

資源のみち委員会報告書(案)目次

- 1. 下水道事業におけるエネルギー消費・環境負荷の現状
 - 1-1 下水道におけるエネルギー消費
 - 1-2 下水道における省エネルギー対策
 - 1-3 下水道からの環境負荷(下水汚泥の発生)
 - 1-4 下水道からの環境負荷(温室効果ガスの排出)
- 2. エネルギー・環境をめぐる社会状況の変化
 - 2-1 資源・エネルギー問題の深刻化
 - 2-2 地球環境問題の深刻化
- 3. 下水道の有する資源・エネルギーポテンシャル
 - 3-1 下水・下水処理水の有する未利用エネルギー等
 - 3-2 下水汚泥等バイオマスの資源・エネルギー利用
 - 3-3 施設空間を活用した自然エネルギーの導入
- 4. 資源のみち実現に向けた取り組み
 - 4-1 基本的考え方
 - 4-2 エネルギー自立の推進
 - 4-3 地域における資源・エネルギー循環の推進
 - 4-4 下水道ポテンシャルの利用方法と資源・エネルギー循環の事業イメージ

下水道事業の現状

- エネルギー消費の現状(入口)
- 環境負荷の現状(出口)
 - ・下水汚泥(廃棄物減量化)
 - ・温室効果ガス(地球温暖化)

社会状況の変化

- エネルギー供給の不安定要因増大
- 地球環境問題の深刻化と地球温暖化対策の強化
- リン等有用資源の枯渇と長期的資源確保

下水道のポテンシャル

- 下水・下水処理水(熱エネルギー、位置エネルギー利用)
- 下水汚泥(エネルギー利用、マテリアル利用)
- 施設空間(管きょ網、処理施設、用地の活用)

資源のみち実現に向けた取り組み

- エネルギー自立を目指す
- 地域における資源・エネルギー循環を目指す

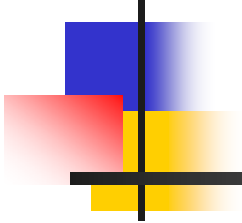
具体的施策

エネルギー自立の推進

- 全国目標の設定
- CO2排出原単位の削減
- 民間新技術の導入促進
- PDCAサイクルによる取組の推進

地域における資源・エネルギー循環の推進

- 民間活力の活用
- リーディングプロジェクトの実施



エネルギー自立の推進

～ CO2排出量の削減 ～

CO2排出量削減目標の設定

目標設定の必要性

地球温暖化防止は国家的見地から実施すべき施策であり、国は、基本的方向性を示し、各下水道管理者の取り組みを促すとともに、必要な支援を実施すべき分野
 また、緊急に、かつ長期的視点を持って対策を実施することで未然防止を図ることが重要な分野
 下水道は大量の温室効果ガスを排出する一方で、水、汚泥、施設空間など、貴重なポテンシャルを有していること

これらを踏まえ、国が中期的な目標を定め、その実現に向けた具体的施策を準備することで、全国的な取り組みを推進



目標の考え方

各下水道管理者が下水処理場におけるCO2排出負荷量原単位を少なくとも現状の平均的なレベルまで下げる取り組みを実施することを基本的な考え方とし、全国的な削減目標量を設定。

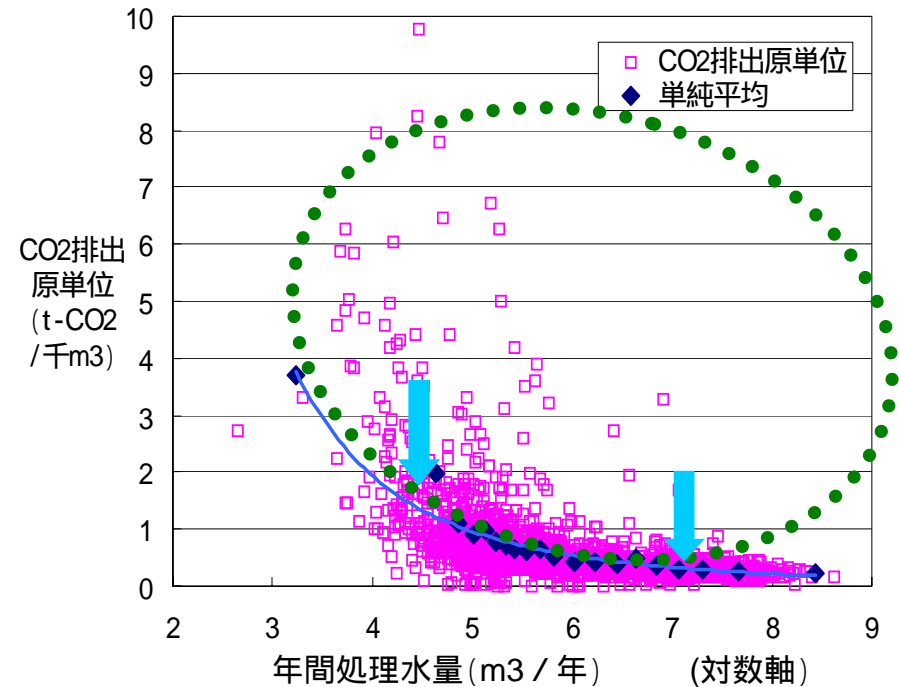
この取り組みにより、CO2排出量を半減、N2O排出量の削減と併せて、CO2換算で約4割の温室効果ガス削減を実現。

なお、取り組みの目標期間は、機器の改築更新等の期間を考慮し、10年と設定。

目標達成に向けた試算例

| 処理場 | 計画 処理水量 (日最大) | 実際の 処理水量 (日平均) | CO2排出 原単位 (実績) | 主な対策内容 | CO2排出 原単位 (省エネ 対策後) | 施設規模 ごとの 平均値 |
|-----|---------------------|----------------------|----------------------|------------------------|------------------------------|--------------------|
| | m3/日 | m3/日 | | | t-CO2/千m3 | |
| A | 600 | 40 | 4.96 | ・低圧受電への変更 ・可変速装置の導入 | 3.44 | 3.69 |
| B | 14,200 | 311 | 1.16 | ・変圧器の変更 ・送風機容量の最適化 | 0.54 | 0.90 |

処理場規模とCO2排出原単位



目標実現に向けた具体的取り組み

取り組み内容

国は、CO2排出量削減目標を中期計画のアウトカム目標として位置づけ、その実現に向け、地方公共団体及び民間事業者の取り組みが円滑に進むよう具体的施策を実施する。

1. 地方公共団体における省エネルギーによる維持管理コストの削減を支援

「CO2排出原単位の削減でコストを削減」

【技術支援】

- ・技術情報の体系化
- ・中小市町村への技術支援

【財政支援】

- ・LCCO2の観点からの財政支援

2. 省エネルギーに資する新技術の導入を支援

「頑張る企業を応援する制度の創出」

- ・省エネラベリング制度等による省エネ技術の導入促進

3. プロセス全体の最適化支援

「部分最適から全体最適へ」

- ・エネルギー消費シミュレーションの構築

下水道管理者からの省エネ施策への要望

| 国への要望事項 | 回答率 |
|----------------------------|-----|
| 省エネに関する技術情報の提供 | 33% |
| エネルギー消費量の測定のための計器類への財政支援 | 22% |
| 国全体におけるエネルギー自立の方向性の明確化 | 15% |
| 下水道管理者に対する財政支援 | 12% |
| 省エネの推進のための専門家の派遣 | 7% |
| 省エネで著しい実績をあげた場合の国による認定・表彰等 | 6% |

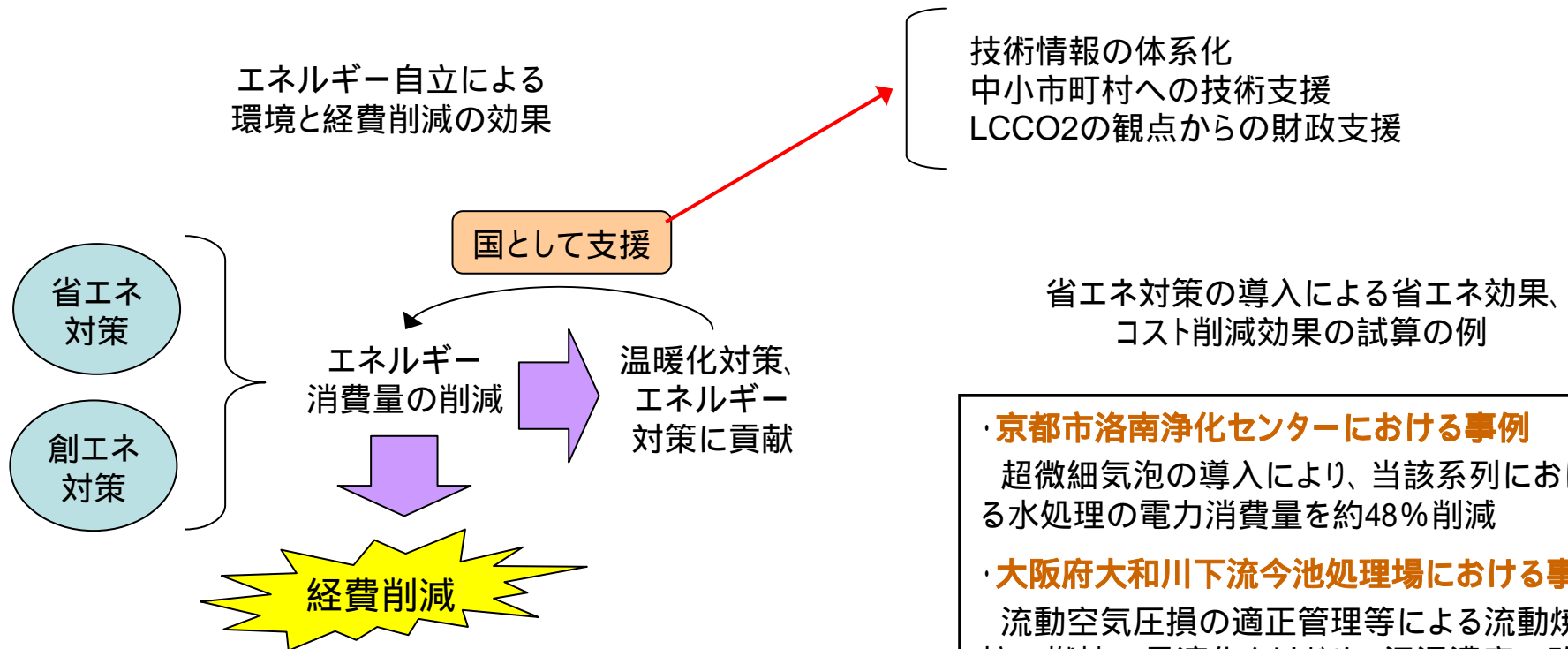
下水道部調査(平成17年度)より

国は、CO2排出量について、全国的な状況及び地方公共団体ごとの状況を公表するとともに、取り組みの遅れている地方公共団体に対する指導・助言を行うなど、PDCAサイクルに基づき確実な目標を実現する。

