

下水道事業における地球温暖化防止計画

アースプラン 2023

快適な地球環境を次世代に

令和5（2023）年3月



東京都下水道局



「アースプラン2023」の策定にあたって

世界各地では、毎年のように熱波や山火事、ハリケーン、豪雨等の記録的な自然災害が発生しており、そのリスクも増大しています。日本でも数十年に一度と言われる集中豪雨や巨大台風が毎年のように各地を襲い、河川の氾濫や崖崩れ等甚大な被害をもたらされています。この深刻な状況を引き起こしている大きな要因として挙げられるのが気候変動です。

気候危機が一層深刻化する中、国内外では脱炭素化への動きが加速しています。東京都は、「サステナブル・リカバリー（持続可能な回復）」を進め、50年、100年先も魅力ある豊かな都市として発展していくため、2022年9月に「東京都環境基本計画」を改定し、2050年CO₂排出実質ゼロに向けて、2030年までの行動が極めて重要との認識のもと、都内の温室効果ガス排出量を2030年までに50%削減する「カーボンハーフ」を目標に掲げています。

下水道事業は、安全で快適な生活環境の確保や良好な水循環の形成に必要な役割を担っていますが、一方で電力や燃料など大量のエネルギーを必要とし、それに伴い多くの温室効果ガスを排出しています。下水道局は、快適な地球環境を次世代に引き継ぐため、「京都議定書」に先駆け、平成16年に下水道事業における地球温暖化防止計画「アースプラン2004」を策定して地球温暖化対策を本格的にスタートしました。その後、東京都の環境基本計画の改定に合わせ、温室効果ガス削減目標を「アースプラン2010」では25%以上、「アースプラン2017」では30%以上に引き上げるとともに、地球温暖化対策のレベルアップを図ってまいりました。

今回策定した「アースプラン2023」では、下水道事業の特性を踏まえて地球温暖化対策とエネルギー対策を一体的に推進し、脱炭素化に向けた取組を更に加速・強化を図るため、温室効果ガス排出量を2030年度までに50%以上削減（2000年度比）するという一段高い目標を設定しました。また、その先の2050年ゼロエミッションの実現に向け、革新的な取組に挑むビジョンを示しました。

東京下水道は、東京都が掲げる温室効果ガス削減目標の達成に向けて、新しい技術を果敢に取り入れ、職員一丸となって総力を上げ、全力で取り組んでまいります。

令和5（2023）年3月

東京都下水道局長 奥山 宏二

アースプラン2023

目次

第1章 アースプラン2023について

1-1	策定の背景	2
1-2	目的	2
1-3	2030年カーボンハーフ実現に向けた目標と取組	2
1-4	2050年ゼロエミッション実現に向けたビジョン	3
1-5	エネルギー危機管理の強化	3
コラム	温室効果ガス	4

第2章 策定の背景

2-1	深刻化する地球環境	6
コラム	「緩和策」と「適応策」	8
2-2	温室効果ガス排出の実態	9
2-3	エネルギー消費の実態	11
2-4	地球温暖化対策の動向	14
コラム	環境確保条例に基づくキャップ&トレード制度	19
コラム	東京都におけるグリーンボンドの発行	28

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	下水道事業の概要	30
3-2	主要施策の推進に伴う温室効果ガス排出量等の増加	33
3-3	下水処理に伴う温室効果ガスの排出	36
コラム	SDGsと下水道事業	38

第4章 2030年カーボンハーフ実現に向けた目標と取組

4-1	目標	40
4-2	温室効果ガス排出量の算定	40
4-3	算定条件	43
4-4	2030年カーボンハーフ実現に向けた下水道局の取組	44
4-5	取組方針	46
4-6	取組方針に基づく対策	47
4-7	徹底した省エネルギー	48
4-8	再生可能エネルギーの活用	55
4-9	処理工程・方法の効率化	58
	コラム 下水道の ^{あす} 未来を切り拓く技術開発	62
	コラム 環境に配慮した焼却炉	64
4-10	他分野との連携	66
	コラム 環境価値	68

第5章 2050年ゼロエミッション実現に向けたビジョン

5-1	ゼロエミッション実現に向けた課題	70
5-2	ゼロエミッション実現に向けた考え方	73
5-3	ゼロエミッション実現に向けたビジョン	75
5-4	社会への貢献	76
5-5	ゼロエミッション実現に向けたロードマップ	77
	コラム 海外における先進事例	78

第6章 エネルギー危機管理の強化

6-1	エネルギー危機管理の背景	84
6-2	取組方針	85
6-3	取組方針に基づく対策	86
	コラム HTT<電力を④減らす・①創る・①蓄める>	89

第 1 章

アースプラン2023について

1-1 策定の背景

2021年4月、政府は、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%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月に国の地球温暖化対策計画とエネルギー基本計画が改定されました。

また、東京都は、「サステナブル・リカバリー（持続可能な回復）」を進め、50年、100年先も魅力ある豊かな都市として発展していくため、2022年9月に「東京都環境基本計画」を改定しました。「東京都環境基本計画」では、2050年CO₂排出実質ゼロに向けて、2030年までの行動が極めて重要との認識の下、都内の温室効果ガス排出量を2030年までに50%削減（2000年比）するカーボンハーフ等を目標としています。

1-2 目的

下水道局では、下水道事業における地球温暖化防止計画「アースプラン」やエネルギー基本計画「スマートプラン」に基づき、エネルギー・地球温暖化対策を計画的に推進してきました。

気候危機が一層深刻化する中、国内外では脱炭素化への動きが加速しており、国や東京都の新たな動き、更には外部有識者による「下水道カーボンハーフ実現に向けた地球温暖化対策検討委員会」の議論を踏まえ、新たな地球温暖化防止計画「アースプラン2023」を策定しました。本計画は、これまでのアースプランとスマートプランを統合して新たな計画とするもので、下水道事業の特性を踏まえて地球温暖化対策とエネルギー対策を一体的に推進することを目的とします。

1-3 2030年カーボンハーフ実現に向けた目標と取組

下水道事業では、温室効果ガスとして、電力や燃料等の使用に伴うエネルギー起源二酸化炭素（CO₂）に加え、一酸化二窒素（N₂O）やメタン（CH₄）を排出しています。そのため、温室効果ガスの排出削減にあたっては、エネルギー起源CO₂とN₂O等の削減を総合的に勘案して対策を一体的に推進する必要があることから、目標を次のとおり設定します。

計画期間

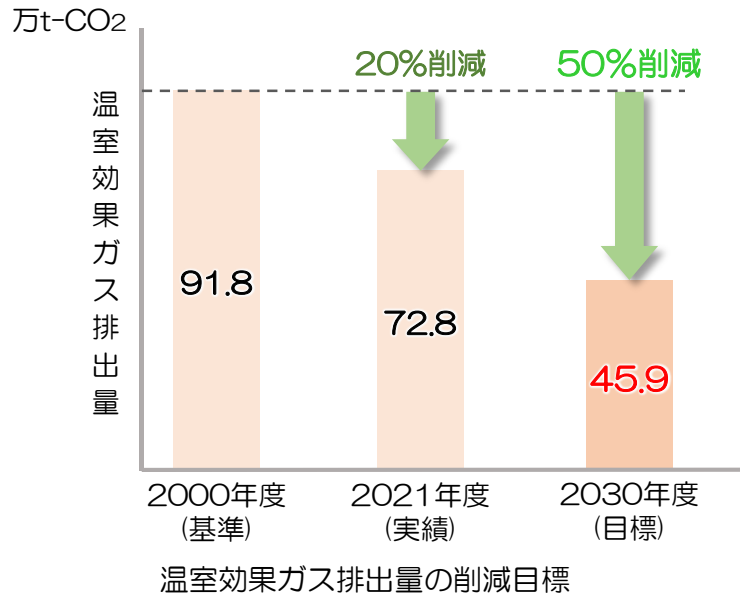
2023～2030年度

目標

温室効果ガス
排出量 **50%**以上削減
(2000年度比)

上記目標の達成に必要な エネルギー消費量(2000年度比) 約25%程度削減
再生可能エネルギー電力利用割合 45～50%程度

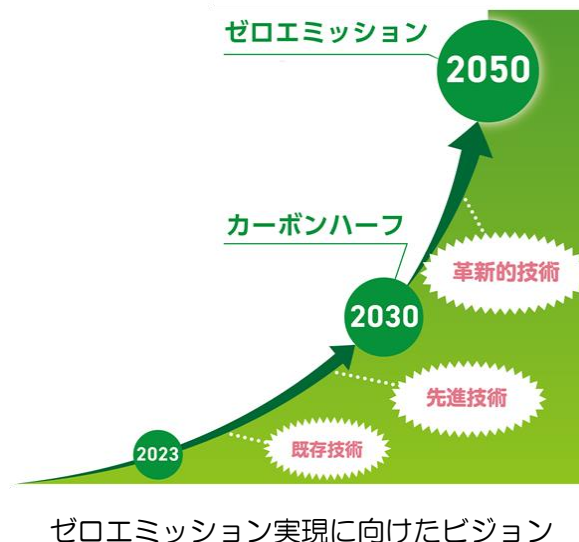
2030年カーボンハーフの実現に向けては、既存技術の導入拡大に加え、新たに技術開発した先進技術の導入を推進していくことが重要となります。これまでのアースプランやスマートプランの取組を加速するとともに、新たに技術開発した設備の導入や再生可能エネルギーの更なる活用などの取組を強化します。



1-4 2050年ゼロエミッション実現に向けたビジョン

2050年ゼロエミッションの実現に向けては、既存技術や先進技術の導入だけでは達成が困難であることから、下水道が持つポテンシャルや下水道資源を最大限に活用し、更なる先進技術の導入推進、革新的技術の開発・導入により温室効果ガス排出量を徹底的に削減する必要があります。

また、下水道事業の境界（バウンダリー）にとらわれず、下水道資源を利用した取組を推進することで、社会全体のゼロエミッションの実現に貢献することも重要です。



1-5 エネルギー危機管理の強化

停電時においても下水道事業を安定的に継続するため、非常用発電設備の増強に加え、再生可能エネルギーを利用した発電による電源の多様化や、非常用発電設備における燃料の多様化を推進し、今後もエネルギー危機管理の強化に取り組みます。

さらに、ロシア・ウクライナ情勢を契機としたエネルギー危機等の社会構造変化への対応やその先の脱炭素化に向け、電力の「HTT<電力を④減らす・①創る・①蓄める>」を推進します。

温室効果ガス

温室効果ガスには、二酸化炭素（CO₂）、メタン（CH₄）、一酸化二窒素（N₂O）、代替フロン等 4 ガス（HFC、PFC、SF₆、NF₃） があります。

これらのガスは、太陽からの日射エネルギーをほぼ完全に通過させる一方、地表から放射される熱を吸収し、熱が地球の外に放出されるのを妨げる性質があります。

温室効果ガスは、種類ごとに地球温暖化に与える影響が異なり、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、最新の科学的知見を踏まえ見直しが行われており、2023 年現在、「地球温暖化対策の推進に関する法律施行令」では、以下のとおり定められています。

温室効果ガスの種類	地球温暖化係数
二酸化炭素（CO ₂ ）	1
メタン（CH ₄ ）	25
一酸化二窒素（N ₂ O）	298
代替フロン等 4 ガス（HFC、PFC、SF ₆ 、NF ₃ ）	数十～数万

■下水道施設から排出される主な温室効果ガス

下水や汚泥を処理する工程では、二酸化炭素（CO₂）、一酸化二窒素（N₂O）、メタン（CH₄）が排出されます。

下水道局が排出している温室効果ガスは 2021 年度実績で 72.8 万 t-CO₂*であり、その内訳は電力や燃料等のエネルギー使用による CO₂ が約 72%、水処理・汚泥処理で発生する N₂O が約 22%、CH₄ が約 6%となっています。

*電力の排出係数：0.443kg-CO₂/kWh にて算出



下水道施設から排出される主な温室効果ガス

第 2 章

策定の背景

2-1 深刻化する地球環境

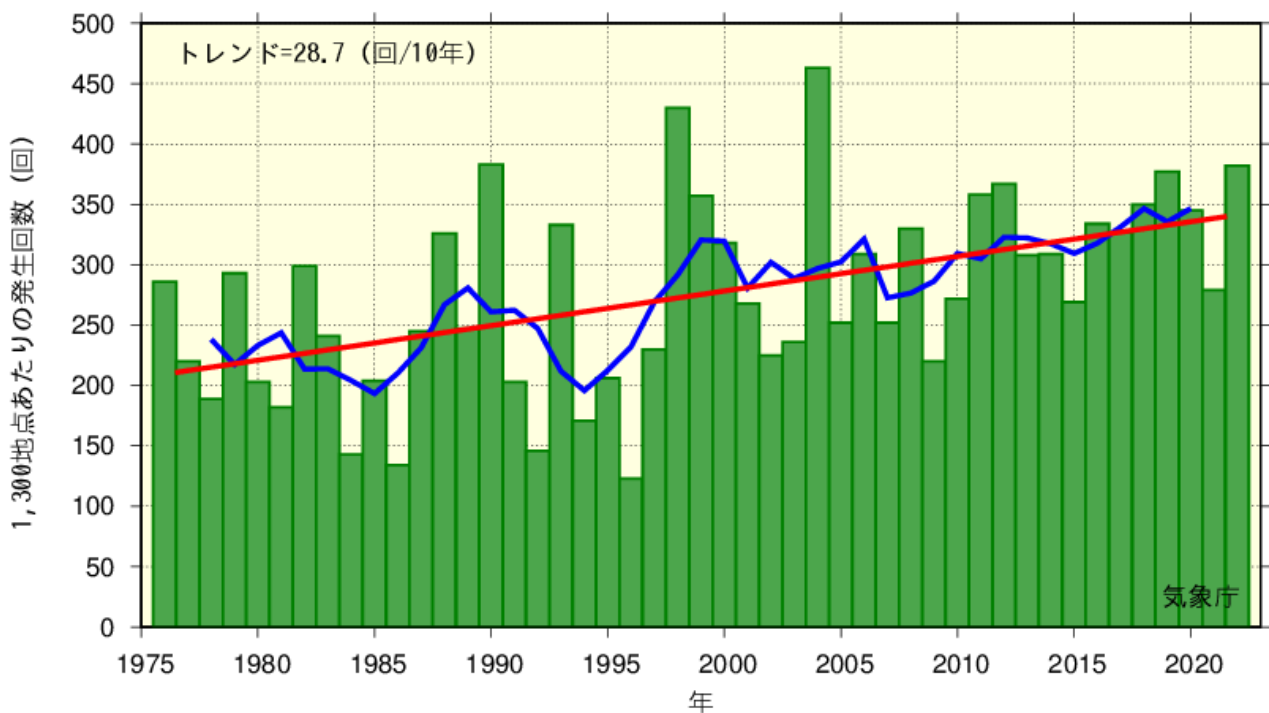
(1) 気候変動の深刻化

世界各地において、毎年のように発生する熱波や山火事、ハリケーン、豪雨等の記録的な自然災害のリスクが増大しています。日本でも数十年に一度と言われる集中豪雨や巨大台風が毎年のように各地を襲い、河川の氾濫や崖崩れ等甚大な被害をもたらされています。気象庁によると、近年、大雨や短時間豪雨の発生頻度が増加し、全国の1時間降水量50mm以上の大雨の平均年間発生回数は、統計期間の最初の10年間（1976～1985年）と比べ、最近10年間（2013～2022年）では約1.5倍と大きく増加しています。

東京都内では、2014～2018年の5か年において、内水氾濫による浸水被害が31回発生し、31回中27回は集中豪雨、4回は台風を要因としています。

こうした局所的な豪雨の頻発化や台風の大型化等の気候変動が地球温暖化により生じていることが、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）¹ 第6次評価報告書（2022年2月公表）において報告されています。

【全国アメダス】1時間降水量50mm以上の年間発生回数



棒グラフ（緑）は各年の年間発生回数を示す（全国のアメダスによる観測値を1,300地点あたりに換算した値）。

折れ線（青）は5年移動平均値、直線（赤）は長期変化傾向（この期間の平均的な変化傾向）を示す。

全国の1時間降水量50mm以上の大雨の年間発生回数の経年変化（1976～2022年）
（気象庁HP「大雨や猛暑日など（極端現象²）のこれまでの変化」）

¹ 気候変動に関する政府間パネル（IPCC、Intergovernmental Panel on Climate Change）：各国政府の気候変動に関する政策に科学的な基礎を与えることを目的として、世界気象機関（WMO）及び国連環境計画（UNEP）により1988年に設立された政府間組織

² 極端現象：極端な高温・低温や強い雨など、特定の指標を越える現象。具体的には、日最高気温が35℃以上の日（猛暑日）や1時間降水量が50mm以上の強い雨などを指す。

（２）下水道事業への影響

下水道は、日常生活や都市活動で発生する汚水をきれいにして河川や海に放流するほか、道路や宅地に降った雨水を速やかに排除するなど、安全で快適な生活環境の確保や良好な水循環の形成に必要不可欠な役割を担っており、人々の生活や都市活動に無くてはならない重要な基幹インフラです。都市機能を確保し、安全・安心な暮らしを実現するため様々な対策を実施していますが、近年の大雨や短時間豪雨により場所によっては浸水被害が発生するなど、下水道事業における大きな課題となっています。そのため、浸水被害を防ぐための浸水対策幹線や新設ポンプ所等の整備など、気候変動が引き起こす生活の安全・安心や水環境への影響を解消するために様々な取組を行う必要があります。

一方で、これらの取組を実施することで、ポンプの追加等によりエネルギー使用量や温室効果ガス排出量が更に増加してしまいます。

「緩和策」と「適応策」

2021 年から 2022 年にかけて公表された IPCC 第 6 次評価報告書では、「人為起源の気候変動は、極端現象の頻度と強度の増加を伴い、自然と人間に対して、広範囲にわたる悪影響と、それに関連した損失と損害を、自然の気候変動の範囲を超えて引き起こしている。」と報告されています。

また、同報告書では、「気候変動の規模と速度、及び関連するリスクは、短期的な緩和や適応の行動に強く依存し、予測される悪影響と関連する損失と損害は、地球温暖化が進むたびに拡大していく」として、「気候変動が既に人間と自然のシステムを破壊していることは疑う余地がない」ため、「次の 10 年間に於ける社会の選択及び実施される行動によって、中期的及び長期的な経路によって実現される気候にレジリエントな開発が、どの程度強まるかあるいは弱まるかが決まる」として、「緩和策や適応策」を実施し、加速し、継続することを提言しています。

温室効果ガスの排出削減と吸収の対策を「緩和策」と言い、省エネルギー対策、再生可能エネルギーの普及などが挙げられます。これに対して、既に起こりつつある気候変動による影響の防止・軽減のための備えと、新しい気候条件の利用を「適応策」と言います。影響の軽減をはじめ、リスクの回避・分散・需要と機会の利用を踏まえた対策のことで、渇水対策や農作物の新種の開発、熱中症の早期警告インフラ整備などが例として挙げられます。



気候変動と緩和策・適応策
環境省「平成 28 年版 環境・循環型社会・生物多様性白書」

■下水道事業における「緩和策」と「適応策」の例

「緩和策」の例

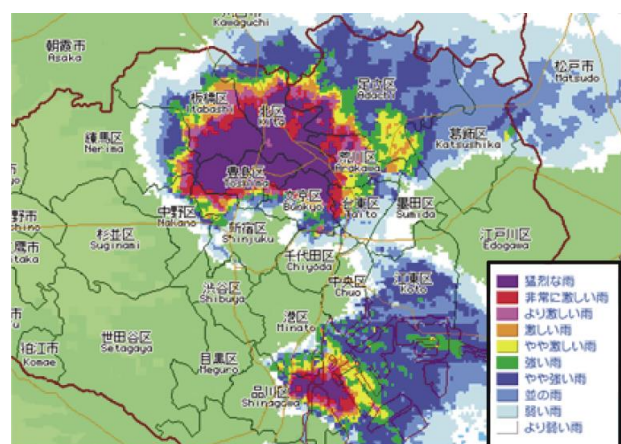
- ・微細気泡散気装置等、省エネルギー型機器の導入推進
- ・消化ガスを活用したバイオマス発電
- ・太陽光発電設備の導入推進

等

「適応策」の例

- ・「東京アメッシュ」による都民へのリアルタイム降雨情報の発信
- ・降水量の増加に対する浸水対策

等



東京アメッシュの画面イメージ

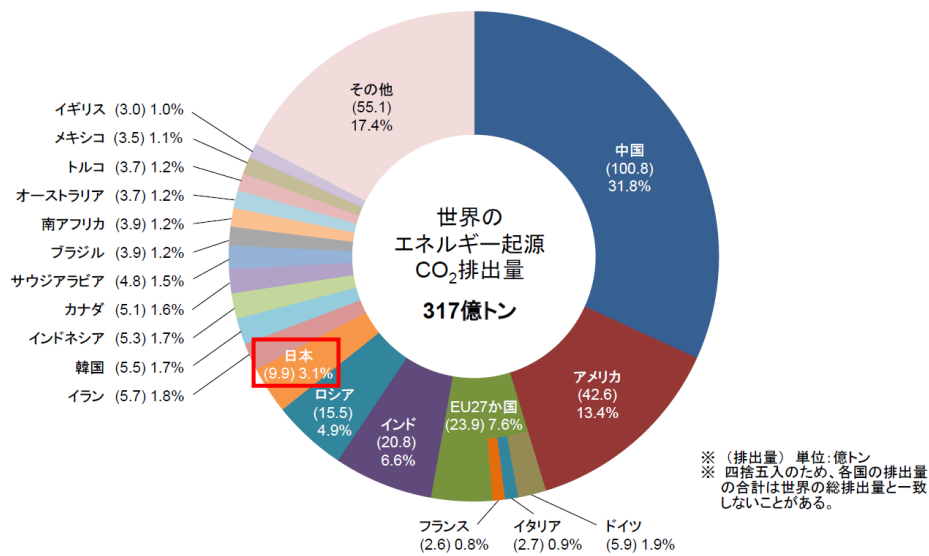
URL : <https://tokyo-ame2.jwa.or.jp/index>



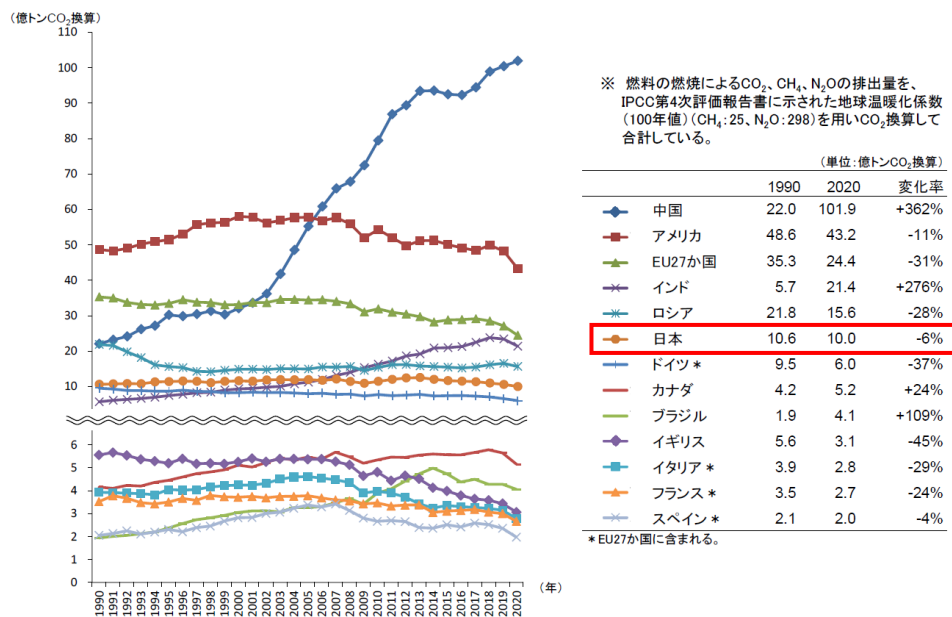
2-2 温室効果ガス排出の実態

2020年の世界のエネルギー起源CO₂¹総排出量は、317億t-CO₂であり、日本の排出量は9.9億t-CO₂です。国別の排出割合では、中国（31.8%）とアメリカ（13.4%）とで全体の4割以上を占めており、日本はロシアに次いで排出量が多く、3.1%を占めています。

1990年以降の長期的な変化を見ると、中国、インド、ブラジルが経済発展に伴い大幅に排出量が増加している一方、欧州は20~30%の減少となっている国が多くみられます。アメリカは1990年代に増加したものの2000年代に入ってから減少に転じ、現在も減少傾向が続いている状況です。日本は、1990年以降、大きな変化は見られません。



世界のエネルギー起源CO₂排出量（2020年）

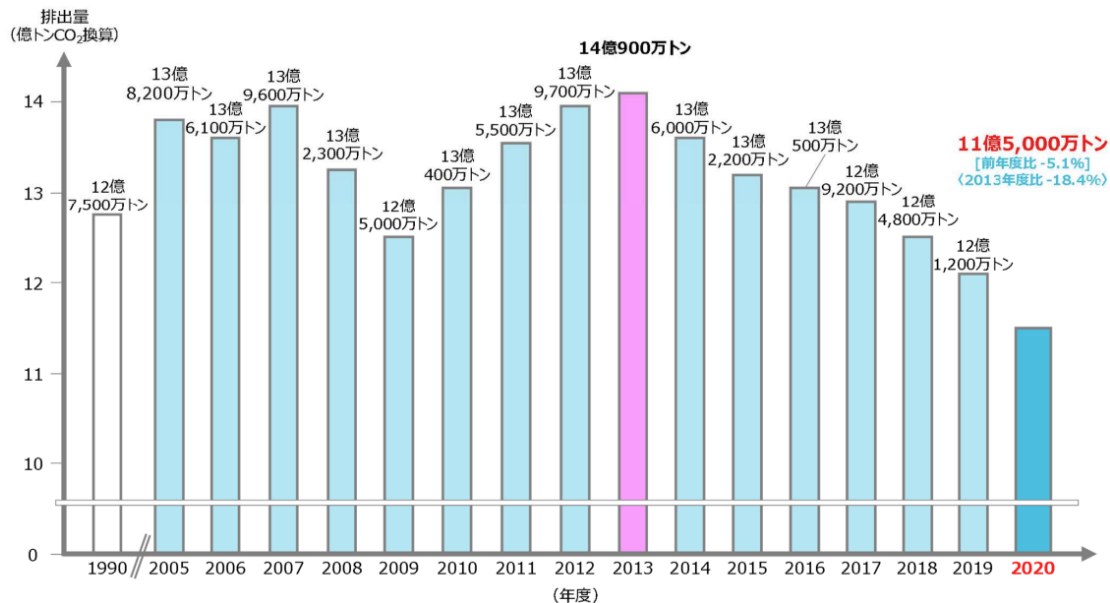


主な国別のエネルギー起源温室効果ガス排出量※の推移

（環境省HP「気候変動の国際交渉 | 関連資料 世界のエネルギー起源CO₂排出量」、EU加盟国は2020年時点）

¹ エネルギー起源CO₂: 石炭や石油などの化石燃料を燃焼させることにより、発生・排出される二酸化炭素

日本におけるエネルギー起源 CO₂ 以外も含めた温室効果ガスの総排出量は、2013 年度の 14.1 億 t-CO₂ をピークに減少に転じ、2020 年度は、1990 年度以降最少の 11.5 億 t-CO₂ となりました。再生可能エネルギーの導入拡大、原子力発電施設の再稼働による電力の排出係数の低下、省エネルギーの進展等を背景に3年連続で最少を更新しています。

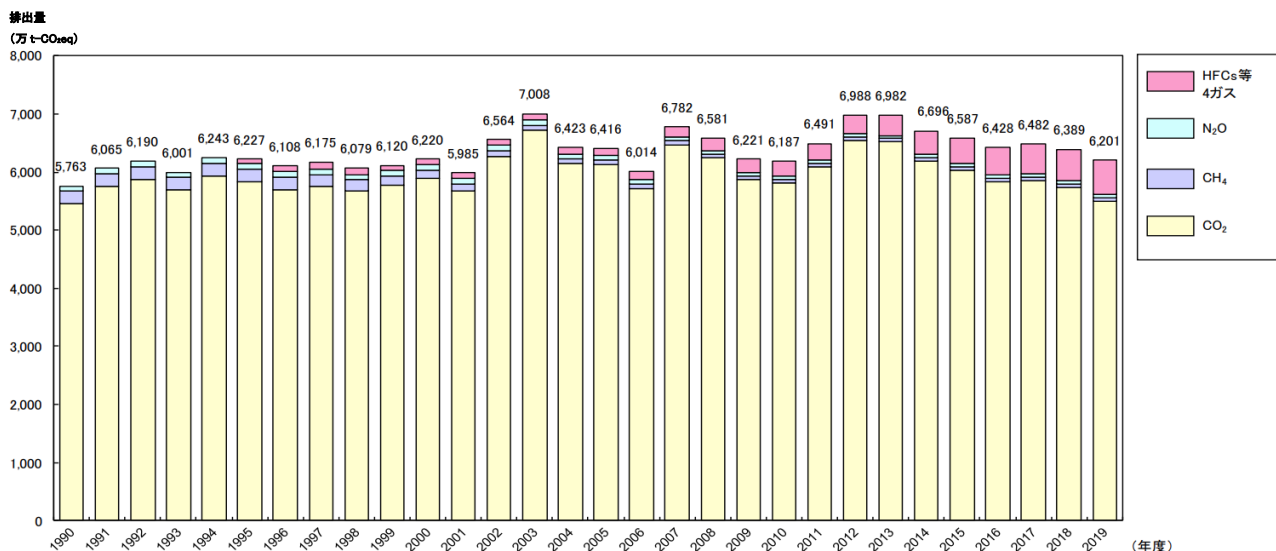


日本の温室効果ガス総排出量の推移*

*エネルギー起源 CO₂ 以外も含めた総排出量

(環境省HP「2020 年度 (令和 2 年度) の温室効果ガス排出量 (確報値) について」)

都内における 2020 年度の温室効果ガス排出量 (速報値) は 5,990 万 t-CO₂ であり、2000 年度と比較して 3.7%の減少、2013 年度からは 14.2%の減少となっています。

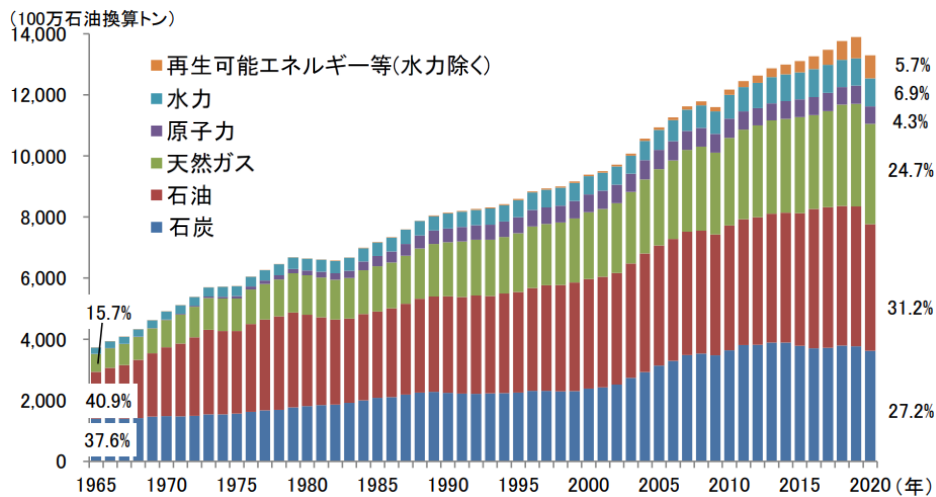


都内の温室効果ガス総排出量の推移

(東京都「東京都における最終エネルギー消費及び温室効果ガス排出量総合調査」、2022 年 3 月) を基に作成

2-3 エネルギー消費の実態

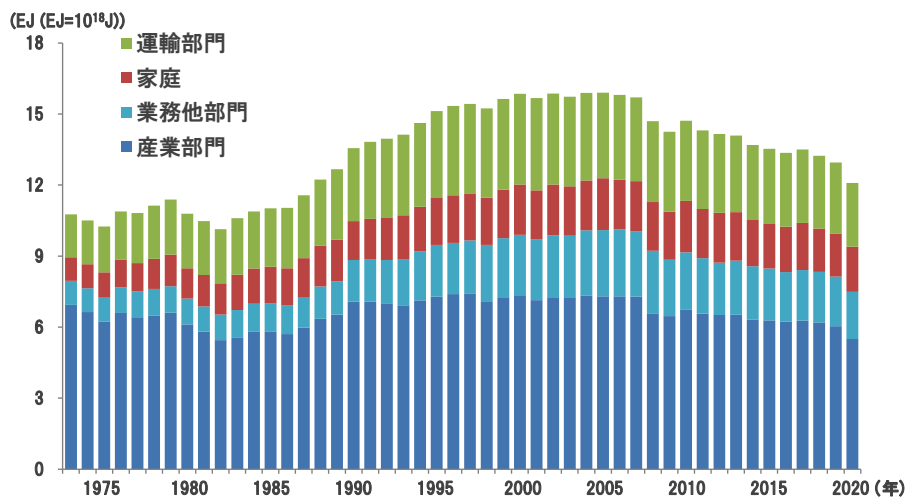
温室効果ガスの排出量には、エネルギー消費の状況が大きく影響します。世界のエネルギー消費量は経済成長とともに増加傾向となり、石油換算で 1965 年の 37 億 t から年平均 2.3% で増加し、2020 年には 133 億 t に達しました。石油消費量がエネルギー消費量全体で最も大きな割合（2020 年時点で 31.2%）を占めていますが、気候変動への対応が強く求められる先進国を中心に天然ガスや、ここ 10 年では再生可能エネルギーの消費量が伸びています。



世界のエネルギー消費量の推移

(資源エネルギー庁「令和3年度エネルギーに関する年次報告（エネルギー白書2022）」、2022年6月)

日本のエネルギー消費量は、1970年代の二度の石油危機を契機に省エネルギー化が進み、増加が抑制されていましたが、その後、1980年代後半から2000年頃まで増加傾向となりました。2000年以降は再び原油価格が上昇したこともあり2005年をピークに減少傾向となり、2011年以降は東日本大震災後の節電意識の高まり等により減少が進みました。さらに2020年には新型コロナウイルスの感染拡大の影響による経済活動の制限などによって、最終エネルギー消費量は2019年比で6.7%減となりました。

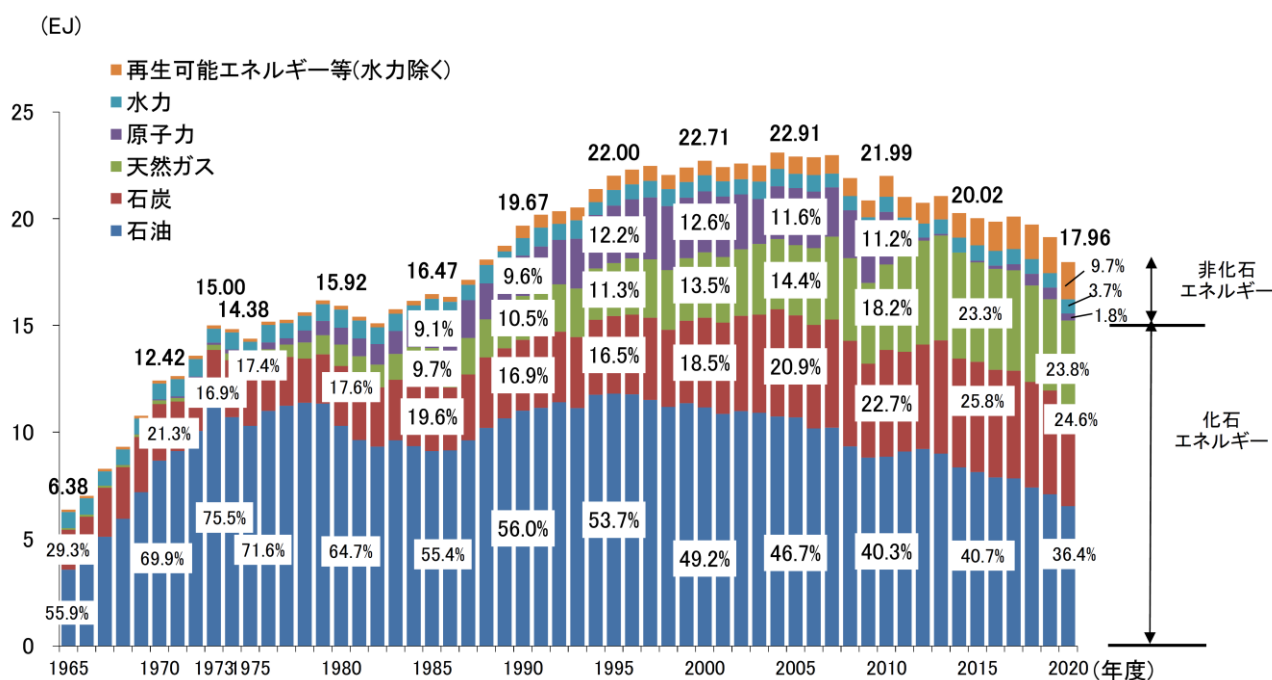


日本の最終エネルギー消費の推移

(資源エネルギー庁「令和3年度エネルギーに関する年次報告（エネルギー白書2022）」、2022年6月) を基に作成

一方で、エネルギー供給の側面から見ると、1970年代の石油危機により石油依存度を低減させる代替エネルギーとして、原子力発電や再生可能エネルギー等の導入が推進されました。2010年には、エネルギー供給源の構成割合は、石油、石炭、天然ガスの化石エネルギーが合計で81.2%と多くを占める一方、原子力発電が11.2%、水力発電、太陽光発電、風力発電等の再生可能エネルギーが7.6%で、非化石エネルギー¹による割合が20%近くに達しています。

