

大阪市下水道 カーボンニュートラル 基本方針(案)

令和 7 年〇月

大阪市建設局

目 次

1 策定の背景	P 1
（１）地球温暖化対策の動向	
（２）大阪市における温室効果ガス排出量削減目標	
（３）下水道事業における温室効果ガス排出量	
（４）下水処理場の資源・エネルギー循環の拠点としての役割	
2 基本方針の位置づけと目的	P 2
（１）方針の位置づけ	
（２）目標年度	
（３）対象範囲	
（４）対象とする温室効果ガス	
3 大阪市下水道事業における温室効果ガス排出量の推移	P5
（１）温室効果ガス排出量の推移	
（２）これまでの取り組み事例	
4 基本方針	P8
（１）下水道施設、設備の改築更新や維持管理の工夫による従来対策の着実な実施	
（２）創エネルギー、温室効果ガスのネガティブ・エミッションの革新的な技術の導入	
（３）産官学の連携強化や多様な関係者との協同	
5 下水道事業による地域の資源循環への貢献	P13
6 おわりに	P15
付録 1 水処理・汚泥処理の流れ	
付録 2 用語集	
参考資料 下水処理場の役割とエネルギー消費について	P22

1 策定の背景

（１）地球温暖化対策の動向

1997年に京都で開催された国連気候変動枠組条約第3回締約国会議（COP3）において、先進国に法的拘束力のある温室効果ガスの削減目標を規定した「京都議定書」が採択され、世界の温室効果ガス排出量削減の取り組みが始まりました。その後、2015年にフランス・パリで開催された第21回締約国会議（COP21）において、2020年以降の温室効果ガス排出量削減などの新たな枠組みである「パリ協定」が採択されました。この協定では、「世界の平均気温上昇を産業革命以前に比べて2℃より十分低く保ち、1.5℃に抑える努力をすること」「21世紀後半には、温室効果ガス排出量と吸収量のバランスをとること」などが盛り込まれました。さらに、2021年の第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、2022年～2030年までの削減目標の見直し、強化が求められました。

日本においては、「パリ協定」の採択等を踏まえ、2020年10月には、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、カーボンニュートラルを目指すこと（2050年カーボンニュートラル）を宣言しました。さらに、地球温暖化対策計画が2021年10月に改定され、「2050年カーボンニュートラル」と整合した目標として、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、さらに50%の高みに向けて挑戦を続けることが明記されました。

（２）大阪市における温室効果ガス排出量削減目標

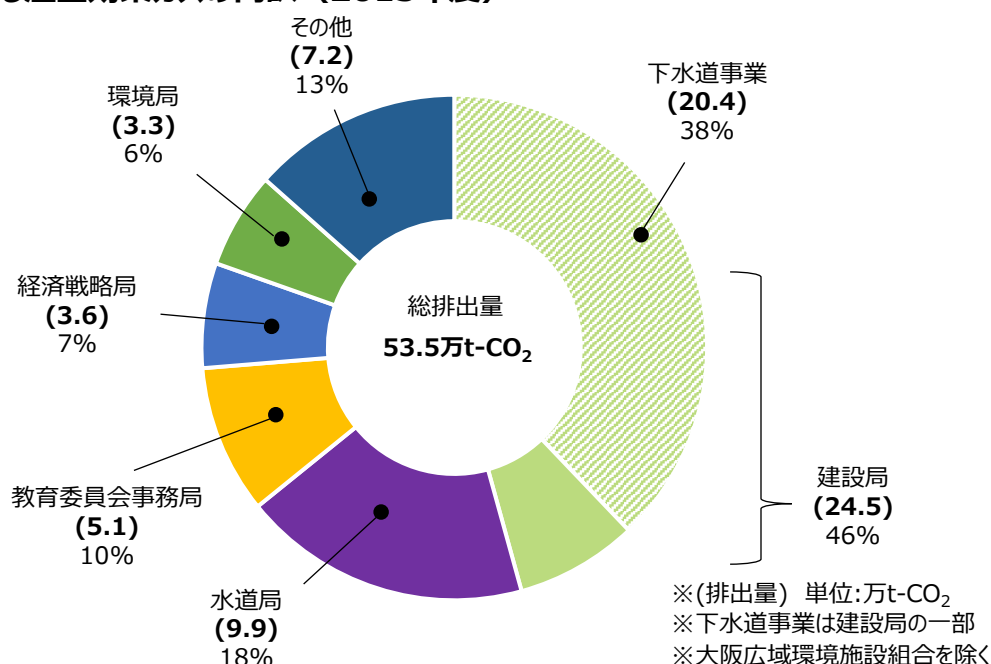
大阪市においては、2022（令和4）年10月に、大阪市域全体の実行計画に当たる「大阪市地球温暖化対策実行計画〔区域施策編〕」を改訂し、2050（令和32）年度の温室効果ガス排出量実質ゼロを目指し、2030（令和12）年度までに大阪市域の温室効果ガス排出量を2013（平成25）年度比で50%削減することとしています。

また、大阪市役所は、大阪市域の温室効果ガス排出量のうち約5%を占める多量の排出事業者であることから、同実行計画〔事務事業編〕において、大阪市事務事業において、2030（令和12）年度の目標として2013（平成25）年度比で50%削減を明記しています。

（３）下水道事業における温室効果ガス排出量

大阪市地球温暖化対策実行計画〔事務事業編〕の基準年度である2013（平成25）年度の大阪市事務事業（大阪広域環境施設組合を除く）の温室効果ガス排出量は53.5万トン-CO₂でした。その内、下水道事業における排出量は20.4万トン-CO₂で、全事務事業の約4割を占めていました。汚水送水、汚水処理や、雨天時の浸水対策のためのポンプ排水などに大量の電力や燃料を必要とするためです。

◆大阪市で排出する温室効果ガスの内訳（2013年度）

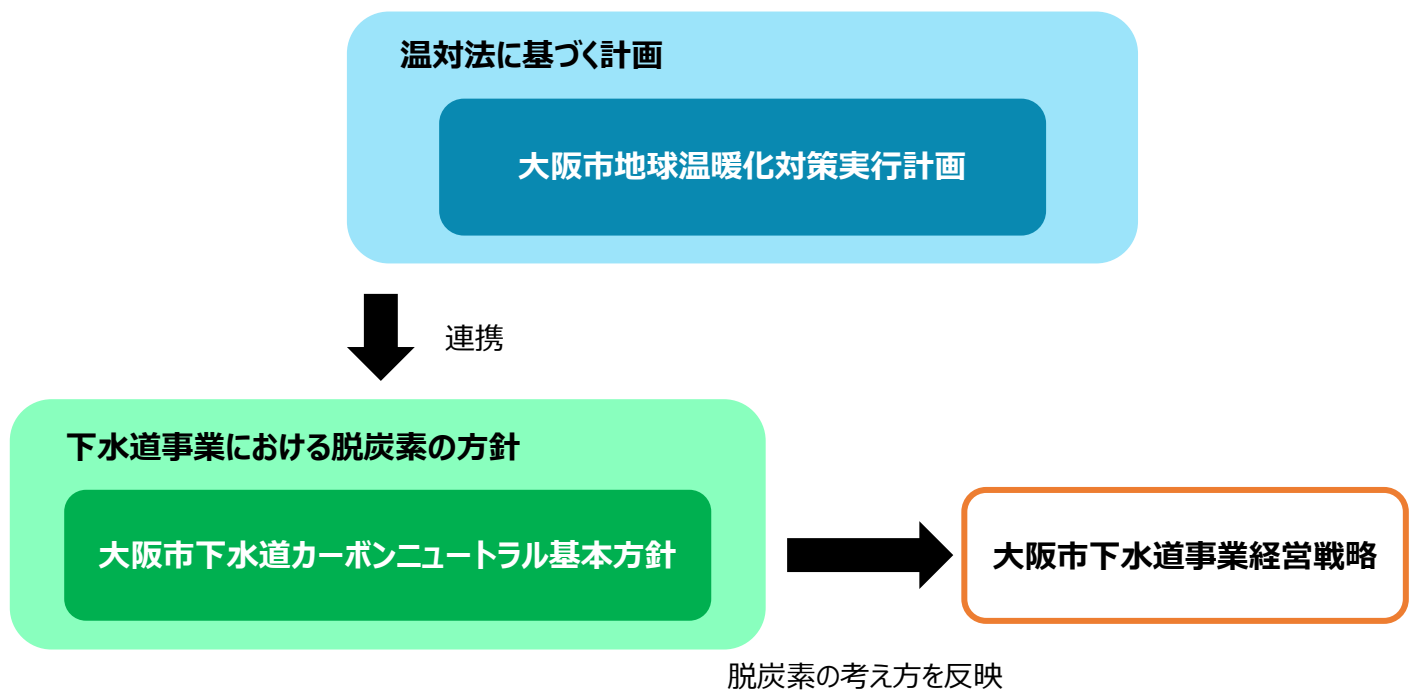


2 基本方針の位置づけと目的

(1) 方針の位置づけ

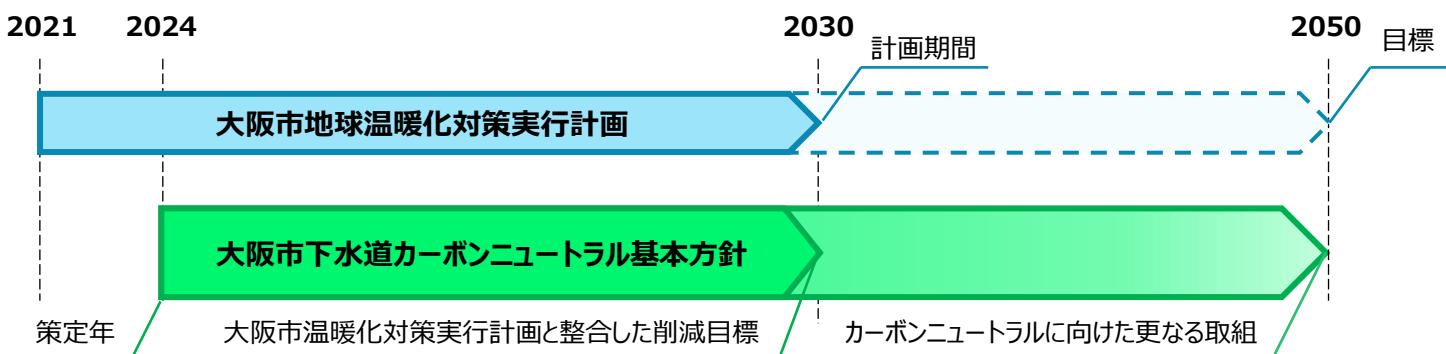
本方針は、地球温暖化対策法第21条に基づく地方公共団体実行計画として策定された「大阪市地球温暖化対策実行計画」の内容を踏まえて、国全体の2050年のカーボンニュートラル目標に向けた本市の下水道事業における温室効果ガス排出量の削減(脱炭素)の基本方針として、策定し今後の方向性を示すものです。本方針に記載の本市下水道事業における脱炭素の考え方については、「大阪市下水道事業経営戦略」にも反映し、温室効果ガス削減に向けた取組みを推進していきます。