1. CO2排出原単位の削減でコストを削減

省エネ・創エネの推進によるエネルギー自立は、エネルギー代の節約など維持管理費の削減に直結することから、各地方公共団体においては、LCCO2及びLCCの観点から積極的な取り組みが効果的

また、CO2排出量の削減は、地球温暖化防止やエネルギー対策にも寄与するため、国は地方公共団体の取組を技術的・財政的にバックアップ



1. CO2排出原単位の削減でコストを削減 技術情報の体系化

技術の体系化では、大分類(各処理プロセス等)、中分類(施設計画段階、機器選定段階、運転管理段階)、小分類(配置・機器構成、省エネ型機器、運転管理手法)を体系的に整理し、下水道管理者において取り組むことが可能な対策を提示するデータベースを構築

データベースは、下水道管理者等が情報を取りやすいような形で公表するとともに、継続的に更新

例

| 処理プロセス | | 対策項目 | 内容 |
|---------|--------|--------------------|------------------------|
| 水処理 | 反応タンク | (計画) 送風機の配置・構造 | 反応タンクの近傍に 小規模送風機を配置 |
| | | (機器導入) 空気溶解度の向上 | 超微細気泡散気板の 設置 |
| | | (運転管理) 運転方法の変更 | 間欠運転 |
| | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| 汚泥処理 | 汚泥脱水設備 | 脱水効率の向上 | 高効率脱水機の採用 |
| | | ⋮ | ⋮ |
| 風力利用 | | 風力発電機の採用 | |
| バイオガス利用 | | 消化ガス発電システムの採用 | |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |

技術情報データベース

| |
|-----------------------------------|
| 技術の概要 酸素移動効率の高い微細気泡を用いたばっき方式 |
| 省エネ効果 従来方式と比較して、30%程度の消費電力量の削減 |
| 導入コスト 処理水量あたり 円程度 |
| 留意事項 |
| 参考資料 |

1. CO2排出原単位の削減でコストを削減 技術情報の体系化

技術情報データベースの一例:エアレーション装置の改善

【水処理設備-送風機】
エアレーション装置の改善

①技術の概要

(1)超微細気泡の採用

反応タンク設備において「超微細散気装置」を導入した場合、従来型よりも酸素移動効率が高いために、必要空気が減り、ブロワの所要動力が下がる。

最も酸素移動効率のよい超微細気泡方式は、近年欧米から技術導入され、実績が増えつつある技術である。

散気装置変更による電力削減イメージ

(2)散気装置(攪拌機)の制御方法の改善

反応タンクにおける必要酸素量は次式で与えられる。

$$\text{必要酸素量} = \text{DB} + \text{DN} + \text{DE} + \text{DO}$$

DB: BODの酸化による酸素消費量
DN: 硝化による酸素消費量
DE: 内呼吸による酸素消費量
DO: 溶存酸素濃度の維持に必要な酸素量

水量と水質が変化しているため、反応タンクへの酸素供給を常時定量供給するのではなく、処理に必要な酸素量を適宜供給することで、省エネルギー化が可能となる。その方法として以下の方法が考えられる。

- 流入水量比例制御
前述の必要酸素量は主に流入水質と流入水量から決まる。流入水質に大きな変動がないとすれば、必要酸素量は流入水量に比例する。そこで、常時計測している流入水量に対して一定割合の酸素を供給することで、常時変動する必要酸素量に追従した酸素供給が可能となり、それに伴い省エネルギー化が可能となる。
- MLSS 制御
反応タンク内の MLSS 濃度は低すぎると処理が安定せず、高いと必要酸素量が増え、送風量が過大となるため不経済となる。そこで、処理が安定する範囲で MLSS を低く制御し、送風量を抑えることで、省エネルギー化が可能となる。
- DO制御
反応タンク後段DOの値が一定値になるように供給酸素量を制御することで省エネルギー化を図る。

反応タンク後段に設けられたDO計の指示は、前述の計算式における反応タンクへの流入負荷に応じた必要酸素量を示し、その値を一定に維持することは、前述の式における必要酸素量を供給することに他ならない。したがって、流入水量比例制御と比べ、水質の変動も考慮した酸素供給が可能であり、水質に影響を与えず、省エネルギー効果が得られると考えられる。

②省エネ効果(超微細気泡散気装置の導入)

(1)検討条件

必要空気量は、「下水道施設計画・設計指針と解説 後編 -2001年版- (社)日本下水道協会、p.114~119」における計算例による空気量とした。また、検討対象ブロワを中・大規模処理場で採用実績の多い「鋳鉄製多段ターボブロワ」とするため、対象水量を100,000 m³/日とした。また、酸素移動効率は従来型散気装置では15%、超微細気泡装置は30%とした。

計算結果は以下のとおりである。

従来型散気装置必要空気量: 532m³/分
超微細散気装置必要空気量: 266m³/分

- ブロワは3台とし、予備機については考慮しないものとする。
- ブロワ補機については検討対象外とする。

(2)主機の能力決定

ブロワの仕様は以下のとおり。

従来型散気装置必要空気量: 178m³/分×240kW×3台
超微細散気装置必要空気量: 89m³/分×140kW×3台

(3)運転時間

ここでは、24時間連続運転とする。

(4)消費動力

消費動力はブロワ計算における「所要動力」の値を用いた。

従来型散気装置必要空気量: 207.5kW/台
超微細散気装置必要空気量: 120.0kW/台

(5)エネルギー削減量

(4)にて算出した年間総合電力より、電力量削減効果を算出した。

| | 年間使用電力 (kWh/年) |
|------------|-------------------------|
| ①散気装置(従来型) | 5,452,236 |
| ②超微細散気装置 | 3,152,389 |
| 削減量(①-②) | 2,299,847 |
| 処理水量当たり | 0.063kWh/m ³ |

③導入コスト

平成15、平成16年度工事実績によると、エアレーションタンクのライザー管へ散気装置の取替工事の費用は次のとおりである。

約3~13 [工事金額(千円)]/[処理水量(m³/日)] 程度

1. CO2排出原単位の削減でコストを削減 中小市町村への技術支援

特に技術者の少ない中小規模の地方公共団体に対し、処理場のエネルギー消費特性やポテンシャルを踏まえて優先的に導入すべき省エネ・創エネ対策を具体的に提示するプロセスマネージャー制度を創設

制度化にあたっては、日本下水道事業団等の有する技術力を活用する

省エネ・創エネ対策の立案の支援
(例:日本下水道事業団による省エネ支援事業)

<日本下水道事業団パンフより>

地球温暖化対策としての省エネルギー方法は多種多様

→ 省エネ対策はJSにお任せください!

エネルギーの創造 (未利用エネルギーの活用)

- ・消化ガス(バイオマス)による発電、熱利用
- ・汚泥焼却等による発電(廃棄物発電)、熱利用
- ・下水熱利用ヒートポンプ
- ・風力、小水力、太陽光、地熱

現在のエネルギー使用レベル

- ハード面
- ・高効率機器(変圧器、モータ)導入
 - ・力率自動制御装置導入
 - ・可変速制御装置導入
 - ・配管ルート、材質の変更、改修
 - ・その他

- ソフト面
- ・効率的な運転への改善
 - ・エネルギー消費状況の把握・分析
 - ・運転員の意識改革

エネルギーの削減

省エネ診断の実施:

下水処理場の運転状況、エネルギー使用状況を調査し、実態把握を行い、効率的な運転方法、管理方法を提言

管理標準の設定:

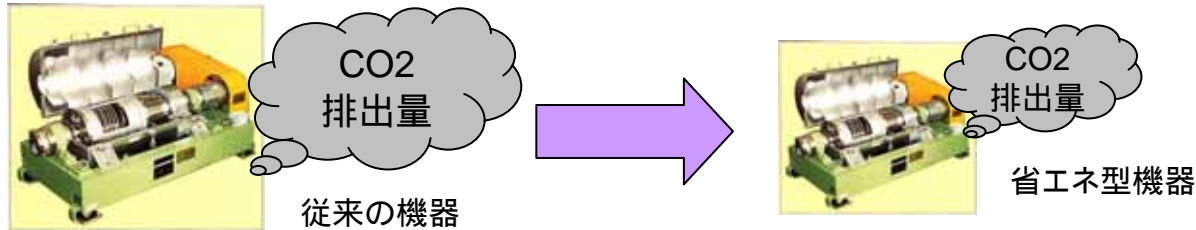
エネルギー使用の合理化を実践するために定める管理上、計測・記録上、保守・点検上、処理場毎の規定書(管理標準)を設定

1. CO2排出原単位の削減でコストを削減 LCCO2の観点からの財政支援

LCCO2の観点から効果的となる場合の改築等について積極的に支援
消化ガス常用発電設備や、太陽光発電等の創エネ設備の導入について、LCCの観点に加え、LCCO2の観点から評価を行い、積極的に支援
エネルギー効率改善に資するエネルギー消費量の計測機器等について財政的に支援

改築・更新時におけるLCCO2

処分制限期間を経過した施設において、ライフサイクル全体でのCO2排出量を評価し、よりLCCO2の小さい機器への改築・更新に対して財政支援を実施



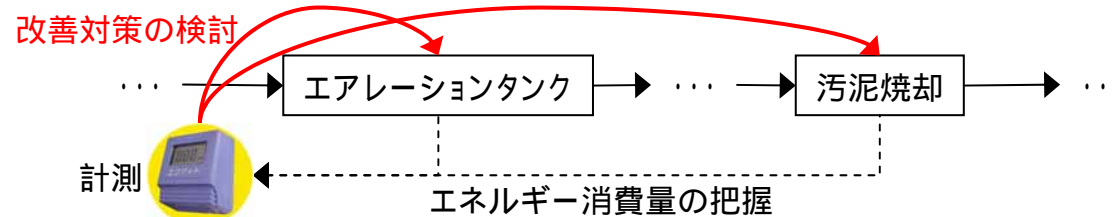
自然エネルギー等の導入

LCCに加え、LCCO2の観点から有利になる場合について、当該創エネ機器の導入に対して財政支援を実施



エネルギー消費量の計測

機器ごとのエネルギー消費量を把握し、運転方法の改善等にフィードバック



2. 頑張る企業を応援する仕組み

民間が開発した技術の省エネ効果をわかりやすく評価するため、機器のエネルギー効率や省エネラベリング制度等による技術評価・情報提供を実施し、省エネ型機器の導入を促進

技術評価・情報提供の仕組みのイメージ

エネルギー効率を算定するための
分類や運転条件を設定

民間からの試験
データを公募

- 機器のエネルギー効率をとりまとめ
- トップランナー機器を基準とした評価
- 省エネラベリングによる評価

評価結果の公表

< 機器の分類(案) >



濃縮機



脱水機



焼却炉 など

< 評価方法(案) >

【エネルギー効率】

単位汚泥処理量当たりの電力消費量(kWh/トン) など

【トップランナー】

トップランナー機器に対するエネルギー効率の相対的評価(%)