その後、2011年の東日本大震災以降の原子力発電施設の停止を背景に、化石エネルギーである天然ガス、石炭の割合が一時的に増加しました。しかし、近年は再生可能エネルギーの固定価格買取制度（FIT制度）²により、太陽光発電設備等の建設コストの回収の見通しが立てやすくなったことなどから、再び非化石エネルギーの供給割合が増加しています。



日本のエネルギー供給量の推移

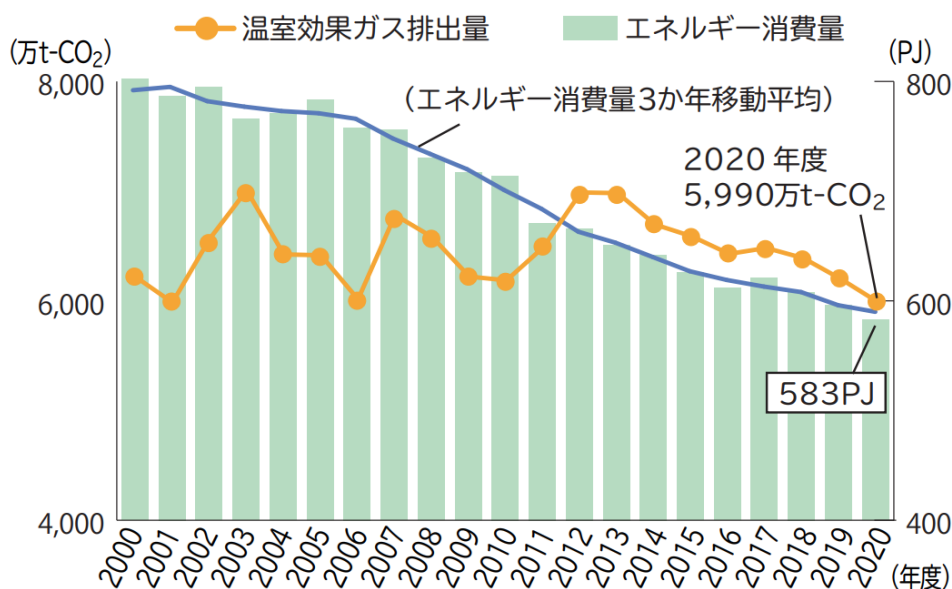
(資源エネルギー庁「令和3年度エネルギーに関する年次報告（エネルギー白書2022）」、2022年6月)

¹ 非化石エネルギー：原油や石油ガス、天然ガス、石炭等の化石燃料以外のものから得られるエネルギー

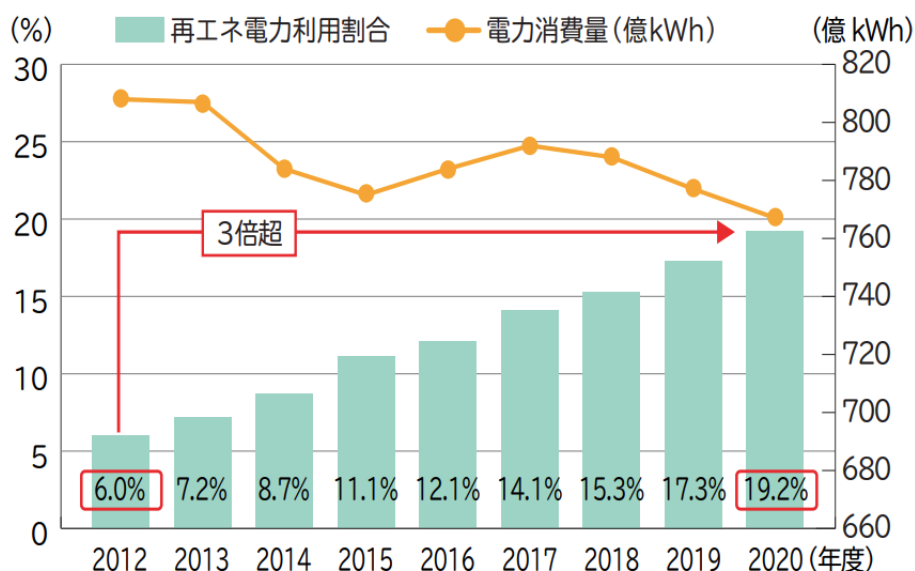
² 再生可能エネルギーの固定価格買取制度（FIT制度）：再生可能エネルギーで発電した電気を、電力会社が一定価格で一定期間買い取ることを国が約束する制度

都内のエネルギー消費量は、2000年頃にピークアウトし、その後減少傾向にあります。2020年度のエネルギー消費量は583PJ(PJ=10¹⁵J)で、2000年度と比較して27.3%の減少となっています。

また、2020年度の都内における再生可能エネルギー（再エネ）電力利用割合は19.2%で、2011年の東日本大震災以降の原子力発電施設の稼働停止や再生可能エネルギーの導入推進を背景に、最近8年間で3倍以上に増加しています。



温室効果ガス排出量及びエネルギー消費量の推移
(東京都「環境基本計画」、2022年9月)



都内における再エネ電力の利用状況
(東京都「環境基本計画」、2022年9月)

2-4 地球温暖化対策の動向

(1) 世界の動向

国連気候変動枠組条約締約国会議 (COP) ¹

1997年12月、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、CO₂、N₂O等、6種類の温室効果ガスについて、先進国に法的拘束力のある削減目標を規定した「京都議定書」が採択され、世界全体における温室効果ガス排出削減に大きな一歩を踏み出しました。

2015年12月、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。

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。

2022年11月の第27回締約国会議(COP27)においては、温暖化に起因する災害などによる「損失と損害」を支援する基金創設で合意がなされた一方で、各国の温室効果ガス排出量削減目標の引き上げは限定的で、各国目標を総計しても1.5℃目標達成に必要な削減幅からは大きく乖離していることが明らかになりました。

(2) 日本の動向

地球温暖化対策計画

1998年10月、「京都議定書」の採択を受け、日本の地球温暖化対策の第一歩として、国、地方公共団体、事業者、国民が一体となって地球温暖化対策に取り組むための枠組みが、「地球温暖化対策の推進に関する法律(地球温暖化対策推進法)」により定められ、改正を重ねてきました。

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。

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。

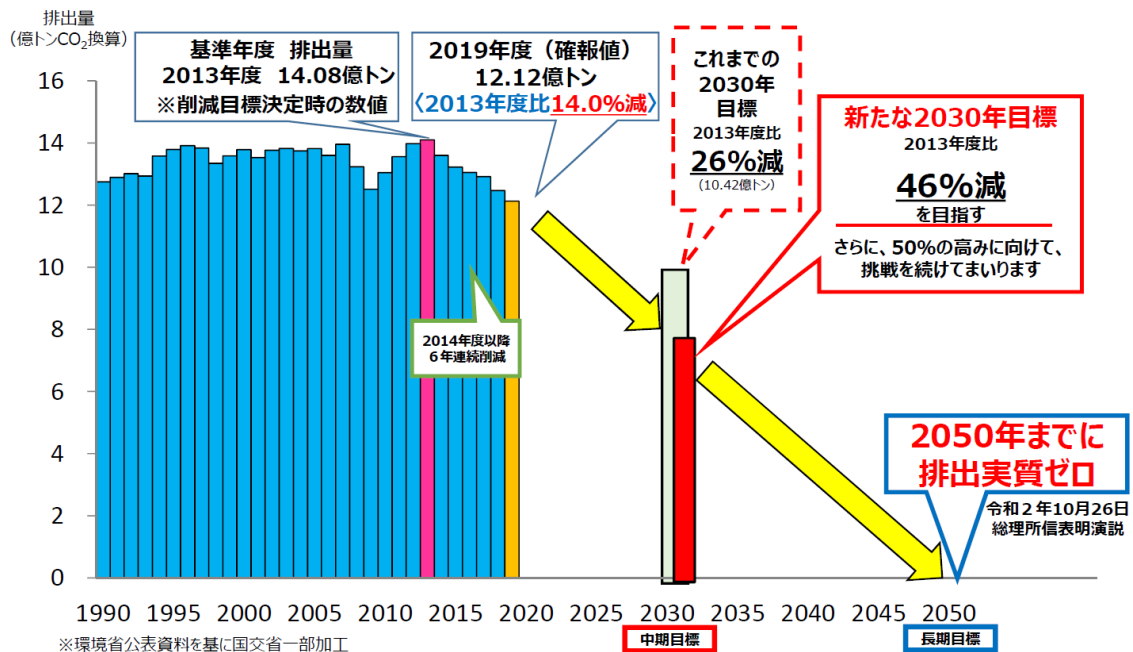
¹ 国連気候変動枠組条約締約国会議(COP、Conference of the Parties)：大気中の温室効果ガスの濃度を安定化させることを究極の目標として採択された「国連気候変動枠組条約」に基づき毎年開催される気候変動に関する国際会議

国土交通省環境行動計画

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。

下水道分野では、施設の更新や集約・再編等の計画も踏まえつつ、水処理の省エネルギー化等の省エネルギー技術の普及推進によるエネルギー起源CO₂排出量の削減や下水汚泥のエネルギー化、下水汚泥焼却施設における燃焼の高度化等で、大幅な排出削減が見込まれています。

2021年10月には、「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」を設置し、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施工程表について、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。



我が国の温室効果ガス削減の中期目標と長期的目標
 (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) 東京都の動向

『未来の東京』戦略

東京2020オリンピック・パラリンピック競技大会の成功を跳躍台に、その先の東京の持続的な発展への方向性を示した総合計画として、2021年3月に『未来の東京』戦略を策定し、戦略14に「ゼロエミッション東京戦略」を掲げています。

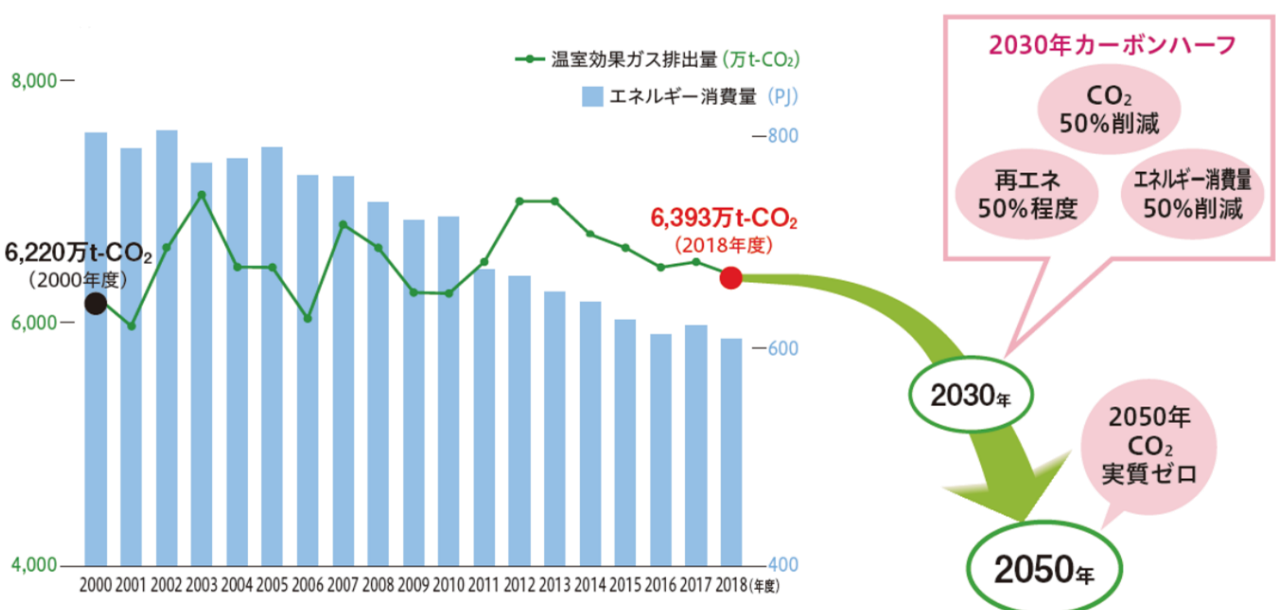
2050年までに、世界のCO₂排出実質ゼロに貢献する「ゼロエミッション東京」の実現は、エネルギーや資源の大消費地である東京の責務であり、2030年までの今後10年間で未来に向けた重要な「マイルストーン」となります。本戦略では、2030年までに温室効果ガスを50%削減する目標等を実現するため、具体的な取組を推進することとしています。

2023年1月に策定された『未来の東京』戦略 version up 2023では、再生可能エネルギー利用の拡大などあらゆる施策を総動員し、カーボンハーフに向けた取組を加速することとしています。

ゼロエミッション東京戦略

東京都は、2019年5月に2050年CO₂排出実質ゼロに貢献する「ゼロエミッション東京」を実現することを表明し、実現に向けたビジョンと具体的取組、ロードマップをまとめた「ゼロエミッション東京戦略」を2019年12月に策定しました。さらに、2021年1月、世界経済フォーラム「ダボス・アジェンダ」において、「ゼロエミッション東京」の実現に向けては、2030年までの10年間の行動が非常に重要とし、都内温室効果ガス排出量を2030年までに50%削減（2000年比）すること、再生可能エネルギーによる電力利用割合を50%程度まで高めることを表明しました。

2021年3月に策定された「ゼロエミッション東京戦略 2020 Update & Report」では、2030年カーボンハーフの実現に必要な社会変革のビジョンとして「2030・カーボンハーフスタイル」を提起し、各政策分野で変革へのアプローチや方向性を示しています。



CO₂ 排出量削減に向けた 2050 年までの道筋
(東京都「ゼロエミッション東京戦略 2020 Update & Report」、2021 年 3 月)

東京都環境基本計画

東京都は、「サステナブル・リカバリー（持続可能な回復）」を進め、50年、100年先も魅力ある豊かな都市として発展していくため、2022年9月に「東京都環境基本計画」を改定しました。東京都環境基本計画では、2050年CO₂排出実質ゼロに向けて、2030年までの行動が極めて重要との認識の下、都内温室効果ガス排出量を2030年までに50%削減（2000年比）するカーボンハーフ等を目標としています。

○東京都環境基本計画における目標

<2030年全体目標>

- ・都内温室効果ガス排出量(2000年比)：50%削減（カーボンハーフ）
- ・都内エネルギー消費量(2000年比)：50%削減
- ・再生可能エネルギー電力利用割合：50%程度（中間目標：2026年30%程度）

<2030年部門別目標（業務部門※1）>

- ・エネルギー起源CO₂排出量(2000年比)^{※2}：約45%程度削減
- ・エネルギー消費量(2000年比)：約25%程度削減

※1 下水道局は業務部門に該当

※2 「N₂O」、「CH₄」等、その他ガスについての目標設定はなし

(単位：万 t-CO₂eq)

	2000年 (基準)	2019年 (現状)		2030年			東京都 環境基本計画 (2016年策定) (2000年比)
	排出量	排出量	2000年比	排出量 (目安)	部門別目標 (2000年比)	2019年比	
産業・業務部門	2,727	2,763	1.3%	1,381	約50%程度削減	▲50.0%	20%程度削減
産業部門	679	381	▲43.9%	222		▲41.8%	
業務部門	2,048	2,382	16.3%	1,159	約45%程度削減	▲51.3%	(20%程度削減)
家庭部門	1,283	1,612	25.6%	728	約45%程度削減	▲54.8%	20%程度削減
運輸部門	1,765	940	▲46.7%	612	約65%程度削減	▲34.9%	60%程度削減
合計	5,775	5,315	▲8.0%	2,721		▲48.8%	

エネルギー起源CO₂排出量

(単位：PJ)

	2000年 (基準)	2019年 (現状)		2030年			東京都 環境基本計画 (2016年策定) (2000年比)
	消費量	消費量	2000年比	消費量 (目安)	部門別目標 (2000年比)	2019年比	
産業・業務部門	359	284	▲20.9%	233	約35%程度削減	▲18%	30%程度削減
産業部門	96	46	▲52.1%	36		▲22%	
業務部門	263	237	▲9.9%	197	約25%程度削減	▲17%	(20%程度削減)
家庭部門	186	190	2.2%	130	約30%程度削減	▲32%	30%程度削減
運輸部門	257	125	▲47.5%	90	約65%程度削減	▲28%	60%程度削減
合計	802	598	▲25.4%	453		▲24%	

エネルギー消費量

東京都環境基本計画における2030年部門別目標
(東京都「東京都環境基本計画」、2022年9月)

ゼロエミッション都庁行動計画

東京都は、多大なエネルギー・資源を消費する都自身が、「隗より始めよ」の意識の下、2030年カーボンハーフの達成に向け、都民・事業者の取組を牽引していくため、2021年3月に「ゼロエミッション都庁行動計画」を策定しました。本計画では、全庁的な取組を強力的に推進し、都庁における2030年カーボンハーフを目指し、知事部局等^{*}の事務事業活動において、2024年度の温室効果ガス排出量を2000年度比で40%削減することを中間目標としています。

2022年3月に策定された「ゼロエミッション都庁行動計画 Update」では、都庁施設への太陽光パネルの2024年度設置目標を更新しました。

さらに、2022年11月に開催された「第4回エネルギー等対策本部」において、公営企業局も含めた都庁施設への太陽光パネルの設置について新たに2030年度設置目標と、その中間目標として2026年度設置目標が設定されました。

^{*}公営企業局を除く、知事部局、教育庁、警察庁、東京消防庁、議会局、各行政委員会事務局、東京都職員共済組合

環境確保条例に基づくキャップ&トレード制度

気候変動の危機を回避するため、東京都は、早期に大幅な CO₂ 排出量削減を目指す取組として、2010 年度に、都内の大規模事業所に CO₂ 排出量の総量削減を義務付ける「温室効果ガス排出総量削減義務と排出量取引制度（キャップ&トレード制度）」を開始しました。

東京都の特徴として、オフィスビル等の業務部門の消費エネルギーが全体の約 4 割と大きく、この分野での削減が極めて重要であることから、工場などの産業部門に加えて、業務部門も対象とする都市型のキャップ&トレード制度を導入しました。これは、国内初の制度であると同時に、世界初の都市型キャップ&トレード制度です。

本制度は、対象事業所が削減義務を達成するため、自らの事業所での削減対策に加え、排出量取引で他の事業所の削減量等を調達することにより、経済合理的に対策を推進できる仕組みとなっています。

2020 年 1 月末に第 2 計画期間の義務履行の期限を迎え、全ての対象事業所が総量削減義務を達成しました。

キャップ&トレード制度の概要

対象事業所	年間のエネルギー使用量（原油換算）が 1,500kL 以上の事業所 （約 1,200 事業所）
削減計画期間	第 1 計画期間：2010～2014 年度 履行期限：2016 年 9 月末 第 2 計画期間：2015～2019 年度 履行期限：2022 年 1 月末* 第 3 計画期間：2020～2024 年度 履行期限：2026 年 9 月末 *新型コロナウイルス感染症まん延防止のための措置として 4 か月延期
基準排出量	（原則）2002 年度から 2007 年度のうち連続する 3 か年度平均
削減義務率 （5 年平均）	第 1 計画期間：オフィスビル等 8%、工場等（下水道施設）6% 第 2 計画期間：オフィスビル等 17%、工場等（下水道施設）15% 第 3 計画期間：オフィスビル等 27%、工場等（下水道施設）25%
推進体制	統括管理者、技術管理者の選任義務
不遵守時の措置	削減義務未達成の場合「義務不足量×1.3 倍」の削減命令 ⇒命令違反の場合 罰金、違反事実の公表等

東京都環境局のホームページより作成

下水道局の主な対象施設 23 事業所（2023 年 3 月現在）

・水再生センター・スラッジプラント（19 事業所）

芝浦、三河島、砂町（東部含む）、有明、中川、小菅、葛西、落合、中野、みやぎ、新河岸、浮間、森ヶ崎（南部含む）、北多摩一号、北多摩二号、多摩川上流（八王子含む）、南多摩、浅川、清瀬

・ポンプ所（4 事業所）

芝浦、湯島、篠崎、東糀谷

(4) 下水道局の取組

下水道事業における地球温暖化防止計画「アースプラン」

下水道局は、下水を処理するのに多くの温室効果ガスを排出しており、東京都の事務事業活動において最大の温室効果ガス排出者になっています。そのため下水道局は、地球温暖化防止への責務を果たすために温室効果ガスの削減目標や具体的な削減方法を定めた、下水道事業における地球温暖化防止計画「アースプラン」を策定し、温室効果ガス排出量の削減に計画的に取り組んできました。

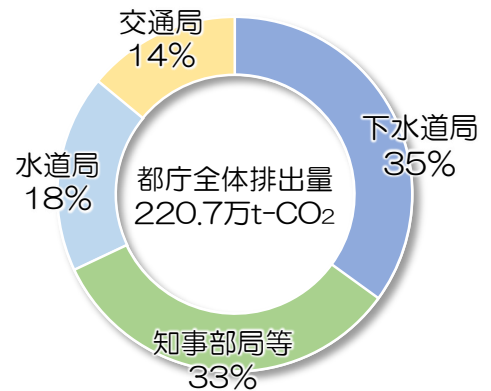
2004年9月、「京都議定書」に先駆け、地球温暖化防止計画である「アースプラン2004」を策定しました。「アースプラン2004」では、汚泥の高温焼却等の取組を推進することで、温室効果ガス排出量を2009年度までに1990年度比で6%以上削減する目標を達成しました。

2010年2月、「アースプラン2004」を継承し、温室効果ガス排出量を2020年度までに2000年度比で25%以上削減することを目標とした「アースプラン2010」を策定しました。「アースプラン2010」では、新たな燃烧方式の焼却炉の導入等を推進し、温室効果ガス排出量を大幅に削減しました。

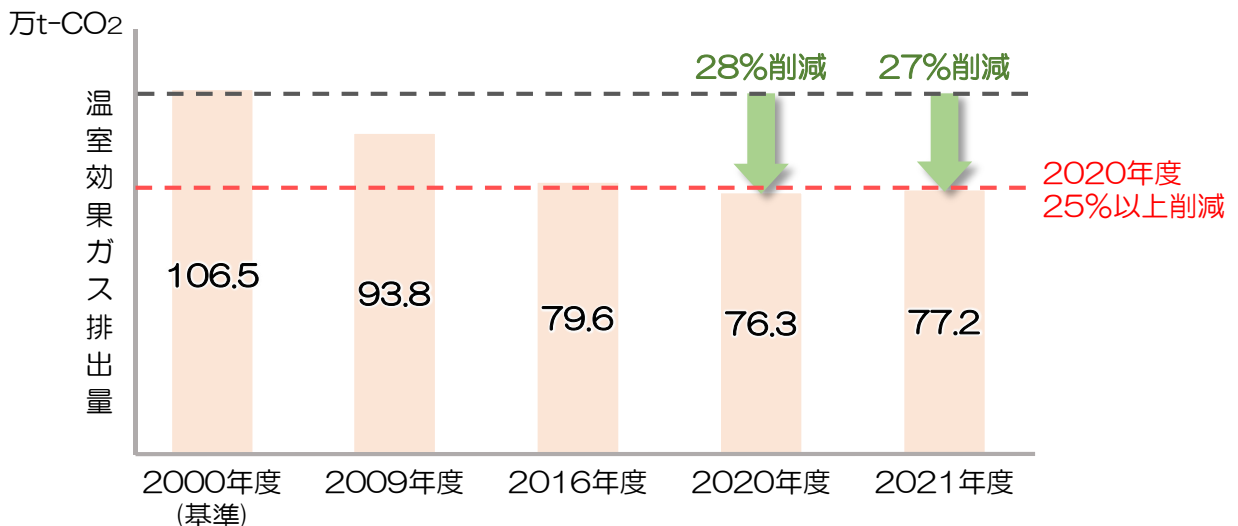
2017年3月、「アースプラン2010」を継承し、2016年3月に改定された「東京都環境基本計画」を踏まえて「アースプラン2017」を策定しました。「アースプラン2017」では、温室効果ガス排出量を2030年度までに2000年度比で30%以上削減するという、一段高い目標を設定しました。

<アースプラン2017の評価>

2020年度における温室効果ガス排出量は、基準年度である2000年度の106.5万t-CO₂から30.2万t-CO₂削減して76.3万t-CO₂（28%削減）となり、中間目標として設定した2020年度までの削減目標（2000年度比25%以上削減）を達成しました。引き続き、削減効果の大きい焼却システムの導入や再生可能エネルギーの活用を推進し、温室効果ガスの削減に取り組んでいきます。



東京都の事務事業活動における局別温室効果ガス排出量の割合 (2020年度実績)



下水道局における温室効果ガス排出量の推移 (電力の排出係数：0.489kg-CO₂/kWh 固定)

下水道事業におけるエネルギー基本計画「スマートプラン」

2011年の東日本大震災後の電力危機を契機にエネルギー問題の重要性が一層増し、省エネルギー、創エネルギーの取組が規模の大小を問わず全国の下水道事業者にとって重要な課題となりました。下水道局は、都内における年間電力使用量の約1%に当たる電力を消費するなど、大量のエネルギーを消費しているため、エネルギー消費量の削減に大きな責務を負っています。

そのため下水道局は、2014年6月、下水道事業におけるエネルギー基本計画「スマートプラン2014」を策定し、下水道事業におけるエネルギー活用の高度化やエネルギー管理の最適化を図ってきました。

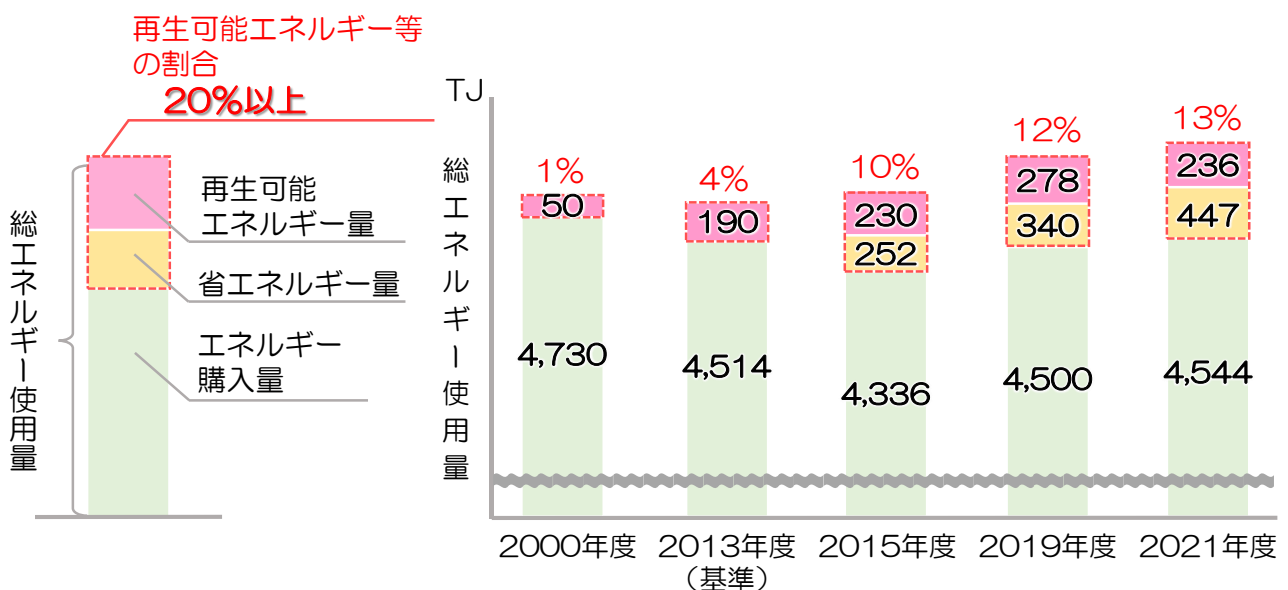
「スマートプラン2014」では、総エネルギー使用量に対する再生可能エネルギー等の割合を20%以上とすることを目指し、①再生可能エネルギー活用の拡大、②省エネルギーの更なる推進、③エネルギースマートマネジメントの導入、④エネルギー危機管理対応の強化の4つの取組方針に基づき、取組を推進してきました。

＜スマートプラン2014の評価＞

2021年度には、太陽光発電や下水熱を利用した空調設備の導入など再生可能エネルギーの活用を着実に推進し、再生可能エネルギー量を236TJ(TJ=10¹²J)まで拡大しています。

また、微細気泡散気装置や省エネルギー型汚泥濃縮機・脱水機の導入により、省エネルギー量は2013年度(基準年度)から447TJとなり、総エネルギー使用量に対する再生可能エネルギー等の割合は13%まで増加しています。

エネルギー自立型の焼却システムの導入などが遅れたことから、中間目標として設定した2019年度における再生可能エネルギー等の割合(14%)を達成できませんでしたが、引き続き再生可能エネルギー活用の拡大や省エネルギーを推進し、再生可能エネルギー等の割合を高めるよう取り組んでいきます。



再生可能エネルギー等の割合の考え方と下水道局における総エネルギー使用量の推移

「アースプラン2017」の取組状況（電力の排出係数：0.489kg-CO₂/kWh 固定）

取組方針	対 策	取組による温室効果ガス削減量 (t-CO ₂) (2017~2030 年度)		
		目 標		見 込
		2020 年度	2030 年度	2022 年度
① 徹底した 省エネルギー	1 電力使用量の削減			
	①微細気泡散気装置の導入	1,300	2,800	1,700
	②準高度処理の導入	5,200	14,000	9,600
	③新たな高度処理技術の導入	900	6,100	3,500
	④省エネルギー型濃縮機・脱水機の導入	700	5,200	1,600
	⑤LED照明の導入	80	80	150
	2 燃料使用量の削減			
	①汚泥の超低含水率化	—	—	—
3 電力・燃料使用量の削減				
①維持管理の工夫	—	—	—	
② 処理工程 ・方法の 効率化	1 水処理工程			
	①ばっ気システムの最適化	3,300	10,900	3,600
	②送風量を最適制御して送風機電力を削減する技術の開発	—	—	—
	2 汚泥処理工程			
	①エネルギー自立型焼却システムの導入	3,100	19,700	3,100
	②エネルギー供給型焼却システムの開発	—	—	—
	③高温省エネ型焼却システムの導入	11,700	35,500	11,700
	④新高温省エネ型焼却システムの開発	—	—	—
⑤広域的な運用による焼却炉の効率化	—	—	—	
3 水処理・汚泥処理工程				
①水再生センターにおける施設全体でのエネルギー管理	—	—	—	
③ 再生可能 エネルギーの 活用	1 処理水のエネルギー活用			
	①小水力発電	200	200	200
	②アーバンヒート	50	50	50
	2 下水汚泥のエネルギー活用			
	①汚泥焼却時の廃熱を活用した発電	600	1,000	600
3 自然エネルギーの活用				
①太陽光発電	900	1,200	400	
④ 技術開発	1 産学公との共同研究			
	①技術開発の推進	—	—	—
⑤ 協働の 取組	1 民間事業者との連携			
	①グリーン電力証書制度	—	—	—
	②下水の持つ熱エネルギーの活用	—	—	—
③下水道工事における温室効果ガスの削減	—	—	—	
⑥ お客さま との連携	1 お客さまとの取組			
	①雨水浸透の促進	—	—	—
合 計		28,030	96,730	36,200

2022 年度時点の取組状況

設備の更新や準高度処理の導入に合わせて導入を行っています。

処理法の検討を行い、既存施設の改造により導入を行っています。

処理法の検討を行い、適用可能な既存施設への導入を行っています。

設備の更新に合わせて導入を行っています。

既存照明設備の改修に合わせて追加導入を行った結果、目標値を上回っています。

削減効果は、「エネルギー自立型焼却システムの導入」及び「高温省エネ型焼却システムの導入」に含めています。

日常の運転管理方法の見直しや機器の運転時間短縮などを実施しています。

設備の更新時に施設の特性に合わせて導入を行っています。

デジタル技術を活用した新たな送風量制御について、技術開発に取り組んでいます。

2030 年度の目標値達成に向けて、焼却炉の更新に合わせて導入を行っています。

技術開発を推進し、焼却炉の更新に合わせて導入を検討していきます。

2030 年度の目標値達成に向けて、焼却炉の更新に合わせて導入を行っています。

技術開発を完了し、焼却炉の更新に合わせて導入を行っています。

みやぎ水再生センターでの施設整備に合わせて実施内容を検討していきます。

引き続き水処理から汚泥処理に至る一連のシステムにおいて、エネルギー使用量を最適化する手法を検討していきます。

計画通り導入を行った結果、目標値を達成しています。

計画通り導入を行った結果、目標値を達成しています。

2030 年度の目標値達成に向けて、設備の更新に合わせて導入を行っています。

浅川水再生センター等において事業計画を見直した結果、目標値を下回っています。目標値達成に向けて、引き続き取り組んでいきます。

共同研究による技術開発を進めています。また、下水道技術研究開発センターを産学連携の研究開発拠点として活用しています。

森ヶ崎水再生センターの消化ガス発電や小水力発電において、グリーン電力証書制度を活用しています。

新たに銭瓶町ポンプ所上部ビル（銭瓶町ビルディング）で実施しています。

更生工法と補修を組み合わせ、下水道管の再構築を実施しています。

関係局や関係区と連携し、道路雨水浸透ますや宅地内浸透施設の整備を促進しています。

「スマートプラン2014」の取組状況

取組方針	取組内容	取組による再生可能エネルギー量・省エネルギー量(TJ) (2014~2024年度)		
		目標		見込
		2019年度	2024年度	2022年度
① 再生可能エネルギー活用の拡大	①太陽光発電の拡大導入	24	24	25
	②汚泥焼却時の低温域の廃熱を活用した新たな発電	4	9	5
	③エネルギー自立型の焼却システムの開発・導入	—	41	10
	④下水の持つ熱エネルギーの利用拡大	35	35	35
	⑤太陽熱を利用した熱供給設備の導入	3	3	3
	⑥焼却炉の廃熱を利用した汚泥乾燥	43	43	24
	⑦小水力発電の拡大導入	3	3	4
	⑧汚泥炭化炉の取組	60	60	42
	⑨消化ガス発電の取組	82	82	76
	⑩廃熱回収蒸気発電の取組	50	50	45
② 省エネルギーの更なる推進	①新たな高度処理技術の導入	11	11	26
	②エネルギー自立型の焼却システムの開発・導入	—	110	35
	③第二世代型焼却システムの導入	224	314	229
	④準高度処理の導入	100	178	106
	⑤散気装置の改善	17	31	51
	⑥ばっ気システムの最適化	40	69	20
	⑦省エネルギー型濃縮機・脱水機の導入	19	37	28
③ エネルギースマートマネジメントの導入	①水再生センターにおける施設全体でのエネルギー管理	—	—	—
	②広域的な運用による焼却炉の効率化	—	—	—
	③下水道事業におけるデマンドレスポンスへの貢献	—	—	—
	④エネルギー最適運用に向けた管理手法の検討	—	—	—
④ エネルギー危機管理対応の強化	①非常用発電設備の拡充	—	—	—
	②非常用発電設備の整備困難施設への対応（電力送電）	—	—	—
	③非常用発電設備の整備困難施設への対応（移動電源車の導入）	—	—	—
	④分散型電源の導入	—	—	—
	⑤灯油・都市ガス併用型発電設備の導入	—	—	—
	⑥非常用発電設備燃料の相互融通	—	—	—
	⑦区及び市と連携した防災対策の強化	—	—	—
合 計		715	1,100	764

