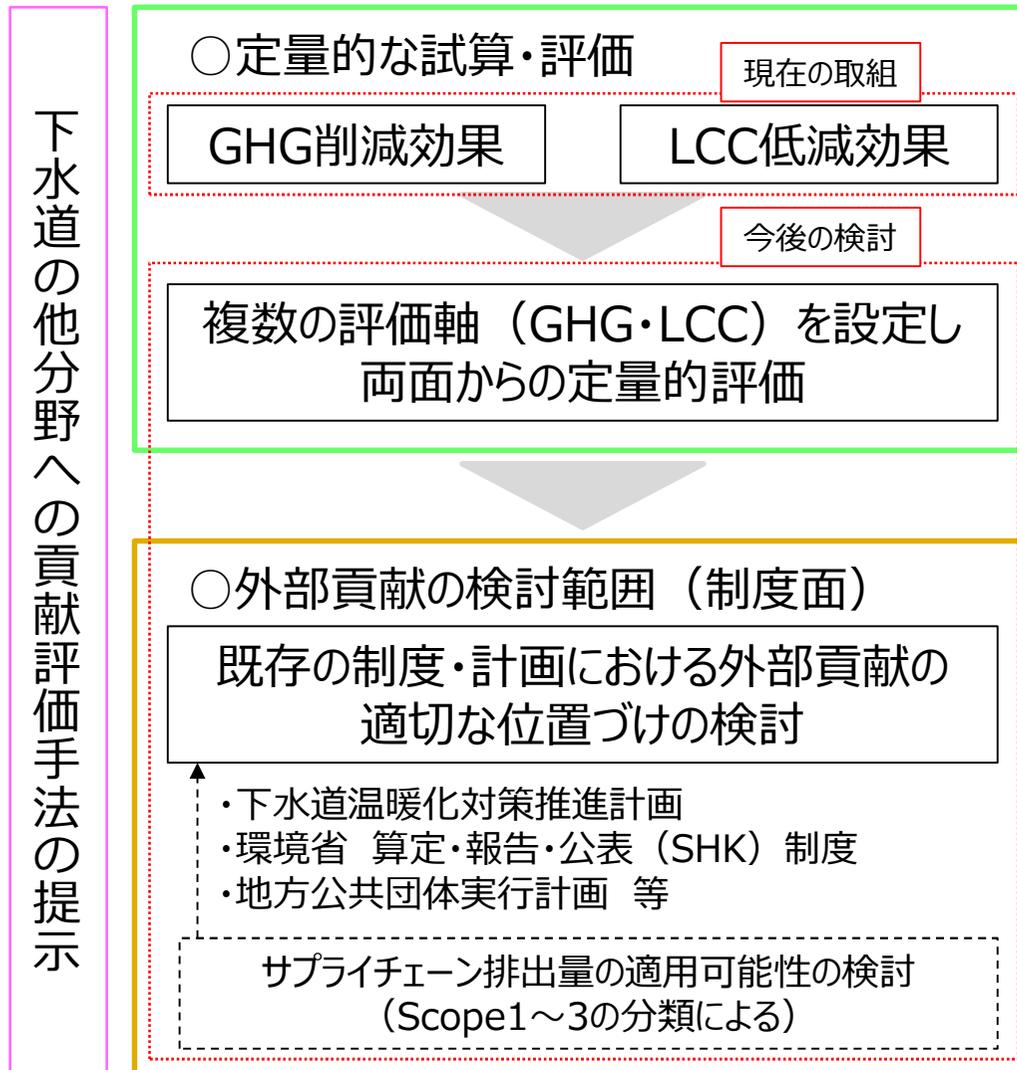
4) : 経済産業省, 生産動態統計年報 化学工業統計編 複合肥料 (化成肥料) (2023)

