

第4章 エネルギー・地球温暖化対策

第1節 エネルギー・地球温暖化対策

1 現状と課題

下水道局では、東京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必要とし、多くの温室効果ガスを排出しています。

これまで、下水道事業における地球温暖化防止計画「アースプラン2017」などの目標達成に向けて、省エネルギーの徹底や再生可能エネルギーの利用拡大を進め、2019年度には2000年度比で約26%（約28万t-CO₂）の温室効果ガス排出量を削減しました。

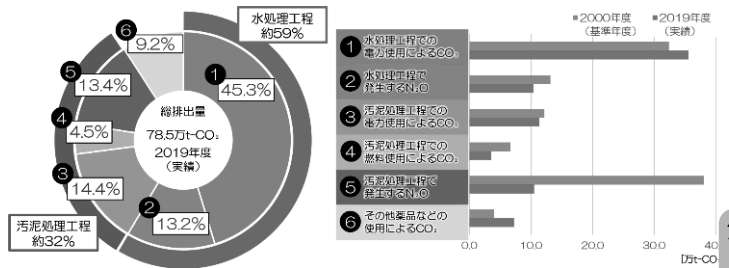
今後、処理水質の向上や浸水対策などの下水道機能向上の取組により、エネルギー使用量や温室効果ガス排出量が増加する見込みです。

図表4-1 これまでの取組例



下水道事業から排出される温室効果ガスは、主に水処理工程と汚泥処理工程から発生し、その内訳は、電力や燃料の使用などによる二酸化炭素（CO₂）と、下水処理によって発生する一酸化二窒素（N₂O）からなります。これまでの取組で、水処理工程では、設備の省エネルギー化を進めましたが、高度処理の導入や浸水対策などの下水道機能向上の取組により電力使用によるCO₂は増加した一方で、高度処理・準高度処理の導入により発生するN₂Oは微減しました。汚泥処理工程では、汚泥の処理量が増加しましたが、省エネルギー型焼却炉などの導入や運転管理の工夫により、電力使用によるCO₂は微減、燃料の使用によるCO₂及び汚泥の焼却により発生するN₂Oは大幅に削減しました。

図表4-2 温室効果ガス排出量の内訳と基準年度との比較



2 取組方針

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するために、以下の取組方針のもとエネルギー・地球温暖化対策を進めていきます。

- 「アースプラン2017」の取組に加え、温室効果ガス排出のより一層の削減に取り組みます。
- 既存設備よりも大幅に機能を向上させた省エネルギー型機器へ再構築するとともに、AIを活用した技術などを用いて、更なる省エネルギーの徹底を図ります。
- 下水道の持つポテンシャルを最大限活用し、再生可能エネルギーの利用拡大を図ります。
- 「ゼロエミッション東京戦略」の目指すべき姿を見据え、温室効果ガス排出量を大幅に削減できる技術開発を推進します。

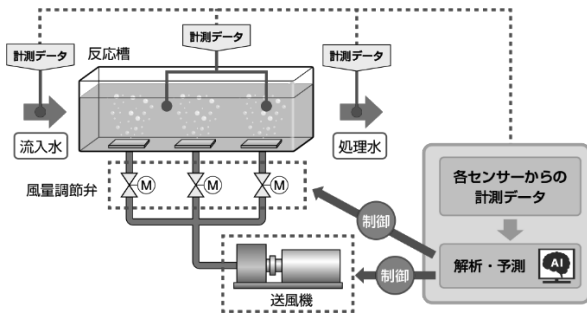
3 経営計画期間の主な取組

(1) 省エネルギーの徹底

ア 水処理工程

新河岸水再生センターなどで、水中に酸素が溶けやすい小さな気泡を発生させる微細気泡散気装置と、それに合わせた適正な大きさでより効率の良い送風機を導入することにより、電力使用量を削減します。また、水質改善と電力使用量削減の両立を図るため、デジタル技術を活用した新たな送風量制御技術を導入するとともに、図表4-3に示す開発中のAIを活用した制御技術の導入を検討します。さらに、水再生センターごとに水質改善と電力使用量削減の両立を図る水処理運転の最適化を引き続き推進します。

