

# 変革期にある日本の下水道事業の方向性

～横浜市経営計画の方向性を踏まえて～



東京大学大学院工学系研究科・都市工学専攻  
下水道システムイノベーション研究室  
加藤 裕之

## 自己紹介 経歴

1960年横浜生まれ、聖光学院高等学校、早稲田大学大学院理工学研究科(都市計画)修了後、昭和61年4月建設省下水道部に入省、その後、滋賀県下水道課長、日本下水道事業団計画課長、国土交通省下水道部下水道事業調整官、流域管理官、下水道事業課長等を歴任し退職、(株)日水コン・技術統括フェローを経て、

令和二年4月より東京大学大学院都市工学専攻下水道システムイノベーション研究室特任准教授

博士(環境科学・東北大学)



主な著書

1. コンセプト下水道
2. フランスの上下水道経営 代表執筆者2020.5
3. 新しい上下水道事業 再構築と産業化 2018.8.
4. 3.11東日本大震災を乗り越えろ「想定外」に挑んだ下水道人の記録 2013.2

# 横浜下水道のはじまり (1872~)



## 関内居留地下水管敷設図 (明治32年)





# 横浜下水道のはじまり





# 都市浸水対策の基本的な考え方 と先進都市・横浜の取り組み

# 都市浸水対策における基本コンセプト

ハードとソフト(水位主義、情報)

選択と集中(特定地区)

受け手主体の目標設定(複数目標)

既存ストック活用

(流域治水・民間施設・グリーンインフラ)

# 総合治水対策の効果（2014年10月6日台風18号）

## 過去最大の洪水調節実績

### ➤ 鶴見川多目的調整地

約154万 $m^3$ を貯留



### ➤ 新羽末広幹線

約75万 $m^3$ を貯留



洪水調節時は内径8.5m  
の幹線管きよが**満水**

平常時



洪水調節時（10月6日午後3:00頃）



# 横浜駅周辺における浸水対策 (整備水準レベルアップに向けた整備)

## 地下街を有したセンターゾーン

- ✓ 30年に1回程度の降雨 (74mm/hr) に対する整備
- ✓ 将来目標は、50年に1回程度の降雨 (82mm/hr) に対応



# 横浜駅周辺における浸水対策 (官民連携の浸水対策)



# (事例)

全国第1号案件が2020年6月に開業 (JR横浜タワー)



雨水貯留施設 (地下)

# 横浜駅周辺の**水位情報**の提供

- 横浜駅周辺地区の下水道管内（4か所）の水位情報を発信
- リアルタイムの情報を提供

横浜市下水道水位情報  
Sewer Water Level Information of the City of Yokohama

TOP 水位情報 よくある質問 注意事項 リンク

緊急なお知らせ  
お知らせはありません。

お知らせ  
お知らせはありません。

水位情報(エリア表示)

