

最適な下水汚泥有効利用の導入方法

3.最適な下水汚泥有効利用の導入方法

目的

- 下水処理で発生する汚泥は、水処理方式(標準法、OD等)によりその性状が異なるため、どのような利用方法が適しているか、水処理方式との関係を考慮した上で汚泥利用方法を検討する必要がある。
- また、最初沈殿池の代替としての固液分離施設の導入等、水処理方法を改変する際に汚泥性状が変化し、既往の汚泥利用へ影響が生じる可能性が考えられる。
- 改築等に合わせ、どのようなエネルギー収支にするのが最も適切か、既存施設の活用も考慮して処理場の特性ごとに判断する必要がある。

論点

<エネルギー収支の最適化について>

- B-DASHプロジェクト等により、様々な水処理・汚泥処理法が開発され、多様な汚泥エネルギーの利用方法が存在する中、施設の改築更新や広域化の推進も考慮して今後どのような方法を採用するのが適しているのか、処理場ごとに選定する方法や考え方のフローの構築が必要。

<省エネも含めたエネルギー最適化の評価方法について>

- 下水汚泥からの創エネと、水処理過程も含めた省エネの両者を勘案し、下水処理場全体で適切なエネルギー収支となっているかを評価する方法の構築が必要。

再生可能エネルギー活用に関する法改正等の経緯

課題

下水汚泥には、高い利用可能性があるが、その活用は不十分

（エネルギー利用：約13%
肥料利用：約11%）

方向性

下水汚泥活用を促進

改正の概要

◇下水道管理者に対し、下水汚泥を燃料や肥料として再生利用するよう、努力義務を課す

再生可能エネルギー活用に関する下水道法改正の内容（平成27年5月）

- 下水道法改正（H27.5）により、**下水汚泥の再生利用の努力義務**が課された。
- 「水防法等の一部を改正する法律の一部施行等について」（H27.7）において、発生汚泥等の**処理施設の更新にあたり**、燃料（固形燃料、消化ガス、焼却廃熱）または肥料（リンその他の有用物質やコンポスト化した汚泥）として再生利用するための**再生施設の整備を優先的に検討する**等の措置を講じることが通知された。
- 新下水道ビジョン加速戦略（H29.8）において、下水汚泥エネルギー化率30%の目標達成（平成32年度末）とともに、**概ね20年で下水道事業における電力消費量の半減**を目標とすることが提示された。

改築時等のエネルギー収支最適化の考え方(案)