◆大阪市下水道カーボンニュートラル基本方針の体系



(2) 目標年度

2030年度までを計画期間とする「大阪市地球温暖化対策実行計画」の内容を踏まえつつ、国全体のカーボンニュートラルの目標年度である2050年度に向けた基本方針とします。



(3) 対象範囲

本方針では、下水道施設の運転による電気・燃料のエネルギー消費や、水処理・汚泥処理・焼却処理過程での発生など、「大阪市地球温暖化対策実行計画」において集計対象となっている温室効果ガス排出を主な対象とします。

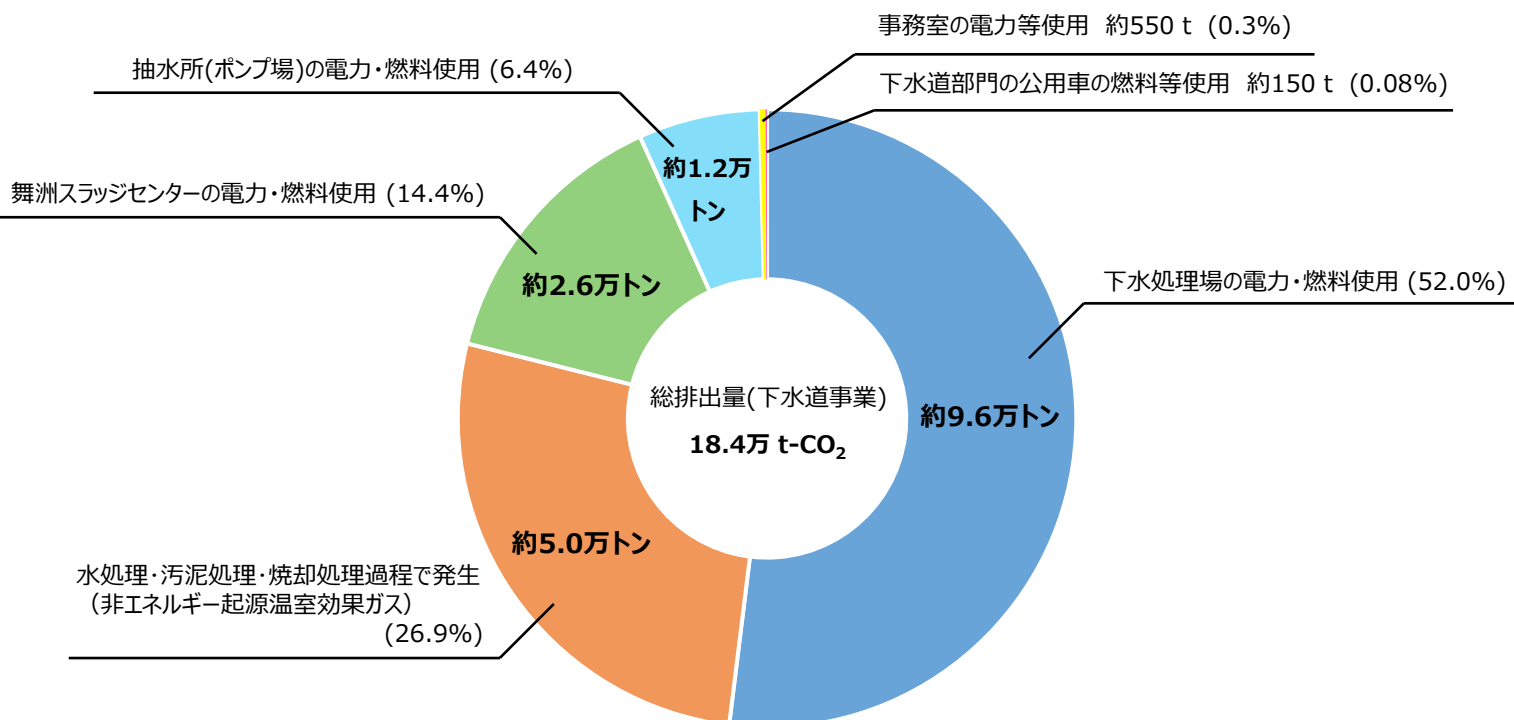
維持管理等の業務委託や工事請負の建設工事で発生する温室効果ガスについては、契約相手方の事業者が温暖化対策法に基づく排出量削減の取組主体となりますが、本市においても発注時の仕様書などにおいて省エネ等の環境に配慮した取組みの実施を働きかけていくものとします。

表 下水道事業に関する温室効果ガス発生の要因

下水道事業に関する温室効果ガス発生の要因	大阪市地球温暖化対策実行計画の対象
下水処理場の電力・燃料使用	○
抽水所(ポンプ場)の電力・燃料使用	○
水処理・汚泥処理・焼却処理過程で発生 (非エネルギー起源温室効果ガス)	○
舞洲スラッジセンターの電力・燃料使用	○
事務室の電力使用	○
下水道部門の公用車の燃料等使用	○
民間事業者へ発注の業務委託	温対法に基づく排出量削減の取組主体は、 契約相手方の事業者 →本市においても発注時の仕様書などで 省エネ等の環境に配慮を働きかけていく。
民間事業者へ発注の請負工事（建設改良工事等）	
下水処理場・抽水所(ポンプ場)での薬品類の消費（※）	

※ 薬品使用に伴う温室効果ガスは「下水道における地球温暖化対策マニュアル」(国交省・環境省)において
 地方公共団体実行計画において想定される対象範囲外とされ、算定・報告の対象外となっている。

◆ 実行計画の対象の温室効果ガスの発生要因別割合(2023年度, t-CO₂/年)



(4) 対象とする温室効果ガス

国が作成・公表している「下水道における地球温暖化対策マニュアル」(環境省・国土交通省、2016(平成28)年3月)では、地球温暖化対策法において定義されている7種類の温室効果ガスのうち下水道事業で対象とすべきガスとして、二酸化炭素※、メタン、一酸化二窒素の3種類のガスを定めています。本方針では、同マニュアルの内容に準拠し、二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素の3種類のガスを対象とします。

◆大阪市下水道カーボンニュートラル基本方針で対象とする温室効果ガス

地球温暖化対策法にて 定義の温室効果ガス	下水道における 地球温暖化対策マニュアル(国交省・環境省)	
二酸化炭素	○※	本方針の 対象
メタン	○	
一酸化二窒素	○	
ハイドロフルオロカーボン	—	本方針の 対象外
パーフルオロカーボン	—	
六ふっ化硫黄	—	
三ふっ化窒素	—	

(※ 但し、下水道施設から直接発生する二酸化炭素については、化石資源由来ではなく、流入下水中の有機物が分解し発生しているという、再生可能な生物資源(バイオマス)由来の二酸化炭素であるため、温暖化ガス排出量の算定に含めない。)

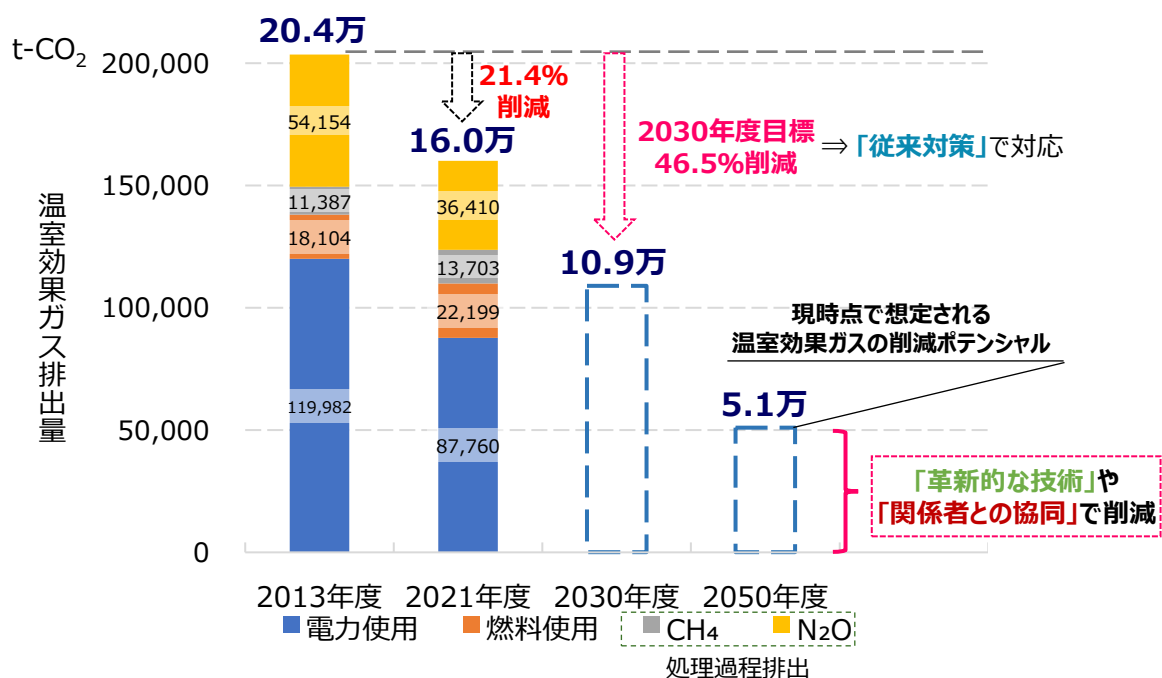
3 大阪市下水道事業における温室効果ガス排出量の推移

(1) 温室効果ガス排出量の推移

大阪市では、これまで設備の省エネ化や水処理方式の変更に取り組んでおり、2021年度では21.4%の温室効果ガス排出量を削減しています（2013年度比）。2030年度の削減目標については、引続き取組みを進めることで、既存技術により達成できる見込みです。