水位情報

下水道から溢れる恐れがある場合に  
注意喚起が表示されます

マンホール内の水位に連動して  
色が変わります



# 計画を上回る降雨への対応 ‘(グリーンインフラの活用)’

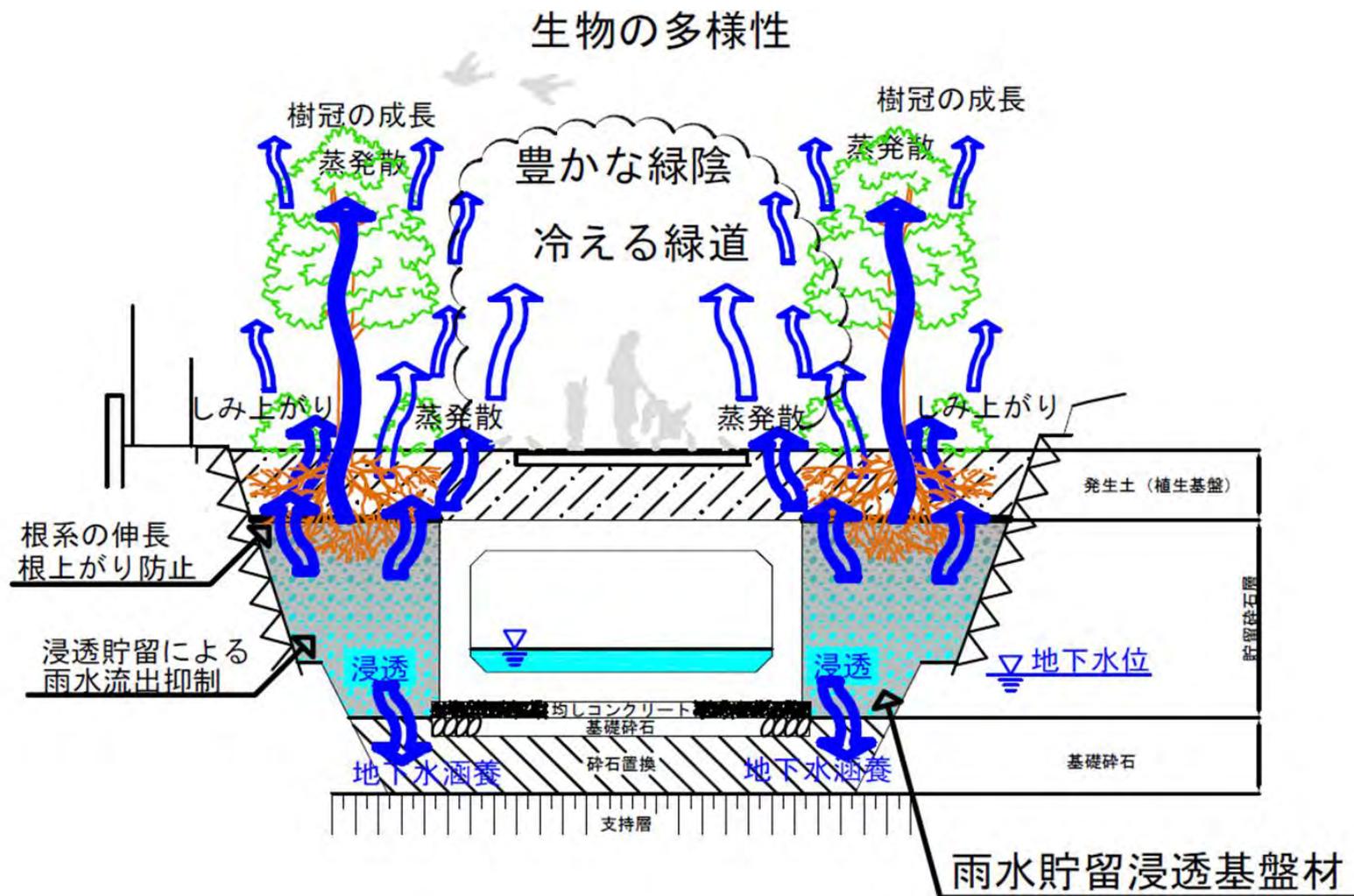
## グリーンインフラとは…

自然環境が有する多様な機能を  
社会の様々な課題解決に活用する考え方



# 具体的な取組事例（帷子川プロムナード計画）

## 冷える緑道（ヒートアイランド現象の軽減）



日本の下水道界の  
これまでの調和・構造の  
**「脱構築」**

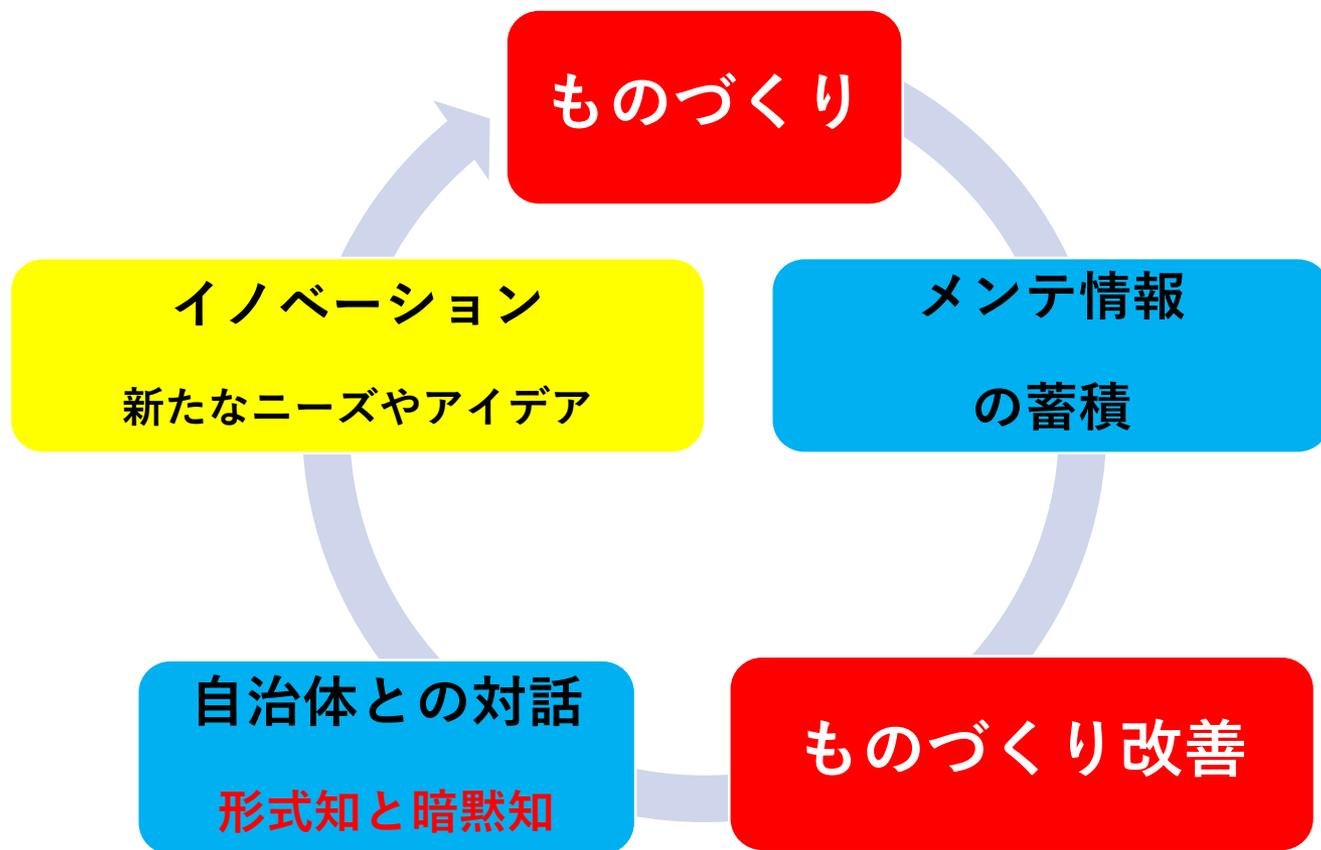
と

**「新たな調和」**

につなぐもの

# ①維持管理起点、「もの」から「コト」へ

→新たな「ものづくり」のマネジメントサイクル



## 知識・ナレッジのマネジメント

### 「分業制」水業界の組織構造の限界

## ② 「多様化・分野拡大」のポテンシャルの増大

# 平常時、非常時を含めた 「都市経営の中核」の地域独占事業



高橋さんのすこやか Sweet! アスパラ

栽培が楽しい！経費も大幅削減！！  
平成24年から肥料を使い、毎年よくなっている！  
収穫や品質がアップし安定。農薬をほとんど使わなくなり、苦味が減り甘みが増え、料理店のシェフからは生で出せると大絶賛！雑草も生えなくなり除草の手間なし。今年の春芽（最高値時期）では、収穫が大幅にアップしました。後継者も育っています。