## 今後の検討

- ✓ 下水道資源の有効利用に伴うGHG排出量削減、およびLCC低減について、試算および評価を継続して実施する。
- ✓ 試算結果を用いて、環境性能（GHG）および経済性能（LCC）の両面からの定量的評価に基づく合理的な脱炭素化推進手法について検討を進める。
- ✓ 下水道資源の有効利用に伴う外部貢献について、上記結果を踏まえて、既存の制度・計画（下水道温暖化対策推進計画、算定・報告・公表制度、地方公共団体実行計画等）における適切な位置づけについても検討を進める。
- ✓ サプライチェーン排出量について、GHGプロトコルのScope 1～3の分類を念頭に、環境省の検討会における算定・報告・公表制度見直しの議論、国交省の建設分野の取り組み事例等も踏まえ、下水道の脱炭素化推進への活用可能性等の検討を進める。

## 今後の検討 (取り組み全体のイメージ)

### 将来的な全体最適化に向けた検討 フロー



## 今後の検討 (全体枠組みや制度面の見直し等への対応)

### GHGプロトコル (特にScope 3) 活用・サステナビリティ関連情報開示の国際的潮流

- ・企業活動における気候変動関連の情報開示の一環として、サプライチェーン全体の排出量開示基準案公表 (ISSB国際サステナビリティ基準審議会2023→SSBJ日本版基準策定へ)
- ・事実上の国際標準GHGプロトコルに基づき、任意扱いのScope 3(他者排出)も開示へ  
→下水道資源の外部有効利用も、サプライチェーン上で積極的位置づけが進む可能性あり

### SHK制度の見直し議論 (温室効果ガス算定・報告・公表制度検討会)

- ・直接排出(Scope 1)と間接排出(Scope 2)を区分した報告への見直し
- ・脱炭素化の積極的取り組みを評価するため任意報告の見直し含めた活用 (現状でもScope3の任意報告は可能)  
→下水道事業者の報告時に、外部貢献含め、脱炭素化の取り組み明確化の可能性あり



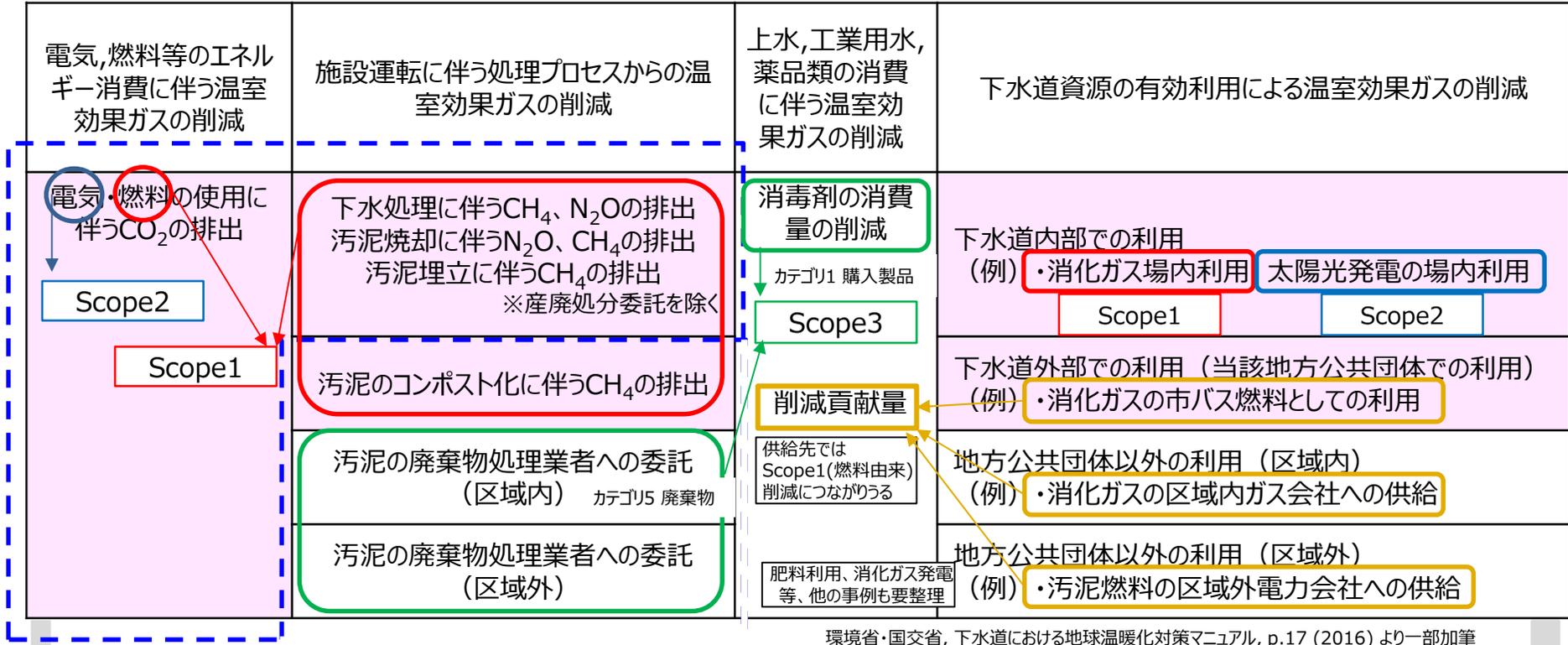
Scope 1 : 事業者自らによる温室効果ガスの直接排出(燃料の燃焼、工業プロセス)  
 Scope 2 : 他社から供給された電気、熱・蒸気の使用に伴う間接排出  
 Scope 3 : Scope 1、Scope 2 以外の間接排出(事業者の活動に関連する他社の排出)

