# 第5章 2050 年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ロードマップ

下水道技術ビジョンのロードマップに示す下水道分野や下水道に関連する他分野における技術開発動向及びシナリオ別の試算並びに令和3年度下水道技術開発会議エネルギー分科会における議論の成果として、2050年カーボンニュートラルの実現に貢献するために導入すべき技術分野や技術開発の方向性を整理した。これを踏まえて、2050年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ロードマップを作成した。

技術開発期間として、実証研究については、その後の導入拡大に要する期間も含めて遅くとも 2040 年までに実施することとしている。

当該ロードマップは、各主体の技術開発の参考としていただくとともに、今後下水道技術ビジョン改訂の際には必要な事項を反映する予定である。また、不断の見直しを実施していくものとする。なお、現段階で知り得た情報に基づき、技術開発項目等を極力網羅したもので、現在までに判明している技術の重要度、メリットやディメリット等を反映したものではない。

## (1) 速やかに取組むべき技術開発項目

特に 2050 年に向けて対策効果が大きく、普及を考慮すると速やかに技術開発を進めるべき技術開発項目を以下の表 5-1 に整理する。

また、実用化されている技術はあるが、更なる改善やメニューの充実を図るべき技術分野を表 5-2 に整理する。

なお、カーボンニュートラルの実現への貢献に関しては、様々な手法があることを承知しており、ここに記載する事項以外の開発を妨げるものではない。

## 表 5-1 速やかに取組むべき技術開発項目(実用化されていない技術分野)

## ①全体最適化に関する事項

技術目標1 下水道施設の省エネ・創エネとあわせたエネルギー消費最小化とエネルギー自立に向けた技術開発

技術開発項目1-1 下水道施設の省エネ・創エネとあわせたエネルギー消費最小化とエネルギー自立

技術目標 2 水処理・汚泥処理の最適化に資する技術開発

技術開発項目 2 - 8 地域全体を見た資源有効利用、放流先、エネルギー消費、GHG 削減等の観点からの水処理・汚泥処理の全体最適化に向けた調査研究等

技術開発項目2-9 化石燃料使用機器の電化やカーボンフリー燃料利活用

## ②CH4,N2O の排出削減に関する事項

技術目標3 下水道から排出される CH4,N2O の排出削減に関する技術開発

技術開発項目 3 - 1 水処理における N<sub>2</sub>O 発生機構の解明、微生物群集構造の解析・制御等による排出抑制技術 の実用化

④創エネルギー・再生可能エネルギーに関する事項

#### 技術目標8 下水道施設と下水資源を活用したエネルギー生産技術の開発

技術開発項目8-4 膜ろ過・嫌気処理による省エネ・創エネ型水処理技術

技術目標 9 汚泥直接、汚泥由来バイオガスや硫化水素などからメタン、水素、CO₂等の有効利用ガス成分の効率 的な分離・濃縮、精製、回収技術の開発

技術開発項目9-3 余剰電力・メタンガスや太陽光発電を用いて製造したカーボンフリー水素を活用したメタネーション技術

⑤地域バイオマスの活用に関する事項

技術目標12 地域の間伐材等の未利用資源を活用して脱水効率、消化効率、焼却効率を向上させる技術の開発

技術開発項目 12-5 地域で発生したバイオマス・プラスチック等を用いた焼却炉の効率的運転

技術開発項目 12-6 高負荷水・バイオマス受入に関する評価手法や受け入れ技術

技術目標14 下水中の多様な物質の効率的回収に関する技術の開発

技術開発項目 14-1 下水・下水汚泥構成元素の分離・リサイクル技術等の開発

⑥農林水産物生産及び高付加価値製品製造に関する事項

技術目標16 高付加価値製品等の製造技術の開発

技術開発項目 16-4 バイオマスから製造する製品、資材等の無害化、安全性確保に関する技術

表 5-2 速やかに取組むべき技術開発項目(実用化されている技術はあるが、更なる改善やメニューの 充実を図るべき技術分野)