生産者 高橋 恵子さん



### 放流先の 海苔養殖が 好調



佐賀市のエネルギー・農業・水産そして豪雨対策に貢献する下水道

## 「水環境の番人」から「地球インフラ」へ



# 下水道がトレードオフの解決に貢献

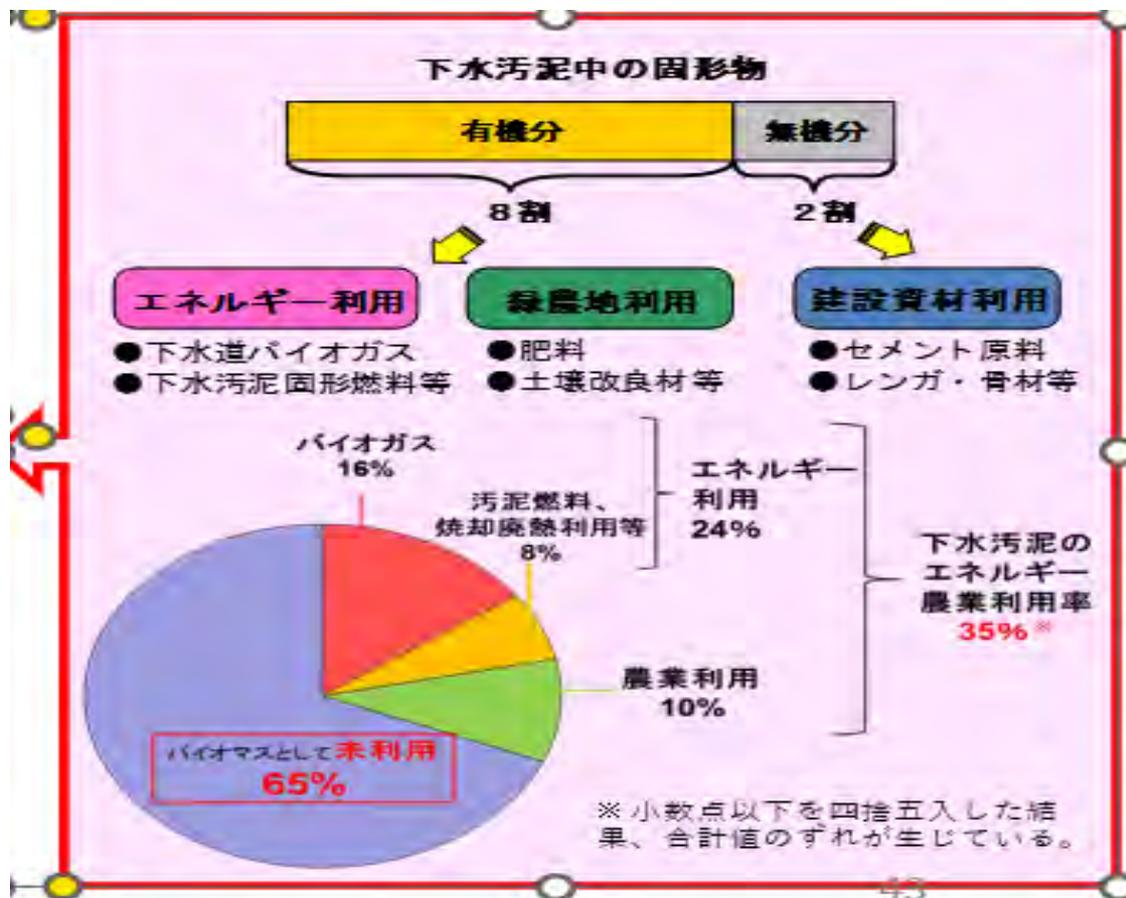


# 下水道における 低炭素政策の分析

エネルギー問題と下水道

# 2030年に「バイオマスリサイクル率」を50%へ閣議決定された・バイオマス活用基本計画

## 創エネ ≧ 省エネ



# 1.地域の活性化・強靱化に貢献する循環システムの構築

- (1) 地方公共団体実行計画等における下水道の施策と削減目標の設定
- (2) 案件発掘から施設整備まで一体的・集中的な支援
- (3) 環境省と連携した地域バイオマスや廃棄物処理システムとの連携
- (4) 関係省庁が連携した予算支援や地方財政措置の充実

## 課題認識と考えられる議論の方向性

- 実行計画に**下水道が位置付けられていない**
- 環境省予算活用と廃掃法手続きの限定的な簡素化
- 下水道財政だけに頼らない各省予算及び及び重点化とペナルティ、資金的にはESG投資的な金融政策の活用**
- その他

## 2.効率的なエネルギー利用と良好な水質確保との両立

- (1) 流域の水環境状況や人口減少、エネルギー消費を踏まえた水質管理・処理方法の選定※
- (2) 省エネ診断に基づく処理規模・方式に応じた技術の普及促進
- (3) ICT・AI等も活用した効率的な運転管理の実施促進
- (4) 汚泥焼却に伴う $N_2O$ 排出の抑制促進
- (5) 水処理工程での $N_2O$ 、 $CH_4$ の排出メカニズム・対策の研究※

### 課題認識と考えられる議論の方向性

- 水質から地球環境の視点への拡張※二軸とか
- 省エネ診断の促進と診断者の確保
- 全国一律水質基準の限界
  - 水質のローカルスタンダード
  - 有明海・瀬戸内の季節別管理の延伸か
- DX、中長期的研究課題その他

### 3.取組の加速化・連携拡大に向けた環境整備

- (1) 具体化、数値化、客観化、標準化等によるポテンシャル・取組の「見える化」
- (2) 知見の共有・人材育成
- (3) 社会全体の削減に資する貢献の追求と評価
- (4) 農林水産省、地方公共団体農政部局等との連携による汚泥の肥料利用等の促進
- (5) PPP / PFI等の積極的な推進

課題認識と考えられる議論の方向性

○国による全国処理場の評価・公表

○地域他分野、地域外貢献効果の算定方法

○汚泥肥料のJAからの情報発信等、農業政策との連携

○DBO等の促進ほかPPPの推進※三位一体

## 4.脱炭素化を支えるシステム・技術のイノベーション

- (1) カーボンニュートラル地域モデル実証処理場の整備
- (2) 下水道の脱炭素化に資する技術・資器材の認証、省エネ・創エネ仕様などの検討による導入加速
- (3) 技術開発の重点化
- (4) 研究開発インキュベーション整備等オープンイノベーションによる技術開発の加速\*

## 5.本邦技術の競争力強化と戦略的な国際展開

- (1) 国際標準化活動等による本邦優位技術の展開促進
- (2) 官民協議会等を活用した戦略的な国際展開

41

### 課題認識と考えられる議論の方向性

- モデル処理場の選定基準
- オープンイノベーションと企業体質
- システム全体の視点と長期構想計画の必要性。  
※部分改修の繰り替えし
- 広域化の発想の欠如
- マネジメント時代における提案社の業務効率性と  
新技術導入の勉強が不十分・・・誰の？

# 地球のための「地域づくり」

持続には、グローバルとローカルの二つの視点が必要

- 地球温暖化対策計画の2030年度目標達成及び2050年カーボンニュートラルの実現に向け、下水道施設自体の省・創・再エネ化を進める。また、多様な主体と連携を進めることによって、下水道が有するポテンシャルを最大活用し、スケールメリットはもちろん、これにとどまらず下水道を拠点とした新たな社会・産業モデルを創出するなど、環境・エネルギー分野の新展開、まちづくりや国際社会の脱炭素化、地域の活性化・強靱化等を牽引することが可能になる。これからの我々の社会を脱炭素・循環型へと転換することを先導する「グリーンイノベーション下水道」が下水道事業の目指すべき姿である。