2022 年度時点の取組状況

森ヶ崎水再生センター等において、計画通り導入を行い、目標値を達成しています。

焼却炉の更新に合わせて導入を行っています。

焼却炉の更新に合わせて導入を行っています。

芝浦水再生センター等において、計画通り導入を行い、目標値を達成しています。

砂町水再生センターにおいて、計画通り導入を行い、目標値を達成しています。

南部スラッジプラントにおいて、計画通り導入を行いました。目標値達成に向けて、引き続き取り組んでいきます。

森ヶ崎水再生センターにおいて、追加導入を行った結果、目標値を上回っています。

東日本大震災による放射能の影響等により、目標値を下回っています。

森ヶ崎水再生センターにおいて、引き続き取組を継続していきます。

東部スラッジプラントにおいて、引き続き取組を継続していきます。

多摩川上流水再生センター等において、追加導入を行った結果、目標値を上回っています。

技術開発を完了し、設備の更新に合わせて導入を行っています。

設備の更新に合わせて導入を行っています。

処理法の検討を行い、既存施設の改造により導入を行っています。

設備の更新や準高度処理の導入に合わせて導入を行っています。

設備の更新時に施設の特性に合わせて導入を行っています。

設備の更新に合わせて導入を行っています。

引き続き水処理から污泥処理に至る一連のシステムにおいて、エネルギー使用量を最適化する手法を検討していきます。

みやぎ水再生センターでの施設整備に合わせて実施内容を検討していきます。

電力需給ひっ迫時に、電力会社からの要請に応じて電力使用量を抑制しています。

引き続きエネルギーの最適運用に向けて管理手法を検討していきます。

六郷ポンプ所等、施設の安定的な運転に必要な電力を確保するため、20 施設で非常用発電設備を整備しました。

吾嬬ポンプ所へ停電時等の非常時に電力送電を行うための工事に着手しています。

湯島ポンプ所に加え、業平橋ポンプ所において移動電源車による電力供給が可能となりました。

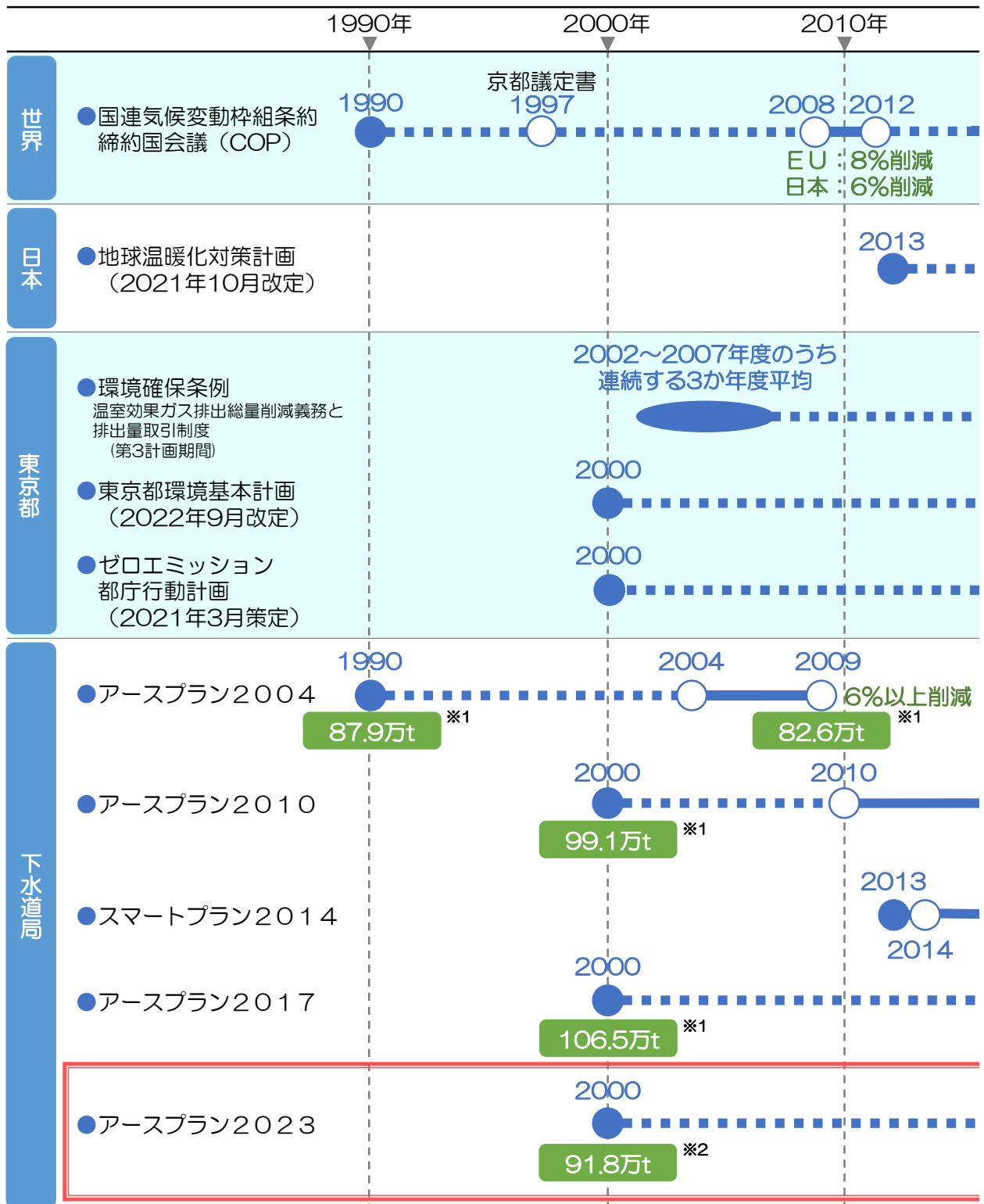
森ヶ崎水再生センター等、21 施設で太陽光発電設備を導入しました。また、芝浦水再生センター等、10 施設で電力貯蔵設備を導入しました。

中川水再生センター等、5 施設で灯油・都市ガス併用型発電設備を導入しました。

大規模災害時における石油燃料の安定供給に関する協定に加え、施設間での燃料相互融通について、検討していきます。

停電時に、避難場所に指定されている水再生センターの上部施設（公園）へ電力を供給する設備を8施設で整備しました。

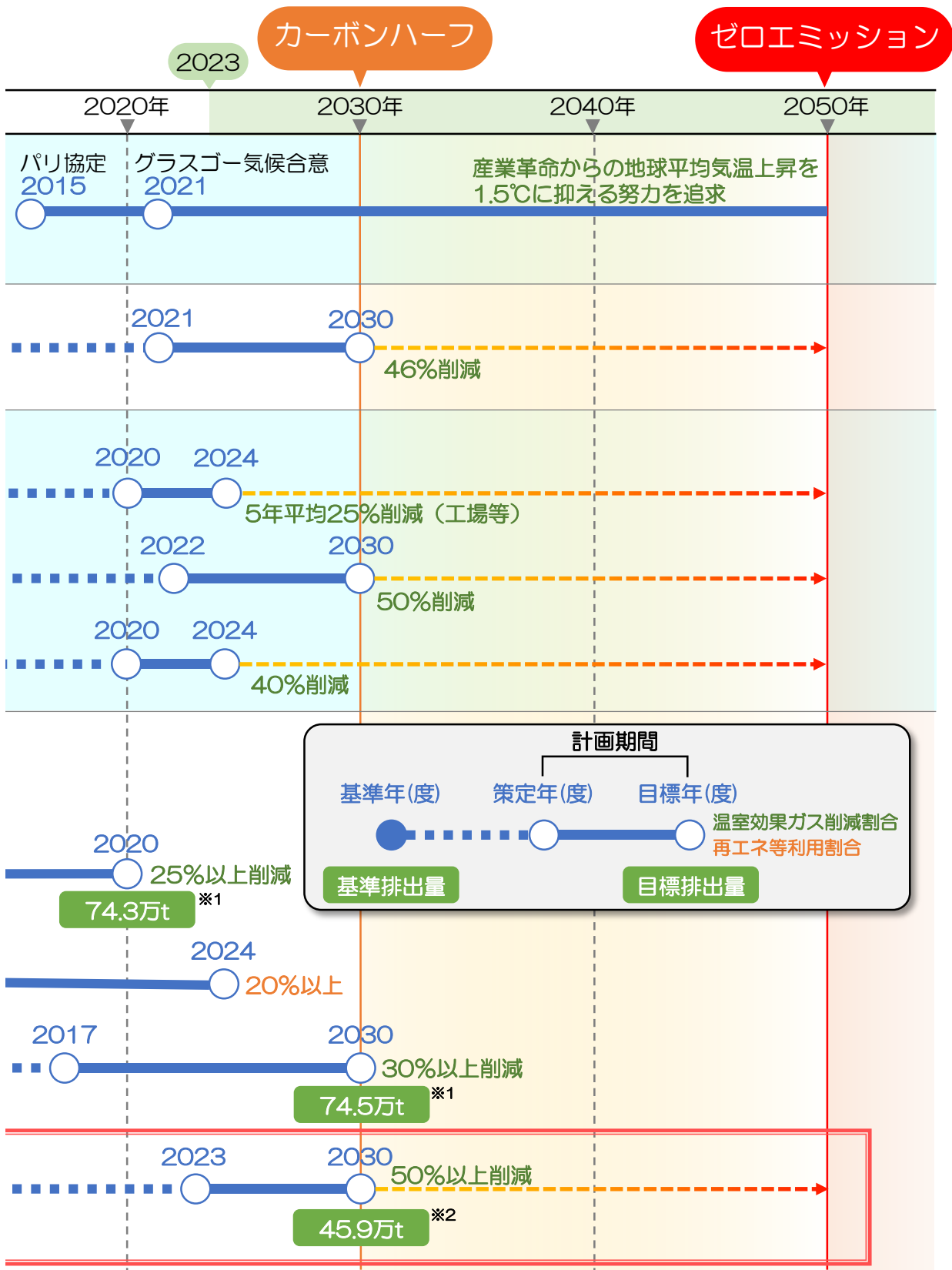
(5) 地球温暖化対策の動向一覧



※1アースプランで使用している電力の排出係数（固定係数）は以下のとおり

- ・アースプラン2004：0.384kg-CO₂/kWh
- ・アースプラン2010：0.382kg-CO₂/kWh
- ・アースプラン2017：0.489kg-CO₂/kWh

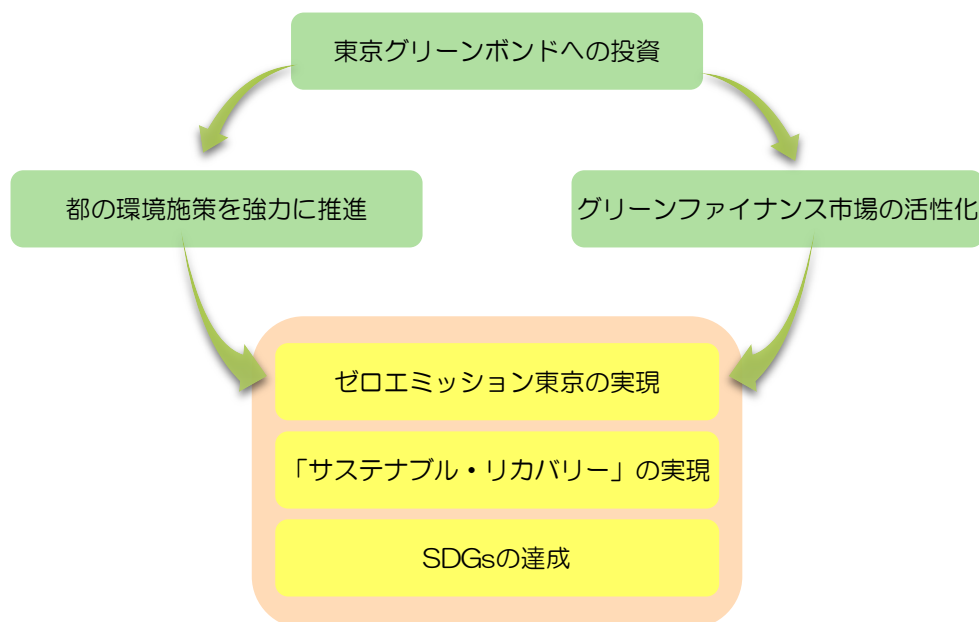
※2アースプラン2023で使用する電力の排出係数は電気事業者別排出係数（変動係数）



東京都におけるグリーンボンドの発行

グリーンボンドとは、企業や地方自治体などがグリーンプロジェクトに要する資金を調達するために発行する債券のことです。東京都は、2017年10月に環境事業を強力に推進すること、東京都の取組が全国に波及し多くの資金が環境対策に向かう流れを創出することなどを目的として、国内の自治体で初めてグリーンボンドを発行しました。グリーンボンドで調達した資金については、公園の整備や河川護岸の緑化といったグリーンプロジェクトに活用されています。

東京グリーンボンドへの投資を通じた都民・企業等の後押しにより、都の環境施策を強力に推進するとともに、市場の資金が国内の環境対策に活用される流れを加速させ、環境と経済の好循環を創出します。これらの取組を通じて、ゼロエミッション東京やサステナブル・リカバリー等の実現を目指すとともに、SDGsの達成に貢献します。



(東京都「東京グリーンボンドインパクトレポート」、2023年1月)を基に作成

下水道局においても、グリーンボンドを活用した様々な事業を推進しています。

下水道局におけるグリーンボンドの活用事例

事業名	想定される環境効果の例（令和7年度末まで）
下水道事業におけるエネルギー・地球温暖化対策	温室効果ガス削減量 3.3万 t-CO ₂ /5年（能力値）
合流式下水道の改善	貯留施設等の貯留量 175万 m ³
浸水対策	下水道 50mm 浸水解消率 73%

第 3 章

下水道事業において排出される温室効果ガス

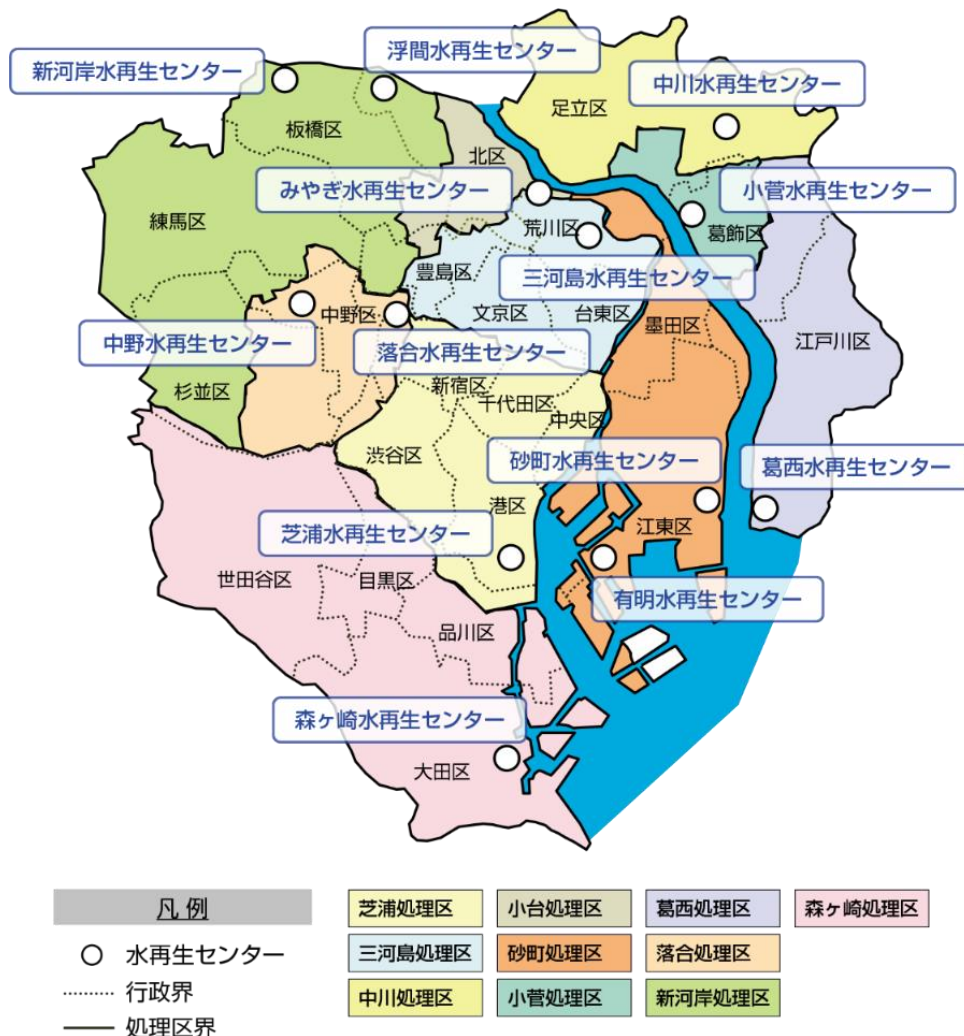
3-1 下水道事業の概要

(1) 区部と多摩地域下水道

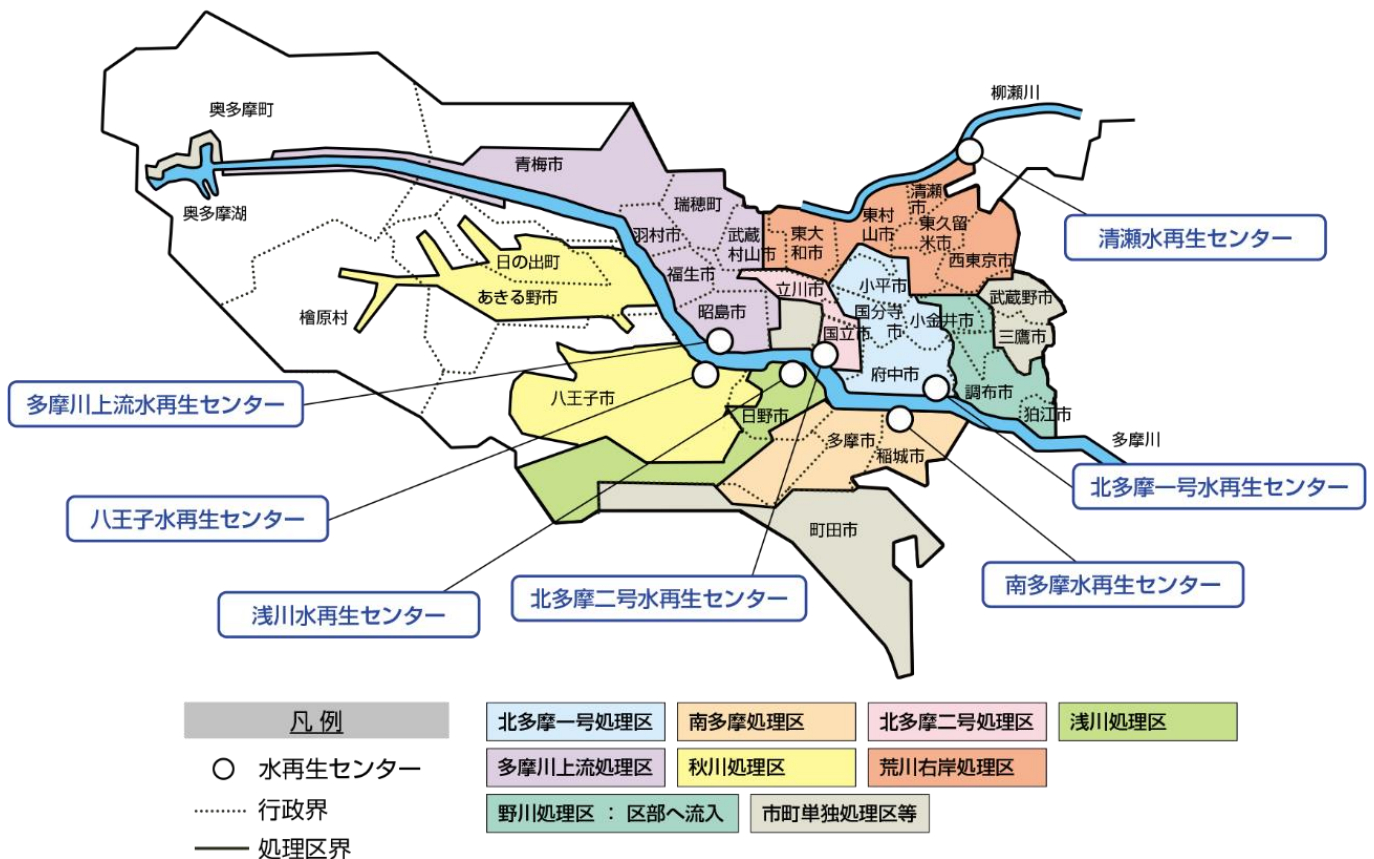
下水道は、日常生活や都市活動で発生する汚水をきれいにして河川や海に放流するほか、道路や宅地に降った雨水を速やかに排除するなど、安全で快適な生活環境の確保や良好な水循環の形成に必要な役割を担っており、人々の生活や都市活動になくてはならない重要な基幹インフラです。

また、近年では再生水や下水熱など下水道が持つ資源・エネルギーの有効利用や下水道施設の上部空間の利用などにより、良好な都市環境を創出するという新しい役割も担っています。

下水道局では、特別区において下水の処理及び雨水の排除などの公共下水道事業を行うとともに、多摩地域において市町村の公共下水道から流入する下水を処理する流域下水道事業を行っています。区部と多摩地域では、20か所の水再生センター、87か所のポンプ所等の施設を24時間365日休むことなく稼働し、年間で約20億 m^3 もの下水を処理するとともに、その過程で発生する約70百万 m^3 の汚泥を処理しています(2021年度実績)。



区部における水再生センターの配置と処理区



多摩地域において都が管理する水再生センターの配置と処理区

(2) 下水道局における主要施策

下水道局では、下水道の基本的な役割を担い続けるとともに、長期的な視点に立って下水道サービスの更なる向上を図るため、以下の3つの方針のもと様々な取組を推進しています。

お客様の安全を守り、安心して快適な生活を支える

① 再構築

老朽化した下水道管や水再生センターなどを再構築することで、将来にわたり安定的に下水を処理する機能や雨水を排除する機能などを確保します。

② 浸水対策

浸水対策を推進することで、都市機能を確保し、安全・安心な暮らしを実現します。

③ 震災対策

首都直下地震などが発生したときに備え、震災対策を推進することで、下水道機能を確保するとともに緊急輸送道路などの交通機能を確保します。

④ 汚泥処理の信頼性強化と効率化

汚泥処理の信頼性強化と効率化を推進することで、将来にわたり安定的に下水を処理する機能を確保します。

⑤ 維持管理の充実

下水道管や水再生センターなどを適切に維持管理し、将来にわたり安定的に下水道機能を確保します。

良好な水環境と環境負荷の少ない都市の実現に貢献する

① 合流式下水道の改善

雨天時に合流式下水道から河川や海などへ放流される汚濁負荷量¹を削減することで、良好な水環境を創出します。

② 処理水質の向上

良好な水環境を創出するため、省エネルギーにも配慮しつつ、東京湾や多摩川などに放流される下水処理水の水質をより一層改善します。

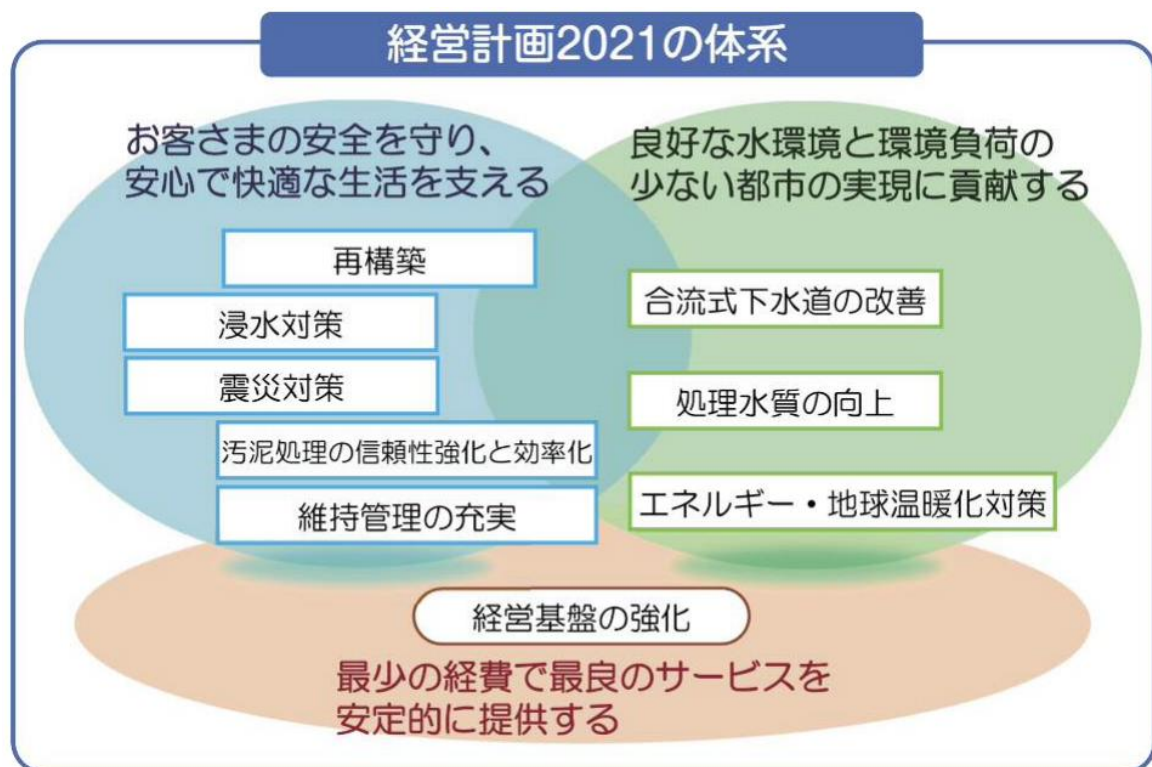
③ エネルギー・地球温暖化対策

エネルギー・地球温暖化対策を推進することで、エネルギー使用量や温室効果ガス排出量を積極的に削減し、環境負荷の少ない都市の実現に貢献します。

最少の経費で最良のサービスを安定的に提供する

① 経営基盤の強化

公営企業の経営の原点である公共性と経済性が最大限に発揮され、最少の経費で最良のサービスを提供します。技術力の向上や人材育成、健全な財政運営などにより経営基盤が強化され、お客さまのご理解やご協力のもと、安定的な事業運営を行います。



経営計画2021の体系

¹ 汚濁負荷量：水質を汚濁する物質の総量を指し、主としてBOD、COD、SSの1日当たりのトン数で表される。汚濁負荷量＝水質（汚濁濃度）×水量（排出流量）によって算出される。

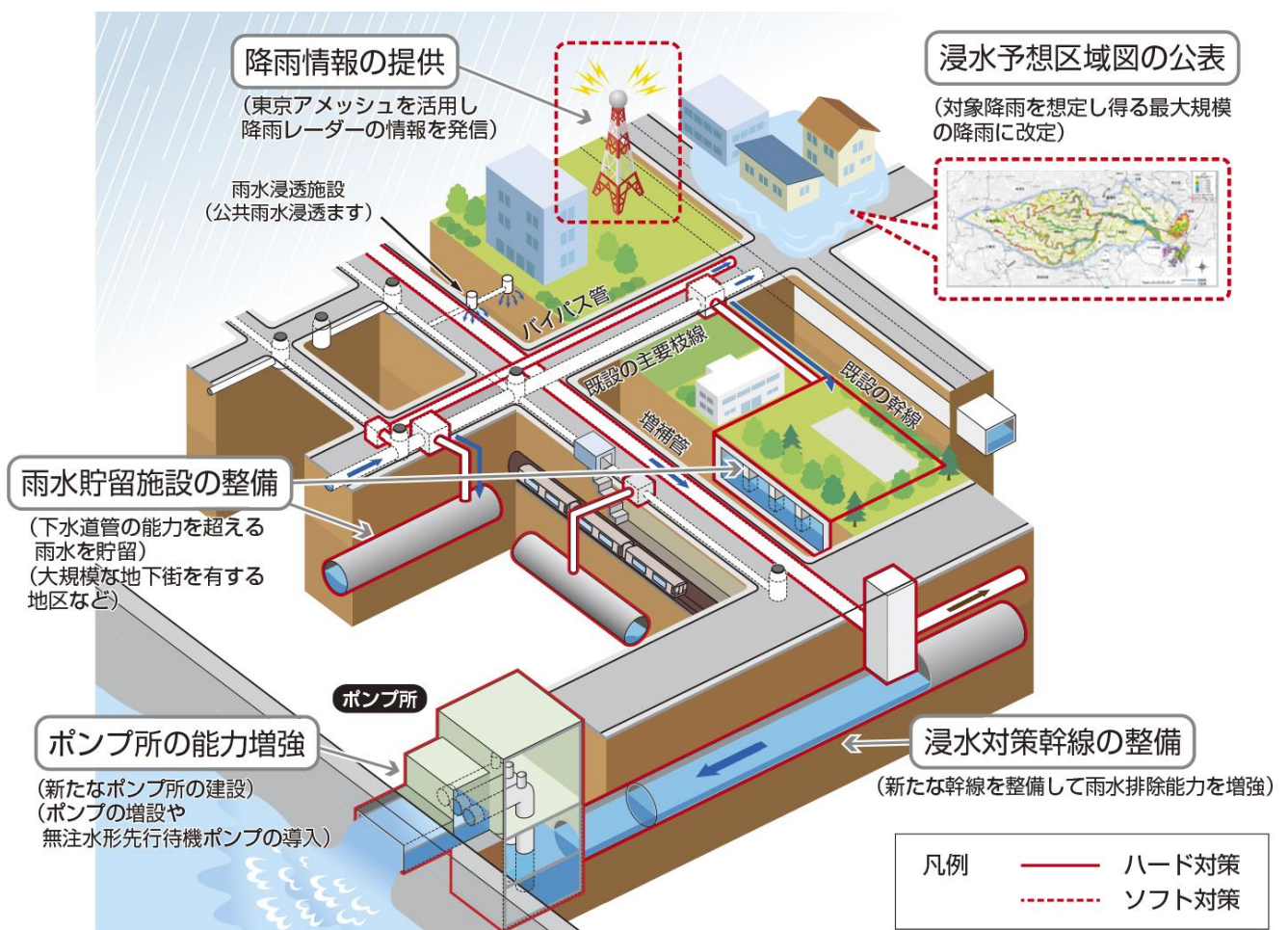
3-2 主要施策の推進に伴う温室効果ガス排出量等の増加

主要施策の推進により下水道機能は向上しますが、その一方で「浸水対策」、「合流式下水道の改善」、及び「処理水質の向上」の取組によりエネルギー使用量や温室効果ガス排出量の更なる増加が見込まれます。

(1) 浸水対策

近年都市部では、大量の雨が短時間に下水道管に流入し、下水道管の能力を超えて発生する「内水氾濫¹」が増加しています。浸水対策幹線や雨水貯留施設の整備、ポンプ所の能力増強等を推進し浸水被害を順次減らしていますが、貯留した雨水は晴天時に水再生センターで処理する必要があり、下水処理量や污泥処理量が増加し、温室効果ガス排出量も増加します。

また、ポンプ所の能力増強による揚水量の増加も温室効果ガス排出量増加の要因となります。



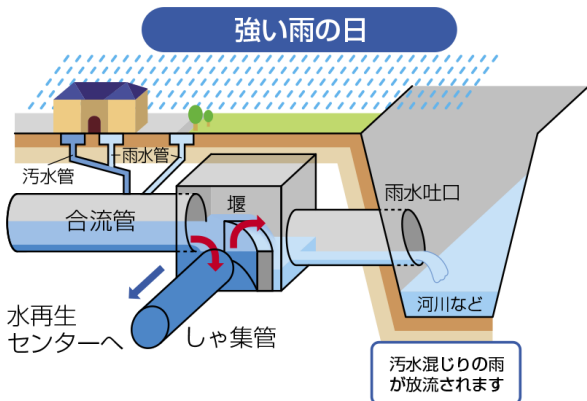
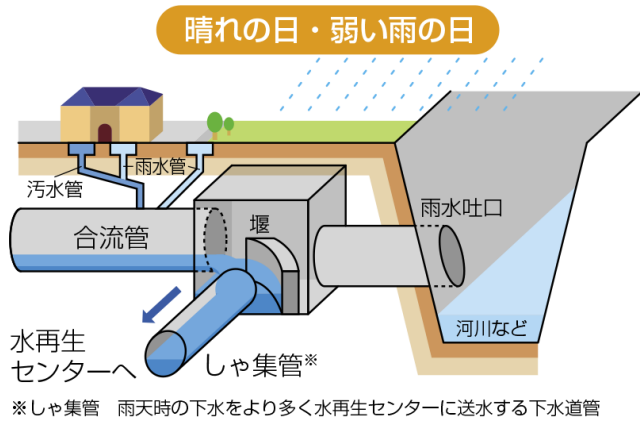
浸水対策のイメージ

¹ 内水氾濫：市街地に降った雨が下水道管の雨水処理能力を超える、あるいは排水先の河川の水位が高く雨水を排水できないために浸水する現象

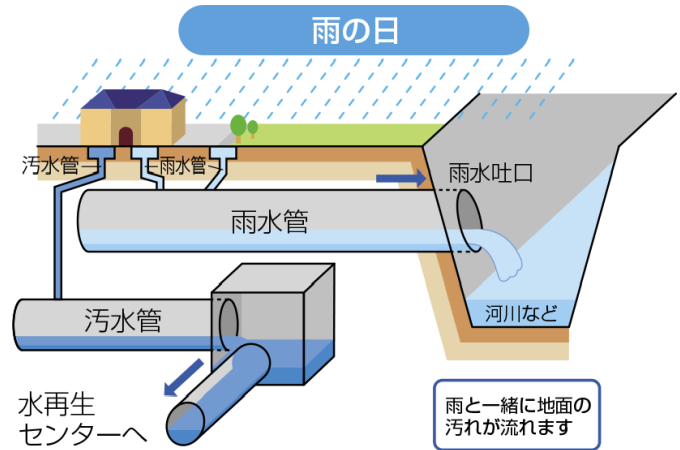
(2) 合流式下水道の改善

合流式下水道は汚水と雨水を一つの下水道管で集める方式で、分流式下水道は汚水を污水管に雨水を雨水管に分けて集める方式です。区部は主に合流式下水道で整備されているため、強い雨の日は市街地を浸水から守るため、河川沿いの吐口やポンプ所等から汚水混じりの雨水が河川や海などに放流されます。

雨天時に河川や海などに放流される汚濁負荷量を低減するため、降雨初期の特に汚れた下水を貯留する施設を整備していますが、貯留した下水は、降雨後に水再生センターで処理する必要があります、下水処理量や汚泥処理量が増加し、温室効果ガス排出量増加の要因となります。