図表 4-3 AI を活用した送風量制御技術のイメージ



イ 汚泥処理工程

南部スラッジプラントや八王子水再生センターなどで省エネルギー型の汚泥濃縮機や汚泥脱水機を導入します。また、北多摩二号水再生センターなどで省エネルギー型焼却炉を導入します。さらに、区部における複数の水再生センター間で汚泥の送泥量を調整し、焼却炉の運転の効率化を図ることで、エネルギー使用量を削減します。加えて、汚泥の脱水時に使用する薬品量を最適化するシステムを導入し、薬品使用量の削減及び脱水した汚泥の安定化を図り、汚泥を効率的に焼却することでエネルギー使用量を削減します。

図表 4-4 環境に配慮した焼却炉の導入

焼却炉	高温燃焼焼却炉	省エネルギー型焼却炉	エネルギー自立型焼却炉
温室効果ガス排出量 約52,000 [t-CO ₂ /年] ※	温室効果ガス排出量 約19,000 [t-CO ₂ /年] ※	温室効果ガス排出量 約10,000 [t-CO ₂ /年] ※	温室効果ガス排出量 約8,000 [t-CO ₂ /年] ※
Na ₂ O 排出量 100 燃料 使用量 100 電力 使用量 100	Na ₂ O 排出量 30 燃料 使用量 120 電力 使用量 110	Na ₂ O 排出量 15 燃料 使用量 0 電力 使用量 65	Na ₂ O 排出量 15 燃料 使用量 0 電力 使用量 0
【概要】 ・ 温酸化対策前の焼却炉 ・ 汚泥の燃焼温度は800℃	【概要】 ・ 燃焼温度を850℃以上に上げ、Na ₂ O 排出量を大幅に削減 ・ 燃焼温度上昇に伴い燃料と電力使用量が増加	【概要】 ・ 燃焼温度を850℃以上にすることでNa ₂ O排出量を更に削減 ・ 性能が向上した脱水機との組合せで燃料が不要 ・ ターボ等の使用で、電力を高温燃焼焼却炉と比べ40%以上削減	【概要】 ・ 燃焼温度を850℃以上にすることでNa ₂ O排出量を更に削減 ・ 性能が向上した脱水機との組合せで燃料が不要 ・ 廃熱の更なる有効利用により焼却炉で使用する電力を発電
新規導入の対象外	新規導入の対象外	【導入条件】 なし	【導入条件】 ・ 発電能力が150 [t/日] 以上 ・ 規定量の汚泥を安定的に供給可能

(2) 再生可能エネルギーの利用拡大

ア 汚泥焼却炉

葛西水再生センターほか2か所でエネルギー自立型焼却炉を導入するとともに、東部スラッジプラントで新規に着手します。

イ 汚泥消化ガス

森ヶ崎水再生センターでのPFI事業終了を見据え、汚泥消化ガスを引き続き有効活用するための検討に着手します。

ウ 太陽光発電

水再生センターに加え、新規稼働ポンプ所の屋上を活用し、太陽光発電の導入を拡大します。

(3) ゼロエミッション東京戦略

水処理工程における電力使用量やN₂O排出量を大幅に削減するため、産学公の連携強化を踏まえた、新たな発想による削減技術を検討します。

加えて、公用車の更新及び新規購入時には、温室効果ガス排出量を削減するため、ZEVを積極的に導入します。また、ゼロエミッション東京を見据えた、エネルギー使用量や温室効果ガス排出量をより一層削減する新たな目標を検討します。

第2節 アースプラン2017の概要

1 アースプラン2017の策定

下水道事業では、主に汚水や雨水をくみ上げるためのポンプ設備や反応槽に空気を送り込む送風機設備、汚泥の水分を減らして燃やす焼却設備で電気や燃料を大量に使用しており、同時に多くの温室効果ガスを排出しています。2014年度の東京都の事務事業活動における温室効果ガス排出量に占める当局の割合は、これまでの様々な対策の実施により、2008年度における温室効果ガス排出量に占める当局の割合は、これまでの様々な対策の実施により、2008年度における42%から35%まで低減させましたが、引き続き積極的な削減が求められます。

