

資料4-3

（2）将来的な全体最適化に向けた検討

目次

- 1) 複数の評価軸を考慮した下水道事業の外部貢献効果の定量化手法の検討
- 2) 下水道の汚泥焼却等における脱炭素化に向けた検討
- 3) 上下水道事業における温室効果ガスの排出実態把握（R6実施報告）

上下水道事業における温室効果ガスの排出実態把握

研究背景・目的

研究背景：水道整備・管理行政の一部の移管

第4節 健全な水循環の維持又は回復

コラム 水道整備・管理行政の移管について

令和6年4月に厚生労働省の所管する水道整備・管理行政が国土交通省・環境省へ移管されました。水道については、水道事業の経営基盤強化、老朽化や耐震化への対応、災害発生時における早急な復旧支援、渇水への対応等の課題があります。これらの問題に対し、施設整備や下水道運営、災害対応に関する能力・知見や、層の厚い地方組織を有する国土交通省が所掌することで、そのパフォーマンスの一層の向上を図ることが期待されています。

「清浄にして豊富低廉な水の供給を図り、もつて公衆衛生の向上と生活環境の改善とに寄与すること」という水道法第一条に掲げる目的を果たし続けるとともに、水道整備・管理行政の機能強化や上下水道一体のシナジー効果を発現できるようしっかりと取り組んでまいります。

出典：国土交通白書2024 <https://www.mlit.go.jp/statistics/file000004/html/n2745c01.html>

目的

上下水道一体運営を考慮する場合も想定し、脱炭素化に向けて上下水道事業における温室効果ガス排出量および排出特性の全体像を把握する

上下水道事業における温室効果ガスの排出実態把握

検討フロー

文献調査による全体像の整理・仮説

上下水道一体の効果として想定しうる候補

①GHG排出量削減の技術面の向上

→ それぞれの導入技術を参考にして、よりよい技術を導入することによる省エネ性アップ等

②経済性の向上 → 共同調達や市場拡大等により安くGHG排出量を削減 等

○水道では電力（特に送水等のポンプ）由来GHGが大半であり、
下水道でも同様の技術の導入見込みがあれば共通の技術としてGHG削減可能？

○その他、上下水道共通となりうるものとして、再エネ_太陽光発電等の導入 等

○水道での「地形の位置エネルギー活用の送配水省エネ」、「上下水道での取排水再編」
→ 全体的な計画論に及ぶのものもありうるが、地形等条件が必要でありどの事業者でも検討候補になりうるというものではない。

