

B-DASH技術の活用について

国土交通省

水管理・国土保全局下水道部

国土技術政策総合研究所下水道研究部



新技術ねえ...

実績が少なそう

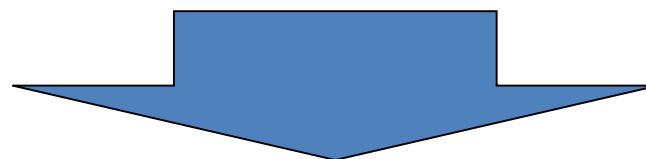
本当に大丈夫？

なんか面倒

お金がかかりそう

etc...

余裕のある地方公共団体向けでしょ



下水道革新的技術実証事業（B-DASH プロジェクト）

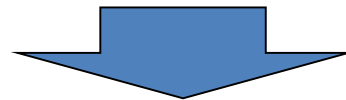
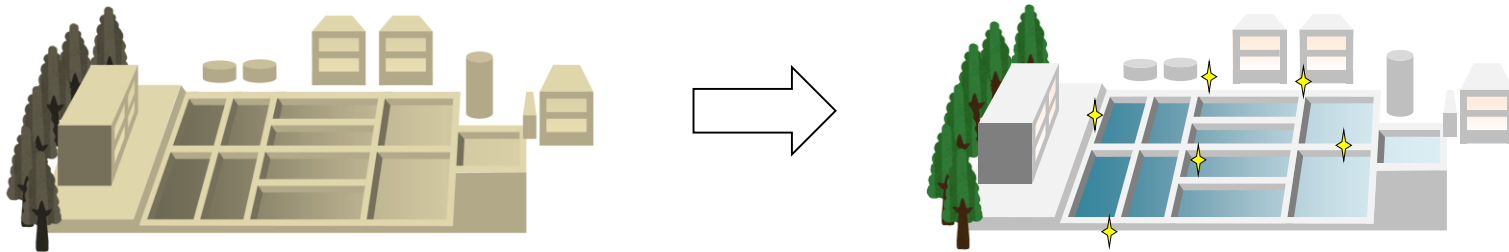
SINCE 2011

- ☆ 低コスト 省エネルギー 創エネルギー 中小自治体向け技術多数
- ☆ これまでに45の技術を採用 24のガイドラインを公表
- ☆ 国のお墨付きを得た技術 → 安心して導入が可能

処理場の改築・更新

- ・ 設備機器が更新時期を迎えた
- ・ なるべくお金をかけずに更新したい
- ・ 更新後は、今までより安く運転したい

etc...



そんな時に使えるB-DASH技術は??

処理場の改築・更新・・・OD法の場合 特殊繊維担体を用いた余剰汚泥削減型水処理技術

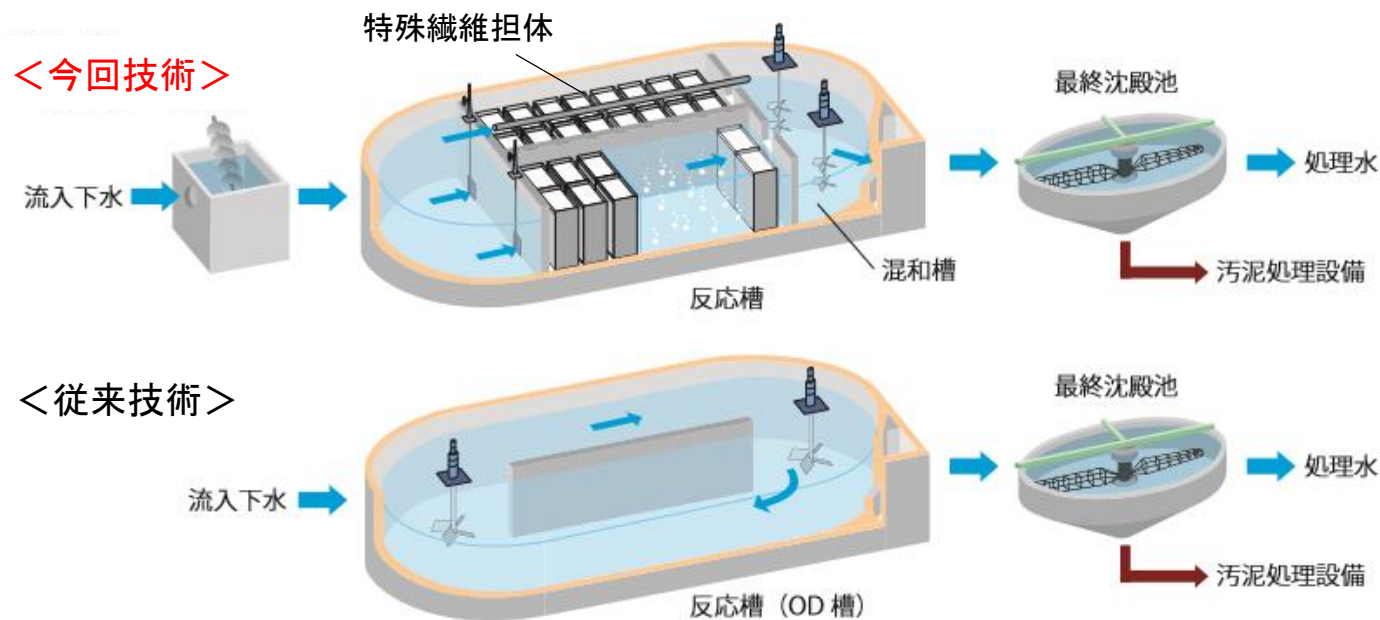
Concept

小規模処理場向け、余剰汚泥発生量削減

H28採択
H30ガイドライン発行



概要資料を
GET !



