公益財団法人日本下水道新技術機構

設立 30 周年記念講演会

文京シビックホール 大ホール

令和５年３月 13 日（月）

公益財団法人
日本下水道新技術機構
Japan Institute of Wastewater Engineering and Technology

ー目　次ー

下水道機構 30 年のあゆみとこれから

・・・（公財）日本下水道新技術機構 企画部

部長　**阿部 千雅**　　Ｐ　１

記念講演

ＶＵＣＡ時代のインフラマネジメント

・・・京都大学名誉教授

同経営管理大学院特任教授　**小林 潔司**　　Ｐ１７

特別講演

下水道事業の今後の展開 ～進化なくして持続なし～

・・・国土交通省 水管理・国土保全局 下水道部

部長　**松原 誠**　　Ｐ３７

記念講演

うんち学入門 ～生き物にとって「排泄物」とは何か～

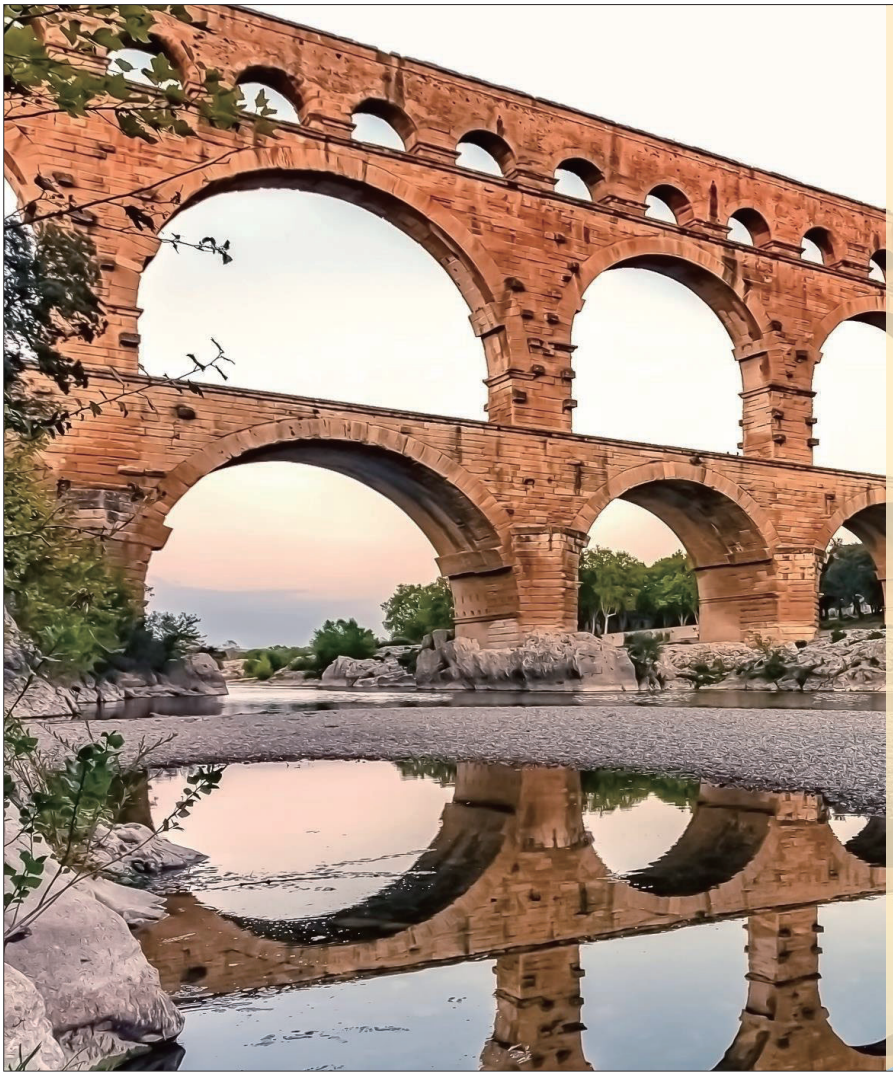
・・・北海道大学

大学院理学研究院教授　**増田 隆一**　　Ｐ６１

下水道機構 30 年のあゆみとこれから

（公財）日本下水道新技術機構 企画部

部長　阿部 千雅



下水道機構30年のあゆみとこれから

企画部長
阿部　千雅

事　業　沿　革

H4
- 設立（財団法人下水道新技術推進機構）
- 下水道技術開発連絡会議 加入

H5
- 技術委員会、審査証明委員会等 発足
- 技術審査証明交付開始
- 下水道展’93東京 初出展
- 技術サロン開設
- 第1回下水道技術研修会
- 機関誌「新機構情報」創刊

H6
- 下水道新技術セミナー 開始
- マニュアル活用講習会 開始

H8
新技術研究発表会 開始

H13
建設技術審査証明事業協議会発足

平成４年～

H14
設立10周年

H14
SPIRIT21委員会 開催

H17
ホームページリニューアル

H18
下水道政策研究フォーラム

H19
■新潟県中越沖地震現地調査
- 事務所移転

H23
■東日本大震災による下水道施設の被害調査
- メールマガジン、ニューズレター配信開始

平成14年～

H24
設立20周年

H25
公益財団法人へ移行

H27
基準達成型審査証明制度、管理者参加型民間共同研究を導入

H28
■熊本地震 県対策本部へ職員派遣（約1ヵ月）

R2
コロナ禍への迅速な対応としてネットワーク基盤等を整備

R4
- JSと管路包括にかかる協定締結
- 設立30周年
- 下水道新技術研究助成 創設

平成24年～

next

財団法人下水道新技術推進機構　設立

下水道に対する要請や役割が多様化するなか、下水道事業の円滑な推進を図るためには、既存の組織の枠を超えた産・学・官の協力により、新しい技術の開発を積極的に進めることが必要でした。
こうした背景のなか、平成４年９月28日に、産・学・官の知見や技術を集結し、新技術の研究・開発を行い、事業への導入促進、事業の効率的かつ円滑な推進を図り、国民の生活環境を改善することを目的として、財団法人下水道新技術推進機構が設立されました。


建設省

許　可　書

財団法人　下水道新技術推進機構
設立代表者　岩　井　西　郎

建　設　大　臣　山　崎



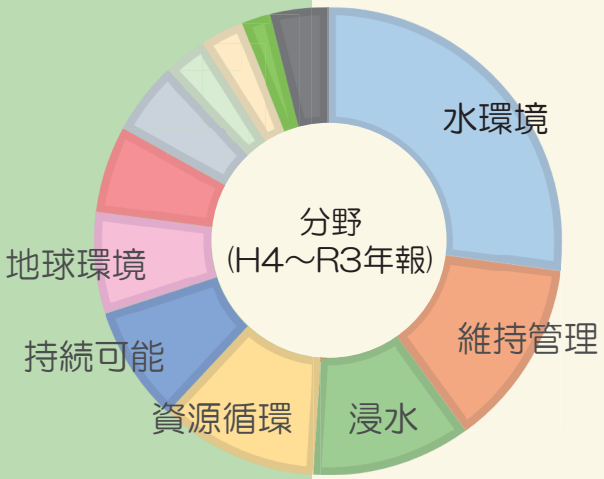


（左から）三谷建設事務次官、岩井設立発起人代表、井前理事長

next 3

技術委員会

学識経験者や国、地方公共団体、関係団体等による委員で構成しており、民間企業や地方公共団体との共同研究等について審議いただき、その成果を技術マニュアル・技術資料としてまとめています。
平成４年度～令和４年度までに194件の技術マニュアル・技術資料を発行しています。



部門別委員会

水処理・資源化技術評価共同研究委員会
汚泥処理・資源化技術評価共同委員会
雨水対策共同研究委員会
管路技術共同研究委員会
システム共同研究委員会
個別技術に関する共同研究委員会
調査検討支援委員会

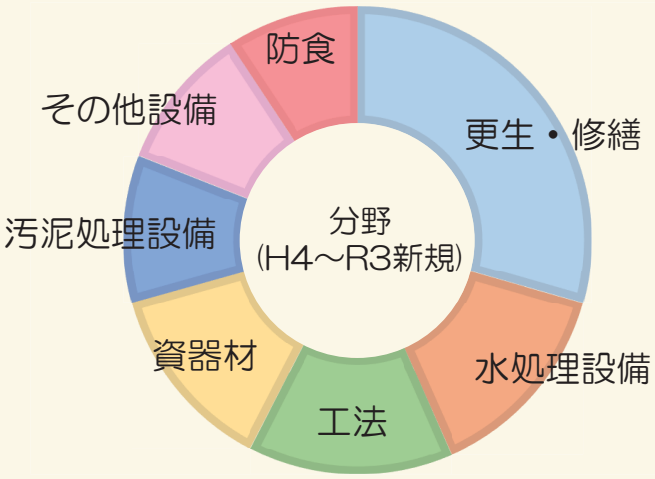




next 4

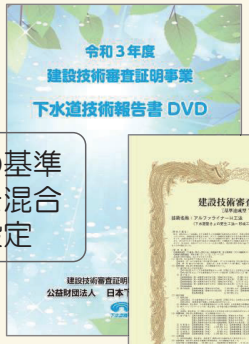
審査証明委員会

学識経験者や国、地方公共団体、民間等の有識者で構成しており、建設技術審査証明事業（下水道技術）に申請があった技術について、専門的かつ公平・客観的に審査しています。平成４年度～令和４年度までに345件の新技術を審査し、有効技術は220技術となります。



審査証明技術

- 従来型の審査証明技術 ⇩ 開発目標型
- 基準達成型の審査証明技術
  - 国、下水道協会等が新たに定めた技術指針等を参考に設定
  - 下水道事業の技術マニュアル、技術資料を参考に設定
  - 種々の基準類等を混合した設定





部門別委員会
第１～第５審査証明委員会 ⇨ 審査証明委員会

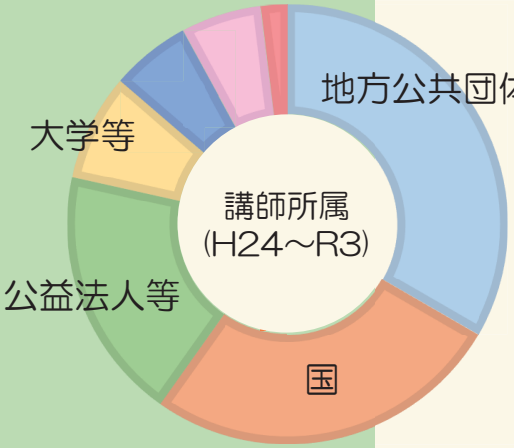
next

技術サロン

８月を除く毎月１回、様々な分野の講師を招き、実施しています。平成５年からこれまでに414回開催し、多くの方に参加いただいています。
毎回100～300名程度の方にご登録いただいています。











（左から）東京都と横浜市の講演者（WEB）

next

機関誌やメールマガジンでの発信

調査研究や技術審査の成果等の迅速かつ効率的な普及・活用等を図るため、年に４回（うち２回はWEB版）機関誌を発行、週に１回メールマガジンを約5,000カ所に配信しています。





WEB版

next 7

SPIRIT21委員会

（平成１４年～２０年）



新下水道技術開発プロジェクト「SPIRIT21※」は、下水道事業における種々の課題の中で特に重点的に技術開発を推進すべき分野について、民間主導による技術開発を誘導・推進するとともに、開発された技術の早期かつ幅広い実用化を目的に、産学官の連携による新たな技術開発プロジェクトとしてスタートしました。下水道機構は、このプロジェクトの委員会の運営を担いました。

※Sewage Project,Integrated and Revolutionary Technology for 21st Century

next 8

大災害の現地調査支援



東日本大震災 下水道施設の被害調査（H23）

下水道機構では大規模な災害が発生した際に、調査隊を現地に派遣し、下水道施設の被災状況を調査しています。また、熊本地震発生時においては、４名の職員を現地支援本部に派遣し、現地調査を行いました。



新潟県中越沖地震現地調査（H19）



熊本地震 県対策本部へ職員派遣（H28）

next

公益財団法人　日本下水道新技術機構へ



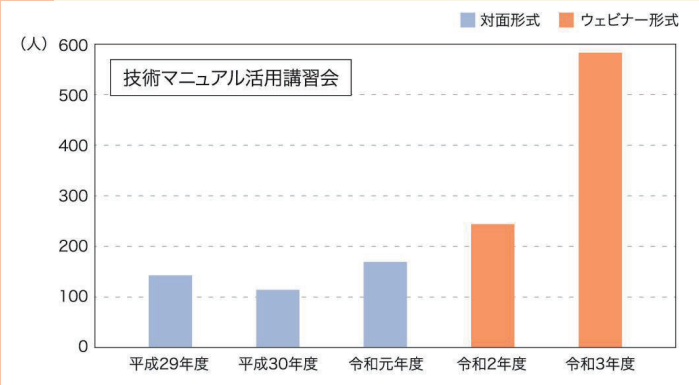
平成25年４月１日付けで公益財団法人 日本下水道新技術機構としてスタートしました。
さらなる公益の増進に向けて、決意を新たにこれまで蓄積してきた技術と知見を活用し、より信頼される組織となれるよう取り組みを進めています。

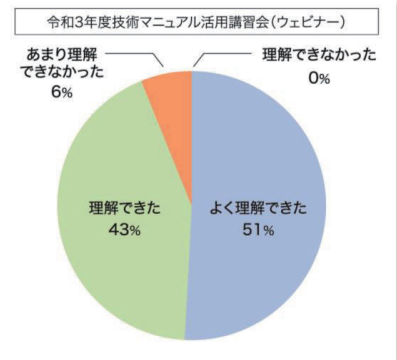
適切かつ健全な事業管理・運営
〇中期事業計画に基づく、事務事業の効率化や適正な財政構造の確保等により、継続して安定的な公益活動を展開するための健全な財政運営
〇情報公開など外務チェック等によりコンプライアンスの確保
〇各部間の人材・業務連携の強化、国内外での成果発表等を通じて、人材育成を一層進めるなど組織の適正かつ健全な管理・運営

next

コロナ禍への迅速な対応として ネットワーク基盤等を整備

●ウェビナーを積極的に展開

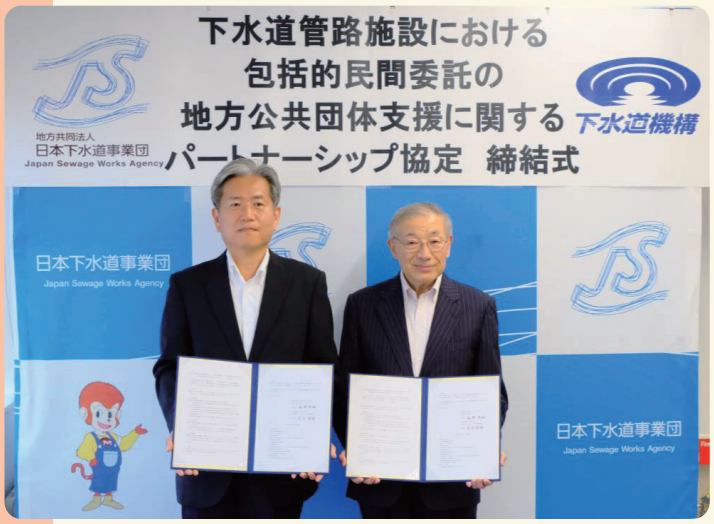




新型コロナウイルス感染症の感染拡大防止のため、ウェビナーとして各種セミナーを実施しています。公益増進という使命のもと、試行錯誤を重ね非常に多くの方に参加いただけるようになりました。ウェビナー後のアンケートでは高い評価をいただいています。

next 11

日本下水道事業団とのパートナーシップ締結



令和4年7月に、日本下水道事業団と「下水道管路施設における包括的民間委託の地方公共団体支援に関するパートナーシップ協定」を締結しました。これからも両者が連携し、より適切な管路包括の支援を実現していきます。

next 12

研究助成事業の新設



下水道に関する幅広い分野での調査・研究を進めていくに当たり、とりわけ先駆的な研究分野においては、研究者の独創性や創意工夫が極めて重要です。
そこで、大学等の研究者がより高い自由度をもって研究に取り組めるよう、新たに下水道新技術研究助成事業を実施することとしました。
令和５年度から研究を開始します。

next

直近10年間における調査研究

基本方針	技術開発分野
下水道機能の持続性確保	効率的な維持管理技術・老朽化対策技術 持続可能なマネジメント技術
災害リスクへの対応力の向上	地震・津波対策技術 浸水対策技術 総合的な災害対策技術
新たな価値の創造	水環境対策技術 地球環境対策技術 地域の資源循環への貢献技術 社会環境改善技術

主な調査研究成果〈下水道機能の持続性確保〉

効率的な維持管理技術・老朽化対策技術

公共 民間

令和４年度
「分流式下水道の細ブロックにおける雨天時浸入水調査技術に関する技術資料」



様々な公共団体を対象に
雨天時浸入水対策に関する調査を実施

民間

平成30年度
「自立管製管工法（ら旋巻管）に関する技術資料」



15

持続可能なマネジメント技術

民間

令和元年度
「効率的なストックマネジメント実施に向けた下水道用マンホ ール蓋の設置基準等に関する技術マニュアル」





次世代型



一般型

公共 民間

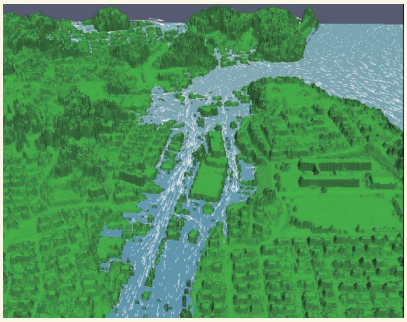
平成30年度
「下水道管路管理の包括的民間委託推進マニュアル(案)」

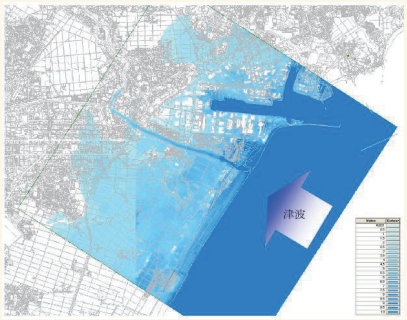
様々な公共団体に対し、
管路分野における包括的民間委託の
導入可能性、入札・契約、履行監視に
関する調査を実施

16

主な調査研究成果 〈災害リスクへの対応力の向上〉

地震・津波対策技術





民間

平成24、27年度
「津波シミュレーションモデル利活用マニュアル」

総合的な災害対策技術

国

下水道BCPマニュアル策定支援
地震編(2009)
地震・津波編(2012、2017)
地震・津波、水害編(2019)

様々な公共団体に対し、
下水道BCPの策定とともに実効性を
高めるための訓練に関する調査を実施



17

浸水対策技術





民間

令和２年度
「下水道施設の耐水化計画および対策立案に関する手引き」

民間

令和元年度
「プレキャスト式雨水地下貯留施設（壁式多連型）技術マニュアル〔改訂版〕」



民間

平成30年度
「効率的・効果的な浸水対策に資するポンプゲー ト設備に関する技術マニュアル」

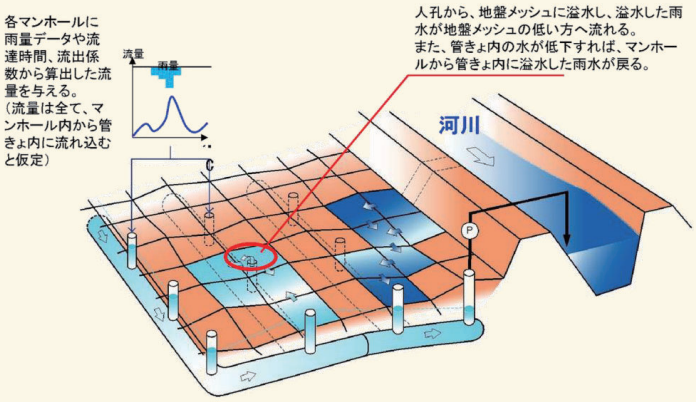


18

浸水対策技術

民間

平成28年度
「流出解析モデル利活用マニュアル
（雨水対策における流出解析モデル
の運用手引き）」



「流出解析モデル利活用マニュアル、2017 年 3 月、（公財）日本下水道新技術機構」

様々な公共団体を対象に
内水浸水想定区域図の策定に関する
調査を実施

民間

令和４年度
「グリーンインフラ活用による
下水道事業の推進に関する技術資料」



19

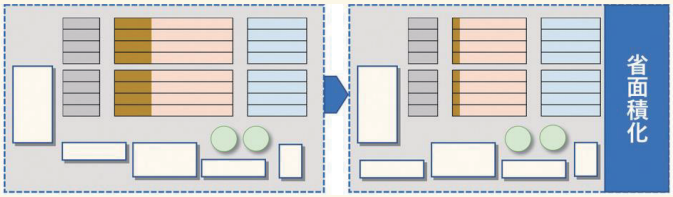
主な調査研究成果〈新たな価値の創造〉

水環境対策技術

公共　民間

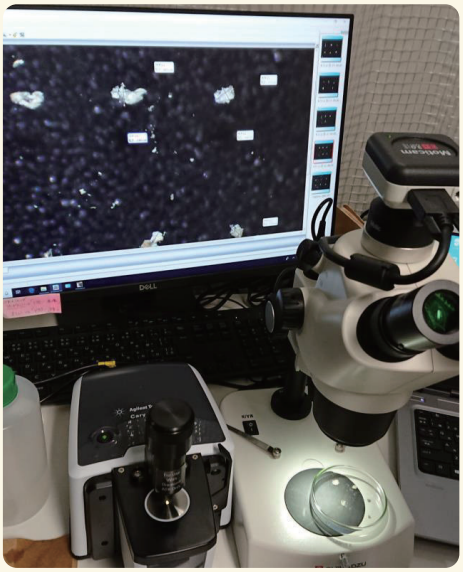
平成27年度
「NADH風量制御を利用した嫌気無酸素好気法およびNADH風量制御を利用した循環式硝化脱窒法技術マニュアル」