アンケート調査・ヒアリング調査の実施

GHG削減について、①技術、②コスト、③これから導入見込みの技術、④さらなるアイデア等、を把握

アンケート調査・ヒアリング調査結果の整理・仮説の検証

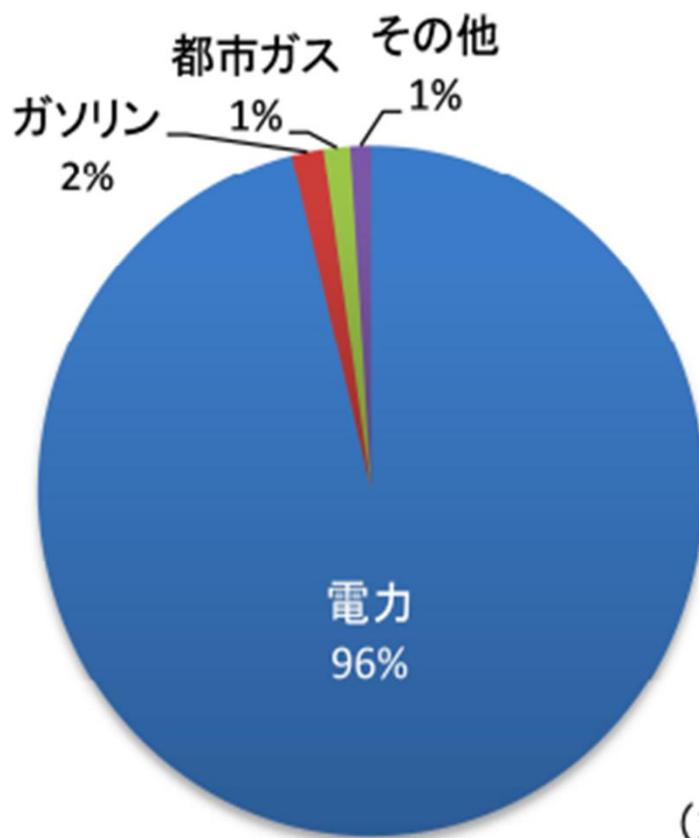
上下水道事業における温室効果ガスの排出実態把握

上下水道事業における温室効果ガス排出実態①

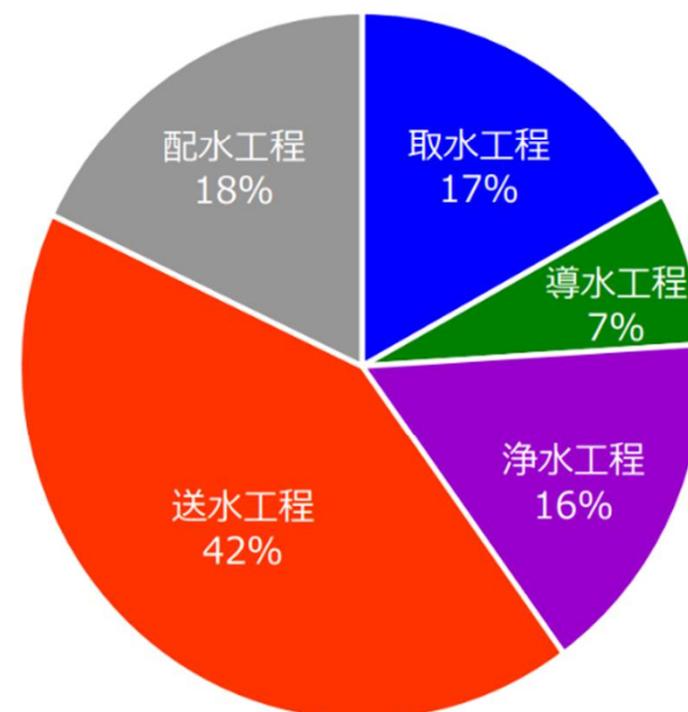
文献調査による全体像の整理

水道事業におけるGHG排出実態

- 電力由来が96%を占めるため、電力消費を抑制するための省エネ・再エネ対策を推進
- 2030年度までに2013年度比で21.6万トン削減



(2012)



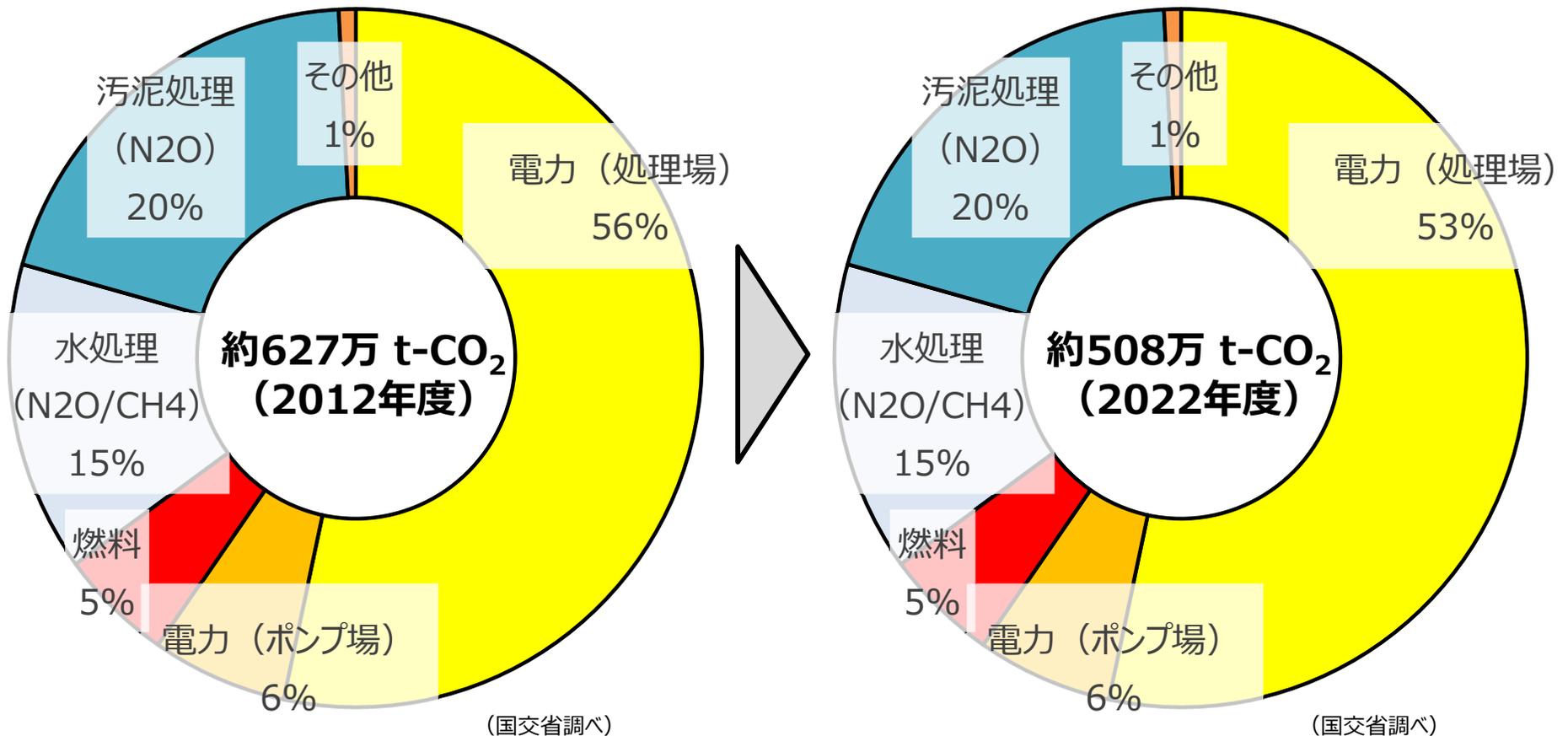
上下水道事業における温室効果ガスの排出実態把握

上下水道事業における温室効果ガス排出実態②

文献調査による全体像の整理

下水道事業におけるGHG排出実態

- 電力由来が60%程度、水処理・汚泥処理からのN₂Oがあり、排出源は多岐にわたる
- 省エネ・再エネ・焼却高度化の推進により、2030年度までに2013年度比で208万トン削減