水処理における消費エネルギーの削減

本検討の論点

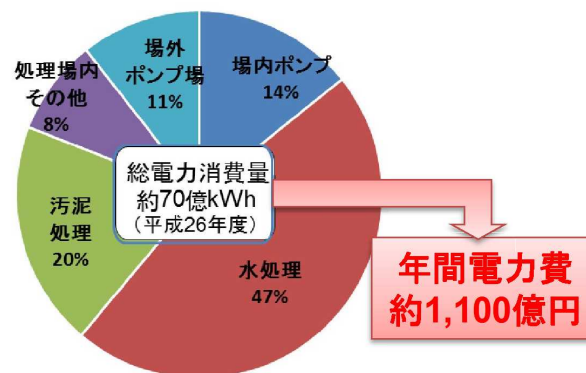
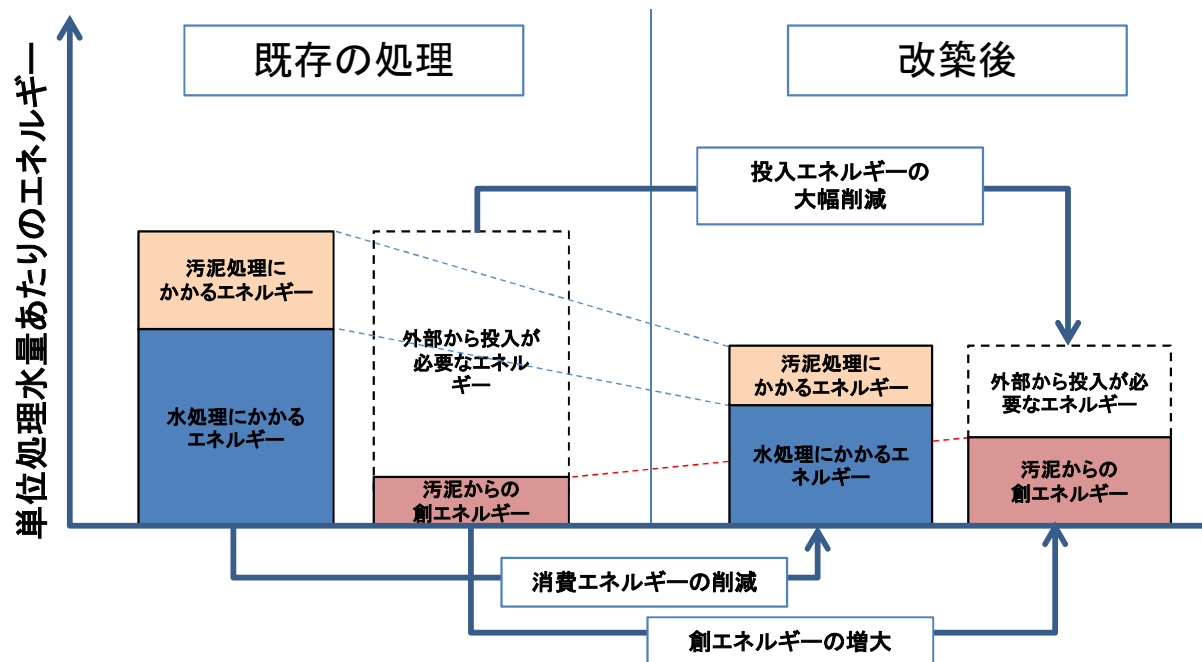
汚泥処理における消費エネルギーの削減