当局では、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、温室効果ガスを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。

引き続き、平成22年には「アースプラン2010」を策定し、2020年度までに2000年度比で25%以上の削減目標とする温室効果ガス排出量削減に取り組んで来ました。汚泥の高温焼却や省エネルギー型設備の導入などを進めた結果、2016年度末では、「アースプラン2010」の最終目標である「2000年度比で25%以上の削減」を達成しています。

そして、平成29年3月に策定した「アースプラン2017」は、都内の人口増加や下水道サービスの向上により温室効果ガス排出量の増加が見込まれる中、一段高い目標を達成するために、下水道事業における地球温暖化対策について具体的な対策を明らかにしたものです。

なお、「アースプラン2017」の策定に伴い、2020年度を最終目標とする「アースプラン2010」は、その対策が包含されるため、今後は「アースプラン2017」として取り組んでいきます。

2 温室効果ガスが増加する要因

当局では、お客さまの安全を守り、安心で快適な生

活を支えることや公共用水域の水質改善を行うために、「浸水対策」や「合流式下水道の改善」、「高度処理」などの事業を進めています。

しかし、これらの事業を進めることは、以下のとおり温室効果ガスの排出量を増加させる要因になります。

○浸水対策

「東京都豪雨対策基本方針（改定）」を踏まえ、浸水被害を軽減するため、下水道施設の整備を推進します。これにより新規にポンプ等の設置が必要となり電力使用量が増えるため、温室効果ガス排出量が増加します。

○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等を整備します。合流式下水道の改善が進むと、貯留した下水の処理水量が増えるため、温室効果ガス排出量が増加します。

○高度処理

東京湾などの水質をより一層改善するため、ちっ素やりんを除去する高度処理の導入が必要です。しかし、高度処理を導入すると、これまでの処理法よりも電力使用量が増えるため、温室効果ガス排出量が増加します。

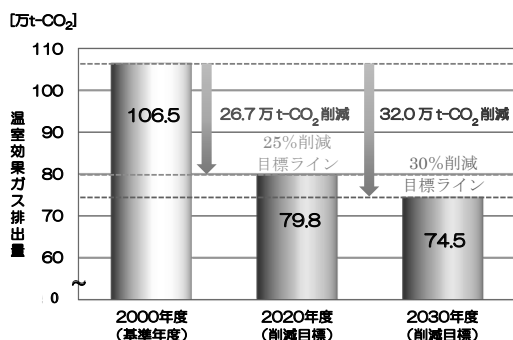
○単独処理区の編入（流域下水道）

多摩地域の下水道は、流域下水道と単独公共下水道などから構成されています。今後、施設の更新や高度処理、耐震性の向上への対応が難しい単独処理区を流域下水道に編入することで、多摩地域の下水道事業運営の効率化と水環境の向上などを図っていきますが、それに伴い流域下水道での下水処理量及び汚泥処理量が増えるため、都の下水道事業では温室効果ガス排出量が増加します。

3 アースプラン2017の目標

当局の事務事業活動から発生する温室効果ガス排出量を、2000年度比で2020年度までに25%以上削減するとともに、2030年度までに30%以上削減します。

図表4-5 温室効果ガス削減の目標



4 アースプラン2017の基本方針

温室効果ガス排出量の今後の見通しを考慮し、戦略的に削減対策を実施します。

- (1) エネルギー基本計画である「スマートプラン2014」との両立を図りながら、それぞれの目標達成に向けた取組を効率的に推進します。
- (2) 温室効果ガス削減効果をより一層高めるために、省エネルギーや再生可能エネルギーが活用可能な最新技術を開発し、先導的に導入していきます。
- (3) 浸水対策や合流式下水道の改善等の下水道サービス向上の取組により、温室効果ガス排出量が増加する見込みのため、省エネルギーの更なる推進や再生可能エネルギーの一層の活用拡大を図ります。