上下水道事業における温室効果ガスの排出実態把握

上下水道事業における温室効果ガス排出実態③

文献調査による全体像の整理

上下水道事業におけるGHG排出量内訳[千t-CO₂]

2012年度	水道	下水道	2021年度	水道	下水道
電力由来	4,070 *1	3,887	電力由来	3,299 *1	2,997
燃料由来 等	170	376	燃料由来 等	70	312
水処理・汚泥処理 CH ₄ ・N ₂ O	0	2,195 *2	水処理・汚泥処理 CH ₄ ・N ₂ O	0	1,820 *2

* 1 : 年度による電気事業者別排出係数の違いに注意が必要（2012年度：0.000550, 2021年度：0.000441）

* 2 : N₂O地球温暖化係数の違いに注意が必要（2012年度：310, 2021年度：298）

✓ 全体として9年で約2割減、割合は水道約4割、下水道約6割

✓ 水道事業：文献値（2012）

水道統計および電気事業者排出係数一覧（R3実績）より試算（2021）

→ ほぼ電力由来であり、下記の対策が示されている¹⁾。

インバーターによる流量制御の効率化／管路の残存圧力による小水力発電の導入
／位置エネルギーを活用した自然流下系統の有効利用

✓ 下水道事業：国土交通省調査による

出典1)：環境省、上水道・工業用水道部門の温室効果ガス排出抑制等（2016）

→ 水処理・汚泥処理が全体の約33%、電力が約40%を占め、多岐にわたる

上下水道事業における温室効果ガスの排出実態把握

調査方法

アンケート調査・ヒアリング調査の実施

GHG排出量削減において、上下水道一体で取り組むことでより効果を発揮できる可能性について、技術やコスト等の観点から、自治体へのアンケート、ヒアリング調査を実施。

調査項目

下水道の脱炭素取り組みの特徴で区分する観点より、下水処理方式、処理人口規模、事業者の類型（組織名称に基づく上下水道一体／別区分）、地域性を考慮し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 における技術
 - ・ 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 における技術
- 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

上下水道事業における温室効果ガスの排出実態把握

調査対象自治体の選定①

アンケート調査・ヒアリング調査の実施

事業者の類型	処理規模	下水処理方式	対象自治体	組織体制	給水区域内人口[人]	処理区域人口[人]
上下水道一体	小規模	高度処理	A 県 a 市	建設水道部 上下水道課	53,000	48,000
		標準法	B 県 b 市	建設部	92,000	47,000
		OD法等	C 県 c 市	上下水道部	32,000	26,000
		OD法等	D 県 d 市	水道部	35,000	20,000
		OD法等	E 県 e 町	上下水道課	13,000	9,000
	中規模	高度処理	F 県 f 市	上下水道局	244,000	199,000
		標準法	G 県 g 市	上下水道部	119,000	116,000
		標準法	H 県 h 市	水道部	236,000	180,000
	大規模	高度処理	I 県 i 市	上下水道局	2,460,000	2,280,000
		標準法	J 県 j 市	水道局	575,000	476,000
上下水道別	小規模	高度処理	K 県 k 市	水道事業所 建設整備部 下水道課	21,000	13,000
		標準法	L 県 l 市	広域水道企業団 下水道課	50,000	18,000
		OD法等	M 県 m 市	広域水道企業団 建設経済部 下水道課	923,000	22,000
		OD法等	N 県 n 市	水道課/広域水道企業団 建設部 下水道課	172,000	22,000
	中規模	高度処理	O 県 o 市	水道局 下水道部	182,000	149,000
		標準法	P 県 p 市	水道工務部 下水道部	349,000	137,000
	大規模	高度処理	Q 県 q 市	水道局 下水道局	13,700,000	9,520,000
		標準法	R 県 r 市	企業庁県営水道 下水道部	2,850,000	425,000
		高度処理	S 県	企業局 下水道局	5,640,000	11,900,000
		高度処理	T 県	企業局 環境部 水道・生活排水課	187,000	2,470,000