今後も2030年度の削減目標や2050年度カーボンニュートラルの達成へ向けて、現在進めている汚泥溶融炉から焼却炉への更新をはじめとした設備等の改築更新により省エネを進めるとともに、消化ガス発電などの創エネルギーの取組み、温室効果の大きい一酸化二窒素（ N_2O ）ガス除去対策の開発・導入など、温室効果ガス排出量の削減を進めます。

◆大阪市下水道事業の温室効果ガス排出量の推移 [t- CO_2]



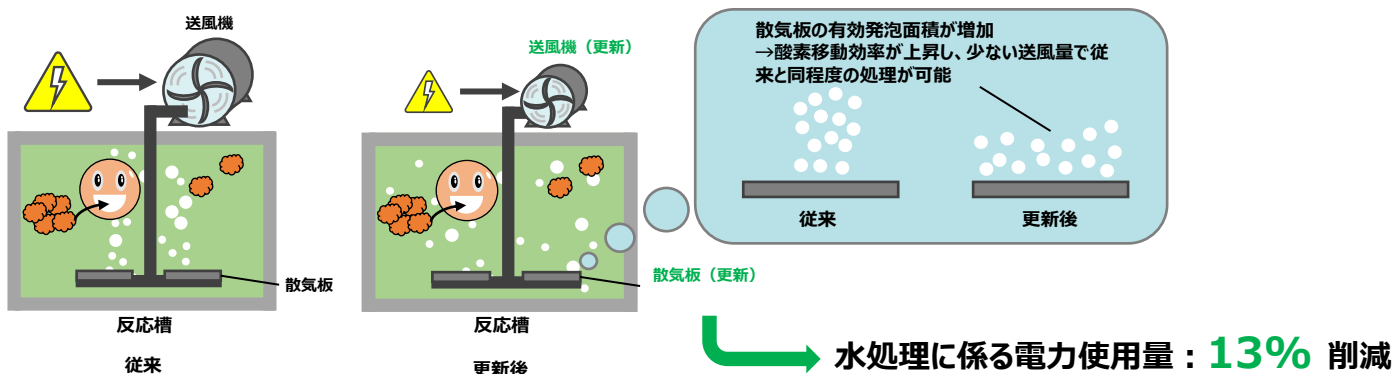
(2) これまでの取り組み事例

①施設・設備更新による電力、エネルギー消費量の削減

【事例1】市岡下水処理場送風機更新工事（2017年完了）

市岡下水処理場では、1979年3月に設置した送風機の更新工事が、2018年3月に完了しました。また、反応槽の散気装置を高効率な高密度配置対応型散気装置に更新し、合わせて運転管理面での送気量の見直しも進めました。その結果、水処理に使用する電力量が13%減少し、年間約70万kWh（一般家庭の使用料の約170軒分）を削減できました。

◆散気装置による送気量の違い



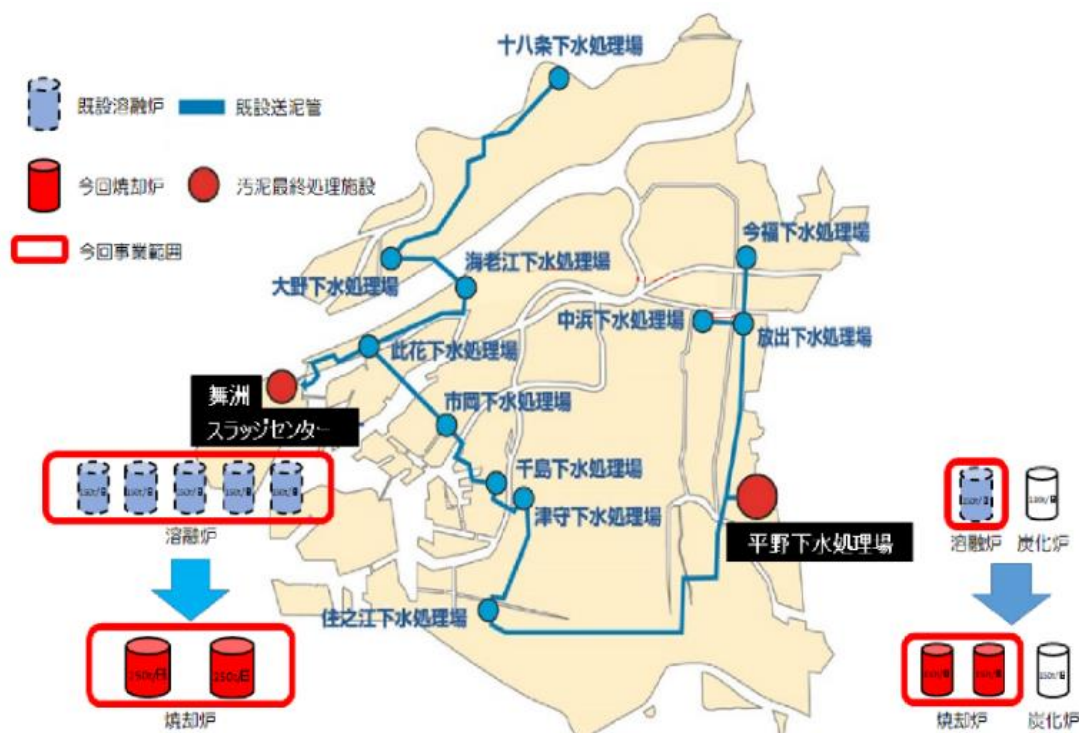
【事例2】溶融炉から焼却炉への更新

大阪市では、市内12か所の下水処理場で発生した汚泥を、濃縮や消化、脱水により水分量を減らした上で、平野下水処理場と舞洲スラッジセンターにおいて、溶融炉と炭化炉で減容化・資源化処理を行っています。このうち溶融炉は老朽化が著しく、安定的な処理を行うために必要となる費用が増加してきたことから、2023年3月から改築事業を開始しました。

溶融炉から焼却炉への更新が完了する2028年には、汚泥処理に使用する電力量は約50%、都市ガス使用量は約30%削減され、それらにより合計で年間約12,000トン(※)の温室効果ガス排出量の削減効果が期待されます。

(※排出係数の想定 電力：0.25kg-CO₂/kwh、都市ガス：2.23kg-CO₂/m²)

◆大阪市内の汚泥処理方式と今後の変更予定

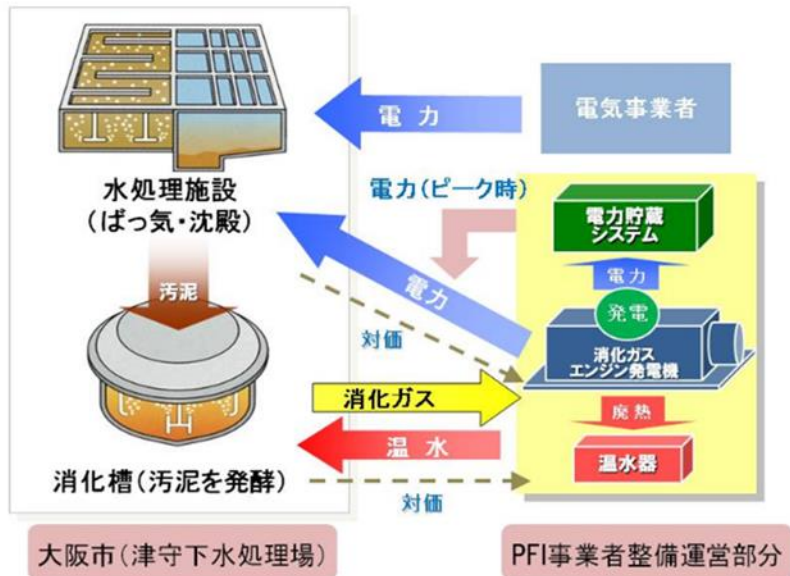


② 消化ガス発電（創エネルギー）

【事例 1】津守下水処理場における消化ガス発電による電力使用量の削減

津守下水処理場では、2007年度から、汚泥処理で発生する消化ガスを用いた消化ガス発電事業を行っています。2023年度の実績では、年間使用電力量（約3,280万kWh）の約41%に当たる約1,360万kWh（一般家庭の使用料の約3,300軒分）を消化ガス発電により賄っており、津守下水処理場の温室効果ガス排出量を約5,900トン削減しています。

◆津守下水処理場消化ガス発電の概要



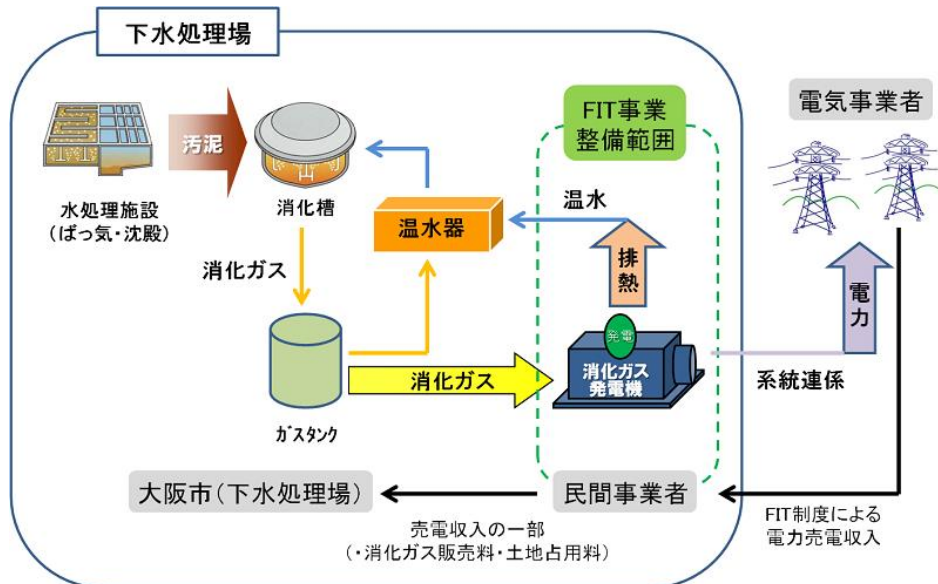
【事例2】下水処理場消化ガス発電事業(FIT制度活用)

大野・海老江・住之江・放出の4処理場では、未利用ガスの活用を図り、再生可能エネルギーの利用拡大並びに環境に配慮した循環型社会の形成に貢献するため、2015年度から、再生可能エネルギーの固定価格買取制度（F I T）を活用した消化ガス発電事業を行っています。大阪市は民間事業者へ消化ガスを売却し、民間事業者が消化ガス発電施設の整備・運営を行い、F I T制度を活用して電力会社へ電力を販売しています。