5 アースプラン2017の取組方針

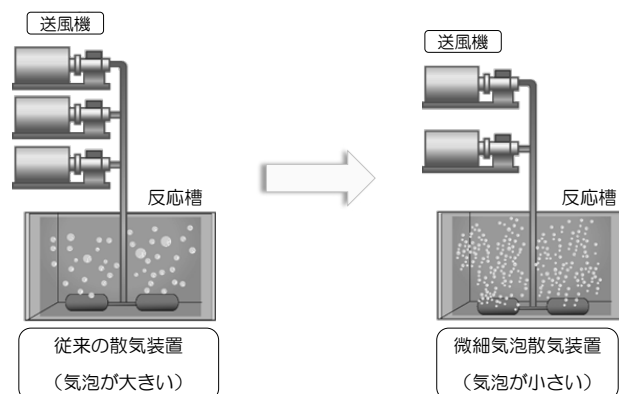
取組方針1 徹底した省エネルギー

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、早期に温暖化対策の効果を発揮させるために、老朽化に伴う再構築のみならず、既存設備よりも機能を向上した省エネ型の設備に前倒しで再構築することで、「徹底した省エネルギー」を進めます。

（取組の一例：微細気泡散気装置の導入）

水処理工程で使用する電力のうち、反応槽への送風電力が約4割を占めます。微細気泡散気装置で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ため、送風量が抑えられ、従来の散気装置に比べ、約2割の電力使用量を削減できます。設備更新にあわせて導入することで、電力使用量を削減します。

図表4-6 微細気泡散気装置の導入のイメージ



反応槽内の微生物が下水中の汚れを分解することで水がきれいになります。この微生物が活発に活動できるように送風機から反応槽に空気（酸素）を送り込みます。

取組方針2 処理工程・方法の効率化

廃熱により発電して焼却炉自体に必要な電気を自給できる焼却システムの導入や、広域的な運用による焼

却炉の運転の効率化など、「処理工程・方法の効率化」を図り、処理工程全体を考慮した最適化により、温室効果ガス排出量の更なる削減を目指します。

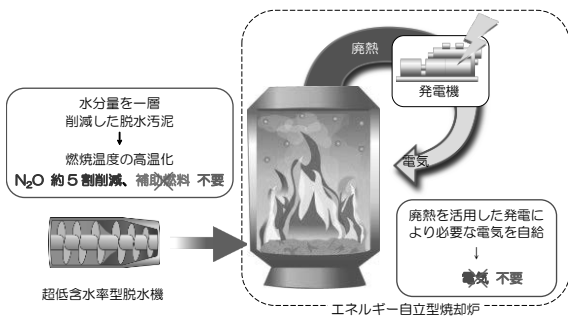
(取組の一例:エネルギー自立型焼却システムの導入)

超低含水率型脱水機で水分量を一層削減した脱水汚泥を、エネルギー自立型焼却炉で焼却することで、補助燃料が不要になるとともに、廃熱により発電して焼却炉自体に必要な電気を自給できる焼却システムです。

超低含水率化した脱水汚泥による燃焼温度の高温化により、従来の高温燃焼焼却炉と比べ、温室効果ガスである一酸化二窒素(N₂O)の排出量を約5割削減します。

なお、エネルギー自立型焼却システムは、廃熱による発電の効果を最大限発揮するため、年間を通じて安定的に汚泥を焼却(定格運転)する炉の更新時に導入します。

図表4-7 エネルギー自立型焼却システムのイメージ



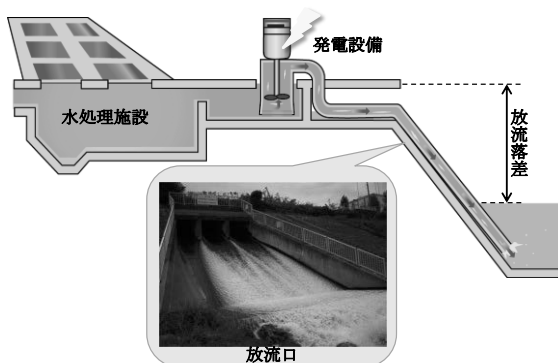
取組方針3 再生可能エネルギーの活用

太陽光発電や小水力発電の導入に加え、焼却時の廃熱を利用した発電など、「再生可能エネルギーの活用」を拡大することで、可能な限り自らエネルギーを確保し、化石燃料由来の温室効果ガス排出量を削減します。