低炭素の目標(脱炭素量、エネルギー自立率など)は、

下水道普及率に代わる、  
統一目標として

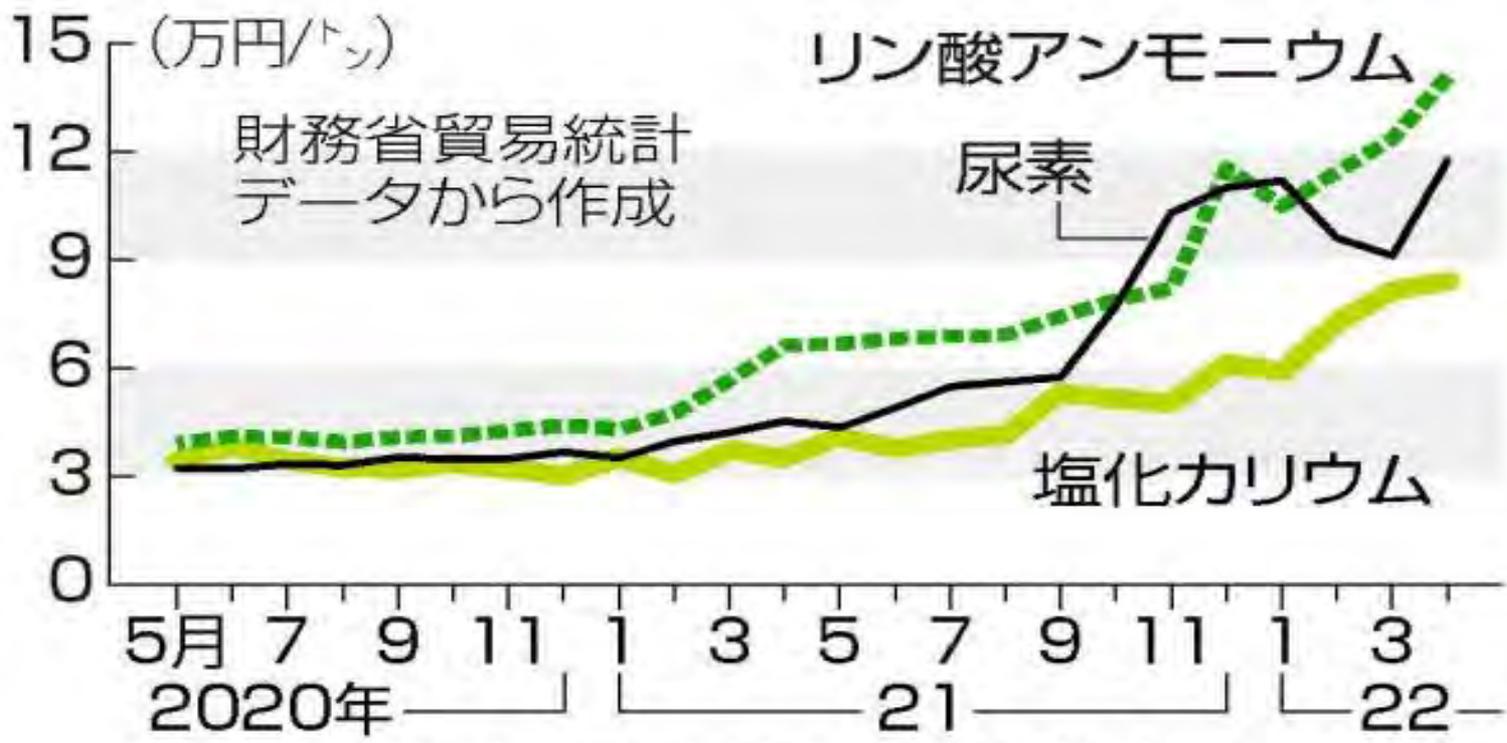
日本の下水道を牽引するか!

下水道と食

～ビストロ下水道～

地域資源循環の普及と食

料安全保障



肥料原料の輸入価格推移<sup>1)</sup>

**化学肥料代替としての環境負荷低減 + 炭素貯留効果**

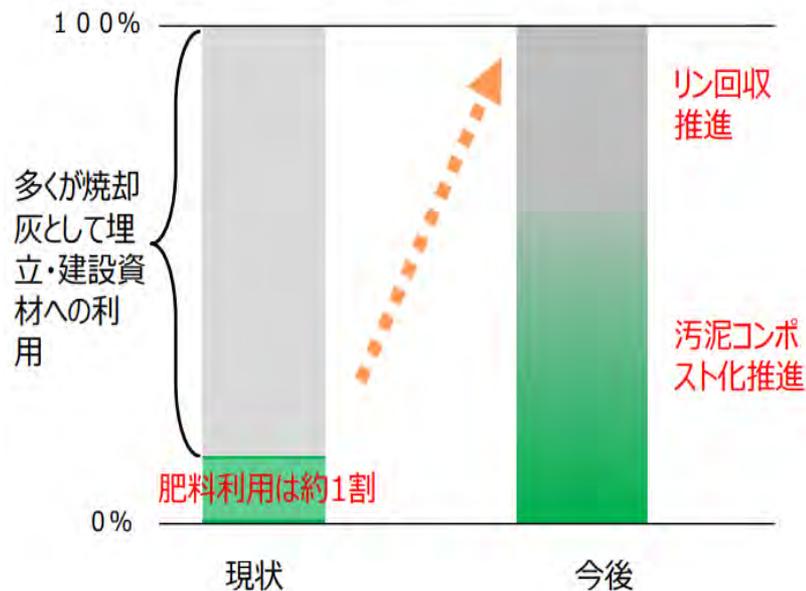
# 食料安定供給・農林水産業基盤強化本部

更新日：令和4年9月9日 | 総理の一日

[ツイート](#) [シェアする](#)