2023年度の実績では、4か所の下水処理場で約2,300万kWh（一般家庭の使用料の約5,500軒分）の電気が電気事業者に供給されています。

消化ガス発電に伴い発生する廃熱は、大阪市が消化槽の加温に利用し、効率的なエネルギー利用システムを構築しています。

◆FIT事業のイメージ



4 基本方針

大阪市下水道事業における温室効果ガス排出量の推移などを考慮し、下に示す3つの方針を基本として、今後の温室効果ガス排出量削減や、2050年カーボンニュートラルに向けた技術開発などを進めてまいります。

大阪市下水道カーボンニュートラル 3つの基本方針

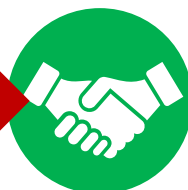
下水道施設、設備の改築更新や維持管理の工夫による従来対策の着実な実施



創エネルギー、温室効果ガスのネガティブ・エミッションの革新的な技術の導入



産官学の連携を強化し、多様な関係者との協同による技術開発や事業の推進



(1) 下水道施設、設備の改築更新や維持管理の工夫による従来対策の着実な実施

① 下水道施設、設備の改築更新による省エネ対策の継続

3(2)で示した施設・設備更新による電力、エネルギー消費量の削減などの取り組みを継続して実施していきます。また、太陽光発電や、他都市で実施されているごみ焼却発電電力の利用、環境価値購入なども検討し、より着実に温室効果ガス排出量の削減に努めます。

溶融炉更新のイメージ

導入済みの太陽パネルの
写真

② 維持管理の工夫による省エネ対策の継続

施設・設備更新による電力、エネルギー消費量の削減に加え、下水処理場の運転管理など、維持管理の工夫による省エネ対策を継続して実施していきます。

放流水質の向上とエネルギー使用量削減は、トレードオフの関係にあり、放流水質の向上を目指しながら、運転管理の工夫によりエネルギー使用量を削減することは極めて困難です。放流窒素濃度の上昇にはつながりますが、送気用電力の削減を考慮した硝化抑制運転の導入なども含め、放流水質の確保とエネルギー使用量削減のバランスを考慮した維持管理を検討していきます。

コラム

これからの下水処理場の運転管理について

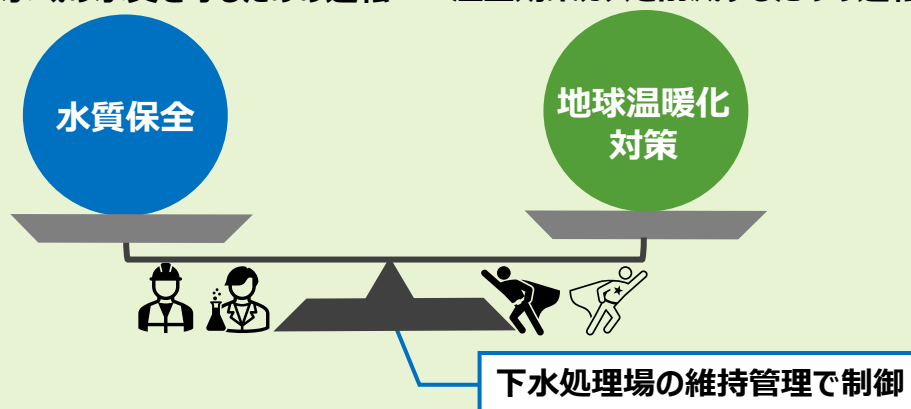


これまで、下水処理場は、公共用水域の水質保全に大きな役割を果たし、これからもその役割を果たしていく必要があります。一方で、人類にとって最大の環境課題ともいえる地球温暖化の視点から見ると、下水処理場は、温室効果ガスを大量に排出するという側面があります。これからの下水処理場には、水質保全と地球温暖化対策のバランスの取れた運転管理が求められます。つまり、水質保全の役割を果たした上で、温室効果ガス排出量をできる限り小さくすることを求められます。

◆ 下水処理場の運転が担う役割のイメージ

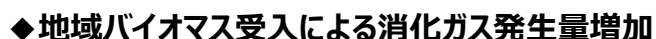
公共用水域の水質を守るための運転

温室効果ガスを削減するための運転



① 創エネルギーの革新的な技術の導入

◆ バイオメタネーション



② 温室効果ガスのネガティブ・エミッションの革新的な技術の導入

電力消費による温室効果ガスの排出量は、省エネ、創エネの取り組みによる電力事業者からの買電量の削減、電力事業者の取り組みによる排出係数の低下により、2050年に向けて低下していくと考えられます。

一方で、処理過程で発生するメタン（ CH_4 ）や一酸化二窒素（ N_2O ）は、それぞれ、 CO_2 の28倍、265倍の温室効果を持つため、排出量が少量でも、その温室効果ガス排出量は小さくありません。2050年カーボンニュートラルに向けて、メタン（ CH_4 ）や一酸化二窒素（ N_2O ）の処理技術等が必要になってきますが、その濃度がかなり低いこともあり、現時点では、効率的かつ効果的な処理手法が確立されていません。

地球温暖化対策を進める上でのメタン（ CH_4 ）や一酸化二窒素（ N_2O ）に関する課題は、下水道事業者のみならず、多くの事業者共有の課題であり、その除去技術等については、大学等で盛んに研究が進められています。技術開発の動向を踏まえつつ、コスト面等を考慮しながら、対策技術の導入を検討していきます。

（３）産官学の連携を強化し、多様な関係者との協同による技術開発や事業の推進

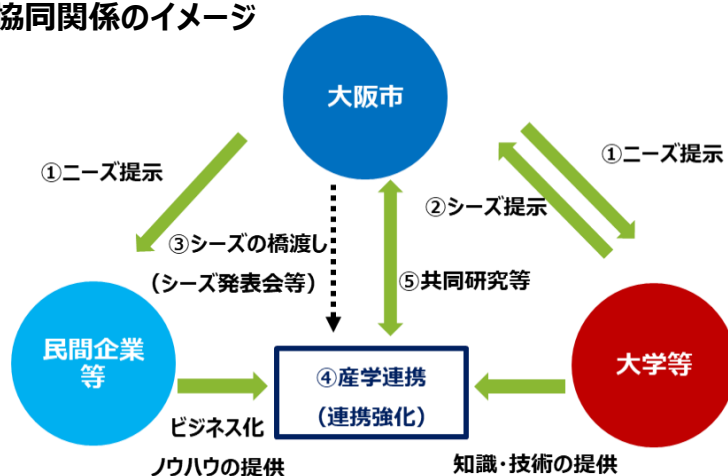
大阪市下水道事業においては、これまで、維持管理コスト縮減や温室効果ガス排出量削減のため、嫌気性消化ガスを利用した自家発電などの創エネルギーや、様々な省エネルギーの取り組みを進めています。しかしながら、大阪市下水道事業において「2050年カーボンニュートラル」を実現するためには、技術的な課題が多く残っており、大学や下水道事業等を支えている関連企業に協力いただき、産官学一体となった技術開発が不可欠と考えています。

下水道事業者としては、(2)に示したとおり、下水道に適用可能な創エネルギー効果の高い技術や下水処理で発生するメタン（ CH_4 ）や一酸化二窒素（ N_2O ）の処理技術などについて、産官学連携による革新的な技術開発等を求めています。大阪市の「ニーズ」を示し、大学等の技術者にご協力いただき、その解決策になり得る技術の「シーズ」を把握し、下水道事業において活躍いただいているプラントメーカー等にその「シーズ」を橋渡ししたいと考えています。大阪市内で、以前にも実績がある「シーズ発表会」の開催などにより、産官学の連携強化を図ります。

一方で、大学の研究者の方々や、下水道関係のプラントメーカーも含んだより広い産業界から見て、下水道事業と連携できることがあるのか、下水道事業にどのようなことを期待されるか、興味を持っています。

2050年カーボンニュートラルの達成に向け、今までにない視点で、革新的な技術開発等を進めていかなければならないと考えており、下水処理場の周辺地域も含めた、多様な関係者との協同を検討してまいります。

◆産官学連携における協同関係のイメージ

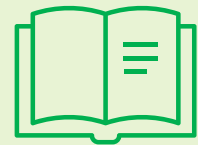


- | | |
|----------|--|
| ①ニーズ提示 | : 本市下水道事業における課題を解決するために求めている技術を提示する |
| ②シーズ提示 | : 本市が提示したニーズに対して、大学等が知識や技術を提示する |
| ③シーズの橋渡し | : 大学等から提示された技術シーズをシーズ発表会等の開催を通じて民間企業等へ発信し、産学連携の強化を図る |
| ④産学連携 | : 民間企業等がビジネス化ノウハウを、大学等が知識・技術を提供することで連携し、技術開発を行う |
| ⑤共同研究等 | : 産官学による共同研究等により革新的技術の開発を行い、その技術を実用化する |



コラム

2024年シーズ発表会の概要



大阪市下水道事業において、産学連携により大阪市の「ニーズ」に沿った技術開発を促進するため、今回は「2050年カーボンニュートラル」や「効率的なりん回収」をテーマに設定し、2024年3月に「下水道における産学連携に向けたシーズ発表会」を開催しました。

「シーズ発表会」においては、大学の研究者7人に技術の「シーズ」を発表していただき、企業、自治体や大学合わせて53名に聴講していただき、質疑応答を行った後、意見交換会を実施しました。その結果、今回提案のあった技術「シーズ」の中には、産学連携につながるものもありました。このような技術については、大阪市の技術開発の制度である共同研究やフィールド提供を活用し、大阪市下水道事業への導入を目指します。