※広域水道企業団・県営水道の給水人口は、対象自治体以外の給水対象となる他の自治体の人口を含む

上下水道事業における温室効果ガスの排出実態把握

調査対象自治体の選定②

アンケート調査・ヒアリング調査の実施

出典：令和3年度水道統計・下水道統計

事業者の類型	処理規模	下水処理方式	対象自治体	年間給水量 [千m ³]	年間処理水量 [千m ³]	GHG排出原単位 (水道) [kgCO ₂ /m ³]	GHG排出原単位 (下水道) [kgCO ₂ /m ³]
上下水道一体	小規模	高度処理	A 県 a 市	7,000	6,000	0.05	0.14
		標準法	B 県 b 市	13,000	9,000	0.06	0.15
		OD法等	C 県 c 市	4,000	2,000	0.12	0.54
		OD法等	D 県 d 市	5,000	3,000	-	-
		OD法等	E 県 e 町	2,000	1,000	0.16	0.80
	中規模	高度処理	F 県 f 市	31,000	23,000	0.33	0.44
		標準法	G 県 g 市	11,000 ※1	17,000	0.10	0.14
		標準法	H 県 h 市	31,000 ※2	37,000	0.05	0.15
	大規模	高度処理	I 県 i 市	274,000 ※2	442,000	0.12	0.27
		標準法	J 県 j 市	62,000	60,000	-	0.11
上下水道別	小規模	高度処理	K 県 k 市	2,000	1,000	-	0.33
		標準法	L 県 l 市	6,000 ※3	3,000	-	-
		OD法等	M 県 m 市	6,000 ※3	2,000	-	-
		OD法等	N 県 n 市	2,000 ※3	2,000	-	-
	中規模	高度処理	O 県 o 市	22,000 ※2	23,000	-	0.11
		標準法	P 県 p 市	48,000	26,000	0.17	0.25
	大規模	高度処理	Q 県 q 市	1,518,000 ※2	1,764,000	0.25	0.41
		標準法	R 県 r 市	17,000 ※3	58,000	-	0.44
		高度処理	S 県	635,000	736,000	0.16	0.40
		高度処理	T 県	52,000	82,000	0.10	0.43

※1) 広域水道企業団による給水量を除く

※2) 年間給水量に工業用水を含めていないため、工場排水下水等により年間処理水量が年間給水量を上回っている

※3) 広域水道企業団・県営水道の給水量は、対象自治体分のみをヒアリングにより抽出

上下水道事業における温室効果ガスの排出実態把握

GHG削減を目的として導入した技術①

アンケート調査・ヒアリング調査結果の整理・仮説の検証

- アンケート調査対象自治体から回答が得られた、GHG削減を目的として導入した新技術数を集計。複数の新技術の回答があった場合は、すべて計上。

技術の種類		水道 技術数	下水道 技術数	全体 技術数
ポンプ（送導配水）	省エネ	15	0	15
小水力発電設備	再エネ	3	1	4
太陽光発電設備	再エネ	10	2	12
送風機	省エネ	—	1	1
散気装置	省エネ	—	9	9
汚泥処理（脱水）	省エネ	—	2	2
汚泥処理（消化）	創エネ	—	5	5
汚泥処理（焼却）	創エネ／N ₂ O	—	1	2
その他	省エネ／再エネ	2	0	2
合計	—	30 (58%)	22 (42%)	52 (100%)