汚泥利用により創出されるエネルギーの増大

副次的な効果も期待される

外部からの投入エネルギーの削減

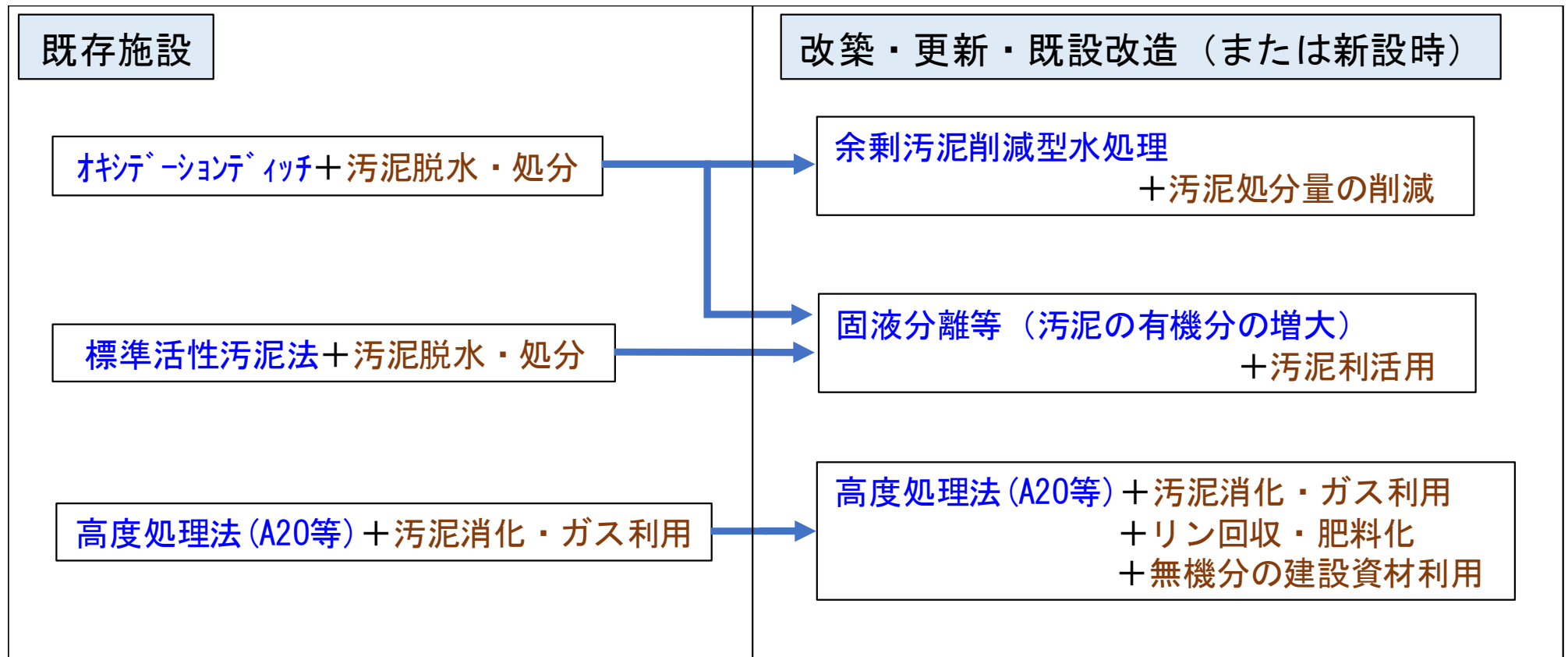
事業費の削減



下水道における電力消費の内訳(国土交通省調査)