Good point

LCC 16.9%削減 余剰汚泥発生量 55%削減

※通常のOD法と比較 1,000m³/日×2池(全2池更新)の場合

処理場の改築・更新・・・標準活性汚泥法の場合

無曝気循環式水処理技術

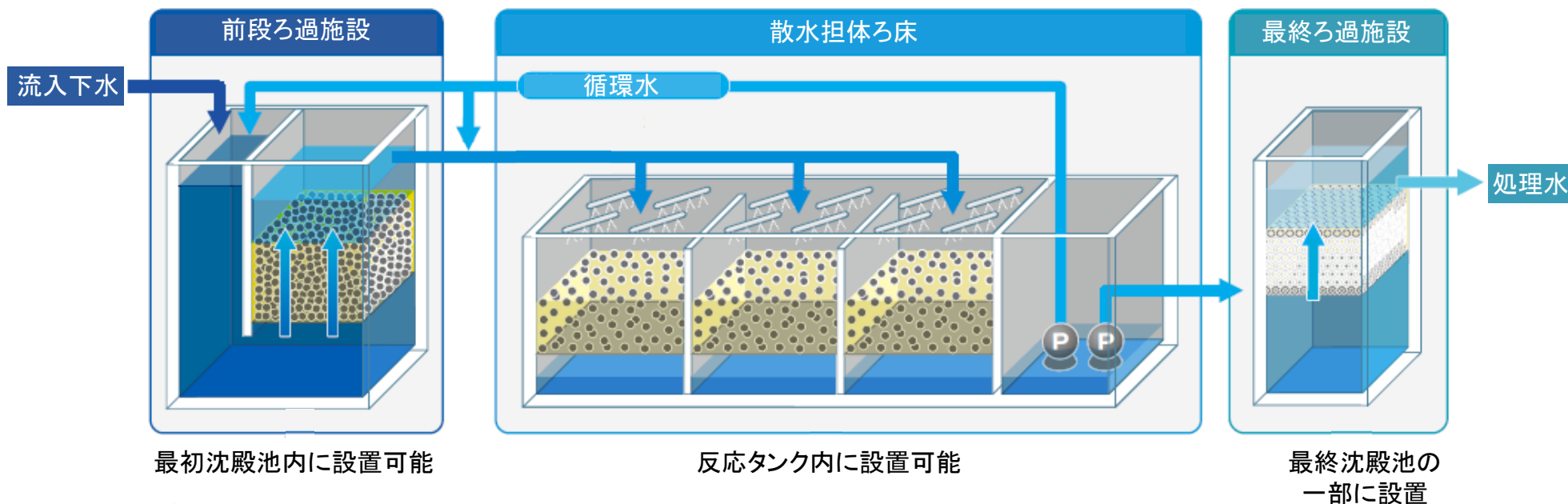
Concept

中小規模処理場（流入水温13℃以上）向け、ほぼ無動力

H26採択
H28ガイドライン発行



ガイドライン
をGET！



Good point

消費電力量 53%削減 建設費 5%削減

※通常の標準活性汚泥法と比較 50,000m³/日（日最大）の場合

処理場の改築・更新・・・高度処理の場合 ICTを活用した効率的な硝化運転制御技術

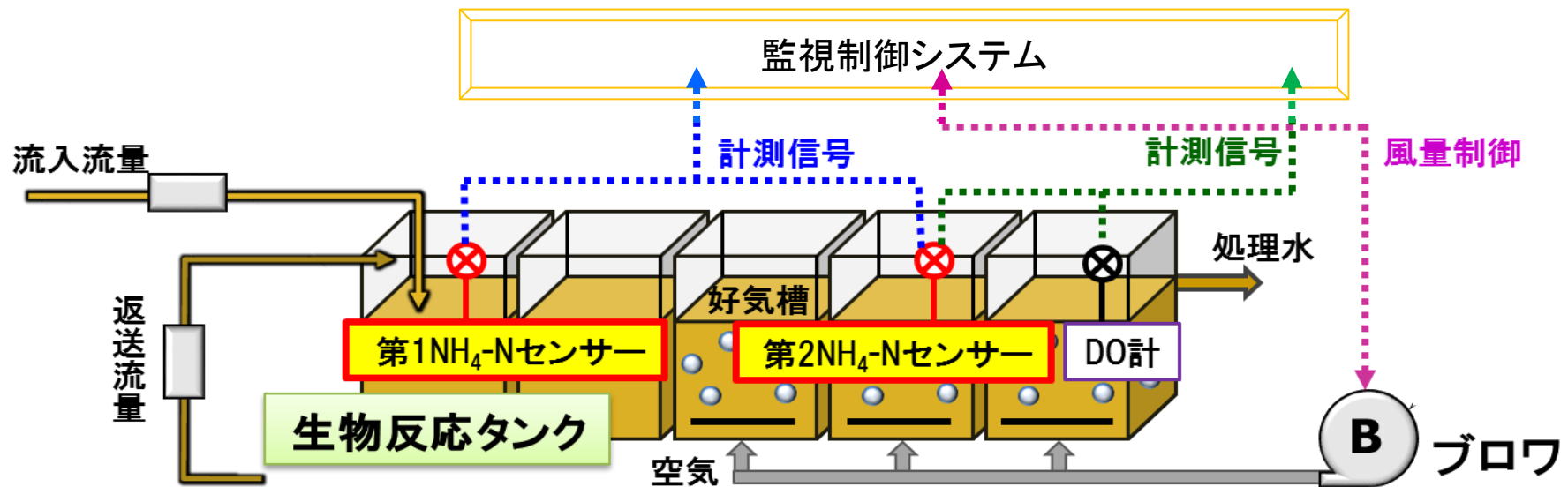
Concept

中大規模処理場向け、アンモニアセンサーによる省エネ化

H26採択
H28ガイドライン発行



ガイドライン
をGET!



Good point

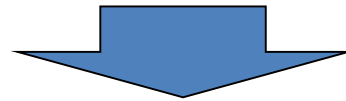
消費電力量 23%削減 経費回収年 1.1年

※循環式硝化脱窒法（送風量一定制御）と比較

50,000m³/日（日最大） 監視制御システムの新設・更新工事に合わせて導入する場合

管きよの劣化調査

- ・ 管きよの劣化が著しく、道路陥没多発
 - ・ 更新に向け、まずは点検をしたいが、コストが気にかかる
 - ・ 圧送管の劣化状況も気になっている
- etc...



そんな時に使えるB-DASH技術は？？

管きよの劣化調査・・・自然流下管の場合 スクリーニング調査を核とした管渠メンテナンスシステム

Concept

効率的なスクリーニング調査による、詳細調査費用削減

H25採択
H26ガイドライン発行

導入実績有り



ガイドライン
をGET!

スクリーニング調査技術

管口カメラ

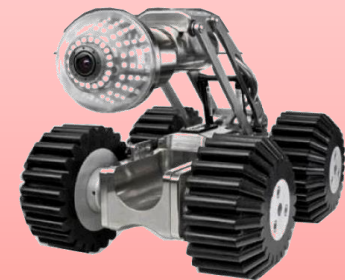
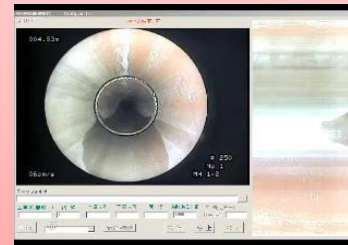
- ・マンホール内への立入り不要
- ・高い機動性による、調査費用の大幅低減と工期短縮を実現