公共

令和元年度
「下水処理場におけるマイクロプラスチック調査方法の整理と実態調査」



20

地球環境対策技術

民間

平成27年度
「消化ガス発電普及のための導入マニュアル」





民間

平成30年度
「低圧損型メンブレン式散気装置の導入マニュアル」





21

民間

平成27年度
「省エネ型反応タンク撹拌機の導入促進に関する技術マニュアル」



自主

令和４年度
「下水処理場の省エネ診断に関する
技術マニュアル」

様々な公共団体を対象に
下水処理場の消費エネルギーに関する
調査を実施



22

地域の資源循環への貢献技術

平成30年度
「下水道由来肥料の利活用マニュアル」

民間

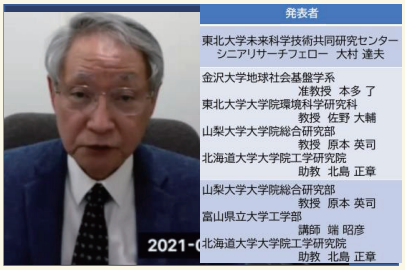
参画
下水汚泥資源の肥料利用の拡大に向けた官民検討会
国内肥料資源の利用拡大に向けた全国推進協議会



社会環境改善技術

令和２年度
「新型コロナウイルス検出方法」

自主



令和３年度
「紙オムツ受入による下水道施設への影響調査」

国

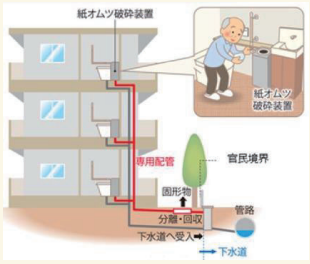


図　紙オムツ処理方式（Bタイプ）イメージ
出典：下水道への紙オムツ受入実現に向けた検討会資料，国土交通省

建設技術審査証明　～新技術の活用促進に寄与～

＜ 開発目標型及び基準達成型による審査証明＞
従来の依頼者の申請に基づいた条件により客観的に審査証明を行う方式の「開発目標型」に加え、下水道機構が審査基準等（評価項目、試験方法、要求性能等）を示し、その確認を行う審査証明の方式を「基準達成型」として区分し、より活用しやすいものとしています。（基準達成型は平成27年より実施）

更生・修繕技術



自立管（基準達成型）



複合管

防食技術



（基準達成型）

審査証明委員会現地立会状況

建設技術審査証明　～新技術の活用促進に寄与～

水処理設備





その他設備等





汚泥処理設備



工法



（開発目標型）

資器材



審査証明委員会現地立会状況

セミナー・講習等を積極展開

これまでの約30年間（H5～R4）において、セミナー・講習・現場研修を約600回開催し、新技術等の普及に努めています。
【技術サロン（414回）、マニュアル活用講習会（29回）、新技術研究発表会（27回）、
下水道新技術セミナー（79回）、新技術現場研修会（68回）】



マニュアル活用講習会



新技術研究発表会



下水道新技術セミナー



技術サロン



新技術現場研修会



出前講座

研究成果を世界へ発信

これまで実施してきた調査・研究成果の世界への発信、また世界での調査・研究に関する情報収集を目的として積極的に国際会議等へ参加してきました。

EWA/WEF/JSWA
特別会議
inミュンヘン（2018）

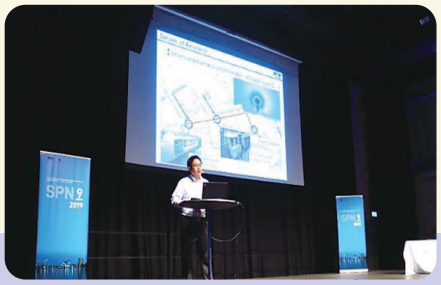




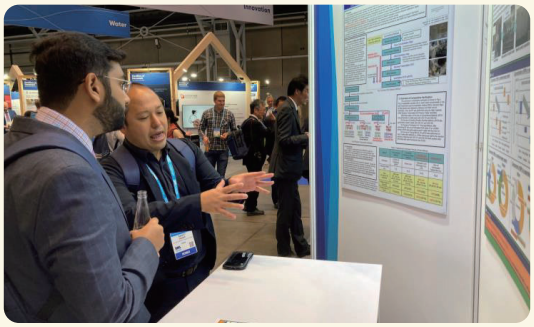
IWA世界会議
in東京（2018）



国際会議
inチューリッヒ
（2014）



下水道プロセス
ネットワーク会議
inオールボー
（2019）



IWA世界会議
inコペンハーゲン（2022）

機構のこれから

●さらなる公益の増進に向けて

信頼される公益法人として、引き続き、透明性の確保に努め、これまで蓄積してきた技術と知見を積極的に社会へ発信するとともに、適切な事業運営に取り組みます。

●揺るぎない産学官の連携に向けて

これからも「技術の橋渡し」としての使命を果たすべく、多様なテーマをカバーできる職員とともに、学の専門家、民間企業の技術者、行政担当者の意見をいただきながら、民間企業の優れた技術を下水道事業に繋いでまいります。

機構設立30年を迎えられましたのは、
多くの皆さまのご協力とご支援の賜物と、厚く御礼申し上げます。
今後とも皆さまのご協力、ご支援のほどよろしくお願いいたします。

ＶＵＣＡ時代のインフラマネジメント

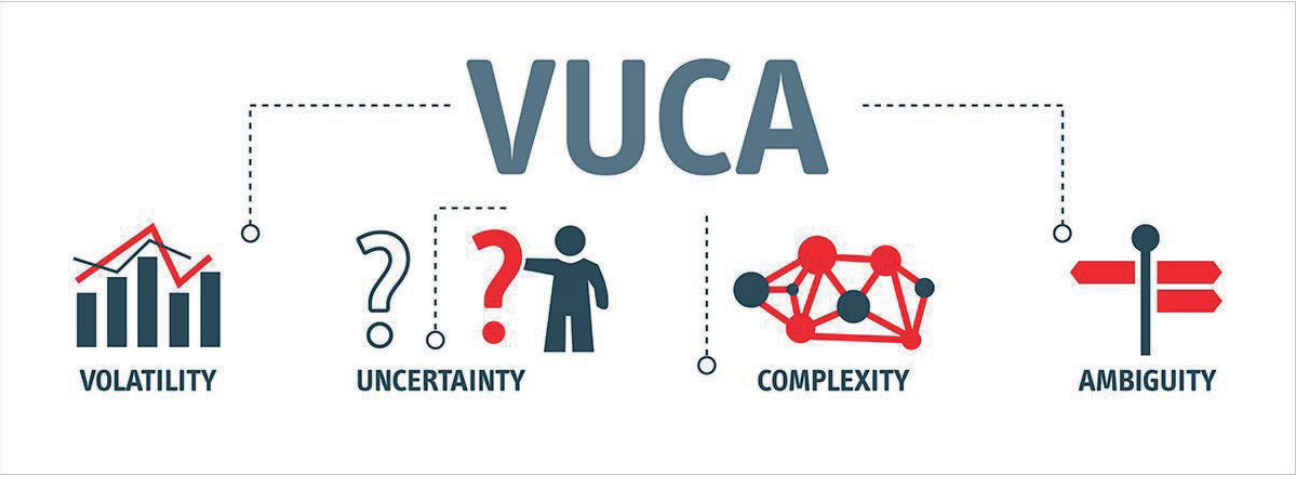
京都大学名誉教授

同経営管理大学院特任教授　小林 潔司

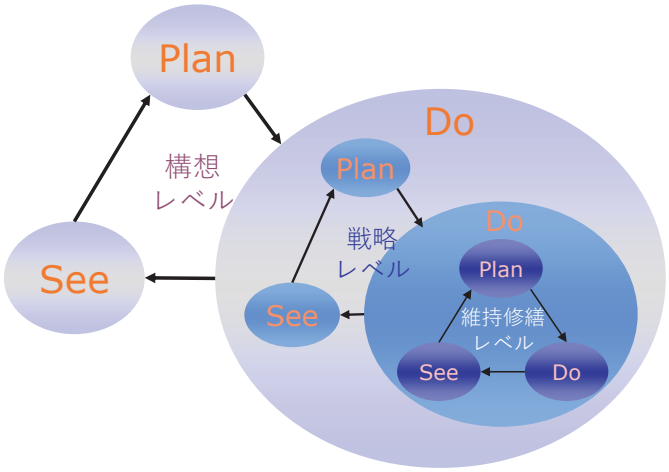
VUCA時代のインフラマネジメント

京都大学名誉教授・同経営管理大学院特任教授
小　林　潔　司

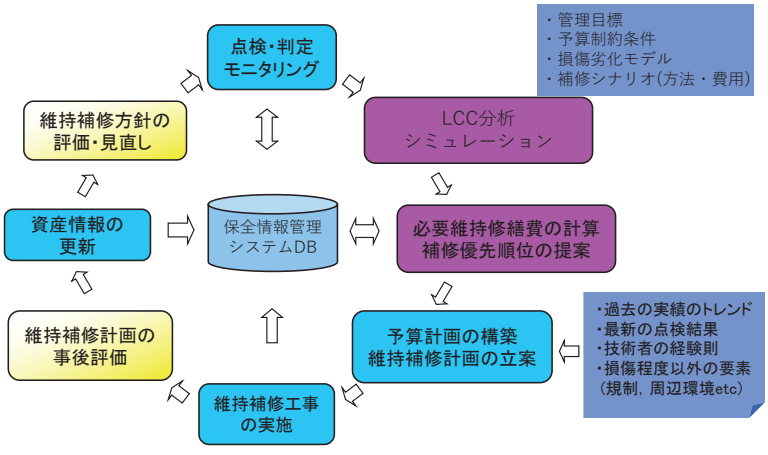
VUCA とは



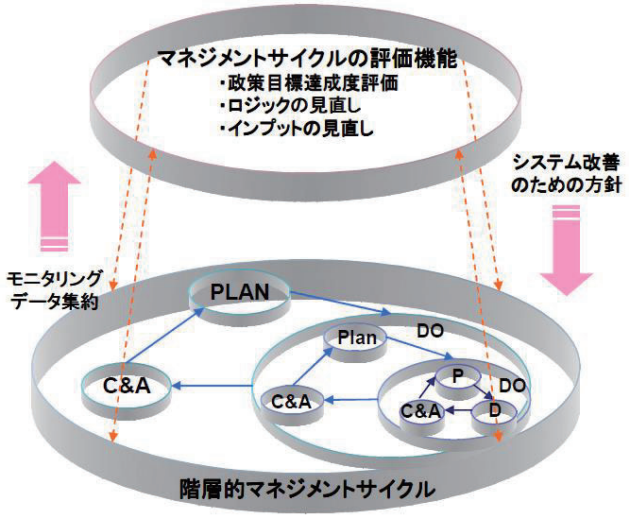
階層的マネジメントサイクル



予算執行過程

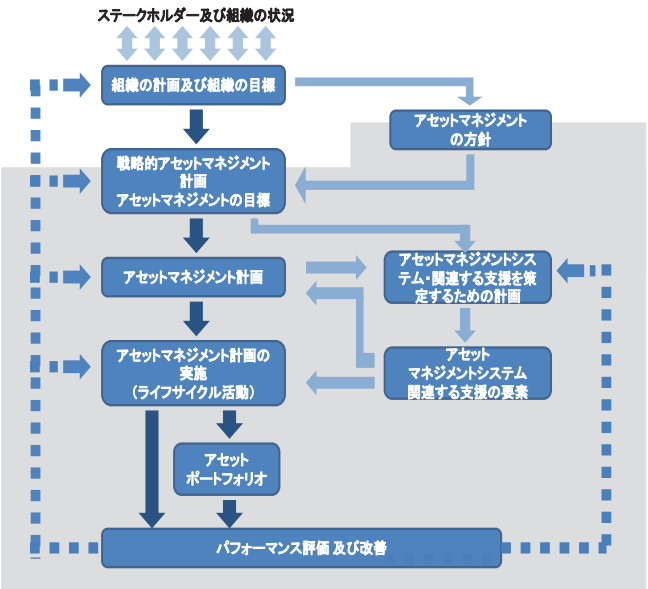


ISO型アセットマネジメント



5

アセットマネジメントシステム



6

ISO 5500Xの構成

- ISO 5500Xはつぎの３つの規格から構成
  ISO 55000（概要，原則，用語）　ISO 55001（要求事項）
  ISO 55002（ISO 55001適用のためのガイドライン）
- ISO 55001に対する適合性審査の審査員を認証するための国際規格ISO/IEC 17021-5（アセットマネジメントシステムの監査と認証のための力量の要求事項）が，ISO 55001とほぼ同時に発行された．国際資格試験の実施（JAAM（Japan Association of Asset Management）が実施）
- ISO 5500X及びISO/IEC 17021-5の発行と同時に，欧州主要国，中南米，オーストラリア，南アフリカ，中国，韓国，香港，マレーシア，タイ等を中心に，規格の適用と認証の体制が急速に展開している．

- アセットマネジメントシステムのあるべき姿と現実のマネジメントシステムのギャップを認識し，組織のマネジメントシステムの改善戦略を見据えた上で，やれることから一歩ずつ継続的にアセットマネジメントシステムを改善していく．ISO55001は，このようなアセットマネジメントシステムの継続的な改善のための要求事項を集大成している．

IAMによる成熟度の定義

成熟度	名称（括弧内は参考邦訳）	定義	成熟度に関する特徴
0	Innocent（無知）	組織は，この要求事項の必要性を知らない，かつ／または，これを導入するとコミットメントした証拠がない．	
1	Aware（認知）	組織は，この要求事項の必要性を認知している，または，これを導入する意図をもっている証拠がある．	企画書が作成中で，いくつかの要求事項が整備されている．手順はあまりコントロールされておらず，事後対応中心でパフォーマンスの予測はできていない．
2	Developing（開発）	組織は，要求事項を系統的に，また，一貫して達成する手段を特定しており，信頼でき予算化された計画が実行されつつあることが実証可能である．	注：この段階は「移行期」である．局部的にもしくは部署内で，プロセスが計画され，（必要な場合には）文書化され，適用され，コントロールされている．事後対応的なことが多いが，期待される結果を繰り返し達成できると考えられる．組織全体を通じた一貫性や調整は限定的で，プロセスは十分に統合されていない．
3	Competent（適格）	組織は，ISO55001で設定された重要な要求事項を系統的に，また，一貫して達成していることを実証可能である．	これは，組織に組み込まれ，正式に文書化されたアセットマネジメントシステムを含む．アセットマネジメントの目標を達成するために，アセットマネジメントシステムの各要素のパフォーマンスは，測定され，レビューされ，継続的に改善されている．
4	Optimizing（最適化）	組織は，組織の目的と運用の状況を勘案して，アセットマネジメントの実行を系統的に，また，一貫して最適化していることが実証可能である．	注：これは2つ目の「移行期」である．この段階の特徴は，モニタリングとパフォーマンスの定量化，敏速な意思決定の枠組みにおいて競合する目的同士のトレードオフの解決，日常的なイノベーション，継続的改善が成果によって広く実証されていること，さらなる改善の機会を特定するためのベンチマーキングの採用，マネジメントシステムがさらに統合され効果的であること，などである．
5	Excellent（優秀）	組織は，先導的なプラクティスを採用しており，組織の目的と運用の状況を勘案して，アセットマネジメントから最大の価値を実現化していることが実証可能である．	これは，動的で，組織の運用の状況に影響を受けやすい状態であるため，証拠には，クラス最高の類似の組織に対するベンチマーキングの位置の認識を実証することや，アセットマネジメント活動，アセットマネジメントの成果（価値の実現）の両方において既知の改善は全て実施されている状況であることが含まれなければならない．

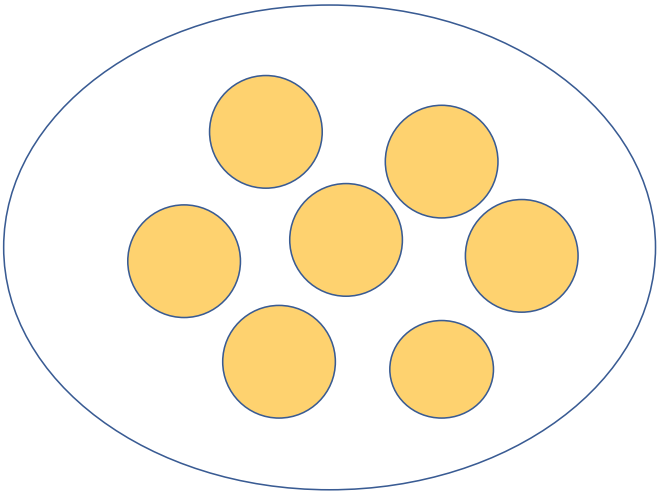
9

日本的マネジメントの特殊性

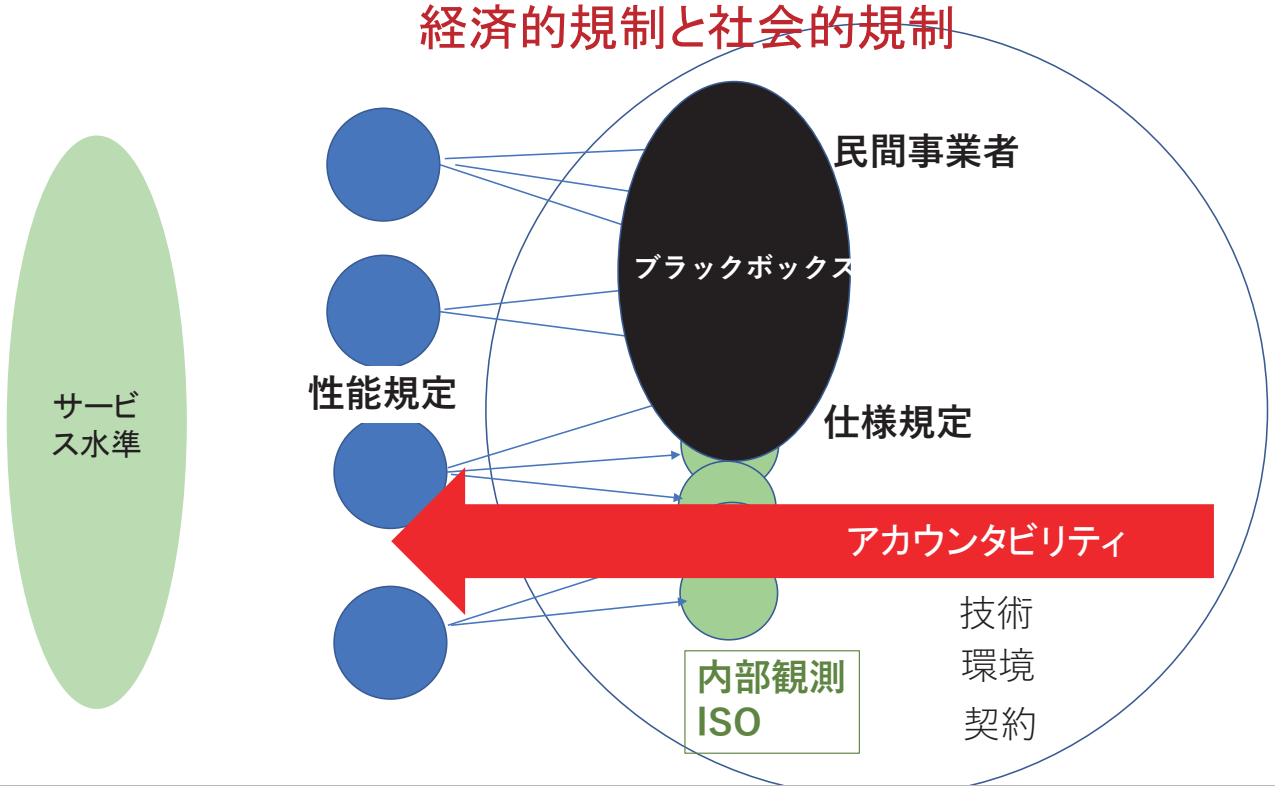
- 日本的組織では，緊密で細やかなマネジメントシステムが発達している．
- マネジメントシステムのガバナンスが，ローカルな組織固有のルールや慣習，責任者によるアドホックな判断や指示に依存している．
- 人的資源の移動により，マネジメントの生産性やガバナンスが著しく低下するリスクにさらされている．
- ISOが想定している組織風土は，「あなたの後継者（部下）が，あなたほど思い入れがなかったり，優秀でない」ことが当然である環境である．
- マネジメントシステムを可能な限り人的資源の資質に依存しないように，単純なルールや記述可能な規範に還元し，現場での経験を通じて継続的に改善しようとするマネジメント理念が貫かれている．
- 日本的組織風土においても，マネジメントサイクルにおける「Check」という行為を経て，必要であれば改善を実施できるような「マネジメントの対象」を作り上げる．