#### サプライチェーン排出量概念図

環境省グリーンバリューチェーンプラットフォームHPより [https://www.env.go.jp/earth/ondanka/supply\\_chain/gvc/estimate.html](https://www.env.go.jp/earth/ondanka/supply_chain/gvc/estimate.html)

## 今後の検討 (下水道マニュアルに関連する新規知見の蓄積等)

現行の下水道における地球温暖化対策マニュアル(H28.3)へのGHGプロトコル分類の当てはめイメージ



地方公共団体実行計画において想定されるGHG排出事業

SHK制度において想定されるGHG排出事業

- SHK制度見直しに伴い、下水道における今後のGHG排出算定等の予備検討
- 下水道の脱炭素化取り組みにおけるGHG排出量変化を、GHGプロトコル分類にて試算
- 下水道資源の有効利用による削減、外部利用による貢献の明示に向けた活用検討

下水道における地球温暖化対策マニュアルの今後の見直しにも資する新規の技術的知見の蓄積を進める

## 【参考】R6年度第1回指摘事項とその対応

No	分類	意見	対応案
1	将来的な全体最適化に向けた検討	スコープ3について、日本では設置の方向で進んでおり、下水道業界も同じく検討すれば、他分野との連携が取りやすくなるかと思われるので、スコープ3の分類に基づいて計算しておくことが良いと思われる。	これまで検討が及んでいなかったため、サプライチェーン排出量について、GHGプロトコルのScope 1～3の分類を念頭に、環境省の検討会における算定・報告・公表制度見直しの議論、国交省の建設分野の取り組み事例等も踏まえ、下水道の脱炭素化推進への活用可能性等の検討を進める。
2		温室効果ガスの排出を削減するために自治体が行き組む際のコストは誰が負担するのかという問題がある。下水道料金に含めるのか、補助金で負担するのかという論点もあるので、そういった話も含めて検討した方が良い。	これまでのエネルギー分科会でコストの議論があまりされていなかったことを踏まえ、まずは下水汚泥の有効利用に伴うライフサイクルコストの試算を実施する。その後、LCCの試算結果を踏まえ、下水道料金・補助金負担の議論が進められるよう検討を行う。
3		全体最適化の全体はどこまでを対象とするのか。二酸化炭素とコストの話全体として良いのか。コストが高いと排出量削減をしないという話につながりかねないため、慎重に検討する必要がある。	温室効果ガス排出量削減と、ライフサイクルコストについて、個別で整理を行った上で、全体最適化における「全体」の対象範囲について、個別の整理結果を踏まえて改めて議論が進められるよう検討を行う。

## 目次

---

- 1) 下水道の他分野への貢献評価手法の提示
- 2) 全体最適化に内在する複数の評価軸に関する議論の整理
- 3) 上下水道事業における温室効果ガスの排出実態把握**
- 4) 小規模下水処理場における下水汚泥の脱水の効率化に関する検討