詳細調査技術

広角カメラ

- ・側視無しで展開図を作成可能
- ・傾斜計測機能により、縦断面図作成も可能



Good point

日進量 80%増 調査コスト 約40%削減

※コンクリート管における導入効果最大のケース 従来TVカメラ調査と比較

管きょの劣化調査・・・圧送管の場合 下水圧送管路における硫化水素腐食箇所の 効率的な調査・診断技術

Concept

腐食箇所の絞り込み【スクリーニング】
管内状況の確認【空気弁からの調査機器挿入】

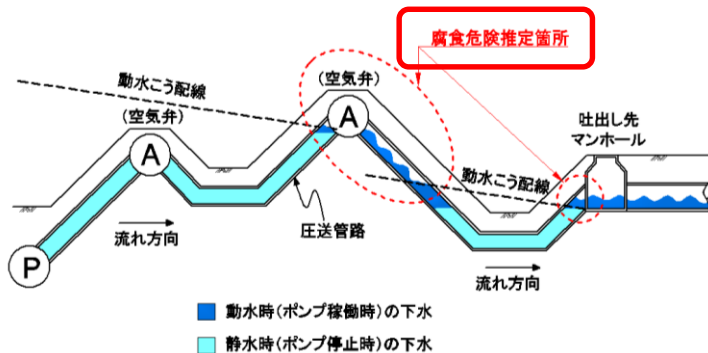
H28FS採択
H29ガイドライン発行

導入実績有り

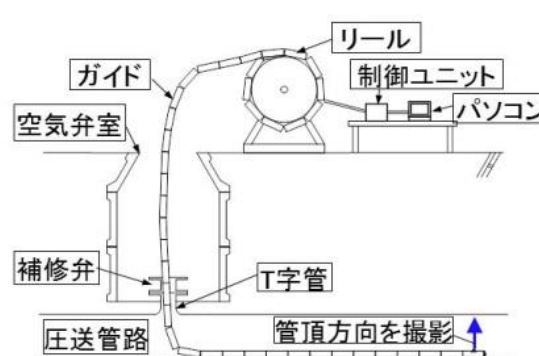


ガイドライン
をGET！

腐食危険箇所の絞り込み手法



管内調査機器・調査実施状況

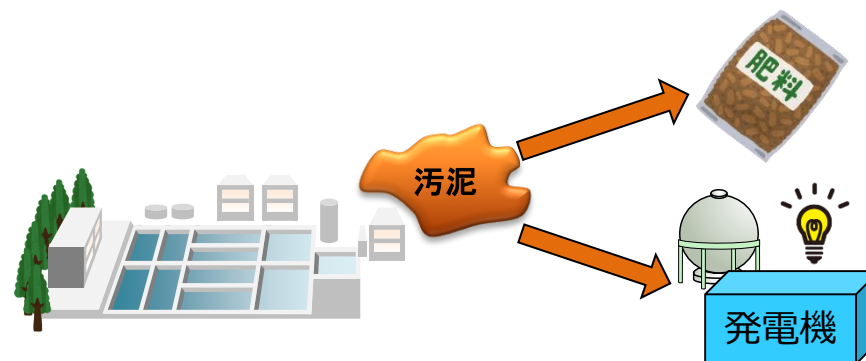


Good point

腐食危険推定箇所を机上スクリーニングにより絞り込み
空気弁からのビデオカメラ調査により腐食有無を判断可能

エネルギー化・肥料化

- ・そろそろエネルギー化したい
 - ・汚泥処分のリスク分散をしたい
 - ・初期投資やランニングコストが心配
 - ・せっかくだから、地元で引き合いのある肥料化を目指したい
- etc...



そんな時に使えるB-DASH技術は??