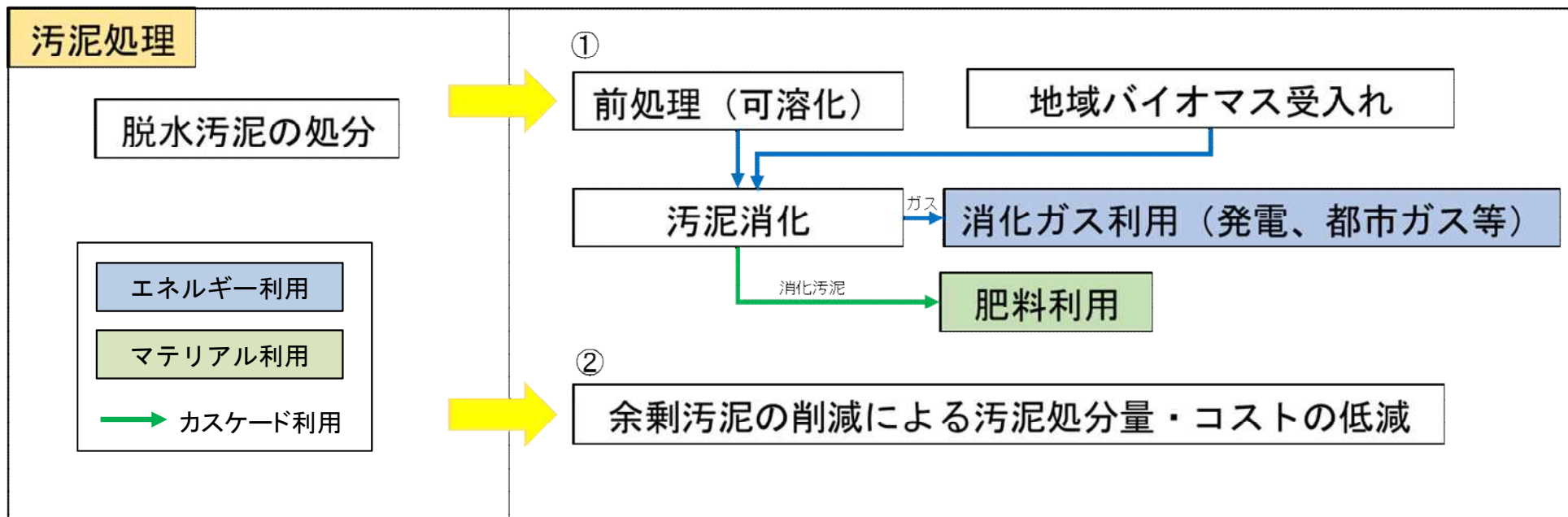
既存施設を踏まえたエネルギー収支を最適化する改築更新・既設改造の考え方

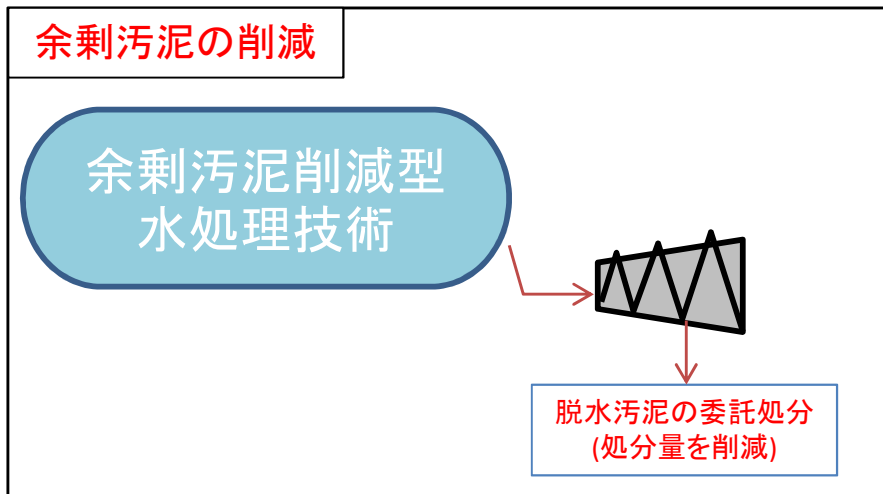
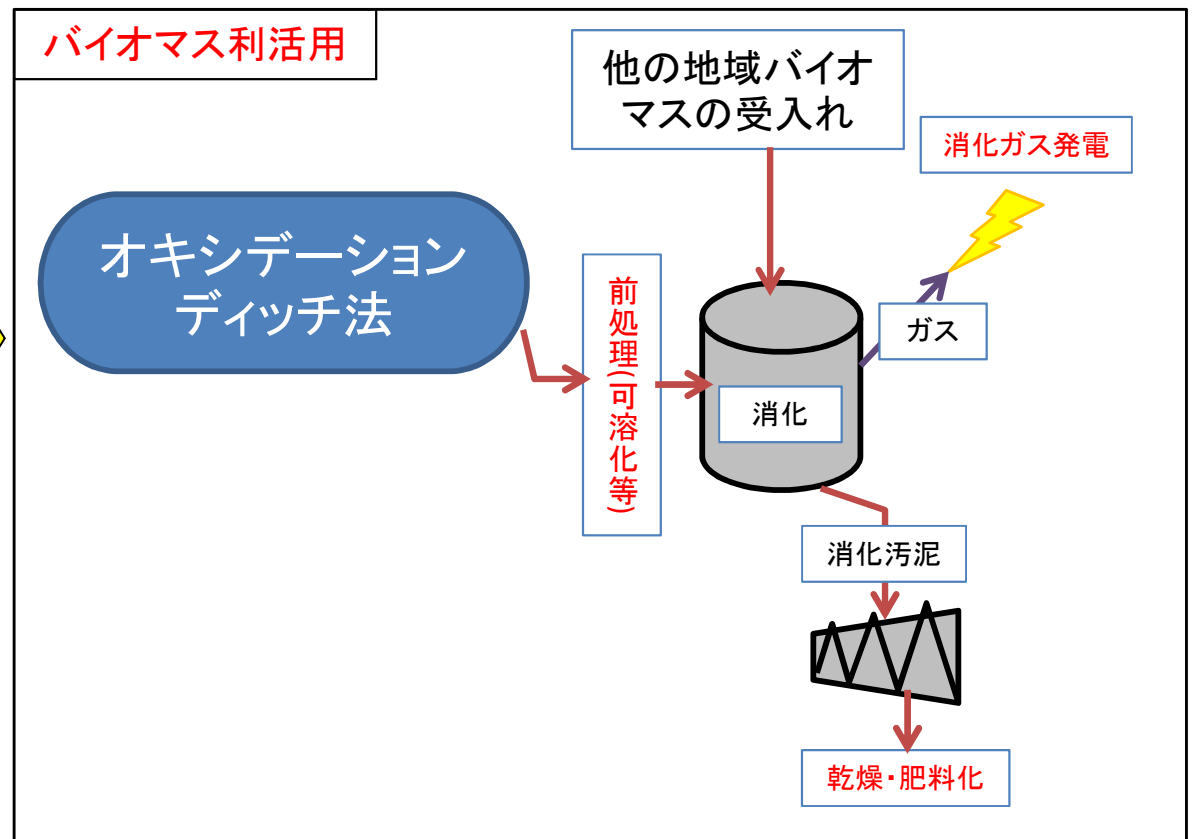
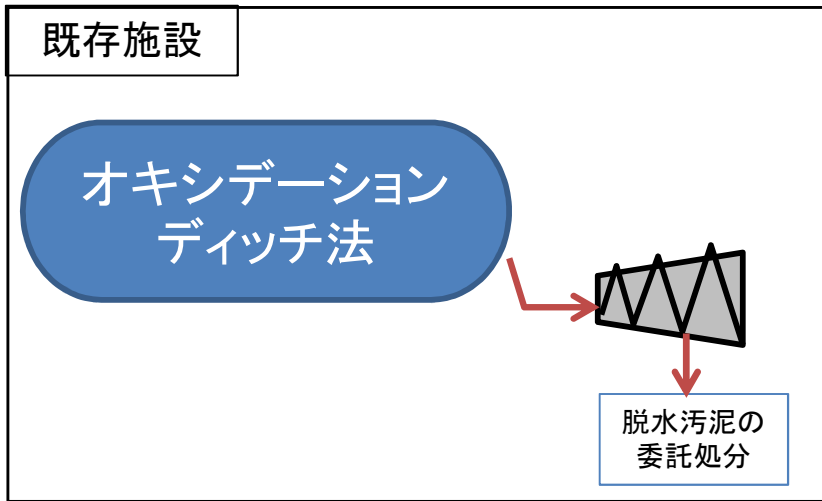
- 水処理方式も踏まえたエネルギー最適化に向けて、例えば以下のような手法が想定される。
- ODは汚泥処分量を削減するか、または汚泥有機分を増大させてエネルギー利用・バイオマス利用を図る。
 - 標準法は汚泥有機分を増大させ、エネルギー利用・バイオマス利用を図る。
 - 高度処理＋汚泥消化はリンを回収することで返流水のリンを削減し、併せて残存無機分の建設資材利用を図る(カスケード利用)。