## 背景

R6第1回エネルギー  
分科会資料より

### 水道整備・管理行政の一部の移管

2024年4月に水道整備・管理行政の一部が国土交通省に移管されたことを踏まえ、上下水道一体運営を考慮する場合を想定し、温室効果ガスの排出量および排出特性について実態の整理を行う。

令和6年度以降



#### 温室効果ガスの排出量および排出特性の実態把握

- ① 上下水道事業の各工程で発生する温室効果ガスの実態整理
  - ② 事業者の特性等を考慮した温室効果ガスの排出量および排出特性の調査 (未実施)
  - ③ 温室効果ガス削減を目的とした新技術に関するアンケート・ヒアリング調査
- 等

上下水道事業における温室効果ガスの排出量および排出特性に関する文献調査、アンケート・ヒアリング調査により、全体像を把握する

### ①上下水道事業の各工程で発生する温室効果ガスの実態整理

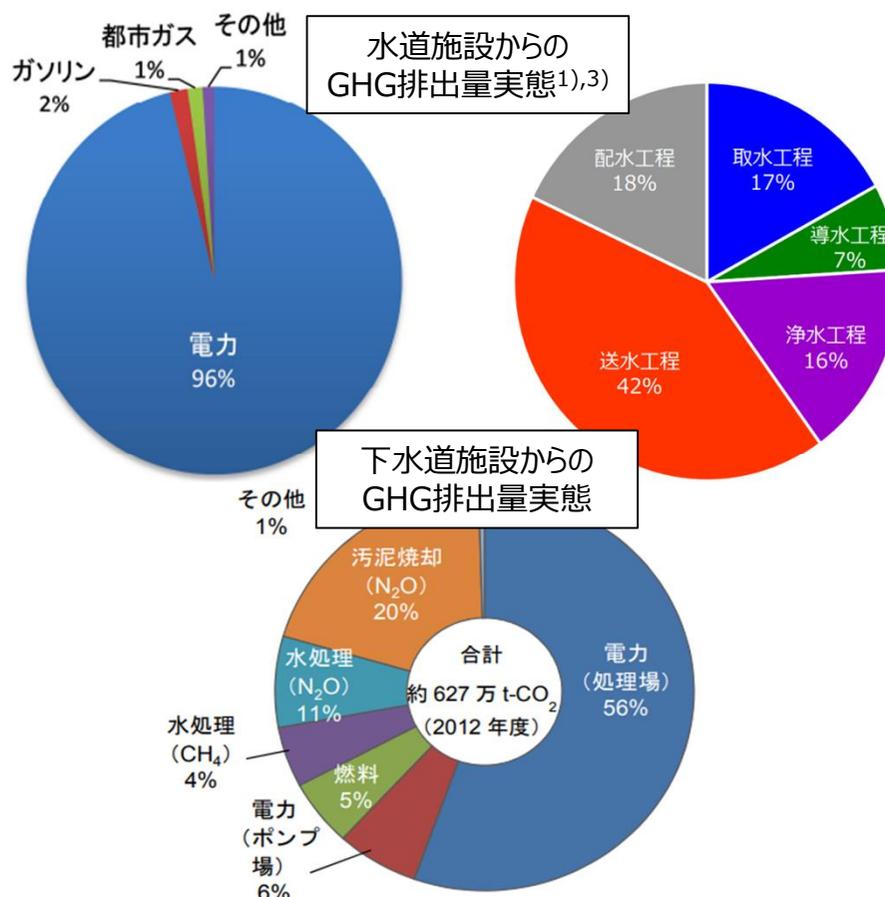
R6第1回エネルギー分科会資料より

- ✓ 上水道施設からのGHG排出量は424万tCO<sub>2</sub>、下水道施設からのGHG排出量は627万tCO<sub>2</sub><sup>1)</sup> (いずれも2012年度)
- ✓ 上水道、下水道のGHG排出原単位<sup>2)</sup>の比率は都道府県に応じて異なり、GHG排出量も同様と想定される
- ✓ 水道施設からのGHG排出量の96%は電力由来<sup>2)</sup>であり、下水道は多岐にわたる

上水道・下水道施設からのGHG排出原単位

(単位: kg-CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>) (2017年版)