仕様の集合としての性能

- 性能を実現する仕様には自由度がある
- 性能を実現する仕様のすべてを精査できるわけではない
- 性能規定には技術的条件が反映され継続性が必要とされる。
- 技術体系は政治的条件から自由



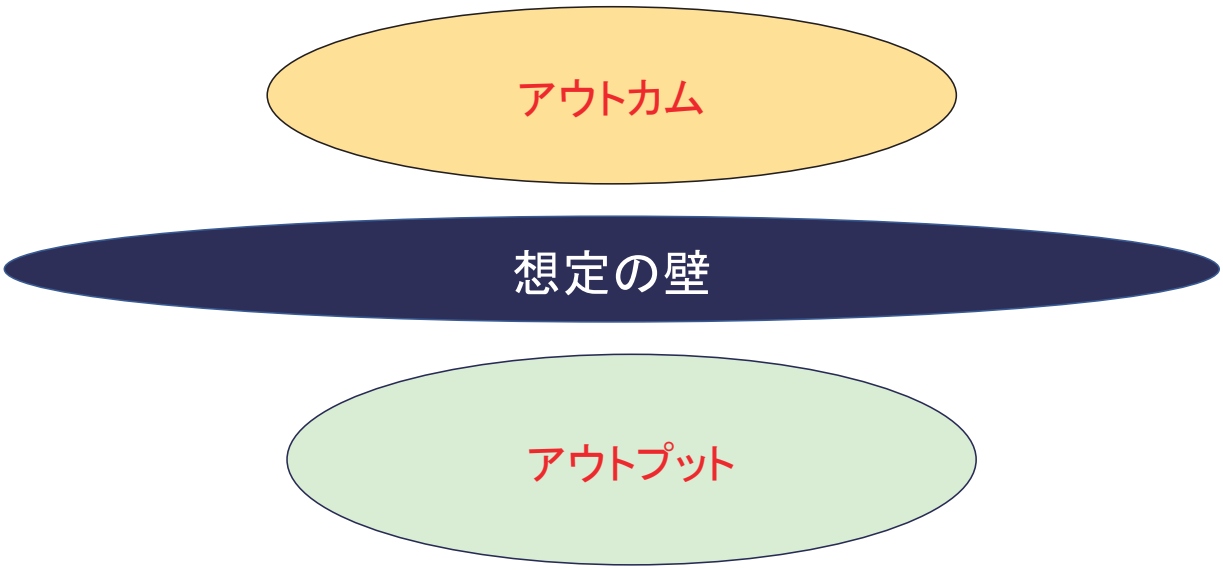
経済的規制と社会的規制



包括管理業務委託契約の課題

- 包括管理業務委託契約に関わる発注者、受注者双方の取引費用が無視できない　入札における既存事業の有利性
- 包括管理業務委託契約を実行するにあたり、事業者は独自の仕様規定を設定する。仕様規定設定にあたり開発費用を必要とする。技術開発のインセンティブを低下させる
- 発注者は受注者が設定する仕様や行動のすべてを観察できるわけではない。特に組織マネジメントの成果に関しては内部監察に任さざるを得ない。ISOマネジメント標準
- 発注者は性能規定を達成するための仕様集合を把握できていない。技術が事業者内の個人的情報としてしか蓄積されない

性能とは、性能保証とは



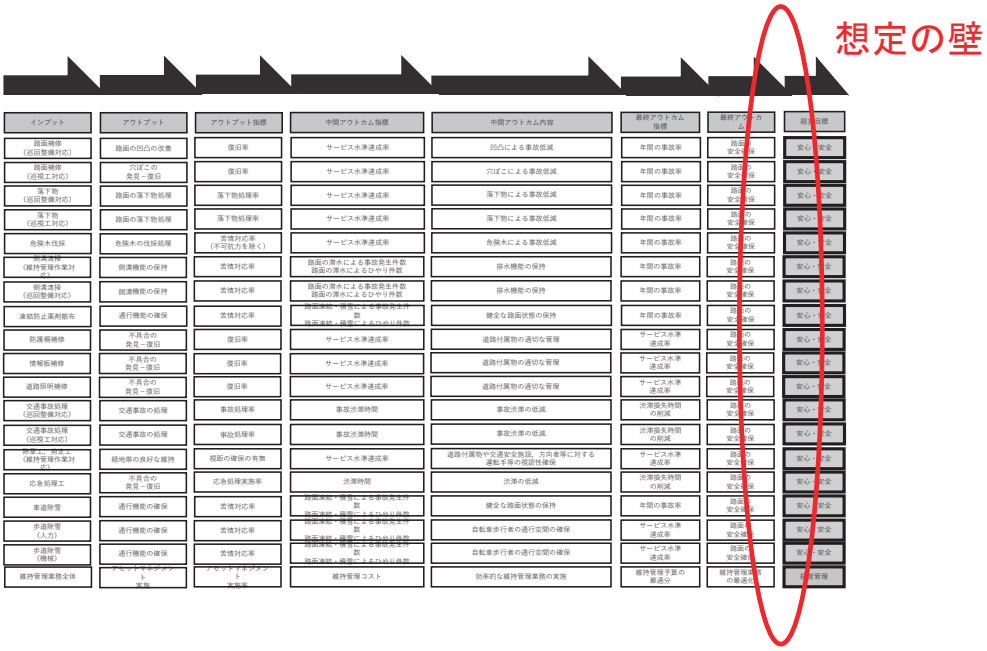
ロジックモデル

- ロジックモデルは，現場の経験やノウハウの見える化を通じて，組織全体によるマネジメントシステムの修正や改善をめざす

① 説明責任を果たす
② アセットマネジメントに必要な知識を組織内で共有化し，アセットマネジメント技術や維持補修技術を継承する（知識マネジメント）

15

ロジックモデル



アセットマネジメントの価値

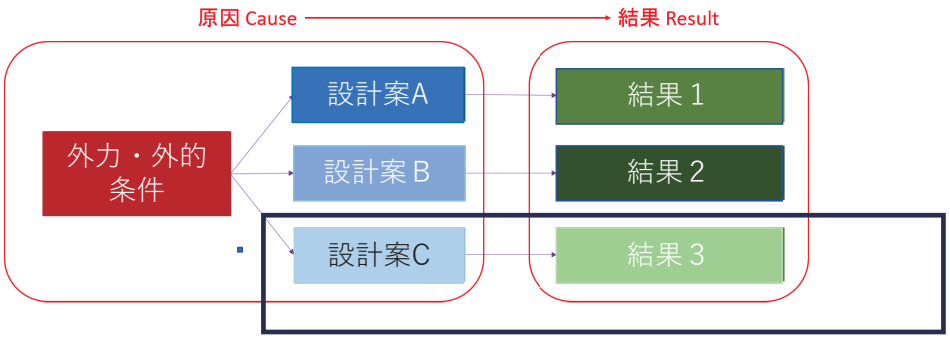


17

リスクと設計行為

- 設計行為は基本的な外力・外的条件を想定し、それに対する確定的なベンチマーキングを規定する
- 設計の結果は，事前の想定を超えても，対応可能なのか？
- 設計の想定を越えた超過外力が生じた場合には，どのような対応が必要なのか？

設計のための推論過程

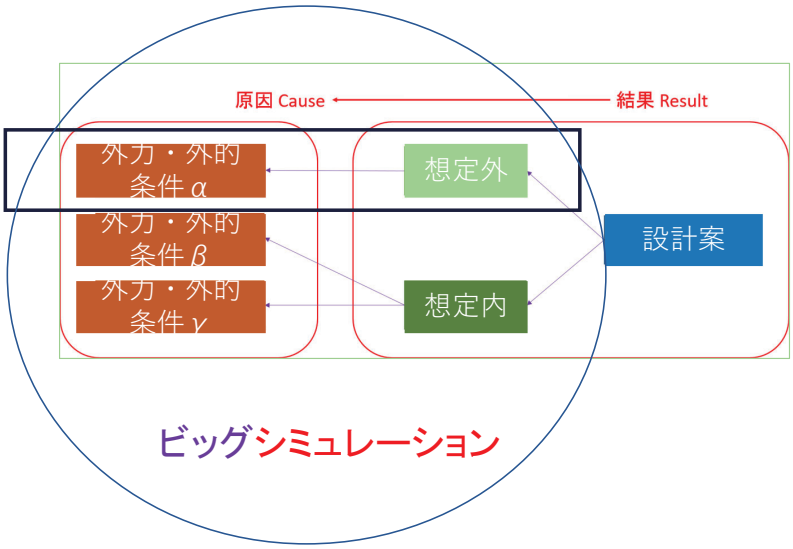


さまざまなリスクや不確実性の中で性能を保証する
設計案を決定論的に確定しなければならない。

19

ビッグシミュレーションによるゆらぎの検出
デジタルアセットマネジメントの効用

外力・外的条件・品質のリスクに
対して徹底的なシミュレーション。
性能保証ができないリスク条件
を洗い出す。→**ゆらぎの評価**



20

性能保証型インフラマネジメント

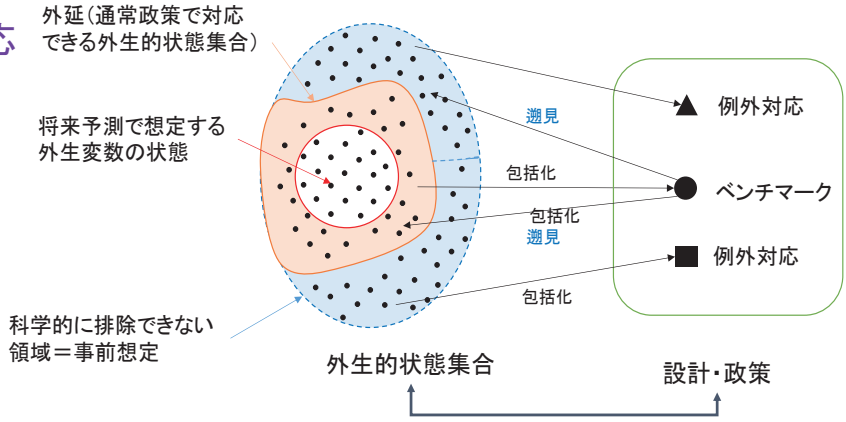
VUCA時代の姿

性能保証できない場合への対応

設計変更（フェイルセーフ）

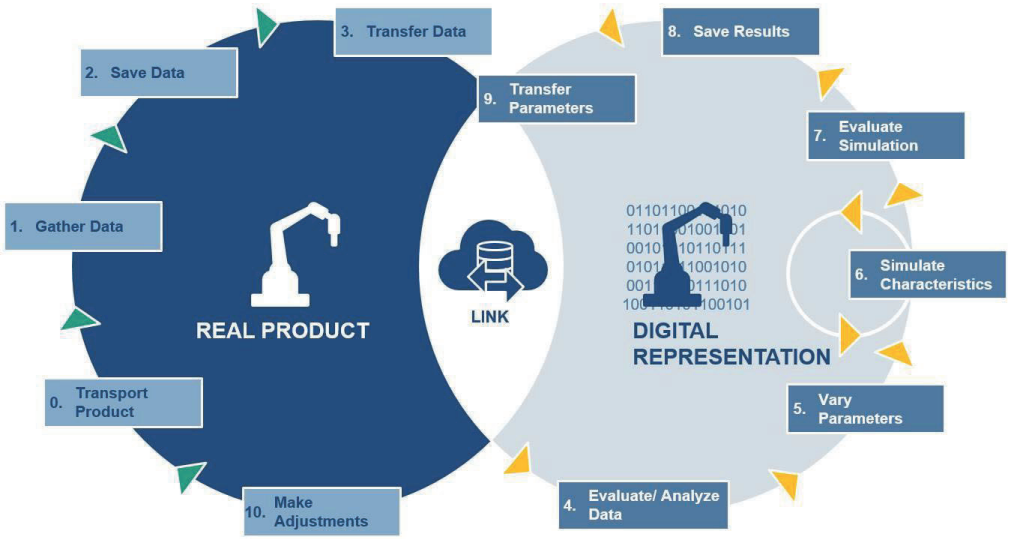
臨時的対応

救済措置



ビッグシミュレーションは，
外生的状態と政策の対応を演繹的に推論するための分析道具

デジタルツイン



デジタルツィンの意味

- 現実社会の対象物と同じもの（双子）をサイバー空間上にディジタルで作り上げられる。それをディジタルツインと呼ぶ。もはや、日本列島の実寸大の双子をサイバー空間上に再現することは技術的に可能になった。しかし、現実のインフラが設計どおり建設されている保証はない。さらに劣化により性能が低下する。デジタル空間上の双子はいったい何を表すのか？「ある姿」なのか「あるべき姿」なのか？ある姿のすべては知り様がない。
- デジタルツインとは、「物理空間にある現実の機器や設備の稼働状況、環境情報をなどをリアルタイムで収集する一方、仮想空間上に機器や設備を構築し、これらのデジタル情報（モデル）を用いてシミュレーションを実施することで、設計の改善や環境に応じた動作指示、故障予測などを可能にするソリューション」。仮想的な条件の中で、インフラに発生する可能性について評価することができる。
- BIM/CIMは、計画、調査、設計段階から3次元モデルを導入することにより、その後の施工、維持管理の各段階においても3次元モデルを連携・発展させて事業全体にわたる関係者間の情報共有を容易にし、一連の建設生産・管理システムの効率化・高度化を 達成する。BIM/CIMの導入により、これまで2次元上の図面を3次元上に展開できるようになり、対象物の姿をわかりやすく表現できるようになった。しかし、このような技術により都市空間や建築物、インフラの設計・計画・マネジメントの方法がどのように変化するのか。マネジメントを支援するためのインタフェース。

23

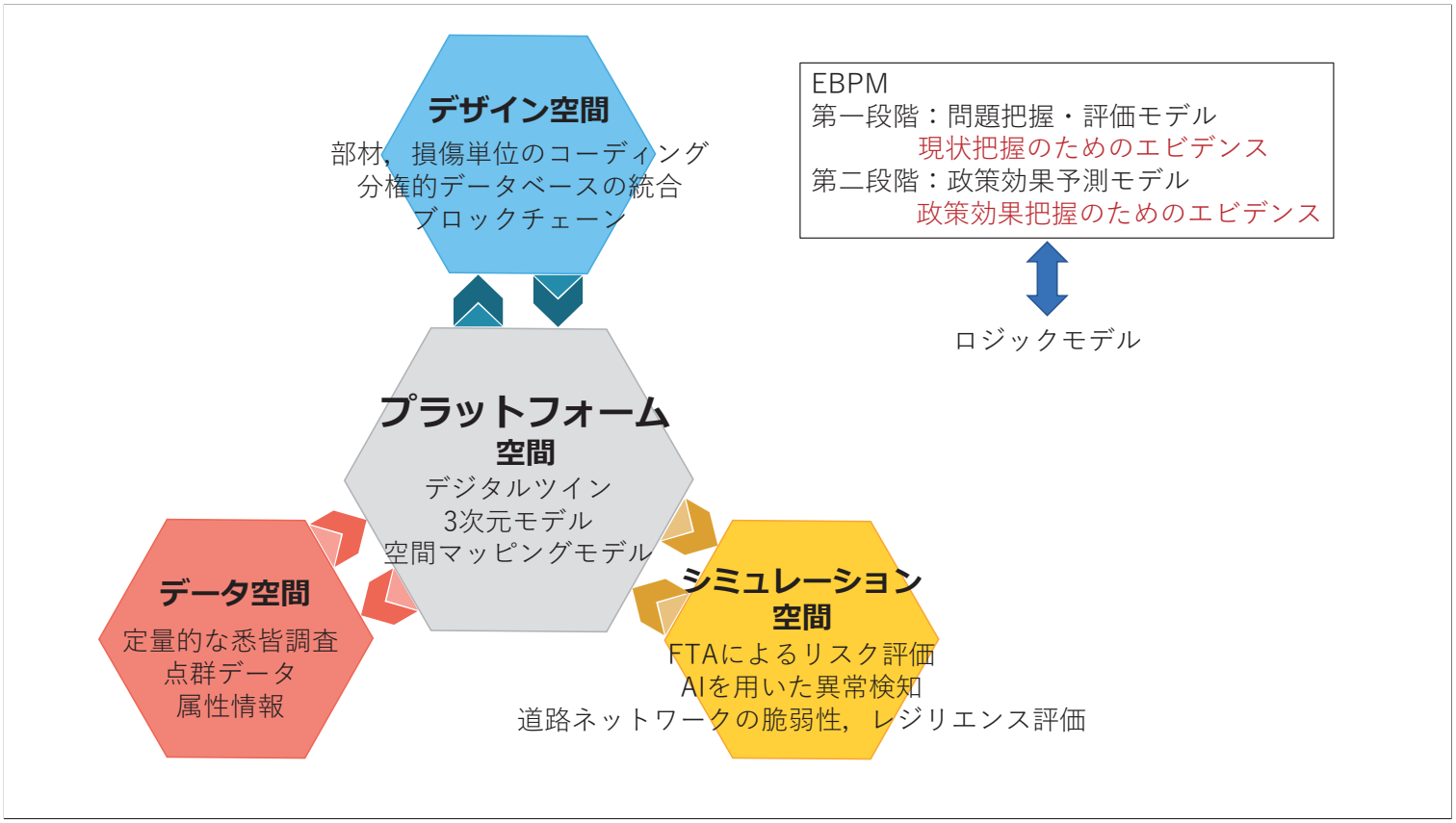
デジタルインフラマネジメント

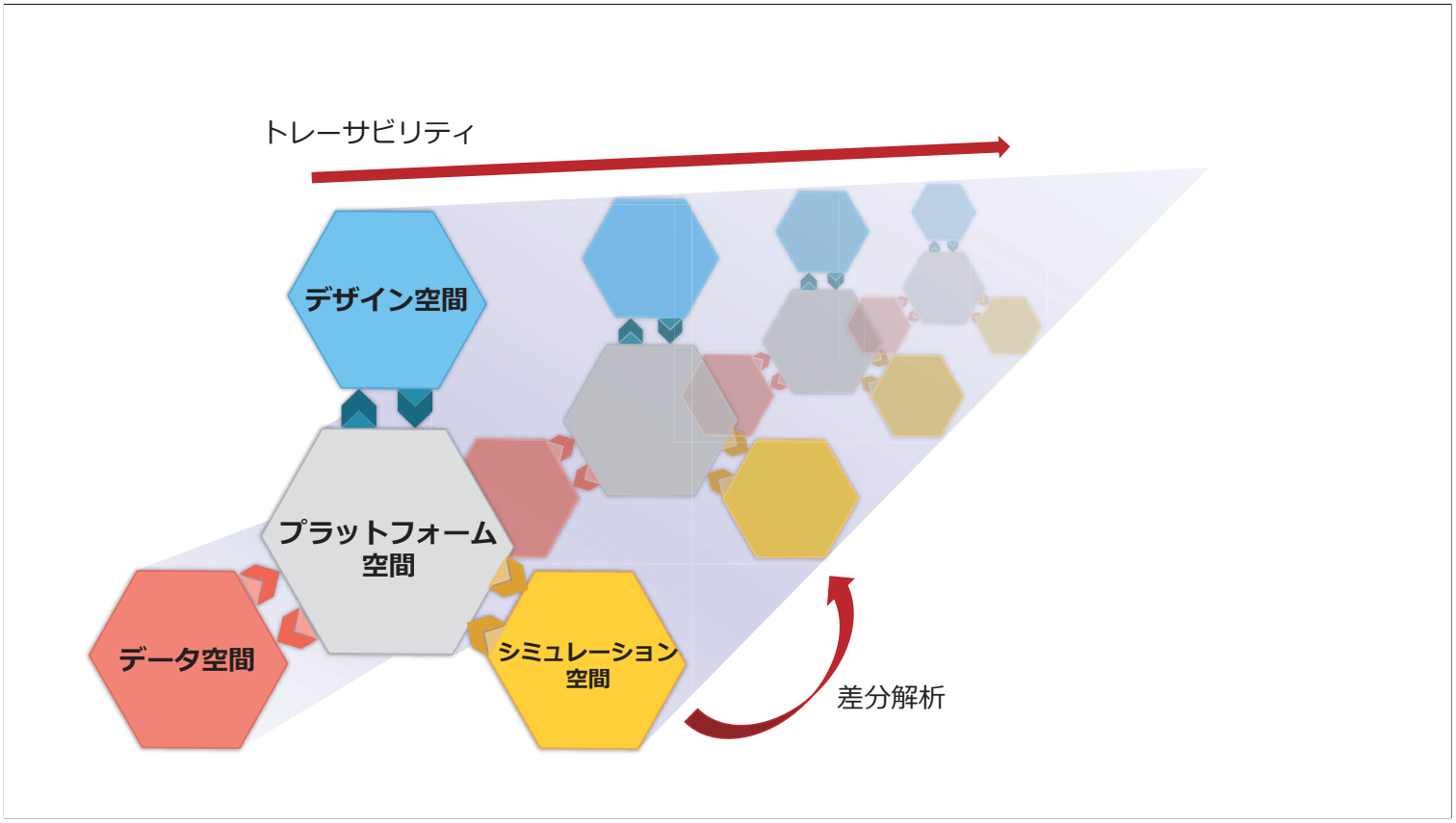
- 現実の評価から可能性（ゆらぎ）の評価へ
- 網羅性・悉皆性
- 想定外のモニタリング



