

札幌市下水道 脱炭素構想



次の100年を拓く
下水道の新たな道のり

策定にあたって

地球温暖化を要因とする気候変動により、記録的な熱波やハリケーン、洪水や干ばつなど、世界各地では大きな自然災害が発生しています。

この気候危機ともいえる状況の中、国内外では脱炭素化への動きが加速しています。札幌市においても、市内から排出される温室効果ガスを 2050 年には実質ゼロにする「ゼロカーボンシティ」を目指すことを 2020 年に宣言し、目標達成に向けた取組等を示した「札幌市気候変動対策行動計画」を 2021 年に策定しています。さらに、2022 年には、地域特性等に応じた先行的な脱炭素の取組を進める「脱炭素先行地域」に選定されるなど、脱炭素の取組をさらに加速させています。

下水道事業は、大雨による浸水被害からまちを守り、健全な水循環や清らかな水環境を創出するという重要な役割を担うとともに、下水汚泥や下水熱といった資源・エネルギーを有しています。その一方で、多くの電力や燃料などのエネルギーを使用するとともに、処理の過程において多くの温室効果ガスを排出しています。そのため、下水道が持つ資源やエネルギーを最大限に活用し、環境に配慮した事業運営に率先して取り組むことが求められています。

札幌市の下水道事業では、2012 年に「札幌市下水道事業における地球温暖化対策推進計画」を策定するとともに、2020 年に「札幌市下水道ビジョン 2030」、2021 年には「札幌市下水道事業中期経営プラン 2025」を策定し、低炭素・循環型都市の実現に向けた取組を確実に進めております。

このようななか、札幌市下水道事業は、2026 年に開始 100 周年を迎えます。次の 100 年を拓く下水道の新たな道のりとして「札幌市下水道脱炭素構想」を策定し、良好な環境を次世代の子どもたちに引き継ぐため、市民・企業・学術機関と連携を図りながら、職員一丸となって下水道事業の脱炭素化への歩みを進めてまいります。

2024 年(令和 6 年) 3 月

札幌市下水道河川局長 小泉 正樹

札幌市下水道 脱炭素構想

目次

第1章 策定の背景	1
1-1 気候変動の現状	1
1-2 気候変動に関する国内外の動向	4
第2章 構想の位置づけと温室効果ガス削減目標	8
2-1 構想の位置づけと目的	8
2-2 構想期間	8
2-3 温室効果ガス削減目標	9
第3章 下水道事業において排出される温室効果ガス	10
3-1 下水道の整備状況	10
3-2 現状と課題	11
第4章 脱炭素に向けた方針と取組の方向性	17
4-1 脱炭素に向けた方針	17
4-2 取組の方向性	17
第5章 目標の達成に向けた取組と削減効果	18
5-1 温室効果ガス削減の考え方	18
5-2 目標の達成に向けた取組と削減効果	20
取組の方向性Ⅰ 温室効果ガスの削減（省エネ）	21
取組の方向性Ⅱ 下水道資源の活用（創エネ・再エネ）	24
取組の方向性Ⅲ 多様な分野・主体との連携	26
5-3 温室効果ガス削減効果のまとめ	30
5-4 2050年以降の取組	33
第6章 進行管理と情報発信	35
6-1 進行管理	35
6-2 情報発信	36
用語の解説	37



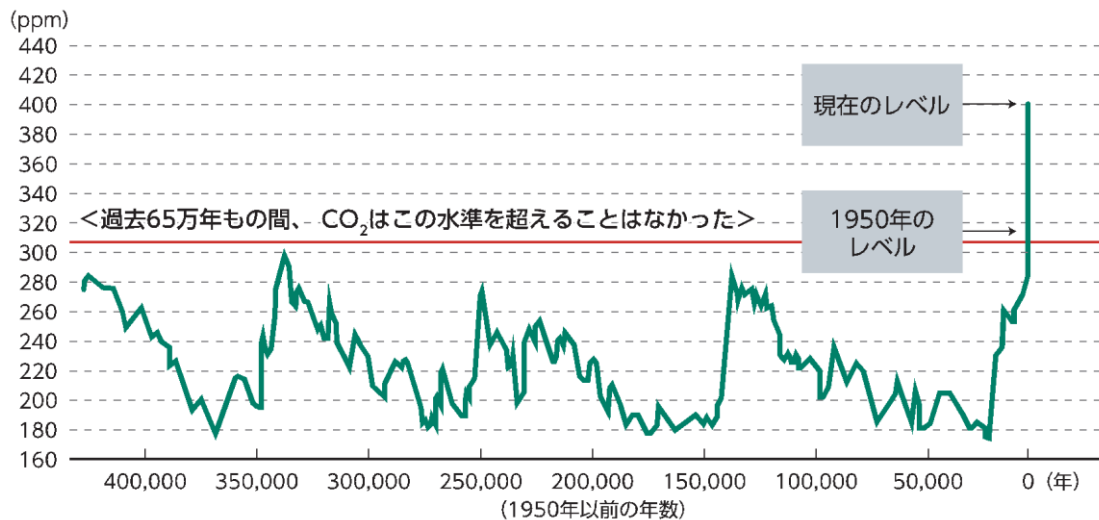
第1章 策定の背景

1-1 気候変動の現状

近年、地球温暖化※により、気温の上昇、大雨の頻度の増加や、農作物の品質低下、動植物の分布域の変化、熱中症のリスクの増加など、気候変動※及びその影響が各地で現れており、さらに今後、長期にわたり拡大するおそれがあります。

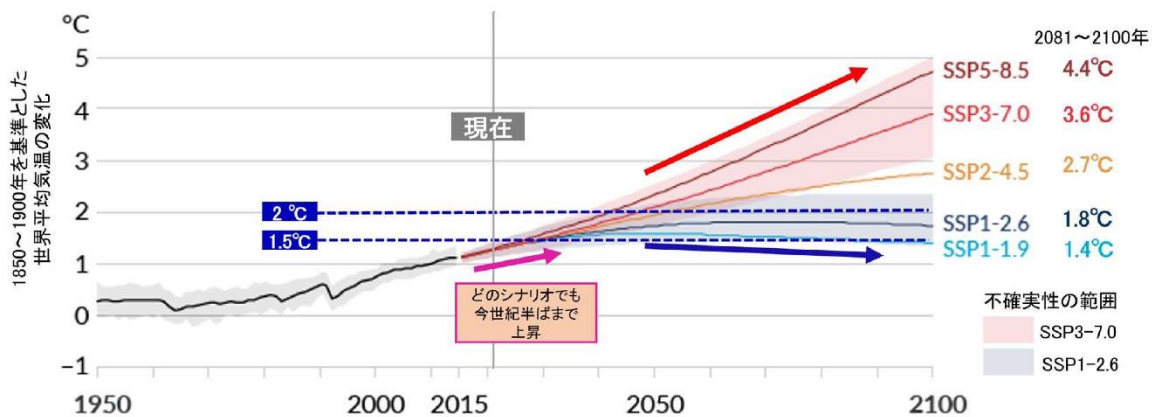
地球温暖化は、人間活動による二酸化炭素などの温室効果ガス※の増加によって引き起こされたことには疑う余地がなく、大気中の二酸化炭素濃度は、過去 65 万年の間で例のない水準まで増加しており、現在の世界平均の二酸化炭素濃度は 400ppm を超えています。

地球温暖化により、世界の平均気温は、1850 年～2020 年の期間に陸域で 1.59℃上昇しています。IPCC「第6次評価報告書」では、21 世紀末（2081～2100 年の間）の地球の平均気温は 19～20 世紀（1850～1900 年の間）に比べ、厳しい温室効果ガス削減策を取った場合（SSP※1-1.9）では 1.4℃上昇、厳しい温室効果ガス削減策を取らなかった場合（SSP5-8.5）では 4.4℃上昇すると予測されています。



資料：令和2年度版環境白書・循環型社会白書・生物多様性白書（2020年6月/環境省）

図 1-1 大気中の二酸化炭素濃度の推移



資料：IPCC 第6次評価報告書の概要（2023年8月暫定版/環境省）

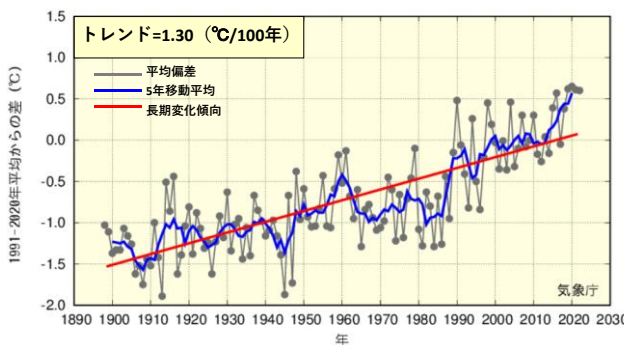
図 1-2 1850～1900 年を基準とした世界平均気温の変化



(1) 平均気温の変化

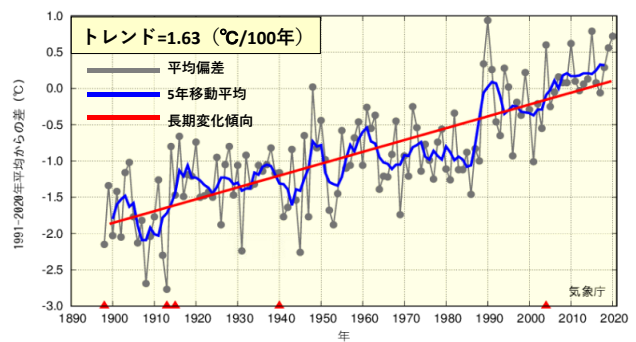
国内においては、平均気温が世界（100年あたり約0.74℃）より速いペース（100年あたり約1.30℃）で上昇しています。厳しい温室効果ガス削減策を取らなかった場合、気温はさらに上昇すると予測されています。

また、道内においては、平均気温が国内の平均より速いペース（100年あたり約1.63℃）で上昇しています。厳しい温室効果ガス削減策を取らなかった場合、21世紀末の年平均気温は20世紀末と比べて5℃程度上昇すると予測されています。



資料：気候変動監視レポート 2022（2023年3月/気象庁）

図 1-3 日本における年平均気温の経年変化



資料：札幌管区気象台ホームページ（気象庁）

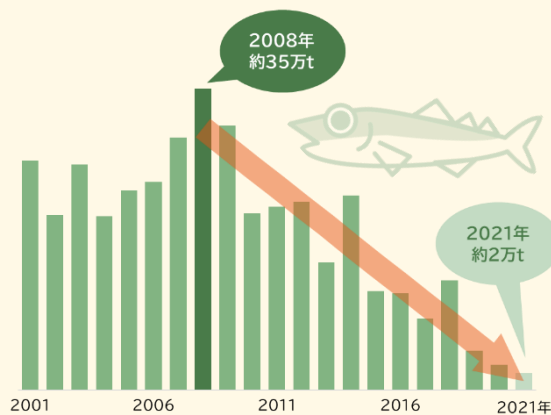
図 1-4 北海道における年平均気温の経年変化(北海道7地点平均)

コラム①

気候変動による影響（その1）

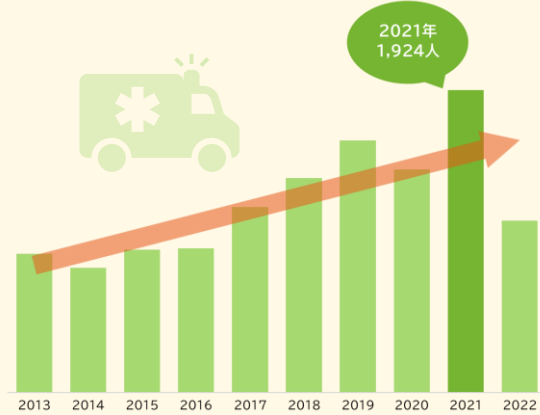
気候変動は、北海道においても様々な影響を及ぼしています。

気候変動が及ぼす影響の例として、温度上昇等による作物収穫量の減少、漁業の不漁、地球温暖化による熱中症被害の増加等が挙げられ、我々の生活に悪影響を及ぼしていることから、気候変動に対する対策に早急に取り組む必要があります。



資料：不漁問題に関する検討会とりまとめについて（2021年6月/水産庁）

サンマ漁獲量の推移



資料：総務省 消防庁の報道資料より作成（2013年～2022年/総務省）

熱中症による救急搬送人数の推移(北海道)



(2) 短時間強雨の変化

国内においては、短時間強雨が増加している一方、雨が降らない日も増加しています。厳しい温室効果ガス削減策を取らなかった場合、短時間強雨がさらに増加すると予測されています。

また、道内においては、短時間強雨の発生回数や降水量が増加傾向にあります。厳しい温室効果ガス削減策を取らなかった場合、21世紀末には大雨や短時間強雨の頻度が増加すると予測されています。

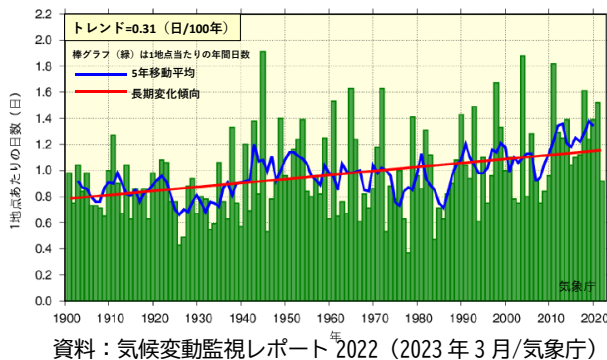


図 1-5 日本における短時間強雨(100mm/日以上)の発生回数の経年変化(全国 51 地点平均)

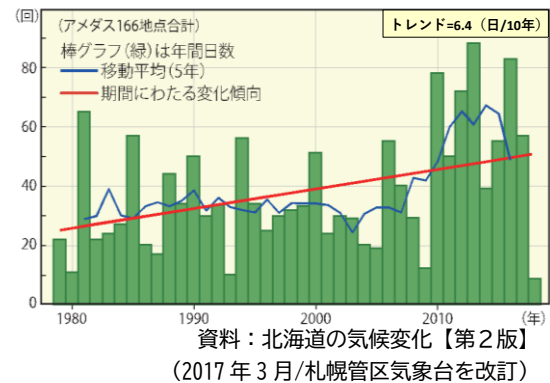


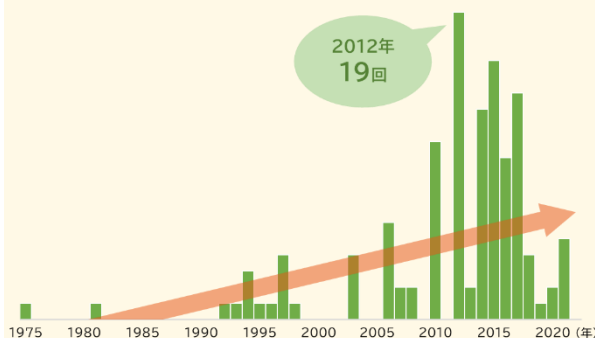
図 1-6 北海道における短時間強雨(30mm/h以上)の発生回数の経年変化

コラム②

気候変動による影響 (その 2)

札幌市内でも、短時間強雨の発生回数や降水量が増加傾向にあり、下水道の整備水準(1時間降雨量 35mm)を超える降雨による浸水被害が発生しています。

周辺に比べて土地が低い窪地など雨水が集まりやすい場所では特に被害が大きくなることから、このような場所において地形状況などに応じた被害軽減対策を進めているところです。



札幌市内における下水道の整備水準(35mm/h以上)を超える短時間強雨の観測地点数の推移



札幌市内における短時間降雨による被害



1-2 気候変動に関する国内外の動向

(1) 世界の動向

① パリ協定（2015年12月）

2015年12月、フランス・パリで開催された第21回国連気候変動枠組条約締結国会議※（COP21）において、2020年以降の温室効果ガス排出削減などのための新たな枠組みとなる「パリ協定」が採択されました。この協定には、世界共通の長期目標として「産業革命前からの地球の平均気温上昇を2℃より十分下方に抑えること」や、「全ての国が削減目標を5年ごとに提出及び更新すること」などが盛り込まれました。