エネルギー化・肥料化・・・エネルギー化の場合

バイオガスを活用した効果的な再生可能エネルギー生産システム

H23採択
H25ガイドライン発行

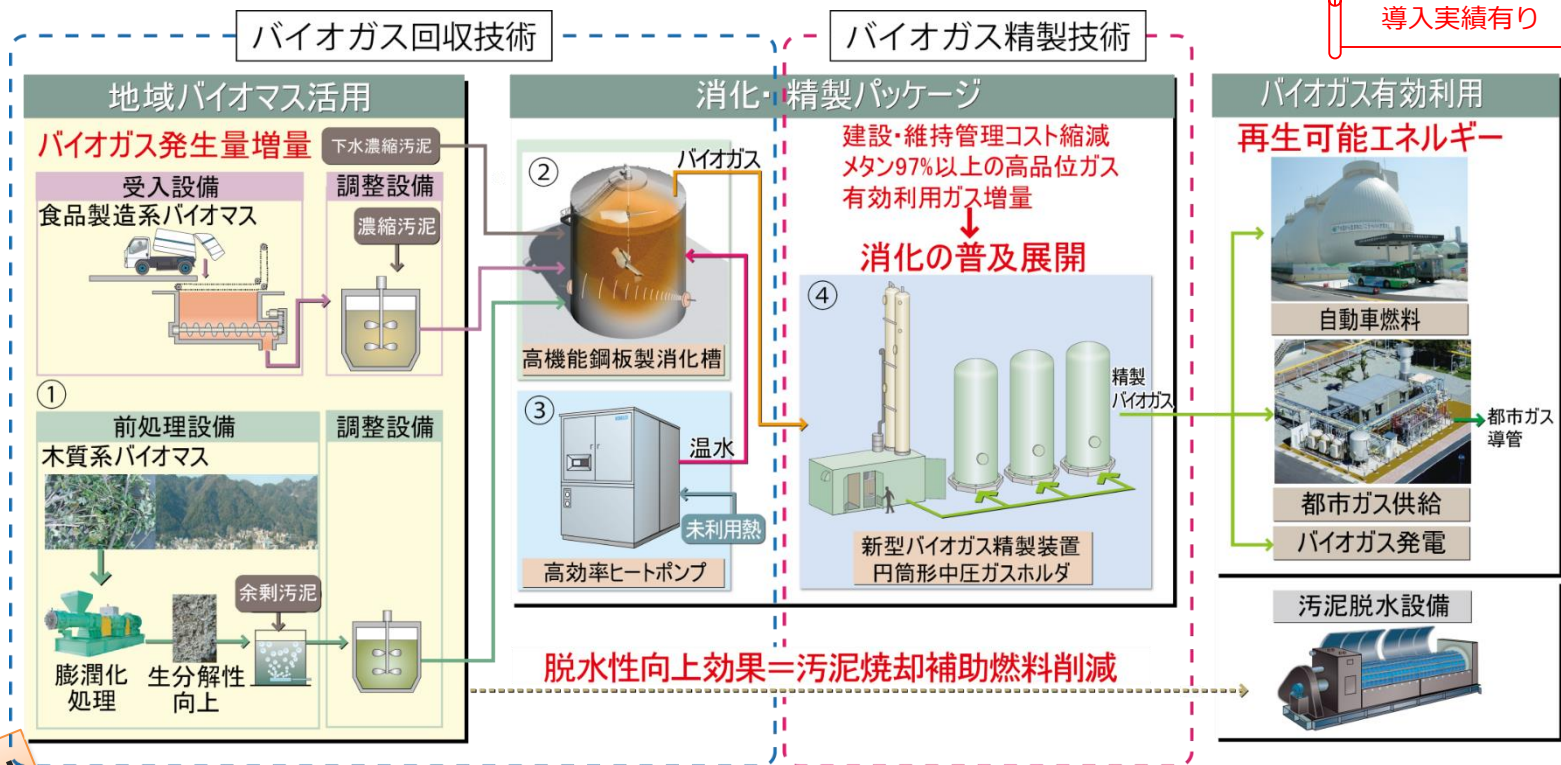


ガイドライン
をGET！

Concept

中大規模処理場向け、地域バイオマス・鋼板製消化槽等による創エネ化

導入実績有り



Good point

建設費 18%削減 電力消費 23%削減 LCC 40%削減

※従来エネルギー化技術と比較

下水汚泥 7 t-ds/日 + 地域バイオマス 3.4 t-ds/日の規模 (ガス売却を含む) の場合

エネルギー化・肥料化・・・肥料化の場合 脱水乾燥システムによる下水汚泥の肥料化、燃料化技術

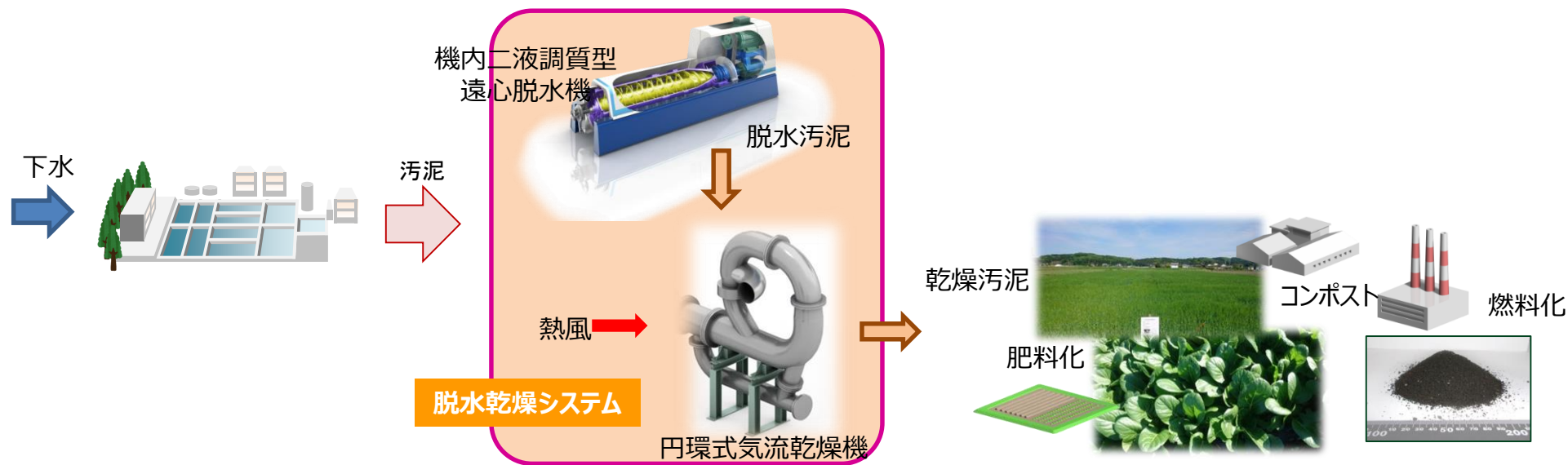
H28採択
H30ガイドライン発行



概要資料を
GET!

Concept

中小規模処理場向け 肥料化・燃料化 低コスト化



Good point

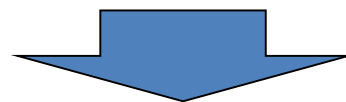
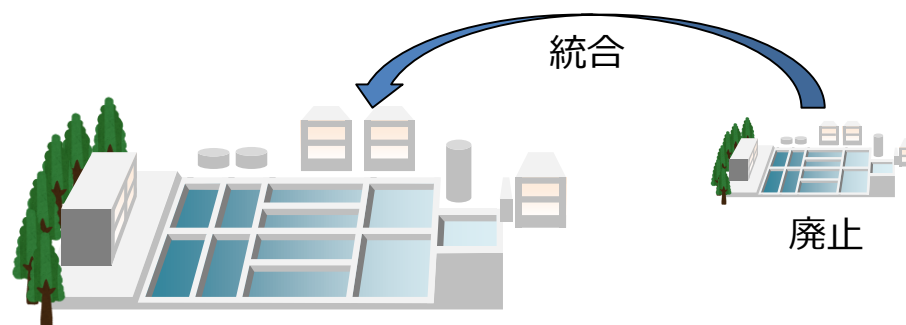
LCC 約48%削減 CO2排出量 約58%削減

※ 処理量20,000m³/日、消化汚泥1.7t-ds/日 従来脱水乾燥技術と比較

処理場統合

- ・ 処理場統合を予定しているが、土木躯体の増設がネック
- ・ 可能な限り、建設費用を抑えたい

etc...



そんな時に使えるB-DASH技術は？？

処理場統合の場合

超高効率固液分離技術を用いたI初級・マニジメントシステム

H23採択
H25ガイドライン発行



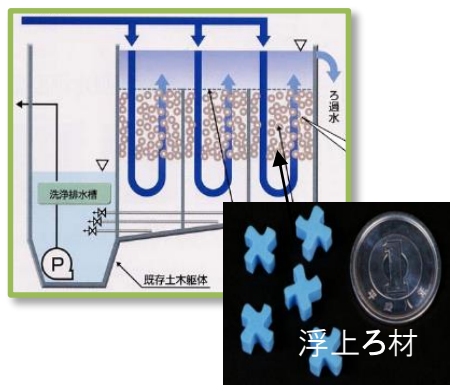
ガイドライン
をGET!

Concept

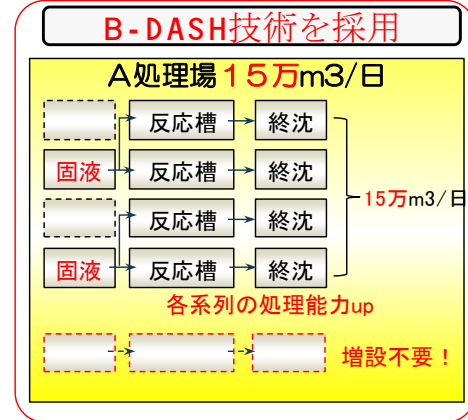
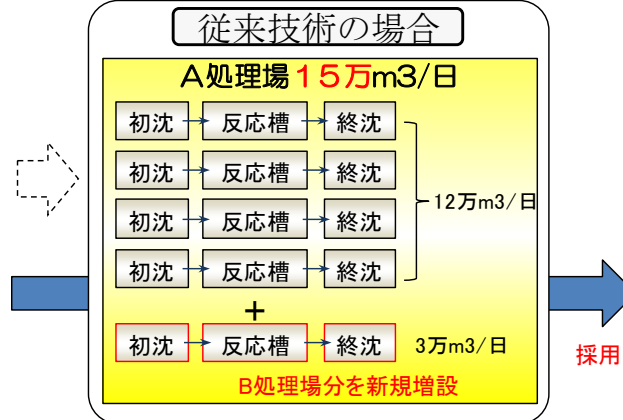
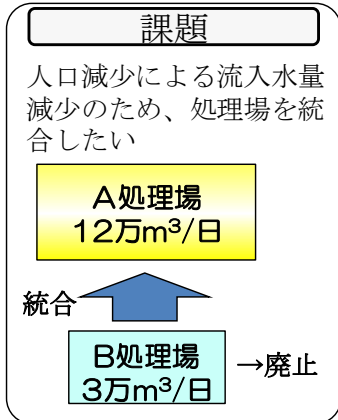
最初沈殿池における徹底的な固液分離 → 水処理能力向上