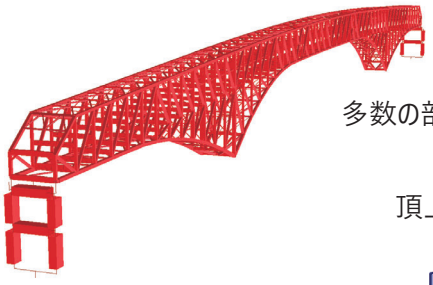
- 組織マネジメントの高度化

24


デザイン空間
部材，損傷単位のコーディング
分権的データベースの統合
ブロックチェーン
EBPM
第一段階：問題把握・評価モデル
現状把握のためのエビデンス
第二段階：政策効果予測モデル
政策効果把握のためのエビデンス
ロジックモデル
プラットフォーム空間
デジタルツイン
3次元モデル
空間マッピングモデル
データ空間
定量的な悉皆調査
点群データ
属性情報
シミュレーション空間
FTAによるリスク評価
AIを用いた異常検知
道路ネットワークの脆弱性，レジリエンス評価


トレーサビリティ
デザイン空間
プラットフォーム空間
データ空間
シミュレーション空間
差分解析

橋梁3Dモデルとフォルトツリー分析

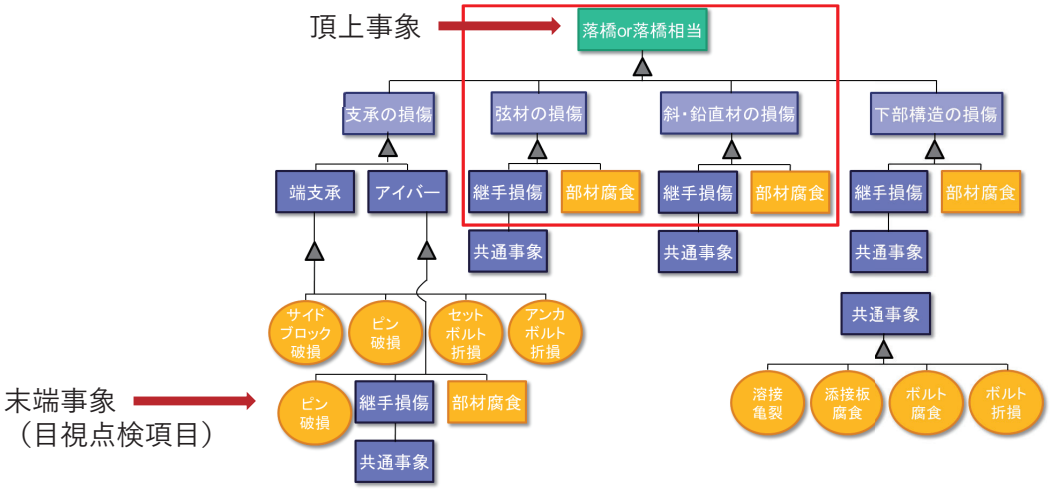


フォルトツリー

リスクの可視化・評価手法

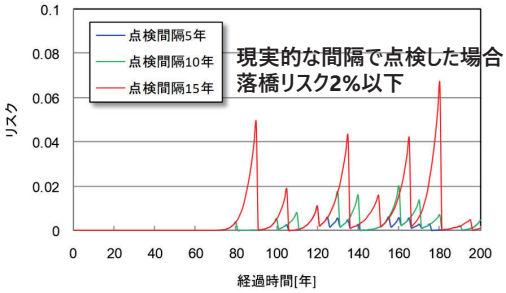
多数の部材が階層的に構成された構造システムのリスク評価には有効

ナレッジマネジメントの情報基盤

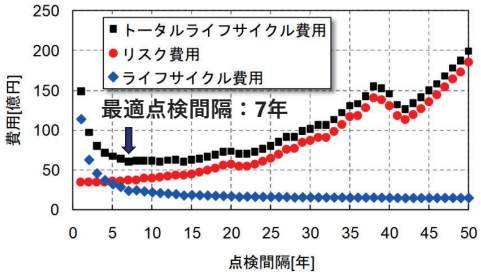


リスク可視化・評価手法（フォルトツリー分析）

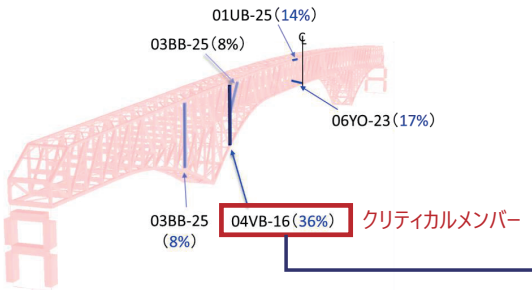
（1）リスク：落橋確率の時間的推移



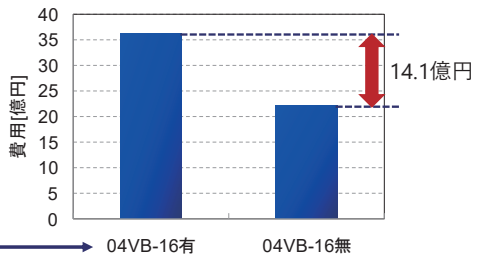
（2）最適点検間隔の決定（トレードオフ）



（3）重点監視部材の抽出（点検間隔7年）



（4）重点監視部材モニタリングによる費用削減効果



マルコフ劣化ハザードモデル

点検情報

離散的な健全度　構造・材料特性
点検時刻　環境条件etc

i:事前健全度　*z*:点検間隔
j:事後健全度　***x***:説明変数

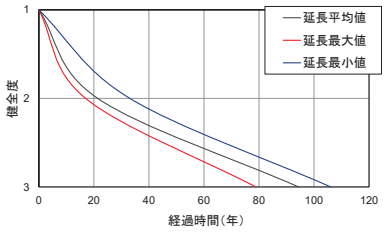
マルコフ劣化ハザードモデル

劣化速度($i \rightarrow i+1$)＝ハザード率

$$\lambda_i = \exp(\boldsymbol{x}\boldsymbol{\beta}_i)$$

マルコフ推移確率

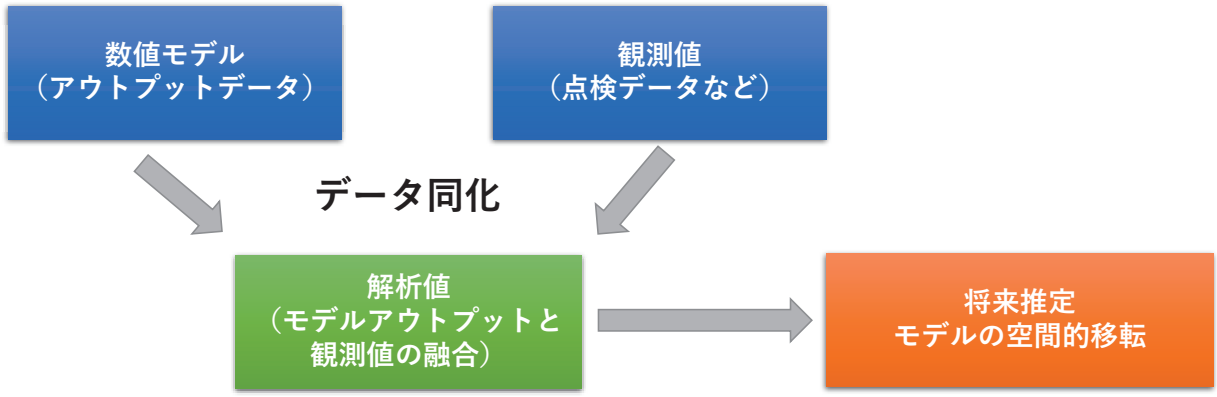
$$\pi_{ij}(z) = \sum_{s=i}^{j} \prod_{m=i}^{s-1} \frac{\lambda_m}{\lambda_m - \lambda_s} \prod_{m=s}^{j-1} \frac{\lambda_m}{\lambda_{m+1} - \lambda_s} \exp(-\lambda_s z)$$



□施設の劣化過程の表現
□点検情報に基づく予測精度の向上
□種々の条件の相違の定量的評価

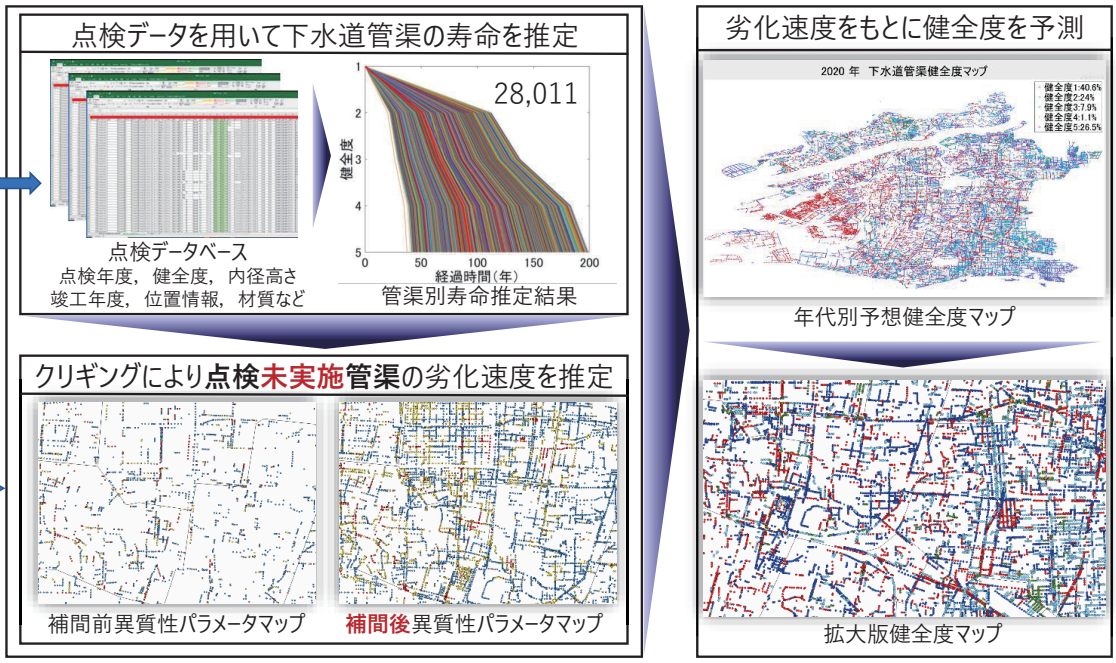
データ同化とモデルの空間的移転性

- 観測データを理論を用いて取り込み（同化）モデル結果を修正
- 時空間的に断片的に得られる観測データをモデルを用いて補完



クリギングを用いた全管渠の劣化予測

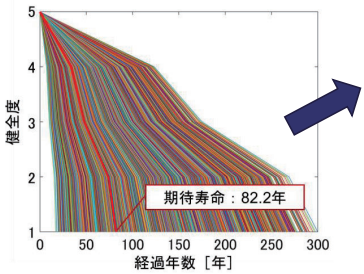
コンクリート管渠
（**埋設**構造物）
点検実施数：
28,011
点検未実施数：
89,877

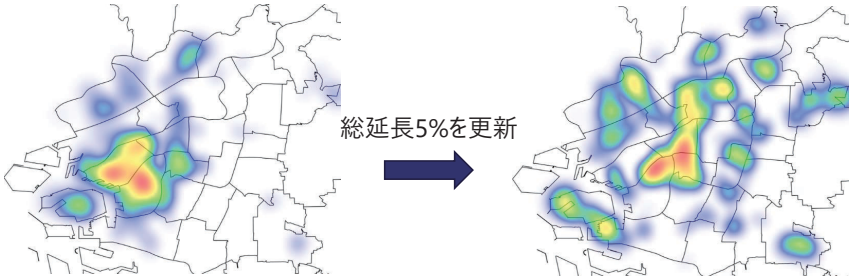


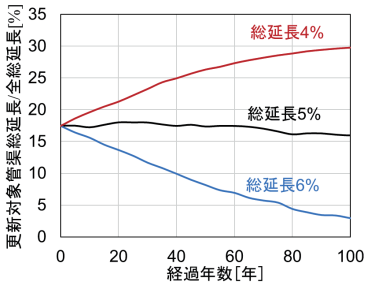
下水道管渠ネットワークの改築・更新施策

デュアルカーネル密度分析による空間的劣化異質性分布

下水道コンクリート管渠に
対する目視点検データを用いた
統計的劣化予測
（サンプル総数：18,849）







現在の更新施策を継続することにより，リスクを維持することができる．更新対象を1%延長すればリスクを低減可能．

政策評価としては一定の成果．
政策形成としては？

全コンクリート管渠に対する劣化シミュレーション

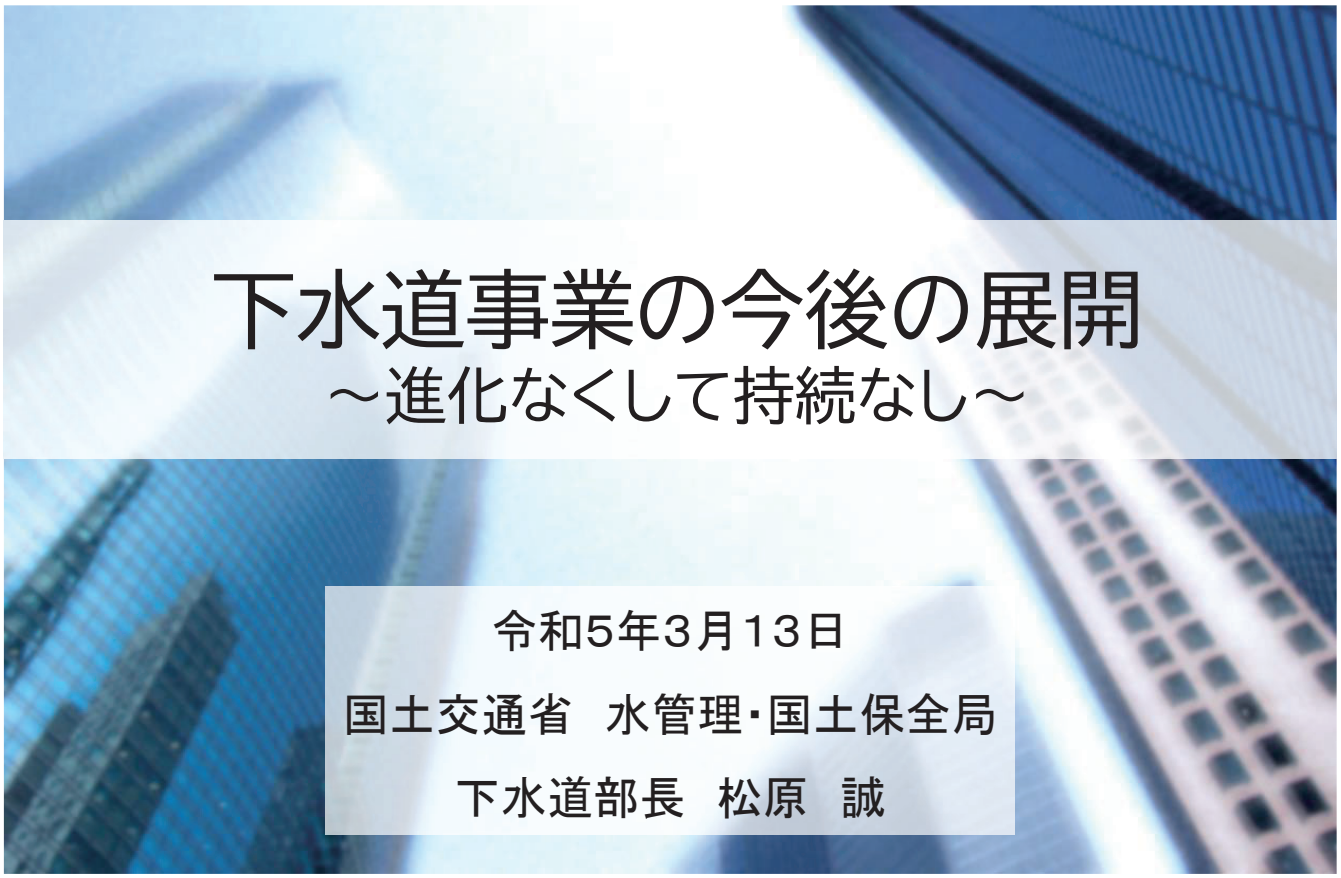
2070 年　下水道管渠健全度マップ



33

下水道事業の今後の展開
～進化なくして持続なし～

国土交通省 水管理・国土保全局 下水道部
部長　松原 誠



下水道事業の今後の展開
～進化なくして持続なし～

令和5年3月13日

国土交通省　水管理・国土保全局

下水道部長　松原　誠

1. 下水道の現在地

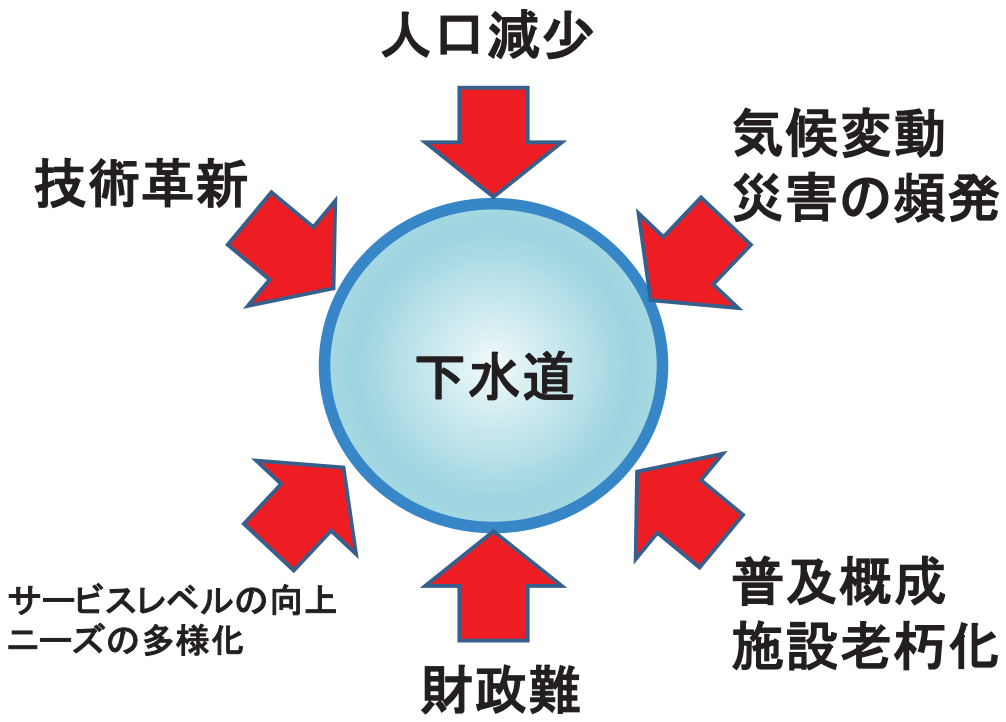
下水道の役割の変遷

背景	下水道の役割	下水道法令
コレラの流行、浸水被害	土地の清潔の保持	**明治33年3月** 旧下水道法制定 ・「土地の清潔の保持」を目的に規定
生活環境への関心の高まり	都市の健全な発達 公衆衛生の向上	**昭和33年3月** 新下水道法制定 ・「都市の健全な発達」「公衆衛生の向上」を目的に制定
河川、海等の水質の悪化	河川、海等の水質保全	**昭和45年12月** 下水道法改正 ・「公共用水域の水質保全」を目的に規定
省エネ・リサイクル社会の到来	下水道資源の有効利用	**平成8年6月** 下水道法改正 ・汚泥の減量化の努力義務 ・光ファイバー設置の規制緩和
都市型水害の頻発 進まない閉鎖性水域の水質改善	広域的な雨水排除 広域的な高度処理の推進	**平成17年6月** 下水道法改正 ・雨水流域下水道の創設 ・高度処理の推進
集中豪雨等による浸水被害の増加 老朽化や温暖化問題等の顕在化	官民による浸水対策 下水道の機能確保 循環型社会形成	**平成27年5月** 下水道法改正 ・雨水貯留施設の管理協定制度 ・維持修繕基準の創設 ・汚泥の燃料化・肥料化の努力義務
気候変動の影響による降雨量増加 「流域治水」の実現	気候変動に適応した 浸水対策の推進	**令和3年5月** 下水道法改正 ・目標降雨の事業計画への位置づけ ・樋門等の操作ルールの策定義務づけ