## 【下水汚泥の肥料利用の状況】



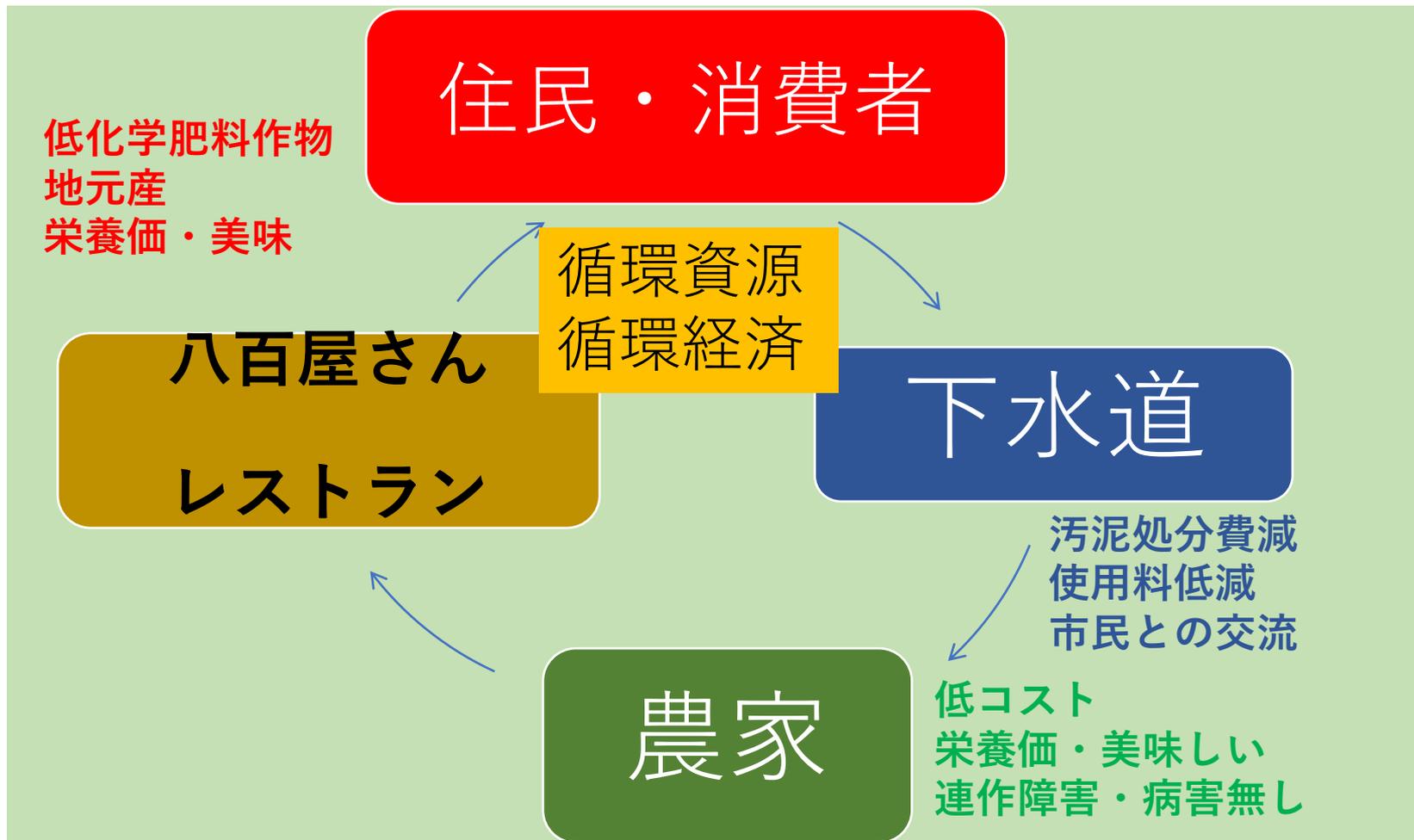
また、喫緊の課題である食料品の物価高騰に緊急に対応していくため、本日示された今後の検討課題のうち、次の課題について、農林水産大臣を中心に、来年に結果を出せるよう、緊急パッケージを策定してください。