①全体最適化に関する事項

## 技術目標2 水処理・汚泥処理の最適化に資する技術開発

技術開発項目2-1 水処理・汚泥処理の全体最適化による省エネ技術

技術開発項目 2-2 ICT、AI を活用した省エネ水処理技術。流入水量・水質の変動にあわせた曝気風量の制御や酸素溶解効率の向上等によるエネルギー最適化

技術開発項目2-3 送風プロセスの最適化による省エネ技術

技術開発項目2-4 活性汚泥法代替の曝気を行わない省エネ型水処理技術

技術開発項目2-7 エネルギーマネジメント

②CH4,N2O の排出削減に関する事項

技術目標3 下水道から排出される CH4,N2O の排出削減に関する技術開発

技術開発項目3-4 N<sub>2</sub>O排出量の少ない、より高度な焼却技術

③指標化、定量化並びに技術開発制度に関する事項

技術目標4 ベンチマーキング手法を活用した、事業主体のエネルギー効率改善促進

技術開発項目 4-1 エネルギー効率に関する適切な技術的指標、ベンチマーキング手法の導入を支援する技術 技術開発項目 4-2 省エネ・創エネ・省  $CO_2$ 性能の合理的な定量化手法

④ 創エネルギー・再生可能エネルギーに関する事項

技術目標8 下水道施設と下水資源を活用したエネルギー生産技術の開発

技術開発項目8-6 汚泥炭化(乾燥、水熱炭化)、熱分解ガス化等による燃料化技術の効率化

技術目標 9 汚泥直接、汚泥由来バイオガスや硫化水素などからメタン、水素、CO2等の有効利用ガス成分の効率

的な分離・濃縮、精製、回収技術の開発

技術開発項目9-2 バイオガスや汚泥や処理水から直接水素を抽出製造する技術

技術目標10 嫌気性消化に関する各種バイオマス受け入れも視野に入れた運転管理方法や既存システムの改良技 術の開発

技術開発項目 10-2 高濃度濃縮技術、汚泥可溶化、マイクロ波の活用等消化性能を向上させる等による既存消 化槽の高効率エネルギー生産・回収型への転換技術

技術目標11 熱利用による下水処理場でのエネルギー利用効率化技術の開発

技術開発項目 11-1 バイオガス発電、汚泥焼却等の廃熱利用の効率化に関する技術

⑤地域バイオマスの活用に関する事項

技術目標12 地域の間伐材等の未利用資源を活用して脱水効率、消化効率、焼却効率を向上させる技術の開発

技術開発項目 12-2 様々な状態で発生する、剪定枝、除草刈草、廃棄物等の受け入れ、前処理、メタン発酵技術

技術目標13 下水処理場における多様なバイオマス利用技術を比較するためのLCC評価及びLCA評価等に関する技術の開発

技術開発項目 13-1 各種バイオマスのバイオマス有効利用技術のLCC、LCA分析・評価に関する技術

⑥農林水産物生産及び高付加価値製品製造に関する事項

技術目標16 高付加価値製品等の製造技術の開発

技術開発項目 16-3 汚泥炭化 (乾燥、水熱炭化)、発酵等による肥料化技術の効率化

(2) 分野ごとの 2050 年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 ロードマップ

以下に 2050 年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ロードマップを示す (図 5-1~図 5-6)。本ロードマップでは、今後検討を進めるべき事項について、6 つの分野に分けて整理した。

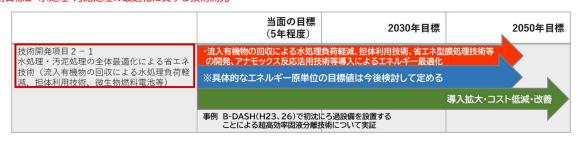
なお、「新規」としているものは、下水道技術ビジョンにない事項を示す。

# ①全体最適化に関する事項

技術目標1 下水道施設の省工ネ・創工ネとあわせたエネルギー消費最小化と エネルギー自立に向けた技術開発



技術目標2 水処理・汚泥処理の最適化に資する技術開発



#### 技術目標2 水処理・汚泥処理の最適化に資する技術開発



図 5-1 2050 年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ロードマップ(全体最適化に関する事項 その 1)