主要事項の経過と現在地

	下水道普及率 %	国費 億円	下水道法	ビジョン	組織	トピック	全人口 億人
30年前							
1992（H4）	47	11,289					1.244
20年前			H8改正		（H13） 建設省→国交省	（H10） 当初予算でマイナス	
2002（H14）	65	10,674				国費△12.7	1.274
10年前			H17改正	H17 下水道ビジョン	（H23） 都市局→水局	三位一体改革 政権交代 事業仕分け	（H20ピーク） 1.281
2012（H24）	76	5,138					1.276
現在	（R3）	（R3）	H27改正 R3改正	H26 新下水道ビジョン	（R6）水道移管	3か年緊急対策 5か年加速化対策	（R3）
2022（R4）	81	5,653					1.257

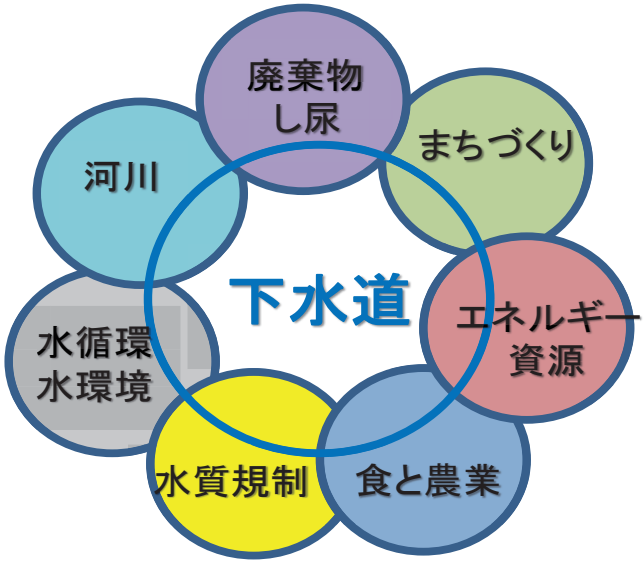
下水道をとりまく諸情勢の変化



下水道の果たすべき役割は変わらずとも、周辺状況の変化に応じた変化、革新が必須

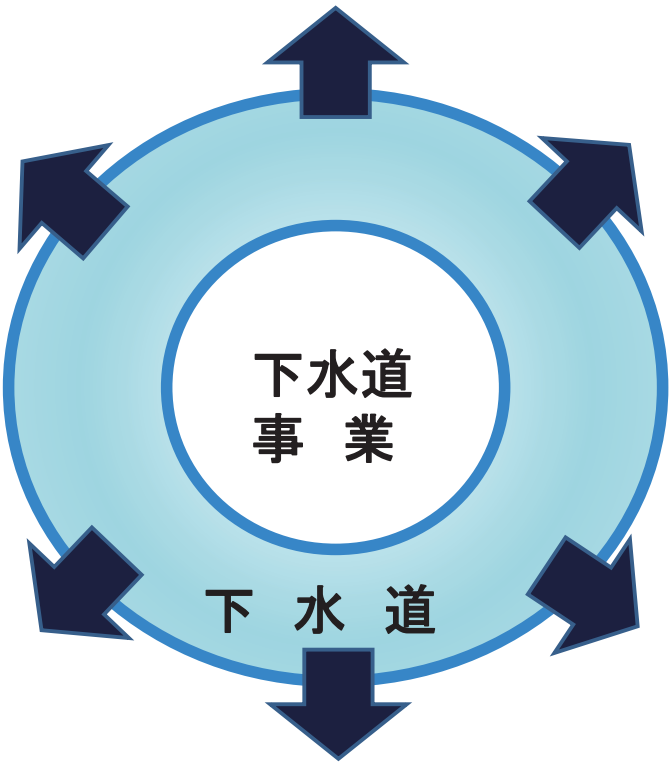
4

下水道のフロンティアの拡大



多機能都市型環境安全社会資本

多くの関連分野との接点

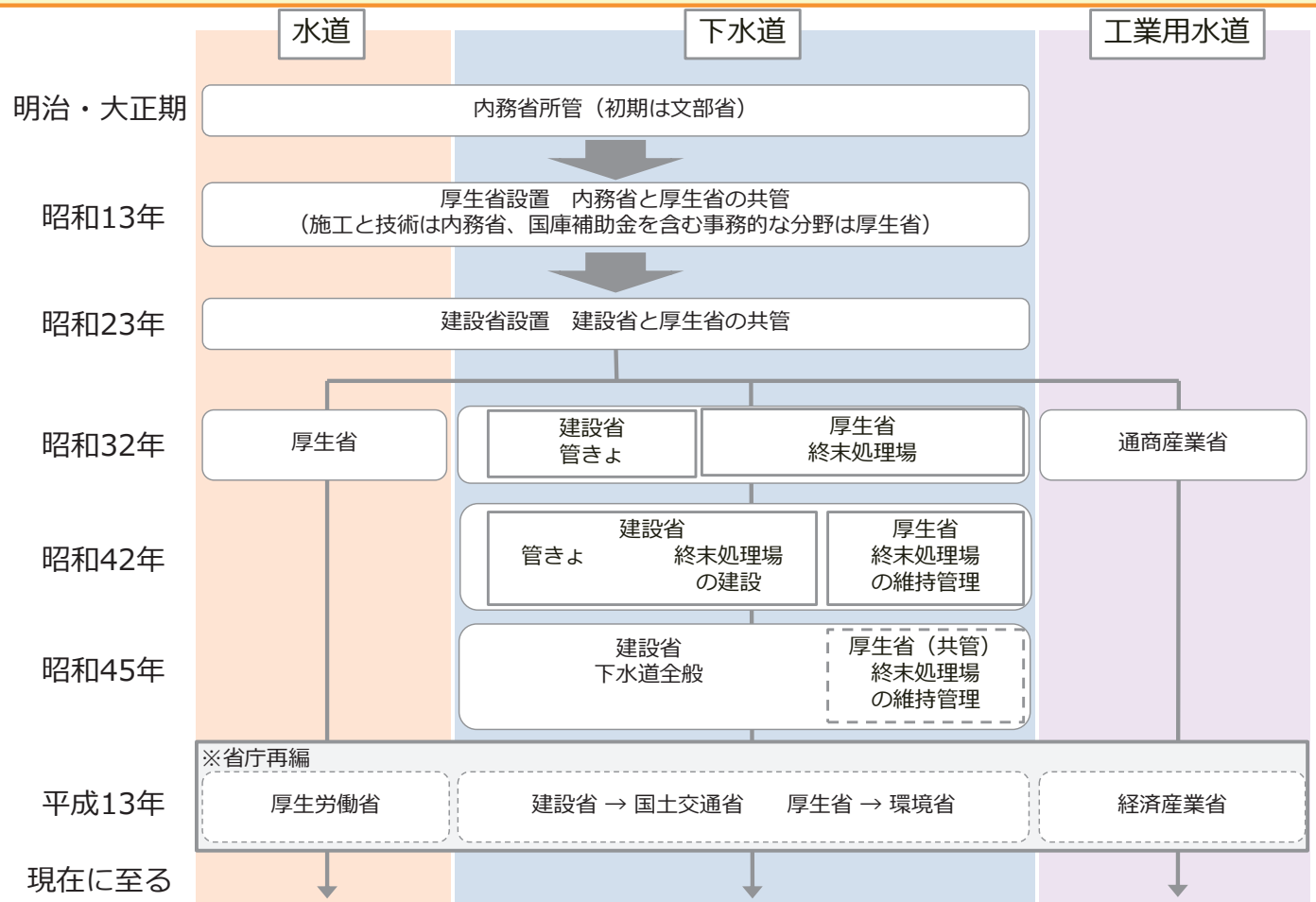


プレゼンスの向上、最大限の社会貢献

5

2. 水道行政の移管について

水道行政の変遷について



生活衛生等関係行政の機能強化のための関係法律の整備に関する法律案の概要

改正の趣旨

生活衛生等関係行政の機能強化を図るため、食品衛生法による食品衛生基準に関する権限を厚生労働大臣から内閣総理大臣に、水道法等による権限を厚生労働大臣から国土交通大臣及び環境大臣に移管するとともに、関係審議会の新設及び所掌事務の見直しを行う。

改正の概要（水道関係抜粋）

2. 水道整備・管理行政の機能強化【水道法、水道原水水質保全事業の実施の促進に関する法律、公共土木施設災害復旧事業費国庫負担法、社会資本整備重点計画法】

① 水道に関する水質基準の策定その他の水道整備・管理行政であって水質又は衛生に関する事務について、環境の保全としての公衆衛生の向上及び増進に関する専門的な知見等を活用する観点から、厚生労働大臣から環境大臣に移管する。

② 水道整備・管理行政であって①に掲げる事務以外の事務について、社会資本の整合的な整備に関する知見等の活用による水道の基盤の強化等の観点から、厚生労働大臣から国土交通大臣に移管するとともに、当該事務の一部を国土交通省地方整備局長又は北海道開発局長に委任できることとする。

③ 災害対応の強化や他の社会資本と一体となった効率的かつ計画的な整備等を促進するため、水道を、公共土木施設災害復旧事業費国庫負担法及び社会資本整備重点計画法の対象施設に加える。

3. 所掌事務等の見直し【厚生労働省設置法、国土交通省設置法、環境省設置法、消費者庁及び消費者委員会設置法】

① 厚生労働省、国土交通省、環境省及び消費者庁の所掌事務並びに関係審議会の調査審議事項に係る規定について所要の見直しを行う。

② 国土交通省地方整備局及び北海道開発局の業務規定の整備を行う。

施行期日

令和６年４月１日

8

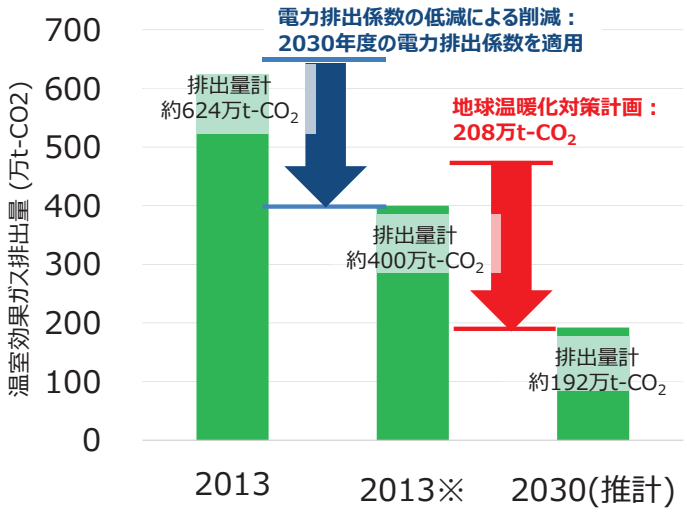
3. 今後の下水道施策

9

1）GX（脱炭素、肥料利用）

下水道における脱炭素化の推進

■下水道からの温室効果ガス排出量



注：排出量は創エネによる削減分も含む

※2030年度の電力排出係数（見込み）を適用した場合

■地球温暖化対策計画（R3閣議決定）における目標

①下水汚泥のエネルギー化（創エネ）

目標： 約70万t-CO_2を削減
- 消化ガス利用施設、固形燃料化施設の着実な導入
- 地域バイオマスの受入れや廃棄物処理施設等との連携によるエネルギー利用量の増加

②汚泥焼却の高度化

目標： 約78万t-CO_2を削減
- N2O排出抑制型の焼却炉への更新
- 焼却を伴わない汚泥処理方法（固形燃料化等）への変更
- 高温焼却（850℃以上）の100%実施

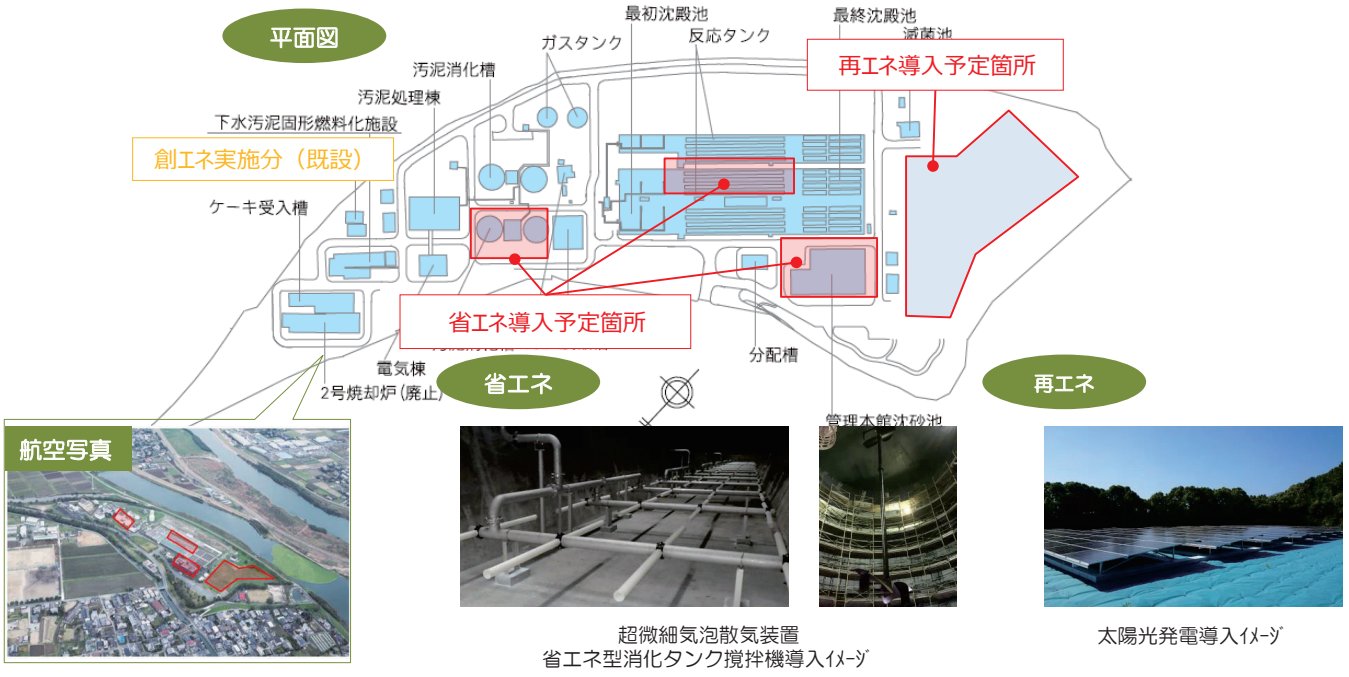
③省エネの促進

目標： 約60万t-CO_2を削減
- 電力・燃料消費を年率約2%削減
- 省エネ診断等による電力・エネルギー消費等を踏まえた機器更新や運転管理の効率化

カーボンニュートラル地域モデル処理場

熊本市CN処理場計画（南部浄化センター）

省エネ技術の導入や再エネ設備（太陽光発電導入）の導入等により、カーボンニュートラルを推進。



米子市（皆生処理場）

省エネ技術を導入し、汚泥を共同処理する内浜処理場に創エネ技術を導入する。

富山市（浜黒崎浄化センター）

消化ガスや下水汚泥を発電燃料として活用することでカーボンニュートラルを推進。

12

下水道の脱炭素化促進に向けた取組

下水汚泥のエネルギー化（創エネ）

- ◆ 消化ガス利用施設、固形燃料化施設の新設等、創エネ事業への集中的な支援（**個別補助事業**）
- ◆ 地域バイオマスの受入れや廃棄物処理施設等との連携による創エネ量の増加（**案件形成支援事業**）

汚泥焼却の高度化

- ◆ 焼却の高度化に向け、汚泥焼却を行う処理場への**個別フォロー**
- ◆ 新設・改築時に焼却の高度化を**交付要件化**（措置済）
- ◆ 焼却の高度化事業への集中的な支援（**個別補助事業**）

省エネの促進

- ◆ 温室効果ガス排出量や消費電力量を**「見える化」**
  - ✓ 下水道管理者：現状・進捗の把握と積極的な取組の促進
  - ✓ 国：プッシュ型支援の実施
  - ✓ 民間企業：効果的な技術導入等の提案促進
- ◆ 省エネ診断を踏まえ、処理規模、方式に応じた対策検討、高効率機器への更新や運転管理の効率化（**調査支援の実施**）
- ◆ 温室効果ガス削減効果の高い省エネ事業への**交付金重点配分**

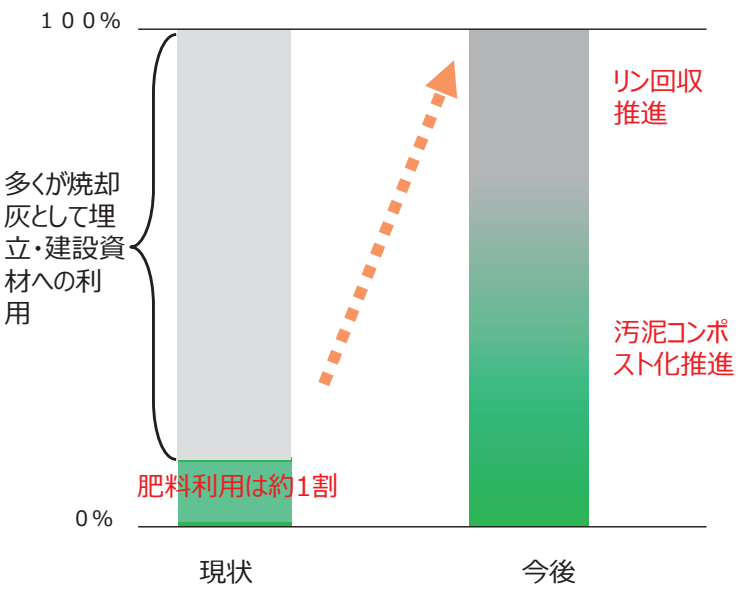
地球温暖化対策推進法に基づく地方公共団体実行計画策定の促進

- ◆ 下水道管理者に依頼通知を発出。実行計画策定マニュアルを公表済み。
- ◆ 実行計画の策定等に必要となる温室効果ガス削減検討や調査等を支援（**支援制度の創設**）

13

下水汚泥資源の肥料利用促進の方向性

【下水汚泥の肥料利用の状況】



【リン回収（神戸市）】



【汚泥コンポスト（佐賀市）】



14

下水汚泥資源の肥料利用の拡大に向けた関係者の役割と取組の方向性

目標	**2030年までに堆肥・下水汚泥資源の使用量を倍増し、肥料の使用量（リンベース）に占める国内資源の利用割合を40%へ**（令和4年12月27日　食料安全保障強化政策大綱決定）

消費者の理解促進

自治体（下水道事業者（下水道部局））

○安全安心かつ肥料製造業者や農業者のニーズに応じた品質の肥料原料の供給に取り組む。

◆ 適切な重金属モニタリング、成分分析による安全・安心な汚泥資源の供給　等

農業者・JA等

○地域特性に応じて、下水汚泥資源の肥料利用の拡大に取り組む。

◆ 自治体等との連携による、地域や下水道の特性、肥料需要に応じた取組の推進

国

○関係者の取組支援、ネットワーク化等により下水汚泥資源を活用した肥料の需要・供給拡大に取り組む。

◆ 肥料成分を保証可能な新たな公定規格の設定
◆ 下水道事業者、肥料製造業者、農業者のマッチングによる流通経路の確保　等

自治体（農政部局）

○地域特性に応じて、下水汚泥資源の肥料利用の拡大に取り組む。

◆ 農業者・JA等との連携による、地域や下水道の特性、肥料需要に応じた取組の推進
等

肥料製造業者（メーカー）

○安全性・品質が確保された下水汚泥資源を原料として、農業者のニーズに応じた肥料の製造に取り組む。

◆ 農業者が使いやすい肥料の実用化
等

15

令和4年度補正予算により着手する下水汚泥資源の肥料利用促進に向けた技術実証

B-DASHプロジェクト

消化汚泥から効率的にリンを回収する技術に関する実証事業

事業実施者　水ingエンジニアリング（株）・神戸市共同研究体

実証概要　従来技術よりもリン回収効率が高く、リンの資源循環への寄与率が高い技術について、リンの回収率や省エネルギー性等を実証する。

MAPにより脱水ろ液から効率的にリンを回収する技術に関する実証事業

事業実施者　JFEエンジニアリング（株）・横浜市共同研究体

実証概要　MAPにより脱水ろ液から効率的にリンを回収する技術について、リンの回収率や省エネルギー性等を実証する。

新たなリン回収システムによる下水道の資源化に関する実証事業

事業実施者　太平洋セメント（株）・メタウォーター（株）・東京都下水道局共同研究体

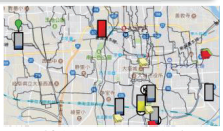
実証概要　消化を導入していない処理場を対象として、脱水分離液からリンを新たな方法により回収する技術について、リンの回収率や肥料の品質等を実証する。