(取組の一例:小水力発電)

水量が安定しており、一定レベルの放流落差を有する水再生センターに小水力発電を導入することで可能な限り自らエネルギーを確保し、化石燃料由来の温室効果ガス排出量を削減します。

図表4-8 小水力発電設備のイメージ



取組方針4 技術開発

再生可能エネルギーを活用できる汚泥焼却システムや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」に取り組み、温室効果ガス排出量の更なる削減を目指します。

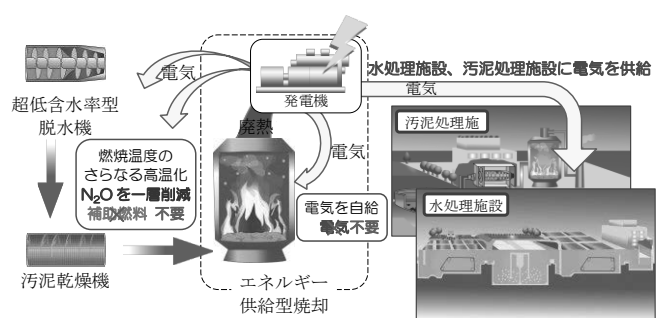
(取組の一例:エネルギー供給型焼却システムの開発)

再生可能エネルギーを一層活用できる焼却システムとして、バイナリー発電などを組み込んで廃熱をより一層活用した発電を行うことで、水処理施設や汚泥処理施設に電気を供給することが可能なエネルギー供給型焼却システムを開発します。

廃熱を利用した汚泥乾燥機で乾燥させた脱水汚泥による燃焼効率の向上により、焼却温度の更なる高温化を図ることで、エネルギー自立型焼却システムに比べ、N₂O排出量を一層削減します。

発電による温室効果ガス削減量が排出量を上回ることで、焼却システムとしての温室効果ガス排出量実質ゼロを目指します。

図表4-9 エネルギー供給型焼却システムのイメージ



取組方針5, 6 協働の取組やお客さまとの連携

下水熱利用などの民間事業者との「協働の取組」や雨水浸透ますの設置などの「お客さまとの連携」を推進し、下水道事業全体で温室効果ガス排出量を削減します。

第3節 スマートプラン2014の概要

1 スマートプラン2014の策定

(施設数や電力量などの数値は策定当時のものを記載)

当局は、区部と多摩地域あわせて約1万6千kmの下水道管、20か所の水再生センターや85か所のポンプ所など膨大な施設を管理しています。これらの施設を24時間365日休むことなく稼働させることにより、生活環境の改善や浸水の防除、公共用水域の水質保全を図り、安全・安心で快適な東京の都市づくりに貢献しています。

こうした質の高い下水道サービスを提供するため、当局は、下水道施設の運転を継続的に行うことで大量

のエネルギーを使用しています。この内訳は、東京都内における年間電力使用量（約860億 kWh）の1%強にあたる約9.8億 kWh の電力や、都市ガス換算で約0.2億m³の燃料であり、それぞれ一般家庭約27万世帯の電力使用量、約5万2千世帯の都市ガス使用量に相当します。

このように、当局は都内最大級のエネルギー消費者であり、エネルギー量削減に大きな責務を負っています。これまで施設や設備の再構築に当たっては、再生可能エネルギーの活用や省エネルギーの取組を積極的に行い、エネルギーの効率化を図ってきています。

今後も、浸水対策の充実強化や合流式下水道の改善、高度処理の導入拡大などの取組を積極的に進めていく必要があることから、これらの事業実施に伴いエネルギー使用量の増加が見込まれています。