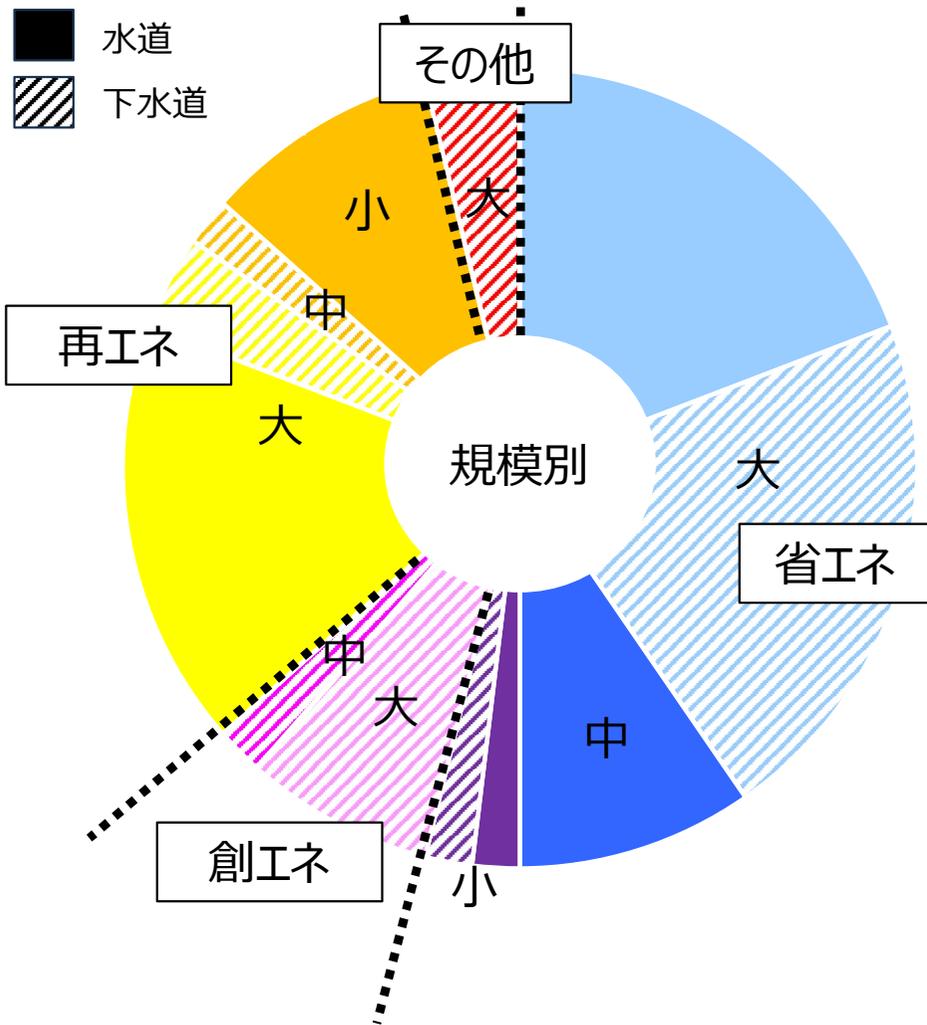
➤ 小水力発電、太陽光発電は上下水道事業双方より導入済技術として回答あり

上下水道事業における温室効果ガスの排出実態把握

GHG削減を目的として導入した技術②

アンケート調査・ヒアリング調査結果の整理・仮説の検証

- 回答が得られた導入技術事例全52件を、**下水処理人口規模別**に集計。
規模別の省エネ・創エネ・再エネ・その他の技術事例を全事例に対する件数割合で整理。



- ✓ 回答が得られた導入技術事例全52件のうち、省エネ技術の事例が約54%、再エネ技術の事例が約33%。
- ※ 省エネ技術
→ 水道：ポンプのインバーター設置
→ 下水道：省エネ型散気装置
- ※ 再エネ技術
→ 上下水道：小水力発電、太陽光発電
- ✓ 大規模事業者における事例が大半（7割強）
- ✓ 小規模事業者における事例も約13%を占め、太陽光発電による再エネ技術等、GHG削減を目的とした技術が導入。
- ✓ コストについて、イニシャルコストは増加してもランニングコストが減少し、LCCの観点で優位なことから導入をしている事例がほとんどであった。

上下水道事業における温室効果ガスの排出実態把握
導入可能、かつ設計・計画中の新技术

アンケート調査・ヒアリング調査結果の整理・仮説の検証

自治体	導入検討中技術	導入済技術
水道 / 下水道部局 (上下水道別) 大規模 高度処理	【水道】 ・水道広域化による施設配置の最適化 ・自然流下能力を用いた送配水 【下水道】 ・汚泥処理施設（脱水設備）の省エネ化 ・高温焼却・焼却廃熱発電の利用	【水道】 ・なし 【下水道】 ・汚泥処理施設（脱水設備）の省エネ化 ・太陽光発電設備の屋根貸し導入 ・消化ガス発電設備の導入

- 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・再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た。

【上下一体運営を考慮した場合】

- ✓ 事業者の地形条件を考慮した位置エネルギーの活用
 - 老朽化対策、安定的な水供給を目的としたものであり、結果的に電力・コスト面で優位となる可能性がある
- ✓ 下水道事業との連携：レイヤーの違いにより、検討は難しい

上下水道事業における温室効果ガスの排出実態把握

自治体からのアイデア

アンケート調査・ヒアリング調査結果の整理・仮説の検証

自治体	アイデア
上下水道部局（上下水道一体） 小規模 標準法	【下水道】 ・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	【水道】 ・AI等の活用による配水計画の最適化※1

- 自治体からのアイデアとして、これまで他自治体で導入済みの技術を適用するものが挙げられた。導入検討中技術と同様、事例の共有・紹介の有用性が再確認された。

※1 配水量実績からAIを用いて配水量を予測し、水位変動予測・ポンプの発停スケジュール等の運転実績からAIによる最適運転モデルを生成するシステム¹⁾

出典1)：赤城ら、箱根地区水道事業運営における最適運転支援システムの開発（2020）

【上下一体運営を考慮した場合】

- ✓ GHG削減に向けた検討の優先度が低く、現実的に検討は行っていない。一方で、基盤強化等の施設更新により結果的にGHG削減に寄与している場合がある。

上下水道事業における温室効果ガスの排出実態把握

まとめ

- ✓ 上下水道事業のGHG排出量は、水道事業は電力由来、下水道事業は電力由来も含め水処理・汚泥処理工程からの排出もあり、排出源は異なっていたことから、それぞれの特徴を踏まえた取り組みが必要と推察された。
- ✓ GHG削減に向けた検討の優先度が低い自治体もあり、実態としてGHG削減を目的とした上下水道事業の高度な連携は厳しいが、基盤強化等、施設の機能向上を目的とした施設更新により、結果的にGHG削減に資する取り組みも見られた。
- ✓ GHG削減のために導入した技術にかかるコストは、イニシャルコストは増加してもランニングコストが減少し、LCCの観点で優位なため導入をしている事例がほとんどであった。
- ✓ これまで他自治体で導入済みの省エネ・再エネ技術は、導入検討中技術として挙げられていること、GHG削減に向けた対策手法として、事例の共有・紹介の有用性を再確認できた。