導入実績有り

超高効率固液分離技術



導入事例



Good point

処理場統合時に躯体増設が不要 → 建設費削減

B-DASH実証技術の導入検討にあたっては、 お気軽に本省・国総研までご相談ください。

<問合せ先>

国土交通省 水管理・国土保全局 下水道部 下水道企画課 村岡・溝上

TEL : 03-5253-8427 (直通) E-mail : mizoue-y2gj@mlit.go.jp

国土技術政策総合研究所 下水道研究部

下水道研究室 TEL: 029-864-3343 E-Mail: nil-gesuidou@mlit.go.jp

下水処理研究室 TEL: 029-864-3933 E-Mail: nil-gesuisyori@mlit.go.jp

<ホームページ>

B-DASH事業全般（国交省下水道部HP）：

http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/mizukokudo_sewerage_tk_000450.html



ガイドライン（国総研HP）：

下水道研究室 <http://www.nilim.go.jp/lab/ebg/b-dash.html>

（管路や浸水対策等に関する技術）

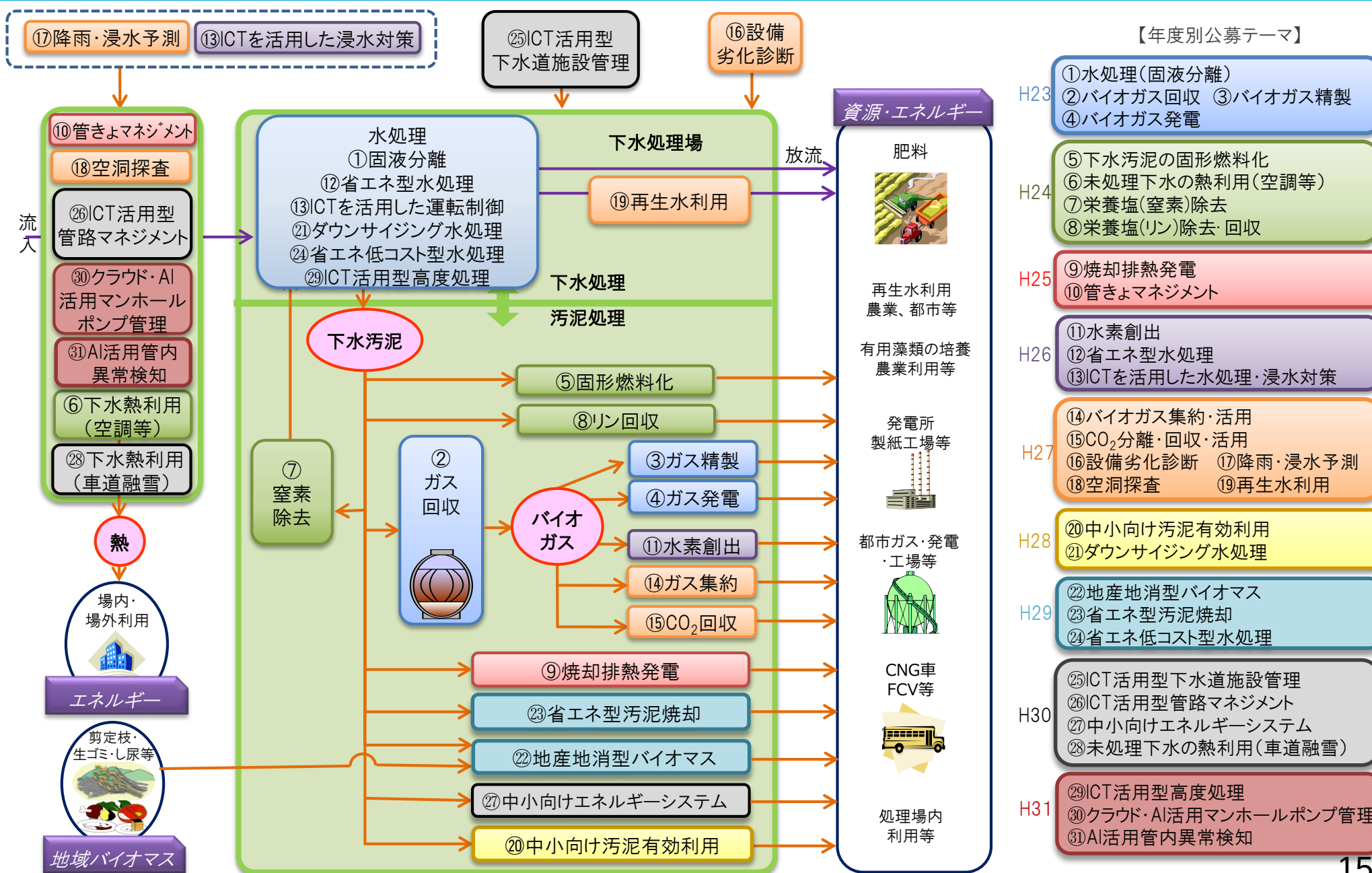


下水処理研究室 <http://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdash/bdash.htm>

（下水処理場の処理に関する技術）



【参考】B-DASHプロジェクト採択テーマ一覧



【参考】B-DASHガイドライン策定済み技術一覧

○H31までに合計**26技術24件のガイドラインを策定・公表**。⇒水処理9技術、汚泥処理4技術、管路管理4技術(内3技術はひとつに統合してガイドライン化)、浸水対策2技術、バイオガス・固形燃料化6技術、下水熱1技術