既存施設を踏まえたエネルギー収支を最適化する改築更新・既設改造の例： オキシデーションディッチ

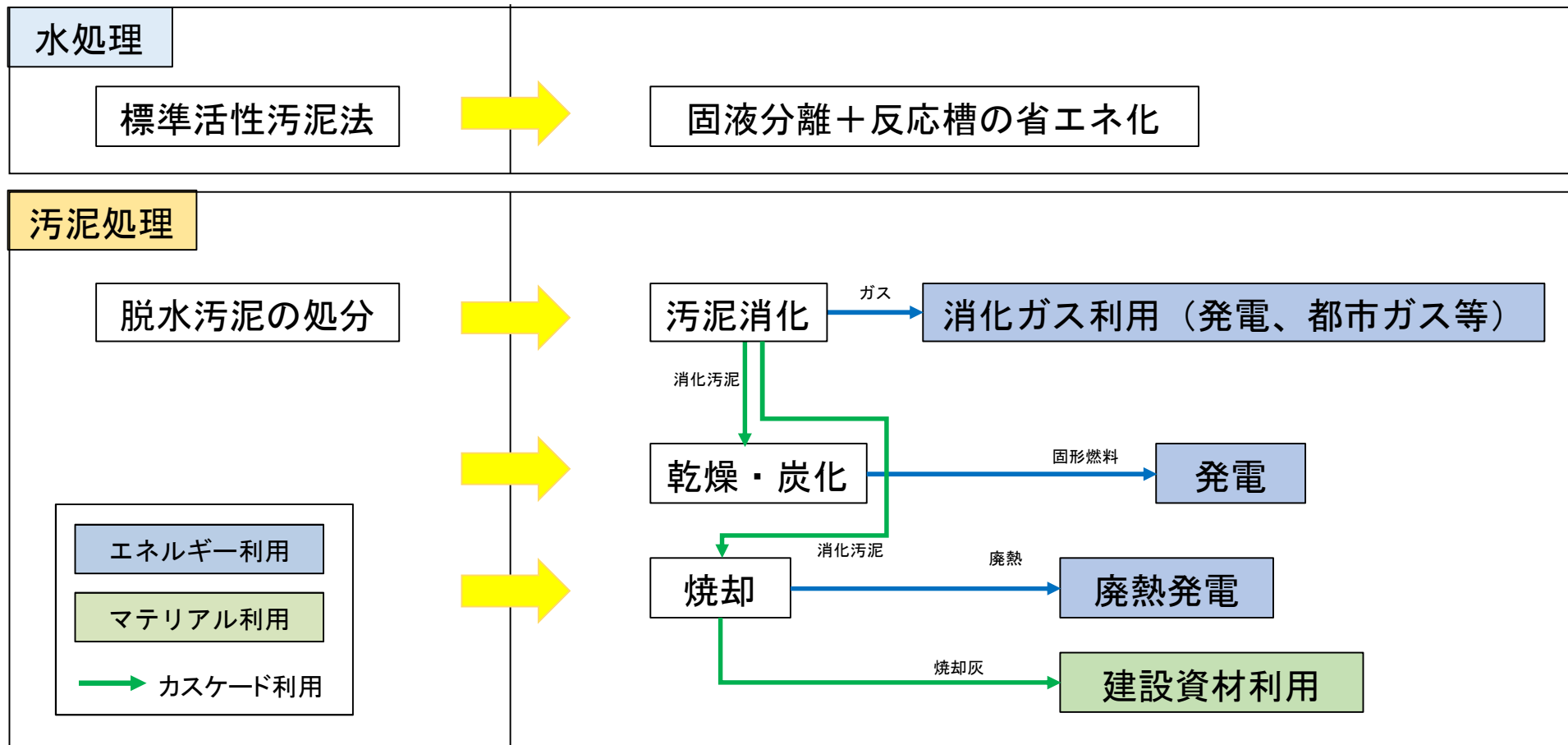
- ODの場合、発生汚泥量や有機分が少ないため、①前段の固液分離や低HRT運転、汚泥の可溶化、他のバイオマスの受け入れ等により汚泥の易分解性有機分を増大し、消化ガス発電を行う方法（事例：中能登町）と、②余剰汚泥を削減させる水処理により発生汚泥量をさらに削減する方法（事例：辰野町）が考えられる。





既存施設を踏まえたエネルギー収支を最適化する改築更新・既設改造の例： 標準法

- 初沈の改造による固液分離、生物反応槽の省エネ化等により、**水処理プロセスの省エネ化**
- 有機分の多い生汚泥を増大させ、後段の汚泥処理プロセスでエネルギー利用を行うことでエネルギー収支を最適化
- 消化ガス利用→焼却廃熱利用→焼却灰の建設資材利用といった**カスケード利用**と、消化せずに**汚泥エネルギーが高い状態で固形燃料化や焼却廃熱利用のみ行う利用**が考えられる