こうした状況を踏まえ、再生可能エネルギーの活用や、個々の施設や設備での省エネルギーの取組、水処理から汚泥処理までの施設全体での総合的な運転管理や広域的視点からのエネルギー管理を積極的に進め、エネルギー使用量を削減していかなければなりません。加えて、いざという時に備えて、下水道機能の危機管理対応の強化にも取り組んでいく必要があります。

これらの取組を確実に実施し、下水道サービスを安定的かつ持続的に提供していくために、下水道事業初のエネルギー基本計画「スマートプラン2014」を平成26年6月に策定しました。

2 スマートプラン2014の策定方針

再生可能エネルギー活用の拡大、省エネルギーの更なる推進を図るとともに、水処理から汚泥処理までの一連の処理工程を通じたエネルギーの最適化や、より広域的な視点から複数の施設間で運転管理の効率化などを図る「エネルギースマートマネジメント」を導入します。また、非常用発電設備の拡充や分散型電源の導入など、エネルギー危機管理対応の強化にも取り組みます。

このような取組により、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いきます。

3 4つの取組方針

下水道事業におけるエネルギー活用の高度化及びエネルギー管理の最適化を図るための4つの取組方針を以下に示します。

○取組方針1 再生可能エネルギー活用の拡大

太陽光発電や未利用の汚泥焼却時の低温域廃熱を活用した新たな発電など、再生可能エネルギーをより一層活用し、下水道事業において可能な限り自らエネルギー

を確保します。

○取組方針2 省エネルギーの更なる推進

新たな高度処理技術やエネルギー自立型の焼却システムの開発・導入などを進めることで、省エネルギーをさらに推進し、エネルギー使用量を削減します。

○取組方針3 エネルギースマートマネジメントの導入

水処理から汚泥処理に至る一連のシステムの中で、これまでの個別の施設や設備での省エネルギー対策にとどまらず、水処理から汚泥処理までの施設全体での処理工程を通じたエネルギーの最適化や、より広域的な視点から複数の施設間で運転管理の効率化などを図るエネルギースマートマネジメントを導入し、エネルギー利用のスマート化を図ります。

○取組方針4 エネルギー危機管理対応の強化

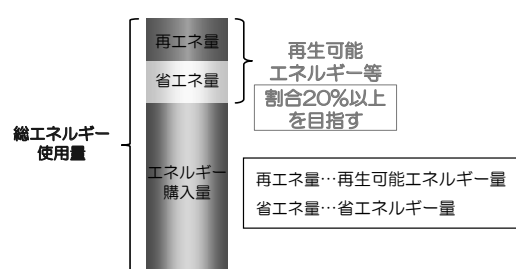
非常用発電設備の拡充や分散型電源の導入、非常用発電設備の運転に必要な燃料の施設間融通などにより、エネルギー危機管理対応の強化を図り、いかなる時でも下水道機能を維持します。

4 スマートプラン2014の目標

(1) 目標

総エネルギー使用量に対する再生可能エネルギー量と省エネルギー量の合計の割合を2024（令和6）年度までに20%以上とすることを目指します。

図表4-10 再生可能エネルギー等の割合のイメージ



(2) 計画期間

2014（平成26）年度から2024（令和6）年度まで

5 今後の総エネルギー使用量の見込みと再生可能エネルギー等の取組

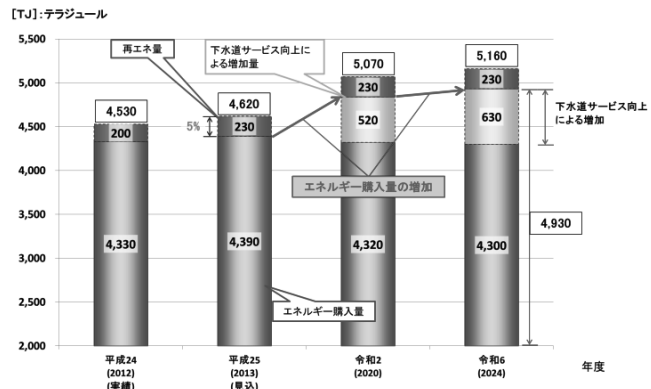
平成25年度の総エネルギー使用量は4,620TJ（テラジュール）であり、そのうち再生可能エネルギー量は230TJでした。