【省エネラベル】

相対的評価を踏まえた星付け(星の数)

例: グリーン税制に
おけるラベリング

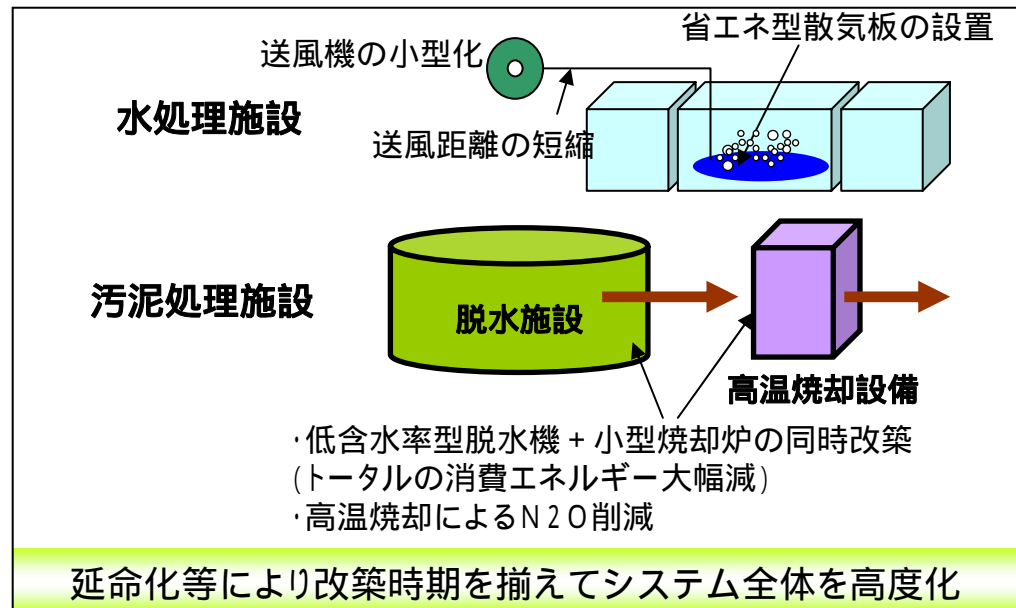
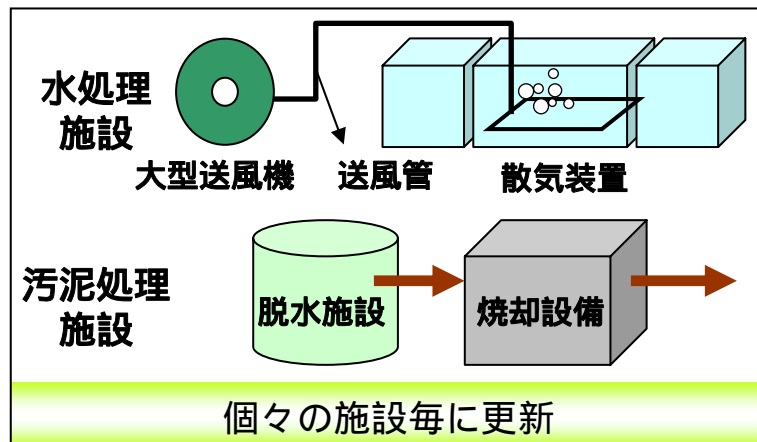


3. 部分最適から全体最適へ

水処理、汚泥処理の各プロセス単位の省エネ対策の導入に加え、システム全体を俯瞰した対策を計画的に実施

具体的には、最も効率的な処理プロセスを検討するため、個々の対策による環境負荷削減効果の相乗効果を定量的に評価し、処理場再構築時等の計画に反映するシステム(エネルギー消費シミュレータ)を構築

プロセス全体の最適化のイメージ



- ・エアレーションにおいて、超微細気泡散気装置の導入、インレットベーンの導入、DO制御の改善、送風配管ルートに適正化等を組み合わせることで、プロアの消費電力を削減することが可能
- ・下水汚泥を焼却するにあたり、脱水工程で含水率を大きく下げることにより、焼却炉における補助燃料の消費量を削減することが可能

継続的なフォローアップによる目標の実現

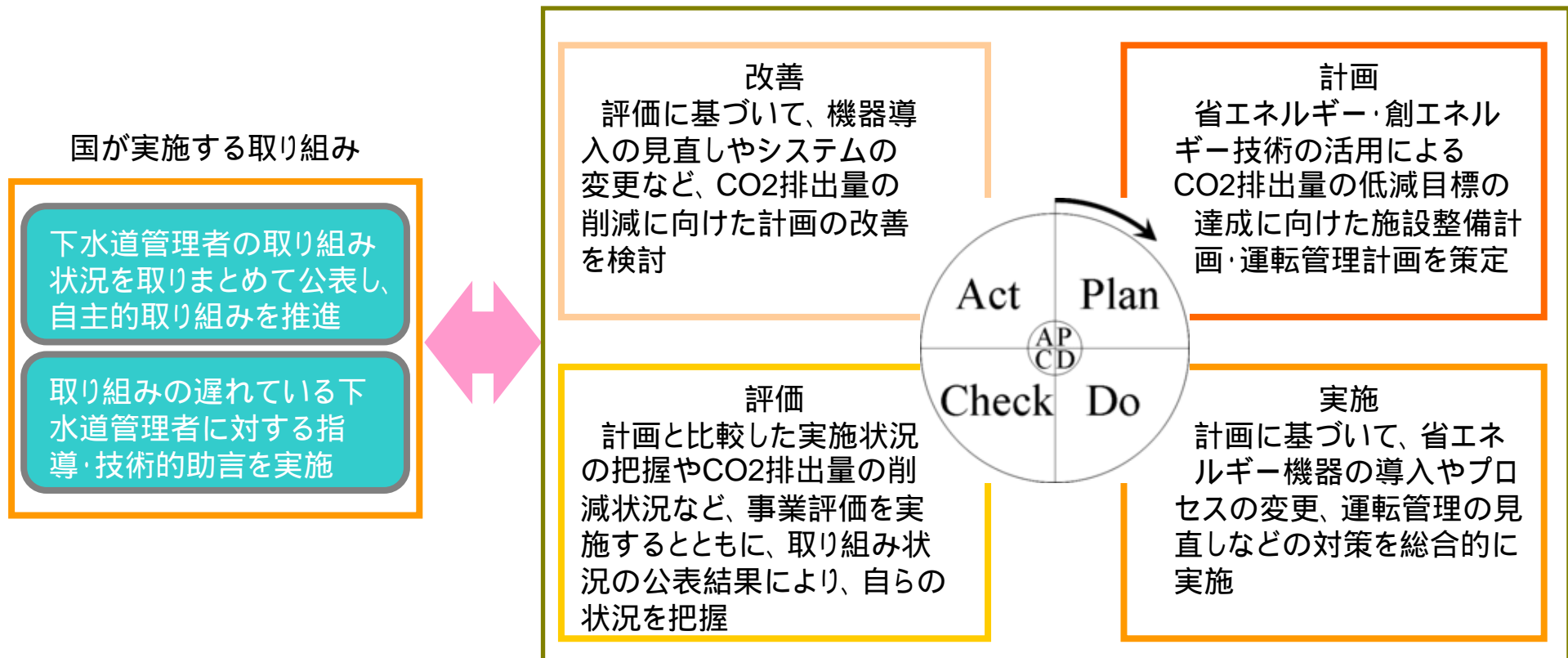
取り組み内容

各下水道管理者は、目標達成に向けた重点計画に基づいて取り組みを推進するとともに、評価・改善を継続的に行い計画を見直すPDCAサイクルに沿った取り組みを展開。

国は、各下水道管理者の取り組み状況を公表し、自主的な取り組みを促すとともに、取り組みの遅れている下水道管理者に対し、効果的な対策のアドバイスを行うなど指導・技術的助言を実施することにより、下水道全体のCO2排出量の削減目標の達成を目指す

技術面のサポートにあたっては、下水道事業団等の公的機関の活用の制度化を検討

各下水道管理者の取り組み





地域における資源・エネルギー循環の推進

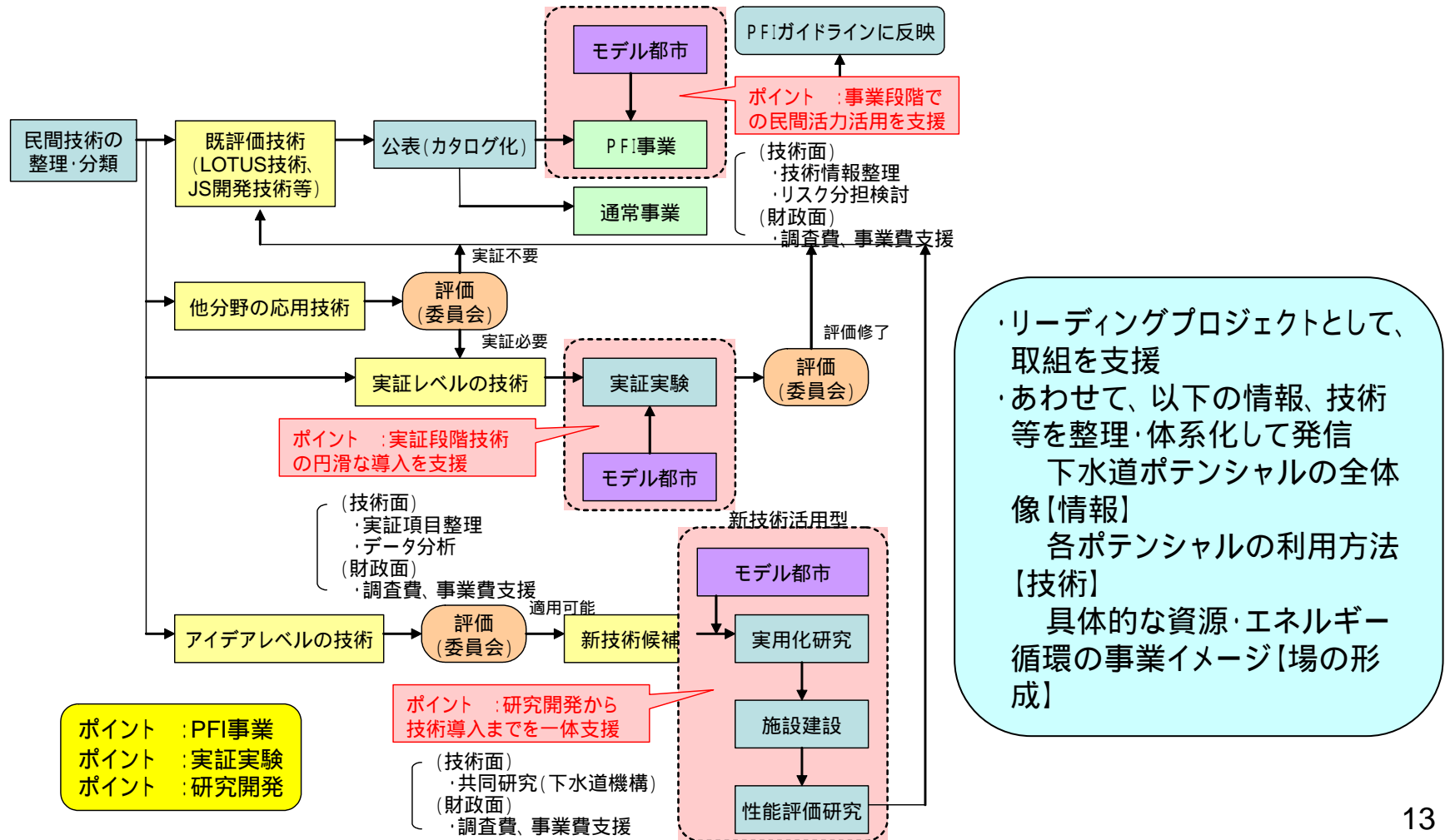
～ 民間活力の活用 ～

民間活力を活用した地域の資源・エネルギー循環の形成

民間ノウハウを最大限活用し、地域の資源・エネルギー循環の形成を推進する

下水汚泥のバイオマスとしての活用や下水熱の熱源としての活用など、資源・エネルギー利用に関する技術や事業運営手法は民間事業者が多くのノウハウを有しており、民間ノウハウを積極的に活用することで、地域の資源・エネルギー循環の形成の推進を図る