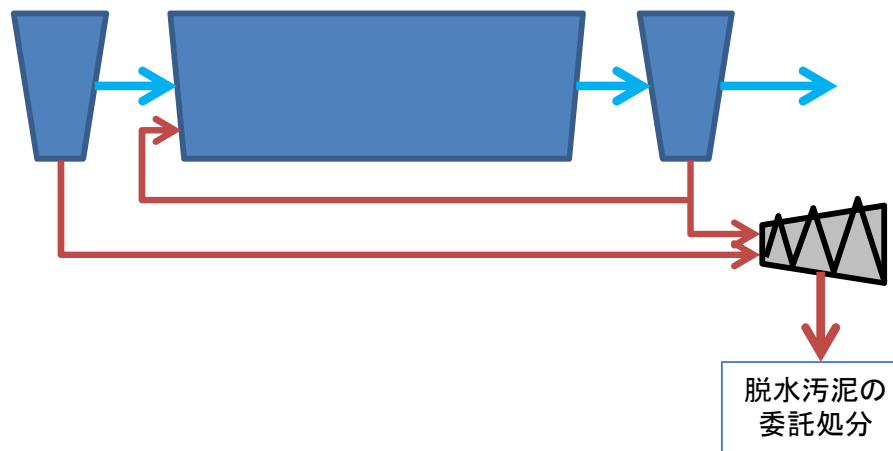


既存施設

最初沈殿池

生物反応槽

最終沈殿池

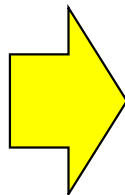


→ 水処理フロー

→ 汚泥処理フロー

→ カスケード利用

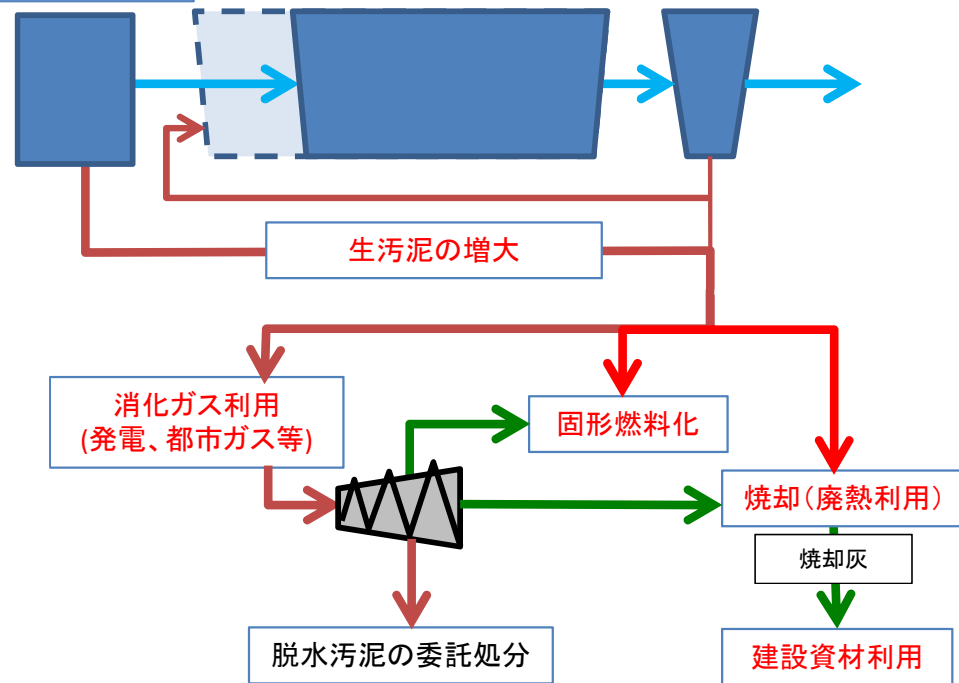
→ 汚泥エネルギーポテンシャルの高い利用



バイオマス利活用

高速ろ過による
固液分離

低負荷運転や担体投入等による
省エネ化、ダウンサイジング



生汚泥の増大

消化ガス利用
(発電、都市ガス等)