2）DX

デジタルトランスフォーメーション（DX）の推進

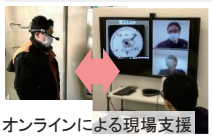
《下水道におけるDX》
下水道事業が抱える課題や社会経済情勢の変化に伴う新たな要請への対応を見据え、データとデジタル技術の活用基盤を構築し、さらにこれを徹底活用することで、業務そのものや、組織、プロセスを変革し、下水道の持続と進化を実現させることにより、国民の安全で快適な生活を実現。

行動のデジタル化

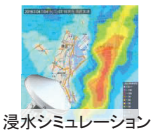



施設情報や管路内水位情報等をいつでも確認

知識・経験のデジタル化



オンラインによる現場支援



浸水シミュレーション

モノのデジタル化



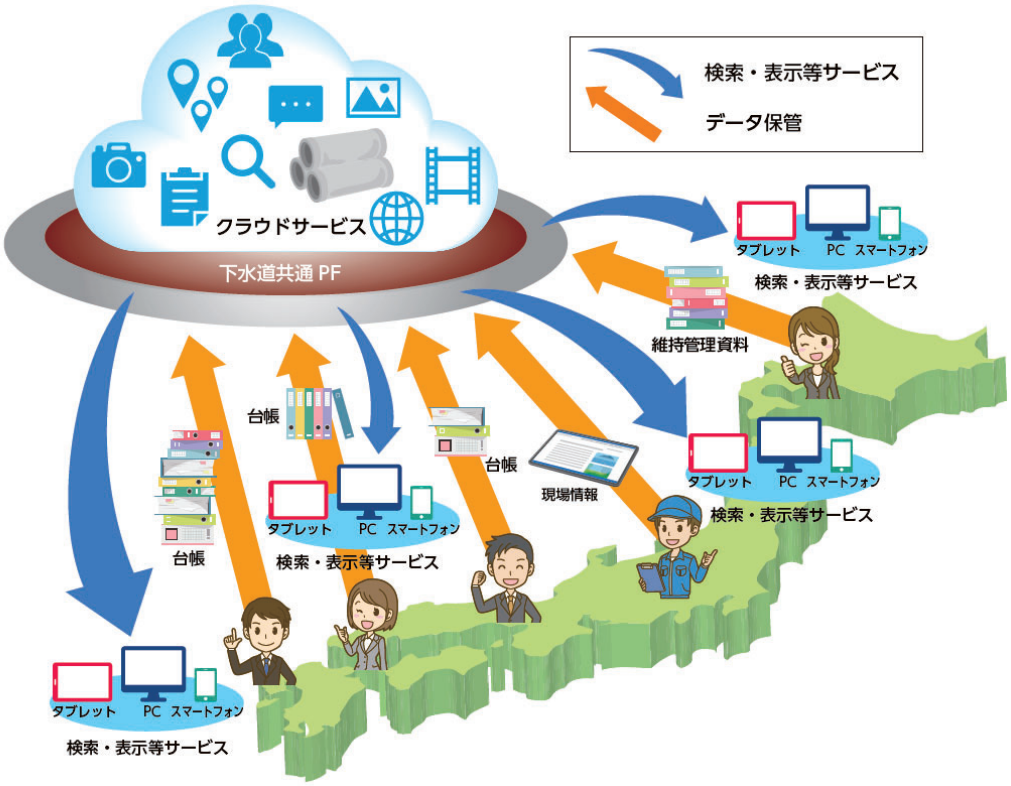

管網のGIS化・3次元モデル化

行政手続き・サービスの変革	ICTやAI等を活用し、現場の安全性や効率性を向上	業務プロセスや働き方を変革
●排水設備計画届出等の電子申請 ●管路施設情報のオンライン閲覧 ●水害リスク情報等のアナウンス（内水ハザードマップ、水位周知等）	●AIを活用した水処理運転技術操作の最適化支援技術 ●ICTを活用した下水道施設の劣化状況把握・診断技術 ●ドローンによる下水道施設の点検支援技術 ●樋門操作の遠隔化等	●下水道分野におけるBIM/CIMの促進 ●下水道施設広域管理システムの開発

DXを支えるデータ活用環境の構築

- ●下水道全国データベースの機能向上
- ●下水道施設の維持管理情報を含めた標準仕様の策定
- ●管路施設の台帳電子化促進に向けた共通プラットフォームの構築

下水道共通プラットフォームの運用開始



令和5年度運用開始予定

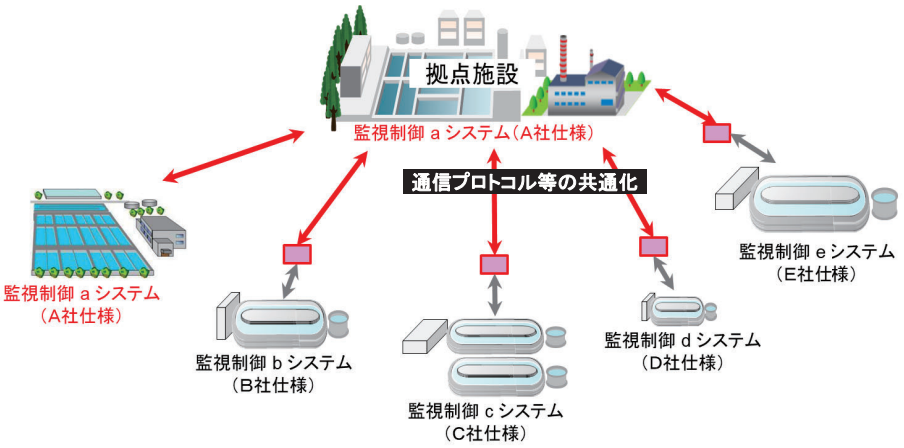
広域管理の推進

B-DASH実証事業

「ICTを活用した下水道施設広域管理システムに関する実証事業」

提案技術の概要

監視制御システムに互換性を持たせる技術の開発・標準化（システム標準仕様策定）



提案技術の革新性等の特徴

要素技術①：共通プロトコル方式

製造業者ごとに異なるシステムを接続するため、共通の通信仕様（共通プロトコル）を定める

要素技術②：リモートデスクトップ方式

監視制御装置が設置されている処理場等において、リモートでの監視制御、帳票印刷を実現。

応用技術：

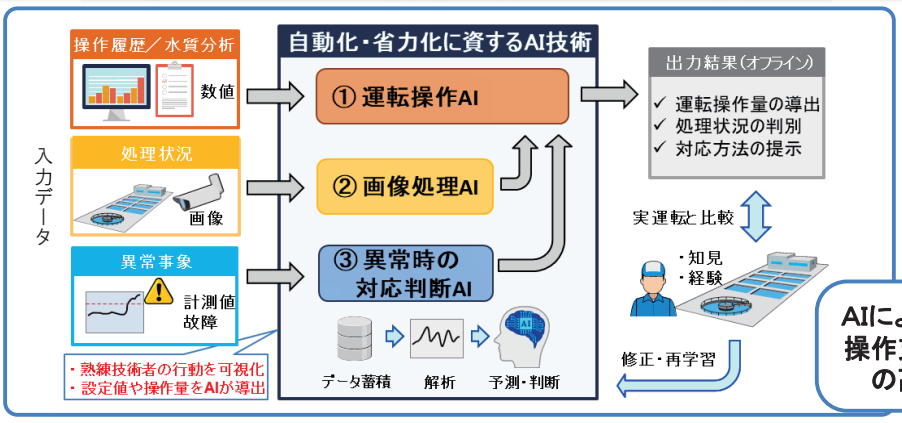
リモートデスクトップ＋共通プロトコル方式

①、②を既存設備に応じて適宜組み合わせることで、広域管理に必要な監視・制御・帳票作成を実現。

20

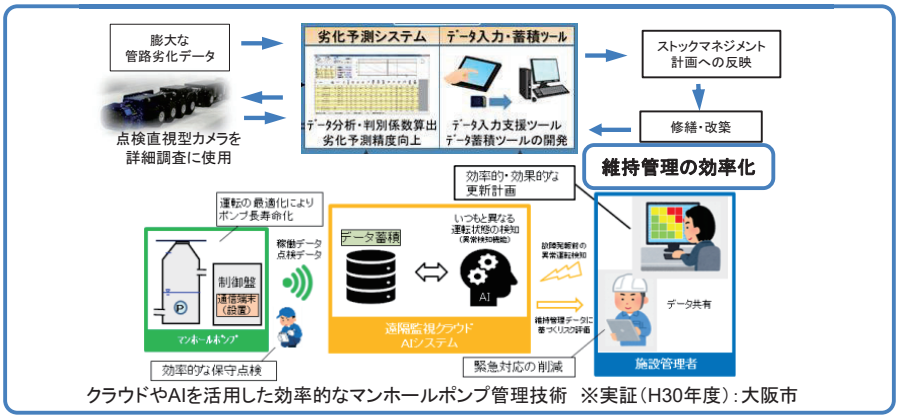
ICTやAI等の活用

AIを活用した水処理運転技術操作の最適化支援技術



※実証（R3年度）：広島市、船橋市

ICTを活用した下水道施設の劣化状況把握・診断技術



クラウドやAIを活用した効率的なマンホールポンプ管理技術　※実証（H30年度）：大阪市

21

3）水環境管理

合流式下水道の改善



雨水吐口からの放流状況

出典：東京都の下水道2012, 東京都下水道局



東京湾に漂着したオイルボール

- 令和５年度までに、全ての地方公共団体（１９１都市）で対策完了予定。
- 令和４年度から

  「合流式下水道緊急改善事業の総合的評価と今後のあり方検討委員会」を設置

  ・地域の特性やニーズに応じたさらなる水質改善対策を検討

〇今後の方向性

・地域の象徴的な水辺、河川等について、合流式下水道での対策を強化

・水域に応じた目標設定や、国民にもわかりやすい評価指標の設定

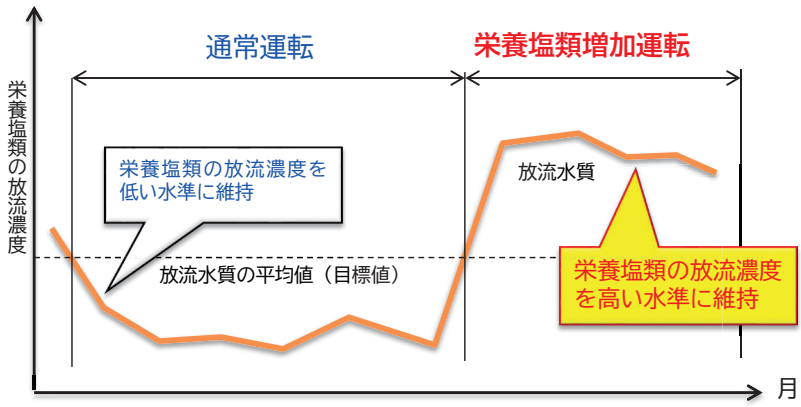
能動的運転管理の推進

色落ちしたノリの例



出典：第1回水環境マネジメント検討会 資料４
兵庫県提出資料

能動的運転管理における栄養塩類の放流濃度の考え方



- ２８都市４７処理場で実施・試行中。
- 令和４年度内に、能動的運転管理の留意事項をまとめたガイドラインを公表予定。

〇今後の方向性
・地域における栄養塩管理に関する合意形成と計画策定、下水道の役割分担の明確化
・下水道法における放流水質基準について柔軟な運用の見直しを検討

24

戦略的な水環境管理に向けて

- ✓ 人口減少への対応
- ✓ 脱炭素の推進
- ✓ 豊かな海や地域の特性に応じた水環境へのニーズ
- ✓ 新たな下水道のフロンティア拡大

- 今後、水環境全体を検討する検討委員会の設置を予定

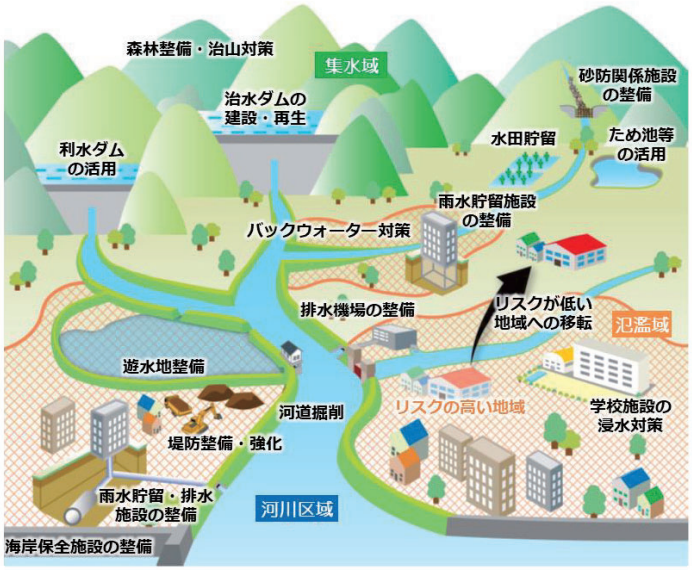
25

4）国土強靱化

流域治水の推進

集水域と河川区域のみならず、氾濫域も含めて一つの流域として捉え、地域の特性に応じ、次の対策をハード・ソフト一体で多層的に進める。

- **氾濫をできるだけ防ぐ、減らす対策**
- **被害対象を減少させるための対策**
- **被害の軽減、早期復旧・復興のための対策**



「**流域治水**」のイメージ

流域治水関連法（R3.5）―下水道関係の改正内容の概要―

氾濫をできるだけ防ぐための対策 【下水道法】

①下水道で浸水被害を防ぐべき目標降雨（計画降雨）を事業計画に位置づけ、施設整備の目標を明確化し、**雨水貯留管等の整備を加速。**

② 下水道における樋門等の開閉に係る操作ルール策定を義務づけ、河川等から**市街地への逆流を確実に防止。**

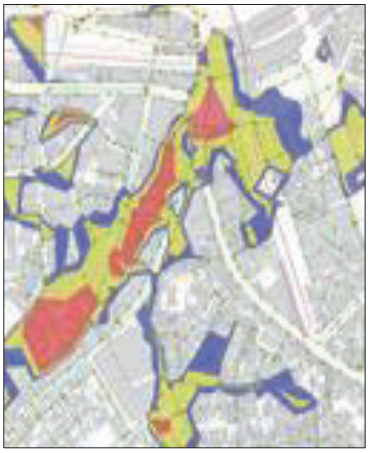
③ 民間の施設整備に係る認定制度により**民間による雨水貯留浸透施設の整備を推進。**

被害を軽減するための対策 【水防法】

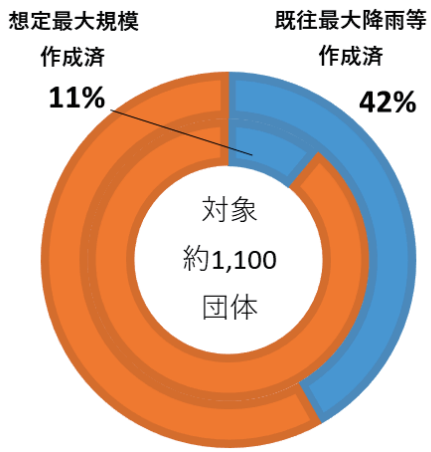
④ 想定最大規模降雨によるハザードマップ作成エリア（浸水想定区域）を拡大し、**リスク情報の空白域を解消。**
【KPI】最大クラスの内水に対応した浸水想定区域図を作成した団体数
105団体（R3年度）→約800団体（R7年度）

リスク情報の発信

内水浸水想定区域図



浸水想定区域図作成状況



- 令和３年の水防法改正により、「想定最大規模降雨による内水浸水想定区域図」の作成を、下水道による浸水対策を実施する全ての団体（約１，１００団体）に拡大。

  【目標】令和７年度までに約８００団体で作成

- 優良事例の紹介や技術的支援体制の確立などで作成を推進。

28

災害対応力の強化

1. 大規模災害時の支援ルールの充実

（1）全国ルール（下水道事業における災害時支援に関するルール）

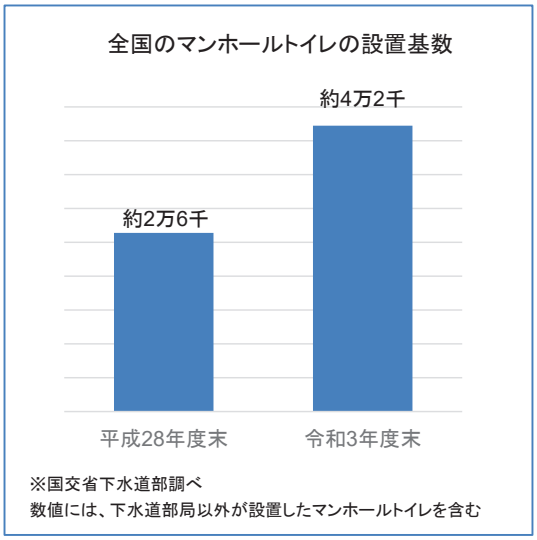
（2）大都市ルール（21大都市災害時相互応援に関する協定）

2. 耐水化の推進

・約3割が計画未策定。取組みを推進。

3. BCPの策定推進

4. マンホールトイレの設置推進



29

5）経営力強化

コンセッション事業の推進

コンセッション事業のメリット

コンセッション事業では
- ✓ 性能規定
- ✓ 長期契約
- ✓ 改築と維持管理の連携

等の特徴により、官民双方にとって様々な**効果が期待**できる

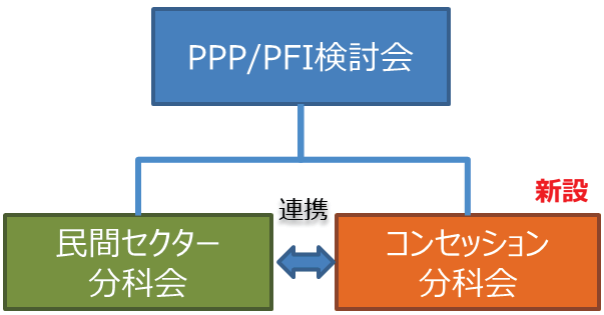
管理者視点からの期待
- 工事発注まで含んだ体制補完
- 効率的なアセットマネジメントの実現
- 財政負担の軽減
- DXの推進や汚泥・遊休地の活用
- 事業を核とした地域貢献

民間事業者視点からの期待
- 主体的な事業運営が可能
- 効率的な経営資源の活用
- ノウハウを活用した利益の創出
- 新技術・新製品の試験的導入
- 事業を通した住民との関わり

社会資本整備総合交付金の要件化・インセンティブ

- 人口10万人以上の地方公共団体等が下水道整備を実施する場合、PPP/PFIに関する民間提案を求める**窓口を設置**し、**適切な提案があった場合は採用する**ことを交付金の要件として追加。
  （令和6年度予算要望から）
- コンセッション事業に含まれる下水道施設の整備・改築事業について、**重点配分の対象**とする（令和5年度から）

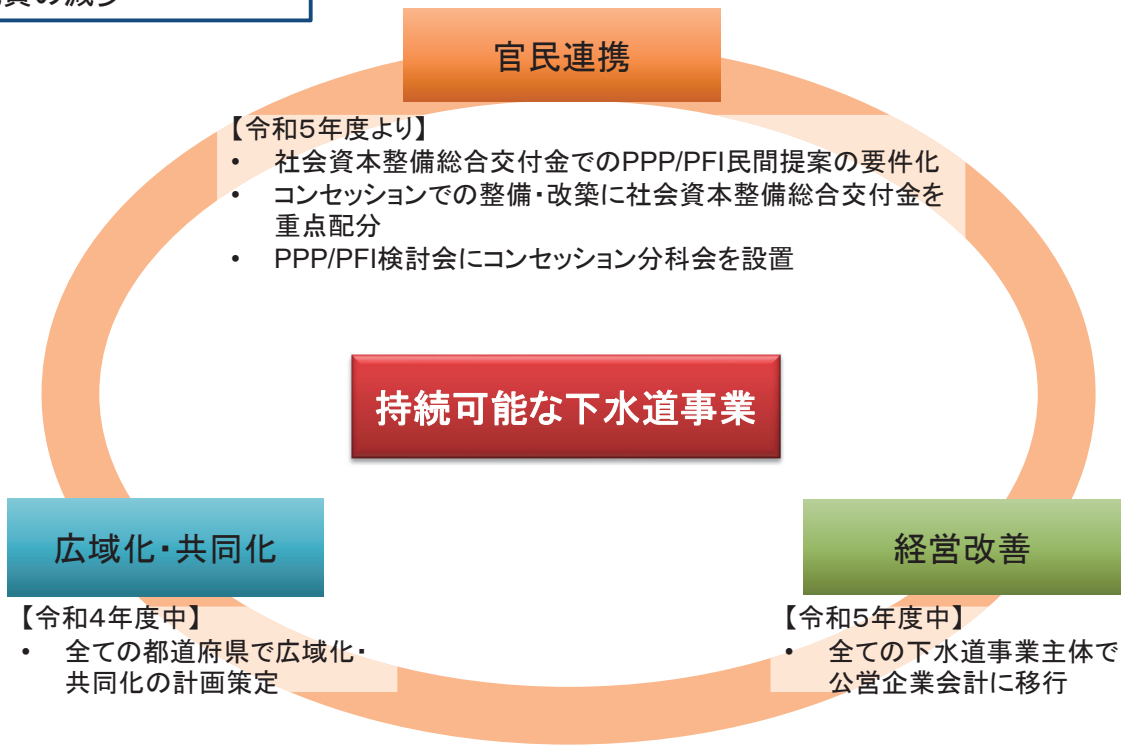
コンセッション検討会分科会の設置



PPP/PFI検討会、分科会の設置

広域化・共同化、企業会計の導入等の推進

- 人口減少、使用料収入の減少
- 老朽化施設の増大
- 自治体職員の減少



6）国際展開

下水道分野の国際展開の推進

＜事業の流れ／日本の関与＞

- **案件発掘**
  - 汚水管理の主流化
  - → **案件形成を加速**
- **案件形成**
  - 本邦技術の理解醸成
  - → **スペックイン**
- **詳細設計**
  - 現地条件に適った設計
  - → **本邦企業の参入促進**
- **建設・維持管理**
  - 事業運営などの支援
  - → **持続的な信頼関係**
  - **次のステップへ**
- **新規案件形成**