資源・エネルギー循環の実現に向けた新技術導入のイメージ



・リーディングプロジェクトとして、取組を支援
・あわせて、以下の情報、技術等を整理・体系化して発信
 下水道ポテンシャルの全体像【情報】
 各ポテンシャルの利用方法【技術】
 具体的な資源・エネルギー循環の事業イメージ【場の形成】

下水道の有するポテンシャルの全体像

1. 下水道ポテンシャルの特徴

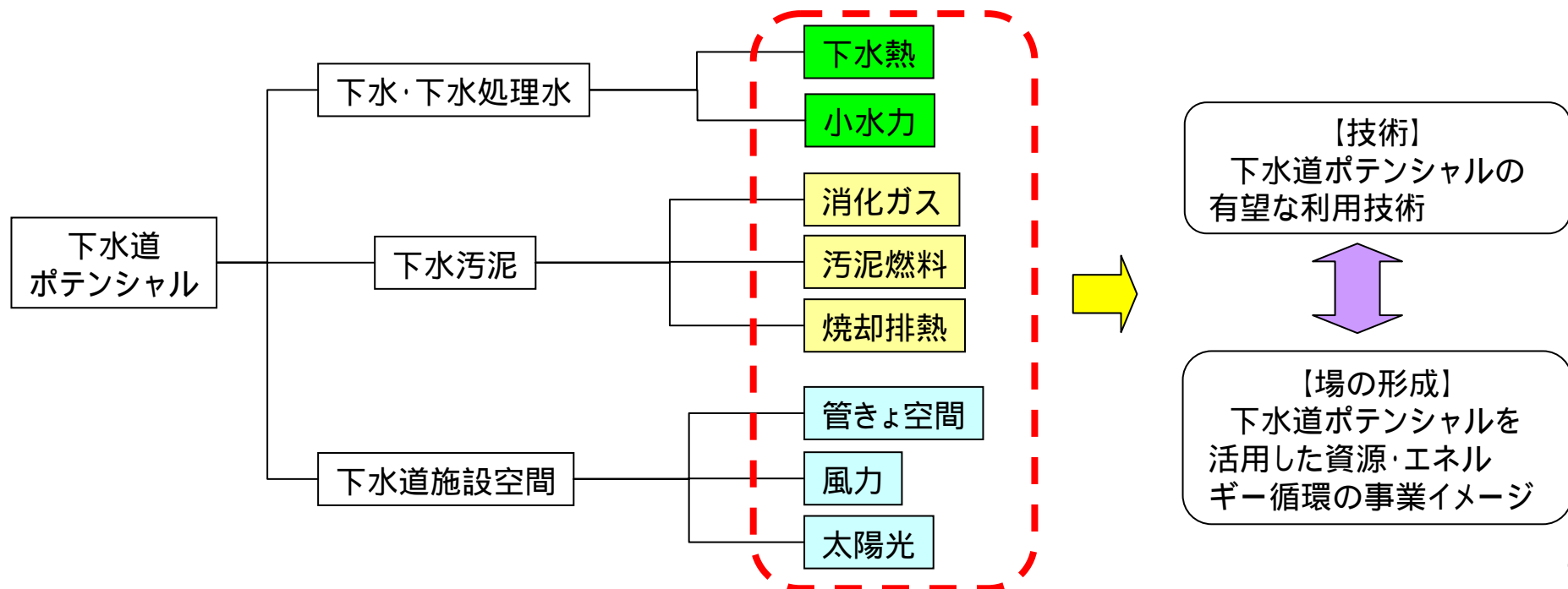
下水道は、処理水、下水汚泥、施設空間等、豊富な資源・エネルギーポテンシャルを有しており、資源・エネルギー問題や地球環境問題の解決に貢献することが可能

下水・下水処理水は、気温に比べて夏は冷たく冬は温かいという特性を持ち、熱エネルギーの抽出が可能である。また、放流の際の一定の落差を位置エネルギーとして活用することも可能

下水汚泥は、カーボンニュートラルであり、質・量ともに安定した集約型バイオマス資源であり、リン等の有用資源も含まれている

施設空間は、都市におけるまとまった空間であり、自然エネルギー施設用地等として利用可能である。また、下水道の管きょ網や処理施設は、バイオマスや熱等の新たな収集・運搬・処理・再生システムとして利用可能

下水道ポテンシャルの全体像



下水道の有するポテンシャルの全体像 2. 下水道ポテンシャルの定量的評価

我が国全体でみると、下水汚泥と自然エネルギー（小水力、風力、太陽光）等を最大限にエネルギー利用することにより、合計で125万原油換算klのエネルギーを産み出すことが可能

各下水道管理者は、それぞれが有する下水道ポテンシャルについての情報を整理・公表することで、民間事業者等からの幅広い事業提案を促進

下水道のエネルギーポテンシャルの詳細

1. 下水・下水処理水のポテンシャル

| | | | 主な利用用途 | 潜在利用可能量 | 現在の利用状況 |
|--------------|---------------------------------|-----|----------------|---------|--------------|
| 下水・ 下水処理水 | 下水処理水: 140億m ³ /年 | 下水熱 | 融雪用途、ヒートポンプの熱源 | - | 3箇所で地域熱供給が実施 |
| | | 小水力 | 小水力発電 | - | 4箇所の処理場で導入 |

2. 下水汚泥のポテンシャル

| | | | 主な利用用途 | 潜在利用可能量 | 現在の利用状況 | | | |
|----------|------------------------|-------------|--------|-------------------------|--|---|-------------------------------|----------------|
| 下水 汚泥 | 発生量: 223万 DS-t/年 | エネルギー 利用 | 消化ガス | ガス発電、天然ガス自動車の燃料、都市ガスの原料 | ・下水汚泥をすべてエネルギー利用した場合、約104万klに相当 ・中・低温排熱の発生量は、約8万klに相当 | ・エネルギーとしての利用状況は約7%にとどまっている ・中・低温排熱は大半が利用されていない | | |
| | | | 汚泥燃料 | 石炭代替燃料 | | | | |
| | | | 焼却排熱 | 排熱発電、地域への熱供給 | | | | |
| | | マテリアル 利用 | 建設資材 | レンガ、コンクリート資材等 | | | - | 下水汚泥発生量のうち約55% |
| | | | 肥料等 | リン等有用成分、コンポスト | | | 下水汚泥中のリン含有量は、リン鉱石輸入量の約1～2割に相当 | 下水汚泥発生量のうち約14% |

3. 施設空間のポテンシャル

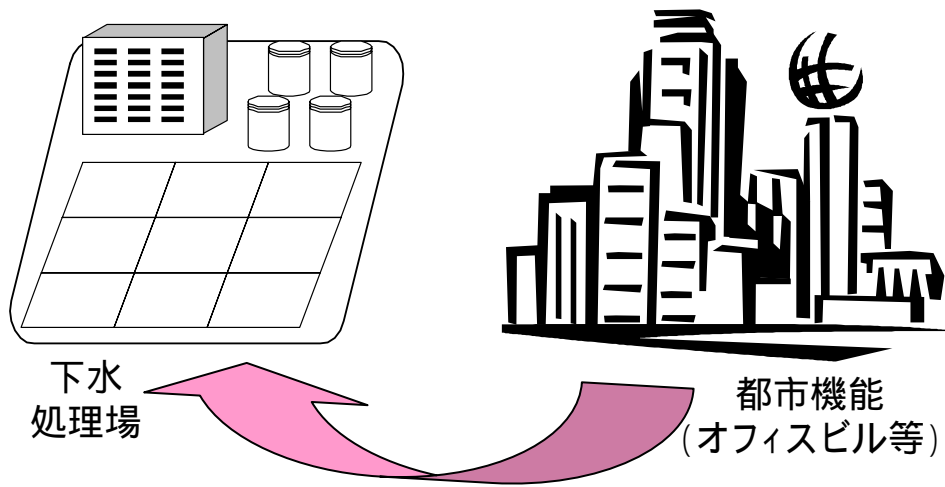
| | | | 主な利用用途 | 潜在利用可能量 | 現在の利用状況 |
|----------|-----------------------|-----|--------|---|------------------------|
| 施設 空間 | 処理場 面積: 8,200ha | 太陽光 | 太陽光発電 | ・標準的な下水処理場の電力消費量の約5%程度を賄うことが可能 ・すべての処理場に導入した場合、原油換算で約4万klに相当 | 建設コストが高いことから導入量は限られている |
| | | 風力 | 風力発電 | ・規模・風況等によっては、処理場の電力をほぼ全量賄うことが可能 | 2箇所の処理場で導入 |

【下水・下水処理水】 1. 排熱の受け入れによる省CO2型地域熱供給システム

下水・下水処理水は季節によらず安定した量・温度を保っており、ヒートポンプ等の技術を活用することで、特に都市部において、夏季は冷熱源、冬季は温熱源として、未利用エネルギーを活用した省CO2型の地域熱供給システムの構築を達成

ヒートアイランド対策の観点から、都市内に張り巡らされている管きょ網を通じて、夏場における都市のビル等からの排熱を下水・下水処理水が受け入れることで人工廃熱を低減

夏場における都市排熱の受け入れのイメージ



ヒートポンプ

ヒートポンプの効果的活用

後楽ポンプ所における地域熱供給の例

< 熱供給エリア >



ヒートポンプと温度蓄熱層を組み合わせ、個別方式の冷暖房に比べ約40%の省エネ化とNOxの削減を達成

下水道ポテンシャルの有望な利用技術
【下水・下水処理水】 2. 自然エネルギーの生産拠点(小水力)