② グラスゴー気候合意（2021年11月）

2021年11月の第26回締約国会議（COP26）において採択された「グラスゴー気候合意」では、世界の平均気温上昇を1.5℃に抑える努力を追求することが明記され、2030年までの10年間における行動の加速が求められました。

(2) 国の動向

① 地球温暖化対策計画策定（2016年5月）

2016年5月、「パリ協定」の採択等を踏まえ、2030年度までを計画期間とする「地球温暖化対策計画」が策定されました。この計画は、地球温暖化対策の総合的かつ計画的な推進を図るため、政府が「地球温暖化対策推進法」に基づいて策定する日本で唯一の地球温暖化に関する総合計画です。温室効果ガスの排出抑制及び吸収の目標、事業者、国民等が講ずべき措置に関する基本的事項、目標達成のために国、地方公共団体が講ずべき施策等について記載されています。

② 2050年カーボンニュートラル宣言（2020年10月）

首相所信表明演説において、「2050年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする脱炭素社会※の実現を目指す」ことを表明し、次世代型太陽電池※、カーボンリサイクル※をはじめとした、革新的なイノベーションの実用化に向け、研究開発を加速度的に促進することなどが示されています。

③ 地球温暖化対策計画改定（2021年10月）

2021年4月、政府は、「2050年カーボンニュートラル※」と整合的で野心的な目標として、2030年度において温室効果ガス46%削減（2013年度比）を目指すこと、更に50%削減の高みに向けて挑戦を続けることを表明し、これを踏まえて2021年10月に「地球温暖化対策計画」が改定されました。



<下水道事業>

① 国土交通省環境行動計画改定（2021年12月）

2021年12月、「地球温暖化対策計画」の改定等を踏まえ、国土交通省の環境配慮方針として、国土交通省が取り組む環境関連施策を体系的にとりまとめた「国土交通省 環境行動計画」が改定されました。前計画（計画期間2014～2020年度）においては、「低炭素社会」、「循環型社会*」、「自然共生社会」の構築を目指していましたが、2050年までにCO₂排出実質ゼロとする「2050年カーボンニュートラル」に向けて、2030年までの10年間における行動の加速が求められている情勢を踏まえ、全面的に改定されました。「脱炭素社会」、「気候変動適応社会」、「自然共生社会」、「循環型社会」を包含する持続可能で強靱なグリーン社会の実現に向けて、「国土交通グリーンチャレンジ」を重点プロジェクトとして位置づけ、2050年までを見据えつつ2030年度までを計画期間として、計画的・効果的に取組を推進することとしています。

② 「下水道政策研究委員会 脱炭素への貢献のあり方検討小委員会」設置(2021年10月)

脱炭素社会の実現に向けた目指すべき下水道のあり方などが検討されました。脱炭素社会の実現に貢献する下水道の将来像を定め、関係者が一体となって取り組むべき総合的な施策とその実工程表について、最新の知見や下水道関係者の意見、政府目標及び関連計画等を踏まえた上で報告書がとりまとめられました。

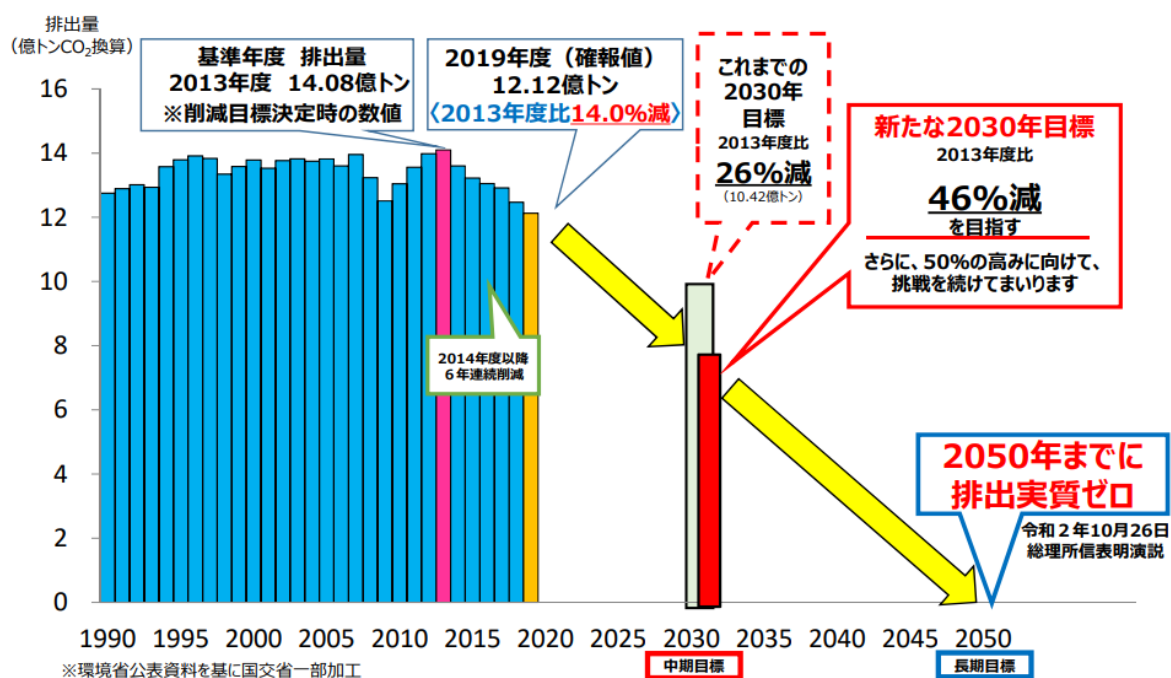


図 1-7 我が国の温室効果ガス削減の中期目標と長期目標
 (国土交通省「カーボンニュートラルの実現に貢献するための
 下水道技術の技術開発等に関するエネルギー分科会報告書」2022年4月)



(3) 札幌市の動向

① 「環境首都・札幌」宣言（2008年6月）

市民一人ひとりがこれまで以上に地球環境保全に取り組んでいく決意をし、世界に誇れる環境都市を目指すため、「さっぽろ地球環境憲章[※]」と「地球を守るためのプロジェクト・札幌行動[※]」を策定し、「環境首都・札幌」を宣言しました。

② 「ゼロカーボンシティ」を目指すことを宣言（2020年2月）

市議会の代表質問の質疑の中で市長が「2050年には温室効果ガス排出量の実質ゼロ[※]を目指すこと（ゼロカーボンシティ）」を宣言するとともに、2030年についても高い温室効果ガスの削減目標を掲げる考えを表明しました。

③ 気候変動対策行動計画を策定（2021年3月）

市域・市役所全体における気候変動対策分野の個別計画であり、2050年の目標であるゼロカーボンと札幌市のあるべき姿を設定したうえで、2030年の目標やその達成に向けた取組等を示した計画を策定しました。

④ 脱炭素先行地域に選定（2022年11月）

札幌市は、民間企業や大学との共同提案により、環境省の「脱炭素先行地域」第2回公募に応募し、選定されました。

⑤ 「北海道・札幌宣言」を発出（2023年4月）

G7[※]気候・エネルギー・環境大臣会合の札幌開催の機会をとらえ、北海道と共同で、脱炭素を通じてエネルギーの地産地消と道内経済の活性はもとより、日本及び世界のGX[※]に貢献していくことについて宣言しました。

⑥ 「Team Sapporo-Hokkaido」を設立（2023年6月）

北海道の国内随一の再生可能エネルギーのポテンシャルを最大限に活用し、世界中からGXに関する情報・人材・資金が北海道・札幌に集積する「アジア・世界の金融センター」の実現に向けて、21機関で構成された産学官金のコンソーシアム（共同事業体）を設立しました。

<下水道事業>

① 「札幌市下水道事業における地球温暖化対策推進計画」を策定（2012年2月）

2010年度に策定された札幌市全体の温暖化対策の計画である「札幌市温暖化対策推進ビジョン」を踏まえ、下水道事業においても、温室効果ガス排出量を率先的かつ計画的に削減し、「低炭素・循環型都市の実現」を目指すこととし、2011年度から2015年度までの5年間で年平均1%以上のエネルギー使用量の削減を目標とした計画を策定し、一定程度のエネルギー削減は達成できました。

② さっぽろの下水道 環境報告書

2020年度までは、2014年度に策定した「札幌市役所エネルギー削減計画（旧計画）」に基づき、下水道事業における地球温暖化対策を推進し、2021年度からは、同計画を統合して策定された「札幌市気候変動対策行動計画」に基づき、進行管理しています。

実施した対策等については、「さっぽろの下水道 環境報告書」にて毎年公表しています。



コラム③ 脱炭素先行地域

脱炭素先行地域とは

地域特性等に応じた先行的な脱炭素の取組を実行することにより、2030年までに民生部門（家庭部門及び業務その他部門）の電力消費に伴うCO₂排出実質ゼロの実現を目指す地域です。環境省では、2025年までに全国で少なくとも100か所を選定することを表明しています。

提案タイトル

ゼロカーボン都市「環境首都・SAPPORO」を目指して
ー産学官による積雪寒冷地モデルの構築ー

取組の全体像

札幌市の地域課題「積雪寒冷地域における冬期の生活利便性向上」、「人口減少」、「都市基盤の老朽化、災害時のレジリエンス[※]向上」の解決に向け、札幌都心民間施設群や水素モデル街区、公共施設群などのエリアにおいて建物の省エネ化や再生可能エネルギーの導入などの取組を実施します。

コラム④ 持続可能な開発目標（SDGs）

持続可能な開発目標[※]（Sustainable Development Goals、SDGs [エス・ディー・ジーズ]）は、2015年9月の国連サミットで採択された「持続可能な開発のための2030アジェンダ」において記載された、2016年から2030年までの国際目標です。持続可能な世界を実現するための17のゴール（目標）と169のターゲット（取組・手段）から構成され、地球上の誰一人として取り残さない（no one will be left behind）ことを誓っています。

札幌市は、2018年にSDGsの達成に向けた優れた取組を提案する「SDGs未来都市」に選定されており、市全体としてSDGsの推進につながる取組を行うこととしています。



本構想の取組は、以下の各ゴールに関連します。（※構想の取組については、P. 20～33を参照）



エネルギーをみんなに
そしてクリーンに



住み続けられる
まちづくりを



つくる責任
つかう責任



気候変動に
具体的な対策を



第2章 構想の位置づけと温室効果ガス削減目標

2-1 構想の位置づけと目的

札幌市におけるまちづくりの最上位の総合計画である「札幌市まちづくり戦略ビジョン」で定める方針を踏まえ策定された「札幌市気候変動対策行動計画」は、札幌市域・市役所全体における気候変動対策分野の個別計画となっています。

今回策定する「札幌市下水道脱炭素構想」は、「札幌市気候変動対策行動計画」と連携し、整合を図るとともに、「札幌市下水道改築基本方針」と連携しながら、「札幌市下水道ビジョン」や「札幌市下水道事業中期経営プラン」に考え方を反映することで、具体的な取組を実施していくことを目的とします。

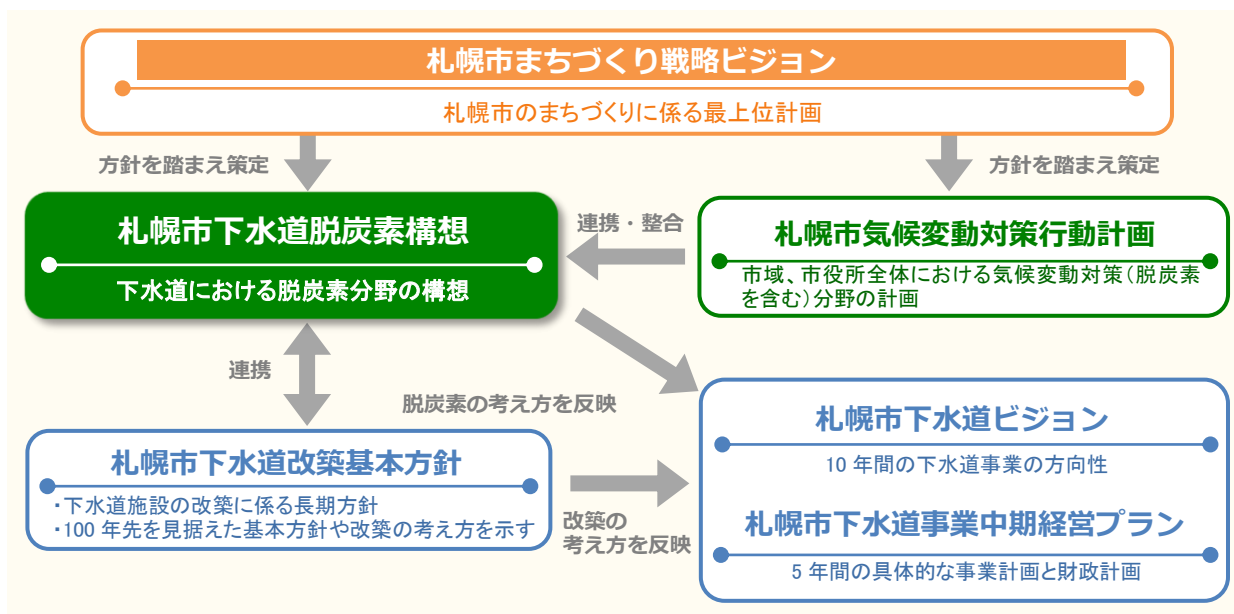
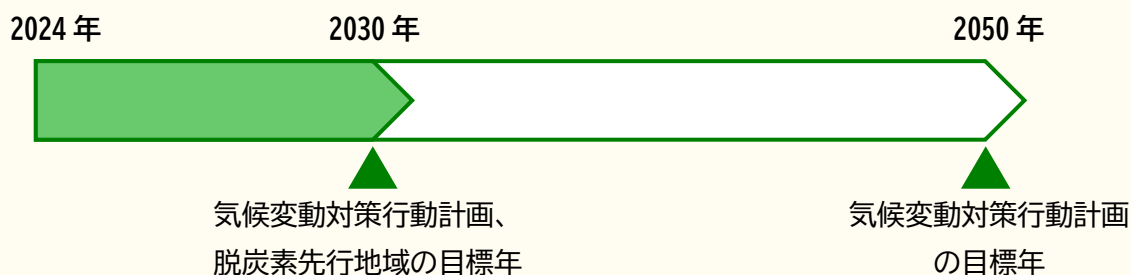


図 2-1 構想の体系と関連する主な計画

2-2 構想期間

下水道事業の温室効果ガスの削減の取組については、「札幌市気候変動対策行動計画」に合わせ、**2024年から2050年までを構想期間**として設定します。また、構想期間中は、「札幌市気候変動対策行動計画」や「脱炭素先行地域」に選定されたことに伴う目標について、期限内の達成を目指します。





2-3 温室効果ガス削減目標

2021年3月に策定された「札幌市気候変動対策行動計画」では、市役所の事務・事業の温室効果ガス排出量を2030年までに60%削減(2016年比)、2050年に実質ゼロとすることを目標としています。また、2022年11月に札幌市が「脱炭素先行地域」に選定されたことに伴い、2030年までに市有施設での電力消費に伴うCO₂排出量実質ゼロとすることを目標としているため、下水道事業においても、これらに合わせ、目標を次のとおり設定します。

「札幌市気候変動対策行動計画」における市役所の事務・事業の目標

2030 年目標

2016年比:温室効果ガス排出量 **60%削減**

2022年11月、札幌市が「脱炭素先行地域」に選定されたことに伴う目標
市有施設での電力消費に伴うCO₂排出量の**実質ゼロ**

2050 年目標

温室効果ガス排出量の**実質ゼロ**

コラム⑤

札幌市気候変動対策行動計画



札幌市では、持続可能な低炭素社会の実現に向けた温室効果ガス排出量の削減を推進するための計画として、2015年3月に「札幌市温暖化対策推進計画」を策定し、施策を進めてきました。

計画策定以降、国連サミットでの「持続可能な開発目標 (SDGs)」の採択や、新たな気候変動対策における世界的な枠組みである「パリ協定」の発効、気候変動に関する政府間パネル※ (IPCC) による「1.5℃特別報告書」の公表など、低炭素社会から脱炭素社会への動きが加速していることから、札幌市においても、持続可能な脱炭素社会の実現を目指し、2021年3月に「札幌市気候変動対策行動計画」を策定しました。