今後も「シーズ発表会」などの産官学の連携強化につながる取り組みを継続的に実施し、下水道事業の課題解決を図ります。

◆発表会



◆意見交換会



大阪市 シーズ発表会

 検索

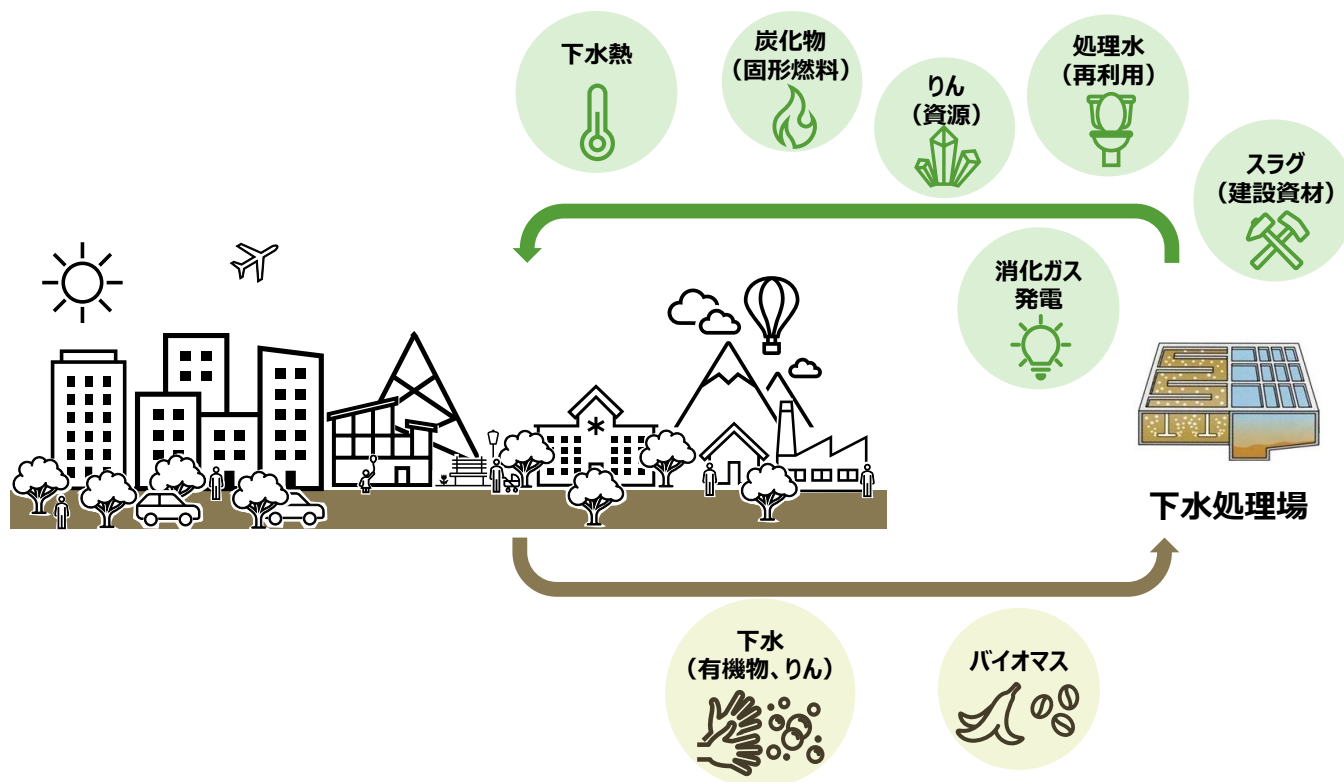
5 下水道事業による地域の資源循環への貢献

下水道事業が、従来から果たしてきた浸水防除、水質保全の役割のみならず、地球温暖化対策の視点から、下水道事業から発生する温室効果ガス排出量の削減も求められています。下水処理場は、資源になり得る豊富な有機物が最終的に集積する場所であり、下水道は、それを運ぶ役割を担っている側面があり、下水処理場の持つ地域の資源・エネルギー循環の拠点としての役割を社会に浸透させ、「2050年カーボンニュートラル」を達成するための強力な原動力にしたいと考えています。

その手法の1つには、地域バイオマス受入による消化ガス発生量の増加があり、下水処理場内での消化ガス発電電力量の増加、消化ガスを都市ガス供給する場合には、その供給量の増加などが期待されます。

また、中浜下水処理場では、整備中の森之宮キャンパスに隣接する中浜西水処理施設を更新する準備を進めています。更新予定の新しい下水処理場は、水質保全の役割を果たすことは当然として、新キャンパスはじめ、これから順次整備される「新しいまち」に様々な面で貢献していきたいと考えています。実施予定の下水熱利用の拡大、周辺事業者からの地域バイオマス受け入れ、消化ガスやその発電電力の供給なども検討できると考えており、関係機関と協議してまいります。

◆地域の資源・エネルギー循環の拠点としての下水処理場





コラム

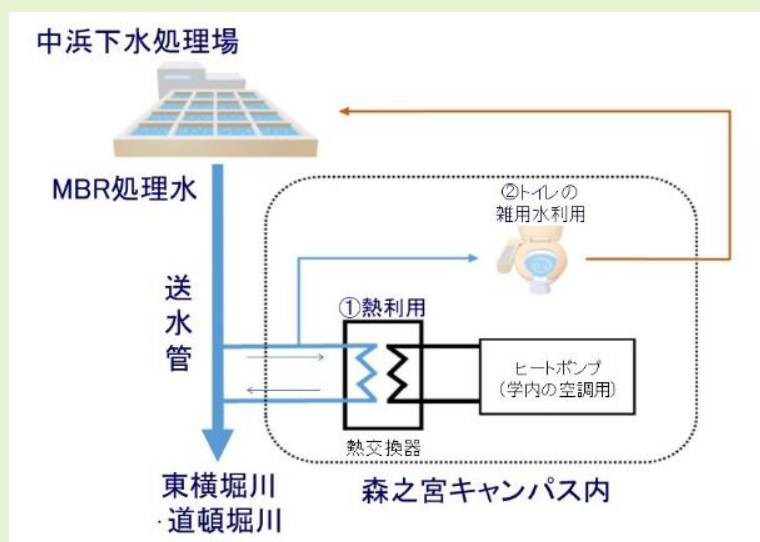
大阪公立大学での中浜MBR処理水有効利用について



大阪城東部地区においては、森之宮工場（ごみ清掃工場）の跡地で、大阪公立大学のキャンパスが整備中です。この新キャンパスには、中浜東水処理施設の処理水（膜分離活性汚泥処理法（MBR）処理水）を約15,000m³/日供給し、空調の熱源（熱利用）やトイレ洗浄水の水源（雑用水利用）として利用されます。

下水処理水は、大気に比べ年間を通して温度変化が小さく安定しており、夏は冷たく、冬は暖かいという特徴があります。この特徴を利用することにより、森ノ宮キャンパスにおける空調について、一般的な空調方式と比較して約6%の省エネルギー効果があり、二酸化炭素排出量で、1年間で86トンの削減効果が見込まれています。