処理水の放流渠等における落差と安定した水量を活用することで、定常的な発電(小水力発電)を実現

小水力発電で得られるエネルギー量は流量と有効落差に比例するため、処理水を公共用水域に放流する際の水量又は落差が大きい地域ほどポテンシャルが大きい

小水力発電の導入実績

| 処理場名 | 東京都葛西処理場 | 東京都森ヶ崎水再生センター | | 神戸市鈴蘭台下水処理場 | 京都市石田水環境保全センター |
|-------------------------|----------|---------------|-----|-------------|----------------|
| 定格出力(kW) | 24 | 95 | 4 | 56 | 9.4 |
| 平均流量(m ³ /s) | 0.67 | 5 | 0.3 | 0.185 | 1.1 |
| 有効落差(m) | 5.05 | 2.5 | 2 | 65 | 2.13 |
| 年間発電量(万kWh) | 14 | 80 | | 49 | 8 |
| 電力消費に占める割合 | 0.2% | 0.7% | | 13.6% | 0.5% |

H18年度設置予定

鈴蘭台処理場における小水力発電

約60mの高低差を利用して、鈴蘭台処理場からの処理水を受け入れる麓のポンプ場で小水力発電を行い、主にポンプ場の電力として利用



【下水汚泥】 1. マイクロガスタービンを活用した未利用消化ガスの徹底利用

消化ガス発生量が比較的少ない場合でも、マイクロガスタービン等の発電技術を用いることで、徹底した創エネを実現(約500m³/日のガス量から発電可能)

消化ガスの発生量を増加させる対策として、高効率な濃縮機の導入による投入汚泥の高濃度化、消化槽の大規模化による加温用熱量の低減などが挙げられる



< マイクロガスタービン >

発電出力が小さく(概ね200kW以下)、回転数が毎分10万回程度の高速発電機を備えた超小型ガスタービンであり、分散型電源等として期待されている(発電効率:約25-30%、排ガス温度:約200-300)

石川県大聖寺川浄化センター(60kW)や群馬県伊勢崎浄化センター(30kW)に導入実績あり

< 未利用消化ガスによるガス発電のポテンシャル >

【前提条件】

- ・未利用消化ガスをマイクロガスタービンで発電することを想定
- ・未利用消化ガスの発生量が500m³/日以上処理場(108箇所、7,017万m³)に導入されると仮定
- ・発電効率:25%

【ポテンシャルの試算結果】

ガス発電量:107百万kWh/年(下水道施設の消費電力の1.7%に相当)

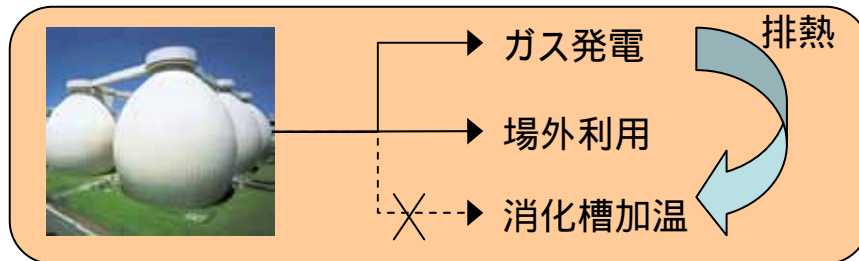
下水道ポテンシャルの有望な利用技術
 【下水汚泥】 2. 加温用消化ガスのコージェネ利用への転換

消化ガス発生量のうち約3割は消化槽の加温のみに用いられている

消化ガスは通常に燃焼すれば数千度の熱を発生することが可能であり、消化槽を50 程度に加温するために用いることで、有効利用できるエネルギーの損失が生じている

ガス発電コージェネの導入により、発電しつつ消化槽を加温することで、消化ガスを質的にも最大限に利用

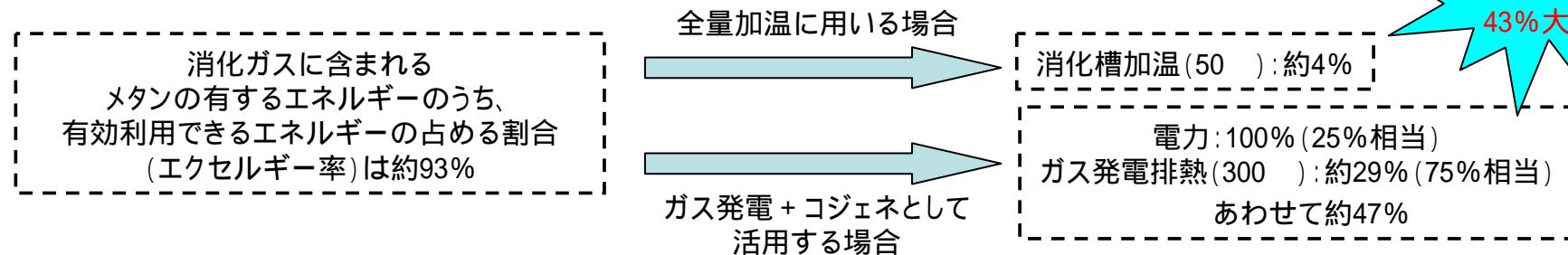
< 消化ガスの利用の規範 >



< 消化ガスを加温に用いる理由 >

- ・特に規模の小さい下水処理場において、消化槽の加温に必要な熱量が比較的多く必要となっており、ガス発電の排熱だけでは供給できない
- ・下水汚泥の集約化等により、消化槽の規模を大きくすることで、必要な熱量を相対的に減少させることが可能

< 消化槽の加温によるエネルギー損失(エクセルギー損失) >

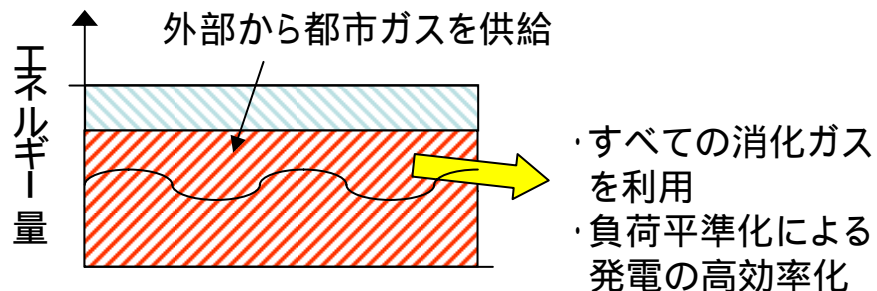
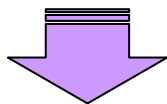
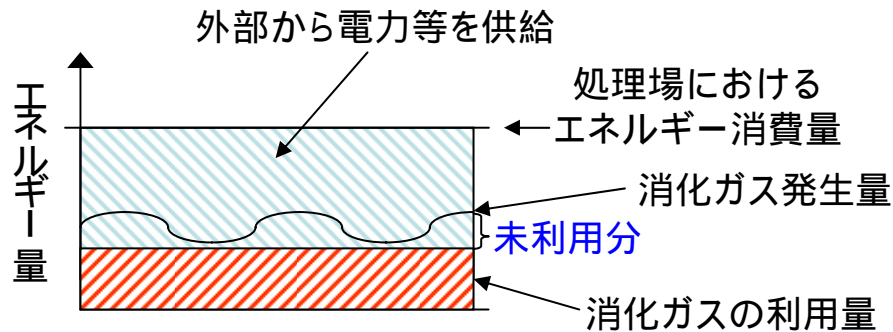


下水道ポテンシャルの有望な利用技術
 【下水汚泥】 3. 都市ガスと組み合わせた大容量発電

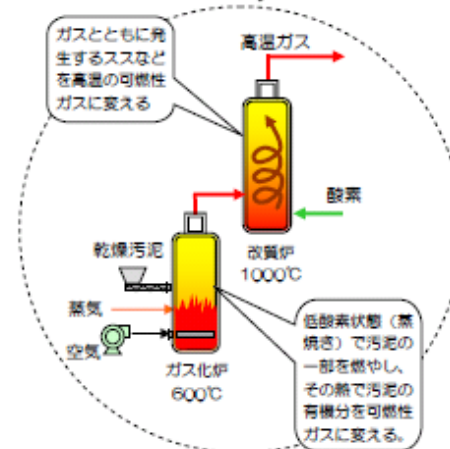
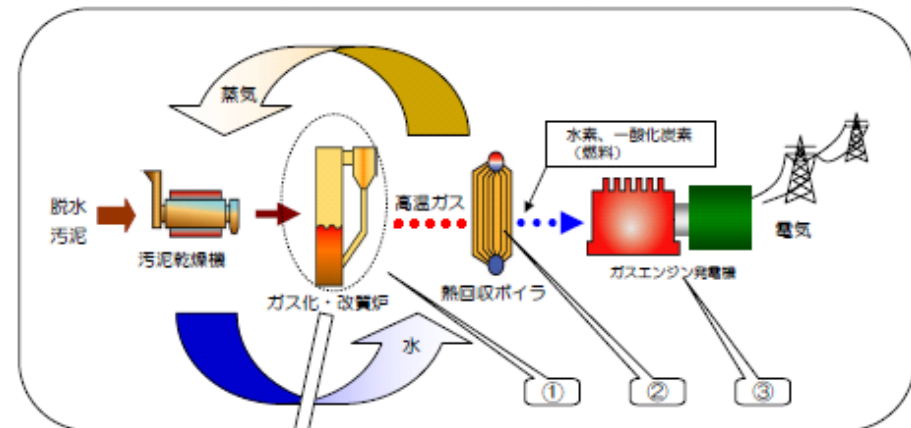
消化ガス発生量の季節変動を都市ガスとの組み合わせにより平準化することで、すべての消化ガスを完全に利用した大容量発電を実現

消化に加え、下水汚泥に水蒸気を吹き込みガス化・改質することで、下水汚泥中の有機分を全量ガス化し、有効利用を図る

消化ガスと都市ガスとの組み合わせ



下水汚泥のガス化発電のイメージ(東京都)