水道事業：脱炭素水道システム構築へ向けた調査等一式 厚生労働省医薬・生活衛生局水道課／日水コン

下水道事業：下水道GX促進調査専門委員会の取組成果 下水道協会

下水道革新的技術導入ガイドライン案 国総研

- ✓ GHG排出量削減に向けて、上下水道一体により常にその効果を発揮できるわけではないが、上下水道で共通の技術が有効な場面で上下水道一体で取り組みを進めてGHG削減効果の向上を図りつつ、状況に応じて個別に取り組みを進める。

補足資料

上下水道事業における温室効果ガスの排出実態把握 水道施設の概要

（注）図中赤枠がエネルギー使用が認められる設備等。

各工程におけるポンプや薬品注入設備、混和池・濾過池等における攪拌設備がその対象となる。

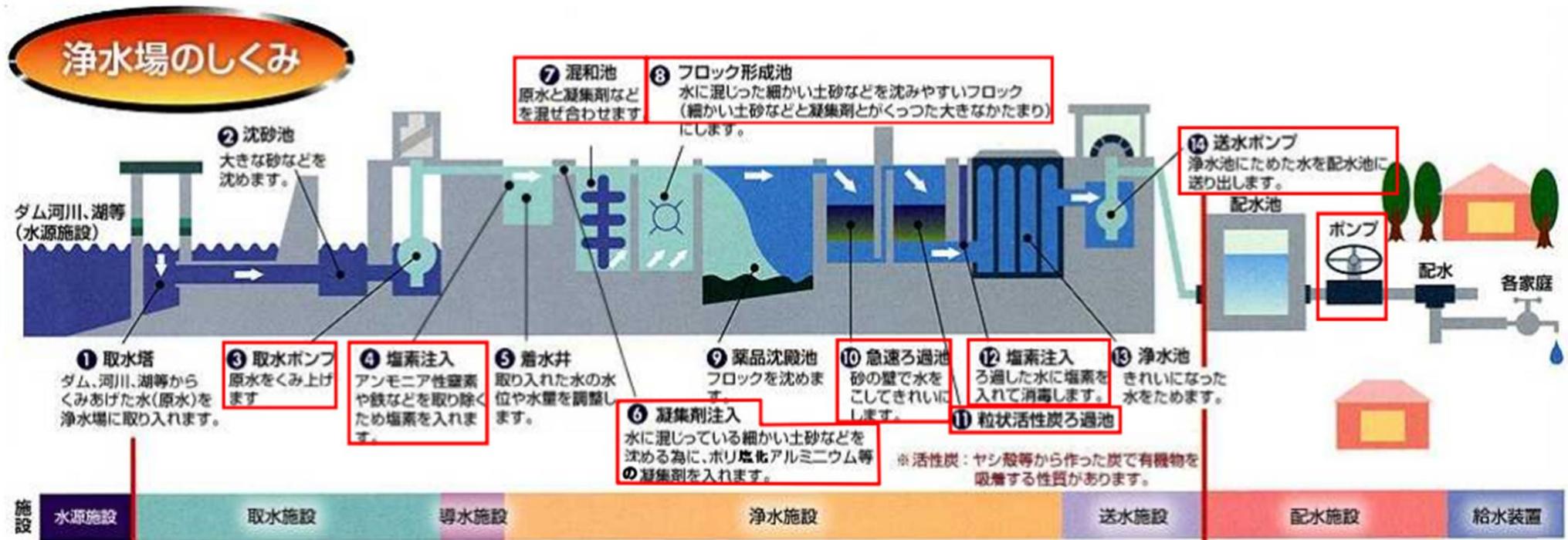