No	技術分類	対象規模	実施事業名	実証フィールド
1	バイオガス・燃料化	中・大	超高効率固液分離技術を用いたエネルギーマネジメントシステム技術実証事業	大阪市
2	バイオガス・燃料化	中・大	再生可能エネルギー生産・革新的技術実証事業	神戸市
3	バイオガス・燃料化	小・中・大	温室効果ガスを排出しない次世代型下水汚泥固形燃料化技術実証事業	長崎市
4	バイオガス・燃料化	中・大	廃熱利用型 低コスト下水汚泥固形燃料化技術実証事業	松山市
5	下水熱	—	管路内設置型熱回収技術を用いた下水熱利用技術実証事業	大阪市
6	水処理	中・大	固定床型アナモックスプロセスによる高効率窒素除去技術実証事業	熊本市
7	水処理	中・大	栄養塩除去と資源再生(リン)革新的技術実証事業	神戸市
8	汚泥処理	中・大	脱水・燃焼・発電を全体最適化した革新的下水汚泥エネルギー転換システムの実証事業	池田市
9	汚泥処理	中・大	下水道バイオマスからの電力創造システム実証事業	和歌山市
10	管路管理	—	高度な画像認識技術を活用した効率的な管路マネジメントシステム技術に関する技術実証事業	船橋市
			管口カメラ点検と展開広角カメラ調査及びプロファイリング技術を用いた効率的管渠マネジメントシステムの実証事業	八王子市
			広角カメラ調査と衝撃弾性波検査法による効率的な管渠マネジメントシステムの実証事業	河内長野市 大阪狭山市
11	バイオガス・燃料化	小・中・大	水素リーダー都市プロジェクト～下水バイオガス原料による水素創エネ技術の実証～	福岡市
12	水処理	小・中	無曝気循環式水処理技術実証事業	高知市
13	水処理	小・中・大	高効率固液分離技術と二点DO制御技術を用いた省エネ型水処理技術の技術実証事業	埼玉県
14	水処理	中・大	ICTを活用した効率的な硝化運転制御の実用化に関する技術実証事業	茨城県
15	水処理	中・大	ICTを活用したプロセス制御とリモート診断による効率的な水処理運転管理技術実証事業	福岡県
16	浸水対策	—	ICTを活用した浸水対策施設運用支援システム実用化に関する技術実証事業	広島市
17	バイオガス・燃料化	中・大	バイオガス中のCO2分離・回収と微細藻類培養への利用技術実証事業	佐賀市
18	浸水対策	—	都市域における局所的集中豪雨に対する雨水管理技術実証事業	福井市 富山市
19	水処理	小・中・大	下水処理水の再生処理システムに関する実証事業	糸満市
20	汚泥処理	小・中・大	脱水乾燥システムによる下水汚泥の肥料化、燃料化技術実証事業	鹿沼市
21	汚泥処理	小・中	自己熱再生型ヒートポンプ式高効率下水汚泥乾燥技術実証事業	秦野市
22	水処理	小	DHSシステムを用いた水量変動追従型水処理技術実証事業	須崎市
23	水処理	小	特殊繊維担体を用いた余剰汚泥削減型水処理技術実証事業	辰野町
24	管路管理	—	下水圧送管路における硫化水素腐食箇所の効率的な調査・診断技術に関する調査事業	(FS調査)16

【参考】B-DASH実証技術の導入実績

○令和元年5月時点で**7技術72件**の導入実績。

採択年度	実証技術	要素技術	導入先(順不同)
H23	超高効率固液分離技術を用いたエネルギーマネジメントシステム	超高効率固液分離	秋田県、岩手県大船渡市、石川県小松市、大阪市(2箇所)
H23	神戸市東灘処理場 再生可能エネルギー生産・革新的技術(バイオガスを活用した効果的な再生可能エネルギー生産システム)	高機能鋼板製消化槽	愛知県、埼玉県、熊本市
		新型バイオガス精製装置	神戸市(2箇所)、京都市
		高効率ヒートポンプ	愛知県
H24	管路内設置型熱回収技術を用いた下水熱利用技術実証事業	下水熱採熱技術	仙台市、新潟市、滋賀県大津市、愛知県豊田市、横浜市
H25	脱水・燃焼・発電を全体最適化した革新的下水汚泥エネルギー転換システム	低空気比省エネ燃焼技術	埼玉県
		高効率排熱発電技術	埼玉県
H25	管口カメラ点検と展開広角カメラ調査及びプロファイリング技術を用いた効率的管渠マネジメントシステム	管口カメラ点検 ＋展開広角カメラ調査	京都府向日市、大阪狭山市、愛知県豊田市、愛知県高浜市、東京都八王子市、愛媛県大洲市、長野県岡谷市、さいたま市、埼玉県川越市、行田市、新座市、滋賀県米原市、兵庫県川西市、熊本県嘉島市
		(類似手法) 管口カメラのみ または 管口カメラ点検＋直側カメラ調査	宮城県村田町、東京都瑞穂町、宮城県富谷市、福島県いわき市、茨城県行方市、埼玉県春日部市、千葉県柏市、白井市、茂原市、浦安市、愛知県高浜市、愛知県西尾市、広島市、東京都清瀬市、愛知県刈谷市、奈良県天理市、広島県福山市、茨城県行方市
H25	広角カメラ調査と衝撃弾性波検査法による効率的な管渠マネジメントシステムの実証事業	広角カメラ	岩手県奥州市、東京都羽村市、広島市
		広角カメラ＋衝撃弾性波調査 または 衝撃弾性波調査のみ	青森県六ヶ所村、長野県松本市、浜松市、秋田県大仙市、埼玉県春日部市、神奈川県海老名市、福島県いわき市、長崎県佐世保市、大分県大分市
H28	下水道圧送管路における硫酸腐食箇所の効率的な調査技術	—	滋賀県、京都府、山梨県、秋田県、沖縄県、石川県、佐賀市、兵庫県

【参考】令和元年度 予算執行調査の結果(1/3)

総 括 調 査 票

調査事業名	(33) 下水道革新的技術実証事業			調査対象 予 算 額	平成30年度：3,838百万円の内数 (参考 令和元年度：3,897百万円の内数)		
省庁名	国土交通省	会計	一般会計	項	下水道事業費	調査主体	本省
組織	国土交通本省			目	下水道事業調査費	取りまとめ財務局	—