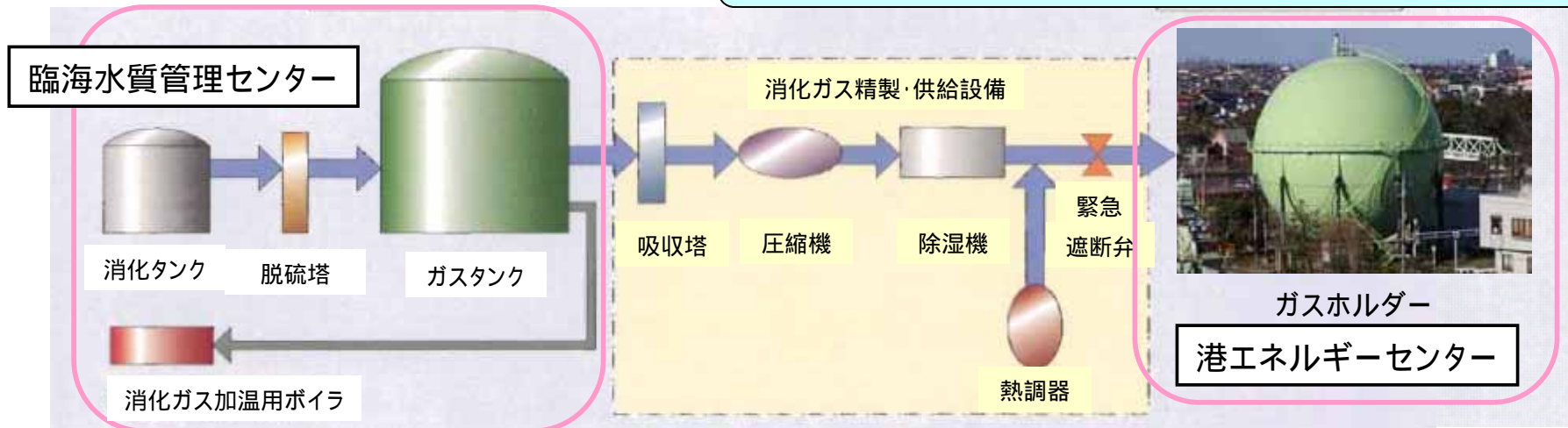
- 汚泥のガス化発電のしくみ
- ① 脱水汚泥を乾燥させた後、ガス化・改質炉(600~1000℃)で蒸し焼きにし、有機分を高温の可燃性ガス(水素や一酸化炭素)に変える。
 - ② 高温の可燃性ガスからガス化・改質に必要な熱を回収し、高温蒸気を生じさせ、汚泥乾燥機の熱源として使用する。
 - ③ 熱を回収されたガスは、ガスエンジン発電機の燃料(水素、一酸化炭素)として使用する。

下水道ポテンシャルの有望な利用技術
 【下水汚泥】 4. 消化ガス精製技術によるグリーンエネルギーの地域供給

地域のエネルギー需給構造を踏まえ、消化ガスをカーボンニュートラルな都市ガス原料やCNG車の燃料として地域に供給し、地域全体の省CO2を達成

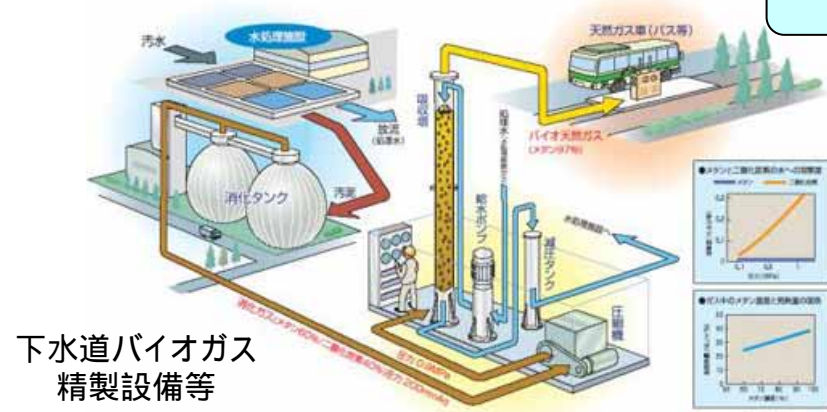
金沢市の事例

消化ガスを精製し(CH₄:90%)、隣接する都市ガス工場へ供給
 都市ガスへの混入率は約1%



神戸市の事例

消化ガスを精製し(CH₄:98%)、天然ガス自動車の燃料として供給
 乗用車約700台分の燃料を供給する計画



精製したバイオガスをCNG車の燃料として供給

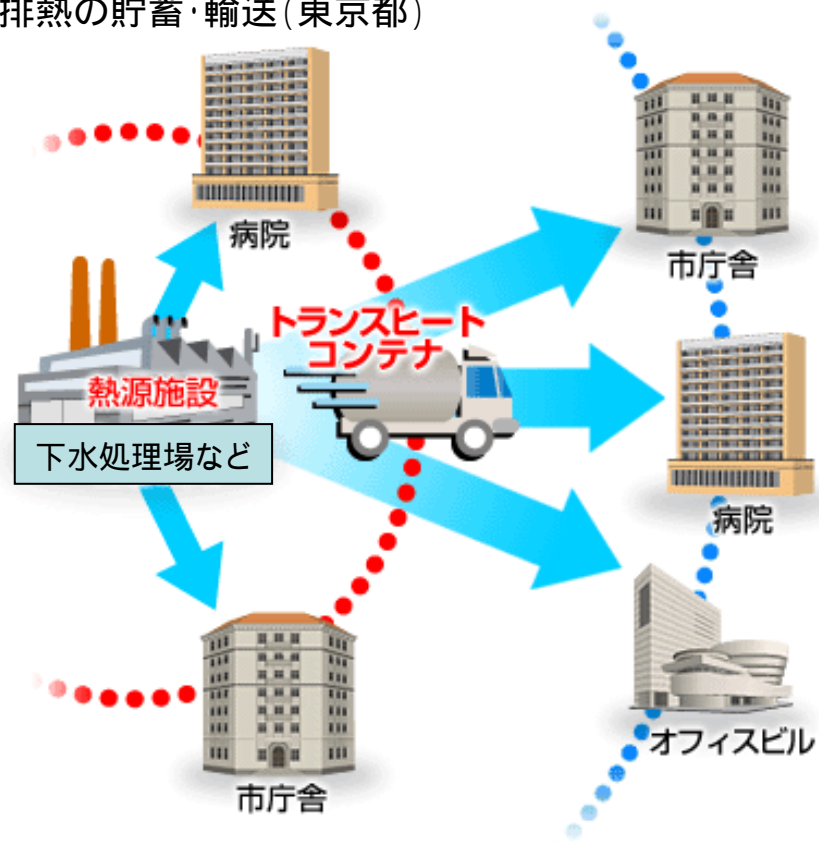
【下水汚泥】 5. 地域と一体となった排熱循環利用のさらなる発展(貯蓄・輸送技術)

汚泥焼却時の中温排熱(約200)や低温排熱(約50)については、地域内の暖房・給湯等の熱需要に対して供給することで、グリーンエネルギーの地域供給を達成

トランスヒートコンテナとは、潜熱蓄熱材をタンクに貯蔵し、コンテナ車などの陸上輸送により、広範囲に熱を供給するシステム

これを活用することにより、下水処理場等で再利用が困難なため捨てられていた排熱を効率よく回収し、離れた需要先まで供給し、地域全体の熱需給の効率化を達成

トランスヒートコンテナによる排熱の貯蓄・輸送(東京都)



下水道ポテンシャルの有望な利用技術
【下水汚泥】 6. 石炭代替製品としての固形燃料化

汚泥中の有機分に着目し、汚泥燃料として再資源化し、火力発電所等におけるカーボンニュートラルな石炭代替燃料として利用することで、地域全体の省CO2を達成

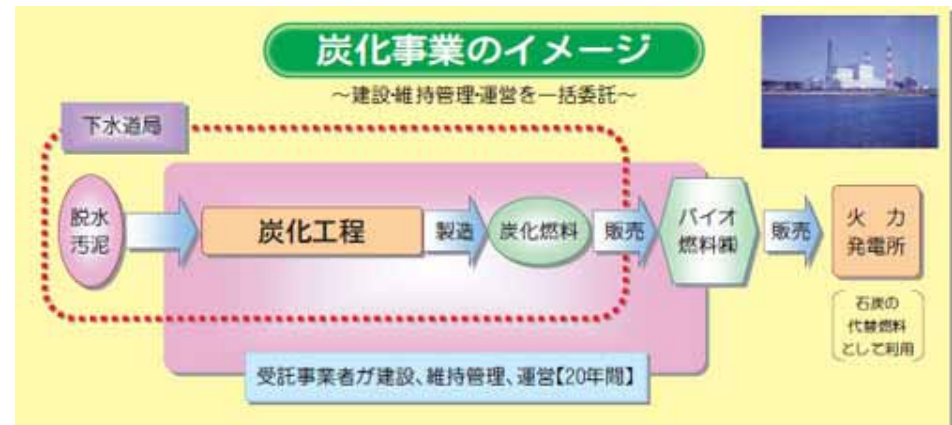
例えば、福岡県御笠川浄化センターで脱水汚泥を廃食用油等に投入し、減圧・加熱の条件下で水分を蒸発させ、火力発電所に燃料として供給している

また、脱水汚泥を乾燥した後、低酸素もしくは無酸素状態で蒸し焼きすることで炭化させ、燃料として電力会社等に供給することが可能

油温減圧乾燥装置(福岡県御笠川浄化センター)



炭化汚泥の事業イメージ(東京都)



【施設空間】 1. 下水道管きよを活用したバイオマス回収システム

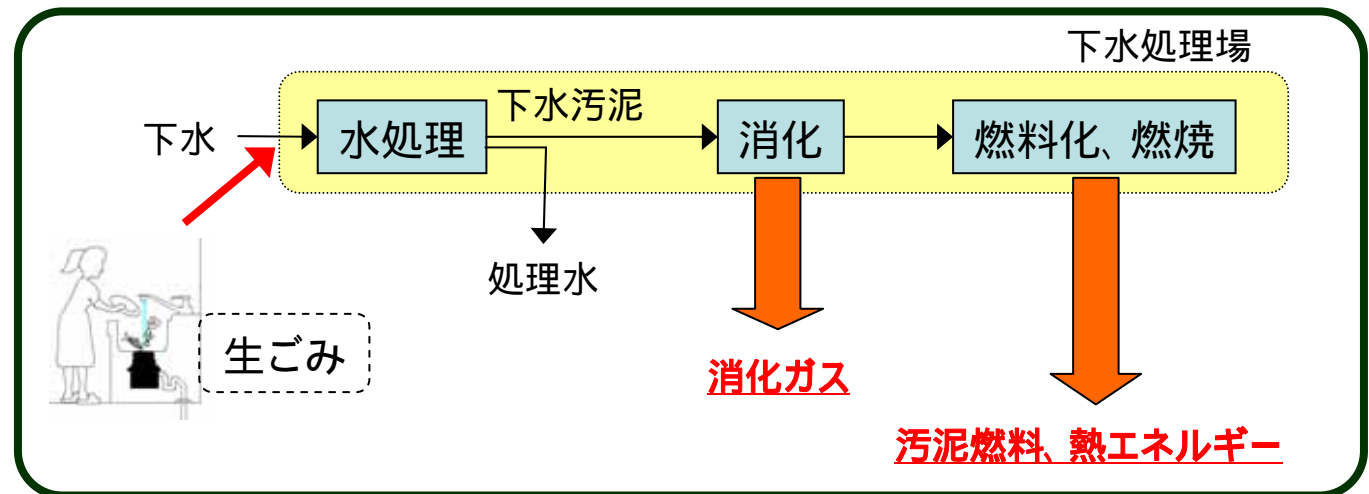
地域のバイオマスを下水処理場で一体的に回収・エネルギー化することで、資源・エネルギー循環を形成することが可能