この計画は、「札幌市温暖化対策推進計画」、「札幌市エネルギービジョン」及び「札幌市役所エネルギー削減計画」を統合し、新たに「気候変動適応法」に基づく“地域気候変動適応計画”としても位置付けるものです。

「札幌市下水道脱炭素構想」は、この「札幌市気候変動対策行動計画」と十分な連携を図り、取組を進めます。





第3章 下水道事業において排出される温室効果ガス

3-1 下水道の整備状況

札幌市の下水道整備状況は、2022 年度末現在、管路延長約 8,300km、水再生プラザ※10 か所、ポンプ場※16 か所、下水処理の過程で発生する汚泥を処理するためのスラッジセンター※2 か所、下水道管の清掃時や水再生プラザ・ポンプ場で発生する土砂やごみを処理する洗浄センター2 か所などとなっています。

10 か所の水再生プラザでは、年間約 3 億 m^3 もの下水を処理し、2 か所のスラッジセンターでは、年間約 20 万 t もの汚泥を処理していることから、膨大なエネルギーを使用しています。

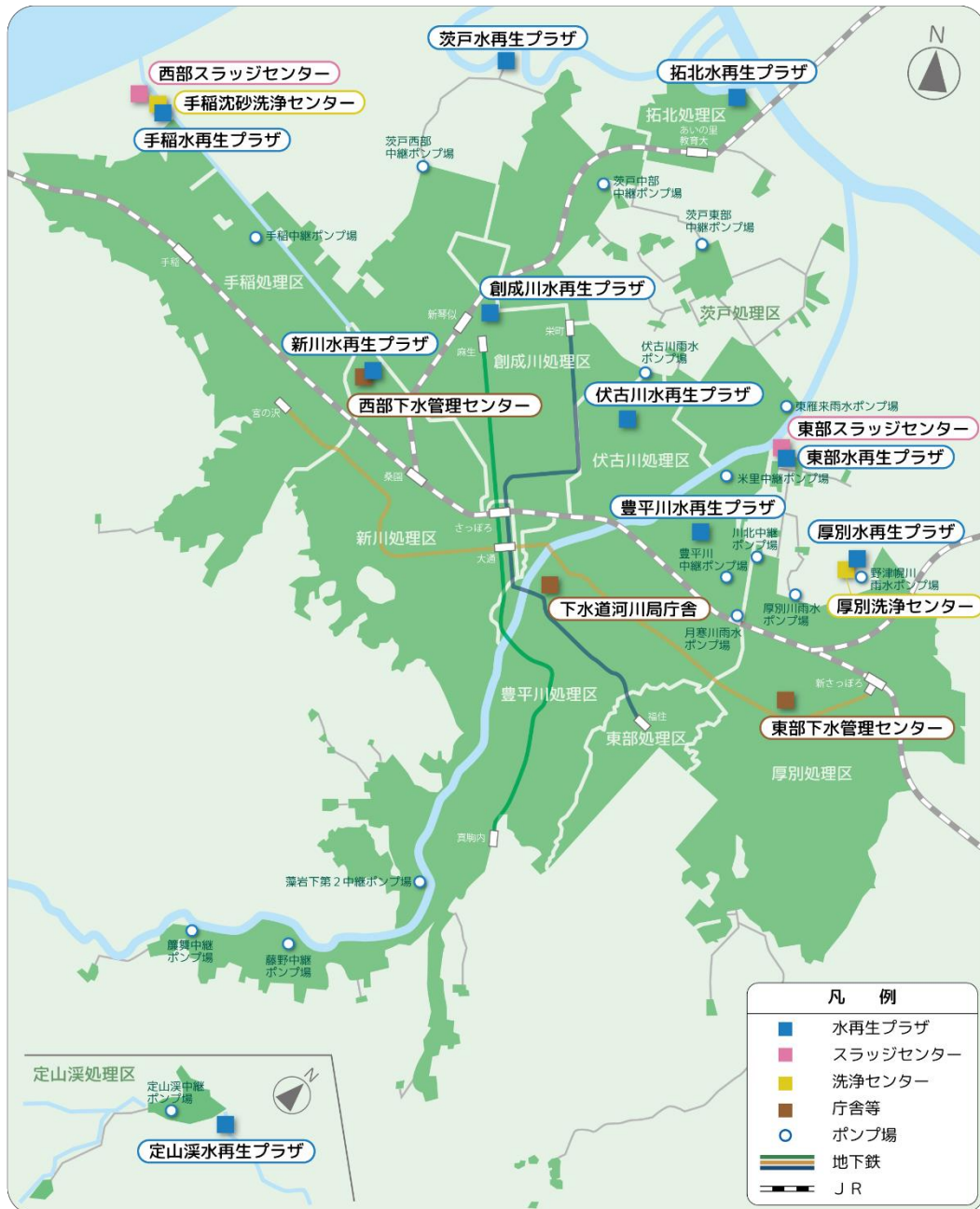


図 3-1 札幌市の下水道整備状況



3-2 現状と課題

(1) 下水道事業から発生する温室効果ガスの現状

① 札幌市役所の温室効果ガス排出量

札幌市役所は、図 3-2 のとおり市域の温室効果ガスの約 6%を排出する市内最大級の事業者であり、中でも下水道事業が排出する温室効果ガスは、札幌市役所全体の排出量の 14%(図 3-3)を占めていることから、排出量の削減に率先して取り組む必要があります。

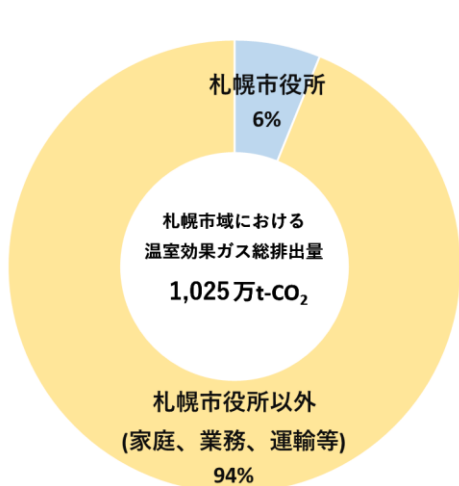


図 3-2 札幌市域における温室効果ガス排出量 (2021 年度)

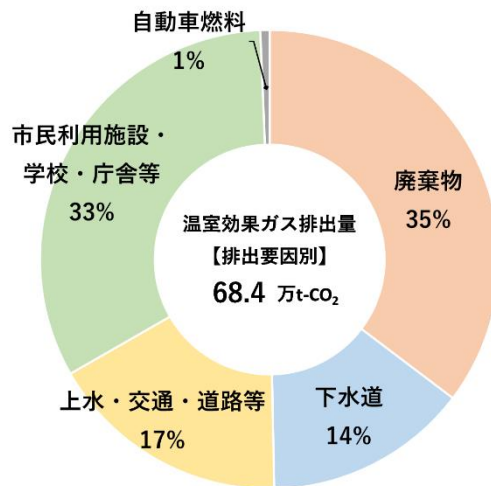


図 3-3 市役所で排出する温室効果ガスの内訳 合計約 68.4 万 t-CO₂ (2022 年度)

② 下水道事業から発生する温室効果ガスの種類

下水道事業では一般的に、電力や燃料といったエネルギーを使用することにより排出する温室効果ガスが大半を占めています。札幌市においても処理に必要な電力使用に伴う温室効果ガス排出量の割合が最も多く、全体の 60%を占めています。

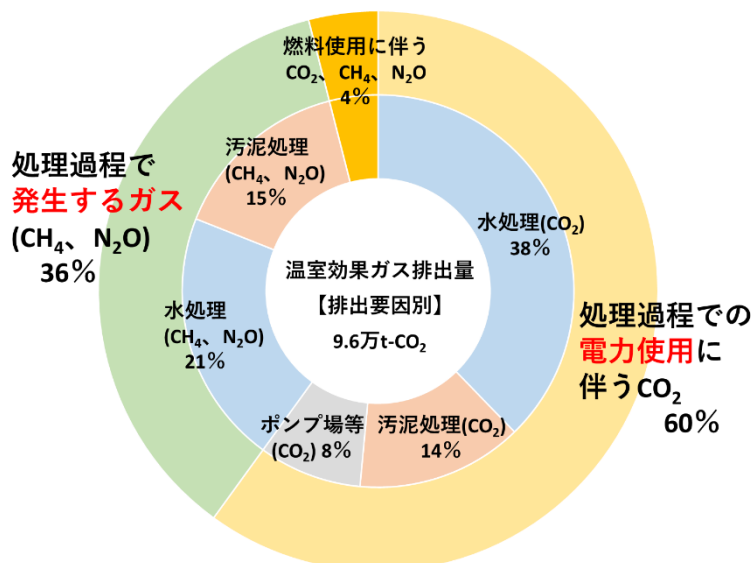


図 3-4 温室効果ガス排出量の割合【排出要因別】 (2022 年度)



下水道事業では、電力や燃料などのエネルギー使用に伴う温室効果ガスのほかに生物処理や汚泥焼却で発生するメタン(CH₄)や一酸化二窒素(N₂O)といった温室効果ガスを排出しているという特徴があります。

電力・燃料の使用に伴う温室効果ガス

【二酸化炭素(CO₂)】

電力使用：ポンプや送風機等設備の運転により消費される電力に由来する二酸化炭素を指します。(電力を化石燃料により発電している事業者から購入した場合)

燃料使用：雨水ポンプや自家発電機の運転で使用する燃料や、焼却炉の起動の際に使用する燃料などから発生する二酸化炭素を指します。

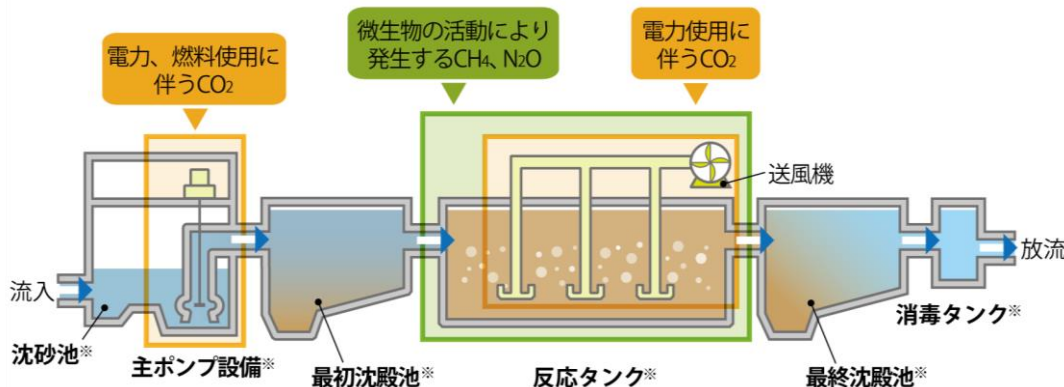
生物処理や汚泥焼却で発生する温室効果ガス

【メタン(CH₄)、一酸化二窒素(N₂O)】

生物処理：下水処理の過程において、微生物等の活動による反応によって発生するメタンや一酸化二窒素を指します。

汚泥処理：汚泥の焼却処理の過程で発生するメタンや一酸化二窒素を指します。

● 水処理における主な温室効果ガス排出要因



● 汚泥処理における主な温室効果ガス排出要因

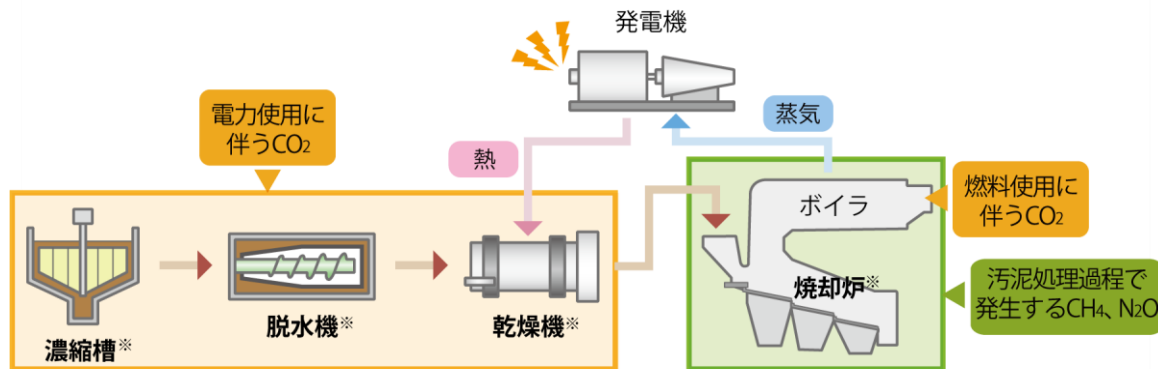


図 3-5 水処理と汚泥処理における主な温室効果ガス排出要因

温室効果ガスは、種類ごとに影響が異なり、二酸化炭素(CO₂)による地球温暖化の影響を1とした場合の各ガスの相対的な影響の大きさを表す係数として「地球温暖化係数」があります。この係数は、2023年現在、「地球温暖化対策の推進に関する法律施行令」により、以下のとおり定められています。今後、施行令の改正により地球温暖化係数が変更された場合は、進行管理の中で反映していきます。

【温室効果ガス】	二酸化炭素	メタン	一酸化二窒素
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
【地球温暖化係数】	1	25	298

図 3-5 温室効果ガスの種類と地球温暖化係数 (2023年現在)



③ 下水道事業におけるエネルギーの使用状況

下水道事業における 2022 年度のエネルギー使用量は、原油換算で約 3.5 万 kl であり、その内訳は、水処理 60%、汚泥処理 24%、ポンプ場 5%、光熱水 8%などとなっています。また、主要設備別に見ると、送風機が 30%、焼却炉等が 24%などとなっています。

この結果から、水処理、汚泥処理におけるエネルギー使用量が多く、特に送風機などの設備のエネルギー使用量が多いことから、これらの設備について対策することが効果的であることが分かります。

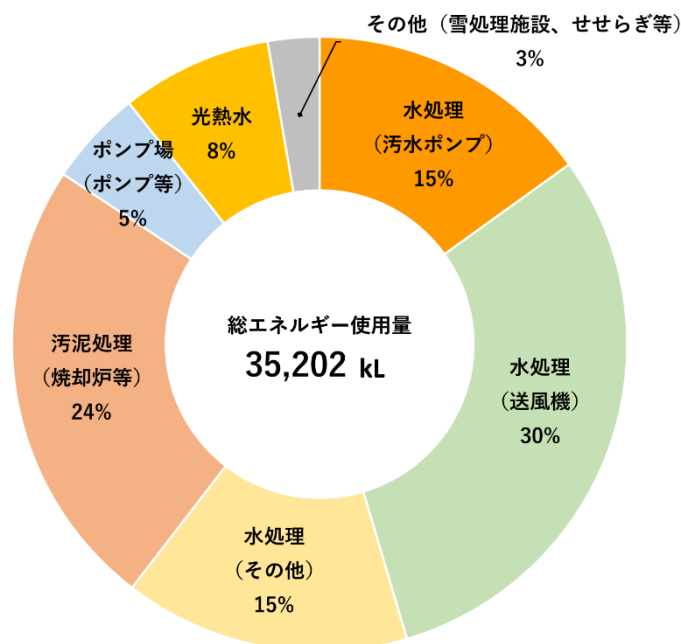


図 3-6 エネルギー使用量(原油換算)の割合[主要設備別] (2022 年度)

コラム⑥

下水を処理するための電力

水再生プラザでは、下水に含まれるごみや土砂を取り除いた後、微生物の働きを利用してきれいに処理し、河川に放流しています。この微生物の活動を活発にするためには、下水中に大量の空気を送り込む必要があることから、空気を送るための機械である送風機に多くの電力を使用しています。





④ 下水道事業における温室効果ガスの排出状況とその要因

下水道事業における温室効果ガス排出量は、1990年以降、2010年まで減少傾向で推移してきました。その後、2011年3月に発生した東日本大震災を契機として原子力発電所が順次停止し、火力発電所の稼働が増加した結果、2012年以降の排出量は大幅に増加し、2013年の排出量は過去最高の13.9万t-CO₂となりました。それ以降、各小売電気事業者から調達した電力については、再生可能エネルギーを利用して発電した電力の構成割合が増えていることに加え、これまでの省エネ設備の導入や創エネ・再エネの取組効果により、温室効果ガス排出量は減少してきています。