	上水	下水	合計		上水	下水	合計
北海道	0.260	0.440	0.700	滋賀	0.332	0.509	0.841
青森	0.274	0.357	0.631	京都	0.332	0.367	0.699
岩手	1.149	1.611	2.760	大阪	0.332	0.373	0.705
宮城	0.220	0.446	0.666	兵庫	0.332	0.525	0.857
秋田	0.629	0.758	1.387	奈良	0.332	0.190	0.522
山形	0.290	0.305	0.595	和歌山	0.332	0.604	0.936
福島	0.403	0.481	0.885	鳥取	0.332	0.491	0.823
茨城	0.240	0.365	0.605	島根	0.332	0.684	1.016
栃木	0.336	0.404	0.740	岡山	0.332	0.426	0.758
群馬	0.415	0.489	0.904	広島	0.332	0.366	0.698
埼玉	0.203	0.358	0.561	山口	0.332	0.347	0.679
千葉	0.215	0.354	0.569	徳島	0.332	0.675	1.007
東京	0.256	0.403	0.660	香川	0.332	0.207	0.539
神奈川	0.266	0.413	0.679	愛媛	0.332	0.317	0.649
新潟	0.281	0.320	0.602	高知	0.332	0.595	0.927
富山	0.177	0.231	0.408	福岡	0.332	0.235	0.567
石川	0.369	0.447	0.816	佐賀	0.332	1.929	2.261
福井	0.244	0.300	0.545	長崎	0.332	0.843	1.175
山梨	0.311	0.409	0.720	熊本	0.332	0.276	0.608
長野	0.283	0.408	0.691	大分	0.332	0.300	0.632
岐阜	0.316	0.429	0.745	宮崎	0.332	0.382	0.714
静岡	0.276	0.377	0.653	鹿児島	0.332	0.358	0.690
愛知	0.218	0.338	0.556	沖縄	0.332	0.248	0.580
三重	0.466	0.543	1.009				



出典 1) : 環境省, 上水道・工業用水道、下水道部門における温室効果ガス排出等の状況 (2012) 2) : 今井ら, 上水道・下水道における温室効果ガス排出量の実態 (2020) 3) : 小坂, 水道システムにおけるCO<sub>2</sub>削減ポテンシャルの推計 (2023)

### ③ 温室効果ガス削減を目的とした新技術に関するアンケート・ヒアリング調査

#### 調査項目 | アンケート調査内容 (集計中)

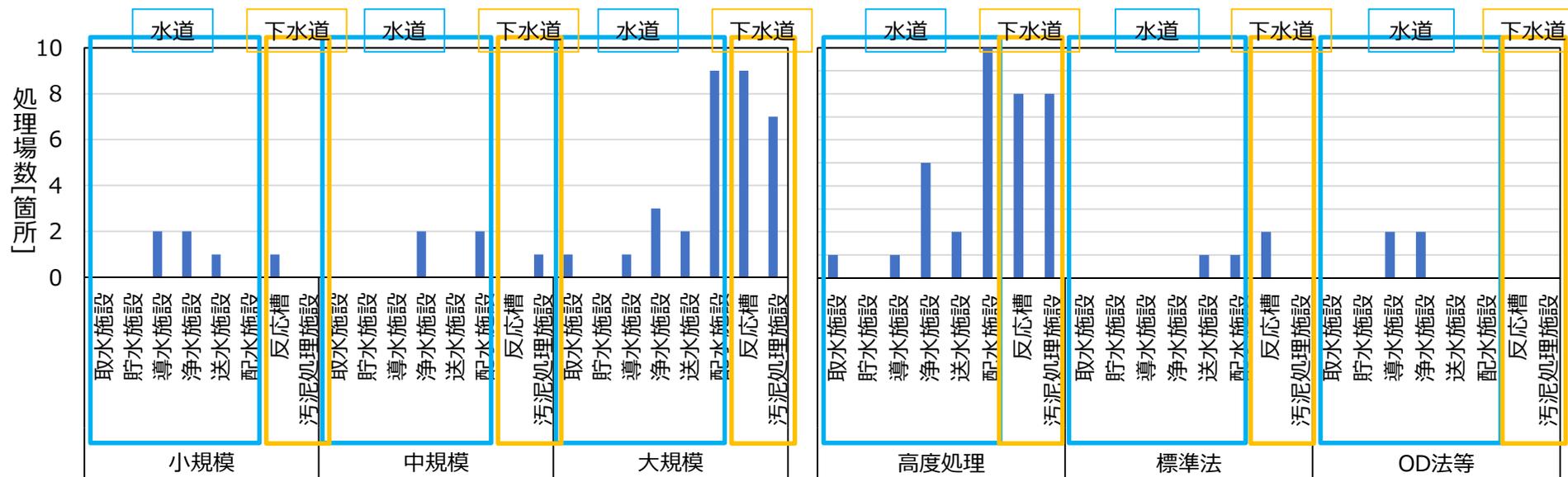
水処理方式、処理人口規模、組織体制 (組織名称に基づく上下水道一体/別の区分)、地域性を考慮して20自治体を選定