図 1-1 水道施設の概要

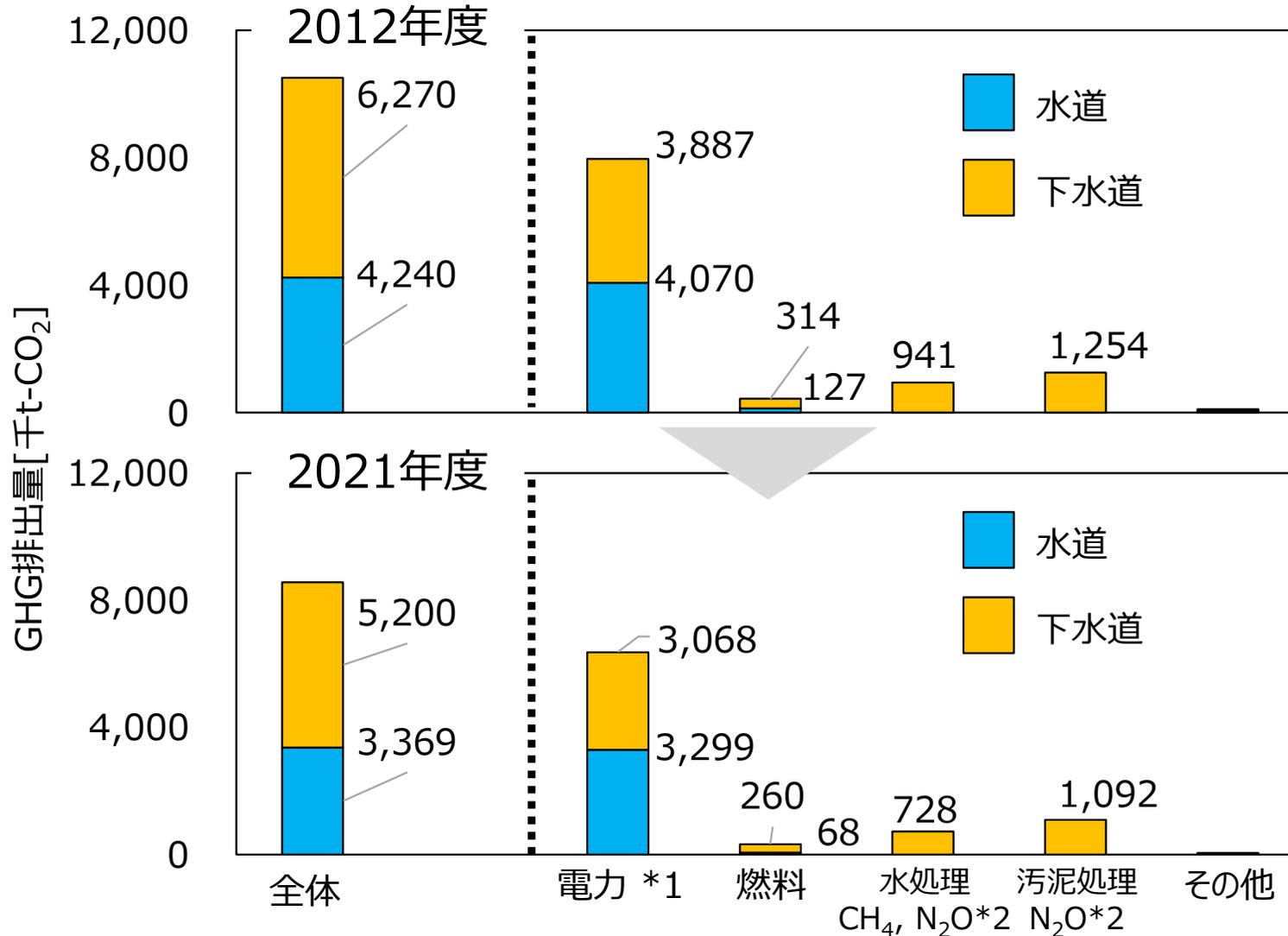
出所：茨城県企業局 HP「水道水ができるまで」より (http://www.pref.ibaraki.jp/kigyou/wed_experience_ibaraki/tap_water/index.html)

赤枠については MRI にて加工

上下水道事業における温室効果ガスの排出実態把握

上下水道事業における温室効果ガス排出実態

文献調査による全体像の整理



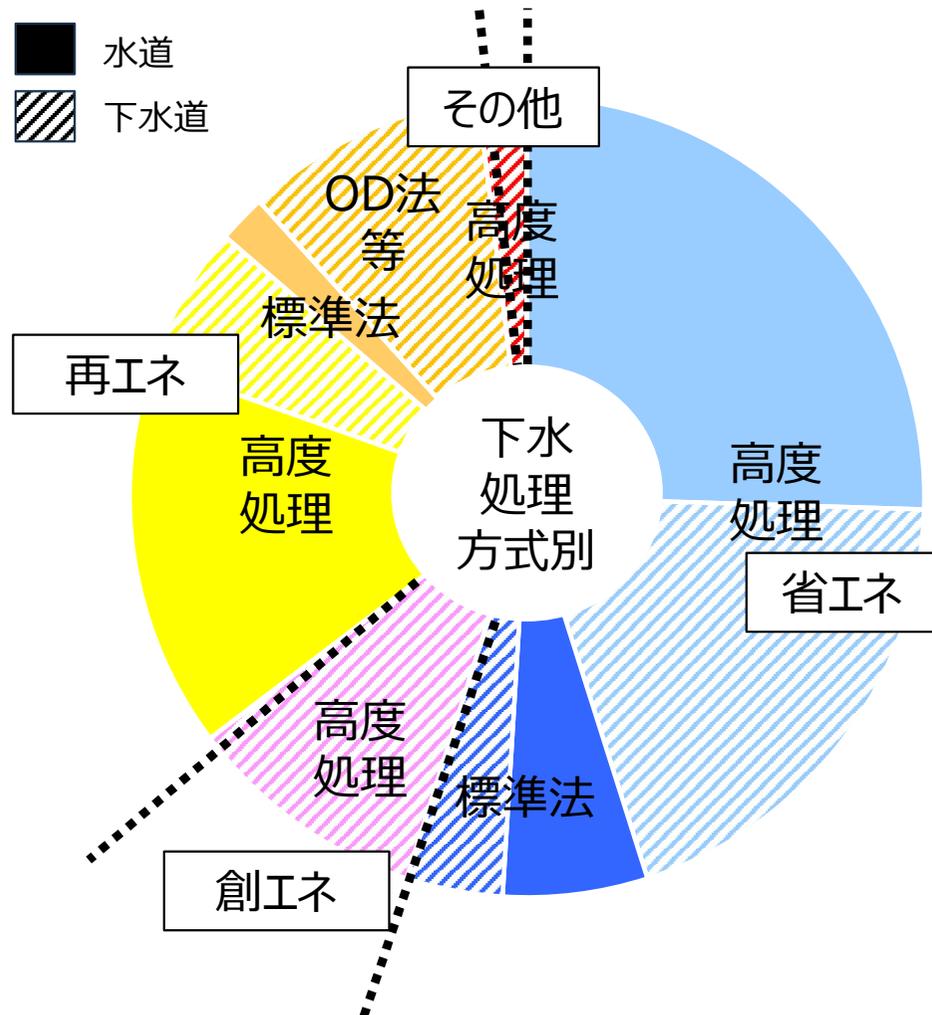
* 1 : 年度による電気事業者別排出係数の違いに注意が必要（2012年度：0.000550, 2021年度：0.000441）