第3回アジア太平洋水サミット（ミャンマー・ヤンゴン）2017年12月11日～12日

＜テーマ別セッション＞衛生と汚水管理の改善における国土交通大臣の提案

- 2015 年に国連で採択された SDGs（未処理汚水の割合を半減）達成等のため、下水道への投資増加など「汚水管理の主流化」の必要性をアピール
- 汚水管理の主流化に向け、「アジア汚水管理パートナーシップ（AWaP）」の設立を提案

アジア汚水管理パートナーシップ（AWaP※）を設立　2018年7月第1回総会を開催

※ Asia Wastewater Management Partnership

- SDGsの目標とアジア各国の現状には大きな格差があり、各国の知見や経験を共有する

1 汚水管理の意識向上　2 汚水管理のモニタリング　3 共通課題の解決

パートナー国

カンボジア　インドネシア　ミャンマー　フィリピン　ベトナム　日本

事務局（国土交通省 / 環境省）

AWaPの組織体制



第1回総会（2018年7月　北九州市）

活動経過

2019年～

- 年次レポート（各国の現状や課題、今後の方針）、統合レポート（各国の共通課題と、その課題に関する日本の経験）を作成、第2回AWaP総会を開催

34

下水道の海外展開に関する国別の取組状況

：「アジア汚水管理パートナーシップ（AWaP）」パートナー国
（インドネシア、カンボジア、フィリピン、ベトナム、ミャンマー及び日本の６か国で汚水処理整備を加速化させる議論を行う枠組み）

ウクライナ
- STEP案件
  - キエフ市ボルトニッチ下水処理場改修事業（H27.6～）
  - ※昨今の情勢を受け、当面の事業中断中

イラク
- STEP案件
  - クルド地区（エルビル市）下水道整備事業（H27.5～）

パキスタン
- 無償資金協力案件
  - ムルタン下水・排水サービス改善計画

バングラデシュ
- チョットグラム下水道整備事業

ラオス
- ルアンパバーンでプレF/Sを実施

インド
- 在インド日本国大使館　参事官派遣(R4.6～)
- 本邦企業の受注実績例
  - プネ市ムラ・ムタ川汚染緩和事業（R3～R6）

フィリピン
- 本邦企業の受注実績例
  - パリャニャーケ下水処理場整備

タイ
- R4年度に本邦技術を活用した下水道整備のプレF/S及びセミナーを実施

インドネシア
- 社会資本整備分野の協力覚書の締結（H25.9、H28.12）
- JICA専門家派遣 公共事業住宅省 人間住居総局衛生局（R3.10～R5.3）
- 本邦企業の受注実績例
  - ジャカルタ特別州下水道整備事業(第1区)

ベトナム
- 下水道分野の協力覚書の締結（H22.12、H25.12、H29.4、H30.5）
- JICA専門家派遣 建設省技術インフラ局(R3.5～R5.5)
- 本邦企業の受注実績例
  - ハノイ市エンサ下水道整備事業(H25～R6)
  - 第2期ホーチミン市水環境改善事業（H18～R6）
  - フエ市水環境改善事業(H20～R5)
  - ホイアン市日本橋地域水質改善計画

カンボジア
- 下水道分野の協力覚書の締結（H29.2）
- JICA専門家派遣 公共事業運輸省(R元.7～R5.4)
- JICA専門家派遣 プノンペン都公共事業運輸局(R3.10～R5.3)
- 本邦企業の受注実績例
  - プノンペン下水道整備計画(H26～R7)

ミャンマー
- 政府間会議（H29.1、H30.1、H31.2）
- ヤンゴン下水道整備事業(H26～)
  - ※E/S調達作業は、2021年4月から休止中

35

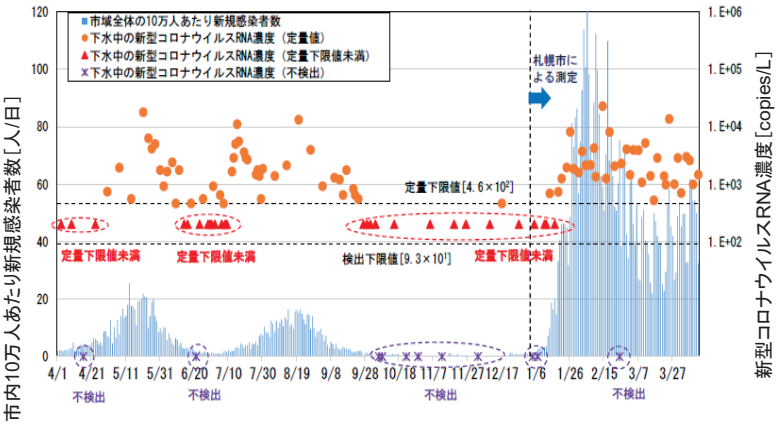
7）付加価値向上

下水サーベイランス

下水サーベイランス



下水中の新型コロナウイルスRNA濃度と
市域全体の10万人あたり新規感染者数（札幌市の例）



○ 健康管理、医療・保険等の
新たなサービス　への波及

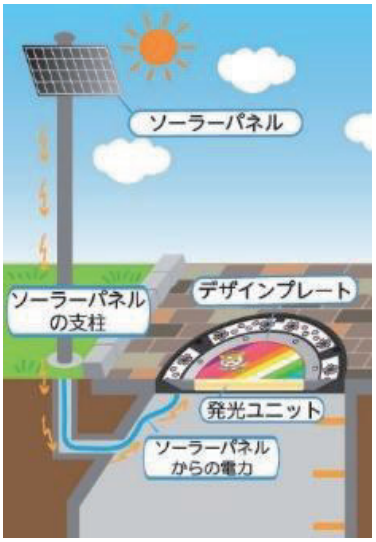
マンホールの活用

イルミネーションマンホール蓋

所沢市イルミネーションマンホール蓋広告



【夜間に発行している
イルミネーション
マンホール蓋】



【イルミネーション
マンホール蓋の仕組み】

水位センサー

水位計等の例



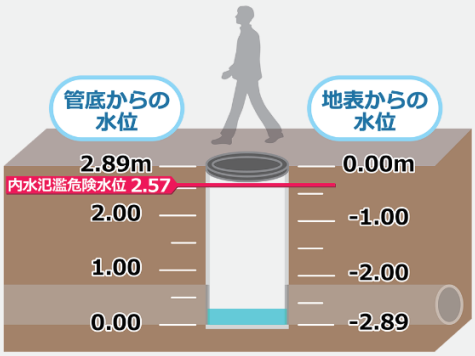
管内水位計



マンホール裏側
マンホールアンテナ

福岡市下水道水位観測システム

■下水道管きょ（比恵1号幹線）



現在の水位:**0.32**m

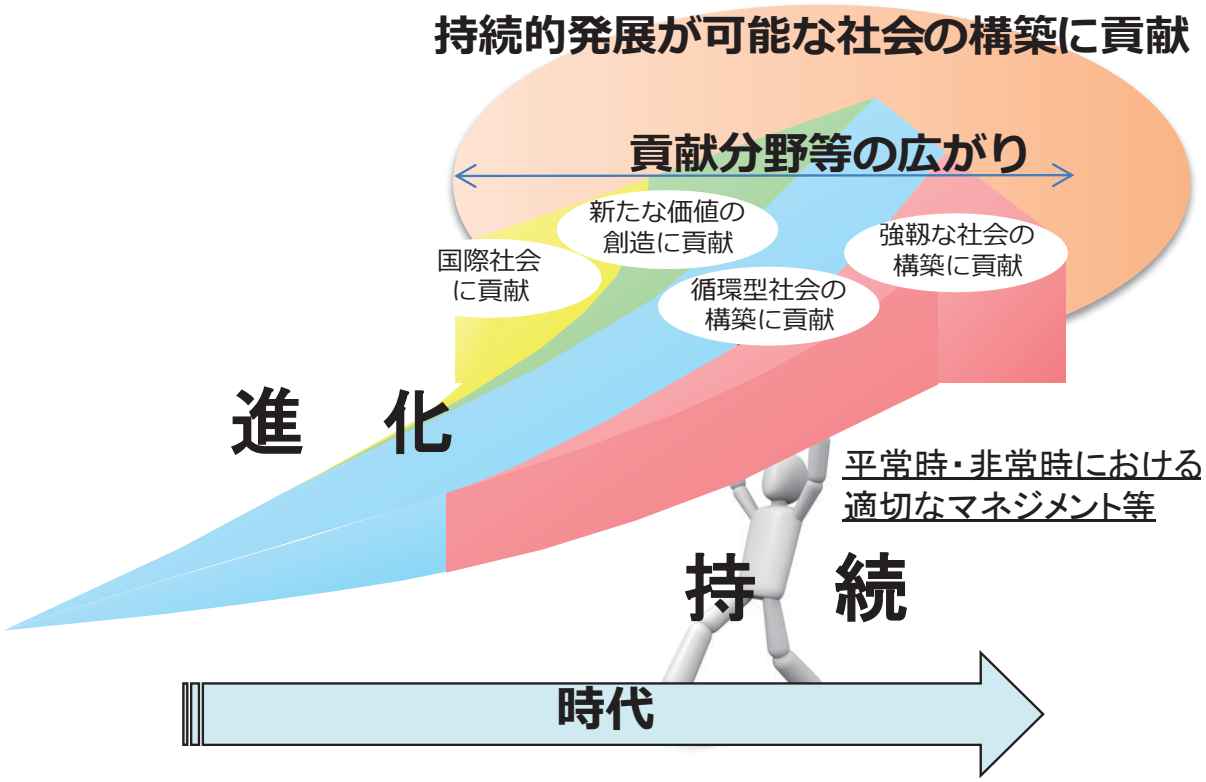
38

4. まとめ

39

下水道の持続と進化

「進化なくして持続なし」



40

うんち学入門
～生き物にとって「排泄物」とは何か～

北海道大学
大学院理学研究院教授　増田 隆一

うんち学入門

～ 生き物にとって「排泄物」とは何か ～

増 田　隆 一
北海道大学 大学院理学研究院

増 田　隆 一　（ますだ　りゅういち）
北海道大学 理学部 生物科学科　教授

専門分野：
哺乳類の分子系統進化学、動物地理学

野外から採集された動物の糞を用いて、
DNA分析を行うことがある。



講談社ブルーバックス（2021年）

生き物の排泄物の役割

- ✓生き物と進化の証
- ✓個体間のコミュニケーションを担う
- ✓種間の情報戦略と種の存続に役立つ
- ✓生態系での物質循環を担う

生き物の排泄物の役割

- ✓生き物と進化の証
- ✓個体間のコミュニケーションを担う
- ✓種間の情報戦略と種の存続に役立つ
- ✓生態系での物質循環を担う

消化管の進化　→　管(口から肛門)の形態の複雑化、付属器官の形成

受動的な摂取・消化・排泄　→　能動的な摂取・消化・排泄

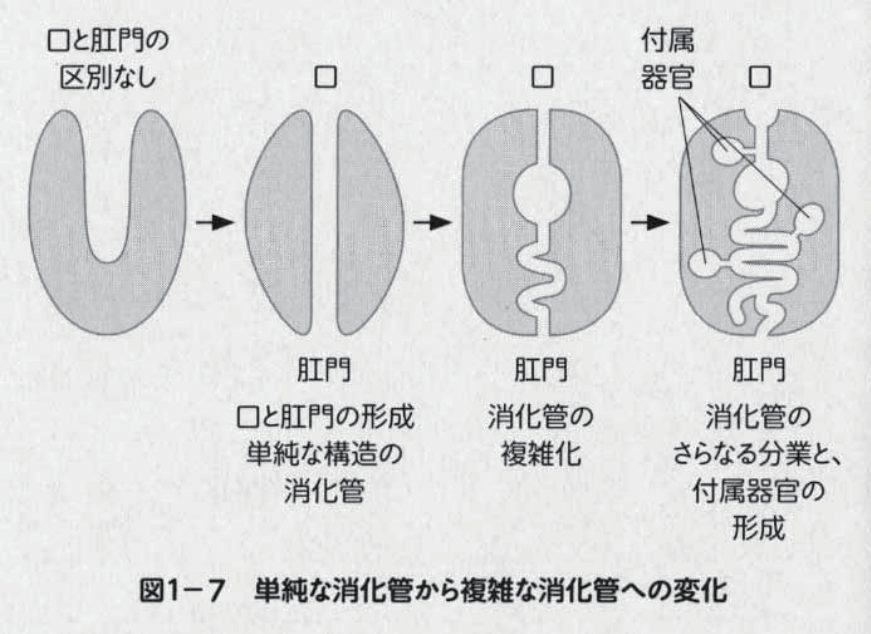
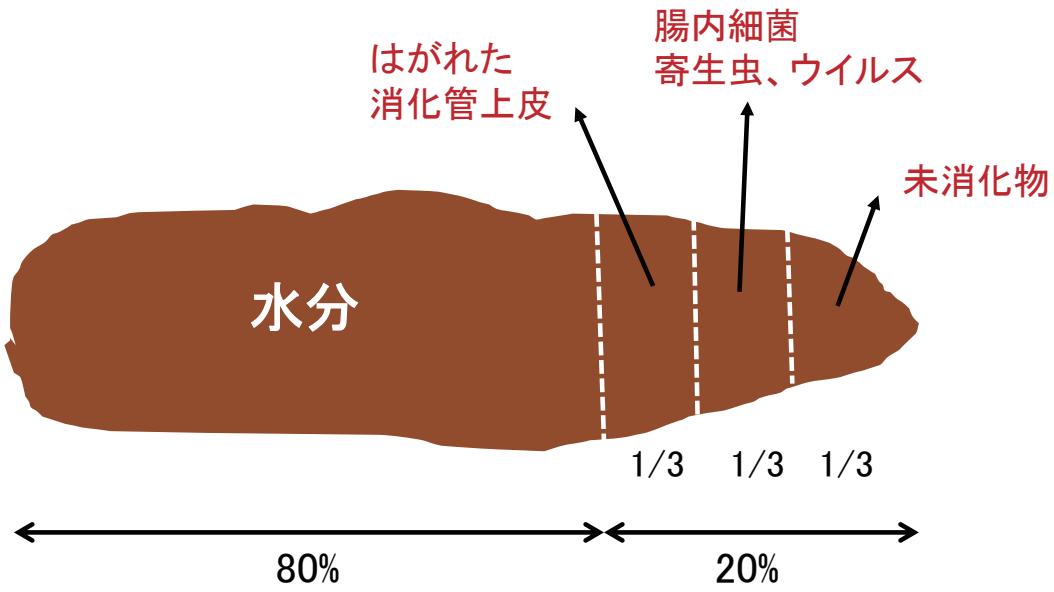


図1－7　単純な消化管から複雑な消化管への変化

「うんち学入門」 増田隆一
講談社ブルーバックス（2021年）より

哺乳類の排泄物の成分



排泄物の多様性:
同じ個体でも体調によって状態が変わる。

動物種の間でも多様性が見られる。

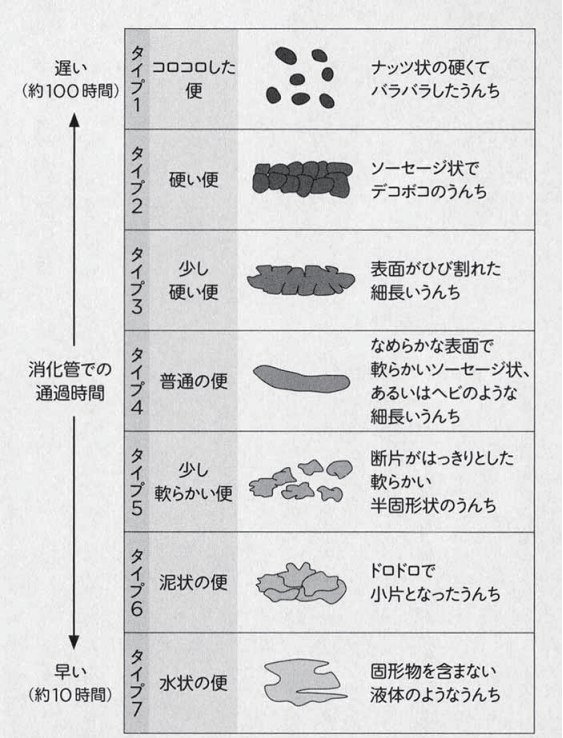
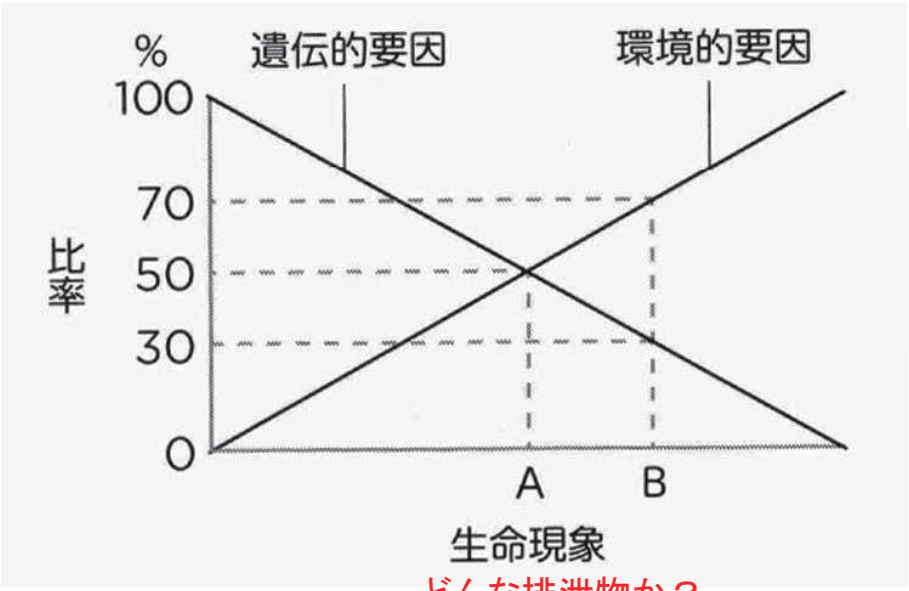


図2−2 ブリストル便形状スケール (Lewis & Heaton: Scand. J. Gastroenterol. 32: 920-924 (1997)参照)

「うんち学入門」 増田隆一
講談社ブルーバックス(2021年)より

どんな消化管か？　　どんな食物か？



どんな排泄物か？

図3−1 生命現象における遺伝的要因と環境的要因の比率の関係 たとえば、現象Aでは両要因がそれぞれ50%関わっており、現象Bでは遺伝的要因が30%、および環境的要因が70%関わっていることを示す。うんちの状態については、日々の健康状態や食物、腸内細菌に依存するため、横軸の左右間を揺れ動く