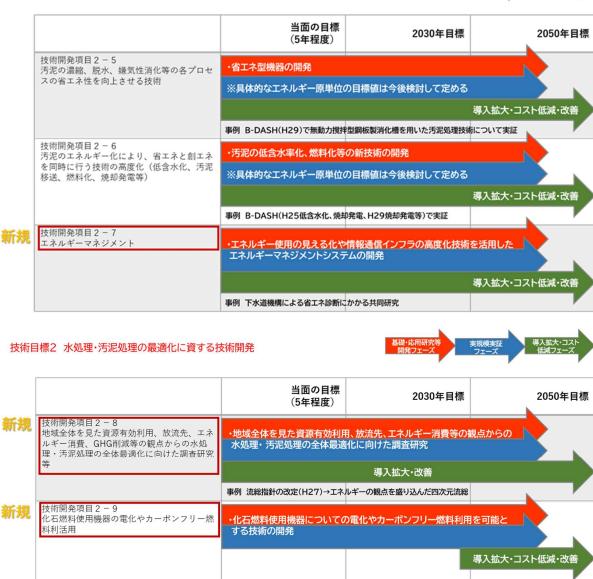


図 5-1 2050 年カーボンニュートラルの実現に貢献するための下水道技術の技術開発ロードマップ(全体最適化に関する事項 その 2)

# ②CH4,N2Oの排出削減に関する事項

技術開発項目3-1





導入拡 大·改善

#### 新規

技術開発項目3-2 水処理におけるCH<sub>4</sub>発生機構の解明、抑制方 策技術の開発

水処理におけるN₂O発生機構の解明、微生物 群集構造の解析・制御等による排出抑制技術

> ・各水処理方式におけるCH、発生量の把握等データの蓄積 ・CH、発生機構の解明

・抑制技術の開発 ・抑制技術の開発 ・抑制技術の開発 ・連転技術 の実用化

## 技術目標3 下水道から排出されるCH4,N2Oの排出削減に関する技術開発



図 5-2 2050 年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ロードマップ( $CH_4$ 、  $N_2O$  に関する事項)

# ③指標化、定量化並びに技術開発制度に関する事項

技術開発項目4-1

技術開発項目4-2

エネルギー効率に関する適切な技術的指標、

ベンチマーキング手法の導入を支援する技術

省エネ・創エネ・省CO2性能の合理的な定量

技術目標4 ベンチマーキング手法を活用した、事業主体のエネルギー効率 改善促進



導入拡大•改善

技術目標5 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に関する新たな技術開発プロジェクトの設置等



図 5-3 2050 年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ロードマップ(指標化、定量化並びに技術開発制度に関する事項)

# 4.創エネルギー・再生可能エネルギーに関する事項

技術目標7 低LCC化、エネルギー効率の高効率化による導入促進のため、新しい濃縮脱水システムや新しい嫌気性消化リアクターの開発

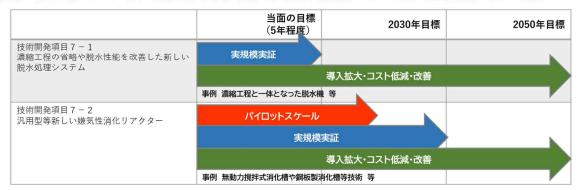


図 5-4 2050 年カーボンニュートラルの実現に貢献するための下水道技術の技術開発ロードマップ(創 エネルギー・再生可能エネルギーに関する事項 その 1)



図 5-4 2050 年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ロードマップ(創エネルギー・再生可能エネルギーに関する事項 その 2)