* 2 : N₂O地球温暖化係数の違いに注意が必要（2012年度：310, 2021年度：298）

上下水道事業における温室効果ガスの排出実態把握 GHG削減を目的として導入した技術

アンケート調査・ヒアリング調査結果の整理・仮説の検証

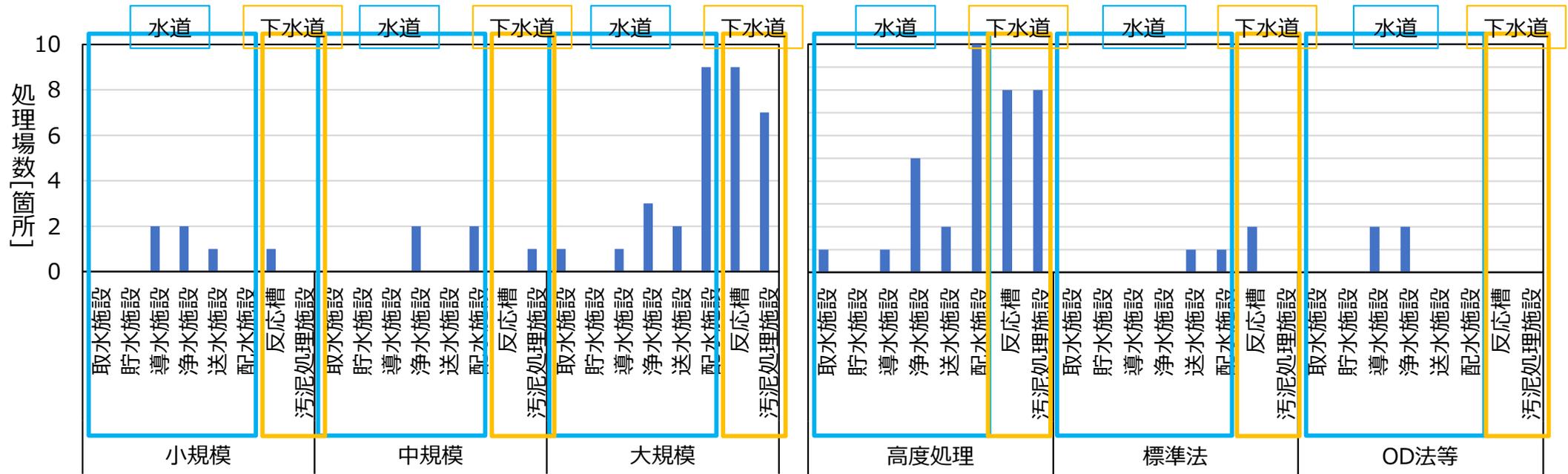
- 回答が得られた導入技術事例数を、**下水処理方式別**に集計。下水処理方式別の省エネ・創エネ・再エネ・その他の技術事例数／回答が得られた技術事例数計。



- ✓ 回答が得られた導入技術事例全52件のうち、高度処理を実施している事業者における技術事例数が約8割弱を占め、OD法等処理場で一部、太陽光発電設備を設置した再エネ技術の導入が見られたのみ。
- ✓ 事業者の類型別では、上下水道別の自治体で大規模・高度処理を導入している事業者からの回答が多く、GHG削減に向けた取り組みの観点からの傾向はみられなかった。

上下水道事業における温室効果ガスの排出実態把握 アンケート調査結果（速報）

R6年度第2回エネルギー分科会
 資料より



- 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）