- ① GHG削減を目的として導入した新技術について
  - ・ 省エネ / 創エネ / 再エネ / その他 (高温焼却等)
  - ・ 水道施設: 取水 / 貯水 / 導水 / 浄水 / 送水 / 配水 各施設で該当のもの
  - ・ 下水道施設: 沈砂池・主ポンプ / 最初沈殿池 / 反応槽 / 最終沈殿池 / 汚泥処理施設 / 消毒施設 / 中継ポンプ場 / 管路 各施設で該当のもの
- ② ①の技術導入に伴うコストへの影響
  - ・ イニシャルコスト/ランニングコストの増減およびライフサイクルコストへの影響
- ③ ①以外に導入可能と考え、現段階で設計・計画を行っている技術
- ④ 上下水道一体での管理を進める中で、GHG削減において効果的な取組を行うための要望・アイデア

### ③温室効果ガス削減を目的とした新技術に関するアンケート・ヒアリング調査

#### 調査項目 | アンケート調査結果

- ① GHG削減を目的として導入した新技術について
- ② ①の技術導入に伴うコストへの影響
  - ・ イニシャルコスト/ランニングコストの増減およびライフサイクルコストへの影響



- 回答があった処理場のうち、大規模処理場が全体の74%、高度処理が全体の79%を占め、既存の省エネ技術を導入したもの（例：ポンプ、散気装置等）が全体の50%を占めた。
- 水道・下水道に共通してGHG削減効果が期待される技術として、浄水施設・下水処理施設におけるポンプの省エネ化（インバータ設置）、再エネ発電設備（小水力・太陽光）の設置が挙げられ、個別でのGHG削減効果が期待できる技術として、消化設備の導入が挙げられた。
- イニシャルコストの増加はあるが、ランニングコスト低減の影響が大きくLCCで有利となり導入した例が全体の半数近く挙げられた  
(例：浄水施設のポンプにインバータを導入することで、建設費が増加（15.5%）した一方で、ランニングコストが減少（38.1%）した 等)

### ③ 温室効果ガス削減を目的とした新技術に関するアンケート・ヒアリング調査

#### 調査項目 | アンケート調査結果

- ③ ①以外に導入可能と考え、現段階で設計・計画を行っている技術 (一例)
- ④ 上下水道一体での管理を進める中で、GHG削減において効果的な取組を行うための要望・アイデア

自治体	③ 導入検討中技術
水道 / 下水道部局 (上下水道別) 大規模 高度処理	<b>【水道】</b> ・水道広域化による施設配置の最適化 ・地形特有の自然流下能力を用いた、送配水および浄水場廃止 <b>【下水道】</b> ・污泥処理施設 (脱水・焼却) の省エネ化
自治体	④ 要望・アイデア
上下水道部局 (上下水道一体) 小規模 標準法	<b>【下水道】</b> ・バイオガス発電 (廃棄物処理事業との連携) ・処理水・雨水のごみ処理施設における冷却水としての再利用
水道 / 下水道部局 (上下水道別) 大規模 高度処理	<b>【水道】</b> ・AI等の活用による水配計画の最適化