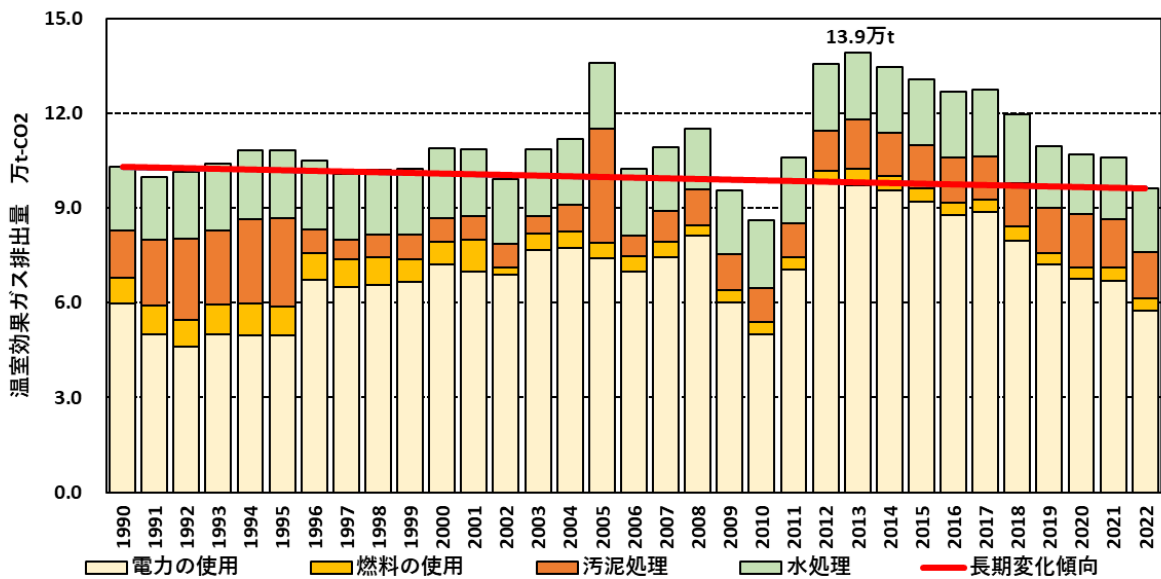
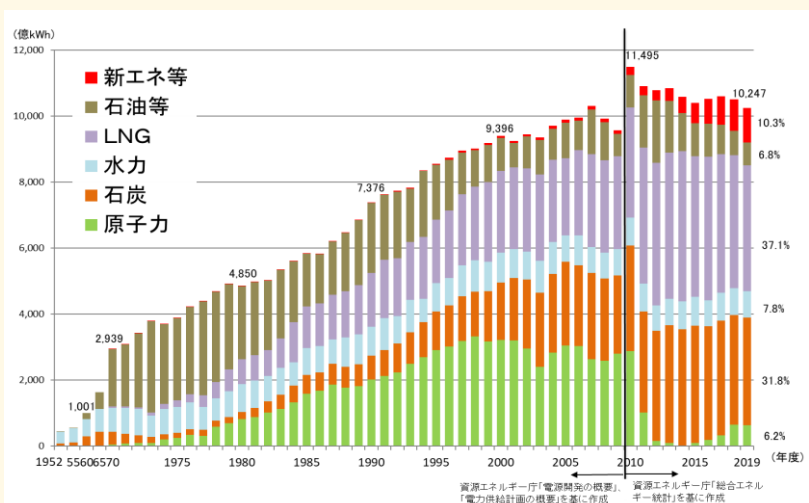


図 3-7 温室効果ガス排出量の推移（1990年～2022年）

コラム⑦

日本の電力供給の動向

日本では、1973年の第一次石油危機を契機として、電源構成の多様化が図られてきました。一方で、原子力については、東日本大震災の影響により、2013年9月から原子力発電所の停止が続いていましたが、2015年以降、順次原子力発電所の再稼働が進んでいます。



資料：資源エネルギー庁ホームページより



(2) これまでの取組と課題

① 省エネ、創エネ・再エネ

札幌市の下水道事業から発生する温室効果ガスは、電力の使用によるものが最も多いことから、これまでも、設備の改築にあわせた超微細気泡散気装置[※]などの省エネ設備の導入や、下水汚泥[※]の焼却熱を利用した蒸気発電設備の導入による購入電力の削減などに取り組み、温室効果ガス排出量の削減に努めてまいりました。その結果、札幌市の基準年である 2016 年に比べ、2022 年には約 3.1 万 t、約 24%の温室効果ガスを削減できました（「図 3-7 温室効果ガス排出量の推移（1990 年～2022 年）」参照）。

一方、省エネ設備の導入や下水道資源の活用には、まだ余地があることから、これまでの取組を継続しながら、更なる温室効果ガスの削減を図る必要があります。

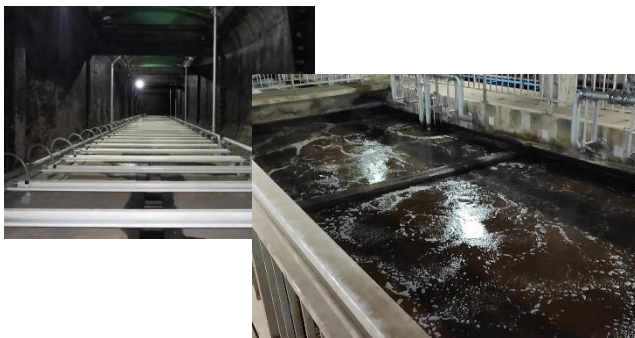


図 3-8 省エネ設備の例(超微細気泡散気装置)



図 3-9 蒸気発電設備

② 他分野への貢献

積雪寒冷地である札幌市ならではの取組として、処理水を利用した「融雪槽[※]」などの雪処理施設や下水熱を活用したロードヒーティングなどを導入し、雪処理等に係る化石燃料[※]の使用量を削減することで、温室効果ガスの削減に寄与してきました。また、民間事業者などにおける下水熱の活用を促進するため、「札幌市下水熱利用ガイドライン」や「札幌市下水熱ポテンシャルマップ」を作成・公表していますが、下水熱についてはまだ活用できるポテンシャルがあります。今後も処理水や下水熱など、下水道が有するエネルギーを活用し、札幌市全体の脱炭素社会の形成に向けて、他分野への貢献を積極的に進める必要があります。



図 3-10 厚別融雪槽



図 3-11 ロードヒーティング

課題

温室効果ガスの削減を図るため、更なる省エネ設備の導入や下水道資源の活用を進める必要があります。また、下水道が有するエネルギーを活用し、札幌市全体の脱炭素社会の形成に向けて、他分野への貢献を積極的に進める必要があります。



③ 施設の老朽化を踏まえた再構築

札幌市の下水道施設は、1970年代から1980年代に集中的に整備を進めてきたことから、近年、老朽化した下水道施設が急増しています。また、長期的な推計によると、今後、札幌市の人口減少は拡大する見通しとなっています。

そのため、処理施設の再構築にあたっては、100年先を見据えて、人口減少に伴う下水量の減少を踏まえた統廃合などによる施設規模の適正化や、延命化による事業費の縮減・平準化といった方針を「札幌市下水道改築基本方針」において整理しています。

この処理施設の再構築の際には、躯体の新設等に合わせた処理方式の抜本的な変更が可能となることから、これまで削減が難しかったN₂Oなどの温室効果ガスを、大幅に減らすことが期待できます。

計画的に脱炭素化を進めるため、こうした処理施設の再構築という好機を逃すことなく「人口減に伴う下水量の減少に対応した施設規模の適正化」、「処理過程由来の温室効果ガスの削減」、「下水汚泥のエネルギー化の拡大」などに積極的に取り組むことが重要です。そのため、今後は処理方式の抜本的な変更などを行うとともに、国内外の技術開発の動向なども捉えながら、より先進的な取組を進めていく必要があります。

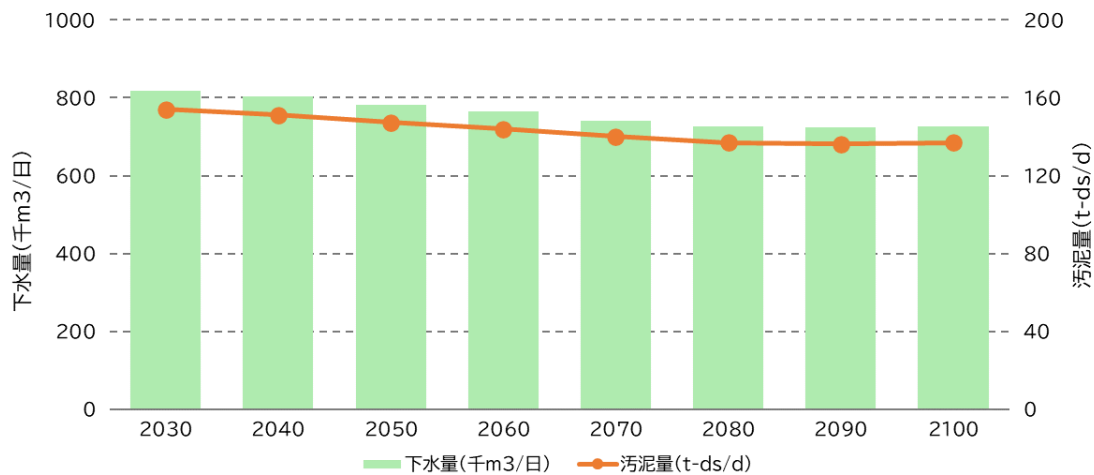


図 3-12 札幌市における下水量と汚泥量の見通し

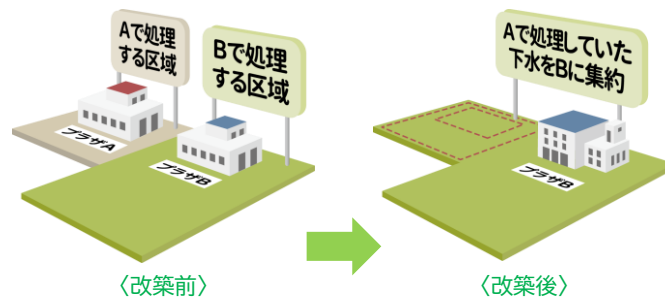


図 3-13 統廃合による施設規模適正化のイメージ

課題

計画的に脱炭素化を進めるため、処理施設全体の大規模な再構築の時期を逃すことなく、処理方式の抜本的な変更などを行うとともに、国内外の技術開発の動向なども捉えながら、より先進的な取組を進めていく必要があります。



第4章 脱炭素に向けた方針と取組の方向性



2050年の温室効果ガス排出量実質ゼロという高い目標を達成するため、以下の方針と取組の方向性を定めます。

4-1 脱炭素に向けた方針

第3章の現状と課題を踏まえ、脱炭素社会の形成に向けて、以下の方針を示します。

次の100年を見据え、下水道施設の再構築に合わせた取組やエネルギーの供給拠点として**多様な分野等との連携**を進めることで、脱炭素社会の形成に寄与します。

4-2 取組の方向性

脱炭素に向けた方針を受け、以下の3つの取組の方向性を示します。

I 温室効果ガスの削減（省エネ）

- ・設備の改築にあわせて最新の省エネ設備の導入を進めます。
- ・維持管理において、効率的な運転を継続して行います。
- ・施設の再構築にあわせた処理方式の変更など、抜本的な取組を進めます。

II 下水道資源の活用（創エネ・再エネ）

- ・下水汚泥の処理過程で発生するエネルギーの更なる活用を進めます。
- ・下水熱や未利用空間などのエネルギー・資源の活用を進めます。

III 多様な分野・主体との連携

- ・下水道の持つ資源を他分野に供給することで、他分野の脱炭素化に一層貢献します。
- ・他分野から資源やエネルギーを受け入れ、活用を進めます。
- ・市民・企業・学術機関との連携により、普及啓発活動や新技術の導入等を行うことで、温室効果ガスの削減につなげます。



第5章 目標の達成に向けた取組と削減効果



5-1 温室効果ガス削減の考え方

(1) 温室効果ガス削減のプロセス

まず、省エネ設備の導入や汚泥の処理過程で発生するエネルギー等を活用（創エネ）して、購入する電力量や、化石燃料使用量を最大限削減します。

しかし、使用する電力をゼロにするのは困難であることから、次のステップとして、省エネ・創エネ等の取組を実施してもなお必要な電力については、再エネ電力に転換します。

最後に、排出量をゼロにすることが困難な、生物処理や汚泥焼却で発生するCH₄やN₂Oなどの温室効果ガスについては、クレジット等の活用を検討し、排出量の削減を図ります。

これらの考え方により、2050年に温室効果ガス排出量ゼロの目標達成を目指し、2050年以降も下水道事業における省エネ、創エネ等による温室効果ガス削減の取組を進めることにより、購入する電力やクレジット等を活用する量を減らします。

温室効果ガス削減のプロセス

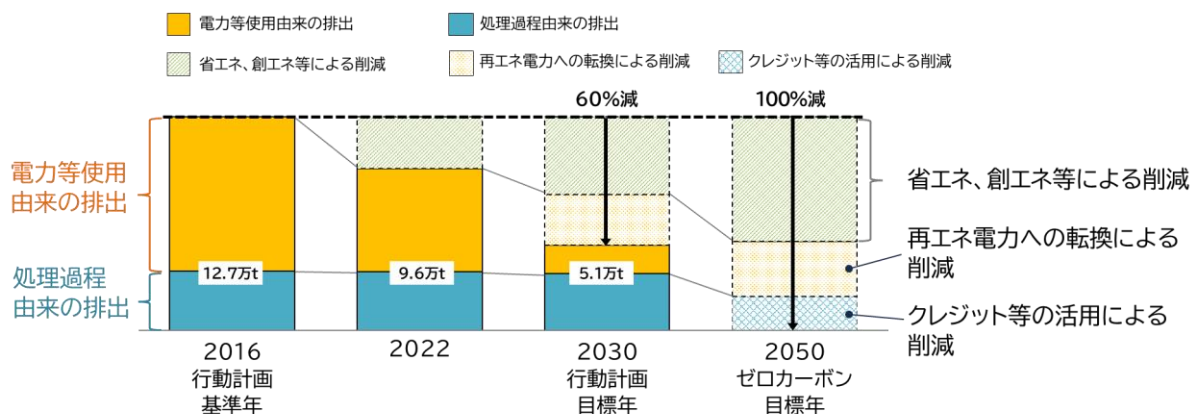
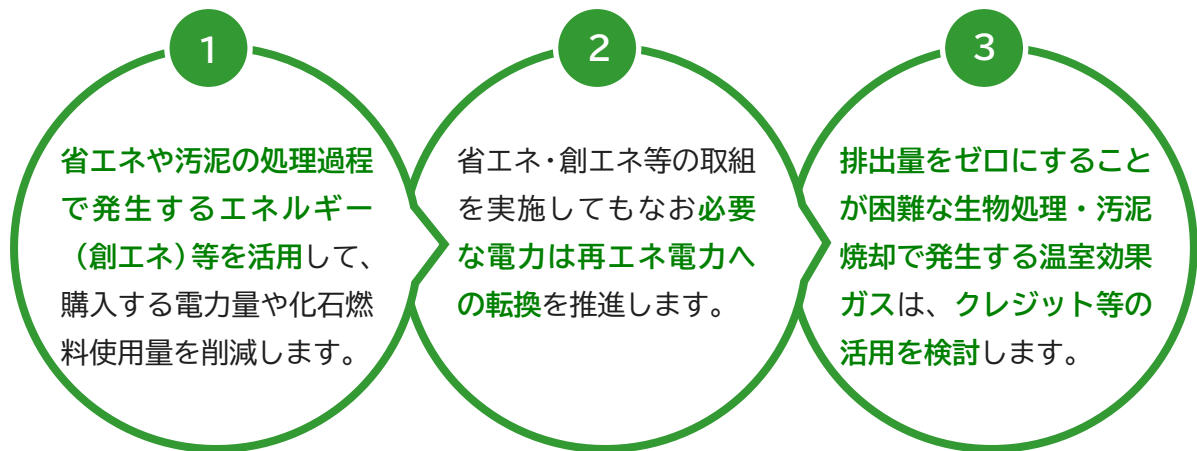