合流式下水道のイメージ

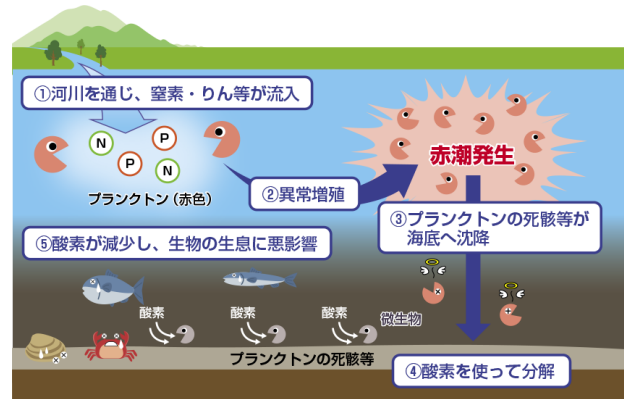


分流式下水道のイメージ

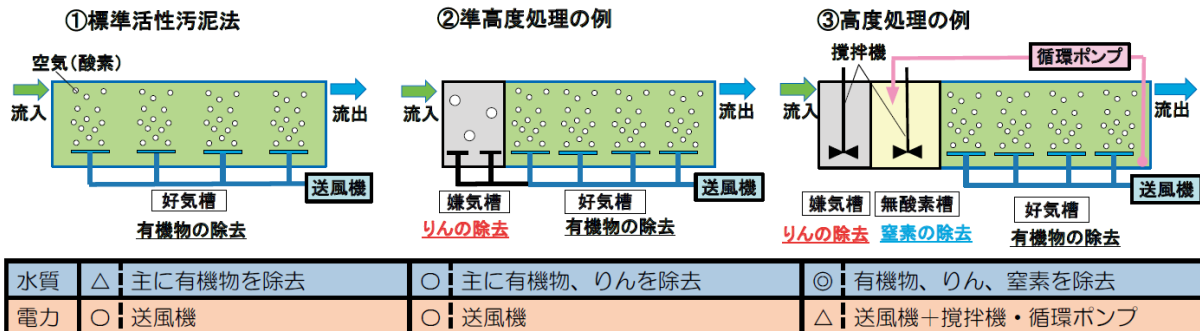
(3) 処理水質の向上

窒素・りん濃度上昇等により赤潮¹が発生すると、プランクトンの死骸等の分解に多量の酸素が消費され、生物の生息に悪影響を及ぼします。東京湾における赤潮の発生日数の削減に向け、発生要因の一つである下水処理水の窒素・りんの一層の削減を図るため、高度処理の導入を推進しています。

高度処理（A₂O法）の導入により、これまでの標準活性汚泥法に比べて窒素・りんがより多く除去され、処理水質の向上が図られますが、攪拌機等の付帯設備の追加によりエネルギー使用量が増加します。



東京湾における赤潮発生の様子と海洋生物への影響例

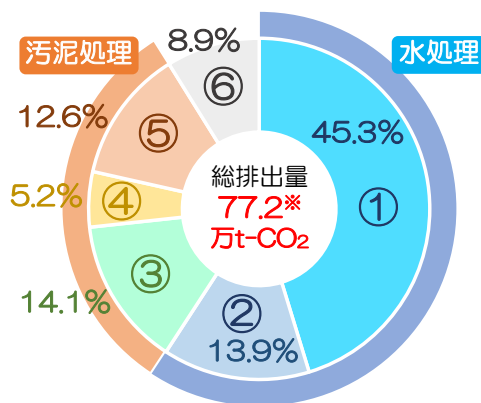
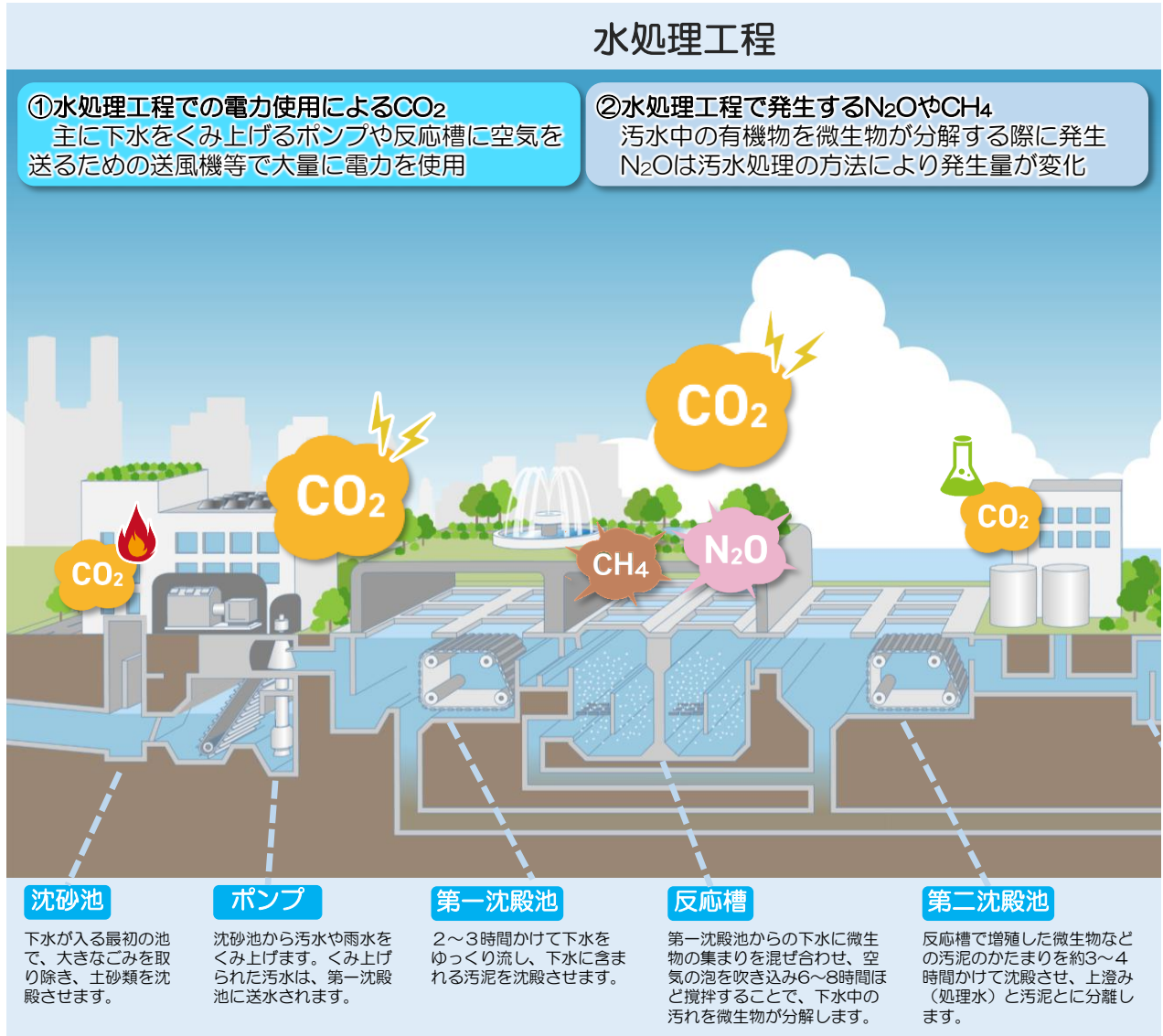


各処理法のイメージ

¹ 赤潮：プランクトンの異常増殖により、海水が赤褐色になる現象。窒素・りんの入力による栄養過剰（富栄養化）、水の停滞、日射量の増大、水温上昇等の複合的作用により発生すると考えられている。

3-3 下水処理に伴う温室効果ガスの排出

下水処理は、水処理工程と汚泥処理工程に大きく分けられ、その過程で電力や燃料等のエネルギーをまた、生物処理や汚泥焼却等で CO₂ の 298 倍の温室効果を持つ N₂O や、25 倍の温室効果を持つ



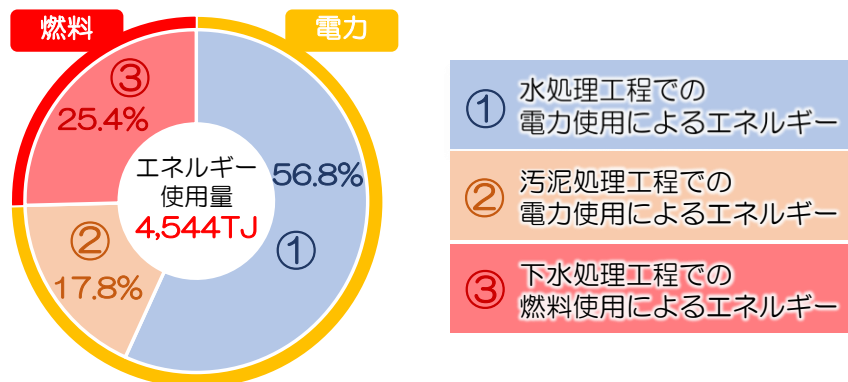
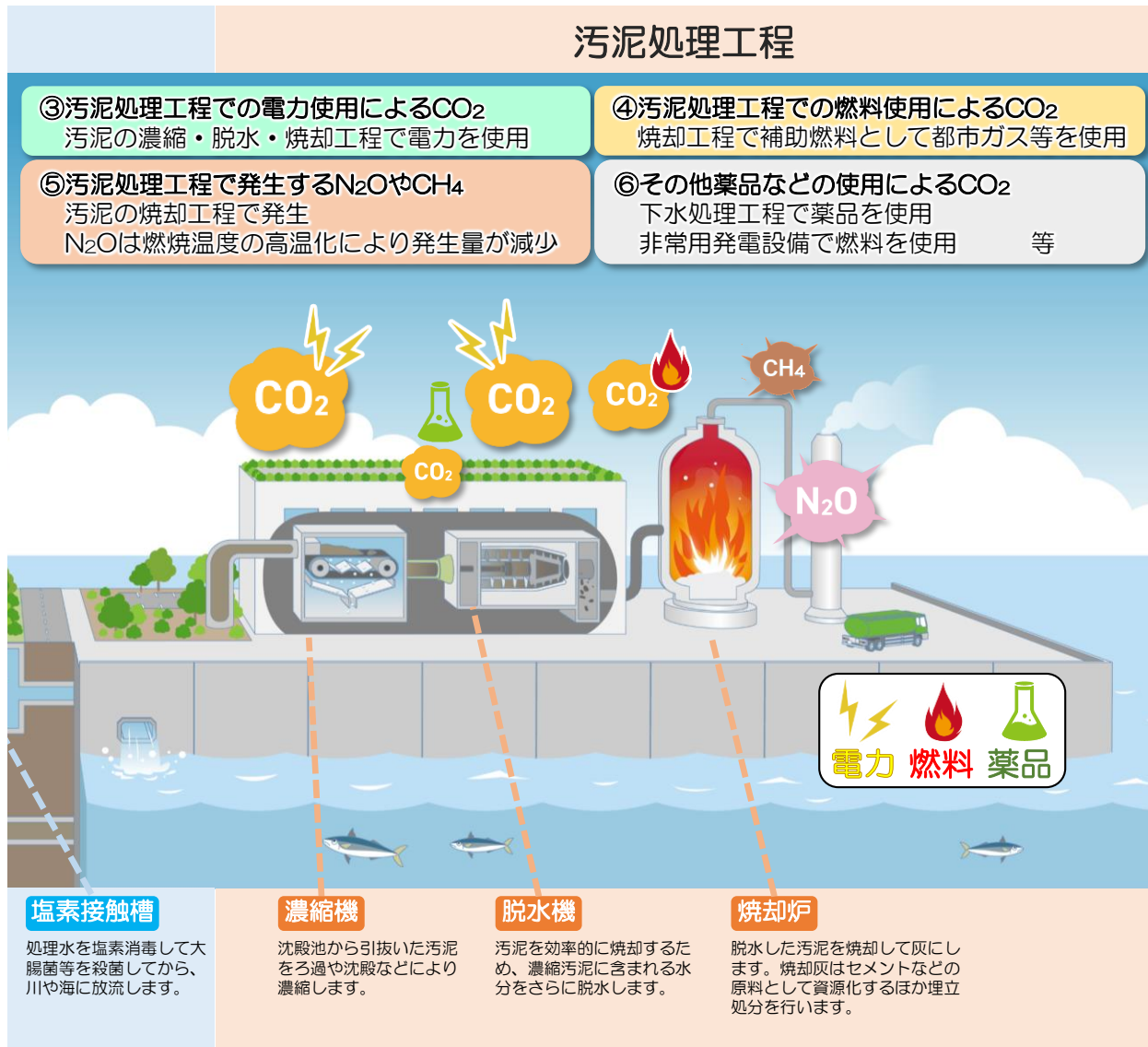
① 水処理工程での電力使用によるCO ₂	④ 汚泥処理工程での燃料使用によるCO ₂
② 水処理工程で発生するN ₂ OやCH ₄	⑤ 汚泥処理工程で発生するN ₂ OやCH ₄
③ 汚泥処理工程での電力使用によるCO ₂	⑥ その他薬品などの使用によるCO ₂

※電力の排出係数：0.489kg-CO₂/kWhにて算出

下水道局の温室効果ガス排出量の内訳 (2021年度実績)

必要とし、それに伴い大量の CO₂ を排出しています。

CH₄ を排出しています。



下水道局のエネルギー使用量の内訳（2021年度実績）

SDGs と下水道事業

■国連の持続可能な開発目標（SDGs）と東京都の政策

SDGs（Sustainable Development Goals）は、2015年9月の国連サミットで採択された2030年を年限とする国際目標です。持続可能な世界を実現するための17の目標から構成され、世界的な共通目標となっています。

東京都では『未来の東京』戦略（2021年3月策定）において、SDGsという国際標準の目線に立って、SDGsの理念と軸を一とした政策を積極的に展開することで、都民生活の更なる向上や豊かな都市環境を創出し、持続可能な都市・東京を実現していくとしています。

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



「持続可能な開発目標」における17の目標
（出典：国際連合広報センター）

■下水道事業のSDGsへの関わり

下水道の基本的役割である「汚水の処理による生活環境の改善」、「雨水の排除による浸水の防除」、及び「公共用水域の水質保全」は、「6 安全な水とトイレを世界中に」など、SDGsに密接に関係しています。

また、エネルギー・地球温暖化対策は、「7 エネルギーをみんなにそしてクリーンに」「13 気候変動に具体的な対策を」に関係しています。

引き続き、下水道事業を推進することで、SDGsの実現にも貢献していきます。

	主な施策	SDGsとの関係性
お客さまの安全を守り、安心して快適な生活を支えるための施策	再構築、震災対策、汚泥処理の信頼性強化と効率化	6 安全な水とトイレを世界中に、9 産業と技術革新の基盤をつくろう、11 住み続けられるまちづくりを
	浸水対策	6 安全な水とトイレを世界中に、11 住み続けられるまちづくりを、13 気候変動に具体的な対策を
良好な水環境と環境負荷の少ない都市の実現に貢献するため	合流式下水道の改善、処理水質の向上	6 安全な水とトイレを世界中に、12 つくる責任つかう責任、14 海の豊かさを守ろう
	エネルギー・地球温暖化対策	7 エネルギーをみんなにそしてクリーンに、13 気候変動に具体的な対策を

下水道事業の主な施策とSDGsとの関係性

第 4 章



2030年カーボンハーフ実現に向けた目標と取組

4-1 目標

2022年9月に改定された「東京都環境基本計画」では、都内温室効果ガス排出量を2030年までに50%削減（2000年比）する「2030年カーボンハーフ」を目標に設定しています。

下水道事業では、温室効果ガスとして、電力や燃料等の使用に伴うエネルギー起源CO₂に加え、N₂OやCH₄を排出しています。そのため、温室効果ガスの排出削減にあたっては、エネルギー起源CO₂とN₂O等の削減を総合的に勘案して対策を一体的に推進する必要があることから、目標を次のとおり設定します。

計画期間

2023～2030年度

目標

温室効果ガス
排出量 **50%**以上削減
(2000年度比)

上記目標の達成に必要な エネルギー消費量(2000年度比) 約25%程度削減
再生可能エネルギー電力利用割合 45～50%程度

4-2 温室効果ガス排出量の算定

(1) 電力の排出係数

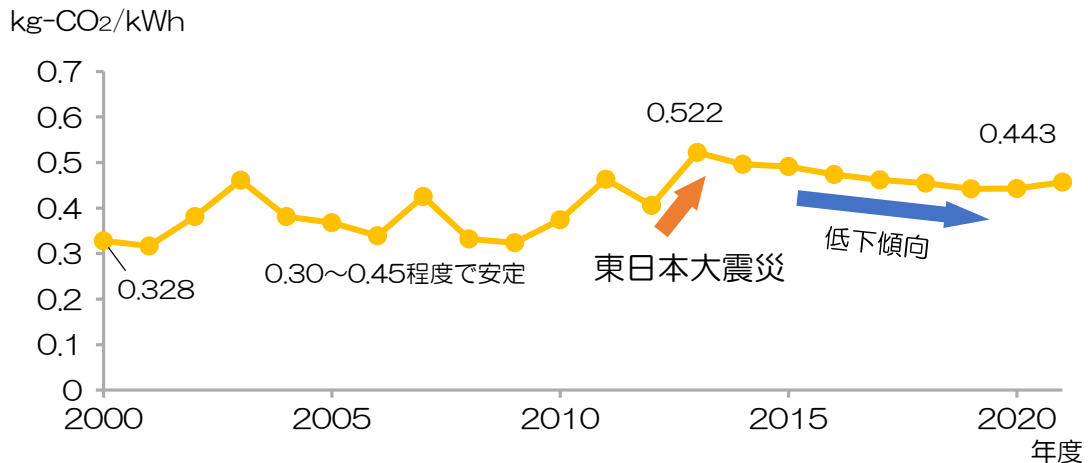
私たちが使用する電力を作るためには大量の化石燃料（石炭、石油、天然ガスなど）が使われており、CO₂排出量の増加の要因となっています。一方、太陽光発電や風力発電などの再生可能エネルギーはCO₂を排出することなく電力を作ることができます。このため、再生可能エネルギーの利用を拡大することによりCO₂排出量を削減することができます。

電力を使用することは間接的に温室効果ガスを排出していることになり、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。排出係数は、電力1kWhあたりのCO₂排出量を示すもので、単位は「kg-CO₂/kWh」です。電力の使用による年間のCO₂排出量は、以下のとおり算定することができます。

$$\begin{array}{l} \text{【年間のCO}_2\text{排出量】} \\ \text{(kg-CO}_2\text{)} \end{array} = \begin{array}{l} \text{【年間の電力使用量】} \\ \text{(kWh)} \end{array} \times \begin{array}{l} \text{【電力の排出係数】} \\ \text{(kg-CO}_2\text{/kWh)} \end{array}$$

電力の排出係数は、各電気事業者が発電に使用した電源構成¹により変化するため、各電気事業者の排出係数である電気事業者別排出係数（変動係数）は年度毎に報告されています。下水道局が主に電力を調達している東京電力の排出係数は、2000年代には0.30～0.45程度で推移していましたが、2011年の東日本大震災を契機に、特に原子力発電施設の停止によって化石燃料への依存が増したことにより大幅に上昇し、最大で0.522まで達しました。その後、再生可能エネルギーの固定価格買取制度の導入や非化石エネルギーの利用拡大、電力設備の効率向上等により、東日本大震災前の水準に戻りつつあります。

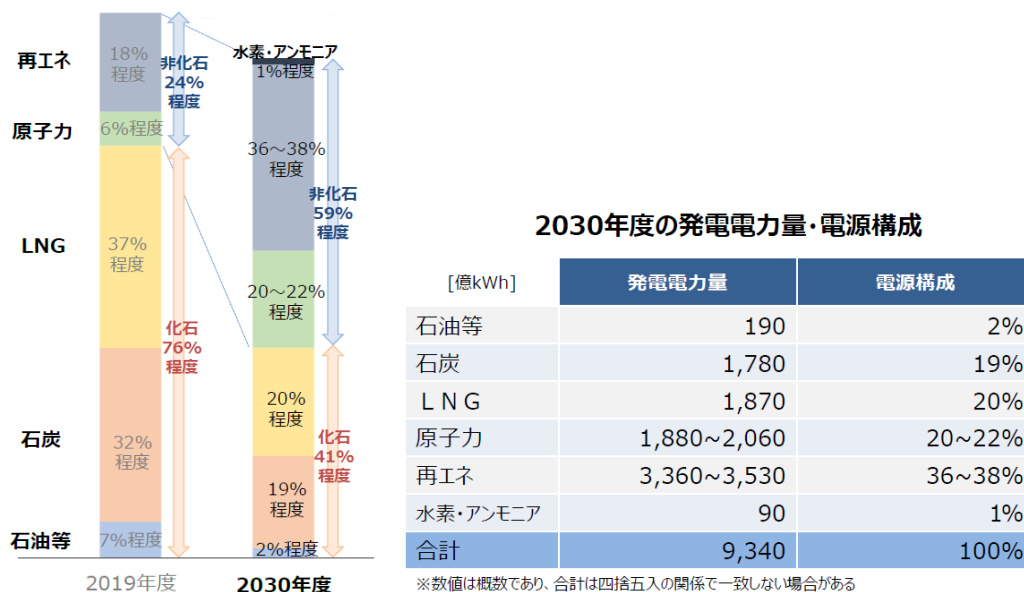
¹ 電源構成：電力を供給するための電源（発電設備）の組み合わせ



東京電力の排出係数の推移[※]

※2000～2007年度は基礎排出係数¹、2008～2016年度は調整後排出係数²、
2017年度以降は下水道局が契約している電力メニューの排出係数
(東京電力ホールディングスHP掲載データ及び環境省HP算定方法・排出係数一覧より作成)

一方で、「2030年度におけるエネルギー需給の見通し」では、2030年度の温室効果ガス排出量46%削減を踏まえた発電電力量と電源構成の見直しが行われており、2030年度の電力の排出係数(全電源平均³)は0.25kg-CO₂/kWhとされています。



2030年度の発電電力量・電源構成の見通し

(経済産業省「2030年度におけるエネルギー需給の見通し(関連資料)」、2021年10月)

また、「ゼロエミッション都庁行動計画」及び「東京都環境基本計画」においても、「地球温暖化対策推進法」に基づき変動係数を用いて温室効果ガス排出量を算定し、電力の排出係数の影響を考慮した実態に即した評価を行うこととしています。

以上の背景から、本計画においても、温室効果ガス排出量の算定には「変動係数」を用います。また、2030年度の電力排出係数は全電源平均0.25kg-CO₂/kWhを用いることとします。

¹ 基礎排出係数：電気事業者が供給した電力について、発電の際に排出したCO₂排出量を販売した電力量で除した値

² 調整後排出係数：電気事業者が調達した非化石証書等の環境価値を基礎排出係数に反映した後の値

³ 全電源平均：国内全体の発電に使用された電源の平均CO₂排出係数

(2) 電力の排出係数変更による温室効果ガス排出量への影響

これまで下水道局では、電力の排出係数を $0.489\text{kg-CO}_2/\text{kWh}$ に固定し（固定係数）、温室効果ガス排出量を算定してきました。固定係数を用いた算定では、温室効果ガス排出量の削減効果は全て「下水道局の取組による削減効果」として評価することができます。

一方、変動係数を用いた算定では、温室効果ガス排出量の削減効果は「下水道局の取組による削減効果」と「電力の排出係数による影響」の二つの要素から構成されます。このため、「下水道局の取組による削減効果」は、電力の排出係数による影響を除外して算定する必要があることから、電力の排出係数を**基準年度である2000年度の $0.328\text{kg-CO}_2/\text{kWh}$ に固定して比較することにより評価**します。また、「電力の排出係数による影響」は、基準年度と各年度における電力の排出係数を比較することにより評価します。

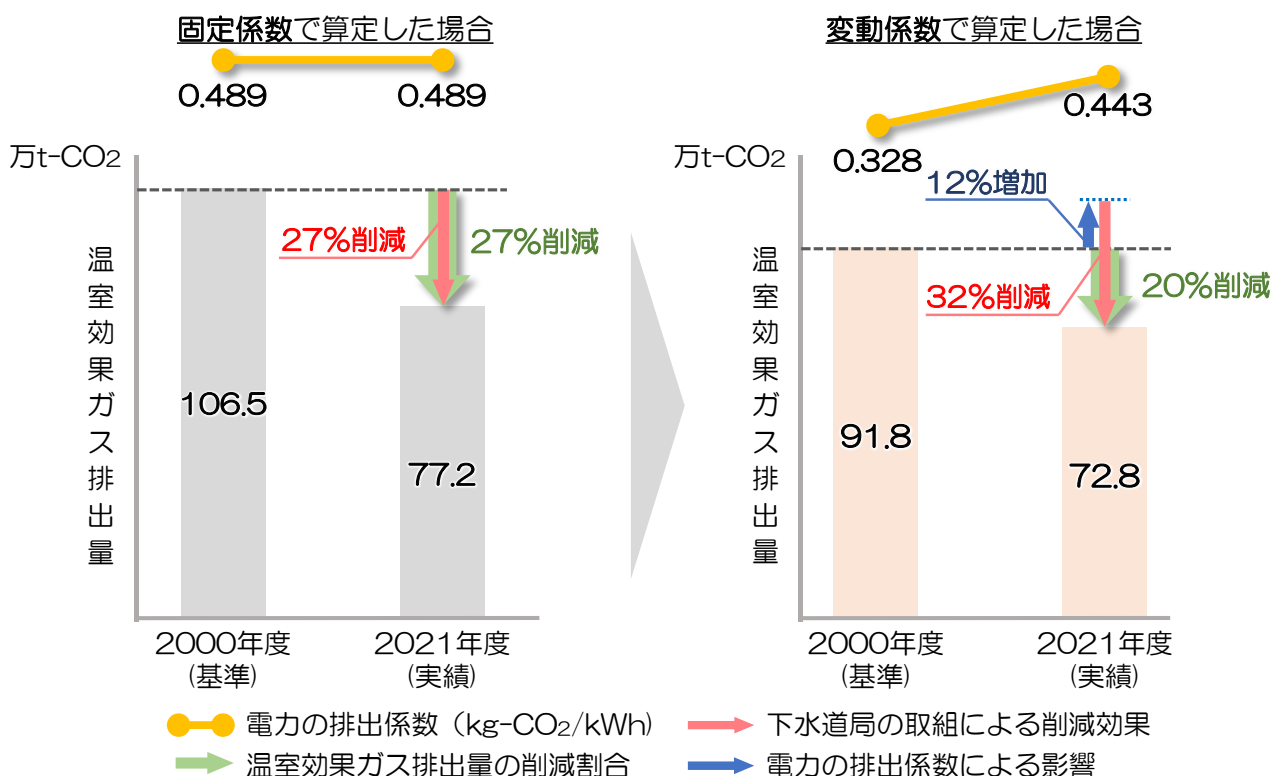
以上を踏まえると、変動係数の採用により、2000年度（基準年度）及び2021年度の排出量実績は、以下のように変わります。

<2000年度（基準年度）の温室効果ガス排出量実績>

106.5万 t-CO_2 （固定係数）から91.8万 t-CO_2 （変動係数）となり、**基準排出量が変わります**。

<2021年度の温室効果ガス排出量実績>

固定係数で算定した場合77.2万 t-CO_2 となり、「下水道局の取組による削減効果」は27%となります。一方、変動係数で算定した場合72.8万 t-CO_2 となり、全体の削減効果は20%となります。変動係数における各要因を評価すると、「下水道局の取組による削減効果」は32%削減、「電力の排出係数による影響」は12%増加となります。これは、電力の排出係数が2000年度の $0.328\text{kg-CO}_2/\text{kWh}$ に対し、2021年度は $0.443\text{kg-CO}_2/\text{kWh}$ に増加したため、「電力の排出係数による影響」の増加分が「下水道局の取組による削減効果」の一部を打ち消したことを表しています。



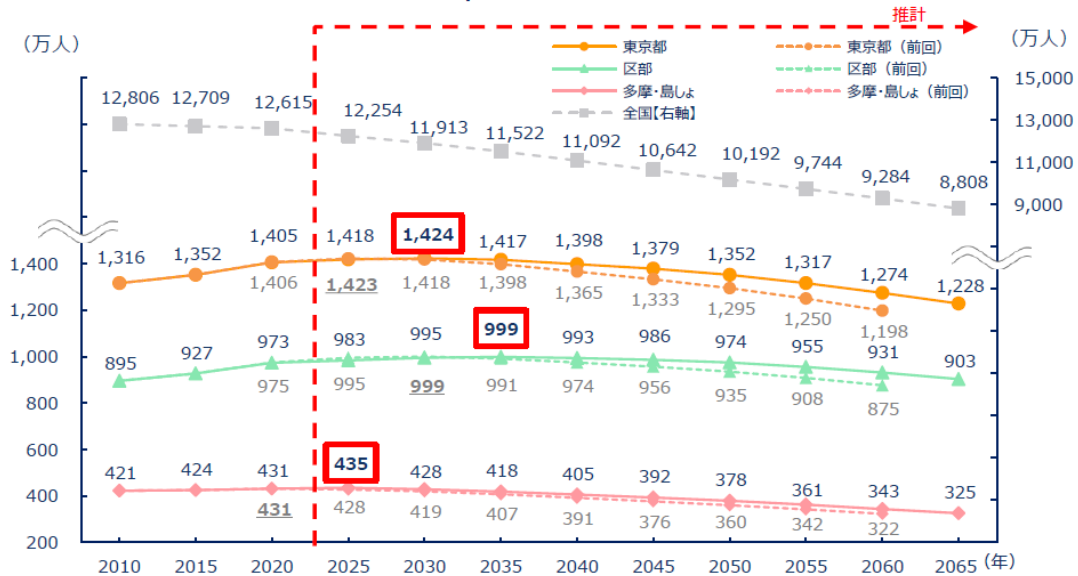
固定係数と変動係数で算定した場合の温室効果ガス排出量の変化

4-3 算定条件

2030年度の温室効果ガス排出量（目標）は、以下の推計などに基づく諸条件を用いて算定します。

(1) 人口推移

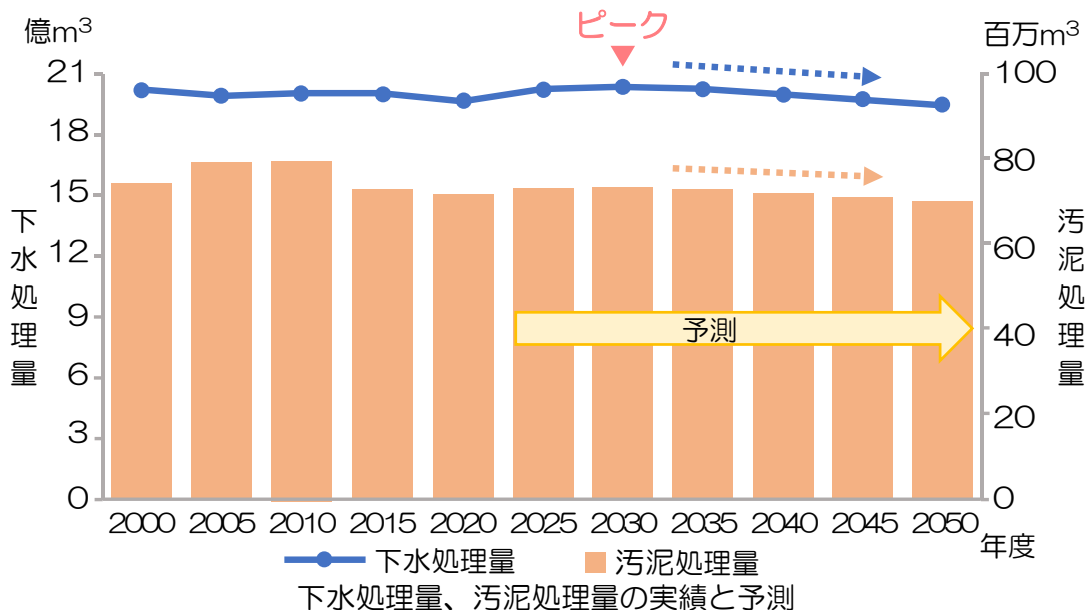
全国では2010年を境に人口減少に転じていますが、東京都の人口は2030年の1,424万人をピークに減少に転じ、2050年には1,352万人となると見込まれています。地域別では、区部は2035年、多摩・島しょは2025年に人口のピークを迎える見込みです。



全国と東京都（区部、多摩・島しょ）の人口の推移
 (東京都『未来の東京』戦略 version up 2023』、2023年1月)

(2) 下水処理量及び汚泥処理量の推計

下水処理量及び汚泥処理量は、人口推計に基づく下水処理量の増減に加え、浸水対策や合流式下水道の改善により整備された貯留施設に貯留した下水により処理水量などが増えることから、2030年度まではゆるやかに増加しますが、2030年度以降は人口減少などに伴い、減少する見込みです。



4-4 2030年カーボンハーフ実現に向けた下水道局の取組

(1) 2030年度までの温室効果ガスの増加量

2030年カーボンハーフ実現に必要な取組量の算出に当たっては、温室効果ガス排出量の増加要因を考慮する必要があります。具体的には、下水処理量・汚泥処理量及び第3章で述べた主要施策の推進に伴う温室効果ガスの増加量として、2022年度から2030年度までに1.6万t-CO₂が見込まれます。

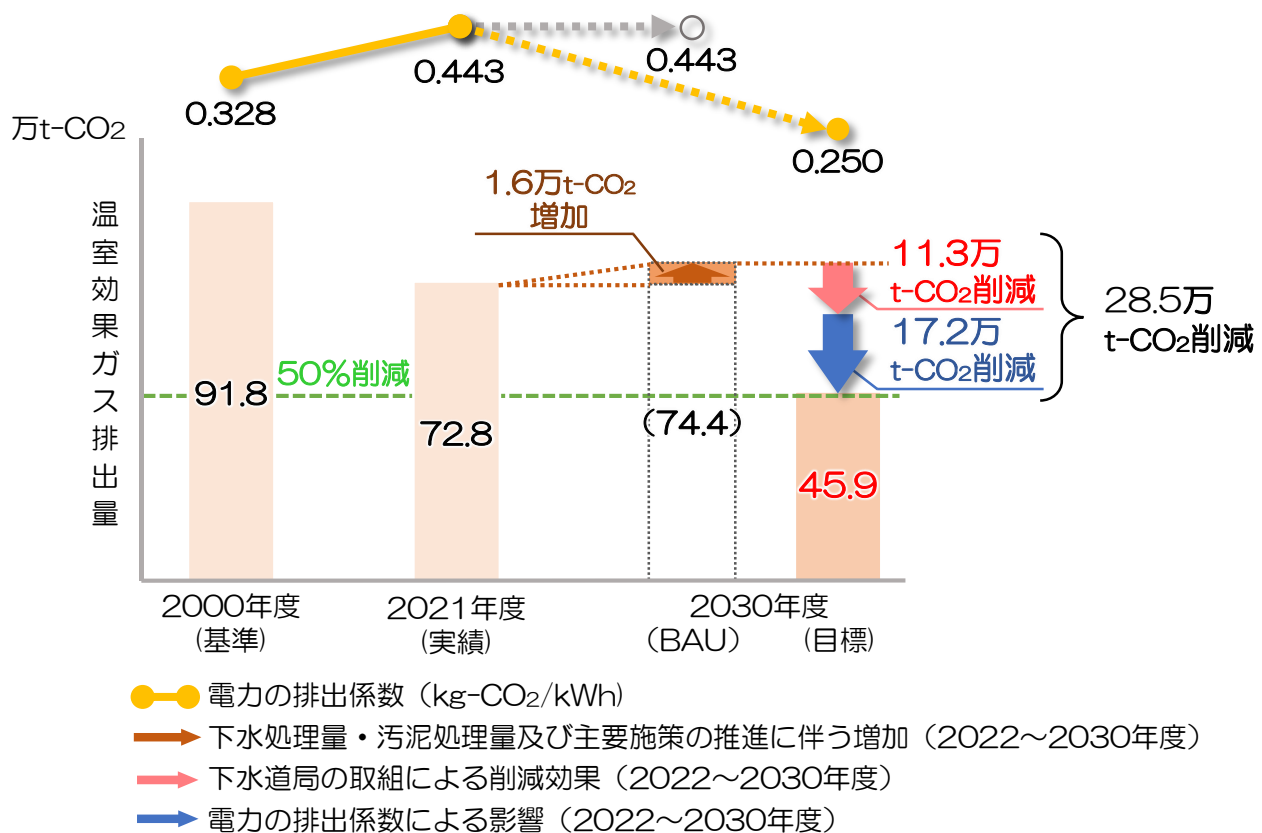
(2) 2030年度までに必要な温室効果ガスの削減量

2030年度までの温室効果ガスの増加量を考慮した上で、2030年カーボンハーフ実現に向けて下水道局が取り組むべき削減量を算出します。

2030年カーボンハーフを実現するためには、2030年度の温室効果ガス排出量を45.9万t-CO₂にする必要があります。2021年度実績の72.8万t-CO₂に2030年度までの増加量1.6万t-CO₂を加えた74.4万t-CO₂(BAU¹)から45.9万t-CO₂まで、28.5万t-CO₂を削減する必要があります。

「電力の排出係数による影響」は、電力の排出係数が2021年度0.443kg-CO₂/kWhから2030年度0.250kg-CO₂/kWhに改善した場合、17.2万t-CO₂の削減が見込まれます。

そのため、2022年度から2030年度までに必要な「下水道局の取組による削減効果」は、28.5万t-CO₂から17.2万t-CO₂を差し引いた11.3万t-CO₂となります。