一つ目が、下水道事業を所管する国土交通省等と連携して、下水汚泥・堆肥等の未利用資源の利用拡大により、グリーン化を推進しつつ、肥料の国産化・安定供給を図ること。

二つ目として、小麦・大豆・飼料作物について、作付け転換支援により、国産化を強力に推進すること。

三つ目として、食品ロス削減対策を強化し、食品へのアクセスが困難な社会的弱者への対応の充実・強化を図ること。」

# 成功の仕組みは「三方良し」





時計の針は、戻らない

PPP と DX

# 私が見るDXの特長 ⇒牛丼

- 早い = 高速 空間/時間
  - 安い = 低コスト化
  - うまい = 高品質・付加価値
- ★お肉は知識、これを美味しく料理

目的は、「人」と「社会」  
の笑顔、幸せ



# DXの農業部門活用によるイノベーション

## Value

過酷な農業から「楽ちん」農業へ  
労働者から知的で高収益農業のCEOへ業態変革

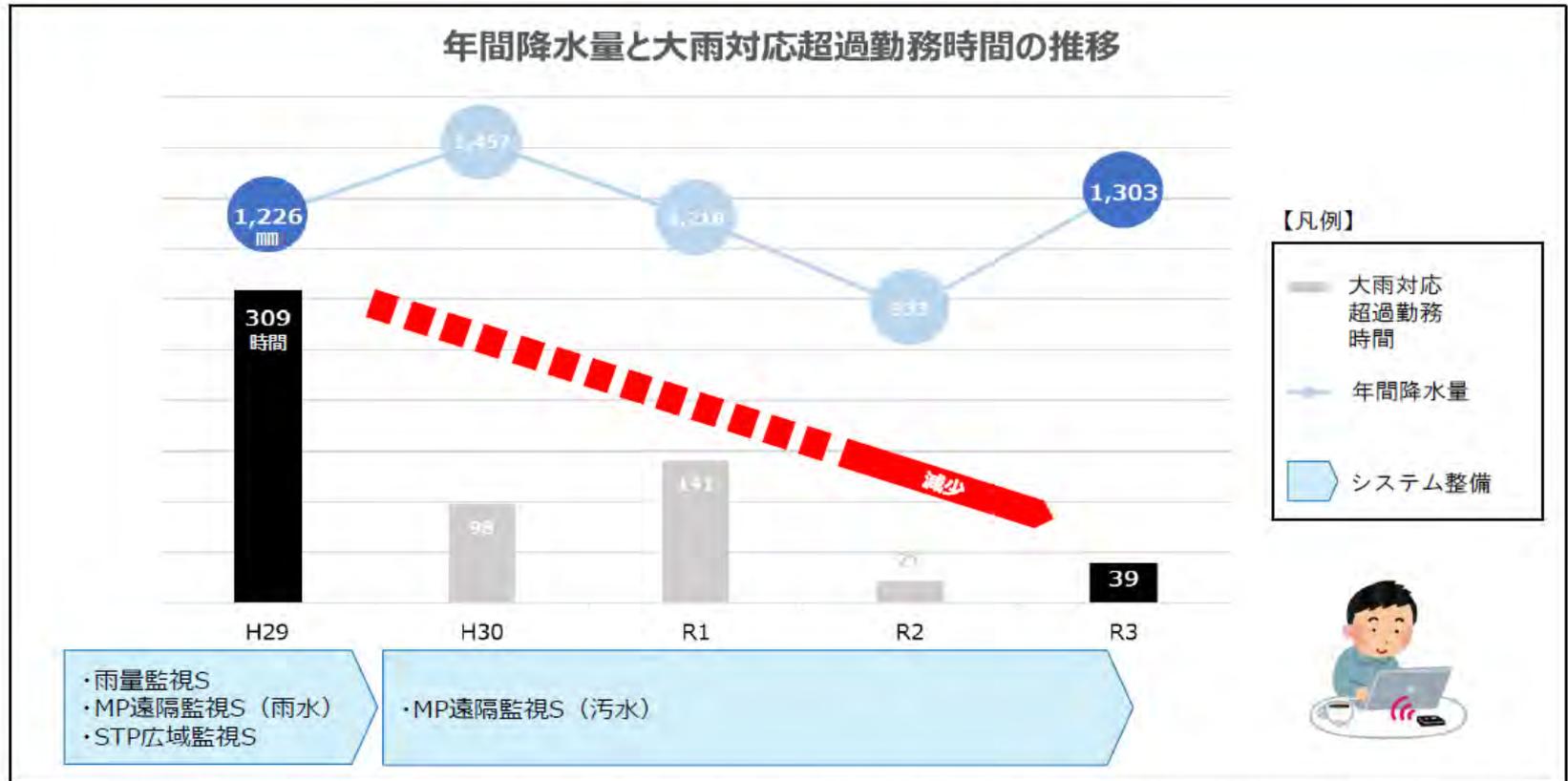
## 効率性・楽ちん

作業の自動化・データ収集の自動化と解析・予測



# 誰の、どんな「幸せ」のためのDXか？

## 4.クラウドシステムの導入効果（大雨対応事例）



降雨強度や時間帯等により大雨対応の状況は異なるが、大雨状況や施設影響を確認するパトロール（情報収集）が遠隔からリアルタイムで行えるようになったことで超過勤務時間が大幅に減少した。特に休日や夜間の業務負担を軽減できた効果が大きい。



# 人とAIの協働

ブラックボックス  
⇒ オープン・透明性

自治体事業

民営化事業

フランス

ドイツ

イギリス

政策形成

環境連帯移行省

連邦環境省・連邦環境省

環境・食料・農村地域省

国土回結及び地方団体関係省

州・行政管区

規制機関

- 事業免許交付や料金査定等
- 上水水質や放流水質の規制や監視

地域保健局(上水水質)

州の水管理局(上水道)

Ofwat(料金上限査定)

州の保健当局(上水水質)

飲料水検査官(上水水質)

水警察(放流水質)

州の下水道当局(下水道・放流水質)

環境庁(放流水質)

事業主体

- 日本の事業認可に相当する権限を法律や条例によって与えられている
- 需要者への供給義務を有する
- 需要者との間で直接的な契約関係にある
- 料金決定を行う

(根拠) 地方自治法

公営

- 基礎自治体(コミュン)
- コミュンによる事務組合や広域連合体
- 公社(商工業的公施設法人、EPIC)

(根拠) 各州の自治法、水法、各基礎自治体の給水条例)

公営

多数

民営

少数

- 基礎自治体、公法上の法人・組合又はシュタットベルケ
- (公100%又は多数出資会社)

シュタットベルケ  
(民多数出資)

(根拠) 水産業法

公営

民営

【スコットランド、北アイルランド】  
政府出資会社

【イングランド、ウェールズ】  
上下水道会社  
(民間企業)

運営主体 (事業主体と異なる場合)

- 日本の運営権事業の運営権者に相当
- 事業主体との間で長期包括的な契約関係にある

DSP契約

DSP事業者  
(官民出資会社  
や公100%会社  
含む)

料金收受あり

下水のみ  
委託契約

シュタット  
ベルケ※

料金收受なし

需要者

# フランスのDSPを支える環境と 官側の総合コンサルタント

## ・ 職員の雇用と技術継承の確保:

直営型からDSP型に変わった場合でも、労働者保護の観点から**職員の雇用の後継民間事業者への承継**が労働法典で規定されている。

(労働法L1224-1条)

相続、売却、合併、資金の転換、会社設立など、雇用主の法的状況に変化が生じた場合、変更当日に有効なすべての雇用契約は、新しい雇用主に継承される。

## ・ 自治体への支援:

自治体のDSP導入を検討にあたり、公共サービスの経営や民間委託に関する契約のチェック等、法務、財務、技術の多方面からアドバイスを行うコンサルティング会社（**自治体へのサービスに特化しており、民間企業からは受託しない**）が存在する。※当初DSPは投資不十分、汚職等の問題。

### 例) Espelia社

- ・ 1995年にフランス市長会等により創立されたコンサルティング会社。職員数約100名。
- ・ 自治体専門にコンサルティングサービスを実施。民間企業へのサービス提供は行っていない。
- ・ 株主は幹部従業員自身であり、監査役等の役割でフランス市長会などの公的機関の関係者が関与している。
- ・ 業務内容：人事・組織形態の検討/複雑な公共調達の支援（DSP, PPPなど）/プロジェクトマネジメント/調達の質に関する調査/契約・サービスの監査、モニタリング