図 5-1 温室効果ガス削減のイメージ



(2) 電力使用に伴う温室効果ガス削減効果の算定

電気を作るためには大量の化石燃料が使われており、CO₂排出量の増加の要因となっています。一方、太陽光発電などの再生可能エネルギーはCO₂を排出することなく電気を作る（排出係数0）ことができるため、再生可能エネルギーの利用拡大によりCO₂排出量を削減することができます。

電力を使用することは間接的に温室効果ガスの排出につながり、電力を使用したことによる温室効果ガス排出量の算定には、電力の排出係数が用いられます。この排出係数は、電力1kWhあたりのCO₂排出量を示しており、電力の使用による年間のCO₂排出量は、年間の電力使用量にこの排出係数をかけて算定することができます。

電力の排出係数は、各小売電気事業者が調達する電力の電源構成により変動するため、再生可能エネルギーを利用して発電した電力を供給する小売電気事業者を選択することも重要です。

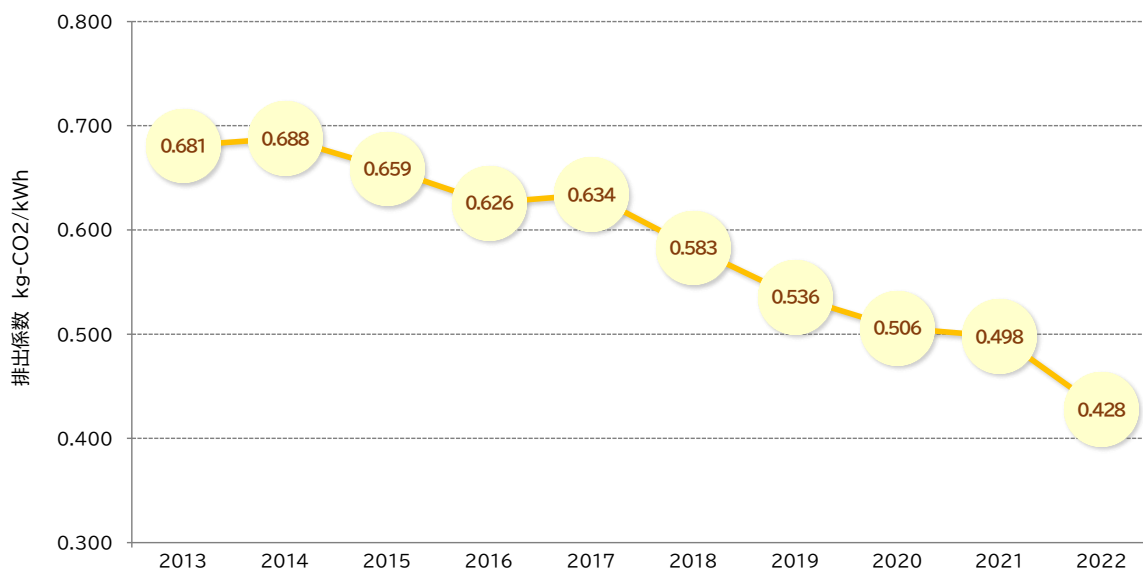


図 5-2 札幌市下水道事業の排出係数の経年変化のグラフ

なお、温室効果ガス削減量の算定については、下水道事業の取組による効果を分かりやすくするため、直近(2022年)の排出係数0.428kg-CO₂/kWhで固定することとします。

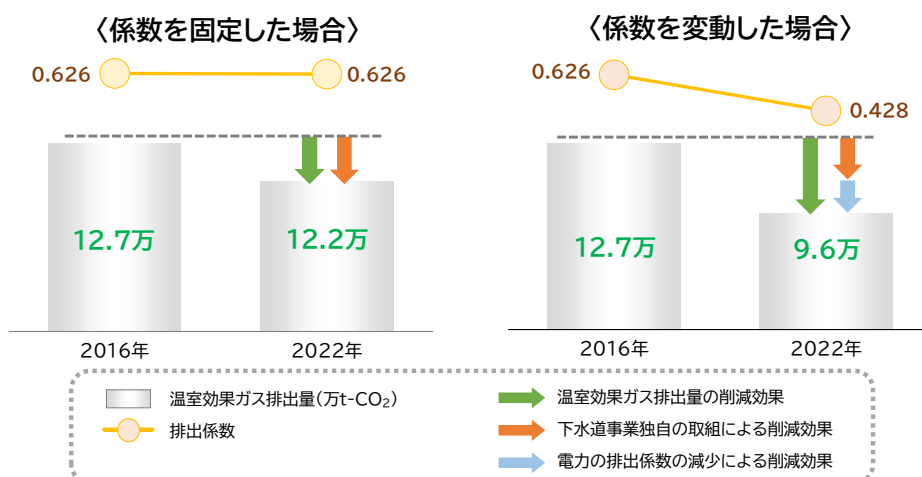


図 5-3 固定係数と変動係数で算定した場合の温室効果ガス排出量の変化



5-2 目標の達成に向けた取組と削減効果

温室効果ガス削減目標の達成に向けて、以下の取組を検討します。

取組の方向性	取組	削減対象ガス		
		CO ₂	CH ₄ 、N ₂ O	
I 温室効果ガスの削減 (省エネ)	(1) 改築にあわせた取組			
	① 省エネ設備の導入	●		
	② ICTを活用した運転制御	●		
	③ 照明設備のLED化	●		
	④ カーボンニュートラル燃料で稼働する設備の導入	●	●	
	⑤ 下水道河川局庁舎の省エネ化・再エネ導入	●		
	(2) 維持管理における取組			
	① ゼロエミッション自動車の導入	●		
	② 効率的な運転管理	●		
	③ 水量減に伴う削減	●	●	
	(3) 下水道施設の再構築にあわせた抜本的な取組			
	① 処理方式変更に伴うCO ₂ 削減	●		
	② 処理方式変更に伴うN ₂ O削減		●	
	II 下水道資源の活用 (創エネ・再エネ)	(1) 下水汚泥の処理過程で発生するエネルギーの活用		
		① 蒸気発電	●	
② バイオガス(消化ガス)発電		●		
(2) 下水熱の活用				
① ロードヒーティング		●		
② 空調		●		
(3) 未利用空間の活用				
① 太陽光発電		●		
② 森林づくり		●		
III 多様な分野・主体との連携	(1) 他分野への供給(※下水道事業の削減効果の対象外)			
	① 雪処理施設(融雪槽)	●		
	② 雪処理施設(地域密着型)	●		
	③ 下水熱(ロードヒーティング)	●		
	④ 下水熱(空調)	●		
	(2) 他分野からの供給			
	① し尿・浄化槽汚泥等の受入検討	●		
	② 市有施設との連携による再エネ電力の利用拡大	●		
	③ 再エネ電力への転換	●		
	④ クレジット等の活用		●	
	(3) 市民・企業・学術機関との協力			
	① 普及啓発	●	●	
	② 民間との協働による雨水流出抑制の推進	●		
③ 産官学連携による技術革新	●	●		
④ 建設工事における環境に配慮した取組の実施	●			

図 5-4 温室効果ガス削減の取組一覧

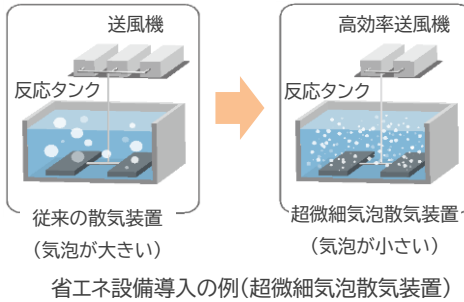


取組の方向性 I 温室効果ガスの削減（省エネ）

【削減効果】 2030年:0.7万t-CO₂ 2050年:3.3万t-CO₂

(1) 改築にあわせた取組

① 省エネ設備の導入



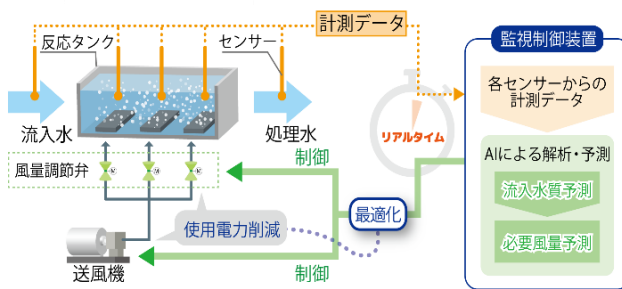
検討内容

設備の改築にあわせて効率の良い省エネ設備を導入することなどにより、電力使用量を削減します。

<超微細気泡散気装置の導入>

小さな気泡で空気を送り込み、下水をきれいにする微生物が必要とする酸素を水中に溶け込みやすくすることで、送風機の送風量を抑え、電力使用量を削減します。

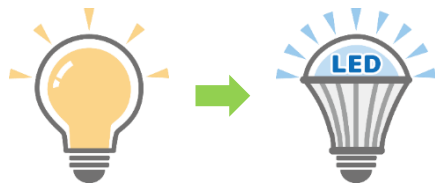
② ICT を活用した運転制御



検討内容

反応タンクに水質センサーを設置し、ICT※(情報通信技術)を活用することで、送風機の最適な風量を予測・制御し、処理水質の安定化と電力使用量の削減を図ります。

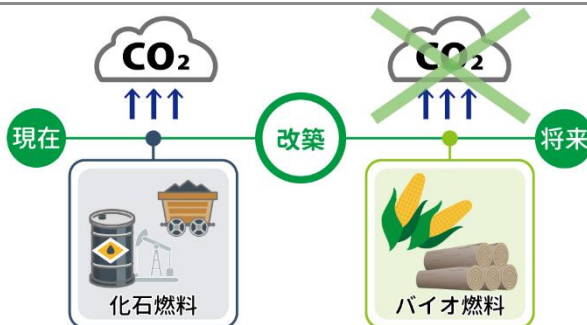
③ 照明設備のLED化



検討内容

水再生プラザやスラッジセンターなどの照明設備をLEDに替えることにより、電力使用量を削減します。

④ カーボンニュートラル燃料で稼働する設備の導入



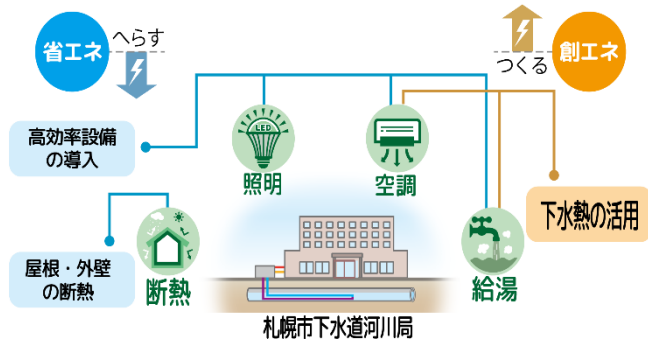
検討内容

設備の改築にあわせ、重油等化石燃料を使用するエンジンなどの設備について、バイオマス由来の燃料で稼働する設備に改築するなど、カーボンニュートラル燃料※を使用することで、燃料の使用に伴うCO₂等を削減します。

※新たな技術の活用が必要となります



⑤ 下水道河川局庁舎の省エネ化・再エネ導入

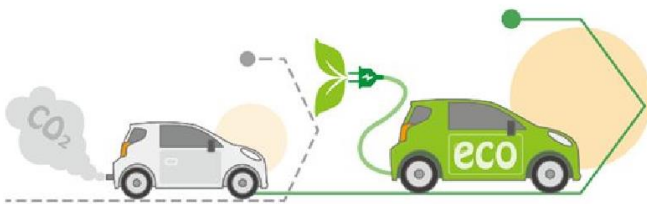


検討内容

下水道河川局庁舎における設備の更新に合わせ、屋根や外壁の高断熱化や、高効率設備の導入に加え、下水熱を活用した空調・給湯設備の導入により、電力使用量を削減し、温室効果ガス排出量を削減します。

(2) 維持管理における取組

① ゼロエミッション自動車の導入



検討内容

公用車に電気自動車※(EV)や燃料電池自動車※(FCV)といったゼロエミッション※自動車を導入することにより、ガソリン等の化石燃料使用量を削減し、温室効果ガス排出量の削減を図ります。

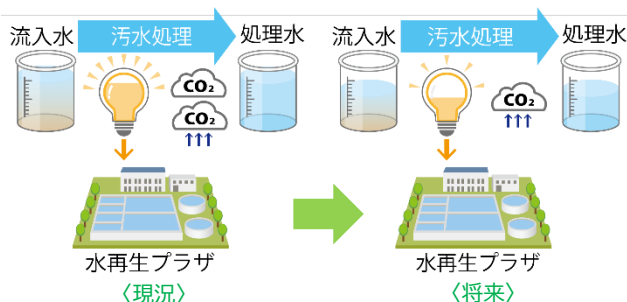
② 効率的な運転管理



検討内容

流入下水の水質や水量変動に応じて最適な送風量及び送風圧力に調整するなど、日常の運転管理方法の見直しや機器の運転時間の短縮などを継続して実施し、温室効果ガスの削減を図ります。

③ 水量減に伴う削減



検討内容

水量減に伴い電力、燃料等の使用量が減少するため、温室効果ガスの排出量が減少します。また、生物処理や污泥焼却で発生するCH₄やN₂Oの排出量が減少します。



(3) 下水道施設の再構築にあわせた抜本的な取組

① 処理方式変更に伴う CO₂ 削減

〈現況〉
〈改造後〉

検討内容

水再生プラザに流入する汚濁負荷を最初沈殿池で汚泥として高効率に回収することで、反応タンク以降の水処理過程に流入する汚濁負荷を低減し、水処理にかかるエネルギーを削減します。

② 焼却方式変更に伴う N₂O 削減

〈現況〉
〈変更後〉

検討内容

焼却方式を変更し、従来より燃焼温度を高めることにより、汚泥焼却で発生する N₂O を削減します。

コラム⑧

市有施設における省エネ化・再エネ導入の事例

札幌市動物愛護管理センター
(あいまる さっぽろ)



【取組内容】

- ・断熱性能の向上、LED 照明、空調・給湯のヒートポンプ[※]化等による省エネ化
- ・地中熱の活用、太陽光発電設備・リチウムイオン蓄電池設置による再エネ導入

中央区複合庁舎



【取組内容】

- ・断熱性能の向上、空調制御等による省エネ化
- ・下水熱のロードヒーティング・空調等への活用
- ・太陽光発電設備、ガスコージェネレーション[※]設置による再エネ導入

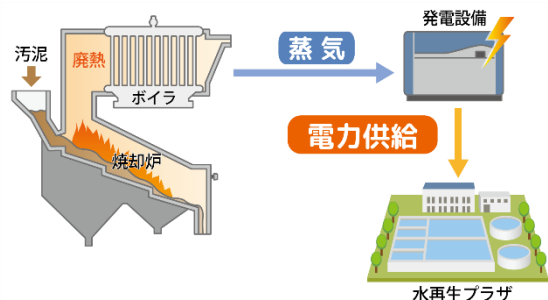


取組の方向性Ⅱ 下水道資源の活用（創エネ・再エネ）

【削減効果】 2030年:0.4万t-CO₂ 2050年:1.0万t-CO₂

(1) 下水汚泥の処理過程で発生するエネルギーの活用

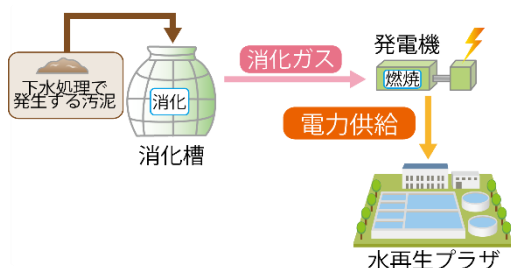
① 蒸気発電



検討内容

汚泥焼却時に発生する廃熱を活用して発電した電力は、カーボンニュートラルな電力であることから、電力会社から購入する電力の使用を低減し、温室効果ガス排出量を削減します。