①調査事業の概要

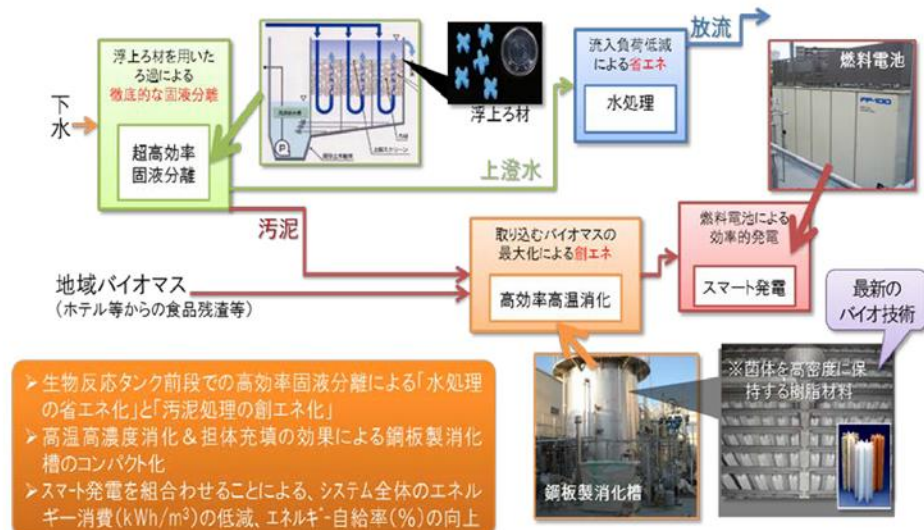
【事業の概要】

下水道における重要な課題の解決のため、効率かつ効果的な新技術の導入を促進していくことが必要であるが、自治体においては、リスクを考慮し、導入実績のない新技術を採用することについて、非常に慎重であり、新技術の導入が進まない現状がある。

このため、国が主体となって、下水道における革新的な技術を検討・実証し、ガイドライン化を図り、多くの自治体における当該技術の導入促進を図ることを目的に、下水道革新的技術実証事業（B-DASHプロジェクト）を実施している（年間3～4件程度のテーマを選定し実施）。

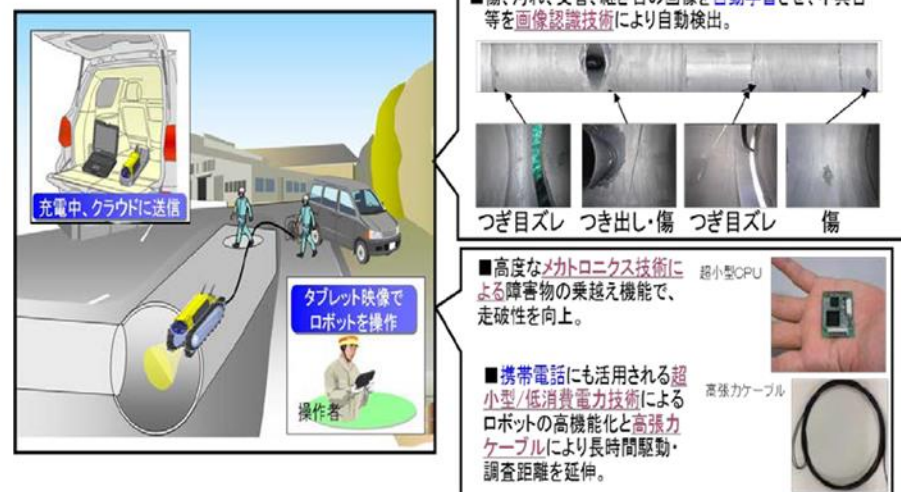
超高効率固液分離技術を用いたエネルギーマネジメントシステムに関する実証事業 【平成23年度の実施技術】

①超高効率固液分離、②高効率高温消化、③スマート発電等を組合わせたシステム技術の実証



高度な画像認識技術を活用した効率的な管路マネジメント技術に関する技術実証事業 【平成25年度の実施技術】

- ①機械学習による不具合自動検出や画像フィルタによる高度な画像認識技術の実証
- ②バッテリー内蔵による長距離連続調査、変形機構による高い走破性能の実証
- ③管路地図の自動作成等 ICT を活用した管路マネジメント技術の実証



【参考】令和元年度 予算執行調査の結果(2/3)

総 括 調 査 票

調査事業名 (33) 下水道革新的技術実証事業

②調査の視点

1. テーマ選定

下水道革新的技術実証事業は、自治体が新技術を導入することを目的として実施している事業である。

実証事業のテーマは、大学、研究機関、民間事業者等よりテーマを公募し、応募された中から外部有識者委員会において選定されている。

過去に実施した実証事業が、下水道事業における課題への対応や自治体の要望に適合しているか調査を行う。

③調査結果及びその分析

1. テーマ選定

過去に実施した実証事業のうち平成29年度末までにガイドライン化された21事業を事業効果の検証項目別に大きく6分類すると、①「バイオガスの精製や下水汚泥の固形燃料化等のエネルギー」が13事業（約6割）、②「汚泥固形物量の削減による運搬費用の縮減等の維持管理」が7事業（約3割）選定されている。一方、④「効率的な管きょマネジメントシステムの構築等のストックマネジメント」や⑤「ICTを活用した浸水対策等の防災・減災」については、それぞれ3事業、2事業（約1割）となっている。【表1】

調査対象の315自治体から、活用したいと考えている実証事業のテーマを調査した結果、263自治体（約8割）が「（維持管理）維持、管理コストの縮減につながるもの」、207自治体（約7割）が「（ストックマネジメント）ストックマネジメントにつながるもの」、158自治体（約5割）が「（防災・減災）浸水対策、地震対策につながるもの」を活用したいと考えている。一方、「（資源利用）バイオマスの利活用につながるもの」は54自治体（約2割）、「（エネルギー）CO2の削減につながるもの」は40自治体（約1割）であった。【表2】

【表1】過去実施された実証事業のテーマ別分類（実証事業数）

テーマ	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度	計
実証事業数	2	5	5	6	3	21
① エネルギー	2	4	2	5	—	13 61.9%
② 維持管理	—	3	1	2	1	7 33.3%
③ 資源利用	—	2	—	1	2	5 23.8%
④ スtockマネジメント	—	—	3	—	—	3 14.3%
⑤ 防災・減災	—	—	—	1	1	2 9.5%
⑥ 広域化・共同化	—	—	—	—	—	0 0.0%

※1つの実証事業が2つのテーマを兼ねていることがあるため、各テーマの合計と実証事業数は必ずしも一致しない。

【表2】活用したい実証事業のテーマ

テーマ	自治体数
（エネルギー）CO2の削減につながるもの	40 12.7%
（維持管理）維持、管理コストの縮減につながるもの	263 83.5%
（資源利用）バイオマスの利活用につながるもの	54 17.1%
（ストックマネジメント）ストックマネジメントにつながるもの	207 65.7%
（防災・減災）浸水対策、地震対策につながるもの	158 50.2%
（広域化・共同化）広域化・共同化につながるもの	127 40.3%
その他	5 1.6%

※複数回答

なお、「新下水道ビジョン加速戦略（平成29年8月 国土交通省水管理・国土保全局下水道部）」では【図1】のとおり8つの重点項目を掲げており、下水道革新的技術実証事業（B-DASH）の具体的な活用として、広域化・共同化、防災・減災、維持管理への活用が掲げられている。