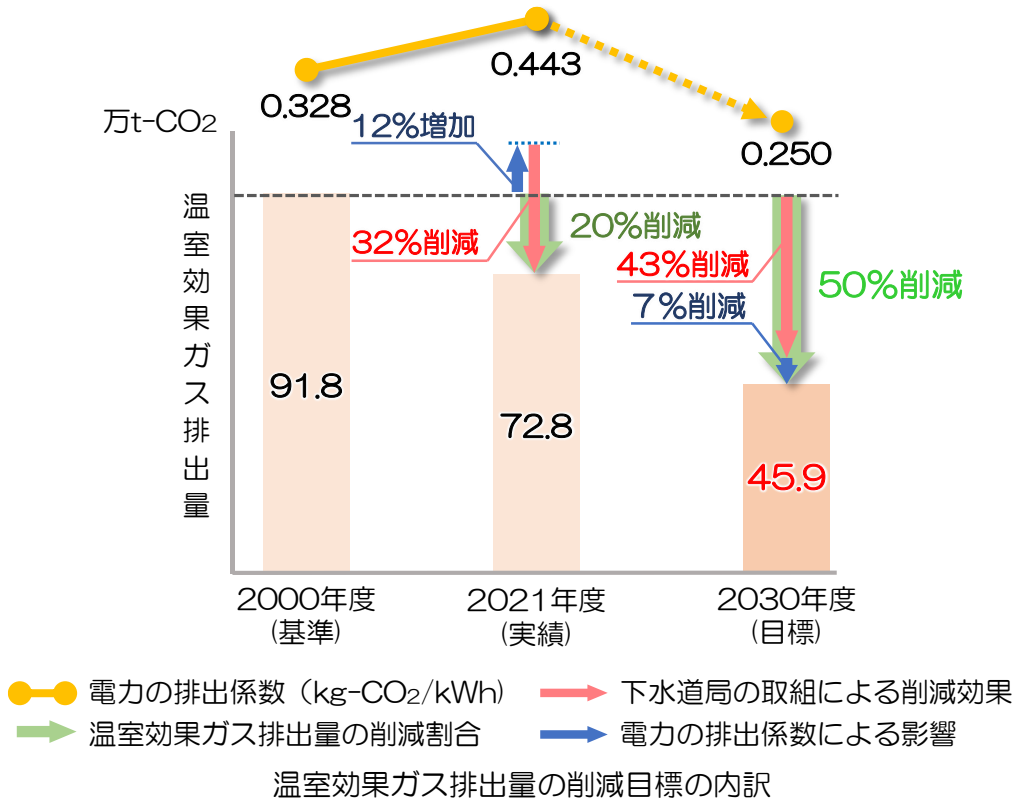


2030年度までに必要な温室効果ガスの削減量

¹ BAU (Business As Usual) : 新たに対策を実施しなかった場合の温室効果ガス排出量

(3) 2030年度温室効果ガス排出量の削減目標¹の内訳

2030年度の削減目標は、2000年度（基準年度）から温室効果ガス排出量 50%以上削減であり、その内訳として「電力の排出係数による影響」は7%削減、「下水道局の取組による削減効果」は 43%削減（2026年度 37%削減） となります。



¹ 2030年度温室効果ガス排出量の削減目標：「アースプラン 2017」と同様に固定係数（4-2（2）参照）を用いて算出した場合には39%以上削減に相当

4-5 取組方針

2030年カーボンハーフ実現という一段高い目標を達成するために、以下の取組方針に基づき、水処理工程及び汚泥処理工程のそれぞれにおいて対策を推進します。

取 組 方 針

①徹底した省エネルギー

これまでの再構築に合わせた省エネルギー型機器の導入に加え、早期に地球温暖化対策の効果を発揮させるため、老朽化に伴う再構築に加え、既存機器よりも機能を向上した省エネルギー型機器への再構築を前倒して実施します。

②再生可能エネルギーの活用

太陽光発電の導入拡大に加え、汚泥から発生する消化ガスを活用した発電の出力を増強するなど、再生可能エネルギーを活用し、自らエネルギーを確保します。

③処理工程・方法の効率化

AIを活用した送風量制御技術、汚泥焼却時の廃熱を利用した発電により運転に必要な電力を自給できる焼却炉の導入、広域的な運用による焼却炉の運転の効率化など、機器単体の省エネルギー化に留まらない、処理工程・方法の効率化を行います。

④他分野との連携

地域への下水熱供給などを推進し、社会全体の温室効果ガス排出量の削減に貢献します。
また、下水道施設への雨水流入量を削減する雨水浸透ますの設置や低炭素材料の活用など、お客さま等と連携して温室効果ガス排出量の削減に取り組みます。

4-6 取組方針に基づく対策

2030年カーボンハーフ実現に向けた取組方針に基づく対策には、CO₂排出量の削減に寄与するものと、N₂O排出量の削減に寄与するものがあります。既に機器等を導入済みの対策についても、温室効果ガス排出量の削減効果を継続的に発揮するものとして対策に含めます。

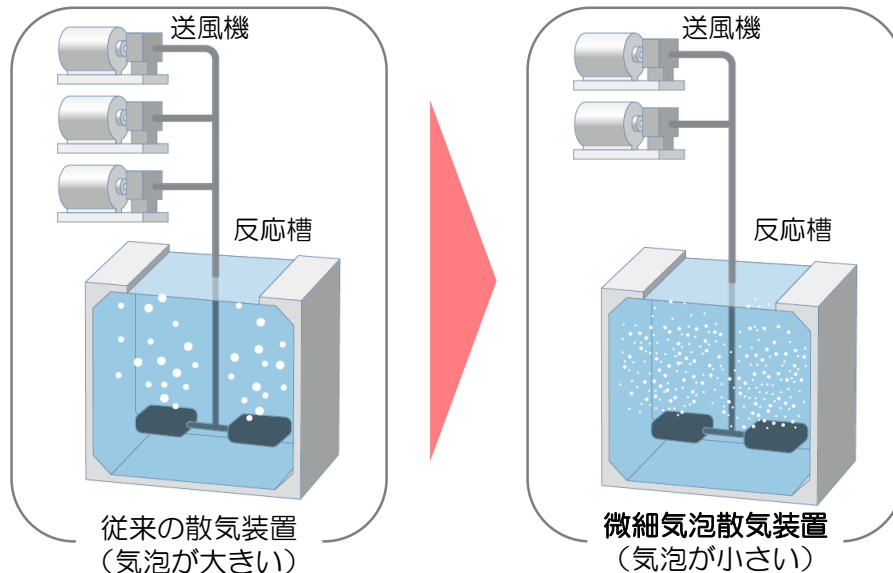
なお、各対策に示す「削減効果」は、電力の排出係数を0.328kg-CO₂/kWh（基準となる2000年度の排出係数）で算出した温室効果ガスの削減量を示しており、電力の排出係数の影響は含まない「下水道局の取組による削減効果」のみを示しています。

取組方針	対策項目	削減対象ガス			
		CO ₂	N ₂ O		
① 徹底した 省エネルギー	(1) 水処理工程				
	①微細気泡散気装置の導入	○			
	②省エネルギー型攪拌機の導入	○			
	③準高度処理の導入	○			
	④嫌気・同時硝化脱窒処理法の導入	○	○		
	(2) 汚泥処理工程				
	①省エネルギー型濃縮機の導入	○			
	②省エネルギー型脱水機（高性能脱水機）の導入	○			
	③省エネルギー型焼却炉の導入	○	○		
	(3) 共通				
	①水再生センターにおける施設全体でのエネルギー管理	○			
	②維持管理の工夫	○			
	③省エネルギー診断の活用	○			
④省エネ・再エネ東京仕様	○				
⑤非ガソリン車の導入	○				
② 再生可能 エネルギー の活用	(1) 水処理工程				
	①小水力発電	○			
	②下水熱を利用した空調システム（アーバンヒート）	○			
	(2) 汚泥処理工程				
	①消化ガス発電	○			
	②汚泥焼却時の廃熱を活用した発電	○			
	(3) 共通				
	①太陽光発電	○			
②風力発電	○				
③ 処理工程・ 方法の効率化	(1) 水処理工程				
	①ばっ気システムの最適化	○			
	②デジタル技術を活用した新たな送風量制御技術の開発・導入	○			
	③AIを活用した送風量制御技術の開発・導入	○			
	(2) 汚泥処理工程				
	①エネルギー自立型焼却炉の導入	○	○		
	②エネルギー供給型（カーボンマイナス）焼却炉の開発・導入	○	○		
③広域的な運用による焼却炉の効率化	○				
④ 他分野との 連携	(1) 共通				
	①汚泥の資源化	○	○		
	②下水熱の利用	○			
	③雨水浸透の推進	○			
	④低炭素材料の活用	○			
	⑤グリーン電力証書制度等	○			

4-7 徹底した省エネルギー

(1) 水処理工程

① 微細気泡散気装置の導入



【微細気泡散気装置の導入のイメージ】

継続 ・アースプラン2004～
・スマートプラン2014

対象 CO₂

取組

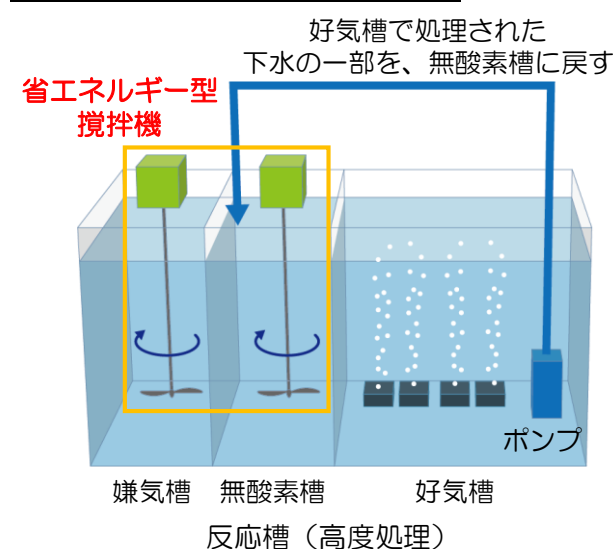
小さな気泡を発生させることにより、反応槽内の下水中に酸素が溶けやすくなるとともに送風量が抑えられる、微細気泡散気装置を導入

効果

従来の散気装置と比較して電力使用量を約2割削減することにより、温室効果ガス排出量を削減

導入場所と削減効果	2023～2025 年度	2026～2030 年度
	芝浦水再生センター 三河島水再生センター 他 1 か所	芝浦水再生センター 森ヶ崎水再生センター 他 1 か所
	約 500 t-CO ₂ /年	約 550 t-CO ₂ /年

② 省エネルギー型攪拌機の導入



【省エネルギー型攪拌機の導入のイメージ】

継続 ・アースプラン2004～

対象 CO₂

取組

攪拌効率の良い省エネルギー型攪拌機を導入

効果

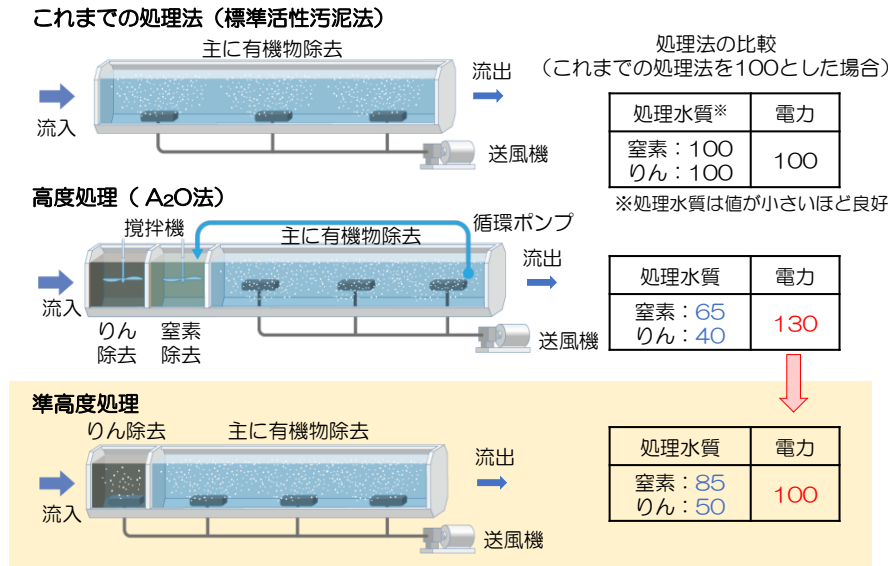
従来の攪拌機と比較して電力使用量を約4割削減することにより、温室効果ガス排出量を削減

導入場所と削減効果	2023～2025 年度	2026～2030 年度
	継続運転	継続運転
	— t-CO ₂ /年	— t-CO ₂ /年

4-7 徹底した省エネルギー

(1) 水処理工程

③準高度処理の導入



【準高度処理の導入のイメージ】

継続 ・アースプラン2017～
・スマートプラン2014

対象 CO₂

取組

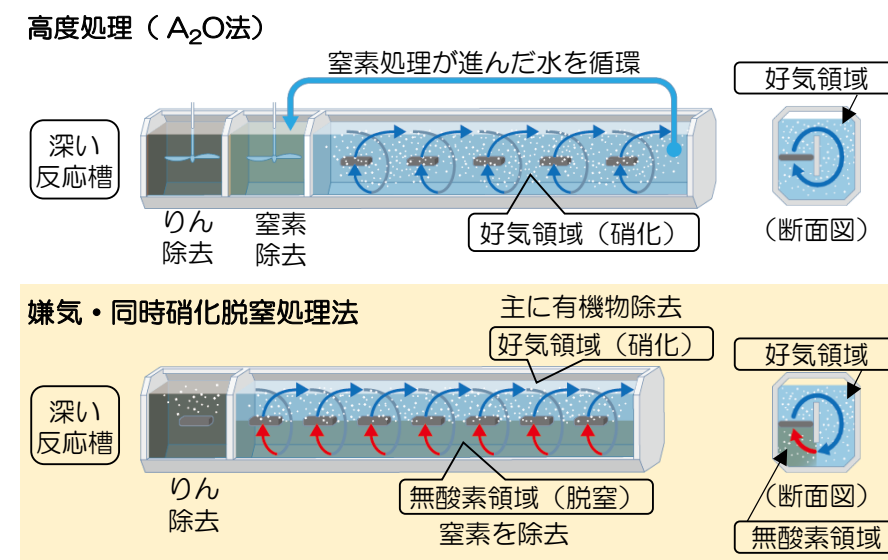
これまでの処理法に比べ、電力使用量を増加させずに水質改善が図られる、準高度処理を導入

効果

高度処理と比較して電力使用量を約2割削減することにより、温室効果ガス排出量を削減

導入場所と削減効果	2023～2025年度		2026～2030年度	
	森ヶ崎水再生センター 新河岸水再生センター 他4か所	約2,200 t-CO ₂ /年	▶	みやぎ水再生センター 多摩川上流水再生センター他6か所

④嫌気・同時硝化脱窒処理法の導入



【嫌気・同時硝化脱窒処理法の導入のイメージ】

継続 ・アースプラン2017～
・スマートプラン2014

対象 CO₂ N₂O

取組

一つの槽に「好気領域」と「無酸素領域」を発生させて、硝化と脱窒を同時に行うとともに、攪拌機と循環ポンプが不要となる、嫌気・同時硝化脱窒処理法を導入

効果

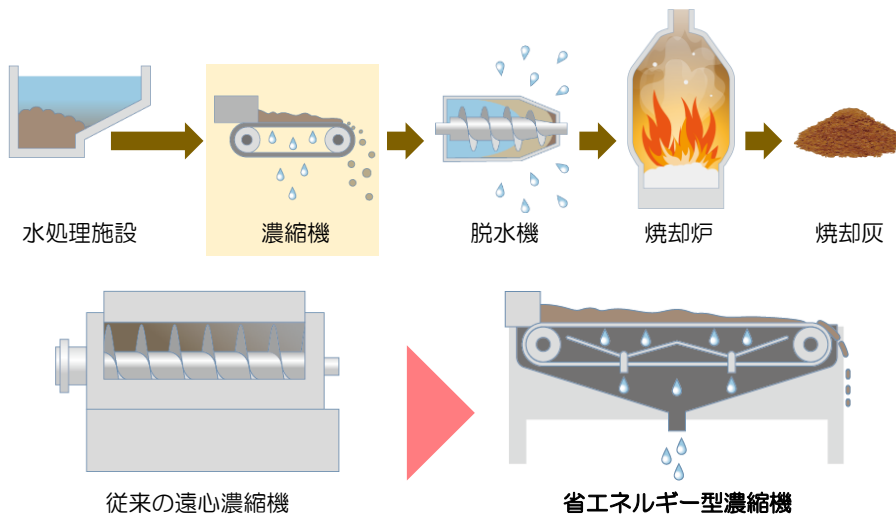
高度処理と比較して電力使用量を約2割削減することにより、温室効果ガス排出量を削減
標準活性汚泥法と比較して N₂O 排出量を削減

導入場所と削減効果	2023～2025年度		2026～2030年度	
	八王子水再生センター	約350 t-CO ₂ /年	▶	継続運転

4-7 徹底した省エネルギー

(2) 汚泥処理工程

①省エネルギー型濃縮機の導入



継続 ・アースプラン2010～
・スマートプラン2014

対象 CO₂

取組 重力を利用した過濃縮を行う省エネルギー型濃縮機を導入

効果 従来の遠心濃縮機と比較して電力使用量を約9割削減することにより、温室効果ガス排出量を削減

【省エネルギー型濃縮機の導入のイメージ】

導入場所と削減効果	2023～2025 年度	2026～2030 年度
	南部スラッジプラント 東部スラッジプラント 他 4 か所	みやぎ水再生センター 北多摩一号水再生センター他 3 か所
	約 1,900 t-CO ₂ /年	約 3,900 t-CO ₂ /年

②省エネルギー型脱水機（高性能脱水機）の導入



継続 ・アースプラン2010～
・スマートプラン2014

対象 CO₂

取組 内部構造の最適化により、遠心力を効率的に作用させ、汚泥の低含水率化を図るとともに、電力使用量を削減した省エネルギー型脱水機を導入

効果 従来の脱水機と比較して、電力使用量を削減することにより、温室効果ガス排出量を削減

導入事例

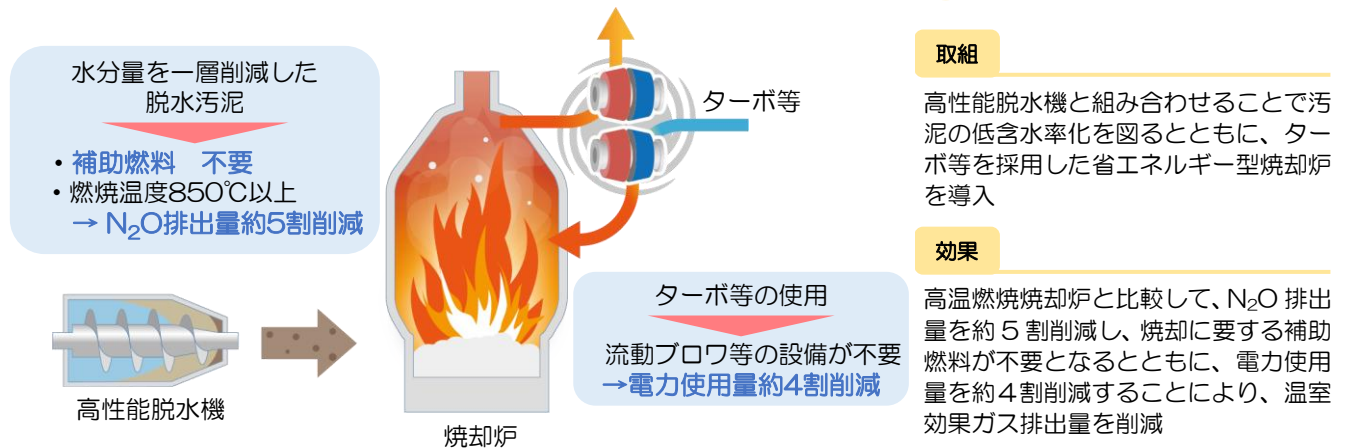
【省エネルギー型脱水機の導入のイメージ】

導入場所と削減効果	2023～2025 年度	2026～2030 年度
	葛西水再生センター 南部スラッジプラント 他 4 か所	新河岸水再生センター 東部スラッジプラント 他 3 か所
	約 520 t-CO ₂ /年	約 780 t-CO ₂ /年

4-7 徹底した省エネルギー

(2) 汚泥処理工程

③省エネルギー型焼却炉の導入



継続

- ・アースプラン2010～
- ・スマートプラン2014

対象

CO₂ N₂O

取組

高性能脱水機と組み合わせることで汚泥の低含水率化を図るとともに、ターボ等を採用した省エネルギー型焼却炉を導入

効果

高温燃焼焼却炉と比較して、N₂O排出量を約5割削減し、焼却に要する補助燃料が不要となるとともに、電力使用量を約4割削減することにより、温室効果ガス排出量を削減

【省エネルギー型焼却炉の導入のイメージ】

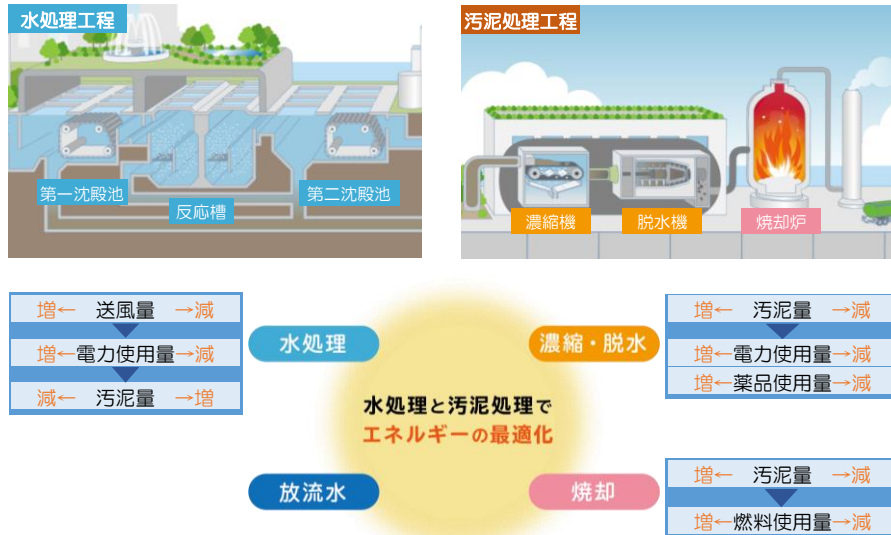
	2023～2025 年度		2026～2030 年度	
導入場所と削減効果	南部スラッジプラント 北多摩一号水再生センター他 2 か所	約19,000 t-CO ₂ /年	葛西水再生センター 八王子水再生センター 他 3 か所	約16,000 t-CO ₂ /年



4-7 徹底した省エネルギー

(3) 共通

①水再生センターにおける施設全体でのエネルギー管理



継続 ・アースプラン2017～
・スマートプラン2014

対象 CO₂

取組

水処理や汚泥処理の各工程におけるエネルギー最適化に加え、施設全体のエネルギー使用量を最適化する運転管理を実施

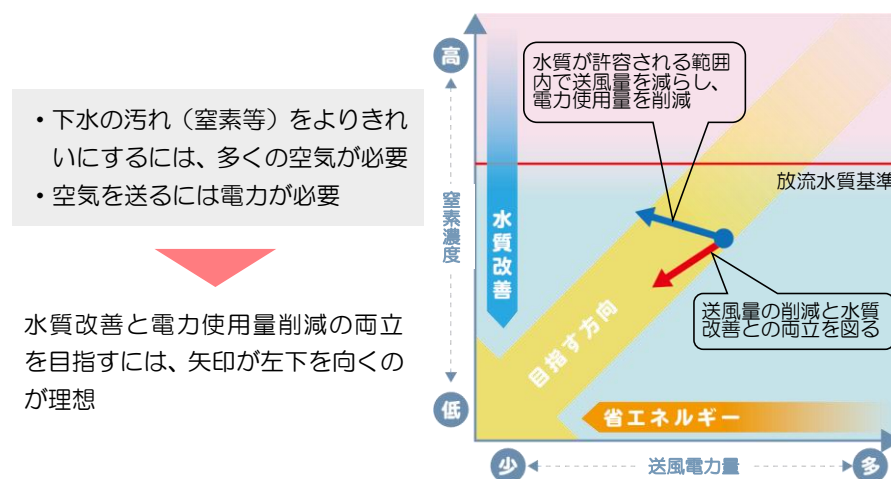
効果

処理水質を向上しながら、施設全体のエネルギー使用量を削減することにより、温室効果ガス排出量を削減

【水再生センターにおける施設全体でのエネルギー管理のイメージ】

導入場所と削減効果	2023～2025 年度		2026～2030 年度	
	効果確認、導入検討	— t-CO ₂ /年	▶	効果確認、導入検討

②維持管理の工夫



- ・下水の汚れ（窒素等）をよりきれいにするには、多くの空気が必要
- ・空気を送るには電力が必要

水質改善と電力使用量削減の両立を目指すには、矢印が左下を向くのが理想

継続 ・アースプラン2004～

対象 CO₂

取組

流入下水の水質や処理状況の変化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実施

効果

更なる水質改善と、電力使用量の削減を両立することにより、温室効果ガス排出量を削減

【維持管理の工夫のイメージ】

導入場所と削減効果	2023～2025 年度		2026～2030 年度	
	継続実施	— t-CO ₂ /年	▶	継続実施

4-7 徹底した省エネルギー

(3) 共通

③省エネルギー診断の活用



【省エネルギー診断の活用のイメージ】

新規 ・アースプラン2023

対象 CO₂

取組

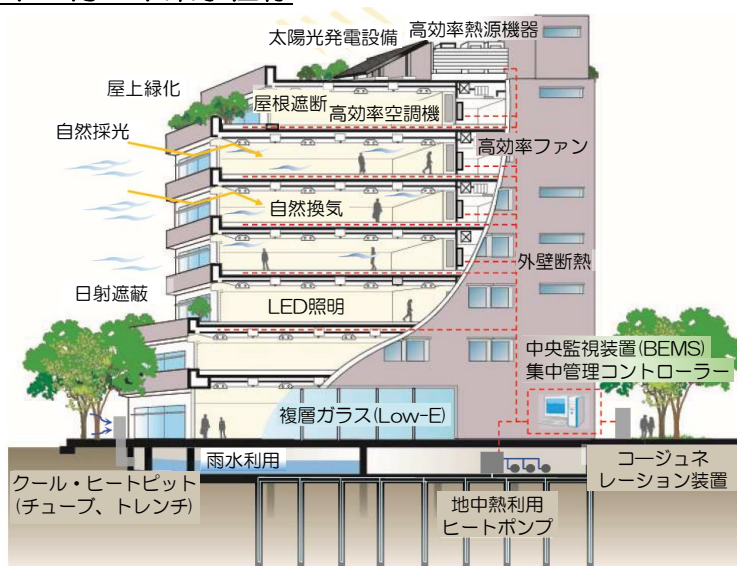
専門家による省エネルギー診断を活用し、エネルギー管理に関する現状分析や専門的見地からの改善提案を施設の運用や設備更新に活用

効果

改善提案を参考に、更なる省エネルギー化を推進することにより、温室効果ガス排出量を削減

導入場所と削減効果	2023~2025 年度		2026~2030 年度	
	活用検討	— t-CO ₂ /年	▶▶	全センター

④省エネ・再エネ東京仕様



【省エネ・再エネ東京仕様のイメージ】

継続 ・アースプラン2010~

対象 CO₂

取組

建物の新築及び改築時に、省エネ・再エネ東京仕様に基づく対策の効果を検証し、高断熱、高効率設備を積極的に導入

効果

電力使用量を削減することにより、温室効果ガス排出量を削減

導入場所と削減効果	2023~2025 年度		2026~2030 年度	
	導入検討	— t-CO ₂ /年	▶▶	導入検討

4-7 徹底した省エネルギー

(3) 共通

⑥非ガソリン車の導入



プラグインハイブリット自動車の導入事例



電気自動車の導入事例

【非ガソリン車の導入イメージ】

継続 ・アースプラン2010～

対象 CO₂

取組

電気自動車（EV）やプラグインハイブリット自動車（PHV）等の非ガソリン車を局有車として導入

効果

局有車のガソリン使用量を削減することにより、温室効果ガス排出量を削減

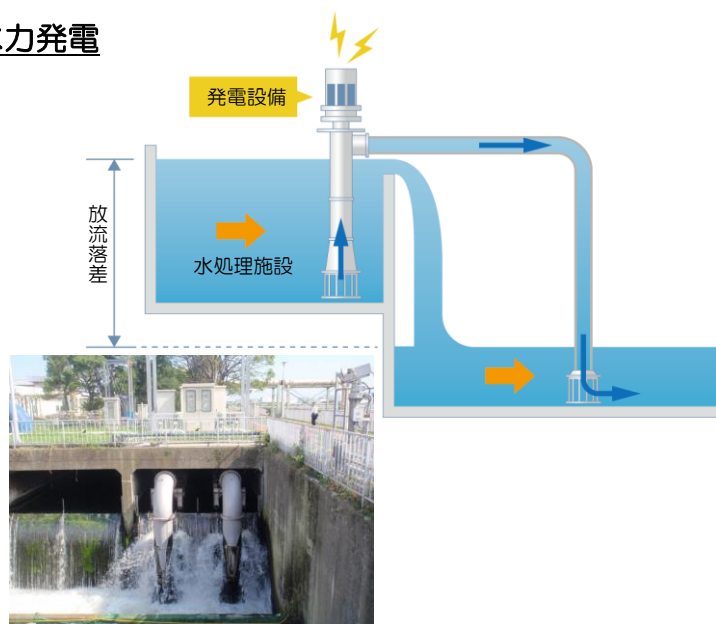
導入場所と削減効果	2023～2025 年度		2026～2030 年度	
	導入推進	— t-CO ₂ /年	▶▶	導入推進



4-8 再生可能エネルギーの活用

(1) 水処理工程

①小水力発電



【小水力発電のイメージ】

継続 ・アースプラン2004～
・スマートプラン2014

対象 CO₂

取組

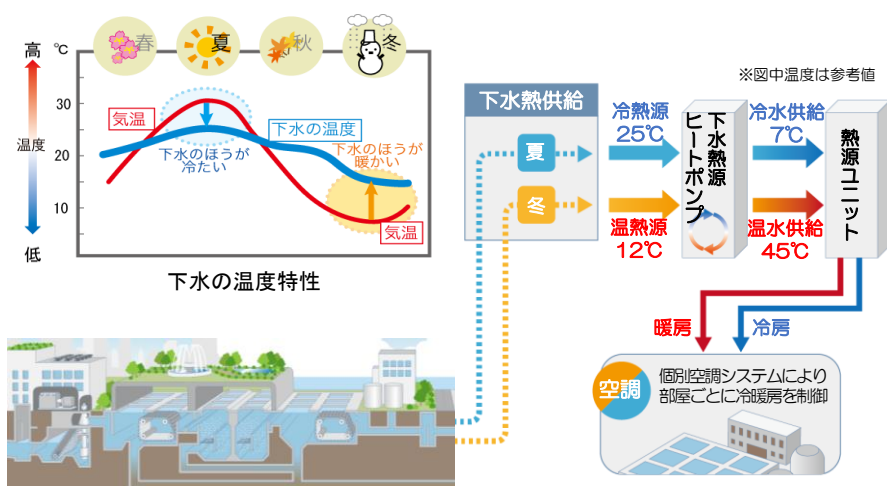
放流落差がある水再生センターに、小水力発電を導入

効果

再生可能エネルギーを活用し、化石燃料由来の電力使用量を削減することにより、温室効果ガス排出量を削減

導入場所と削減効果	2023～2025 年度		2026～2030 年度	
	継続運転	— t-CO ₂ /年	▶	継続運転

②下水熱を利用した空調システム（アーバンヒート）



継続 ・アースプラン2004～
・スマートプラン2014

対象 CO₂

取組

外気温と温度差を持つ下水や処理水から得られる下水熱を利用し、空調の熱源とするシステム（アーバンヒート）を導入

効果

下水熱を再生可能エネルギーとして活用し、従来の空調システムと比べて電力使用量や燃料使用量を削減することにより、温室効果ガス排出量を削減

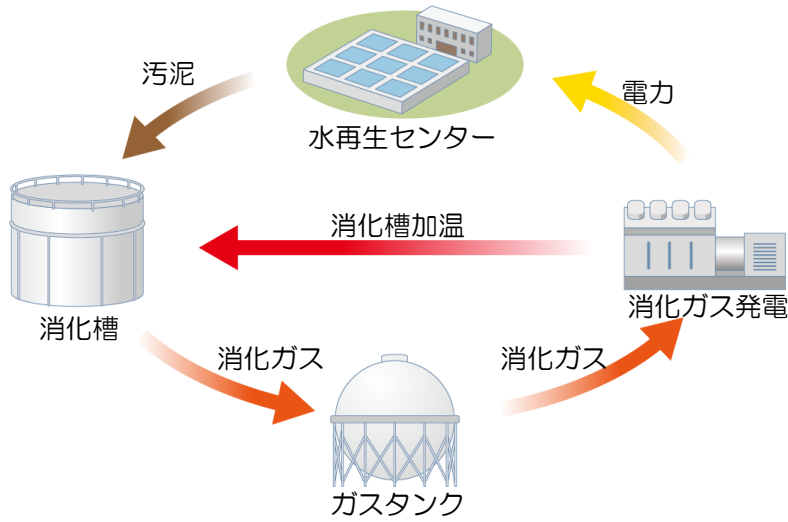
【下水熱を利用した空調システムのイメージ】

導入場所と削減効果	2023～2025 年度		2026～2030 年度	
	継続運転	— t-CO ₂ /年	▶	継続運転

4-8 再生可能エネルギーの活用

(2) 汚泥処理工程

①消化ガス発電



【消化ガス発電のイメージ】

継続

- ・アースプラン2004～
- ・スマートプラン2014

対象

CO₂

取組

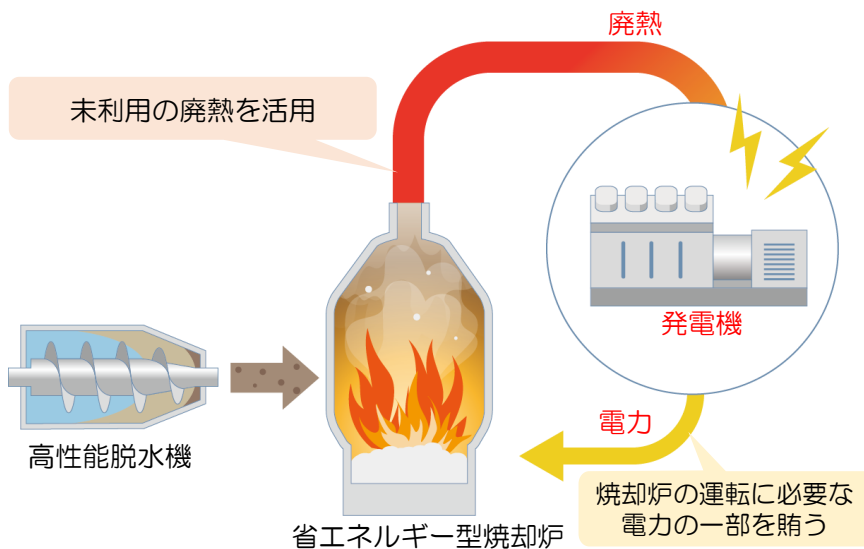
汚泥を処理する過程で発生する消化ガスを燃料として発電し、発電で発生した廃熱を消化槽加温に活用する、消化ガス発電施設を導入

効果

再生可能エネルギーを活用し、化石燃料由来の電力使用量を削減するとともに、加温に使用する燃料使用量を削減することにより、温室効果ガス排出量を削減

導入場所と削減効果	2023～2025 年度	2026～2030 年度
	継続実施	森ヶ崎水再生センター（増強）
	— t-CO ₂ /年	約 7,200 t-CO ₂ /年

②汚泥焼却時の廃熱を活用した発電



【汚泥焼却時の廃熱を活用した発電のイメージ】

継続

- ・アースプラン2004～
- ・スマートプラン2014

対象

CO₂

取組

省エネルギー型焼却炉で発生する廃熱を活用した発電を導入

効果

再生可能エネルギーを活用し、汚泥焼却炉の運転に必要な電力の一部を賅うことにより、温室効果ガス排出量を削減

導入場所と削減効果	2023～2025 年度	2026～2030 年度
	北多摩一号水再生センター	南部スラッジプラント 八王子水再生センター
	約 240 t-CO ₂ /年	約 780 t-CO ₂ /年