# 自治体の経営・サービスに関する報告義務による透明性・競争性(法定)

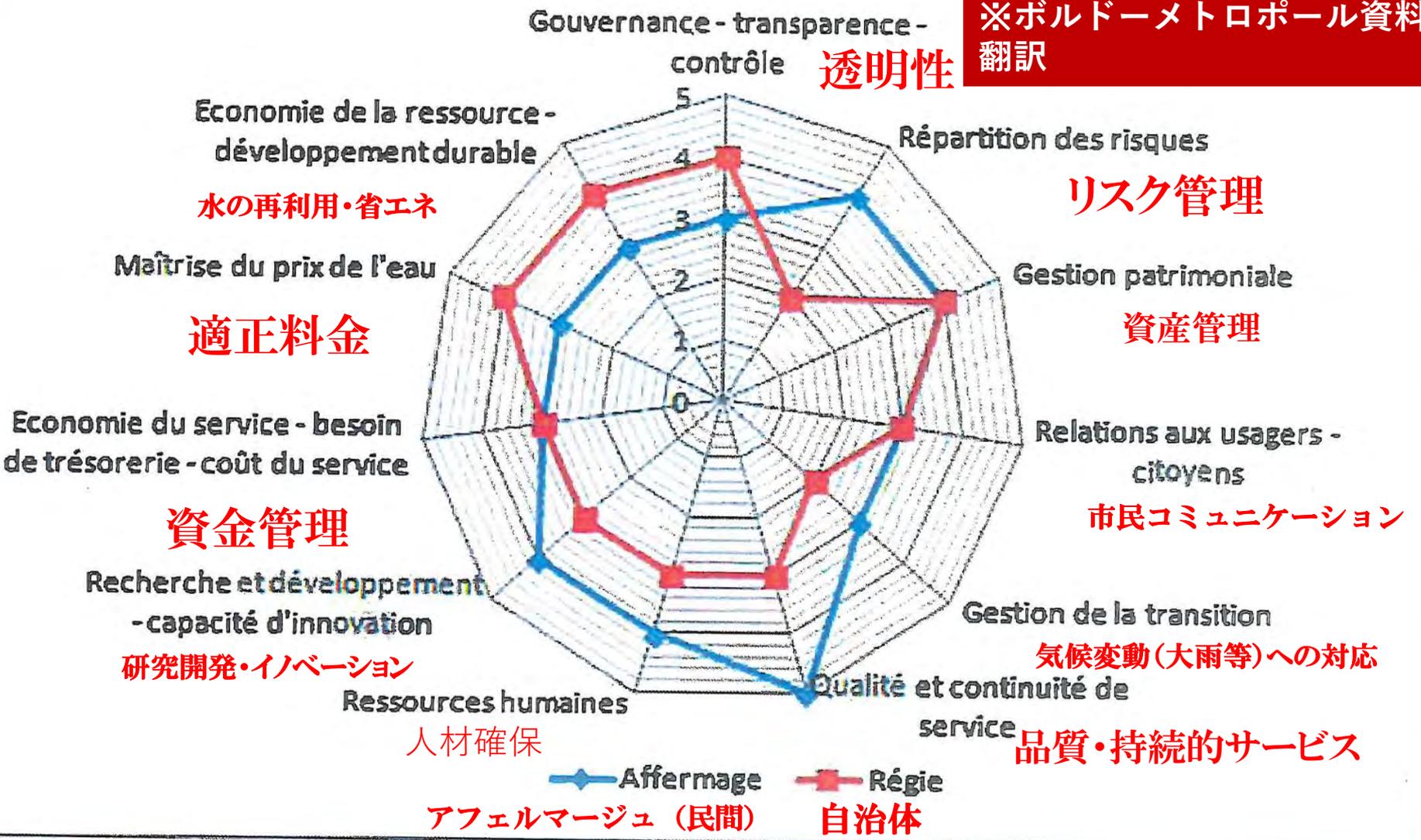
## 業績指標の報告義務：

2007年5月付政令にて、公表すべきサービス指標および技術指標が具体的に定められた。

指標番号	項目
D201.0	合流式又は分流式の下水道事業に接続する人口の予想値
D202.0	事業場からの下水道への排出に関する承認件数
D203.0	下水道事業に起因する汚泥の発生量
D204.0	下水道使用料（税込み）（年間120m <sup>3</sup> 使用時のm <sup>3</sup> 単価）
P201.1	下水道普及率
P202.2A	（0点から100点までの尺度評価指標）下水道網に関する調査状況及び複数年に渡る更新計画の策定状況（2012年までの旧指標）
P202.2B	（0点から120点までの尺度評価指標）下水道網に関する調査状況及び複数年に渡る更新計画の策定状況（2013年以降の新算定式による新指標）
P203.3	EU指令（EU都市排水処理指令）に基づく国内規制に定める下水道管網の状態の適合状況
P204.3	EU指令（EU都市排水処理指令）に基づく国内規制に定める下水道処理設備の状態の適合状況
P205.3	EU指令（EU都市排水処理指令）に基づく国内規制に定める下水処理水準の状態の適合状況
P206.3	法規制に適合した処理がされている下水道汚泥の比率
P207.0	調定下水道使用料対する、支払い免除額及び連帯基金への拠出額の比率
P251.1	<b>浸水被害の発生件数の比率</b>
P252.2	管渠網における頻繁な清掃（年2回以上）を必要とする地点の数（100キロメートルあたり）
P253.2	<b>平均下水道管渠更新率（過去5年平均）</b>
P254.3	処理人口2000人以上の処理場を対象とした、BOD5の適正処理の状況
P255.3	（0点から120点までの尺度評価指標）晴天時及び雨天時（異常降雨時を除く）における下水の未処理放流の状況に関する調査、モニタリング状況
P256.2	債務償還年数
P257.0	<b>使用料未納の比率</b>
P258.1	使用者1000人あたりの、書面での <b>苦情受理</b> （運営主体及び市長部局向け双方）の比率

# まずは「自己評価」と民間の戦略的活用

※ボルドーメトロポール資料を  
翻訳



# 日本のPPP導入の視点

## コスト・人員

## 技術継承 地元企業

- ⇒官発注部分とPPP委託部分の切り分けで対応が現状
- ⇒官民融合によるシナジーは少ない

参考 加藤裕之, 「下水道事業等における地元企業の活用と技術継承を考慮したPPP手法」  
下水道協会誌, No.684, 132-138, 2019.