【図1】新下水道ビジョン加速戦略（平成29年8月 国土交通省水管理・国土保全局下水道部）（抜粋）

重点項目

- I 官民連携の推進（上下水道一体型など他のインフラと連携した官民連携を促進）
- II 下水道の活用による付加価値向上（広域的・効率的な汚泥利用）
- III 汚水処理システムの最適化（広域化目標の設定、複数施設の集中管理のためのICT活用促進）
- IV マネジメントサイクルの確立（データベース化した維持管理情報の活用、蓄積された維持管理情報の分析）
- V 水インフラ輸出の促進
- VI 防災・減災の推進（SNSや防犯カメラ等による浸水情報等の収集と情報を活用した水位周知の仕組みの導入支援）
- VII ニーズに適合した下水道産業の育成
- VIII 国民への発信

本文

- ・B-DASH等の活用による、人口減少等社会情勢の変化に柔軟に対応可能な水処理技術等の開発の促進
- ・B-DASH等の活用による安価かつ省エネルギーで、平常時でも使用でき、迅速な災害復旧にも活用可能な処理技術等の開発促進
- ・B-DASH等の活用による、ICTやロボット技術等労働生産性向上に資する技術開発の促進

④今後の改善点・検討の方向性

1. テーマ選定

過去の実証事業については、テーマ選定に偏りがあり、自治体の要望や今後の下水道事業の重点課題が反映されたテーマ選定がされているとは言いがたい。

今後の実証事業のテーマ選定に当たっては、下水道事業における重点課題を反映し、また自治体の要望に適合したテーマ選定がなされるよう検討体制も含めたテーマ選定のあり方を見直すべき。

【調査対象】

315自治体

（令和元年度に社会資本整備総合交付金により下水道事業を実施し、下水道処理場を有する自治体の中から抽出）

【参考】令和元年度 予算執行調査の結果(3/3)

総 括 調 査 票

調査事業名 (33) 下水道革新的技術実証事業

②調査の視点

2. 事業効果の検証

下水道革新的技術実証事業は、選定したテーマについて、それぞれ事業効果の目標値を定めている（1事業で複数の目標値を設定している事業もある）。

過去の実証事業における事業効果の目標値の達成状況を確認するとともに、達成していない場合の検証体制について確認する。

3. 汎用性

下水道革新的技術実証事業の最大の目的は、新技術を開発し、下水道事業を実施する多くの自治体において導入されることである。

自治体における過去の実証事業の認知状況や技術導入の状況について調査を行う。

③調査結果及びその分析

2. 事業効果の検証

過去に実施した実証事業のうち平成29年度末までにガイドライン化された21事業について、目標値の達成状況を事業数、目標数別に調査したところ、設定した目標の全てを達成した事業は、14事業（66.7%）であった。【表3】【表4】

実証事業の効果検証のプロセスは【図2】のとおりであり、目標未達の場合はその要因分析はなされるものの、例えば目標達成のための技術の改良や今後の実証事業への活用といった検討がなされておらず、結果が十分に活用されているとは言えない状況であった。

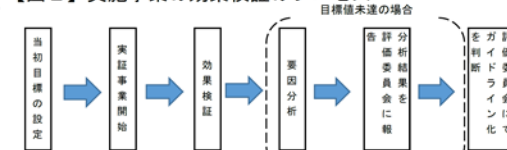
【表3】過去実施された実証事業の目標達成状況

実証事業数	21
目標達成した実証事業数	14 66.7%
目標数	49
達成した目標数	36 73.5%

【表4】効果検証の具体例

実証事業名	効果	
	主な実証項目	当初目標値 実績値
固定床型アモックスプロセスによる高効率汚水処理技術実証事業	建設費削減率(%)	25以上 22
	維持管理費削減率(%)	47以上 33
エネルギー使用量削減率(%)	42以上 42	

【図2】実施事業の効果検証のプロセス



実証事業名	効果	
	主な実証項目	当初目標値 実績値
エネルギー消費量削減率(%)	70以上	70
エネルギー削減量(MWh/年)	2,200以上	2,402
温室効果ガス削減率(%)	70以上	88
維持管理費削減率(%)	35以上	50

3. 汎用性

ガイドライン化された事業のうち7事業を抽出し、調査対象315自治体に対し、実証事業の認知状況、導入の検討状況及び導入状況を確認した。

調査したテーマについては、3～5割程度の認知に止まり、また、技術を活用できる工事が少ないことや判断する知見がないこと等の理由により、技術導入の検討にまで至った自治体は1割に満たなかった。さらに、これまで導入に至った事業は、最も多いものでもわずか9団体（2.9%）であり、全く導入されていない事業も3事業あった。【表5】

【表5】過去実施された実証事業の認知、導入検討、導入状況

実証事業名	テーマ	認知状況 (技術を知っている団体数)	技術導入の検討		技術の導入	
			(技術導入を検討した団体数)		(技術を導入した団体数)	
超高効率固液分離技術を用いたエネルギーマネジメントシステムに関する実証事業	エネルギー	121 38.4%	17 5.4%	2	0	0.6%
再生可能エネルギー生産・革新的技術実証事業（神戸市東灘処理場）	エネルギー	125 39.7%	18 5.7%	2	0	0.6%
温室効果ガスを排出しない次世代型下水汚泥固形燃料化技術	エネルギー、資源利用	95 30.2%	10 3.2%	0	0	0.0%
高度な画像認識技術を活用した効率的な管路検知・メンテナンス技術に関する技術実証事業	ストックマネジメント	127 40.3%	11 3.5%	2	0	0.6%
管口から点検と展開広角カメラ調査及びAI画像技術を用いた効率的な管路メンテナンスの実証事業	ストックマネジメント	146 46.3%	25 7.9%	9	2	2.9%
ICTを活用した浸水対策施設運用支援システム実用化に関する技術実証事業	防災・減災	116 36.8%	5 1.6%	0	0	0.0%
下水処理水の再生処理システムに関する実証事業	維持管理、資源利用	104 33.0%	5 1.6%	0	0	0.0%

技術導入の検討はしたものの、導入に至らなかった理由については、テーマ毎にバラつきがあるものの、「初期投資額が多額であるため」や「導入事例がなく、どれほどの効果が得られるか不透明なため」との回答が複数みられた。

④今後の改善点・検討の方向性

2. 事業効果の検証

実証事業の結果、目標値を達成できなかった場合、単純な要因分析をするのみでなく、十分な検証を行い、目標達成のための技術の改良や今後の実証事業への活用といった検討を行うことでPDCAサイクルを向上させ、実証事業が検証結果を踏まえたものとなるよう検討を行うべき。

3. 汎用性

過去の実証事業は、自治体の認知状況が十分でなく、検討もされていないケースが大半であり、自治体において技術の導入が進んでいない。

技術が認知すらされていない状況の改善や、自治体が導入する際に検討材料となるコストや効果の情報を充実させるなど普及啓発の方法を見直すほか、前頁のとおり自治体の要望に適合したテーマを選定するとともに、交付金事業において、効果が認められた実証事業の導入が可能な場合の事業実施にあたっては、導入の検討を要件化し、技術の導入を促すべき。