4-8 再生可能エネルギーの活用

(3) 共通

①太陽光発電



施設上部への設置例



再構築用地への設置例

継続

- ・アースプラン2010～
- ・スマートプラン2014

対象

CO₂

取組

施設上部や水再生センターの再構築用地などに太陽光発電を導入

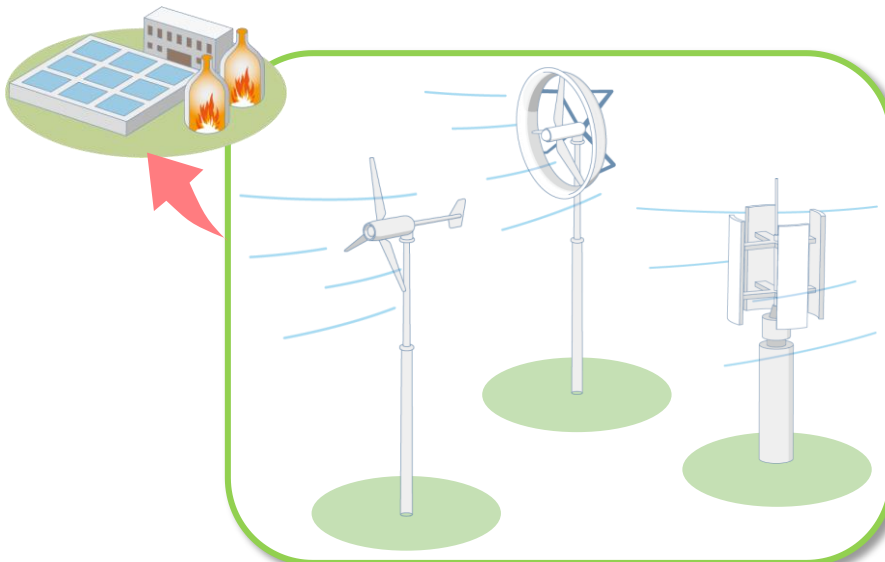
効果

再生可能エネルギーを活用し、化石燃料由来の電力使用量を削減することにより、温室効果ガス排出量を削減

【太陽光発電の導入事例】

導入場所と削減効果	2023～2025 年度		2026～2030 年度	
	東尾久浄化センター	約 3 t-CO ₂ /年	▶	砂町水再生センター 他導入検討

②風力発電



【風力発電の導入イメージ】

継続

- ・アースプラン2004～

対象

CO₂

取組

水再生センターやポンプ所に風力発電設備を導入

効果

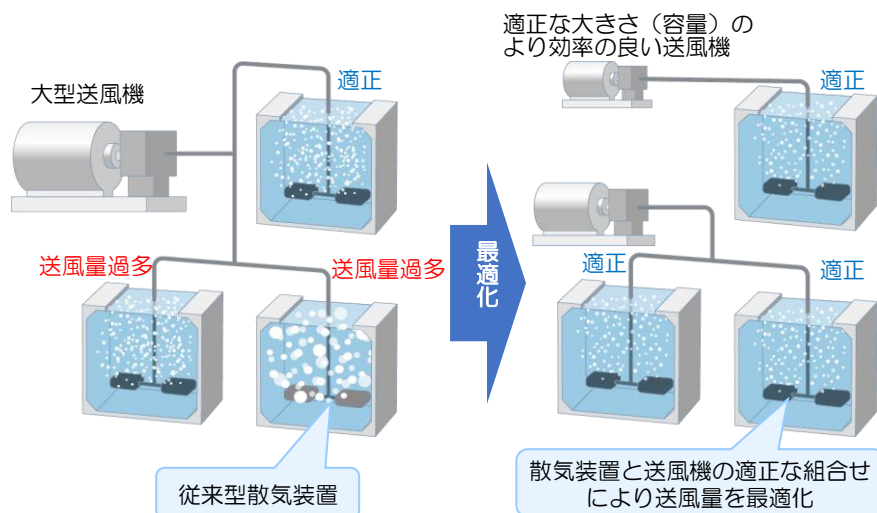
再生可能エネルギーを活用し、化石燃料由来の電力使用量を削減することにより、温室効果ガス排出量を削減

導入場所と削減効果	2023～2025 年度		2026～2030 年度	
	導入検討	— t-CO ₂ /年	▶	導入検討

4-9 処理工程・方法の効率化

(1) 水処理工程

①ばっ気システムの最適化



【ばっ気システムの最適化のイメージ】

継続 ・アースプラン2010～
・スマートプラン2014

対象 CO₂

取組

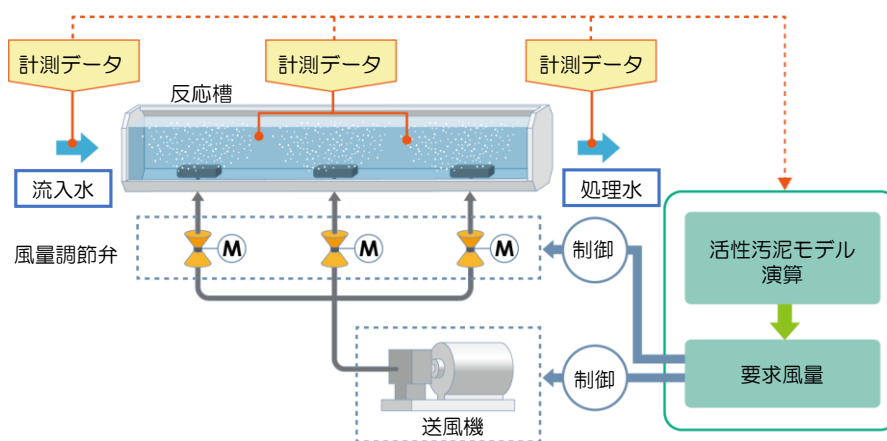
微細気泡散気装置と合わせて適正な大きさ(容量)のより効率の良い送風機を導入

効果

送風量を最適化することで、電力使用量を削減され、温室効果ガス排出量を削減

導入場所と削減効果	2023～2025 年度		2026～2030 年度	
	森ヶ崎水再生センター 新河岸水再生センター 他 8 か所	約 2,400 t-CO ₂ /年	▶	砂町水再生センター みやぎ水再生センター 他 9 か所

②デジタル技術を活用した新たな送風量制御技術の開発・導入



継続 ・アースプラン2017～

対象 CO₂

取組

流入水質を基にした、活性汚泥モデルを用いた演算による予測と、予測結果に応じてリアルタイム送風量制御を行うシステムを開発・導入

効果

流入水質に応じたきめ細やかな送風機運転により、余剰な送風量を削減し、処理水質を良好に保ちながら電力使用量を削減され、温室効果ガス排出量を削減

【デジタル技術を活用した新たな送風量制御技術のイメージ】

導入場所と削減効果	2023～2025 年度		2026～2030 年度	
	技術開発 導入検討	— t-CO ₂ /年	▶	南多摩水再生センター

4-9 処理工程・方法の効率化

(1) 水処理工程

③AIを活用した送風量制御技術の開発・導入

新規 ・アースプラン2023

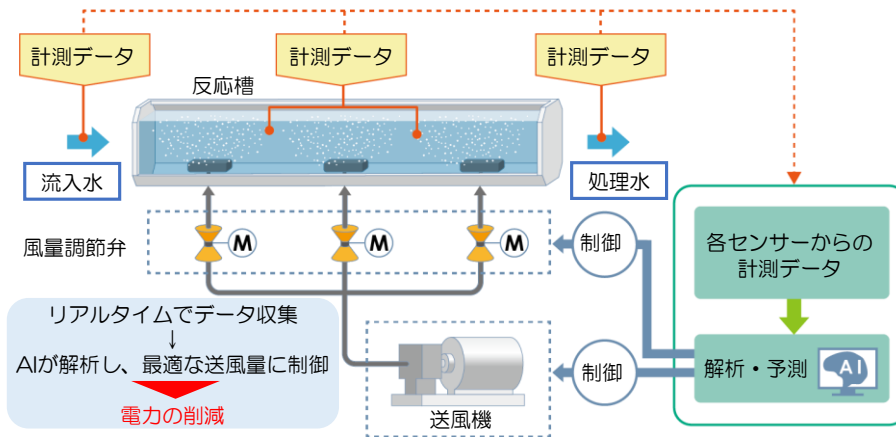
対象 CO₂

取組

流入量と水質、送風量に応じた処理水質の変化など、多くのデータを基にAIが機械学習し、最適なリアルタイム送風量制御を行うシステムを開発・導入

効果

処理水質を良好に保ちながら必要最小限の送風量に調整し、電力使用量を削減することにより、温室効果ガス排出量を削減



【AIを活用した送風量制御技術のイメージ】

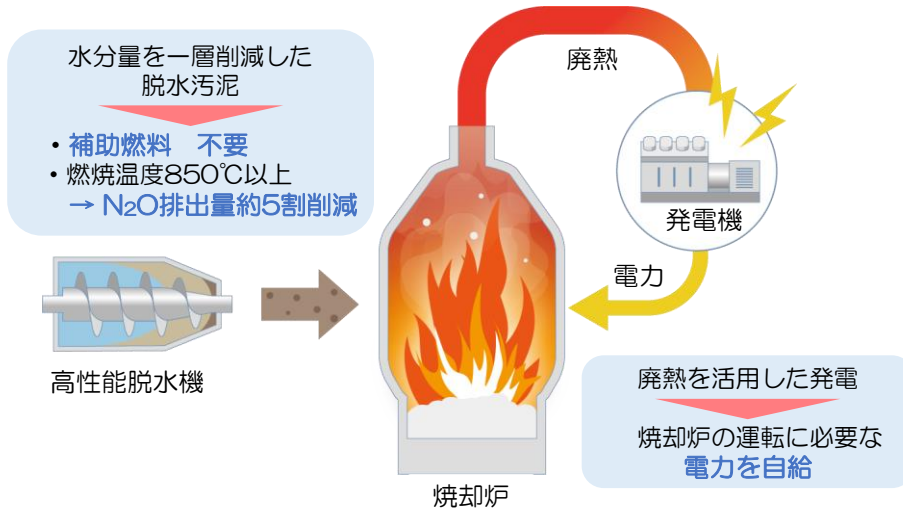
導入場所と削減効果	2023~2025 年度		2026~2030 年度	
	技術開発 導入検討	— t-CO ₂ /年	▶	技術開発 導入検討



4-9 処理工程・方法の効率化

(2) 汚泥処理工程

①エネルギー自立型焼却炉の導入



【エネルギー自立型焼却炉のイメージ】

継続 ・アースプラン2017～
・スマートプラン2014

対象 CO₂ N₂O

取組

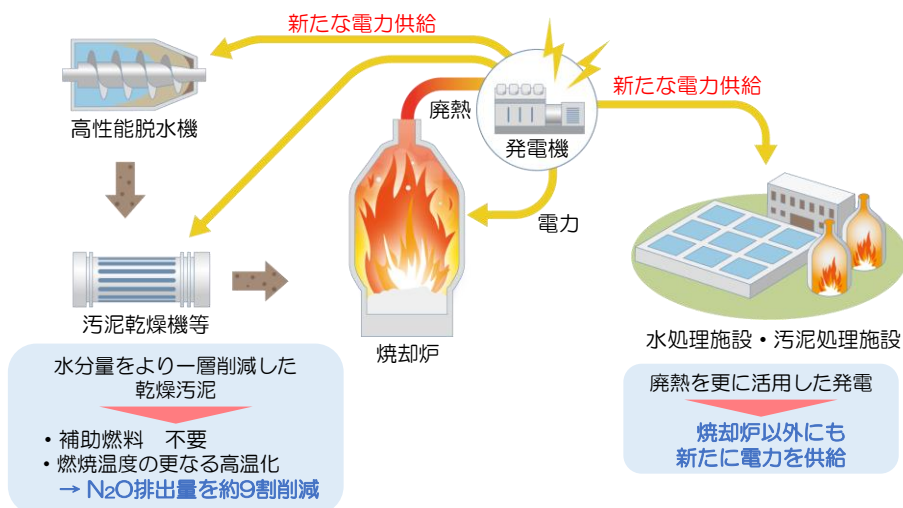
高性能脱水機と組み合わせ、燃焼温度を高温化し、焼却廃熱を活用して発電することで焼却炉の運転に必要な電力を自給するエネルギー自立型焼却炉を導入

効果

高温燃焼焼却炉と比較して N₂O 排出量を約5割削減し、焼却に要する補助燃料が不要となるとともに、焼却炉の運転に必要な電力を自給することにより、温室効果ガス排出量を削減

導入場所と削減効果	2023～2025 年度		2026～2030 年度	
	葛西水再生センター 南部スラッジプラント	約23,900 t-CO ₂ /年	▶	東部スラッジプラント

②エネルギー供給型（カーボンマイナス）焼却炉の開発・導入



【エネルギー供給型焼却炉の開発・導入のイメージ】

継続 ・アースプラン2017～

対象 CO₂ N₂O

取組

高性能脱水機や汚泥乾燥機等と組み合わせ、燃焼温度を更に高温化し、焼却炉で使用する電力以上に発電することで、焼却炉以外へも電力を供給するエネルギー供給型焼却炉を開発・導入

効果

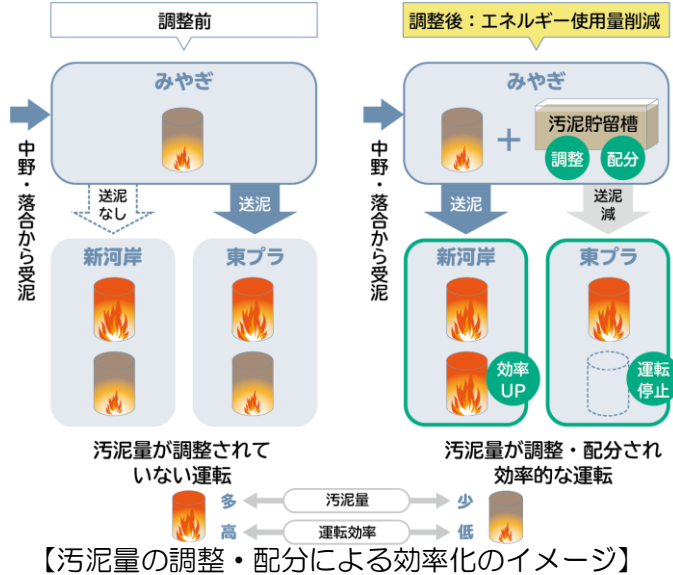
高温燃焼焼却炉と比較して N₂O 排出量を約9割削減し、焼却に要する補助燃料が不要になるとともに、焼却炉以外への電力供給による CO₂ 削減量が N₂O 排出量を上回ることで、焼却炉のカーボンマイナスを実現

導入場所と削減効果	2023～2025 年度		2026～2030 年度	
	技術開発	— t-CO ₂ /年	▶	南部スラッジプラント

4-9 処理工程・方法の効率化

(2) 汚泥処理工程

③広域的な運用による焼却炉の効率化 (汚泥量の調整・配分による効率化)



継続 ・アースプラン2017～
・スマートプラン2014

対象 CO₂

取組

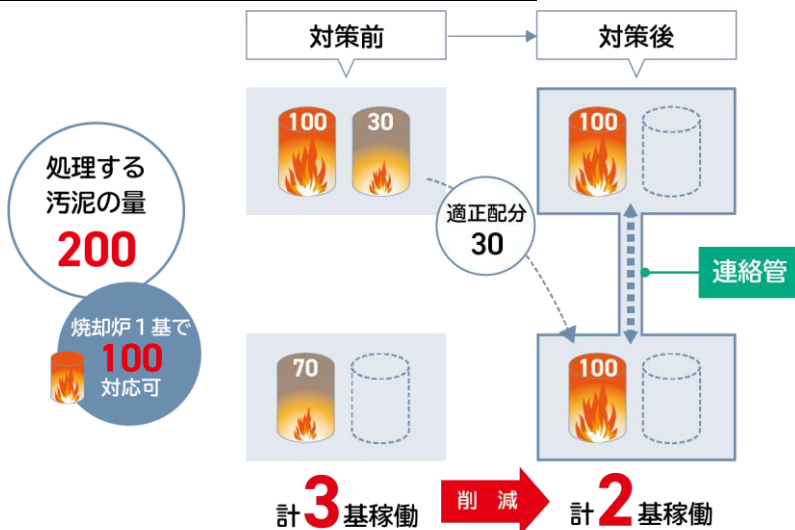
汚泥処理工程の調整機能を担う汚泥貯留槽や濃縮施設を整備し、汚泥処理施設間で汚泥量を最適に配分

効果

汚泥処理施設間で焼却炉の運転効率を向上させ、焼却炉の運転基数を減らし、電力使用量や燃料使用量を削減することにより、温室効果ガス排出量を削減

導入場所と削減効果	2023～2025 年度		2026～2030 年度	
	導入検討	— t-CO ₂ /年	▶	導入検討

③広域的な運用による焼却炉の効率化 (連絡管を活用した汚泥処理の効率化)



継続 ・アースプラン2017～

対象 CO₂

取組

連絡管の送泥機能を活用し、汚泥の量や性状を踏まえながら、焼却炉の能力に応じて汚泥を適正に配分

効果

連絡管で接続された対岸の水再生センター間で焼却炉の運転効率を向上させ、焼却炉の運転基数を減らし、電力使用量や燃料使用量を削減することにより、温室効果ガス排出量を削減

導入場所と削減効果	2023～2025 年度		2026～2030 年度	
	継続実施	— t-CO ₂ /年	▶	継続実施

下水道の^{あす}未来を切り拓く技術開発

130年を超える歴史を持つ東京の下水道は、これまで様々な事業課題に直面するたびに国内外から多くの先進技術を取り入れ、長年の経験と下水道に携わる技術者の創意工夫を組み合わせることで、下水道事業の課題に応えた技術の開発に先駆的に取り組んできました。

本計画でも記載のある、嫌気・同時硝化脱窒処理法（49 ページ）やエネルギー自立型焼却炉（60 ページ）は、温室効果ガスの排出削減を課題としている下水道局が、民間企業との共同研究によって開発した技術です。

下水道事業の円滑な推進を支える新技术を計画的に開発するために、下水道局では、時代時代の課題を踏まえて技術開発推進計画を策定してきました。令和3年に策定した「技術開発推進計画 2021～下水道の^{あす}未来を切り拓く技術開発～」では、これまでの計画ではなかった技術開発にあたり重視する「技術開発の視点」を4つ設定しています。



技術開発の視点

視点1 デジタルトランスフォーメーション（DX）を推進し、効率的な下水道事業を実現

視点2 人口減少・働き方改革への対応

視点3 持続可能な都市づくりなど社会変化への対応

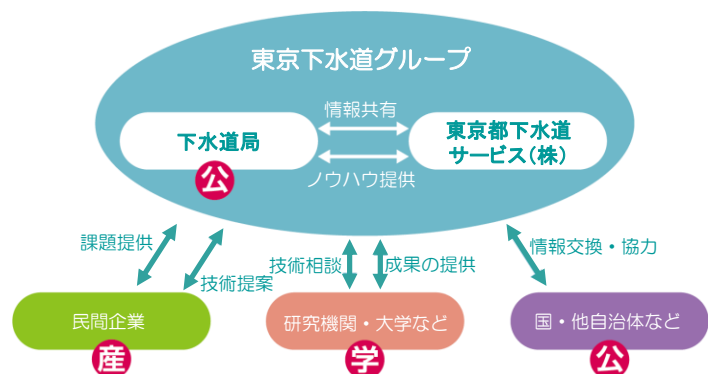
視点4 安定的に下水道機能を確保するために必要な維持管理困難か所への対応

視点3は、まさに温室効果ガスの排出削減に必要な技術開発への注力を意味しています。開発テーマの1つであるエネルギー供給型（カーボンマイナス）焼却炉（60 ページ）は、発電すればするほど焼却炉以外での温室効果ガス排出を抑制しゼロエミッションに近づく画期的な技術で、実現すれば日本初の技術となります。

「アースプラン2023」が目指す、2030年度までに2000年度比で温室効果ガス排出量50%以上削減を達成し、更に将来のゼロエミッションを目指すには、従来の下水道技術の延長だけでは難しく、下水道に限らず様々な分野との技術の融合が必要となります。

オープンイノベーションの推進

独創的かつ効果的な技術を開発するため、政策連携団体である東京都下水道サービス（TGS）、民間企業、大学、国、類似の課題を抱える他自治体等と幅広く連携を図るオープンイノベーションを推進しています。



「下水道技術研究開発センター」の活用

下水道局では、局が自ら実施する固有研究及び民間企業や大学などとの共同研究において、水処理施設と同様の環境で容易に実験を行えるように、砂町水再生センター内に「下水道技術研究開発センター」を設置しています。民間企業や大学などの研究機関にも施設を貸し出して、水再生センター内にある利点を活かしながら、下水道に関する実験を行うことが可能です。

「下水道技術研究開発センター」を活用し、下水道局の技術開発を推進するとともに、開発技術の局内外への情報発信に努め、下水道界の技術力向上を支援していきます。



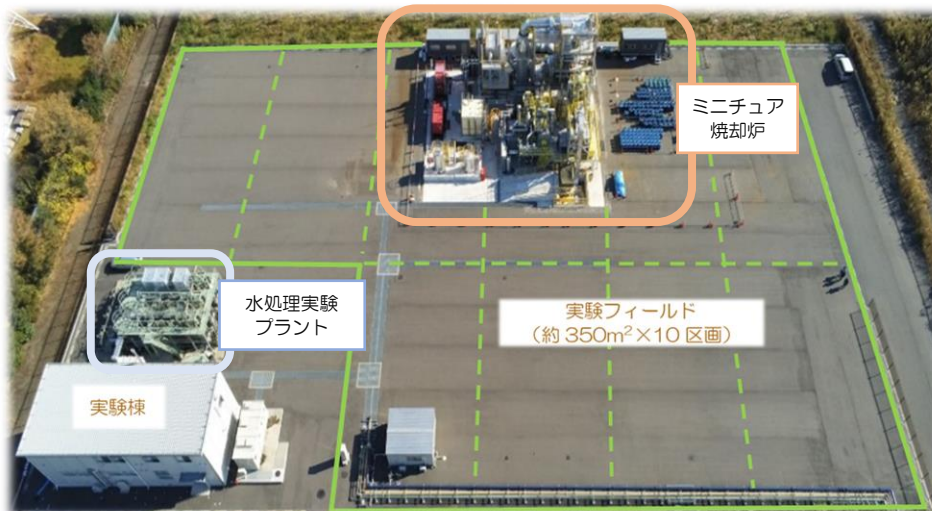
下水技術研究開発センターの実験棟（中央）水処理実験プラント（右）



水処理実験プラントでの処理実験



ミニチュア焼却炉（民間企業による仮設）での燃焼試験

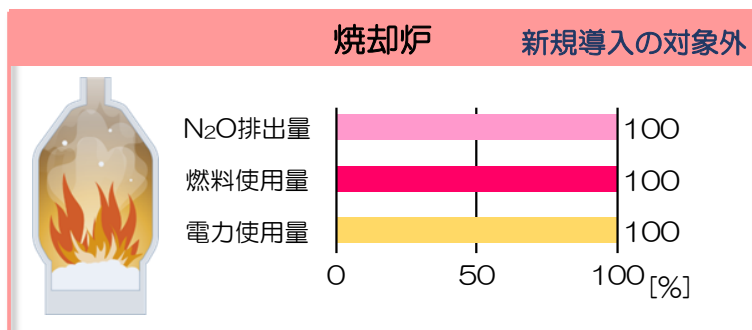


上空から撮影した実験フィールド

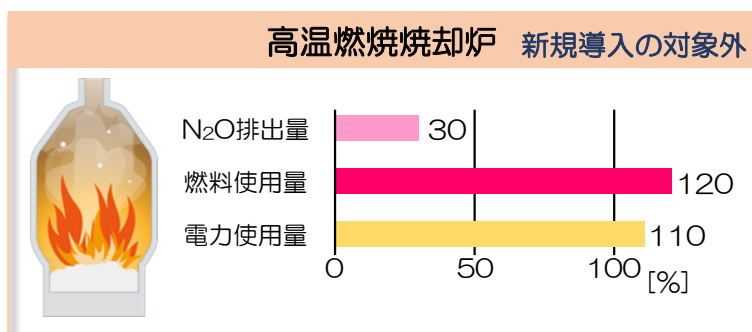
下水道局は、たゆまぬ技術開発によって、将来のゼロエミッション実現を支え、下水道の^{あす}未来を切り拓いていきます。

環境に配慮した焼却炉

下水道局では、汚泥焼却工程において大量に排出される温室効果ガスを削減するため、環境に配慮



燃焼温度を850℃に高温化



- 燃焼温度を850℃以上に高温化
- 高性能脱水機の導入
- ターボ等の導入

- 燃焼温度を850℃以上に高温化
- 高性能脱水機の導入
- 廃熱発電により焼却炉の電力を自給

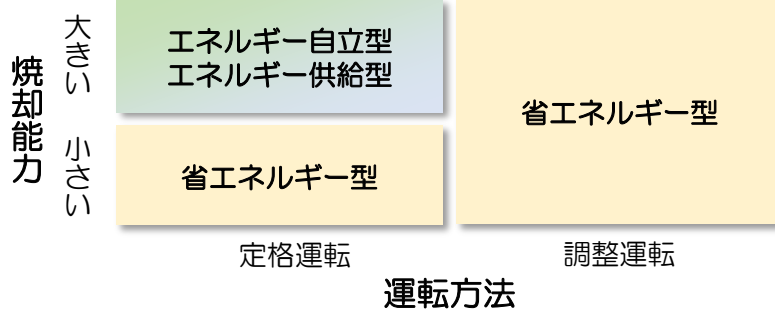
■焼却炉の技術開発の方針

下水汚泥の焼却に伴い発生するN₂Oは、燃焼温度を高温化することで大幅に削減することができます。一方で、燃焼温度を高温化すると燃料使用量が増加するため、N₂O排出量と燃料使用量は温室効果ガスの削減においてトレードオフの関係にあります。

そのため、下水道局では燃料使用量の増加を伴わずN₂O排出量を削減するとともに、ターボ等の導入により電力使用量を削減することができる省エネルギー型焼却炉の導入を推進しています。

温室効果ガス排出量の更なる削減を図るため、下水汚泥の有するエネルギーを一層活用したエネルギー自立型焼却炉の導入や、エネルギー供給型（カーボンマイナス）焼却炉の開発・導入を推進しています。

■焼却炉の導入方針



定格運転：年間を通じて安定的に汚泥を焼却

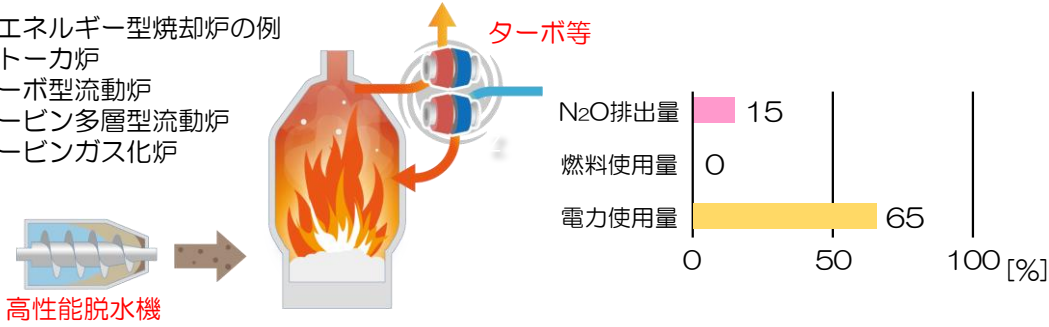
調整運転：汚泥量の変化に伴い投入量や投入間隔を調整しながら汚泥を焼却

した焼却炉を技術開発し、積極的に導入しています。

省エネルギー型焼却炉

○省エネルギー型焼却炉の例

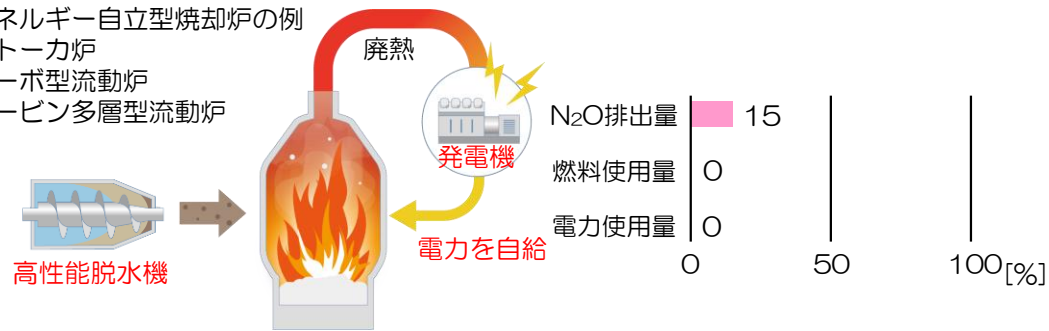
- ・ストーカ炉
- ・ターボ型流動炉
- ・タービン多層型流動炉
- ・タービンガス化炉



エネルギー自立型焼却炉

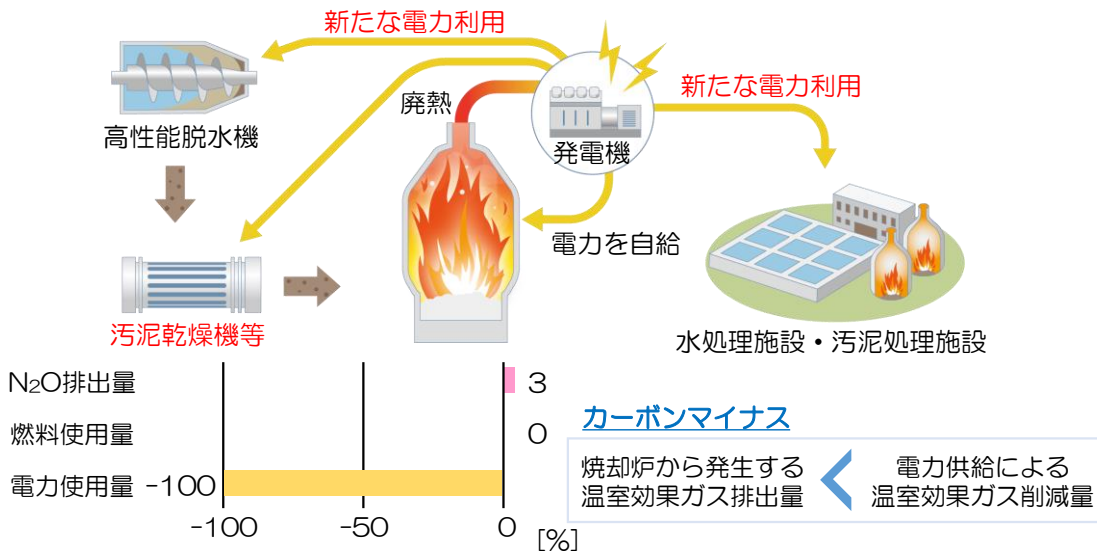
○エネルギー自立型焼却炉の例

- ・ストーカ炉
- ・ターボ型流動炉
- ・タービン多層型流動炉



- ・ 燃烧温度の更なる高温化
- ・ 廃熱の更なる有効活用により焼却炉以外へも新たに電力を供給

エネルギー供給型（カーボンマイナス）焼却炉



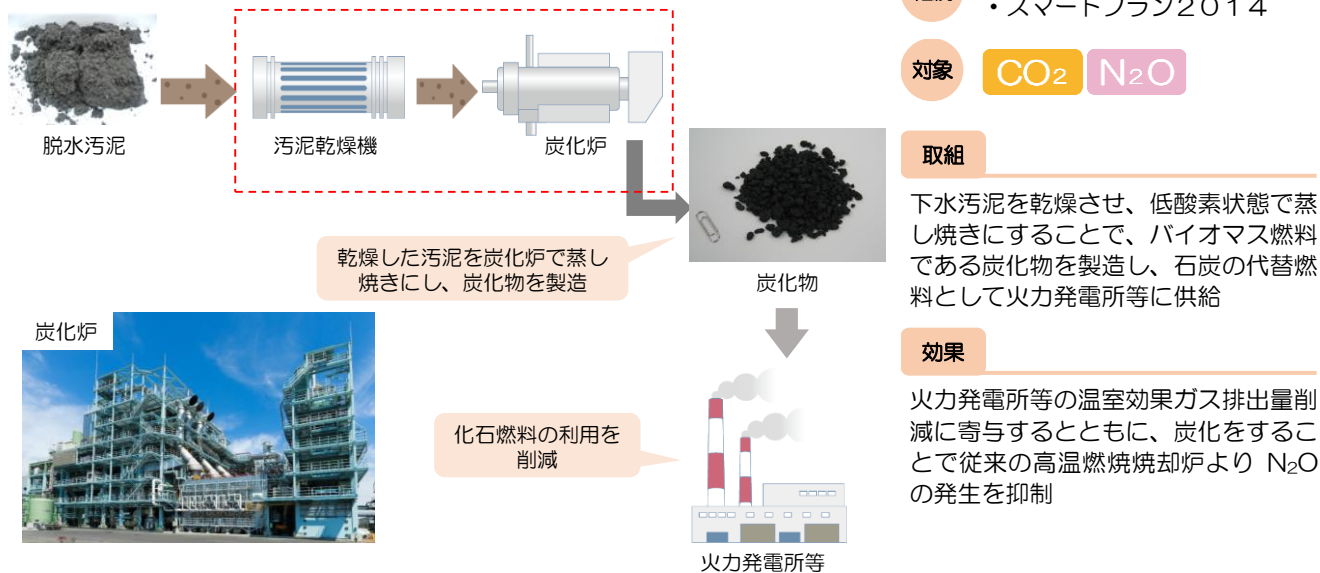
カーボンマイナス

焼却炉から発生する温室効果ガス排出量 < 電力供給による温室効果ガス削減量

4-10 他分野との連携

(1) 共通

① 汚泥の資源化



【汚泥の資源化のイメージ】

継続 ・アースプラン2004～
・スマートプラン2014

対象 CO₂ N₂O

取組

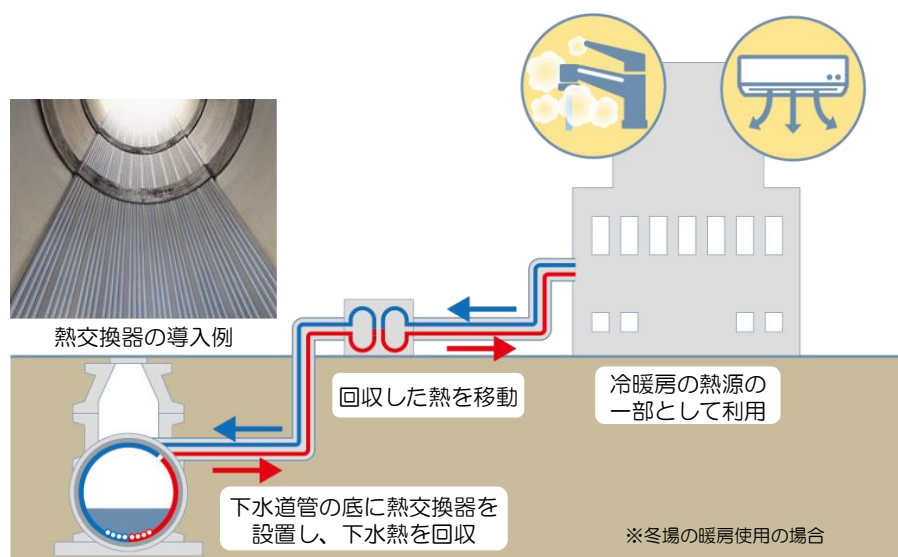
下水汚泥を乾燥させ、低酸素状態で蒸し焼きにすることで、バイオマス燃料である炭化物を製造し、石炭の代替燃料として火力発電所等に供給