② バイオガス（消化ガス）発電

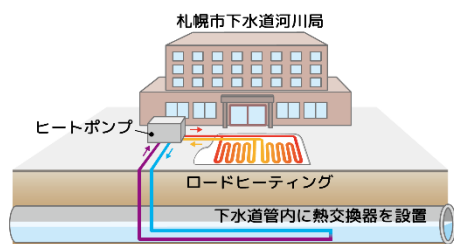


検討内容

下水汚泥を消化槽に投入し、そこで発生するバイオガス（消化ガス）※を活用して発電します。バイオガス（消化ガス）発電による電力はカーボンニュートラルな電力であり、電力会社から購入する電力の使用を低減し、温室効果ガス排出量を削減します。

(2) 下水熱の活用

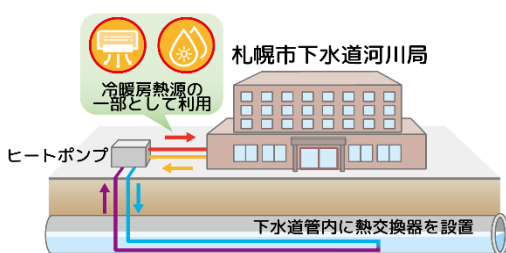
① ロードヒーティング



検討内容

下水道管内に熱交換器※を設置することで下水熱を回収し、下水道施設内のロードヒーティングの熱源にします。これにより、電力使用量や燃料使用量を削減します。

② 空調



検討内容

下水道管内に熱交換器を設置することで下水熱を回収し、下水道施設内の空調の熱源にします。これにより、電力使用量や燃料使用量を削減します。



(3) 未利用空間の活用

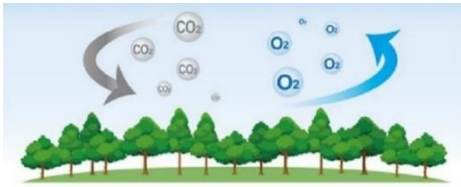
① 太陽光発電



検討内容

下水道施設の敷地内に太陽光発電設備を導入することによって、カーボンニュートラルな電力を発電します。太陽光発電の導入により、電力会社から購入する電力の使用を低減し、温室効果ガス排出量を削減します。

② 森林づくり



検討内容

下水道施設の敷地内に植樹することで、森林の活動による二酸化炭素の吸収源を増やします。これにより、温室効果ガスの削減に貢献します。

コラム⑨ 消化とは

消化とは、下水汚泥を減容化・性状安定化させる処理方法の1つです。

酸素が無い状態で微生物が下水汚泥の有機物を分解(嫌気性発酵)することでバイオガス(消化ガス)が発生し、焼却炉の燃料や発電等に有効利用することが可能です。

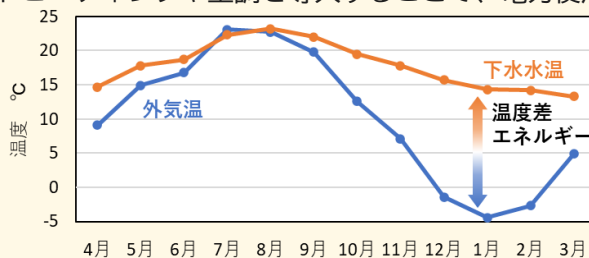


消化槽 (岩見沢市 南光園処理場)

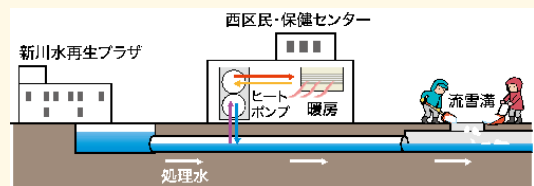
コラム⑩ 下水熱とは

下水の水温は、一般的に「夏は外気温より冷たく、冬は外気温より温かい」という特徴があり、この下水水温と外気温の温度差エネルギーを「下水熱」といいます。

札幌市のような寒冷地では、特に冬の温度差が大きくなっており、この温度差を活用したロードヒーティングや空調を導入することで、電力使用量や燃料使用量を削減します。



外気温：札幌の月平均気温 (2022年度 気象庁)
下水水温：新川水再生プラザの月平均流入水温 (2022年度)



導入事例：西区民・保健センター

流雪溝に送水している処理水を西区民・保健センターの暖房熱源として利用しています。

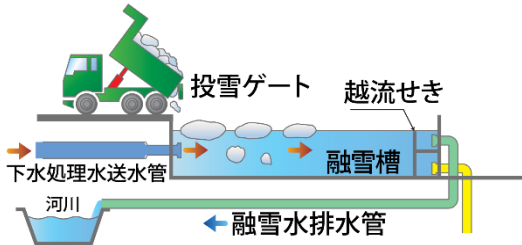


取組の方向性Ⅲ 多様な分野・主体との連携

【削減効果】 2030年:4.7万t-CO₂ 2050年:5.4万t-CO₂

(1) 他分野への供給

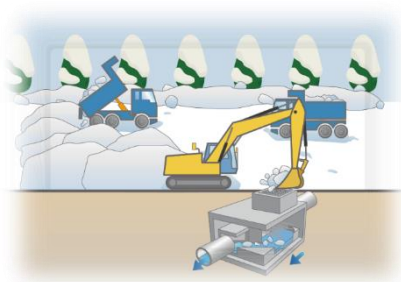
① 雪処理施設（融雪槽）



検討内容

都心部に比較的近い水再生プラザ内に処理水の下水熱で融雪する施設を建設し、郊外にある雪堆積場よりも運搬距離を縮減することで、トラックによる燃料使用量を削減します。

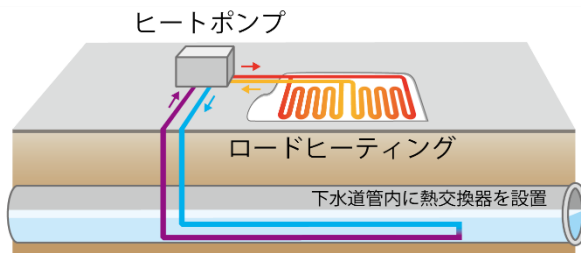
② 雪処理施設（地域密着型）



検討内容

都心部に比較的近い公園等に下水道管に流れる未処理下水※の下水熱で融雪する施設を建設し、郊外にある雪堆積場よりも運搬距離を縮減することで、トラックによる燃料使用量を削減します。

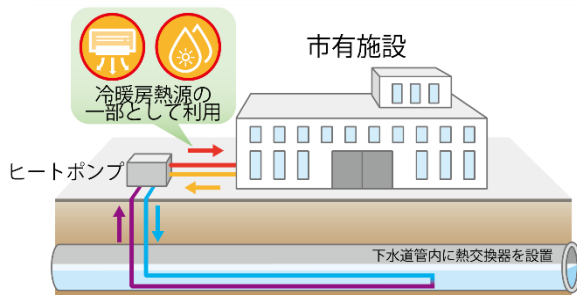
③ 下水熱（ロードヒーティング）



検討内容

下水道管内に熱交換器を設置することで下水熱を回収し、市有施設におけるロードヒーティングの熱源にします。これにより、電力使用量や燃料使用量を削減します。

④ 下水熱（空調）



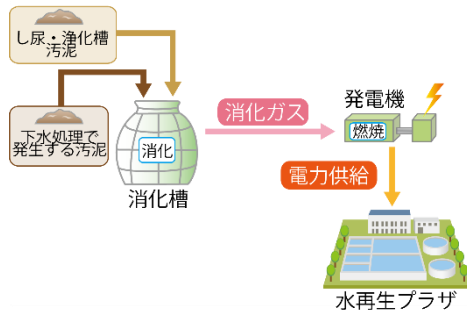
検討内容

下水道管内に熱交換器を設置することで下水熱を回収し、市有施設における空調の熱源として利用します。これにより、電力使用量や燃料使用量を削減します。



(2) 他分野からの供給

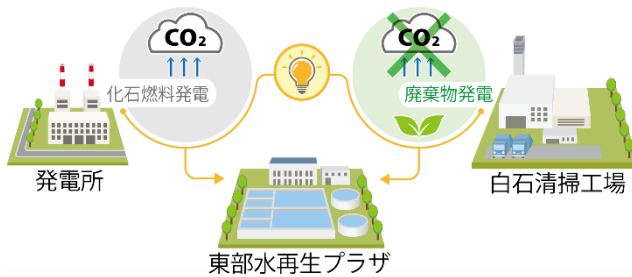
① し尿・浄化槽汚泥等の受入検討



検討内容

消化槽に、し尿・浄化槽汚泥等を投入し、バイオガス（消化ガス）発電を行うことで、高効率なエネルギーの活用可能性を検討します。

② 市有施設との連携による再エネ電力の利用拡大



検討内容

白石清掃工場で発電する電力を東部水再生プラザで一部使用することにより、再生可能エネルギーの導入拡大を図ります。

コラム⑪

雪処理施設の事例

下水道の雪処理施設は、都心部に比較的近いため、トラックの運搬距離を縮減させ、作業効率を向上させることができます。そのため、持続可能な除排雪体制構築のためにも重要なものです。



新川融雪槽



八軒下水道管投雪施設



地域密着型雪処理施設
(月寒公園)

コラム⑫

白石清掃工場における発電

白石清掃工場では、ごみの焼却で生まれた熱を利用して蒸気をつくり、蒸気タービン発電機により発電された電力を市有施設や市内企業で利用するための仕組みづくりが検討されています。



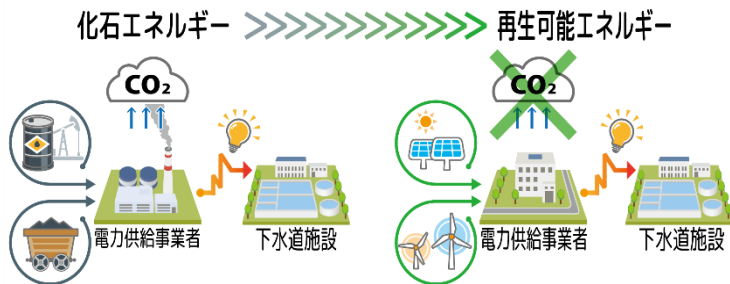
白石清掃工場



蒸気タービン発電機



③ 再エネ電力への転換



検討内容

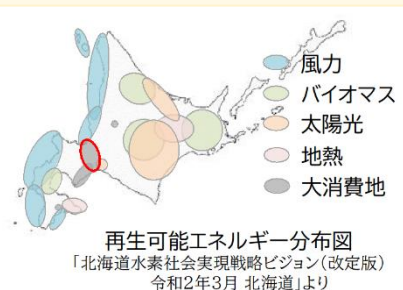
電力供給事業者から再生可能エネルギー由来の電力を購入することにより、化石燃料由来の電力使用量を削減することで、温室効果ガス排出量を削減します。

コラム⑬

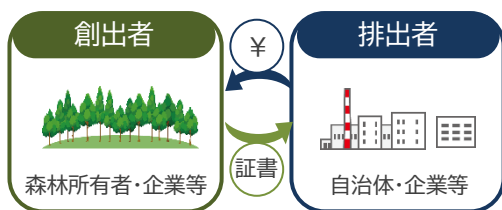
道内連携による再エネ電力の利用拡大

都市規模が大きい札幌市では、電力需要の全てを市内の再生可能エネルギーで賄うことは困難であると考えられています。

一方、右の分布図のとおり、北海道は豊富な再生可能エネルギーを有しています。このエネルギーを有効に活用することで、札幌市などの大消費地での再エネ電力の利用拡大につながる検討が進められています。



④ クレジット等の活用



クレジットのイメージ

検討内容

クレジット等は、植樹によるCO₂の吸収量等を取引できる形として証書化したものであり、温室効果ガス排出者は、購入したクレジット等を排出削減量として計上できるため、水処理・汚泥処理過程から排出される温室効果ガスなど、削減が難しいものについて、クレジット等を活用し、温室効果ガスの削減を図ります。

コラム⑭

クレジット等の種類

クレジット等には、代表的なJ-クレジット、グリーン電力証書、非化石証書の3種類があります。

★ J-クレジット

省エネ設備の導入や再エネの活用によるCO₂等の排出削減量、適切な森林管理によるCO₂等の吸収量で、国に認証されたもの

★ グリーン電力証書

自然エネルギーにより発電された電力から「発電時のCO₂等排出量がゼロ」という価値を取り出し、証書にしたもの

★ 非化石証書

再生可能エネルギーや原子力発電等の非化石電源で発電された電力から「発電時のCO₂等排出量がゼロ」という価値を取り出し、証書にしたもの



(3) 市民・企業・学術機関との協力

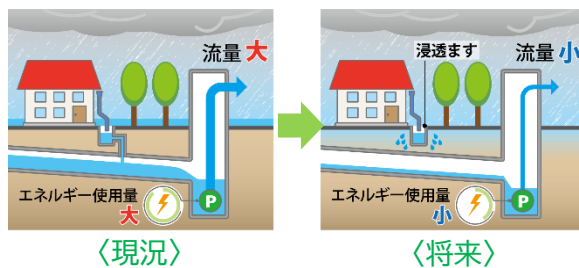
① 普及啓発



検討内容

市民や企業に対し、引き続き、下水道に流してはいけないもの(生ごみ、油、薬品等)を普及啓発することによって、水再生プラザに流入する汚濁負荷を軽減し、処理にかかるエネルギー使用量を削減します。

② 民間との協働による雨水流出抑制の推進



検討内容

雨水流出抑制※への協力のお願いを引き続き進めることにより、下水道施設への雨水流入量を削減し、揚水ポンプ等のエネルギー使用量や水再生プラザの処理にかかるエネルギー使用量を削減します。

③ 産官学連携による技術革新



検討内容

産官学の連携により、新技術の導入可能性や研究開発等を加速することによって、将来にわたり、温室効果ガス排出量の削減に貢献します。

④ 建設工事における環境に配慮した取組の実施



検討内容

建設工事で使用する機材や建設機械等を省エネ化・再エネ化することにより、温室効果ガスの削減に貢献します。

また、低炭素型の建設資材の採用などにより、さらなる温室効果ガスの削減を図ります。



5-3 温室効果ガス削減効果のまとめ

札幌市気候変動対策行動計画の基準年 2016 年比

札幌市で示す 2030 年までの「温室効果ガス排出量 60%削減(2016 年比)」、「電力消費に伴う CO₂ 排出量実質ゼロ」、2050 年までの「温室効果ガス排出量実質ゼロ」の達成に向けた削減効果の試算値は表 5-1 のとおりです。そのうち、下水道事業独自の取組である「Ⅰ 温室効果ガスの削減(省エネ)」、「Ⅱ 下水道資源の活用(創エネ・再エネ)」による削減効果の試算値の推移は図 5-5 のとおりです。今後、取組内容を検討し、具体化することで削減効果を決めていきます。

表 5-1 各目標年(2030 年、2050 年)における温室効果ガス削減効果(試算値)

取組の方向性	取組	削減効果 [万t-CO ₂](※1)	
		2030年	2050年
Ⅰ 温室効果ガスの削減 (省エネ)	(1) 改築にあわせた取組	0.7	3.3
	(2) 維持管理における取組		
	(3) 下水道施設の再構築にあわせた抜本的な取組		
Ⅱ 下水道資源の活用 (創エネ・再エネ)	(1) 下水汚泥の処理過程で発生するエネルギーの活用	0.4	1.0
	(2) 下水熱の活用		
	(3) 未利用空間の活用		
Ⅲ 多様な分野・主体との連携	(1) 他分野への供給(※2)	4.7	5.4
	(2) 他分野からの供給		
	① し尿・浄化槽汚泥等の集約		
	② 再エネ電力への転換		
	③ クレジット等の活用		
(3) 市民・企業・学術機関との協力			
下水道事業独自の取組による温室効果ガス削減量(2016年基準) 【2016年～2022年の削減量3.1万t + Ⅰ + Ⅱ】(※3)		4.2	7.4
全ての取組による温室効果ガス削減量(2016年基準) 【2016年～2022年の削減量3.1万t + Ⅰ + Ⅱ + Ⅲ】(※3)		8.9	12.7