◆大阪公立大学での中浜MBR処理水有効利用イメージ

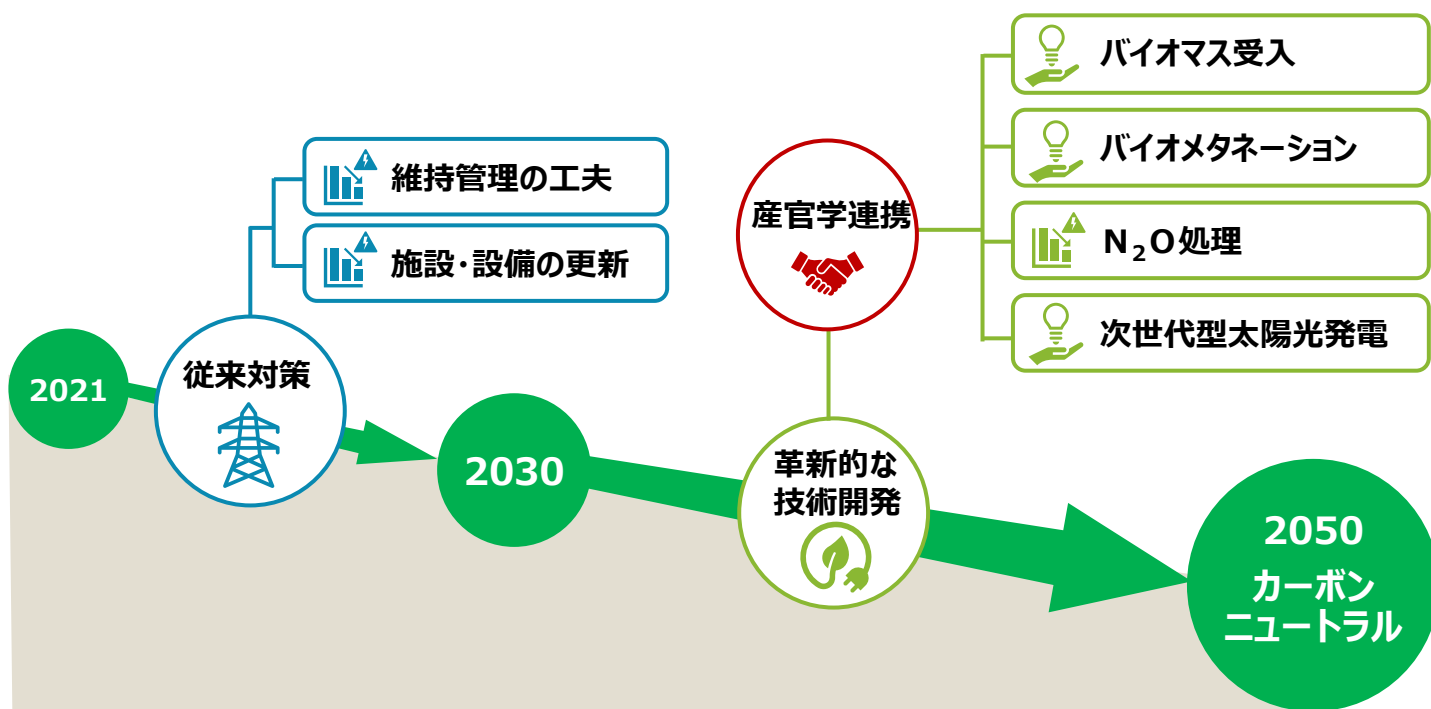


6 おわりに

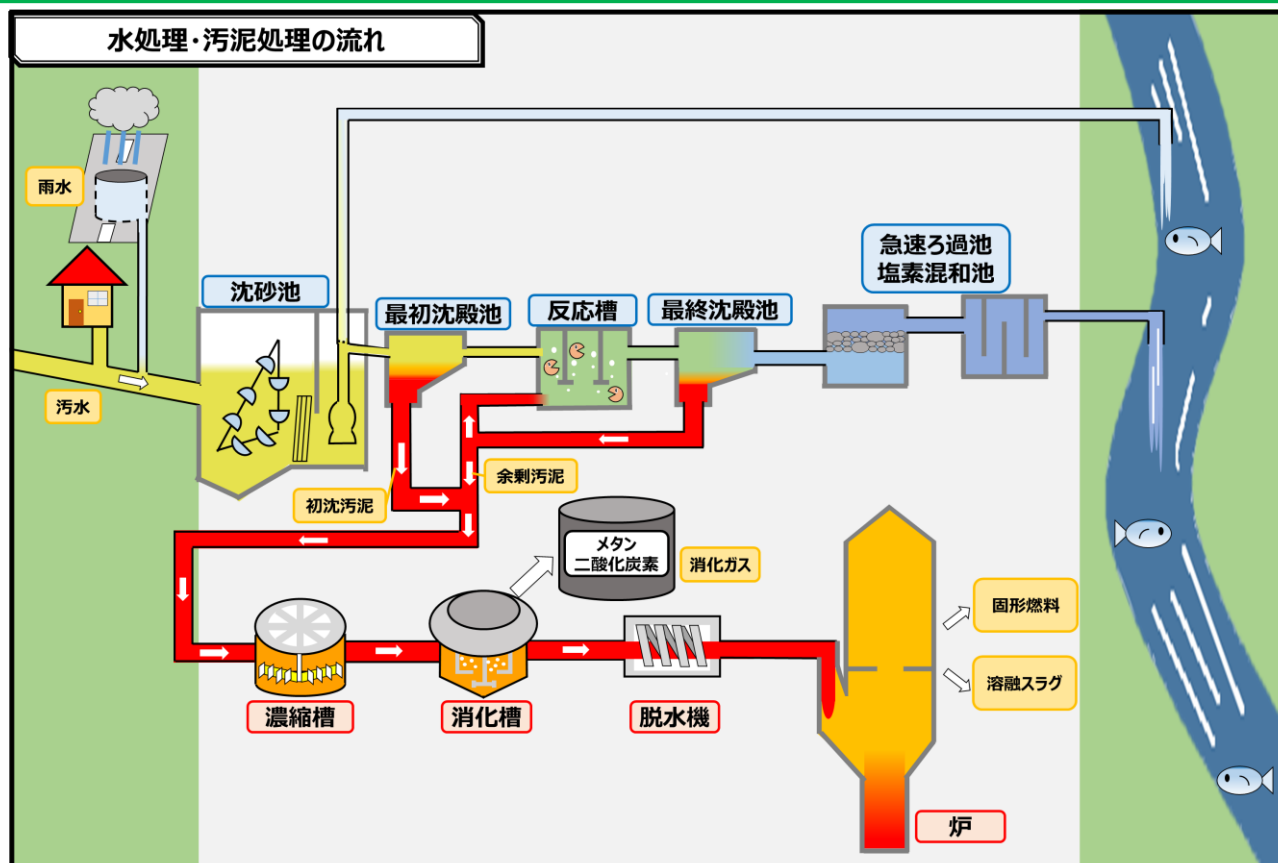
下水道事業では既存設備の更新や維持管理の工夫によって省エネを促進していくとともに、カーボンニュートラルに向けた革新的な技術開発を推進する必要があります。これらの取組みを促すために、各種技術をお持ちの大学や企業との連携を強化する取り組みを進めます。また、今後の社会情勢の変化や技術の革新の動向を注視し、本基本方針の内容については適宜見直しを図ります。

大阪市の下水道事業は、従来から果たしてきた水質保全の役割を果たすとともに、カーボンニュートラルに向けた多種多様な取組みを進め、地域及び地球環境への貢献に努めてまいります。

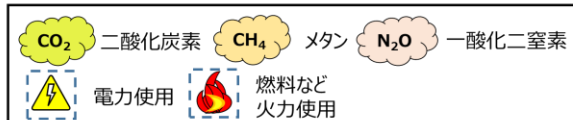
◆2050年カーボンニュートラルに向けて



付録1 水処理・汚泥処理の流れ



	施設	説明	二酸化炭素 排出源	処理由来の 温室効果ガス
水 処 理 施 設	沈砂池	スクリーンなどで、大きな砂やごみを取り除きます。 雨天時、雨水を含む下水が大量に流れてきたときは、処理しきれない水をポンプで速やかに川へ流すことで、浸水被害を防いでいます。	 → CO ₂	
	沈殿池	下水をゆっくりと流し、沈みやすい汚れを沈めて取り除きます。	 → CO ₂	
	反応槽	下水に溶けた有機物を、活性汚泥（微生物のかたまり）が吸着・分解することで除去します。	 → CO ₂	CH ₄  N ₂ O
	沈澄池 (最終沈殿池)	反応槽で処理された水をゆっくり流し、活性汚泥を沈めて、きれいな水の上澄みだけを次の処理へ送ります。	 → CO ₂	
	急速ろ過池 塩素混和池	処理水をさらにきれいにするため、ろ過や、塩素消毒による殺菌を行います。きれいになった処理水は川へ放流されます。	 → CO ₂	
汚 泥 処 理 施 設	濃縮槽	沈殿池や沈澄池から引き抜かれた汚泥を濃縮して、体積を減らすことで、後に行う消化や脱水を効率化しています。	 → CO ₂	
	消化槽	酸素のない嫌気条件で、汚泥を微生物に消化（発酵）させ、さらに汚泥の体積を減らし、性質を安定化させます。 消化により、メタンを含む消化ガスが発生し、これはエネルギー源として活用されています。	 → CO ₂	
	脱水機	汚泥から水分を抜き取り、体積・重量を減らして扱いやすくします。	 → CO ₂	
	炉	汚泥を高温で処理して、有機物や残った水分を除去し、体積を小さくします。生成物は燃料や建築資材として再利用されます。	 → CO ₂	CH ₄  N ₂ O



付録 2 用語集

【あ】

・赤潮 あかしお

浮遊生物の異常繁殖により海水が赤褐色になる現象。淡水が流入する内湾で春から夏によく発生するが、近年は都市化や工業化の見える内海でも頻発し、酸素不足等により魚介類に大被害を与える。富栄養化、水の停滞、日射量の増大、水温の上昇等が原因と考えられている。

【え】

・栄養塩類 えいようえんるい

生物がその生命を維持するために、その体外より摂取する塩類。C、H、O、N、P、S、K、Na、Ca、Mg、Siのような主要元素と、Fe、Mn、Zn、Co、Cu、Mo、Bのような微量元素とがある。

【お】

・大阪広域環境施設組合 おおさかこういきかんきょうしせつくみあい

大阪市、八尾市、松原市、守口市で構成する一般廃棄物の処理・処分を行う事務組合。

・汚水 おすい

一般家庭、事業所、事業場（耕作の事業を除く）、工場等からの生活、営業並びに生産活動によって排出される排水。

・汚泥処理 おでいしり

下水処理に伴って発生した汚泥に濃縮、消化、脱水、乾燥、焼却、熔融などの処理を加えること。汚泥中の有機物を無機物に変える安定化、病原菌のない状態にする安全化、処理処分対象を少なくする減量化及び汚泥の有効活用を目的とする。

・温室効果ガス おんしつこうかがす

地球表面から放出された熱（赤外線）の一部を吸収することにより熱を逃げにくくする気体のこと。一般的に、二酸化炭素（ CO_2 ）、メタン（ CH_4 ）、一酸化二窒素（ N_2O ）、フロン類などが温室効果ガスとして知られている。

【か】

・カーボンニュートラル かーぼんにゅーとらる

温室効果ガスの排出量と吸収量を均衡にさせ、排出を全体としてゼロにすること。

・活性汚泥 かつせいおでい

下水に空気を吹き込み攪拌することで、繁殖した微生物が形成する凝集性のあるフロック（塊）のこと。有機物の吸着能や酸化能に優れ、沈降性も極めて高く、下水の生物的处理に用いられる。

【き】

・凝集剤 きようしゅうざい

懸濁した微細なSS（浮遊物質）やコロイド状物質を凝集、フロック化する目的で添加する薬品。塩化第二鉄、ポリ塩化アルミニウム（PAC）、高分子凝集剤などがある。

【け】

・下水 げすい

汚水や雨水のこと。

・下水熱利用 げすいねつりょう

下水および下水処理水の熱をヒートポンプ等の機器によって、地域冷暖房等に利用すること。下水及び下水処理水は気象による影響が少なく、外気に比べて水温が安定しているため、広く熱源として利用可能である。

・嫌気 けんき

水中に分子状酸素あるいは溶存酸素が完全に存在しないか、少量しか存在しない状態。下水道においては溶存酸素、亜硝酸態・硝酸態の酸素が存在しない状態と溶存酸素のみが存在しない状態を区別し、前者を「嫌気」といい、後者を「無酸素」と嫌気状態をさらに区分している。

・嫌気好気法（嫌気-好気活性汚泥法） けんきこうきかつせいおでいほう

標準活性汚泥法の反応槽の一部に嫌気部分を設けて、生物学的りん除去を行う方法。活性汚泥に嫌気状態と好気状態を連続して経験させると、細胞内にりんを多く蓄積する微生物が集積する原理を応用しており、本法は、嫌気-無酸素-好気法のように硝化・脱窒法と組み合わせられる場合もある。

・嫌気性消化 けんきせいしょうか

汚泥を嫌気性処理し安定化させる方法。汚泥中の有機物は、嫌気性細菌の働きによって酸発酵およびメタン発酵を経て分解され、メタンガスと二酸化炭素になる。

【こ】

・好気 こうき

水中に溶存酸素が存在する状態。対照語は嫌気。

・公共用水域 こうきょうようすいいき

水質汚濁防止法では、河川、湖沼、港湾、沿岸海域、その他の公共の用に供される水域、およびこれに接続する公共溝きょ、灌漑用水路、その他公共の用に供される水路のこと。下水道では、公共下水道の雨水きょ並びに都市下水路等が公共用水域に該当する。

・公共用水域の水質保全 こうきょうようすいいきのすいしつほぜん

河川・海の水質汚濁は、家庭の生活排水、工場施設等からの排水の放流などが原因で起こるため、汚水を適切に処理し河川・海域等の水質を保全すること。

・公衆衛生の確保 こうしゅうえいせいのかくほ

下水道を整備することで、家庭や工場から排水された汚水を排除し、快適な生活環境を確保すること。

・固形燃料 こけいねんりょう

固形の状態で燃焼する燃料のこと。下水道事業では、下水処理で発生した下水汚泥を炭化炉で固形燃料化し、石炭の代替燃料として有効利用することで、資源の有効活用と温室効果ガスの削減を実現している。