効果

火力発電所等の温室効果ガス排出量削減に寄与するとともに、炭化をすることで従来の高温燃焼焼却炉より N₂O の発生を抑制

導入場所と削減効果	2023～2025 年度		2026～2030 年度	
	継続運転	— t-CO ₂ /年	▶	継続運転

② 下水熱の利用



【下水熱の利用のイメージ(下水道管)】

継続 ・アースプラン2004～
・スマートプラン2014

対象 CO₂

取組

外気温と温度差を持つ下水や処理水から得られる下水熱を利用し、オフィスビルなどの冷暖房、給湯等の熱源として利用

効果

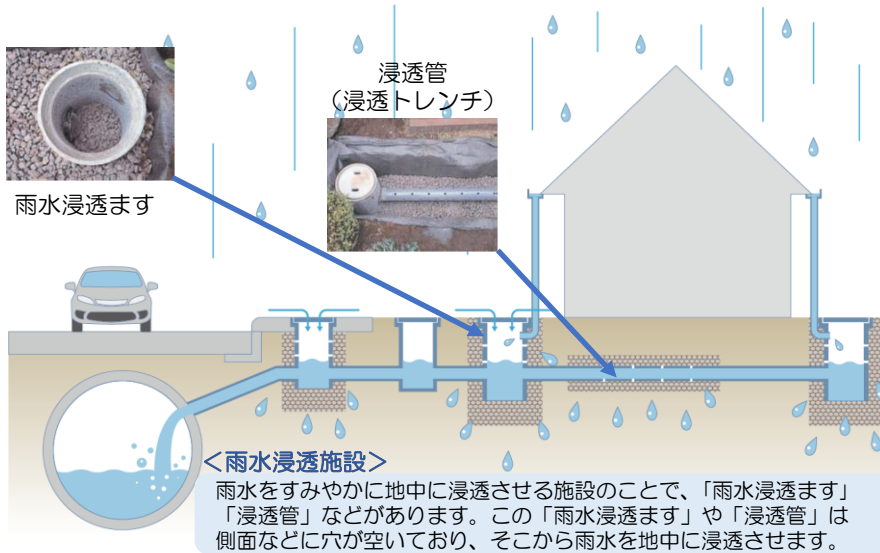
下水熱を再生可能エネルギーとして利用し、空調システムの電力使用量及び燃料使用量を削減することにより、温室効果ガス排出量の削減に寄与

導入場所と削減効果	2023～2025 年度		2026～2030 年度	
	麻布台ヒルズ	— t-CO ₂ /年	▶	継続実施

4-10 他分野との連携

(1) 共通

③雨水浸透の推進



【雨水浸透の推進のイメージ】

継続 ・アースプラン2010～

対象 CO₂

取組

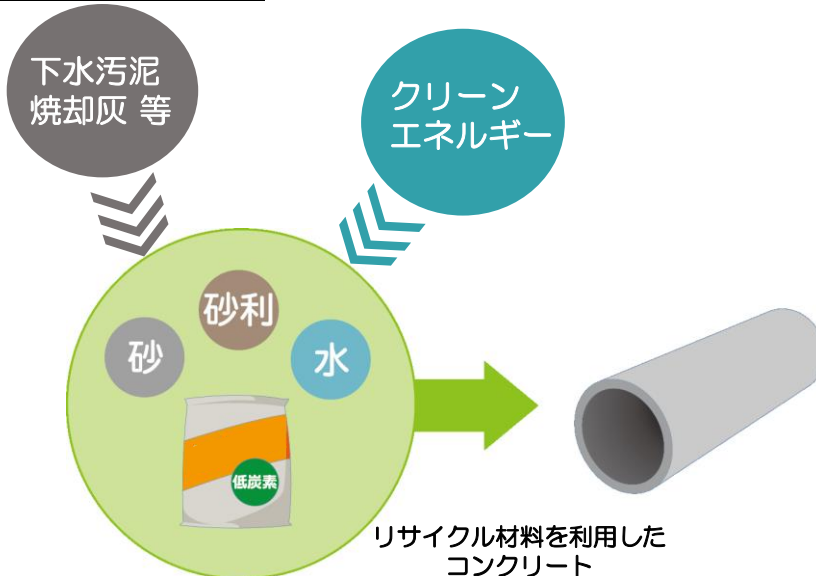
雨水浸透施設（雨水浸透ます、浸透管）の設置を促進

効果

下水道施設への雨水流入量を削減することにより、温室効果ガス排出量を削減

導入場所と削減効果	2023～2025 年度		2026～2030 年度	
	設置促進	— t-CO ₂ /年	▶	設置促進

④低炭素材料の活用



【低炭素材料の活用イメージ】

新規 ・アースプラン2023

対象 CO₂

取組

建設工事に使用する材料の製造には化石燃料が多く使用されるため、下水汚泥焼却灰等のリサイクル材料を多く使用するセメントレスコンクリート等の低炭素材料を開発・導入

効果

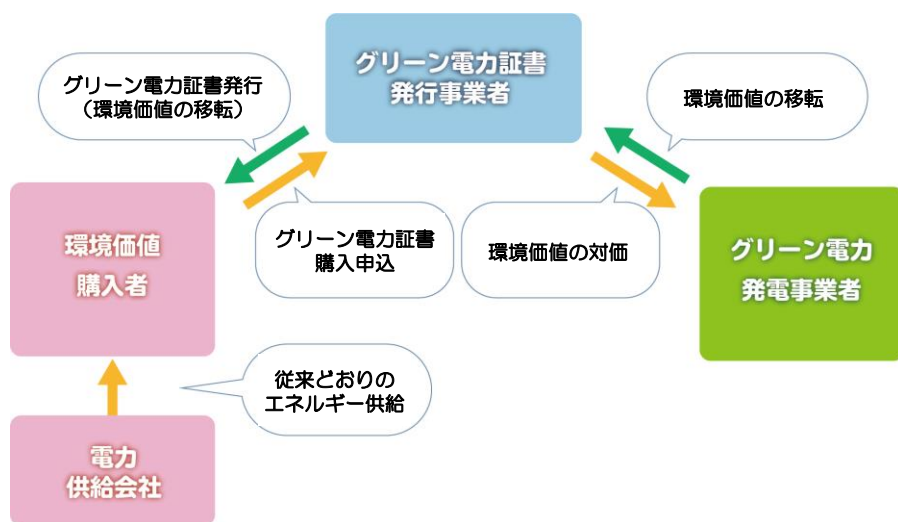
材料の製造に伴う温室効果ガス排出量の削減に寄与

導入場所と削減効果	2023～2025 年度		2026～2030 年度	
	技術開発	— t-CO ₂ /年	▶	導入検討

4-10 他分野との連携

(1) 共通

⑥グリーン電力証書制度等



継続 ・アースプラン2004～

対象 CO₂

取組

グリーン電力証書制度等を活用し、発電事業者が保有する環境価値を購入

効果

本制度等の活用により、温室効果ガスの排出量を削減

【グリーン電力証書制度のイメージ】

	2023～2025 年度		2026～2030 年度	
導入場所と削減効果	活用検討	— t-CO ₂ /年	活用検討	— t-CO ₂ /年

コラム

環境価値

太陽エネルギーなどの再生可能エネルギーによる電気はグリーン電力と呼ばれ、「電力や熱そのものの価値」の他に、CO₂を排出しないという「環境価値」を持っています。そこで、「環境価値」の部分を取り出して売買するしくみが考え出されました。この「環境価値」を証書の形にしたものには、非化石証書・グリーン電力証書・J-クレジットの3種類があります。

非化石証書

石油や石炭などの化石燃料を使わず、再生可能エネルギーや原子力発電などの非化石電源で発電された電気が持つ環境価値のひとつである「非化石価値」を取り出し、証書にしたもの

グリーン電力証書

太陽光、風力、水力などの自然エネルギーにより発電された電力（グリーン電力）から、CO₂等の温室効果ガスを排出しないという「環境価値」を取り出し、証書にしたもの

J-クレジット

省エネルギー設備の導入や再生可能エネルギーの利用による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

第 5 章

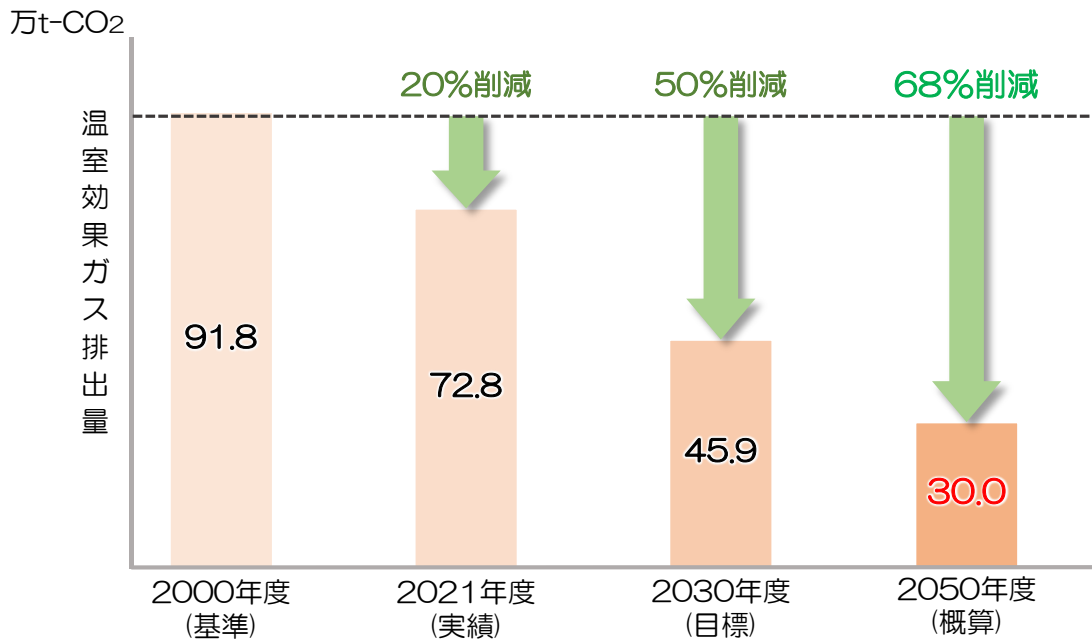


2050年ゼロエミッション実現に向けたビジョン

5-1 ゼロエミッション実現に向けた課題

(1) 2050年度の温室効果ガス排出量の見込み

2030年カーボンハーフの実現に向けては、既存技術の導入拡大に加え、新たに技術開発した先進技術の導入により実現を目指します。一方で、これらの技術の導入を継続しても2050年度における温室効果ガス排出量（概算）は30万t-CO₂にとどまる見込みであり、2050年ゼロエミッションの実現は困難です。



2050年度の温室効果ガス排出量の見込み

2050 年度における 30 万 t-CO₂ の温室効果ガス排出量（概算）の各工程における内訳とそれぞれの課題は以下のとおりです。

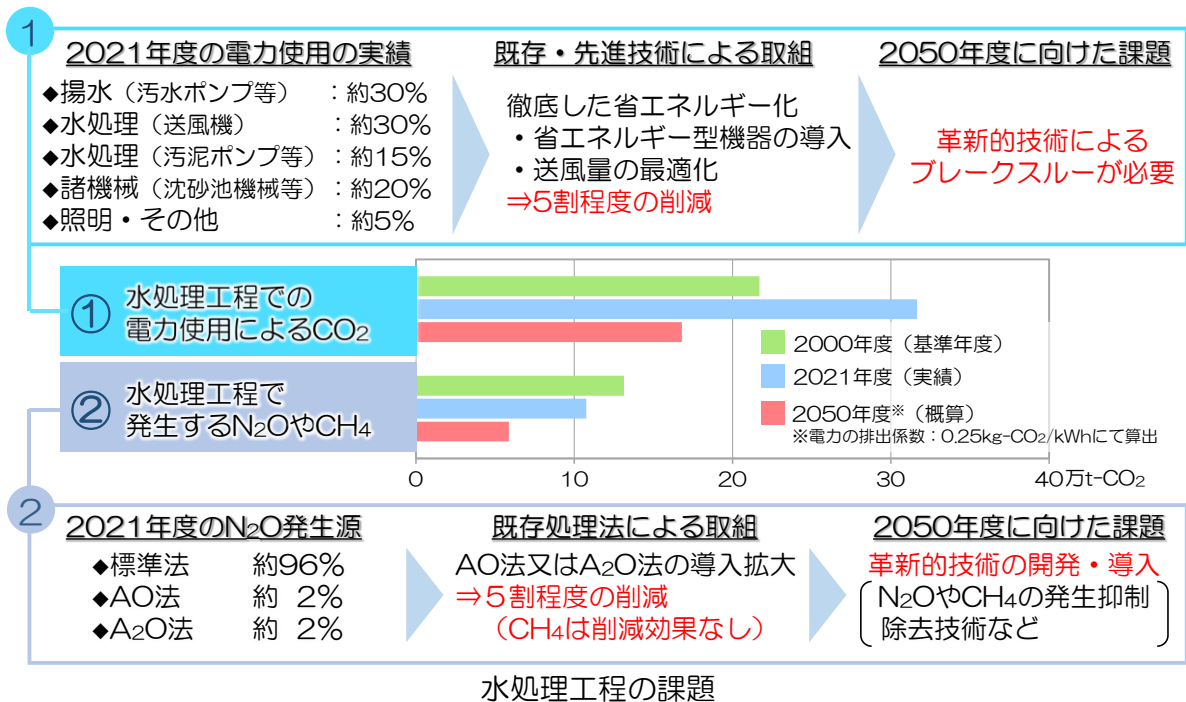
（2）水処理工程の課題

①水処理工程での電力使用による CO₂

水処理工程の電力使用の内訳は、2021 年度実績において、揚水（污水ポンプ等）で約 30%、水処理（送風機）で約 30%、水処理（汚泥ポンプ等）、諸機械（沈砂池機械等）、照明・その他で約 40% となっています。今後、引き続き省エネルギー型機器の導入や送風量の最適化を図り、電力の排出係数の影響を考慮しても 2050 年度の CO₂ 排出量は 5 割程度の削減にとどまる見込みです。

②水処理工程で発生する N₂O や CH₄

N₂O 発生源の内訳は、2021 年度実績において、標準活性汚泥法（標準法）が約 96%、AO 法が約 2%、A₂O 法が約 2%です。今後、標準法から N₂O の排出係数が小さい AO 法又は A₂O 法の導入を拡大することで N₂O 排出量は 2021 年度に対して 8 割程度削減されます。一方で、CH₄ の排出係数は処理法により変化しないため、CH₄ 排出量は削減されません。そのため、2050 年度の N₂O 及び CH₄ 排出量は 5 割程度の削減にとどまる見込みです。



(3) 汚泥処理工程の課題

③汚泥処理工程での電力使用によるCO₂

汚泥処理工程における電力使用の内訳は、2021年度実績において、濃縮・脱水・焼却が約80%、照明・その他が約20%です。今後、省エネルギー型機器や焼却廃熱発電などを導入し、電力の排出係数の影響を考慮しても2050年度のCO₂排出量は2021年度に対して7割程度の削減にとどまる見込みです。

④汚泥処理工程での燃料使用によるCO₂

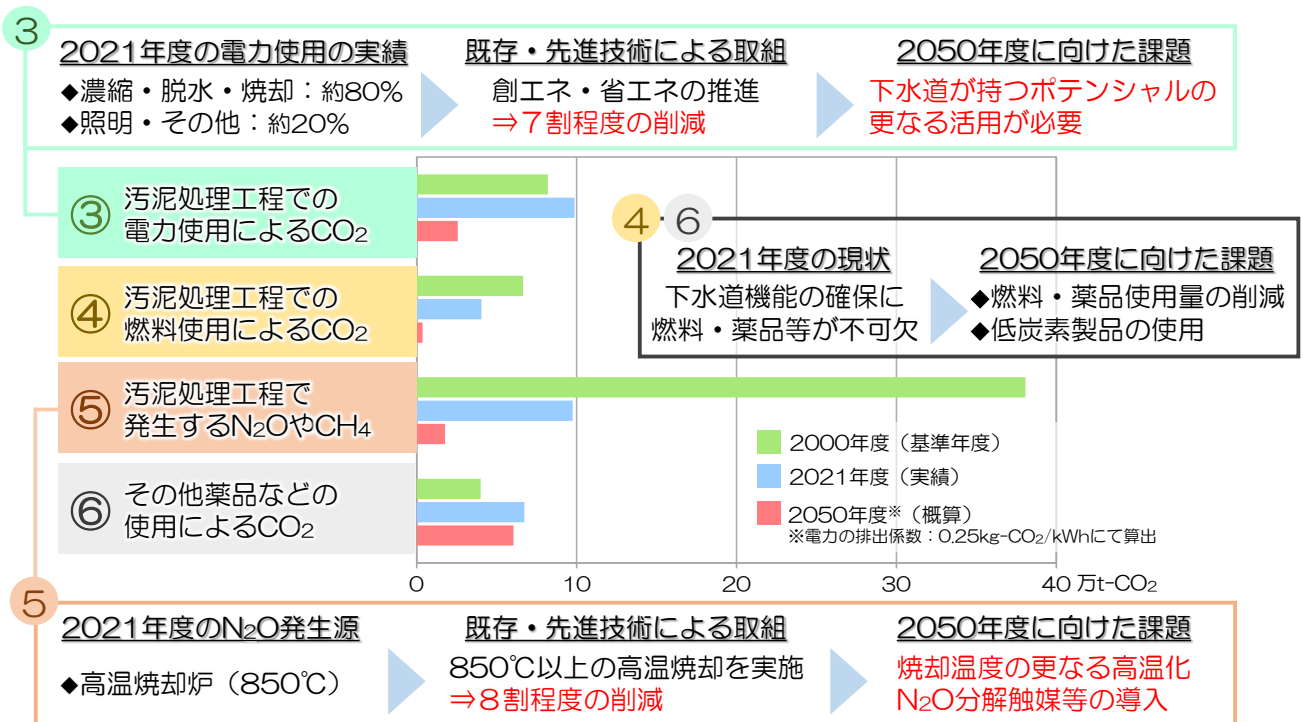
脱水汚泥の低含水率化により燃料使用量が削減されたとしても、焼却炉の起動時等に燃料を使用するため、2050年度のCO₂排出量はゼロにならない見込みです。

⑤汚泥処理工程で発生するN₂OやCH₄

汚泥処理工程で発生するN₂Oについては、今後、850℃以上の高温焼却を実施することで8割程度削減されます。一方で、CH₄の排出係数は燃焼温度により変化しないため、CH₄排出量は削減されません。そのため、2050年度のN₂O及びCH₄排出量は2021年度に対して8割程度の削減にとどまる見込みです。

⑥その他薬品などの使用によるCO₂

非常用発電設備で使用する燃料や、水処理・汚泥処理工程で使用する薬品等は、下水道機能の確保に不可欠であるため、2050年度のCO₂排出量は2021年度と同水準にとどまる見込みです。



汚泥処理工程の課題

5-2 ゼロエミッション実現に向けた考え方

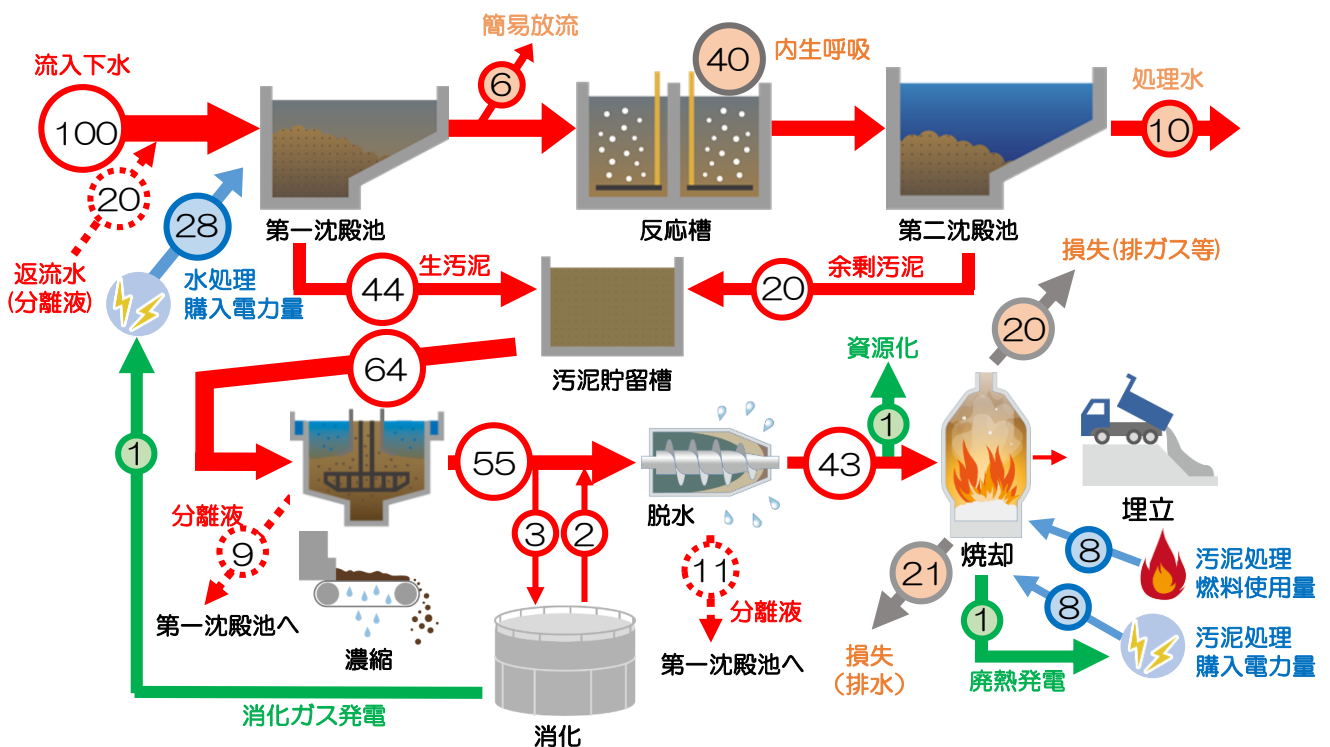
2050年ゼロエミッション実現に向けては、水処理工程・汚泥処理工程の課題を踏まえ、温室効果ガスの徹底的な削減に取り組む必要があります。そのためには、下水道が持つポテンシャルや下水道資源を最大限に活用する必要があります。

(1) 下水道が持つポテンシャルの最大限の活用

下水道が持つポテンシャルを把握するため、エネルギーポテンシャルを有機物の観点から整理します。流入下水（有機物）が有するポテンシャルを100%とした場合、現状、消化ガス発電や廃熱発電、資源化により有効利用できている割合は3%です。残りの97%は、簡易放流や処理水による排出が16%、焼却時の排水・排ガス等の放出が41%、反応槽での内生呼吸¹が40%であり、利用できていません。

また、下水処理に要する電気・燃料のエネルギーは44%相当であり、水処理に関するものが28%、汚泥処理に関するものが16%となります。

このようにポテンシャルを可視化することにより、省エネルギー型機器や再生可能エネルギー設備の導入効果を試算し、未利用ポテンシャルの活用により電気・燃料等のエネルギーの使用を更に削減する、革新的技術の開発・導入に向けた検討を進めます。



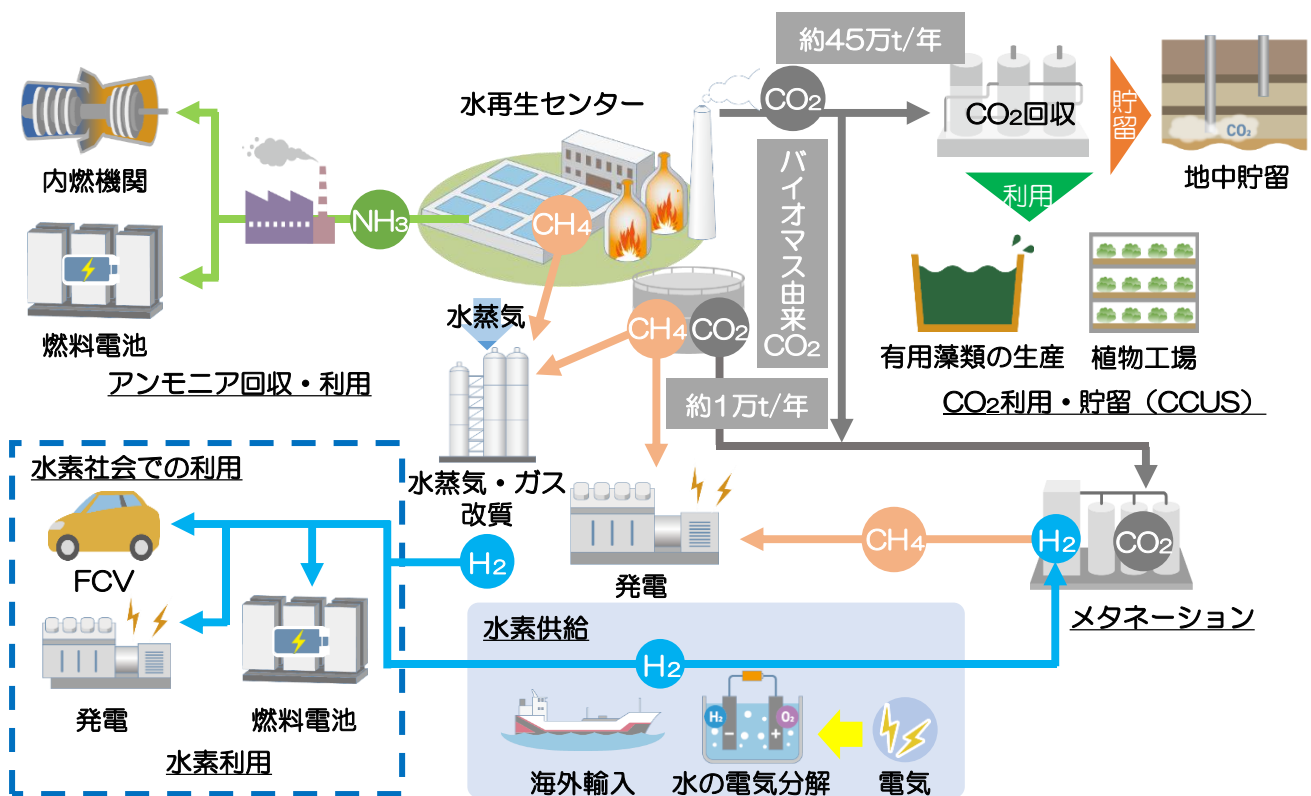
下水道のエネルギーポテンシャル（2020年度の区部実績から試算）

¹ 内生呼吸：細菌等の利用できる有機物が少なくなったときに、生活に必要なエネルギーを得るために自己の細胞物質を酸化分解すること。

(2) 下水道資源の最大限の活用

下水にはアンモニア (NH₃) が含まれており、また下水処理工程では温室効果ガスである CH₄ が発生しています。これらを取り出し、燃料や水素(H₂)として利用する革新的技術の開発・導入は、エネルギー消費量やコスト等の課題がありますが、ゼロエミッション実現に向けて有効と考えられます。

また、バイオマス由来 CO₂¹を回収し、利用・貯留する革新的技術であるネガティブエミッション技術は、カーボンオフセットに有効と考えられます。例として、下水汚泥の嫌気性消化で発生する消化ガスを利用した発電ではバイオマス由来 CO₂ が約 1 万 t/年排出されています。さらに、汚泥焼却ではバイオマス由来 CO₂ が約 45 万 t/年排出されています。これらのバイオマス由来 CO₂ を全て利用・貯留できれば、約 46 万 t の CO₂ 排出量をオフセットすることができます。

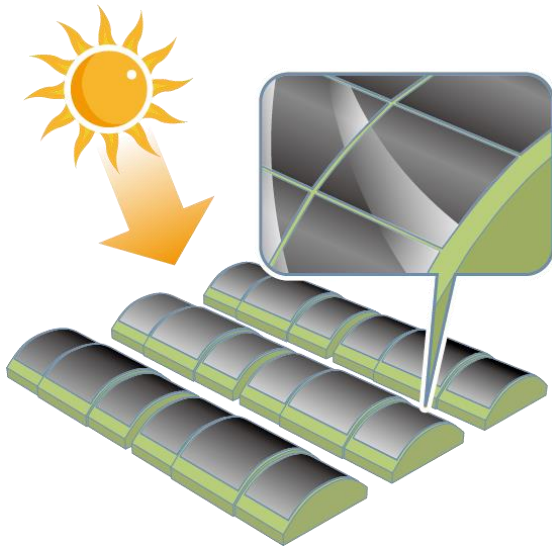


下水道資源の活用イメージ

¹ バイオマス由来 CO₂：動植物などから生まれた生物資源より作られる燃料を燃やすことにより排出される CO₂。生物資源の生成過程における CO₂ 吸収量と、燃焼による CO₂ 排出量が等価とみなされるため、大気中の CO₂ の増減に寄与しない。

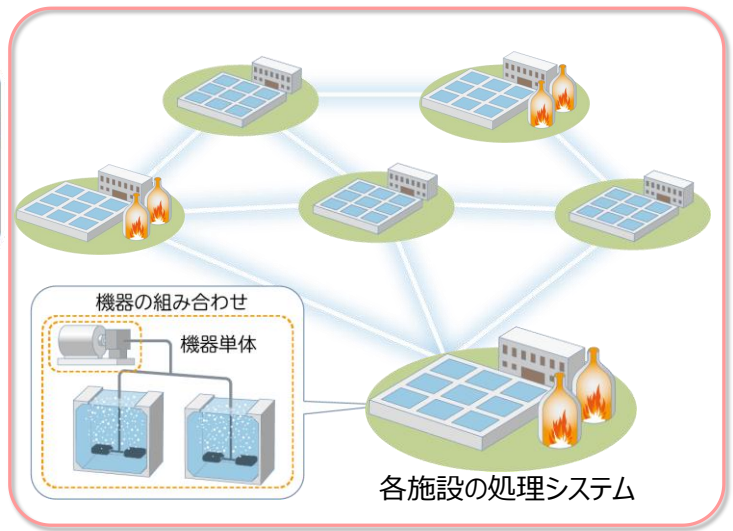
5-3 ゼロエミッション実現に向けたビジョン

2050年ゼロエミッション実現に向けては、下水道が持つポテンシャルや下水道資源を最大限に活用した革新的技術を開発・導入する必要があります。このような革新的技術の例として、従来の処理方式に捉われない有機物回収効率の高い水処理・汚泥処理技術、AIを活用した汚泥処理の最適制御技術、アナモックス細菌¹を活用した窒素除去効率の高い水処理技術、次世代型太陽電池（ペロブスカイト太陽電池等）、下水道エネルギーマネジメントシステムなどがあります。スタートアップの技術も含め革新的技術を活用し、省エネルギー・創エネルギーを推進していきます。



カバー等へ設置

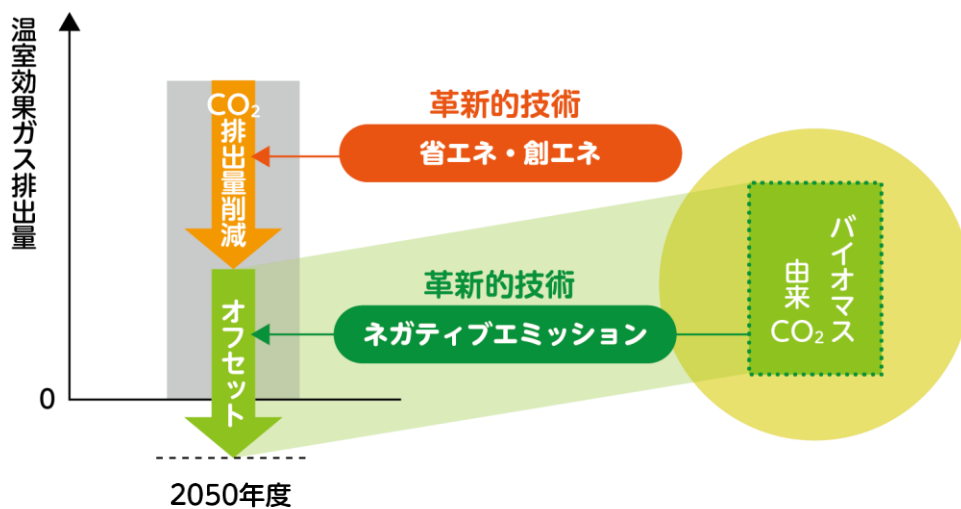
ペロブスカイト太陽電池のイメージ



全施設の処理システム

下水道エネルギーマネジメントシステムのイメージ

これらの革新的技術に加えて、バイオマス由来CO₂を回収し、利用・貯留するネガティブエミッション技術を用いたカーボンオフセットにより、2050年ゼロエミッションの実現に貢献します。



ゼロエミッション実現に向けた革新的技術の導入イメージ

¹ アナモックス細菌：アンモニアと亜硝酸から直接窒素ガスを生成する嫌気性アンモニア酸化反応（anammox）を担う、活動に有機物を必要としない独立栄養性細菌

5-4 社会への貢献

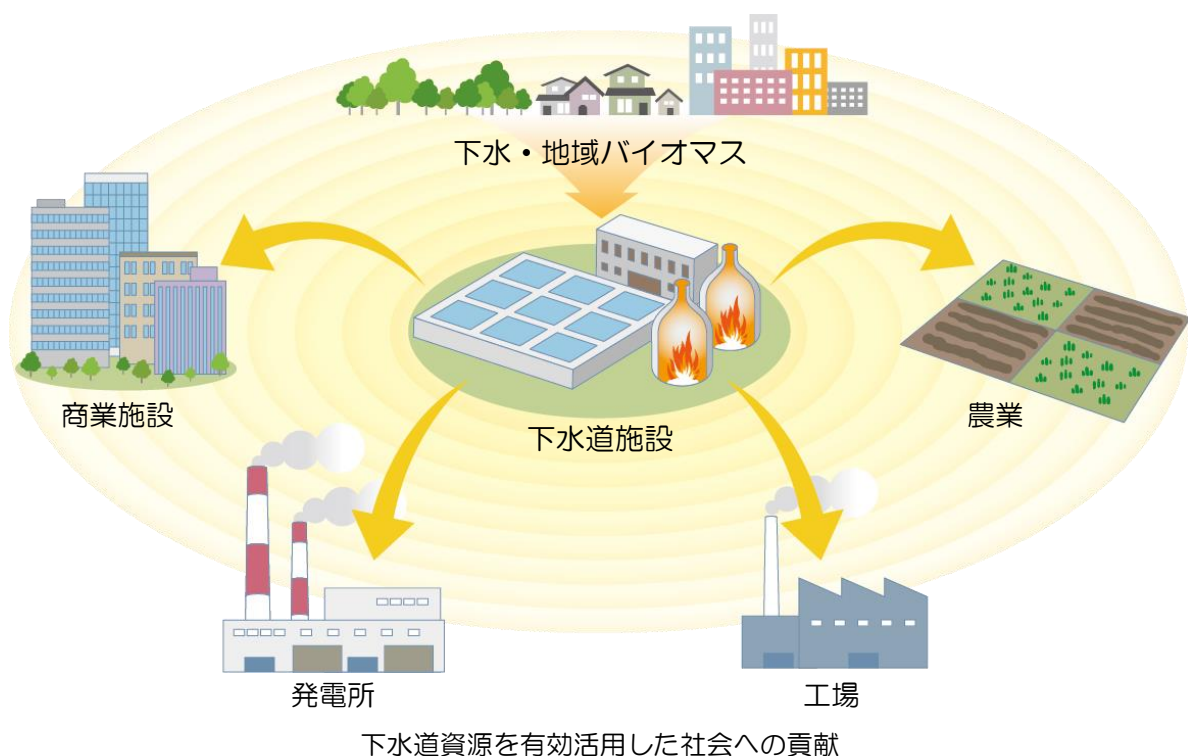
下水道事業は、浸水対策、公共用水域の水質保全などの都市インフラの役割を果たすのに温室効果ガスを多く排出している一方、前述のように下水道施設には多くのポテンシャルや未活用の資源を有していることから、脱炭素社会の実現に向けた社会的要請や期待が寄せられています。

処理水、汚泥（バイオマス）、熱などの多くの利用可能な資源・エネルギーを効率的に取り出し、下水道施設の内外を問わず利用することができれば、社会全体の省エネルギーや再生可能エネルギーの利用拡大を促進し、温室効果ガス排出量の削減に寄与することができます。

既に取り組み始めている例として、商業施設等の空調用熱源として下水や処理水が有する熱を利用することで省エネルギー化に貢献しています。これまでは水再生センターやポンプ所周辺での熱利用に取り組んできましたが、近年、下水道管から下水の熱を直接利用することも可能となったため、今後は地域への熱供給を拡大し、下水道が持つエネルギーを利用した社会への貢献に努めてまいります。