※1：当該削減効果は一定の仮定の下で試算したものであるため、今後の事業規模を確定するものではない

※2：他分野での削減効果となるため、下水道事業の削減効果の対象外

※3：2016 年から 2022 年までの取組による温室効果ガス削減量の実績 3.1 万 t-CO₂ を含めた削減量の累計四捨五入の関係上、合計が一致しない場合がある

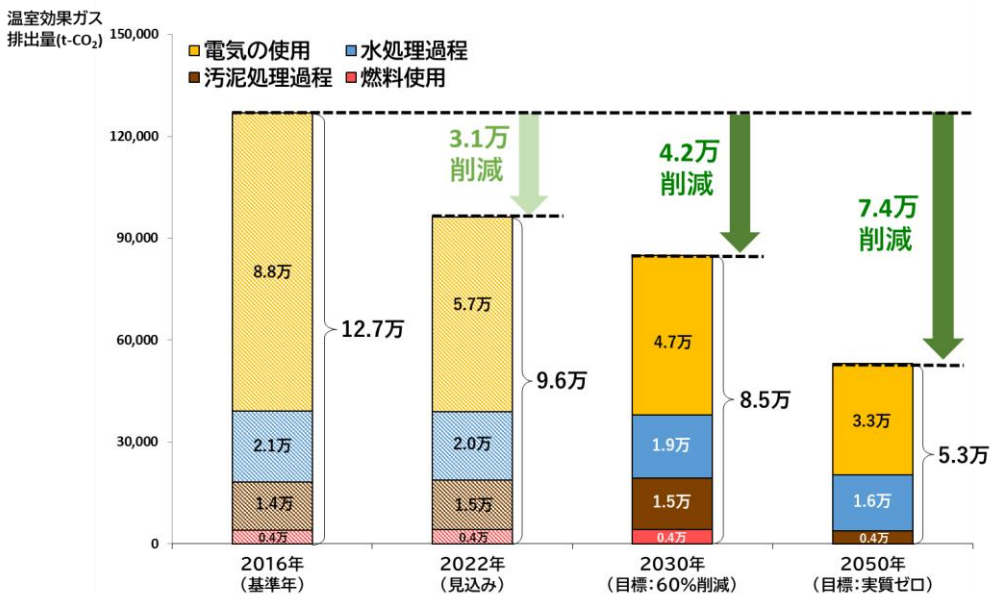


図 5-5 下水道事業独自の取組における削減効果の推移 (2016 年比)



下水道事業独自の取組である「Ⅰ 温室効果ガスの削減(省エネ)」、「Ⅱ 下水道資源の活用(創エネ・再エネ)」に加え、再エネ電力への転換やクレジット等の活用による削減効果も含めた推移は、図5-6のとおりです。今後、再エネ電力への転換やクレジット等の活用について、内容を検討し、具体化することで、削減効果を決めていきます。

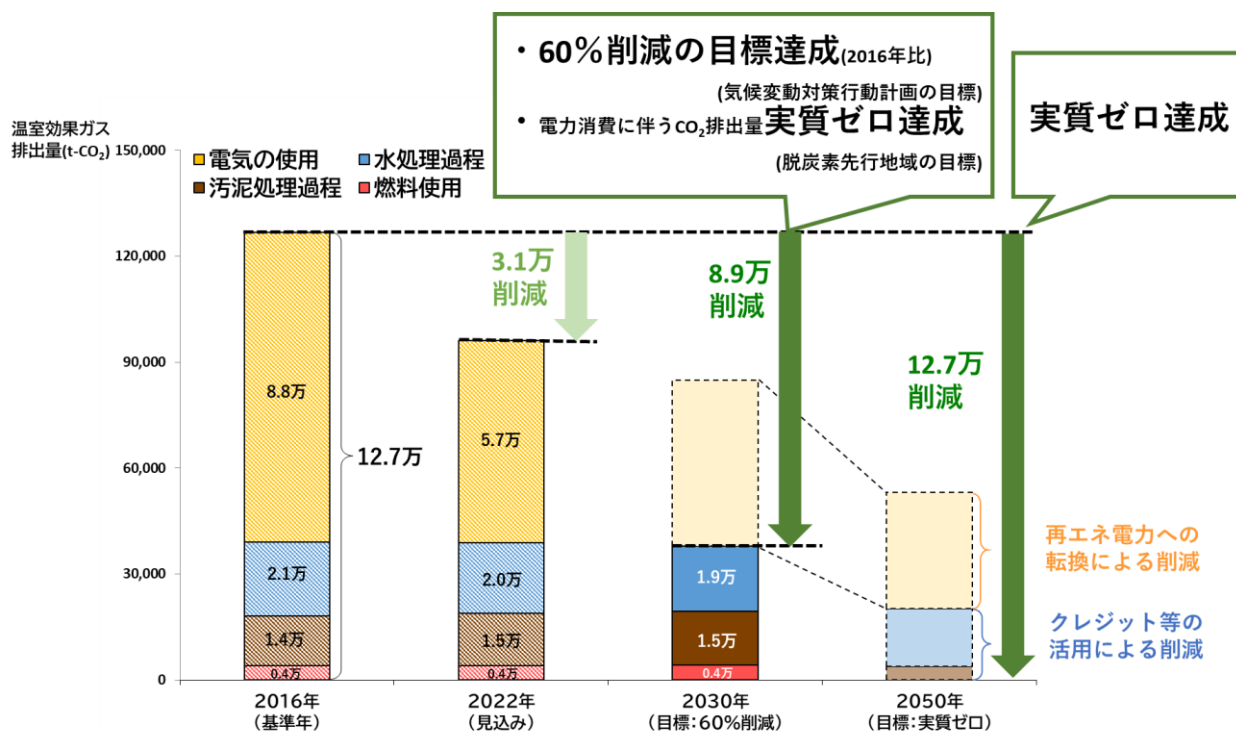


図5-6 目標達成に向けた削減効果の推移 (2016年比)

温室効果ガス削減目標 (P.9 再掲)

「札幌市気候変動対策行動計画」における市役所の事務・事業の目標

2030年目標

2016年比:温室効果ガス排出量 **60%削減**

2022年11月、札幌市が「脱炭素先行地域」に選定されたことに伴う目標
市有施設での電力消費に伴うCO₂排出量の**実質ゼロ**

2050年目標

温室効果ガス排出量の**実質ゼロ**



(参考) 国の基準年 2013 年比

国の「地球温暖化対策計画」(P.4 参照)の基準年である 2013 年比の下水道事業独自の取組による削減効果の推移は、以下のとおりです。

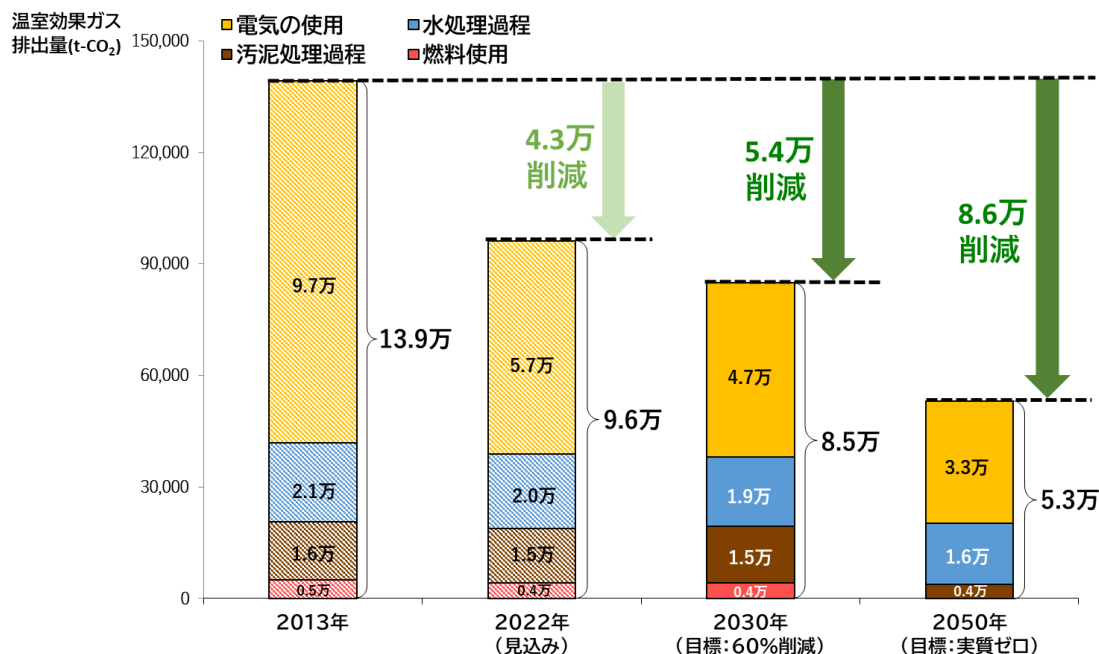


図 5-7 下水道事業独自の取組における削減効果の推移 (2013 年比)

また、目標達成に向けた削減効果の推移は、以下のとおりです。

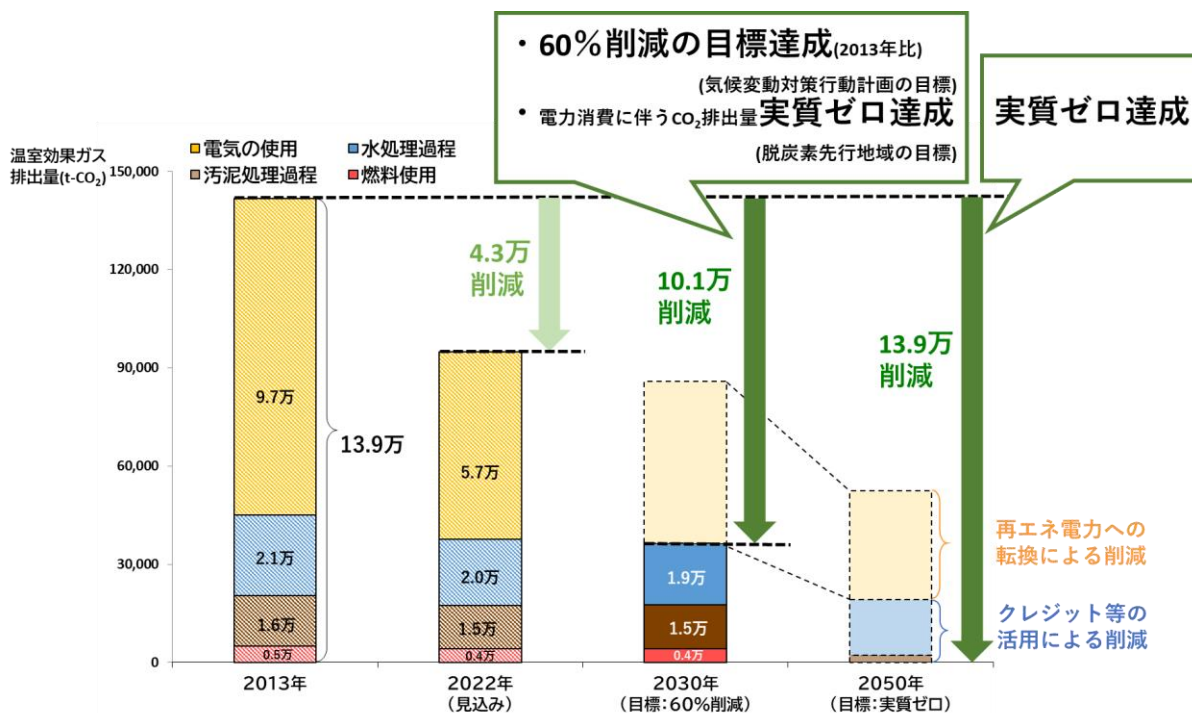


図 5-8 目標達成に向けた削減効果の推移 (2013 年比)



5-4 2050年以降の取組

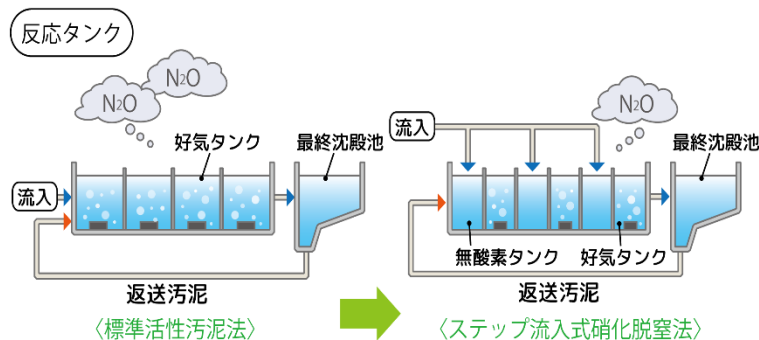
第3章で紹介した生物処理や污泥焼却で発生する一酸化二窒素(N_2O)といった温室効果ガスを安定的に削減し続けるためには、下水道事業独自の取組により、更なる発生源対策を行うことが重要となります。

処理施設の再構築が本格化する2050年以降は、躯体の新設等に合わせた処理方式の抜本的な変更が可能となることから、これまで削減が難しかった N_2O などの温室効果ガスを、大幅に減らすことが期待できます。

こういった機会を逃すことなく先進的な取組を進めるほか、将来の人口減少に応じた最適なシステムとなるよう施設のダウンサイジングや統廃合などを実施し、それらに合わせて、電力や化石燃料等の使用量を効率的に削減する取組も検討していきます。

2050年より先の検討の例

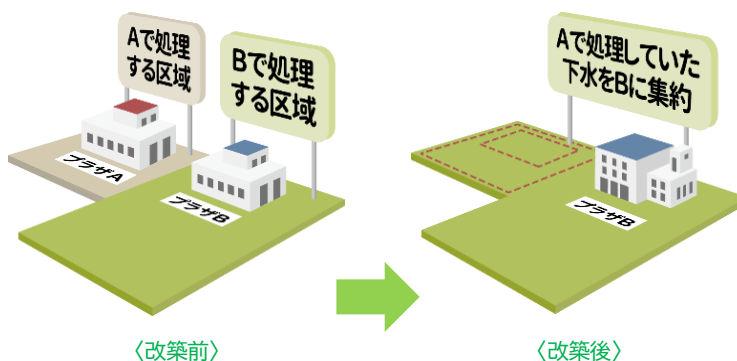
処理方式変更に伴う N_2O の削減



検討内容

汚水中の窒素を効率的に除去する処理方式（高度処理）を導入することにより、生物処理で発生する N_2O を削減することで、温室効果ガスを削減します。

処理施設の統廃合による効果



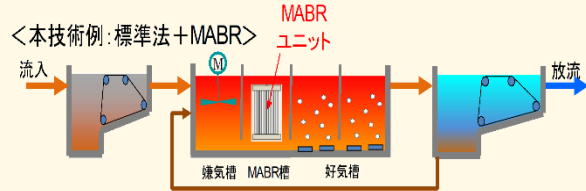
検討内容

水再生プラザの再構築に伴い、統廃合する施設については、管理棟^{*}を統一することで電力や化石燃料等の使用量を削減します。



①膜曝気型生物膜反応槽[MABR: Membrane Aerated Biofilm Reactor]

下水処理場の反応槽に浸漬させた膜に内側から酸素を供給し、膜表面に生物膜を形成させて下水処理を行う方法です。一般的な下水処理法である標準活性汚泥法と比べて、エネルギー消費量を最大 75%削減できるといわれています。パイロット規模のプラントがデンマークの Ejby Mølle 下水処理場で稼働しています。



資料：国土交通省ホームページより

MABR の標準活性汚泥法への適用例

②熱加水分解[TH: Thermal Hydrolysis]

水処理で発生した汚泥を嫌気性消化することで消化ガスが発生します。

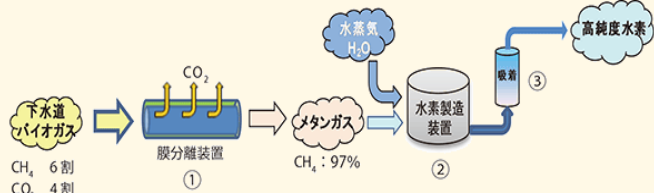
熱加水分解は汚泥を消化しやすくさせる技術の一つで、バイオガスの発生量を 30~60%増大させることができます。