「うんち学入門」 増田隆一
講談社ブルーバックス(2021年)より

肉食獣と草食獣の消化管

肉食獣
消化管は比較的短いが、肉を消化して栄養素を吸収するには十分である。

草食獣
消化管は比較的長い。ユーカリの葉をよくかんで食べている。
長い盲腸と大腸の上部では腸内細菌が葉の破片を消化し、吸収している。

生き物の排泄物の役割

✓生き物と進化の証

✓個体間のコミュニケーションを担う

✓種間の情報戦略と種の存続に役立つ

✓生態系での物質循環を担う

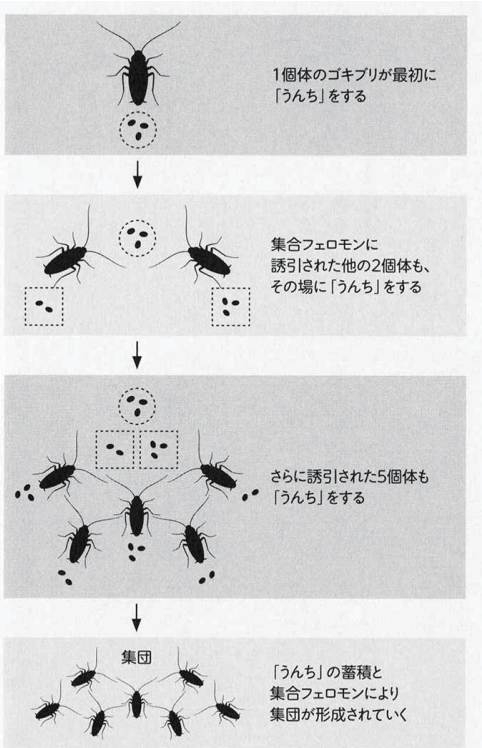


図3－5　ゴキブリの「うんち」から発せられる集合フェロモンが他の個体を次々に誘引する

排泄物の特徴

個体間のコミュニケーションを行う。
うんちで会話する。

ゴキブリの集合フェロモン

- 排泄物に含まれる微量の化学物質。
- 同じ種の仲間だけに通じる「ことば」。
- 行動生理作用を引き起こす。

「うんち学入門」 増田隆一
講談社ブルーバックス（2021年）より

タメ糞場はタヌキのコミュニケーションの場

他個体と自身の個体情報、に加え、
植物の種子散布、分解者への栄養供給

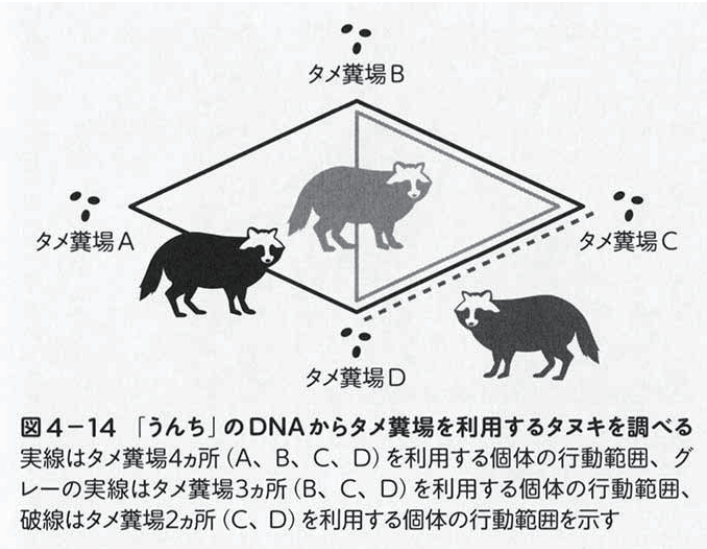


図4－14 「うんち」のDNAからタメ糞場を利用するタヌキを調べる
実線はタメ糞場4ヵ所（A、B、C、D）を利用する個体の行動範囲、グレーの実線はタメ糞場3ヵ所（B、C、D）を利用する個体の行動範囲、破線はタメ糞場2ヵ所（C、D）を利用する個体の行動範囲を示す

「うんち学入門」 増田隆一
講談社ブルーバックス（2021年）より

生き物の排泄物の役割

- ✓生き物と進化の証
- ✓個体間のコミュニケーションを担う
- ✓種間の情報戦略と種の存続に役立つ
- ✓生態系での物質循環を担う

日本のフンチュウ(糞虫)



シカの糞を運ぶオオセンチコガネ(奈良県)
鈴木功氏　撮影



シカの糞に群がるゴホンダイコクコガネ(岐阜県)
鈴木功氏　撮影

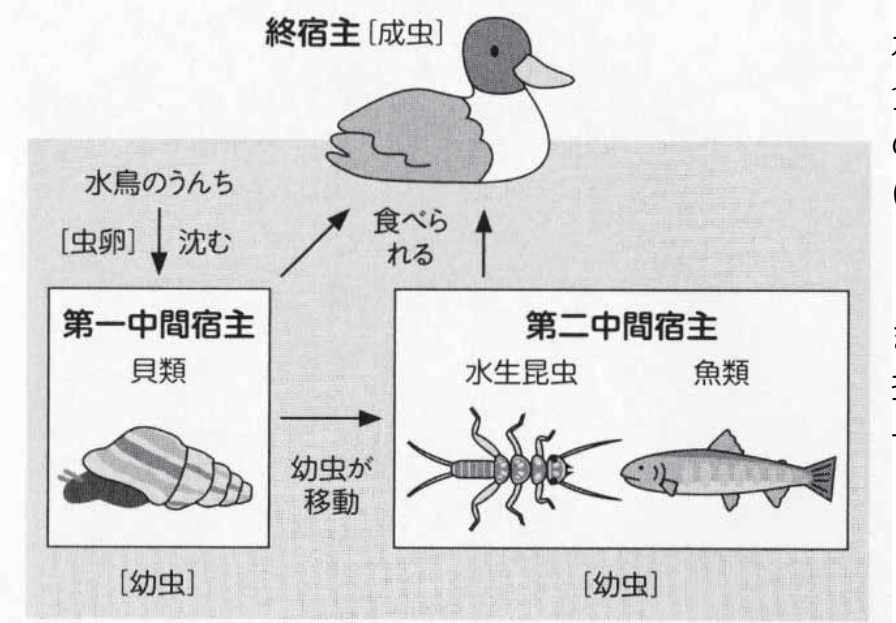


図４－４　水鳥とその「うんち」と、貝類や水生昆虫、魚類と寄生虫との関係

水鳥が貝類、魚類、水生昆虫を食べ、排泄物を介して貝や昆虫の卵、さらに寄生虫・虫卵(例 吸虫類)も運ぶ
→ 排泄物が運搬者

また、水草を食べた際には、排泄物を介して、種子を運ぶ
→種子散布

「うんち学入門」 増田隆一
講談社ブルーバックス（2021年）より



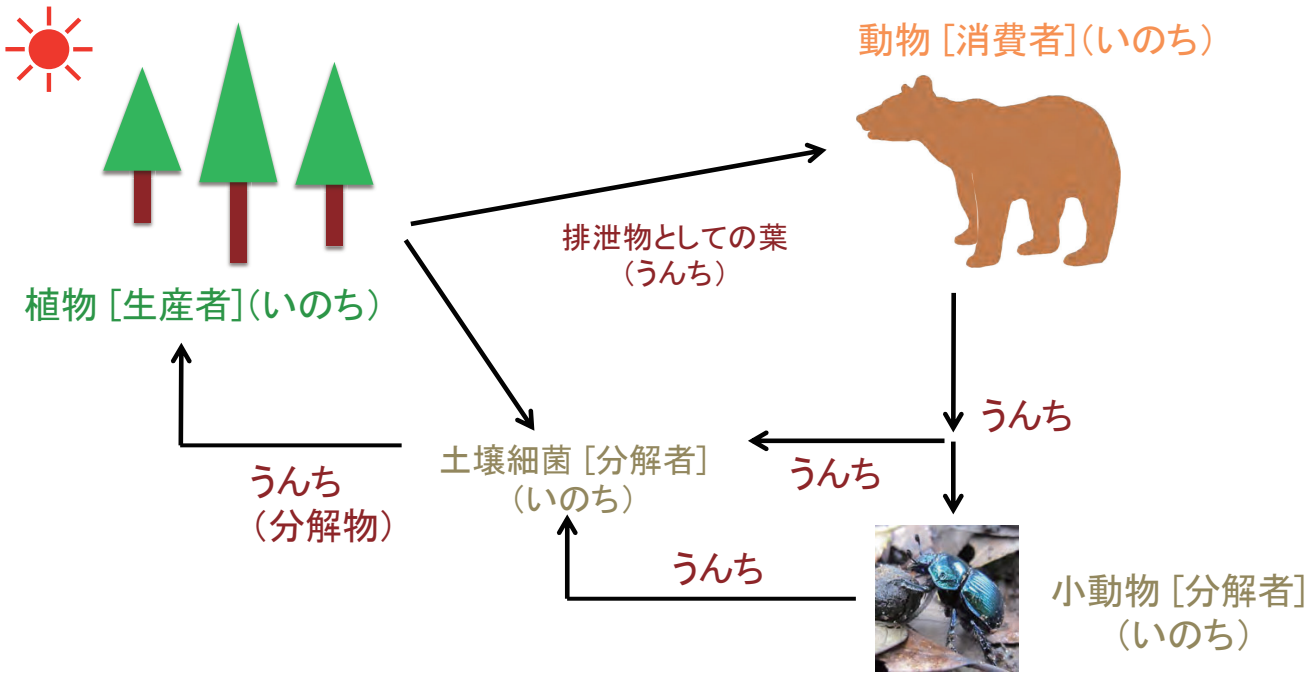
動物の排泄物による種子散布により植物が移動する。

宿木(ヤドリギ)　　寄生性の常緑広葉樹その実が鳥に丸呑みにされ、消化されない種子が、排泄物に含まれたまま樹木(写真ではシラカバ)の枝上に排泄され発芽する。冬の札幌にて増田撮影

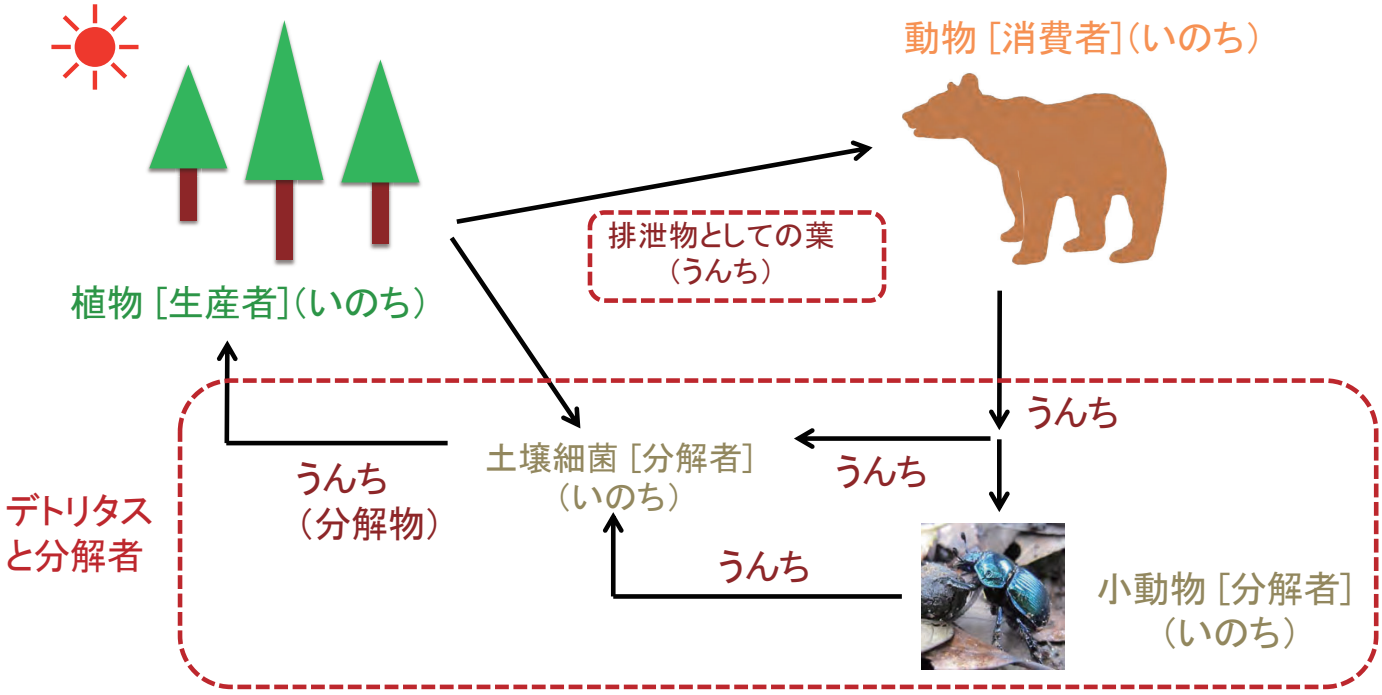
生き物の排泄物の役割

- ✓生き物と進化の証
- ✓個体間のコミュニケーションを担う
- ✓種間の情報戦略と種の存続に役立つ
- ✓生態系での物質循環を担う

排泄物の役割　「生き物＝いのち」をむすぶ：物質循環



排泄物の役割 「生き物＝いのち」をむすぶ：物質循環



海洋生態系と陸上生態系との間での物質循環



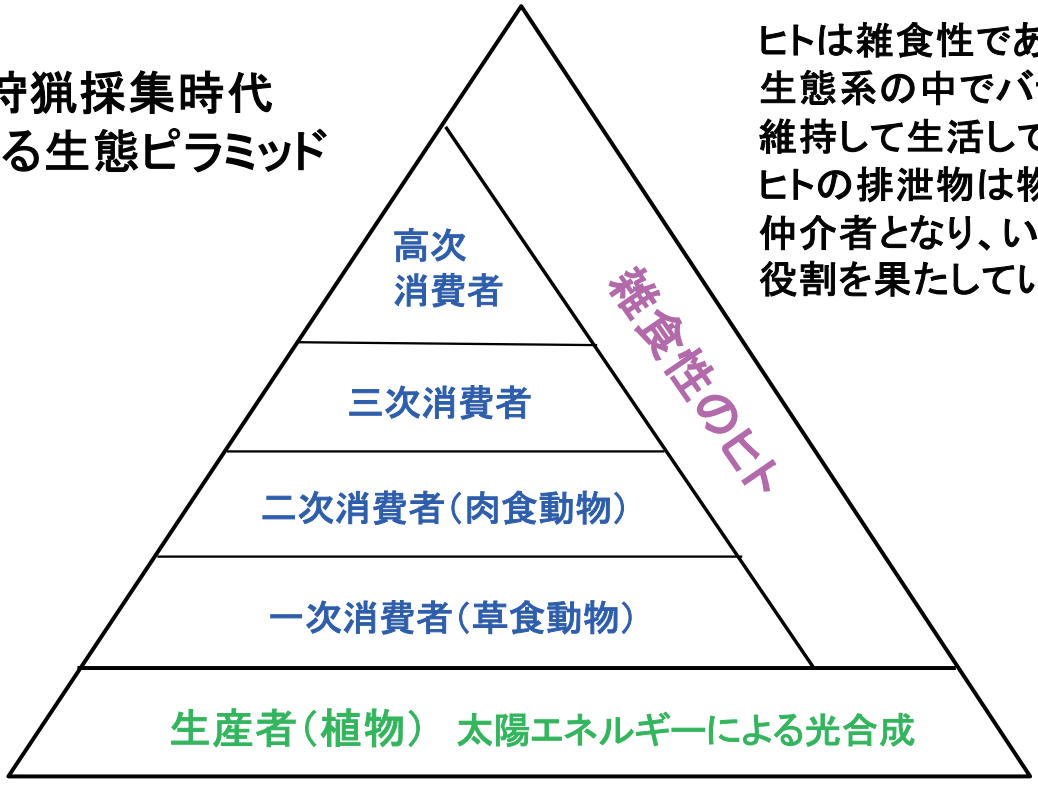
海鳥と排泄物の堆積（グアノ）　夏の知床にて増田撮影

現代人の生活　都市部への集中

農水産物 → ヒト → 排泄物 → 下水道

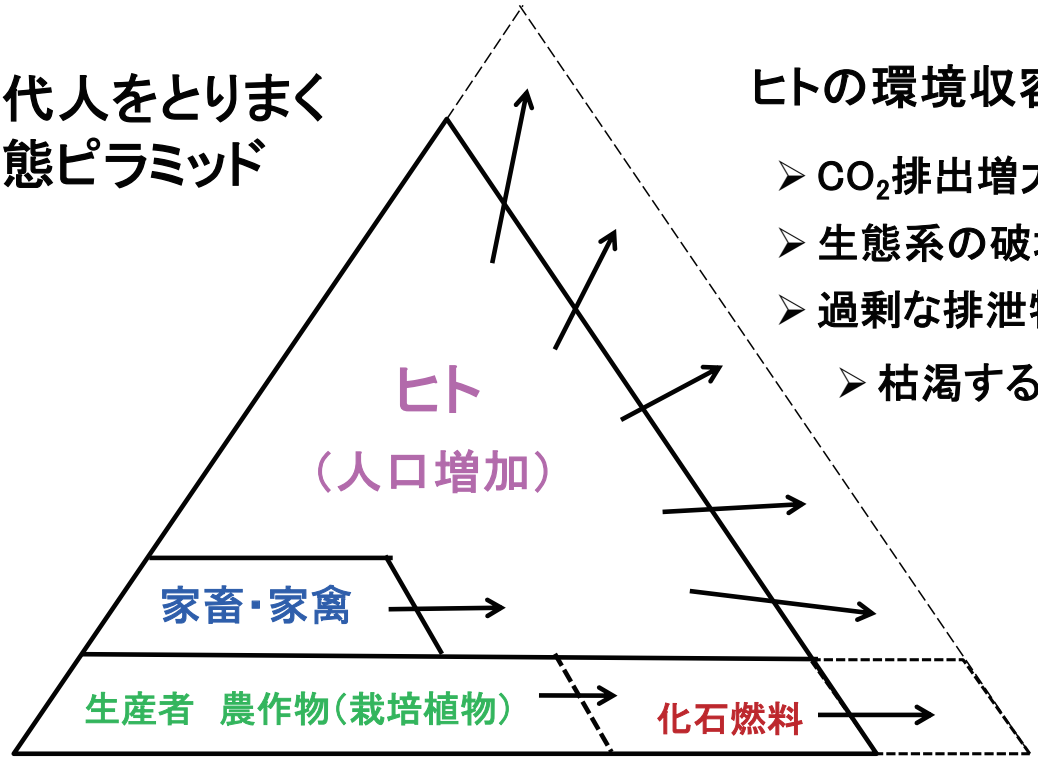
- 物質循環がない、一方方向の流れ。
- すべてが三密状態；処理能力の限界。
- 排泄物が本来の役割を果たせない。

ヒトの狩猟採集時代
における生態ピラミッド



ヒトは雑食性であるが、
生態系の中でバランスを
維持して生活していた。
ヒトの排泄物は物質循環の
仲介者となり、いのちを結ぶ
役割を果たしていた。

現代人をとりまく生態ピラミッド

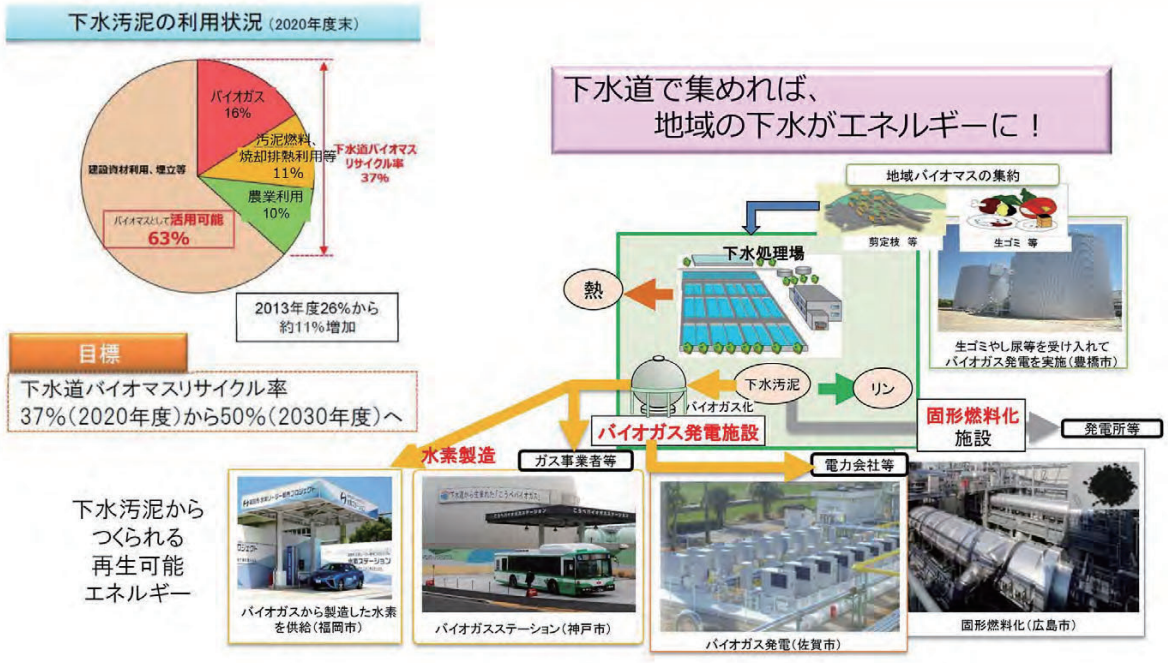


ヒトの環境収容力の限界

- CO_2排出増大→地球温暖化
- 生態系の破壊
- 過剰な排泄物　循環しない
- 枯渇するエネルギー

国土交通省下水道部資料（日本下水道新技術機構より）

下水汚泥のバイオマス利用



生態系における生き物の排泄物の本来の役割「物質循環を担っていること」を再認識しながら、ヒトの生活のあり方を考えることが重要である。

ご清聴ありがとうございました！



公益財団法人
日本下水道新技術機構
Japan Institute of Wastewater Engineering and Technology

Japan Institute of Wastewater Engineering and Technology(JIWET)
〒162-0811　東京都新宿区水道町 3-1　水道町ビル 7 階
TEL 03(5228)6511　FAX 03(5228)6512