【さ】

・再生可能エネルギー さいせいかのうえねるぎー

太陽光・風力・水力・地熱・太陽熱・大気中の熱その他の自然界に存する熱・バイオマスにより生産された温室効果ガスを排出しないエネルギー。

・再生可能エネルギー発電促進賦課金 さいせいかのうえねるぎーはつでんそくしんふかきん

再生可能エネルギーの固定価格買取制度(FIT制度)の買電に要した費用を、電気使用者が電気使用量に応じて支払うお金。

・産官学連携 さんかながくれんけい

大学や研究機関（学）が持つ研究成果、技術やノウハウを企業等（産）が活用し、国や地方自治体（官）の資金や実証フィールド（下水処理場などの場所）等を活用することで新たな技術を実用化（事業の創出）すること。

・散気板 さんきばん

均一に微細な気泡を発生させ、反応槽に空気を供給する装置。材質はセラミック製などがある。

・酸素移動効率 さんそいどうこうりつ

散気装置により反応槽に供給された空気の酸素量に対して反応槽混合液に溶けた酸素量の比。通常百分率で示される。散気装置の種類、形状、空気供給量、散気水深等により変化する。

【し】

・シーズ しーず

企業や大学が持つ技術力やノウハウ、アイデアという意味。「種」という意味で、語源は英語の「Seeds」。ここでは、本市下水道事業におけるカーボンニュートラル達成をはじめとした課題を解決するために将来的に役立つ可能性のある基礎技術を指す。

・消化ガス 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代謝分解され発生するガス。通常ガス組成は、メタンが約60%、二酸化炭素が約40%で、そのほかに窒素、水素、硫化水素をわずかに含む。消化ガスの高位発熱量は、1 Nm³あたり5,000～6,000kcalで良質な燃料となる。

・消化ガス発電 しょうかがすはつでん

消化ガスを燃料として発電を行うこと。

・焼却炉 しょうきやくろ

汚泥の減容化、安定化を図るために焼却処理を行う設備。

・浸水の防除 しんすいのぼうじょ

大雨から生命・財産を守り、安全にかつ安心して暮らせるように雨水の排除を行い、浸水を防ぐこと。都市における浸水被害の増加の要因は、近年の集中豪雨の増加、都市開発による雨水流出量の増加、地下空間の高度利用化による浸水被害の増加などがある。

【せ】

・生物学的酸素要求量（BOD） せいぶつがくてきさんそようきゅうりょう

水の汚濁状態を表す指標の一つ。有機物が生物学的に分解され安定化するために要する酸素量のこと。

【そ】

・送風機 そうふうき

下水処理の過程で必要となる空気（酸素）を供給する装置。

・送風量 そうふうりょう

反応槽へ単位時間に送る空気量のこと。

【た】

・多段式硝化脱窒法 ただんしきしょうかだつちほう

標準活性汚泥法の変法のひとつ。反応槽を無酸素槽・好気槽・無酸素槽・好気槽の4つに分け、無酸素槽に下水を分割して流入（ステップ流入）させ、水中の窒素をガス化することで窒素除去率が高い方法。

・炭化炉 たんかろ

下水汚泥を空気と遮断して250～350℃で加熱し、乾燥と同時に汚泥中の有機成分の炭化を行い、炭化物を生成する設備。

【ち】

・地域バイオマス ちいきばいおます

生物から生まれた資源であるバイオマスのうち、地域から発生する食品系廃棄物やし尿、浄化槽汚泥、集落排水汚泥、家畜排せつ物、剪定枝等のこと。下水汚泥は含まれない。

【な】

・内水氾濫 ないすいはらん

都市の浸水の一つで、都市に降った雨が河川等に排水できずに発生する浸水。河川からあふれて発生する浸水は外水氾濫と呼ばれる。

【に】

・ニーズ にーず

顧客の必要性や欲求という意味。「もっているもの」という意味で、語源は英語の「Needs」。ここでは、本市下水道事業におけるカーボンニュートラル達成をはじめとした課題を解決するためにもっている技術を指す。

【ね】

・ネガティブエミッション ねがていぶえみっしょん

大気中のCO₂を回収・吸収し、貯留・固定化することで大気中のCO₂除去(CDR, Carbon Dioxide Removal)に資する技術。

【は】

・バイオメタネーション バイおめたねーしょん

二酸化炭素に水素を反応させてメタンを合成するメタネーションの一つで、消化槽に在来するメタン細菌による生物反応を利用した技術。

・排出係数 はいしゅつけいすう

地球温暖化対策の推進に関する法律（温対法）に基づき、温室効果ガスの排出量を国に報告する際に排出量算定に用いる係数のこと。

（排出係数使用計算例）

下水処理で発生する温室効果ガス N_2O 由来の CO_2 排出量＝

年間下水処理水量 × 下水処理で発生する N_2O 排出係数 × N_2O の地球温暖化係数

【ふ】

・富栄養化 ふえいようか

生物生産の小さい貧栄養湖が、地域からの栄養塩類（N、Pなど）の負荷によってその栄養塩濃度を増加し、中栄養湖ならびに富栄養湖へと遷移していく過程のこと。本来は湖沼の変化に適した言葉であるが、河川、内湾、内海における生物生産の増加（付着藻類、赤潮発生）にも使われている。

【ほ】

・ポンプ排水

降雨時に下水処理場に流れ込んできた雨水と汚水について、通常処理しきれない分をポンプにより河川へ放流すること。浸水対策の一つ。

【よ】

・溶融スラグ ようゆうすらぐ

溶融炉で生成される珪酸を主成分とした混合固形物。冷却の速度や組成により、ガラス状や結晶状の固形物が析出する。

・溶融炉 ようゆうろ

汚泥を減容化、安定化させるための溶融施設。1,300～1,500℃程度の温度雰囲気下で汚泥を溶液化している。

【F】

・FIT制度（再生可能エネルギーの固定価格買取制度、Feed-In Tariff制度） ふいつとせいど

再生可能エネルギーで発電した電気を、電力会社が一定価格で一定期間買い取る制度。この制度は、電力会社が買い取る費用の一部を電気使用者から賦課金という形で集め、現状コストの高い再生可能エネルギーの導入を支えることを目的としている。

【M】

・MBR（膜分離活性汚泥法、Membrane BioReactor） えむびーあーる（まくぶんりかつせいおでいほう）

MBRは、従来沈殿池での重力沈降によって行っていた固液分離を、膜ろ過で行う方法。特徴としては、省スペースと高い活性汚泥濃度による滞留時間の短縮、膜ろ過による大腸菌の除去等が挙げられる。

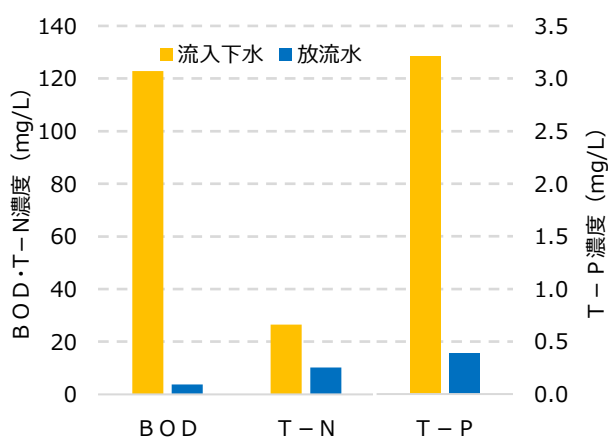
（１）これまでに下水処理場が果たしてきた役割

下水道を整備する主な目的は、公衆衛生の確保、浸水の防除、公共用水域の水質保全です。

昨今、長時間継続する豪雨の影響により、日本で、河川の氾濫、浸水被害が毎年のように発生しており、気候変動の影響と考えられています。大阪市下水道事業においても、「浸水の防除」役割が、より一層重要になっています。

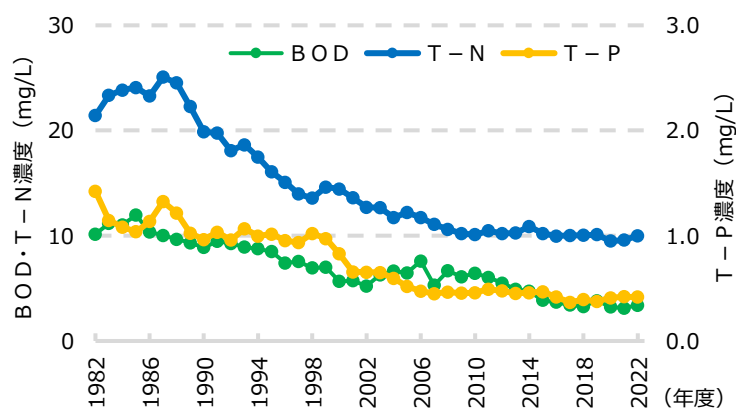
また、下水処理場では、生活排水や産業排水中に含まれる有機汚濁物を微生物の働きを利用して処理し、清澄な処理水を放流することにより、河川や海域の水質保全の役割を果たしています。

◆大阪市下水処理場の流入・放流水質平均（2023年度）



公共用水域の目指すべき水質レベルとして水質環境基準が定められており、1971年に設定されて以降、数回に渡り改定されてきています。これまでも、瀬戸内海や大阪湾で赤潮が頻発することに見られる富栄養化に対処するため、窒素やりんなどの栄養塩類に関する基準項目の追加などにより、下水処理場に求められる放流水質のレベルが上がり、それに対応するため、従来よりも高度な下水処理方式を導入してきました。下水処理方式の高度化により、下水処理場の放流水質は年々向上しています。

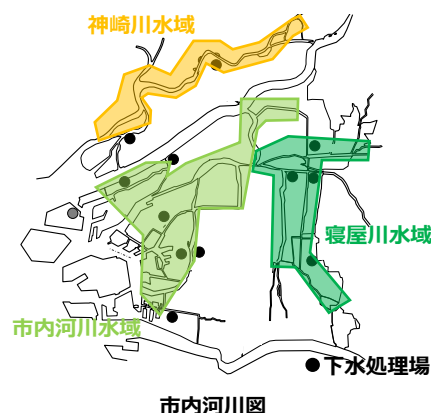
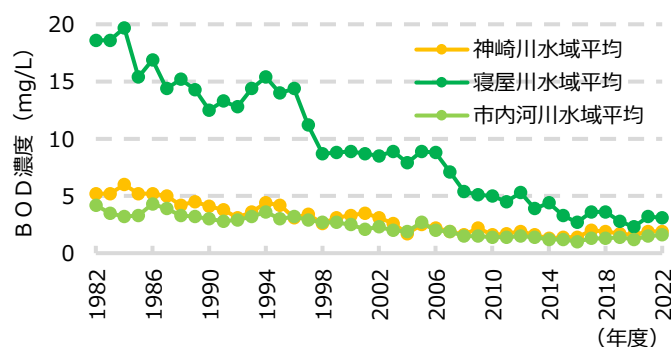
◆大阪市下水処理場放流水質の変化