この技術はイギリスの Esholt 下水処理場において採用されています。

参考文献：日本下水道事業団 HP 熱改質高効率嫌気性消化システム

③生物学的水素生成[BP: Biohydrogen production]

消化ガスを精製し、メタンガス濃度を高め、生物学的に水素を生成するものです。オーストラリアの Wood Point 下水処理場でこの「生物学的水素生成」のプロジェクトが現在進行中です。消化ガスを利用して水素を製造する方法は、CO₂の排出がカウントされないため、注目されています。

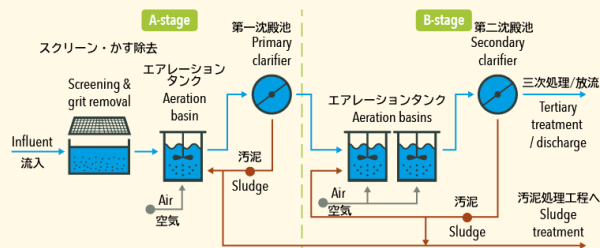


資料：国土交通省 HP コラム下水汚泥から水素作ってます、車も走ります！

下水汚泥からの水素製造の例

④二段式活性汚泥法[Two-stage activated sludge]

下水からより多くの化学エネルギーを回収しようとする方法で、有機物の吸着回収を目的とした A ステージと窒素及び残存有機物の生物学的除去を目的とした B ステージで構成されることから、AB プロセスとも呼ばれます。オーストラリアの Strass 下水処理場やデンマークの Egaa 下水処理場で採用されています。



資料：Carbon efficiency diverts interest towards enhanced primary treatment, GWI MAGAZINE, SEPTEMBER 2021

二段式活性汚泥法のイメージ



第6章 進行管理と情報発信



6-1 進行管理

本構想に掲げる取組を確実に進めるためには、温室効果ガス排出量や取組の進捗状況などを把握し、分析、評価、必要な見直しを行うことが重要です。

本構想における、温室効果ガス排出量や取組の進捗状況などについては、「札幌市気候変動対策行動計画」や「札幌市下水道事業中期経営プラン」の進行管理とあわせて実施します。

また、本構想の取組は、一定の仮定の下で試算したものであり、社会情勢の変化や技術革新、関連計画などの変更により、今後の事業規模も変動する可能性があることから、随時見直していくものとします。

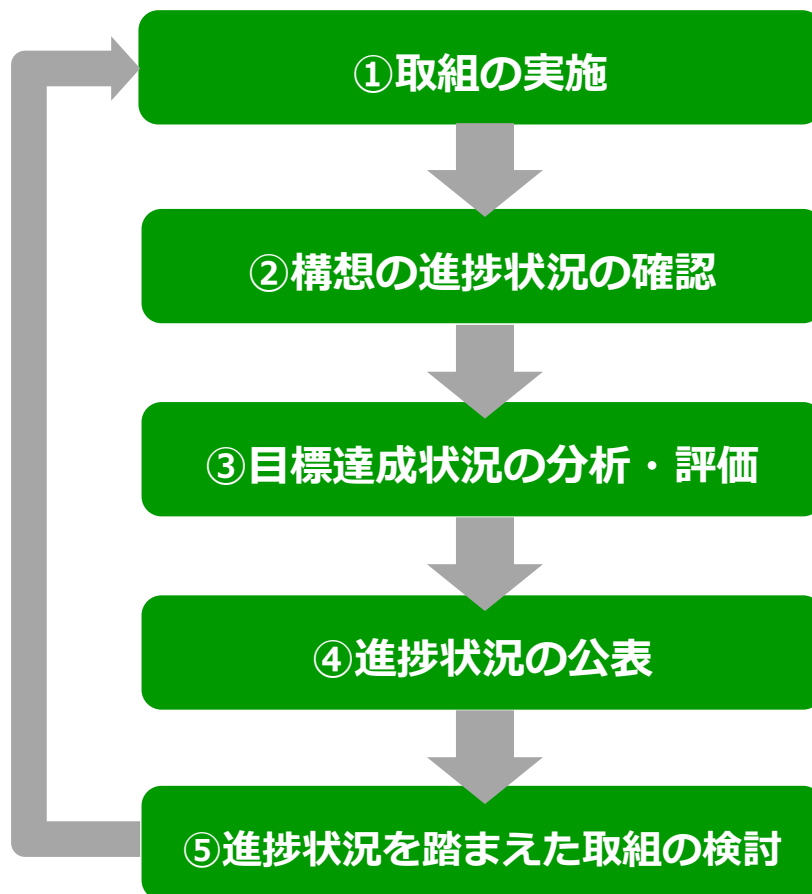


図 6-1 進行管理の流れ



6-2 情報発信

本構想における温室効果ガスの削減目標を達成するためには、市民の皆様をはじめ、国や他の市町村、下水道事業に関連のある民間企業、電力供給等を担う事業者、大学等研究機関など、多くの分野・主体の協力が必要不可欠であることから、積極的に情報発信を行い、目標達成に向けた取組について、ご理解・ご協力いただくことが重要であると考えています。

そのため、以下の取組を行います。

① さっぽろの下水道 環境報告書

- ・これまで札幌市公式ホームページにて公表していた、「さっぽろの下水道 環境報告書」を本構想に合わせた内容に改定し、札幌市下水道事業における温室効果ガス削減の取組や削減効果等について、年に1回、札幌市公式ホームページで公表します。

② 出前講座

- ・これまで実施していた出前講座※のテーマに本構想の内容を追加し、拡充していきます。

③ イベント

- ・下水道河川局が実施する下水道事業パネル展や小学校への出前授業などに本構想の内容を追加します。



図 6-2 環境報告書



図 6-3 出前講座



図 6-4 下水道事業パネル展



図 6-5 小学校への出前授業



用語の解説



【あ】

●ICT (あいしーていー)

Information and Communication Technology (情報通信技術) の略。IT (コンピュータやネットワークに係るすべての技術) とほぼ同義だが、通信ネットワークによる情報の流通をより重視した技術の総称。

【う】

●雨水流出抑制 (うすいりゅうしゅつよくせい)

大雨が降った時に、その雨水を地中に浸透させたり (雨水浸透)、一時的に貯留すること (雨水貯留) により、下水道や河川などに雨水が一気に流出しないようにすること。

【え】

●SSP (えすえすぴー)

共通社会経済経路 (Shared Socio-economic Pathways) と呼ばれ、様々な可能性や条件、仮定を変える事によって将来予測される気候変動のシナリオのこと。

【お】

●温室効果ガス (おんしつこうかがす)

地表面から宇宙空間に放出される熱の一部を吸収し、大気温度の上昇を引き起こすガスのこと。代表的なものとして、二酸化炭素 (CO₂)、メタン (CH₄)、一酸化二窒素 (N₂O) などがある。

●温室効果ガス排出量の実質ゼロ (おんしつこうかがすのじっしつぜろ)

温室効果ガスの排出量と吸収量の均衡が保たれている状態。ゼロカーボン。

【か】

●化石燃料 (かせきねんりょう)

燃料として用いられる動植物の化石のことで、主に石炭、石油、天然ガスのことを指す。

●乾燥機 (かんそうき)

下水処理から生成された脱水汚泥(P. 40「脱水機」参照)に熱を加え水分を気化蒸発させる装置。

●管理棟 (かんりとう)

施設を適切に運転、維持管理するための事務所や操作室などが設けられた建物。

●カーボンニュートラル (カーぼんにゆーとらる)

温室効果ガスの排出量と吸収量の均衡が保たれている状態。ゼロカーボン。



●カーボンニュートラル燃料（かーぼんにゅーとらるねんりょう）

燃料の製造と使用において、温室効果ガスの排出量を実質ゼロにする燃料のこと。

例えば CO₂(二酸化炭素)と H₂(水素)を合成することにより製造される合成燃料や、植物の成長で CO₂を吸収することを利用したバイオ燃料がある。

●カーボンリサイクル（かーぼんりさいくる）

カーボンニュートラルを達成するための取組の1つで、二酸化炭素を炭素資源と捉えて再利用すること。例えば、下水処理の過程で発生する CO₂や、下水中の豊富な栄養源（窒素やリン）を活用して微細藻類由来のバイオ燃料を生産する実証事業が行われている。

【き】

●気候変動（きこうへんどう）

気候が様々な要因により、様々な時間スケールで変動すること。気候変動の要因には、自然の要因と人為的な要因がある。自然の要因には海洋の変動、火山噴火、太陽活動の変化などがあり、人為的な要因には温室効果ガスの増加、森林破壊などがある。

●気候変動に関する政府間パネル(IPCC)（きこうへんどうにかんするせいふかんぱねる<あいぴーしー>）

Intergovernmental Panel on Climate Change の略。各国の研究者が政府の資格で参加し、気候変動のリスクや影響及び対策について議論するための公式の場として、1988年11月に設置されたもの。

【け】

●下水汚泥（げすいおでい）

下水を処理する過程で発生する有機物を含有した泥状の物質の総称。単に汚泥ともいう。

【こ】

●国連気候変動枠組条約締結国会議(COP)（こくれんきこうへんどうわくぐみじょうやくていやくこくかいぎ）

Conference of the Parties の略。国連気候変動枠組条約の締結国により、温室効果ガス排出削減策などを協議する会議のこと。

●コージェネレーション（こーじえねれーしょん）

ガスなどを駆動源にした発電機によって電力を生み出すとともに、その際の排熱を給湯や冷暖房などに利用するシステム・設備の総称のこと。

【さ】

●最終沈殿池（さいしゅうちんでんち）

反応タンクにおける生物処理により発生する汚泥と処理水を分離するための施設。



●最初沈殿池（さいしょちんでんち）

沈殿池のうち、反応タンクでの処理の予備処理及び雨天時の簡易的な処理に使用される施設。

●さっぽろ地球環境憲章（さっぽろちきゅうかんきょうけんしょう）

市民一人一人がこれまで以上に地球環境保全に取り組んでいく決意をし、世界に誇れる環境都市を目指すために札幌市が掲げたもの。2008年6月25日に「環境首都・札幌」宣言を行っている。

【し】

●次世代型太陽電池（じせだいがたたいようでんち）

太陽光発電の設備として用いられる、既存よりも低コストで高性能な太陽電池。

●持続可能な開発目標(SDGs)（じぞくかのうなかいはつもくひょうくえすでいーじーず）

Sustainable Development Goals の略。エス・ディー・ジーズ。詳細は7ページ参照。

●主ポンプ設備（しゅぼんぷせつび）

下水の揚水にかかる主たるポンプ。

●循環型社会（じゅんかんがたしゃかい）

廃棄物の発生抑制、循環的な利用、適正処分により天然資源の消費を抑制して環境への負荷ができる限り低減される社会。

●焼却炉（しょうきゃくろ）

脱水汚泥、廃棄物等の減容化、安定化を図るため焼却処理を行う設備。

●消毒タンク（しょうどくたんく）

水再生プラザ（下水処理場）で処理された水を公共用水域へ放流する前に、病原性細菌の滅菌を行う設備のこと。

●GX（じーえつくす）

GXとはGreen Transformation(グリーントランスフォーメーション)の略。化石燃料をできるだけ使わず、クリーンなエネルギーを活用していくための変革やその実現に向けた活動のこと。



●G7（じーせぶん）

一般的に首脳会議に参加する7か国（カナダ、フランス、ドイツ、イタリア、日本、英国、米国）の総称としてのGroup of Sevenを意味する。

このG7サミット（首脳会合）に関連して、2023年4月15～16日にかけて札幌市において、G7気候・エネルギー・環境大臣会合が開催されている。

【す】

●スラッジセンター（すらっじせんたー）

水再生プラザから発生する下水汚泥を処理する施設のこと。

【せ】

●ゼロエミッション（ぜろえみっしょん）

ゼロエミッションは、廃棄物排出をゼロにする取組であり、詳細には人間の活動から排出される廃棄物や温室効果ガスをゼロにする試み。

【た】

●脱水機（だっすいき）

機械的に汚泥の脱水を行う固液分離装置。これにより固形物として扱うことができる程度にまで脱水された汚泥、すなわち脱水汚泥が生成される。

●脱炭素社会（だつたんそしゃかい）

人為的な活動に由来する温室効果ガスの大気への排出量と、吸収源による大気からの除去量との間の均衡が達成された社会のこと。

【ち】

●地球温暖化（ちきゅうおんだんか）

人間の活動により、大気中の二酸化炭素などの温室効果ガスが増加し、地球全体の気温が上昇する現象のこと。

●地球を守るためのプロジェクト・札幌行動（ちきゅうをまもるためのぷろじえくと・さっぽろこうどう）

前述の「さっぽろ地球環境憲章」の各章を受けて、市民が取り組むべき具体的な行動を整理したもの。全26項目で構成されている。

●超微細気泡散気装置（ちょうびさいきほうさんきそうち）

反応タンクにおいて、微生物の活動に必要な酸素を供給するため、下水に酸素を溶け込ませるための装置。従来の散気装置よりも気泡が小さく、酸素が下水の中に溶け込みやすいため、送風量が抑えられ、電力使用量を削減することができる。



●沈砂池（ちんさち）

ポンプの摩耗、下水処理施設内での砂の堆積を防ぐため、一般にポンプ揚水の前段に設け、下水の流速を緩めて砂等を沈降させる池。

【て】

●電気自動車(EV)（でんきじどうしゃ<いーびい>）

Electric Vehicle の略。外部電源から車載のバッテリーに充電した電気を用いて、電動モーターを動力源として走行する自動車のこと。走行時の二酸化炭素排出量はゼロ。

●出前講座（でまえこうざ）

市民への情報提供と対話の一環として、市職員が要望に応じて地域に出向き、市の施策や事業について分かりやすく説明を行う制度。

【ね】

●熱交換器（ねつこうかんき）

温度の高い流体（空気や水など）から温度の低い流体に熱を伝える装置。主にエアコンや給湯器で使用される。

●燃料電池自動車(FCV)（ねんりょうでんちじどうしゃ<えふしーびい>）

Fuel Cell Vehicle の略。水素と空気中の酸素を化学反応させて電気を作る「燃料電池」を搭載し、そこで作られた電気を動力源としてモーターで走行する自動車のこと。走行中に排出されるのは、水のみで二酸化炭素の排出はゼロ。

【の】

●濃縮槽（のうしゆくそう）

下水汚泥を濃縮し、汚泥体積を減少させるための槽。

【は】

●バイオガス(消化ガス)（ばいおがす(しょうかがす)）

嫌気性消化槽で下水汚泥中の有機物が微生物により分解され発生するガスのこと。通常のガス組成は、メタンが 60～70%、炭酸ガスが 30～40%で、そのほかに窒素・水素・硫化水素をわずかに含む。

●反応タンク（はんのうたんく）

下水中の汚れ（有機物）や窒素などを微生物のはたらきにより処理するための施設。



【ひ】

●ヒートポンプ（ひーとぽんぷ）

機械的エネルギーを使うことによって、低温の熱源から熱を吸収して高温の熱源に熱を供給する装置。

【ほ】

●ポンプ場（ぽんぷじょう）

中継ポンプ場と雨水ポンプ場の総称。中継ポンプ場は埋設される下水道管が地下深くなると維持管理などが困難となるため、下水を地表近くまでくみ上げ再び自然流下させるための施設のこと。雨水ポンプ場は大雨の時に下水道管に流れ込んだ雨水を速やかに河川に排水し、都市の浸水を防ぐ施設のこと。

【み】

●未処理下水（みしよりげすい）

水再生プラザに流入する前の、処理されていない下水のこと。

●水再生プラザ（みずさいせいぶらざ）

下水を処理するための施設（下水処理場）のこと。

【ゆ】

●融雪槽（ゆうせつそう）

下水処理水を槽に貯め、下水処理水の予熱を利用して雪を溶かし、処理する施設。

【れ】

●レジリエンス（れじりえんす）

災害時の対応力や復興力などのこと。

SAPPORO

札幌市下水道脱炭素構想

札幌市下水道河川局 事業推進部 下水道計画課

〒062-8570

札幌市豊平区豊平6条3丁目2番1号

[TEL] 011-818-3441 [FAX] 011-812-5203

[URL] <http://www.city.sapporo.jp/gesui/>

[E-mail] ge.keikaku@city.sapporo.jp

令和6年（2024年）3月発行