# コンセッション等の現場で働く人語録

わたしたちの処理場

自分たちの考え・提案で、やれる

維持管理の緊張感と責任感を体感

市民と近い触れ合う → やりがい

発注者の視点を学べる

フィールド、生下水で研究や開発

官の声の例 民のやり方を学べる、刺激、人不足で出来なかったことをやってもらえる。

# 民間の強みとは「何だろう」

コスト意識・経営感覚

市境がない

組織・所掌分野の柔軟性

特別サービス※セット販売クーポ

議会がない、柔軟・スピード

公務員の異動・人事体系と異なる？

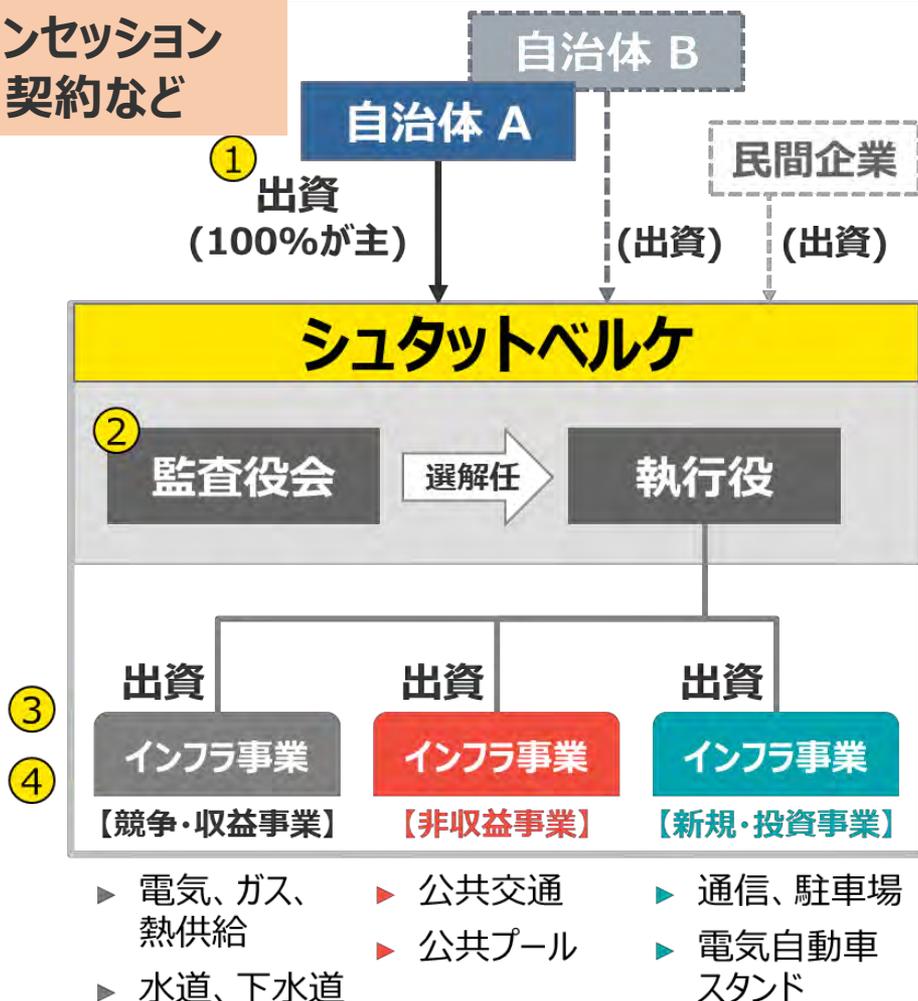
## 問題点や国への要望事項(抜粋)

- ①「コンセッション方式」は報道では民営化と説明されるため市民に対して誤解を生むだけでなく意味が伝わりにくい  
ため「運営委託方式」としている
- ②下水道施設の改築更新は国の交付金に頼らざるを得ないため、事業計画に縛られやすい
- ③運営権者から汚泥処理等に斬新な提案があっても、  
事業計画を見直し運営権事業終了後も縛られるような  
提案は受け入れ難い

**※柔軟的な事業計画変更対応ができると、  
民間ならではの新技術の導入が期待できる**

# ドイツ150年の官民融合組織で地域経営 日本の地方都市モデルになるか

コンセッション  
契約など



社長は民間から登用が一般的

①  
出資会社

- ▶ 自治体がメイン出資の株式会社
- ▶ 市長・議員等が監査役に就任
- ▶ 最終的な責任は自治体が担う

②  
監査役会・  
執行役

- ▶ 監査役会の権限を限定
- ▶ 事業経営は、執行役に委 (有期の契約関係にあり、業績等次第で継続されない場合も)

③  
事業

- ▶ 非収益事業も一体的に実施
- ▶ 既存事業の優位性を活かし新規事業にも積極的に投資

④  
人材

- ▶ 執行役に経営専門家を登用
- ▶ 事業に合わせて職員は独自採用
- ▶ 複数の分野を横断的に管理する多能工化の実現



国内外の他自治体・企業

【抱えている課題】

【国内】

- 経営基盤の改善
- 技術・ノウハウの継承 etc...

【海外】

- 水環境の改善
- 施設建設後の適正な維持管理
- 漏水（無収水対策）
- 上下水道システムの構築
- 汚泥の有効利用 etc...

**自治体100%出資**  
**× 上下一体運営**  
**= 他にはない存在（国内唯一）**



**国内上下水道事業  
アドバイザー**

**マネジメント支援**

**国際プロジェクト**

**技術者研修**

- 自治体向けは、**東北・関東・東海地方を中心に、経営計画、アセット（ストック）マネジメント、技術継承、PPP/PFIなどのアドバイザー**を幅広く提供し、上下水道事業運営をサポート
- 自治体向けには、履行監視、経営計画などPDCAに係る**包括アドバイザー**を実施。横浜市水道局向けには**給水装置審査・完了検査**や**設備保全システム関連、マニュアル整備**、整備環境創造局向けには**下水道台帳データベース化業務、工事監督支援**などを受託。又、業務改善や技術継承に資する**電子申請システム等のシステム開発・サービス提供**も実施。
- **アジア、アフリカなどの途上国**を中心に、上下水道事業運営ノウハウを活用し、**人材育成型や課題解決型の技術協力プロジェクト、資金協力プロジェクト、JCMプロジェクト**などを活動
- 水道事業者及び民間事業者向けに、**水運用、配水管技術、漏水調査・修繕、給水装置、施工監理**などの水道技術者研修を提供し、事業者等における技術継承に寄与。現在、**オンライン研修**も配信スタート。



# 横浜市経営計画素案より

地域独占事業の  
持続の鍵は

## 信頼と共感

### 基本姿勢1 信頼と共感

市民・事業者・下水道事業関係者の皆様から信頼と共感を得られるよう、  
下水道に携わる行政職員としての自覚をもち、積極的に説明責任を果たすとともに、  
誠実・公正に行動します。

価値共有・共感

信頼感

能力

技術・理論

人柄

公正・真面目

ご清聴ありがとうございました