この際、都市内に張り巡らされた管きよ網を活用し、ディスポーザによる生ゴミ回収を行い、都市域におけるバイオマス回収システムを構築

ディスポーザの外観



ディスポーザを用いたバイオマスの集約・回収システム



【施設空間】 2. 自然エネルギーの生産拠点(太陽光、風力)

下水処理場の敷地面積は全国の都市公園面積の約1割に相当する貴重なスペースであり、太陽光発電や風力発電等の導入により、自然エネルギーの生産拠点を確保

太陽光発電は、管理棟等の屋根や覆蓋を利用し、10 - 300kW級の太陽光発電が導入されているところ

風力エネルギーは、大きい風速が安定的に得られる地域においての導入が期待されており、現在、2箇所の下水処理場において風力発電が導入されている

< 太陽光発電の導入ポテンシャル >

【前提条件】

- ・下水処理場の敷地のうち、管理棟等の建物の屋根に多結晶型太陽電池を導入することを想定
- ・敷地面積に対する屋根の面積の比率: 一部の実績値より5%
- ・傾斜配置の場合の占有率: 67%
- ・太陽電池パネル1m²当たりの年間発電量: 100kWh / 年 (発電効率: 10%、システム利用率: 12%程度)

< 風力発電の導入ポテンシャル >

【前提条件】

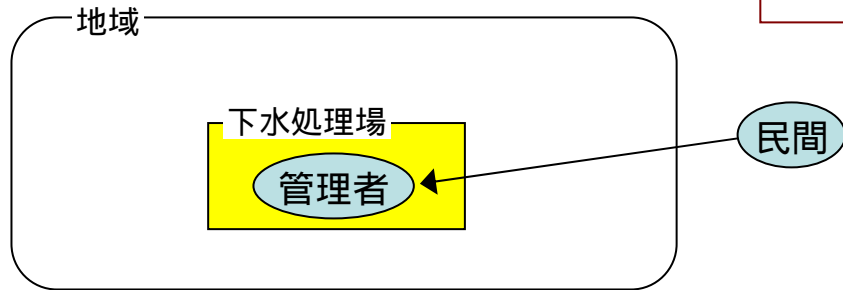
- ・下水処理場のうち、処理場が立地する市町村において風力発電が導入されている場合、当該処理場に風力発電を導入することを想定
- ・風力発電によって当該処理場の電力消費量をすべて賄えたと仮定

下水道ポテンシャルを活用した資源・エネルギー循環の事業イメージ

1. 下水処理場における民間活力の活用(下水汚泥と処理場空間の活用)

下水処理水、下水汚泥等の下水道が有する資源・エネルギーや処理場空間等の下水道ポテンシャルを民間の有するノウハウでより効果的に活用することで、処理場に必要な資源・エネルギーの供給を図るとともに、余剰分を外部で有効活用

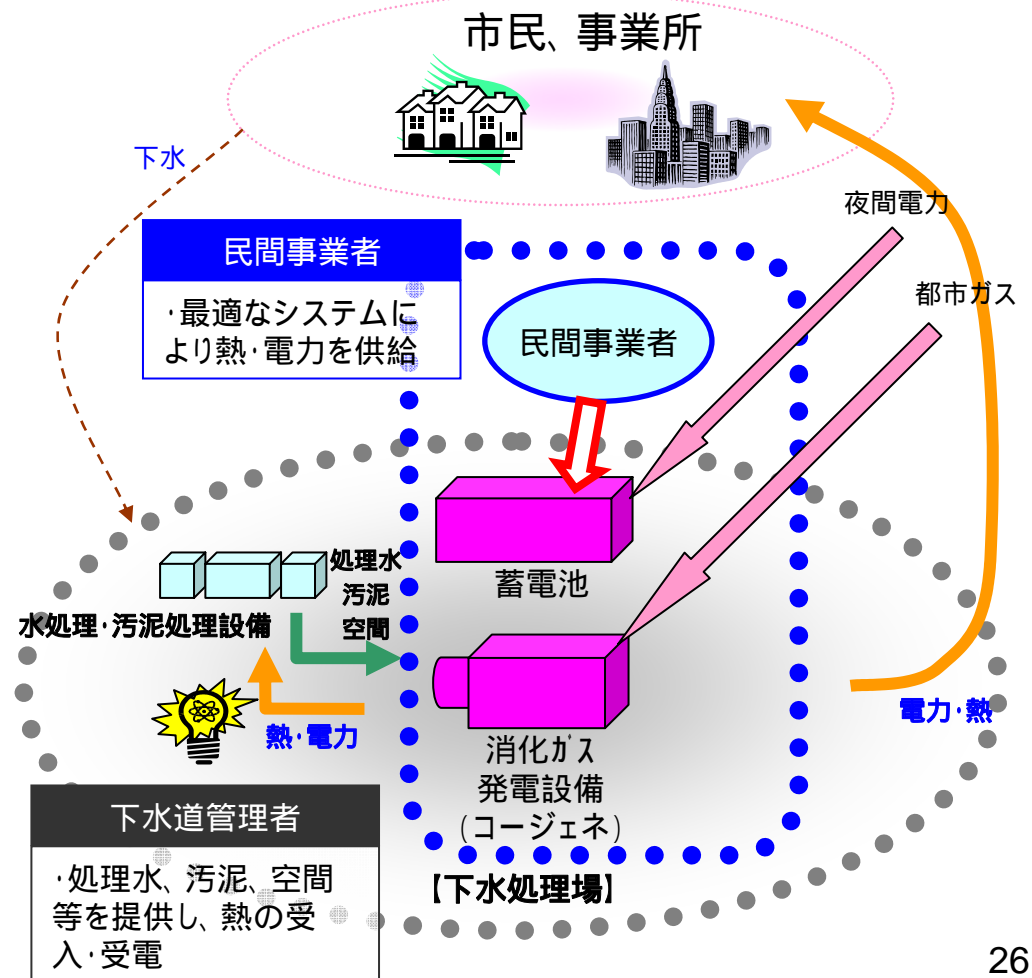
関係主体と役割分担



【民間事業者】
 資金・ノウハウの提供、施設の建設・運転管理、
 下水道管理者への資源・エネルギー供給

【下水道管理者】
 下水道ポテンシャル(水、汚泥、施設空間)の
 提供、事業スキームの作成、資源・エネルギー
 の受け入れ

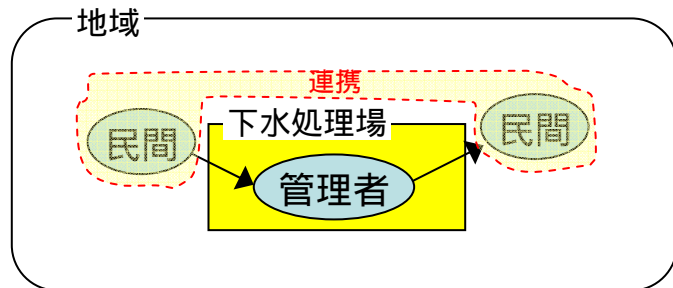
例: 消化ガスを電力・ガス等と組み合わせて高効率にエネルギーを回収・供給する等、エネルギー調達を工夫して環境負荷を低減



2. 地域における民間活力の活用(民間活力の活用によるグリーンエネルギーの創出)

下水道ポテンシャルと、民間事業者の有するバイオマス等の資源・エネルギーや発電施設等の資源・エネルギー転換施設等のポテンシャルを一体的に活用することで、地域における効果的な資源・エネルギー循環システムを構築

関係主体と役割分担



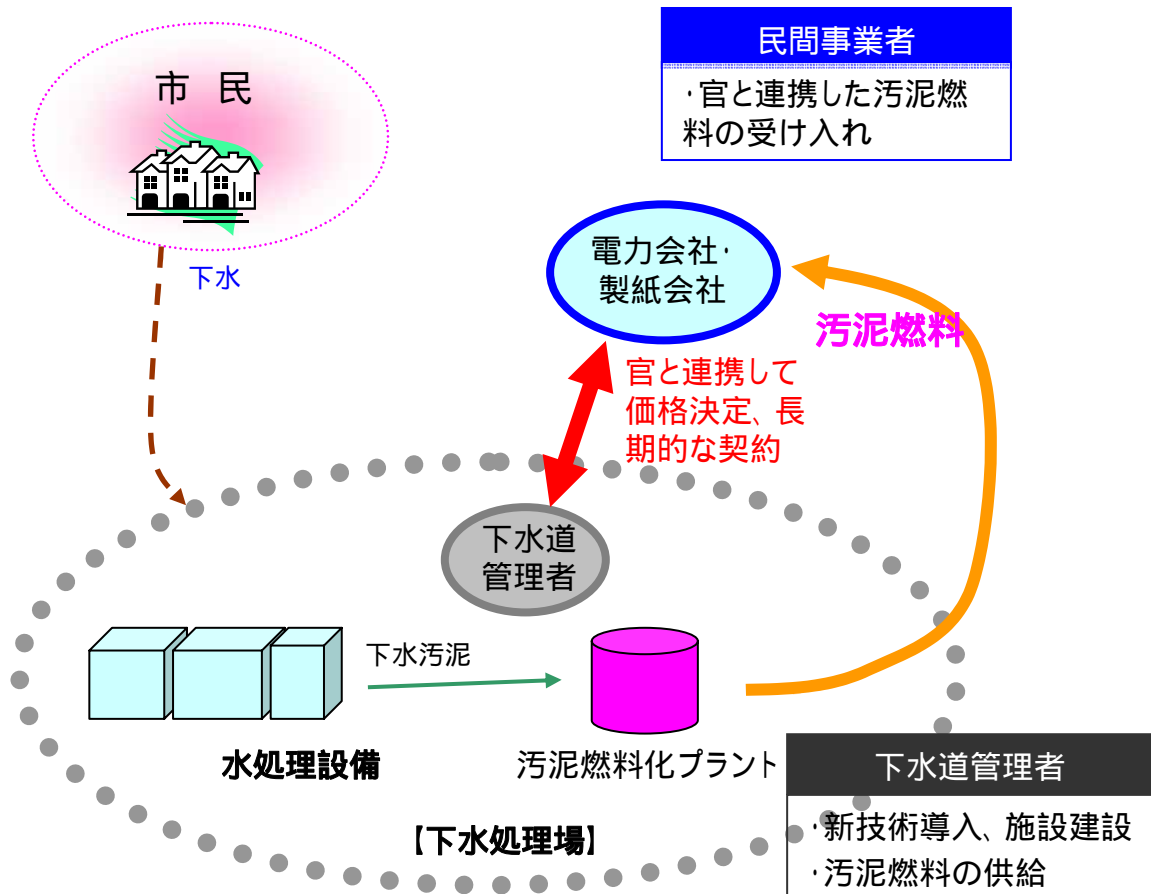
【民間事業者】

資源・エネルギーの提供、資金・ノウハウの提供、施設の建設・運転管理、下水道製品の利用

【下水道管理者】

下水道ポテンシャル(水、汚泥、施設空間)の提供、事業スキーム(PFI等による技術提案・評価・調達制度等)の作成

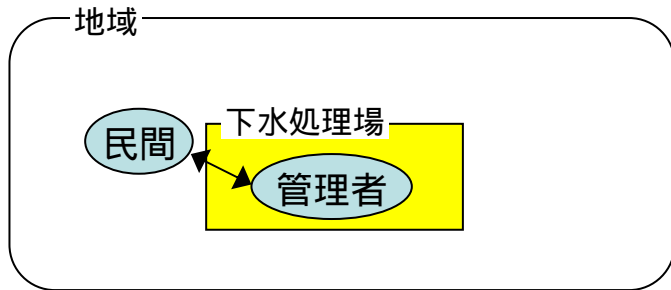
例: 民間事業者と連携し、下水汚泥燃料の売却・利活用により、資源の循環利用を実現