また、下水処理場の整備及び放流水質の向上に伴い、放流先である大阪市内河川の水質は大幅に改善しており、下水処理場は公共用水域の水質保全に貢献しています。

◆大阪市内河川の水質変化

◆生物化学的酸素要求量（BOD）



コラム

下水処理場の放流水質と河川水質の関係



大阪市下水処理場の水質のグラフは、大阪市内12か所の下水処理場の平均値を示したものです。

BOD（生物学的酸素要求量）は、し尿、台所からの排水など、人の生活活動などから発生する汚れの程度を示す指標です。これらの汚れは、自然界に生息する微生物により分解できるので、その量が少なければ、河川の水質は悪化しません。しかしながら、汚れの量が多ければ、その汚れを分解する微生物量が増えることになり、その活動による酸素消費が大きく増加します。結果として、河川が貧酸素の状態になり、魚などが生息しにくい環境になります。下水処理場では、流入するBODの95%以上（2023年度実績）を除去しています。

大阪市内河川の水質変化のグラフに、3つの河川のBOD濃度の経年変化を示しています。寝屋川水域と他の水域で、BOD濃度の改善傾向に違いがあります。他の水域では、比較的早く下水道整備が進み、寝屋川市域では上流地域での下水道整備に伴い、河川水質が改善しています。このグラフからも、下水道による水質保全の役割が分かります。

窒素やりんも、人の生活活動などから発生する汚れです、我々には、肥料の成分としてなじみがあります。水の中に植物の栄養になる窒素やりんが多くあると、植物プランクトンやそれを捕食する動物プランクトンが増殖します。琵琶湖などの湖沼、大阪湾などの閉鎖された海域では、増殖したプランクトンにより水が濁り、いわゆる赤潮が発生します。

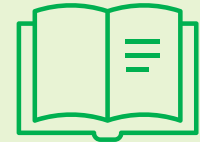
下水処理場放流水質の変化のグラフは、過去約40年間の経年変化を示したものです。大阪市では、コラム2に示すとおり、下水処理場で、窒素やりん除去に優れた処理方式を導入してきました。結果、1990年代以降から、放流水中の窒素やりん濃度が顕著に低下しています。

（２）下水処理場での使用電力や燃料について

下水処理場では、水質保全のための下水処理に加え、浸水対策のためのポンプ排水などに大量の電力や燃料を使用しています。また、電力や燃料の使用に伴う温室効果ガス排出量も大きくなります。大阪市では、これまで、求められる処理水質レベルの上昇に伴い、下水処理方式を高度化してきましたが、高度化に伴い処理に必要な空気量が増加する傾向にあり、結果、処理に必要な電力等のエネルギー消費量は増加する傾向があります。



下水の処理方式と電力使用量

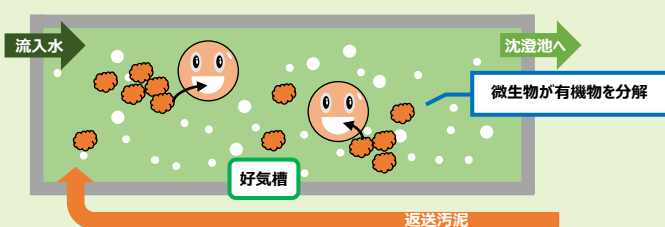


大阪市では、従来は標準法と呼ばれる方法で下水を処理していましたが、求められる放流水質レベルに従って、標準法→嫌気好気法→多段式硝化脱窒法→膜分離活性汚泥法と処理方式を向上させており、窒素やりんなどの放流水質の改善を達成しています。なお、処理方式を高度化することで、一般的に反応槽へより多くの空気を送ることになり、送風機に要する電力使用量が増大化する傾向にあります。

下水の処理方式

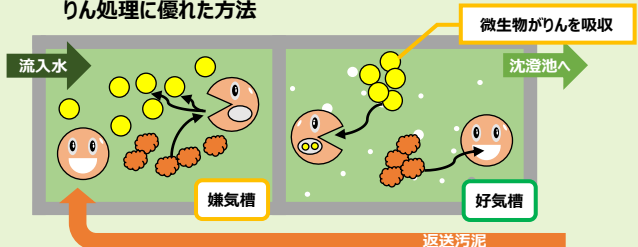
◆標準活性汚泥法（標準法）

有機物除去を目的とした方法



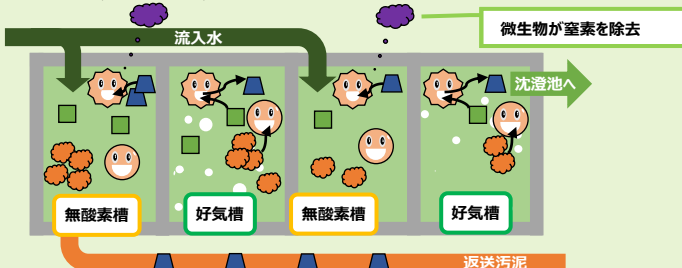
◆嫌気好気活性汚泥法（AO法）

りん処理に優れた方法



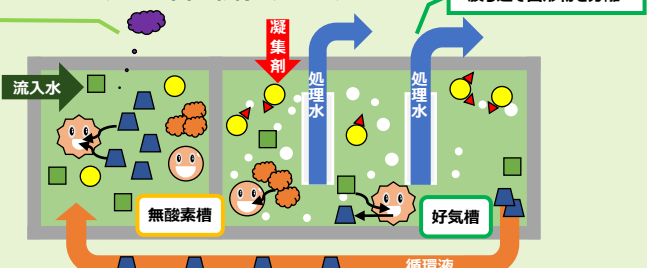
◆多段式硝化脱窒法（AOAO法）

窒素処理に優れた方法



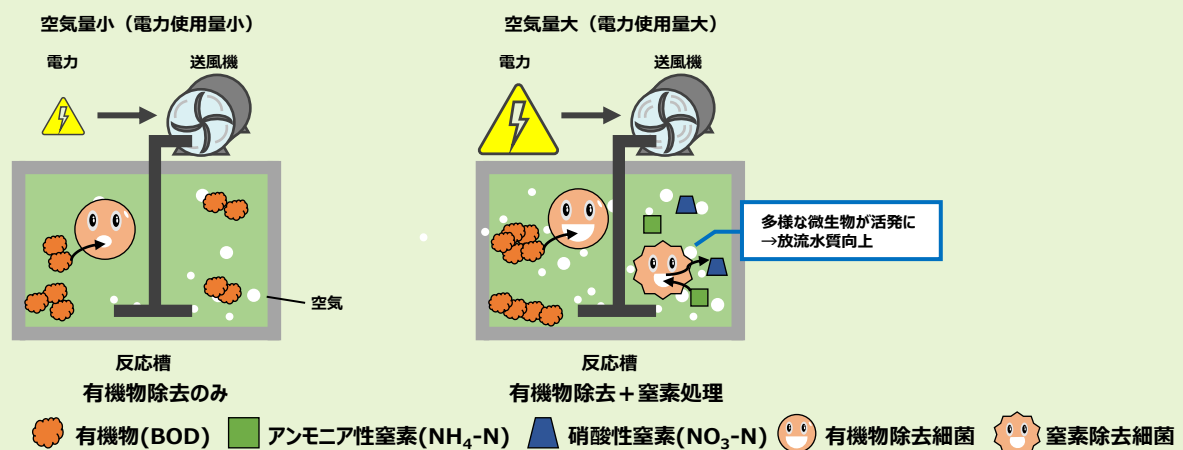
◆膜分離活性汚泥法（MBR）

窒素処理 + 固形物除去に優れた方法



- 有機物(BOD) ● りん ■ アンモニウム性窒素($\text{NH}_4\text{-N}$) ▲ 硝酸性窒素($\text{NO}_3\text{-N}$) ● 窒素ガス ▲ 凝集剤
● 有機物除去細菌 ● りん除去細菌 ● 窒素除去細菌

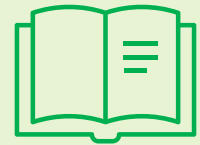
処理方式高度化に伴う電力使用量



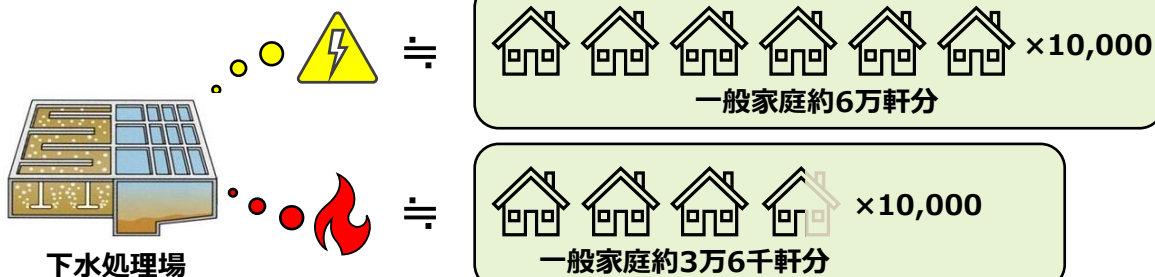
※ 水処理・汚泥処理の流れは付録参照



下水処理にかかるエネルギーと温室効果ガス発生量



大阪市の下水処理場で年間に使用する電力は約25,000万kWhで一般家庭の約6万軒分、都市ガスは730万m³で一般家庭の約3万6千軒分となっており、非常に多くのエネルギーを使用する施設です。下水処理場では、設備の省エネ化などを図ることでエネルギー使用量の削減に努めています。



また、大阪市の下水処理場では1人あたりの生活排水の処理によって年間約24kgの温室効果ガスが発生している計算となり、これは2.6本のスギが1年で吸収する温室効果ガス量に相当します。

1人当たりの年間生活排水量 (95.6m³) × 下水 1 m³の処理で発生する温室効果ガス量 (0.25kg/m³)
= 1人当たりの年間生活排水の処理で発生する温室効果ガス量 (24kg)