- 導入検討中技術は、これまで他自治体で導入済みの省エネ・創エネ技術が多く挙げられた。事例の共有・紹介の有用性が再確認され、GHG削減効果等も含めた情報整理について検討を進める。
- 導入検討中技術および要望・アイデアに関するアンケート調査結果をもとに、GHG削減に向けて、上下水道一体により効果的となる対策の実現可能性について、継続して検討を進める。

## 今後の検討

---

- ✓ GHG排出量および排出特性に関する文献調査を継続、水道事業・下水道事業で比較を実施することにより、全体像を把握する。
- ✓ アンケート調査結果の取りまとめおよび取りまとめ結果に基づいたヒアリングを実施することにより、地方自治体における水道事業・下水道事業でのGHG削減対策の実態を把握する。
- ✓ GHG削減に向けて、上下水道一体により効果的となる対策の実現可能性について、継続して検討を進める。

# 参考資料

1) 下水道の他分野への貢献評価手法の提示 | これまでの取組内容

R6第1回エネルギー分科会資料より

**調査方法** | 従来資源・下水道資源の設定

従来資源 (N)	下水道資源 (R)
天然ガス	消化ガス利用
電力会社からの購入電気	消化ガス発電
セメントクリンカ	建設資材利用
石炭	固形燃料利用
リン鉱石	リン資源利用 (リン回収)
リン鉱石	肥料利用 (コンポスト)
電力会社からの購入電気	下水熱利用
工業用水	再生水利用

1) 下水道の他分野への貢献評価手法の提示 | これまでの取組内容

R6第1回エネルギー分科会資料より

**調査方法** | 製造 (下水道資源 : エネルギー由来)

下水道資源 (R)

下水道資源の製造に用いる燃料等		排出原単位 (燃料等あたり)
電気 1)	電気	$4.29 \times 10^{-4}$ t-CO <sub>2</sub> /kWh
燃料 2)	A重油	2.75 t-CO <sub>2</sub> /kL
	天然ガス	$1.96 \times 10^{-3}$ t-CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>
	消化ガス利用	0
薬品 3)	高分子凝集剤	6.50 t-CO <sub>2</sub> /t
	塩化第二鉄	0.320 t-CO <sub>2</sub> /t
	活性炭	0.260 t-CO <sub>2</sub> /t
	次亜塩素酸ナトリウム	0.320 t-CO <sub>2</sub> /t

出典 1) : 環境省, 令和4年度電気事業者別排出係数一覧 (2023)

2) : 環境省, 温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル 算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧 (2023)

3) : 環境省, 下水道における地球温暖化対策マニュアル (2016)

**下水道資源量あたりの排出原単位 :  $P_{R1}$**

$$= \sum \text{排出原単位} \times \text{電気} \cdot \text{燃料} \cdot \text{薬品使用量 (アンケート結果)} / \text{下水道資源生産量}$$

自治体 (47箇所) へのアンケート調査を実施。

※アンケート調査により回答が得られなかったものは反映なし

1) 下水道の他分野への貢献評価手法の提示 | これまでの取組内容

R6第1回エネルギー分科会資料より

**調査方法** | 製造 (下水道資源：非エネルギー由来)  
下水道資源 (R)

非エネルギー由来		排出原単位 (P <sub>R2</sub> )
固形燃料 <sup>1)</sup>	乾燥燃料 (造粒)	0
	乾燥燃料 (油温乾燥)	0.0184 kg-N <sub>2</sub> O/wet-t
	乾燥汚泥 (混合焼却)	0.0095 kg-N <sub>2</sub> O/wet-t
	炭化	0.0312 kg-N <sub>2</sub> O/wet-t
堆肥 <sup>2)</sup>		0.96 kg-CH <sub>4</sub> /wet-t
		0.27 kg-N <sub>2</sub> O/wet-t

出典 1) : 国土交通省, 下水汚泥エネルギー化技術ガイドライン (2017)

2) : 環境省, 下水道における地球温暖化対策マニュアル (2016)

3) : 環境省, 温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧 (2023)

温室効果ガス排出係数<sup>3)</sup>

CO<sub>2</sub>=1, CH<sub>4</sub>=28, N<sub>2</sub>O=265

1) 下水道の他分野への貢献評価手法の提示 | これまでの取組内容

R6第1回エネルギー分科会資料より

**調査方法** | 輸送

	従来資源 (T <sub>N</sub> )	下水道資源 (T <sub>R</sub> )
輸送手段	コンテナ船 + 貨物車	貨物車
輸送経路	原料生産地～国内主要港湾	下水処理場～加工工場～消費地
	国内主要港湾～各県庁所在地	

資源生産量あたりの**従来資源**の輸送にかかるGHG排出量 (T<sub>N</sub>)  
 = (排出原単位 (コンテナ船) × 輸送距離 (原料輸入))  
 + (排出原単位 (貨物車) × 輸送距離 (国内輸送) × 従来資源輸送量 / 5.0※)

資源生産量あたりの**下水道資源**の輸送にかかるGHG排出量 (T<sub>R</sub>)  
 = 排出原単位 (貨物車) × 輸送距離 (国内輸送) × 下水道資源輸送量 / 5.0※

※ : 貨物車5.0tトラックでの輸送を想定

1) 下水道の他分野への貢献評価手法の提示 | これまでの取組内容

R6第1回エネルギー分科会資料より

調査方法 | 輸送 (輸送手段)

従来資源 (N)

輸送手段 (コンテナ船)	排出原単位 [g-CO <sub>2</sub> /t・km]
コンテナ船 (アジア)	26.0 <sup>1)</sup>
コンテナ船 (北米)	15.7 <sup>1)</sup>

従来資源 (N) ・下水道資源 (R)

輸送手段 (貨物車)	値	備考
貨物車燃費	7.24 km/L <sup>2)</sup>	—
ガソリンGHG排出係数	2.32 kg-CO <sub>2</sub> /L <sup>3)</sup>	—
輸送にかかるGHG 排出原単位	0.320 kg-CO <sub>2</sub> /km	14.0 mg-CH <sub>4</sub> /km <sup>4)</sup> 25.0 mg-N <sub>2</sub> O/km <sup>4)</sup>

温室効果ガス排出係数 <sup>5)</sup>  
CH<sub>4</sub>=28, N<sub>2</sub>O=265

出典 1) : 国土交通政策研究所, 物流から生じるCO<sub>2</sub>排出量のディスクロージャーに関する手引き (2012)  
 2) : 経済産業省・国土交通省, 貨物自動車のエネルギー消費性能の向上に関するエネルギー消費機器等製造事業者等の判断の基準等 (2015)  
 3) : 環境省, 特定排出者の事業活動に伴う温室効果ガスの排出量の算定に関する省令 (2023)  
 4) : 国立環境研究所, 日本国温室効果ガスインベントリ報告書 (2022)  
 5) : 環境省, 温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル 算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧 (2023)

1) 下水道の他分野への貢献評価手法の提示 | これまでの取組内容

R6第1回エネルギー分科会資料より

**調査方法** | 輸送 (輸送経路・距離)

従来資源 (N)

従来資源	原料生産地 ※最大輸入国	輸送距離 原料輸入	主要港湾	輸送先	輸送距離 国内輸送
天然ガス	オーストラリア ノースウエスト シエルフ	6,300~7,900km 平均 約7,000km	釧路・苫小牧	北海道内	68km
			仙台	東北+新潟	15~357km 平均 約170km
			千葉	関東甲信	2~280km 平均 約104km
原油	サウジアラビア ラスタヌラ基地	12,000~13,800km 平均 約13,000km	名古屋	北陸・東海	15~251km 平均 約140km
			大阪	近畿・徳島	10~142km 平均 約60km
セメントクリンカ (消石灰)	国内	30km (下水道資源と同様)	岡山	中四国 徳島・山口除く	9~182km 平均 約130km
石炭	オーストラリア ニューカッスル	7,800~8,600km 平均 約8,000km	福岡	山口・九州北部	74~207km 平均 約132km
			鹿児島	九州南部	2~130km 平均 約66km
リン鉱石	中国・厦門	1,600~3,700km 平均 約2,500km			

下水道資源 (R)

全国市町村平均面積 : 200km<sup>2</sup> ⇒ 直径相当:30kmとして統一