また、下水道事業では、老朽化した下水道管の再構築など、多くの工事を実施することから、低炭素製品の活用による温室効果ガス排出量の削減にも取り組む必要があります。

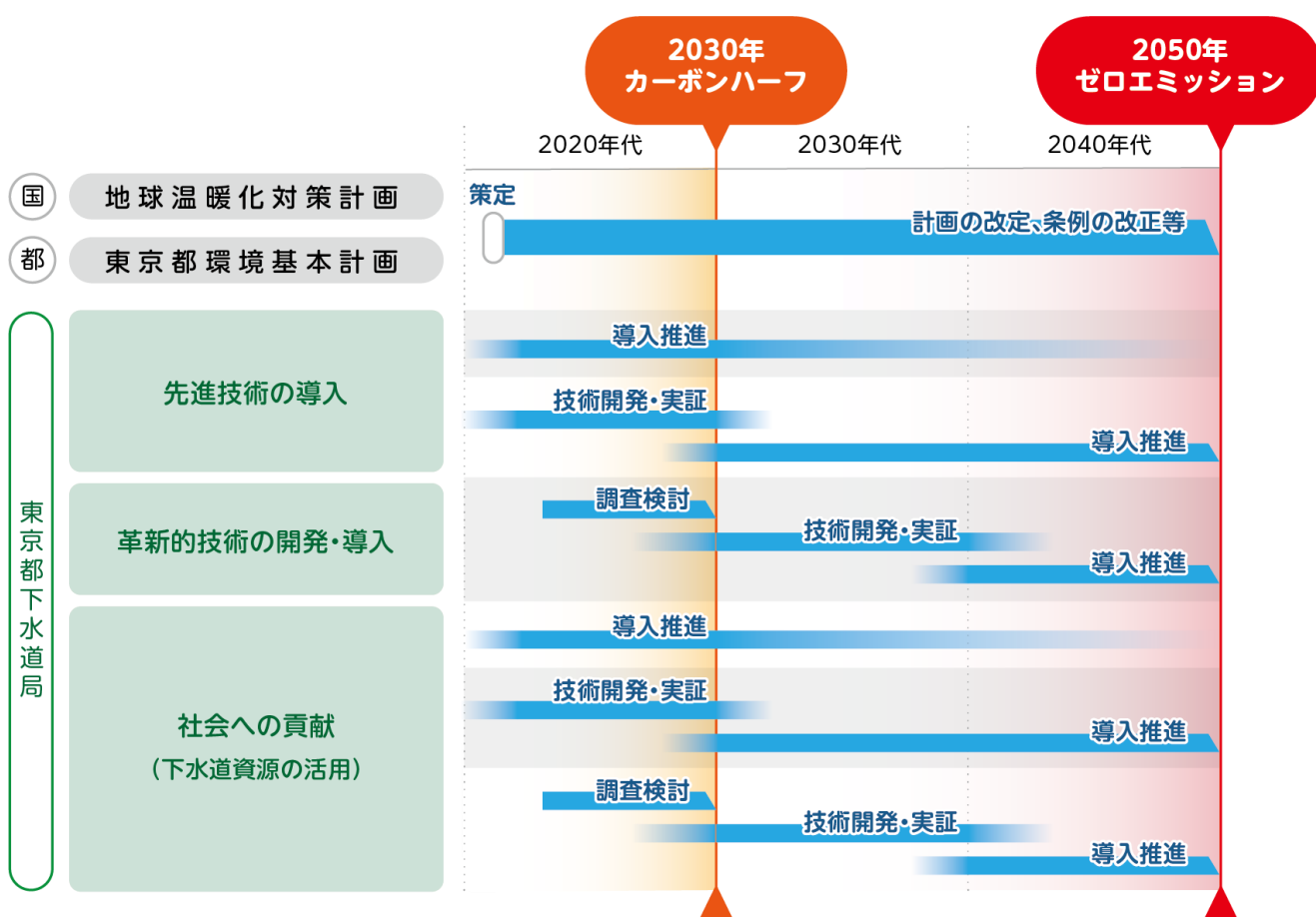
このように、下水道事業の境界（バウンダリー）にとらわれず、下水道施設の外部における資源・エネルギー利用の効率化や脱炭素化の取組とも連携し、社会全体のゼロエミッションに貢献する取組を推進していきます。



5-5 ゼロエミッション実現に向けたロードマップ

下水道局においては、エネルギー・地球温暖化対策を推進し、2050年ゼロエミッション実現に貢献するため、「先進技術の導入推進」及び「革新的技術の開発・導入」、「社会への貢献」を推進していきます。

2050年ゼロエミッションを実現するためには、関連する計画や制度の時間軸を意識するとともに、技術開発には時間を要することから、導入時期を的確に捉える必要があります。そのため、2050年を待たずに技術の導入、取組の拡大を図っていく必要があります。遅くとも2040年頃までには導入を開始する必要があります。さらに、技術開発や実証を2030年頃までに開始できるように、今から調査検討を行っていきます。



ゼロエミッション実現に向けたロードマップ

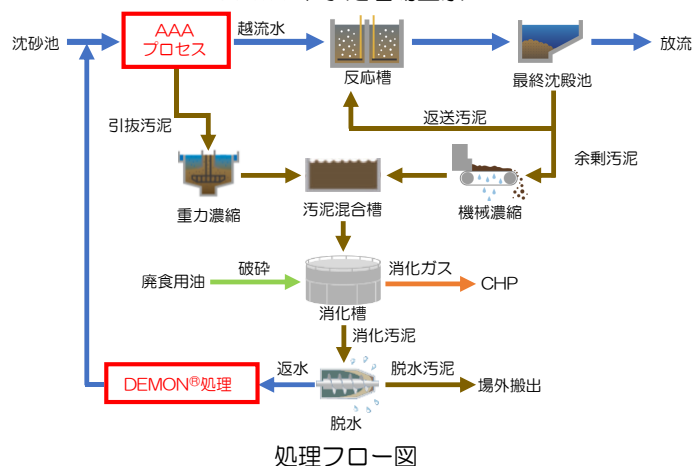
海外における先進事例

(1) オーストリア Strass 下水処理場（処理能力：23,000m³/日）

Strass 下水処理場は、AAA（Alternating Activated Adsorption）プロセス、DEMON[®]（アナモックス細菌を使った窒素処理）、CHP（Combined Heat and Power）¹、廃食用油の受入等によりエネルギー自給率 136%を達成しています。



Strass 下水処理場全景^{※1}



処理フロー図

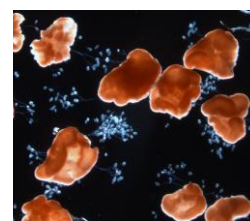
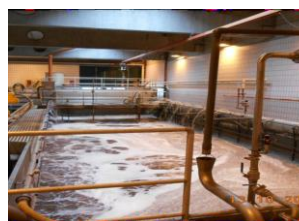
AAA プロセス^{※2}

有機物を活性汚泥に吸着させ、生物が有機物を分解する前に消化槽に投入し、消化ガス発生量を増加



DEMON[®]処理^{※2}

アナモックス細菌を利用した窒素処理により、従来より送風電力を 60%削減



出典：^{※1} AIZHP <http://www.aiz.at/web/index.html>

^{※2} Strass 下水処理場からの提供資料

¹ CHP：発電した電力を供給するとともに、発電時に発生した熱を供給するシステム

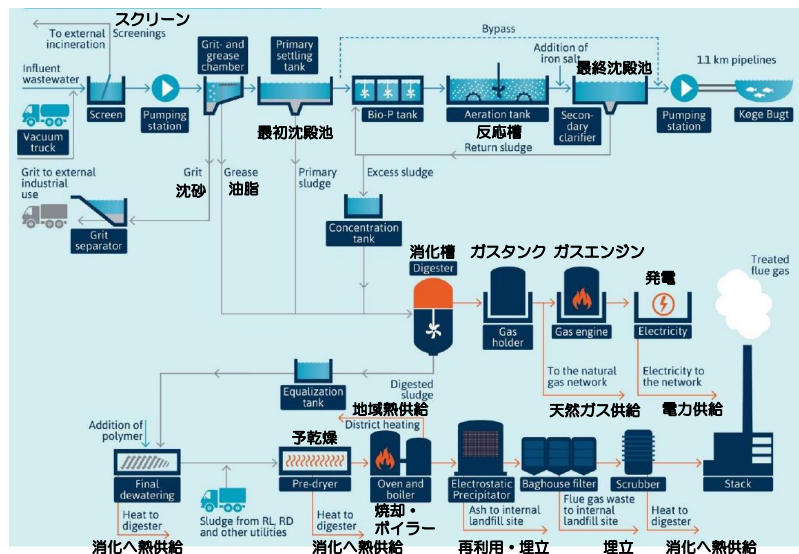
海外における先進事例

(2) デンマーク Avedøre, Damhus å en & Lynetten 下水処理場 (処理能力: 315,000m³/日)

Avedøre, Damhus å en & Lynetten 下水処理場は、污泥焼却システムの効率化、CHP、太陽光発電、省エネルギー型機器 (散気装置等) 等によりエネルギー自給率 173%を達成しています。



Avedøre 下水処理場全景※1



Avedøre 下水処理場処理フロー図※2

太陽光発電 (Damhus å en 下水処理場) ※3

太陽光発電により年間 751MWh を発電
(下水処理場の使用電力量 9%に相当)



出典: ※1 BIOFOS (2020) From wastewater to sludge ash

※2 BIOFOS (2015) Heidi Nafis (2019) EXPLORING VALUE METRICS IN THE ECO-EFFICIENCY ASSESSMENT OF WASTEWATER TREATMENT

※3 BIOFOS (2015) Frem mod det energineutrale vandselskab

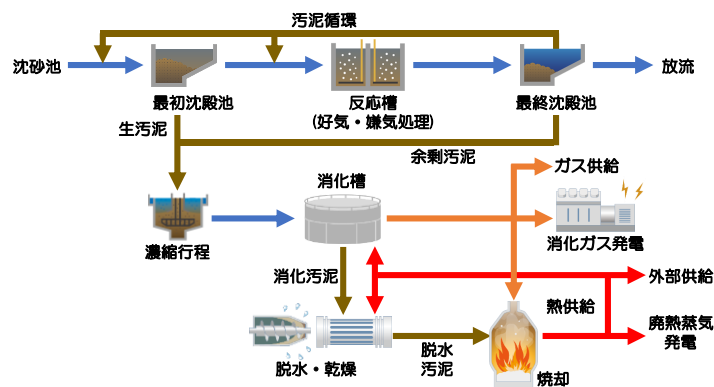
海外における先進事例

(3) ドイツ Köhlbrandhöft, Dradenau 下水処理場（処理能力：410,000m³/日）

Köhlbrandhöft, Dradenau 処理場では、汚泥焼却システムと消化ガス発電のAI制御による効率化、省エネルギー型機器（散気装置等）、風力発電等によりエネルギー自給率約130%を達成しています。



Köhlbrandhöft 下水処理場全景※1



Köhlbrandhöft 下水処理場処理フロー図

風力発電（2.5～3MW×3基）※1

風力発電により、年間 24,000MWh を発電



出典：※1 Hamburg wasser HP <https://www.hamburgwasser.de/privatkunden/startseite>

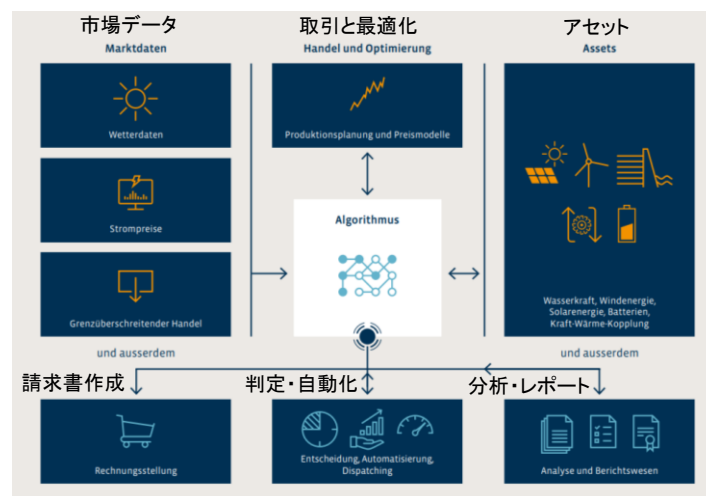
海外における先進事例

(4) スイス Zürich Werdhözli 下水処理場（処理能力：254,000m³/日）

Zürich Werdhözli 下水処理場では、下水汚泥の焼却が義務化されており、汚泥焼却発電、AI を活用した CHP 等の最適化運転、省エネルギー型設備への更新、外部バイオマス利用等によりエネルギー自給率 100%を達成しています。



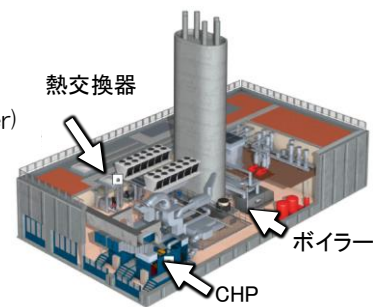
Zürich Werdhözli 下水処理場全景※1



AI 制御※2 のイメージ

焼却施設※1

バイオガスから熱と電力を生産供給
(CHP : Combined Heat and Power)



出典：※1 チューリッヒ市 HP

https://www.stadt-zuerich.ch/ted/de/index/entsorgung_recycling/publikationen_broschueren/werdhoezli.html

※2 Alpig 社 HP Direktvermarktung erneuerbarer Energien in der Schweiz

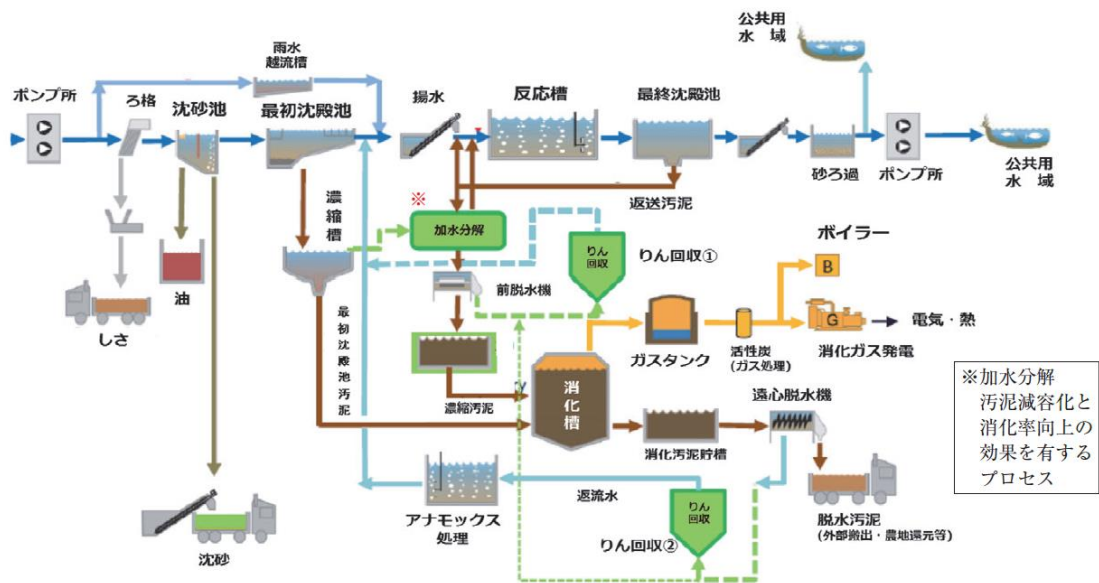
海外における先進事例

(5) デンマーク Marselisborg 下水処理場（処理能力：30,000m³/日）

Marselisborg 下水処理場は、ターボコンプレッサー、最適化制御システム、高効率遠心分離機、高効率バイオガスエンジン等によりエネルギー自給率 153%を達成しています。



Marselisborg 下水処理場全景※1



処理フロー図※2

ターボコンプレッサー※3

ターボコンプレッサーなど曝気設備の更新による省エネ



高効率遠心分離機※3

高効率遠心分離機への更新による省エネ



高効率バイオガスエンジン※3

高効率バイオガスエンジンの導入による創エネ



出典： ※1 <https://www.aarhusvand.dk/en/international/our-solutions/wastewater/marselisborg-wwtp-turning-wastewater-into-green-energy/>

※2 東京都下水道局 「デンマーク王国の下水道先進事例調査報告」下水道協会誌 Vol.57 No.688 (2020)

※3 Aarhus Vand The Energy Positive WWTP Wastewater as a major challenge and a great opportunity

第 6 章

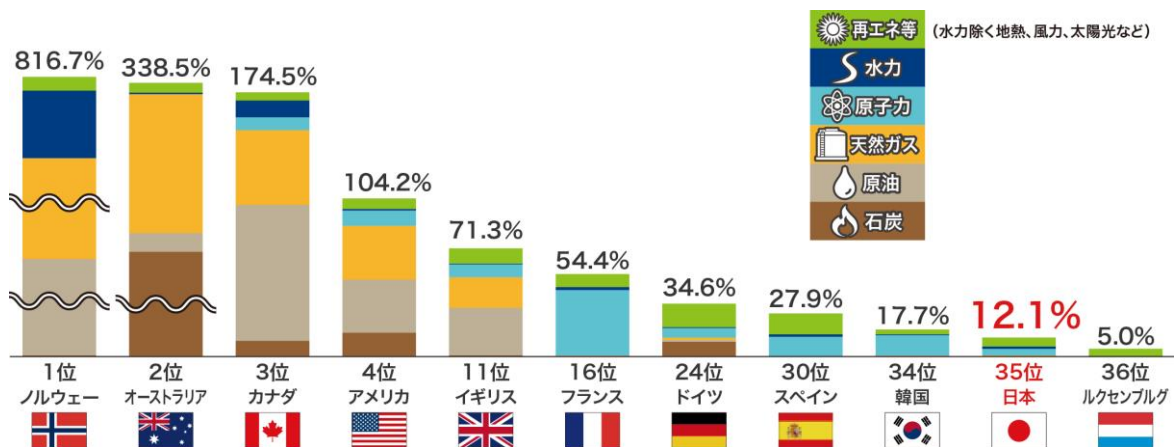
エネルギー危機管理の強化

6-1 エネルギー危機管理の背景

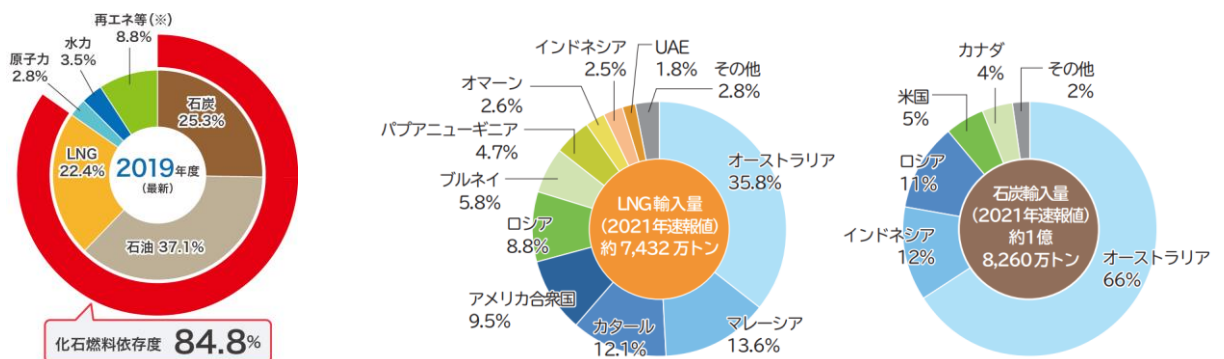
2011年に発生した東日本大震災では、発電所が甚大な被害を受けて東京電力や東北電力の電力供給能力が大幅に低下し、計画停電や夏季における電力の使用制限などが実施され、下水道局においても汚水処理や雨水排除など最小限の機能を維持した上で停電などへの対応を迫られました。さらに、大震災の影響で流通網が混乱し、燃料確保が困難になったことから、非常用発電設備の燃料の消費を抑えるため、計画停電時に可能な限り汚水を下水道管内に貯留することにより水再生センターのポンプの運転台数を約3割まで抑制するなど、困難な運転を余儀なくされました。

一方、2022年2月のロシアによるウクライナ侵攻は、多くの国の生活や経済活動へ甚大な影響を及ぼしています。日本においては、一次エネルギー自給率は約12%で、他の経済協力開発機構（OECD）加盟国と比べても低い水準にあります。特に、ロシアを含む海外から輸入している石油、天然ガス（LNG）、石炭などの化石燃料への依存度が高く、資源エネルギー庁の「日本のエネルギー2021」によると、2019年度は85%近くに達しています。

2022年4月、日本はロシアに対する経済制裁措置として石炭輸入を段階的に削減し、最終的に輸入を禁止することを決定しましたが、国際的な石炭価格の上昇による電気料金の価格上昇要因となる恐れがあるなど、エネルギー資源の供給不安が長期的に続くことが懸念されています。



主要国の一次エネルギー自給率比較（2019年）
（資源エネルギー庁「日本のエネルギー2021」）



日本の一次エネルギー供給構成及び化石燃料輸入先
（左：資源エネルギー庁HP「日本のエネルギー2021」、右：東京都「環境基本計画」、2022年9月）

このようなロシア・ウクライナ情勢等に起因するエネルギー単価の上昇、国際的な化石燃料の供給不足に加え、円安等の影響により、2022年10月の大手電力会社10社の標準家庭向けの電気料金は過去5年間で最も高い水準に達しています。さらに、東京電力管内では、2022年3月22日、初めての電力需給ひっ迫警報¹が発出されました。その後も2022年6月27日に電力需給ひっ迫注意報²が発出され、ひっ迫状況は同年6月30日まで継続しました。東京都は、直面する夏や冬の電力需給ひっ迫に備え、「HTT<電力を④減らす・①創る・①蓄める>」の観点からあらゆる対策を講じ、都民、事業者とともに総力戦で危機を乗り越えていくとともに、いかなる危機にも揺らぐことのない真に持続可能な都市の実現に向けて、省エネルギー対策と再生可能エネルギーや水素の導入拡大などの脱炭素化施策を抜本的に強化・徹底し、エネルギー安全保障の確保にも不可欠となるエネルギーの脱炭素化に取り組んでいます。

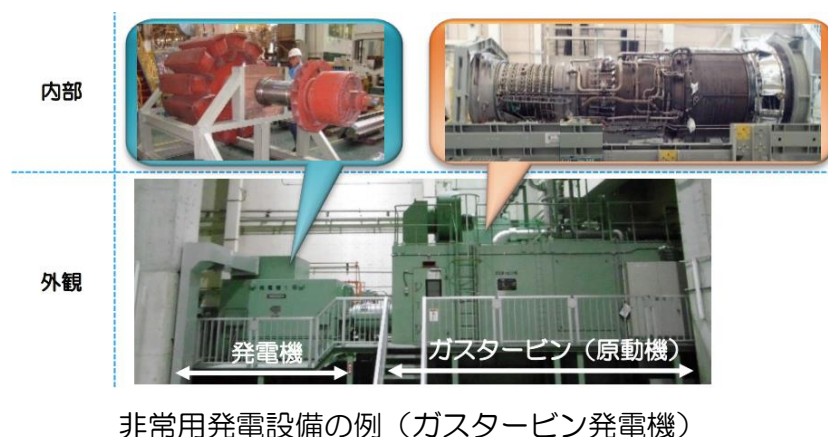
6-2 取組方針

下水道局では、停電などの非常時においても下水道事業を安定的に継続するため、水再生センターやポンプ所等において非常用発電設備を整備するとともに、灯油等と都市ガスのどちらでも運転可能なデュアル燃料発電設備を導入するなど燃料の多様化を進めてきました。

また、電力貯蔵設備（NaS電池等）や、再生可能エネルギーである太陽光発電や小水力発電等を分散型電源として水再生センター等に導入し、電源の多様化を図ってきました。

今後も施設の安定的な運転に必要な電力を確保するため、非常用発電設備の増強に取り組むとともに、太陽光発電設備の導入拡大、老朽化した電力貯蔵設備の再構築などによる電源の多様化や、デュアル燃料発電設備の導入による燃料の多様化を推進していきます。

さらに、ロシア・ウクライナ情勢により顕在化したエネルギー安全保障に対する課題や、老朽火力発電所の計画外停止などに対する取組である「HTT<電力を④減らす・①創る・①蓄める>」においても、計画的な電力使用のピークシフト等により社会の電力の安定確保に貢献していきます。



非常用発電設備の例（ガスタービン発電機）

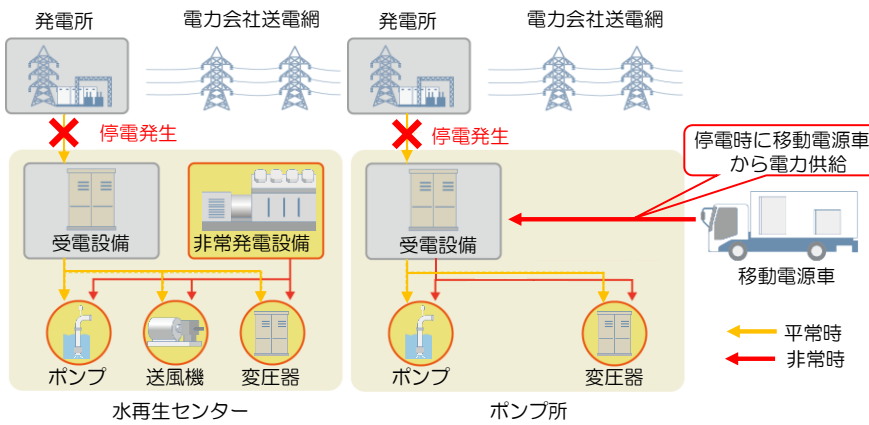
¹ 電力需給ひっ迫警報：計画停電や大規模停電を防ぐことを目的とし、電力供給の余力を表す予備率が3%を下回る見通しとなった場合、資源エネルギー庁から発令される警報

² 電力需給ひっ迫注意報：計画停電や大規模停電を防ぐことを目的とし、電力供給の余力を表す予備率が5～3%の見通しとなった場合、資源エネルギー庁から発令される注意報

6-3 取組方針に基づく対策

(1) 施設の安定的な運転

①非常用発電設備の整備



継続
・アースプラン2023
・スマートプラン2014

取組

水再生センターやポンプ所への非常用発電設備の整備に加え、移動電源車の配備等を実施

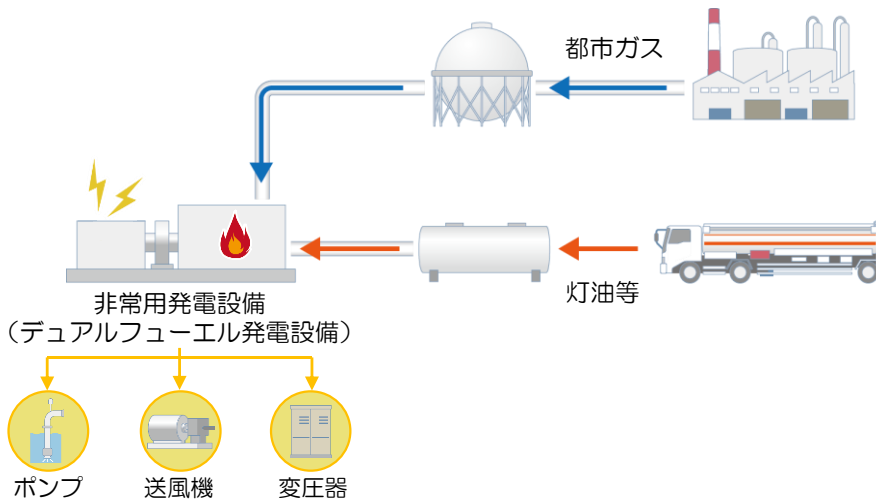
効果

非常用発電設備を整備することで、停電時にも施設の安定的な運転を確保

【非常用発電設備の整備イメージ】

	2023~2025 年度	2026~2030 年度
導入場所	全施設導入済 (一部施設は出力増強予定)	全施設導入済 (一部施設は出力増強予定)

②燃料多様化の推進



継続
・アースプラン2023
・スマートプラン2014

取組

灯油等と都市ガスどちらでも運転可能な非常用発電設備（デュアルフューエル発電設備）を水再生センターに導入

効果

燃料の多様化を推進することで、震災時にも燃料の安定的な確保が可能となり、施設の安定的な運転を確保

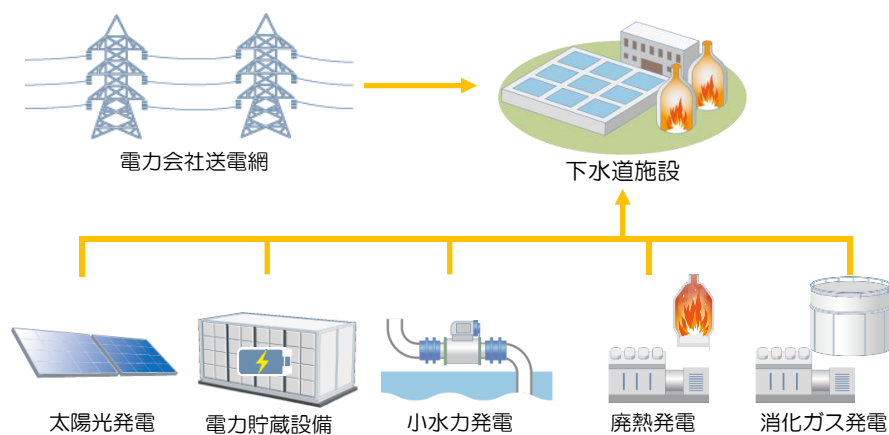
【燃料多様化のイメージ】

	2023~2025 年度	2026~2030 年度
導入場所	森ヶ崎水再生センター	砂町水再生センター 他 1 か所

6-3 取組方針に基づく対策

(1) 施設の安定的な運転

③電源多様化の推進



継続

- ・アースプラン2023
- ・スマートプラン2014

取組

分散型電源として太陽光発電や電力貯蔵設備等を水再生センターやポンプ所に導入

効果

電源の多様化を推進することで、震災時にも施設の安定的な運転を確保

【電源多様化のイメージ】

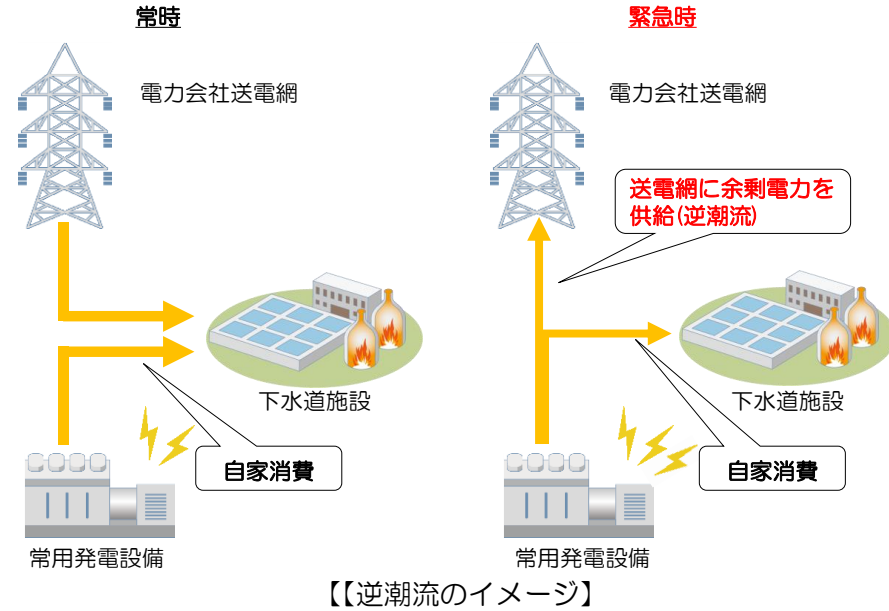
	2023~2025 年度	2026~2030 年度
導入場所	東尾久浄化センター	砂町水再生センター 南部スラッジプラント 他導入検討



6-3 取組方針に基づく対策

(2) 社会への貢献

① 逆潮流



新規 ・アースプラン2023

取組

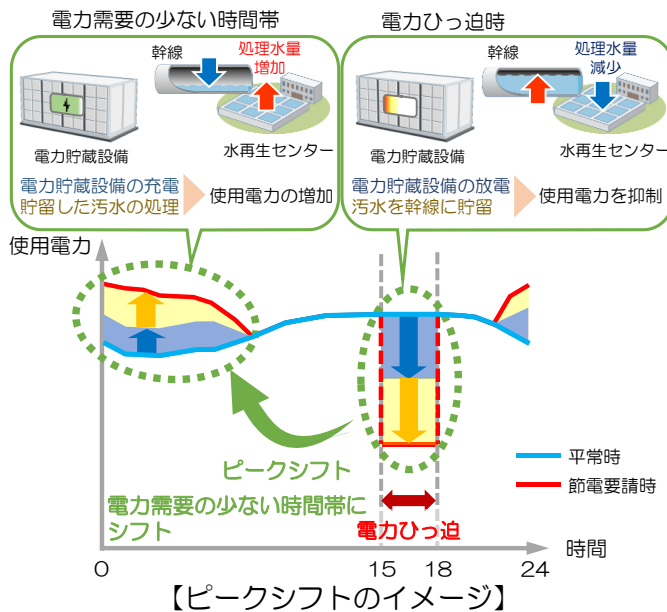
施設内で使用する電力を減らし、常用発電設備を常時よりも出力増加することで、送電網に余剰電力を供給（逆潮流）

効果

逆潮流することで電力需給調整に貢献

導入場所	2023～2025 年度	2026～2030 年度
	継続実施	継続実施

② ピークシフト



継続 ・アースプラン2023
・スマートプラン2014

取組

電力会社などからの節電要請に応じて、電力貯蔵設備の活用や汚水を幹線などに貯留して処理水量を調整するなど、ピーク時間帯の電力使用量を抑制する、ピークシフトを実施

効果

計画的なピークシフトをすることで、電力需給調整に貢献

導入場所	2023～2025 年度	2026～2030 年度
	継続実施	継続実施

HTT<電力を④減らす・①創る・①蓄める>

東京都では、ロシア・ウクライナ情勢等を契機としたエネルギー危機等の社会構造変化への対応やその先の脱炭素化に向け、全庁一丸となってその取組を加速化するため、「エネルギー等対策本部」を2022年5月24日に設置し、「HTT」を推進しています。

「HTT」は、電力を「④減らす」、「①創る」、「①蓄める」の三つの切り口で家庭や企業の対策を促すものであり、都庁一丸となって率先行動を実施しています。これにより、夏冬の電力逼迫への対応、原油・原材料価格等の高騰や円安の進行に伴う物価高騰等による産業界・都民生活への影響への対応、脱炭素化に向けた取組の推進を図ります。



2022年の夏におけるHTT推進期間の取組事例を都民・事業者から募集した結果、家庭部門は1,571件、事業者部門は57社(5,816事業所)の応募があり、都を挙げての取組となっています。

応募結果の概要【事業者部門】

● サービス業

- ・ 集配用EV車両に係るエネルギーマネジメント実証実験
- ・ 自社スタジアムでの節電実施



● 金融・保険業

- ・ 全社をあげた節電対策の実施
- ・ 電力需給ひっ迫時の節電への協力

● 総合商社

- ・ 使用電力量の見える化、スマートメーター等の活用等



● 情報通信業

- ・ 自身のエコな行動によるCO₂削減量を可視化するシステムを導入
- ・ エコ委員会を設置し、毎月開催



● 小売業

- ・ 店舗毎の節電実施
- ・ 加盟店舗への省エネ動画・省エネコンサルティングツールの配信

● 製造業

- ・ 工場への太陽光発電設備導入
- ・ 工場稼働日の削減
- ・ 工場使用電力のピークカット



● 不動産業

- ・ 賃貸物件・テナント等での節電、空調・照明のデマンドレスポンス
- ・ コージェネレーションシステムの稼働等による系統からの購入電力削減



● 運輸業

- ・ 運営基地・各駅・商業施設での節電
- ・ HTT広報スペースの提供
- ・ 乗務員の制服にクールビズ(開襟シャツ)を導入



● 飲食業

- ・ 楽しみながら省エネや節電を考える「キャンドルナイト」開催
- ・ 本社でエネルギー削減目標の設定、節電アイデアの募集・実施