3. 地域における民間事業者等との連携(下水道の価値ある資源の循環利用)

地域において下水処理水、下水汚泥等の有する資源・エネルギーポテンシャルを活用した製品や原材料を利用する民間事業者と下水道管理者が新技術の開発・導入等を含めて協力・連携して、資源・エネルギー循環システムを構築

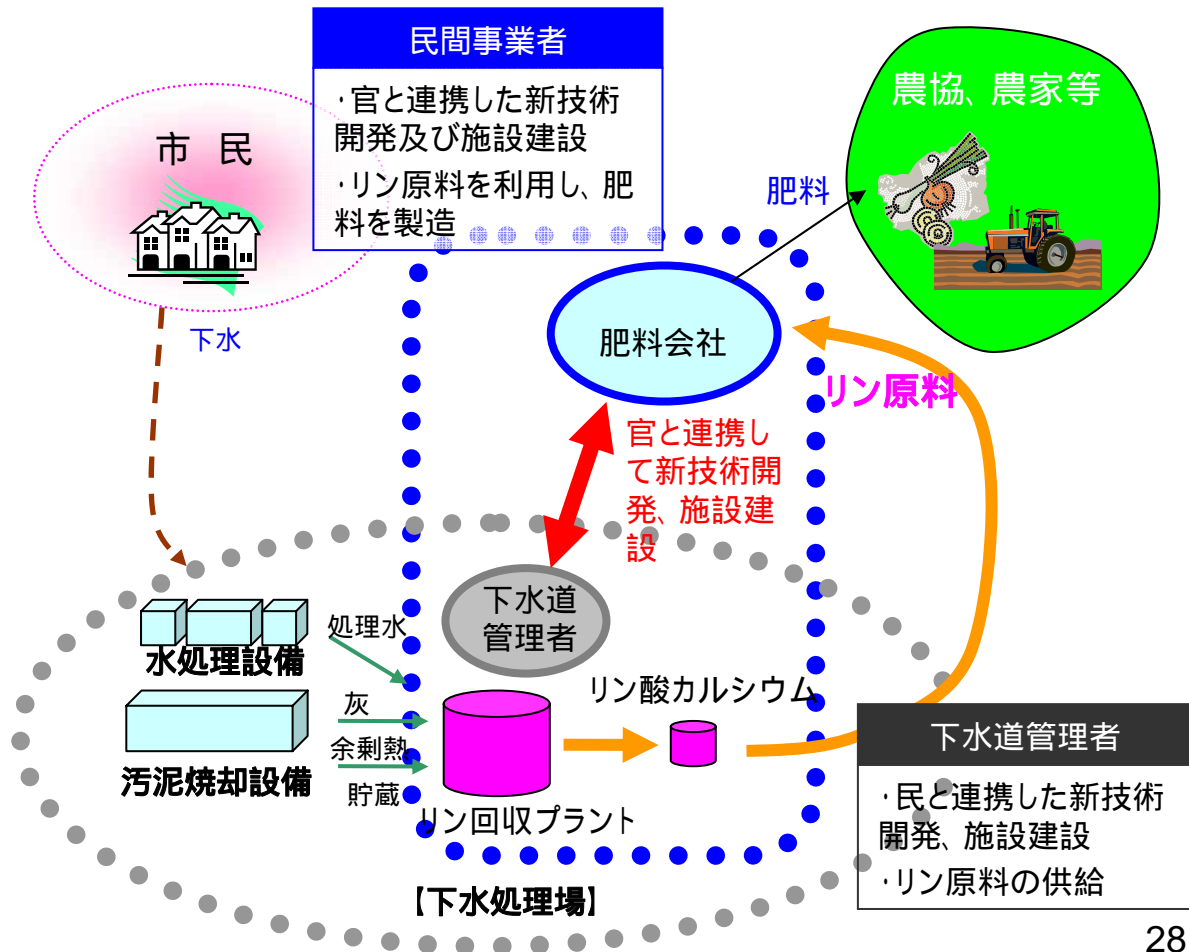
関係主体と役割分担



【民間事業者】
新技術の開発・導入(下水道管理者と協働)、
下水道製品・原材料の利用

【下水道管理者】
新技術の開発・導入(民間事業者と協働)、下
水道製品・原材料の製造

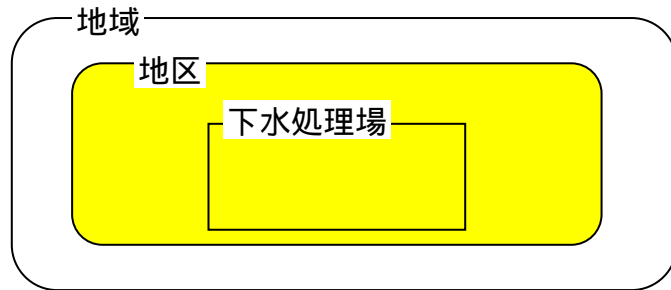
例: 民間事業者と連携し、下水汚泥焼却灰からのリンの回収・利用に係る新技術の開発・導入を共同で行うことにより、資源の循環利用を実現



下水道ポテンシャルを活用した資源・エネルギー循環の事業イメージ
 4. 地区内の各主体との連携 (都市における熱・エネルギー需給のマッチング)

再開発や地区計画内の地区等において、資源・エネルギーの需要と供給に関わる各主体が互いに連携し、各主体が使用するあるいは有する資源・エネルギーに関する情報をもとに、共通認識を持った上で、各主体間における効率的な資源・エネルギー循環システムを構築

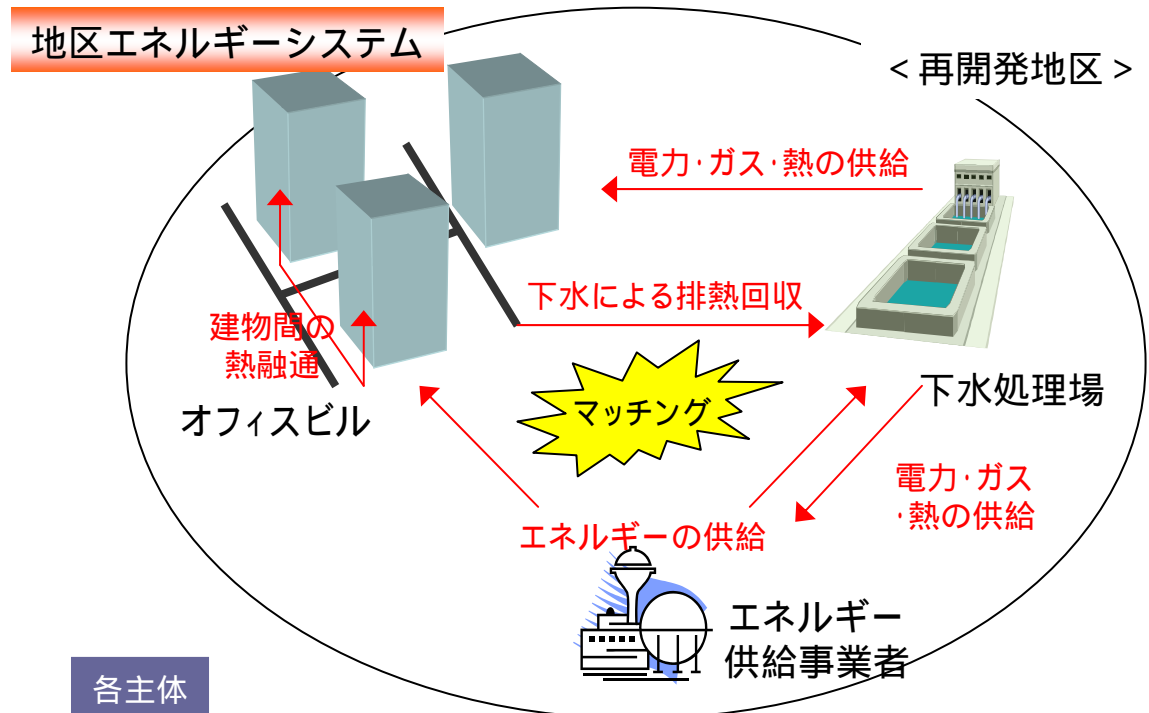
関係主体と役割分担



【各主体(下水道管理者を含む)】
 資源・エネルギーの需要・供給に関する情報の開示、需給システムの構築、必要な費用の負担

特に、下水道管理者は下水道がポテンシャルを有していることに留意し、枠組みづくりや基盤整備に積極的に貢献する

例:再開発地区において、下水道管理者が関係する民間事業者等と連携して、下水熱等の下水道のポテンシャルも含めた熱・エネルギー需給の最適化を図り、効率的な熱・エネルギー循環システムを構築



各主体

- ・熱・エネルギーの需給に関する情報開示
 - ・共同して熱・エネルギー需給マップ作成
 - ・システム構築に向けた施設整備又は応分の負担
- (下水道管理者は、下水道ポテンシャル情報の開示、熱・エネルギー需給マップ作成への主体的参画、熱・エネルギーの受入・供給施設の整備)

5. 住民・事業者が一体となった取り組み(地域が一体となったバイオマス循環の推進)

住民、事業者及び行政が一体となって、市全域全体等における資源・エネルギーマップを作成するなど、資源・エネルギーの状況に関する共通認識を持った上で、下水処理場を核とした地域の資源・エネルギー循環計画を作成し、地域の最適解となる資源・エネルギー循環システムを構築

関係主体と役割分担

地域(自治体)

下水処理場

【各主体】
持続的なシステム構築への協力、環境負荷の排出に応じた負担

【行政(下水道管理者を含む)】
下水道及び他の行政施設のポテンシャルに関する情報の開示、主体的な計画策定、施設の整備・運転管理

特に、下水道管理者は下水道がポテンシャルを有していることに留意し、枠組みづくりや基盤整備に積極的に貢献する

例: 住民、事業者と行政が一体となってバイオマス循環計画を策定し、下水処理場で生ごみ等を受け入れ、地域で利用可能な資源として再生し、地域に還元