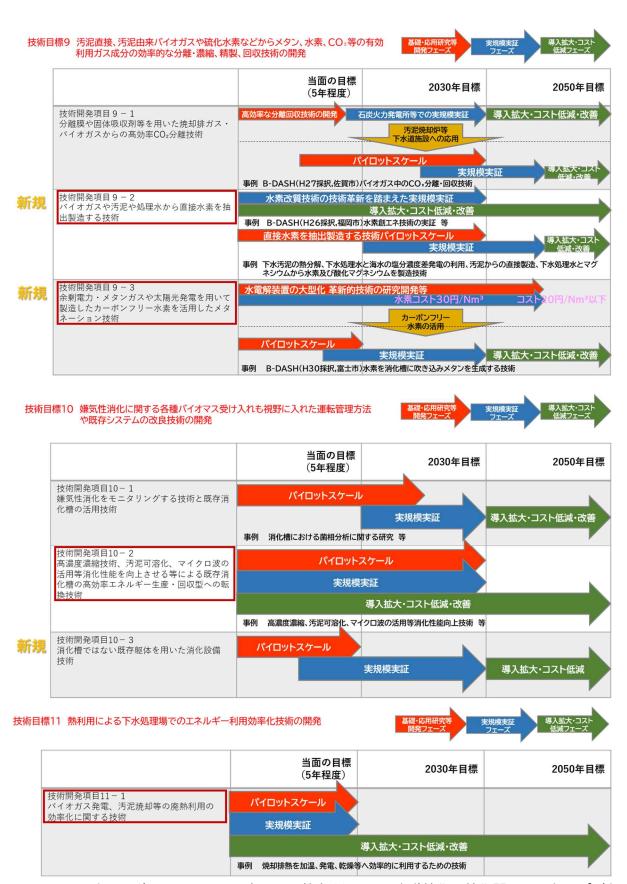
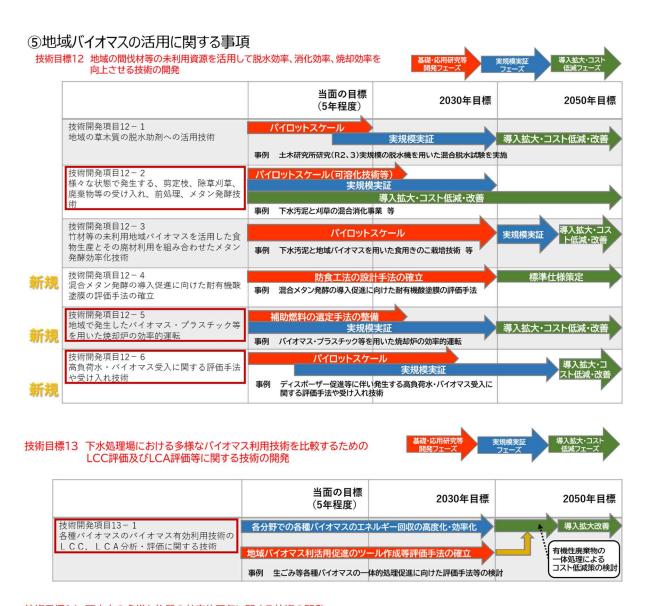


図 5-4 2050 年カーボンニュートラルの実現に貢献するための下水道技術の技術開発ロードマップ(創 エネルギー・再生可能エネルギーに関する事項 その3)



技術目標14 下水中の多様な物質の効率的回収に関する技術の開発

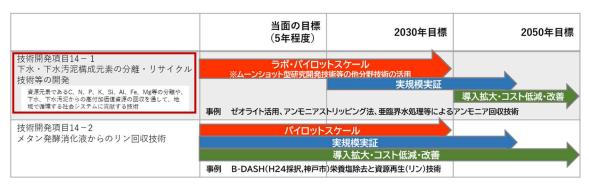


図 5-5 2050 年カーボンニュートラルの実現に貢献するための下水道技術の技術開発ロードマップ(地域バイオマスの活用に関する事項)

# ⑥農林水産物生産及び高付加価値製品製造に関する事項

技術目標15 下水道資源・エネルギーを利用した農林水産物の生産に関する技術の 開発



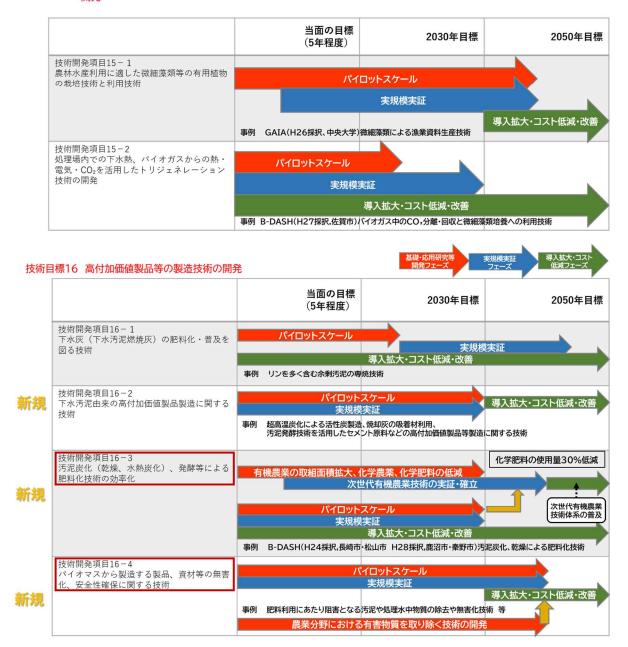


図 5-6 2050 年カーボンニュートラルの実現に貢献するための下水道技術の技術開発ロードマップ(農林水産物生産及び高付加価値製品製造に関する事項)