今後とも、浸水対策のレベルアップ、合流式下水道の改善などの下水道サービス向上に取り組んでいくため、図表4-11のように、令和6年度のエネルギー購入量は4,930TJまで増加する見込みです。

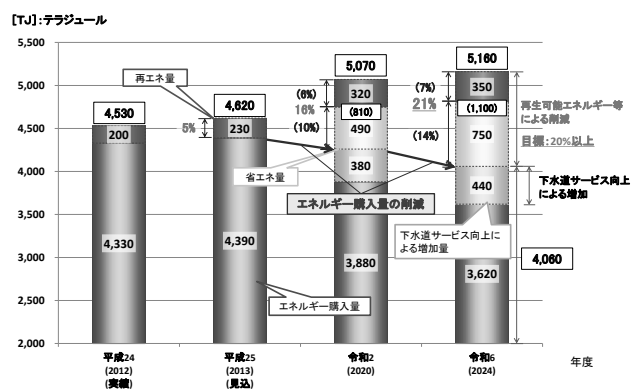
そこで、再生可能エネルギー活用の拡大や省エネルギー

ギーの更なる推進に取り組み、図表4-12のように、平成25年度を基準として、令和6年度のエネルギー購入量を削減し、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20%以上を目指します。

図表4-11 今後の総エネルギー使用量の見込み



図表4-12 新たな取組による今後の総エネルギー使用量の見込み



6 スマートプラン2014の主な取組内容

○取組方針1 再生可能エネルギー活用の拡大 (太陽光発電の拡大導入)

下水道施設の空間を活用し、1,000kW(メガワット級)などの太陽光発電や、分散型の小規模な太陽光発電を追加導入していきます。

(汚泥焼却時の廃熱を活用した新たな発電)

新たな技術開発により、これまで技術的に未利用であった低温域の焼却廃熱を活用した発電を導入します。

平成28年度には、南多摩水再生センターにおいて未利用廃熱を活用した発電設備を導入しました。

○取組方針2 省エネルギーの更なる推進 (エネルギー自立型の焼却システムの導入)

「超低含水率型脱水機」で水分量を一層削減した脱水汚泥を、「エネルギー自立型焼却炉」で焼却した廃熱により発電するエネルギー自立型焼却システムを導入します。

○取組方針3 エネルギースマートマネジメントの導入

(水再生センターにおける施設全体でのエネルギー管理)

水処理から汚泥処理に至る一連のシステムの中で、エネルギーを最適化していきます。例として、水処理施設、濃縮・脱水設備、焼却炉における電力、薬品、燃料使用量の全体バランスを総合的に判断し、フィードバックすることで最適化します。

○取組方針4 エネルギー危機管理対応の強化 (非常用発電設備の拡充)

非常用発電設備が計画容量に対して不足、未設置の水再生センターやポンプ所に整備します。また、汚泥処理施設において必要な非常用電源を確保します。

(非常用発電設備燃料の相互融通)

災害時において、燃料の確保が困難な時に、水再生センター間などで燃料を相互融通する体制を構築します。

7 スマートプラン2014の実施に当たって「アースプラン2017」との連携

「アースプラン2017」は、当局の事務事業活動から発生する温室効果ガス排出量を、2030年度までに2000年度比で30%以上削減することを目標とした、下水道事業における地球温暖化防止計画です。アースプランは、温室効果ガス削減のため、徹底した省エネルギーや再生可能エネルギーの活用などに取り組んでいくこととしており、エネルギー使用量を削減する「スマートプラン2014」と共通する取組が多くなっています。しかし、アースプランでは、汚泥焼却時の燃料使用量を増加させ、焼却温度を上げることで温室効果ガスを削減する取組など、本プランの目標と異なる取組を実施する場合があります。そのため、燃料増加を伴わない温室効果ガス削減の技術の開発なども進めつつ、エネルギー削減と温室効果ガス削減の優先度を考慮しながら、両プランの連携を強化して、それぞれの目標達成に向けた取組を効率的に進めていきます。