固形燃料化

焼却 (廃熱利用)

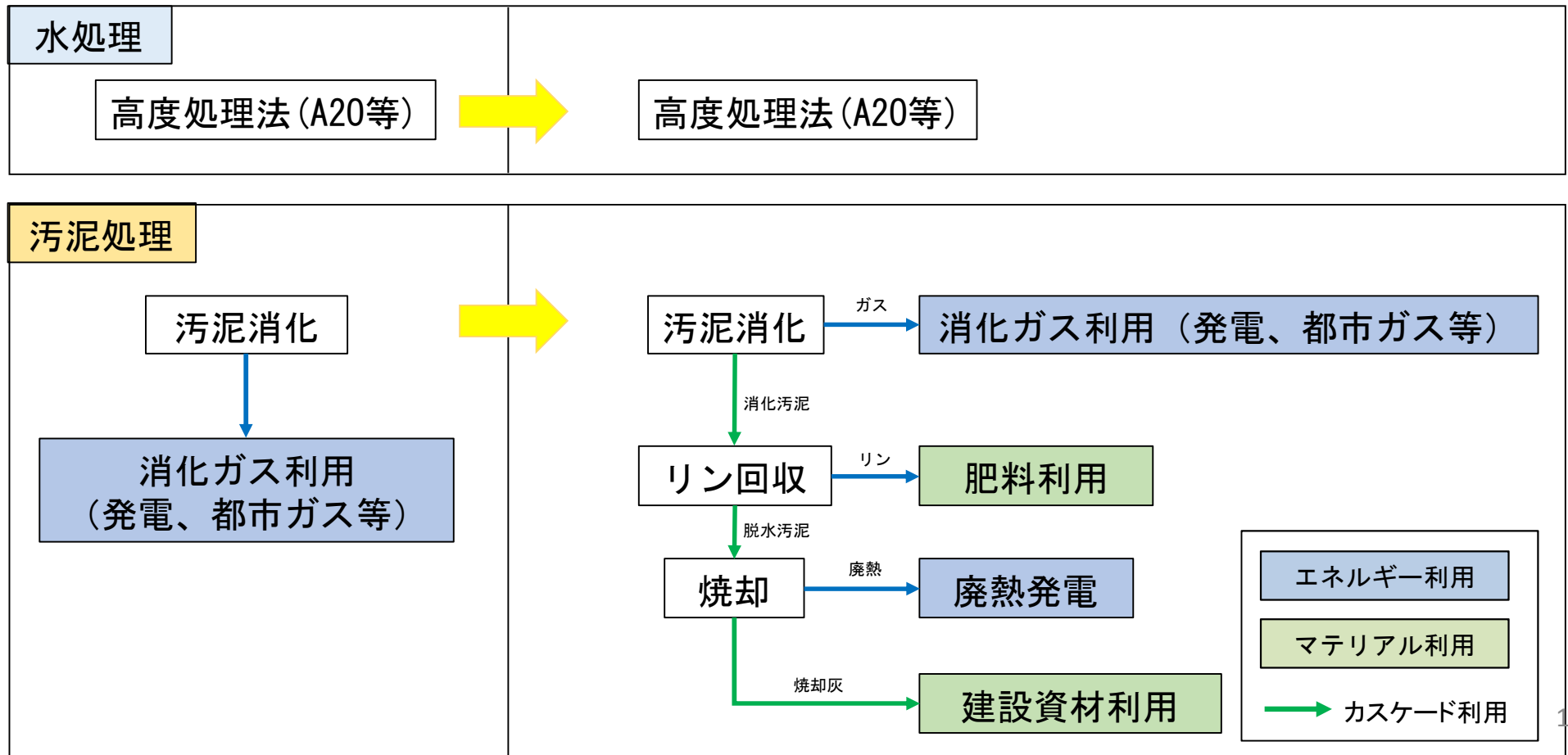
焼却灰

建設資材利用

脱水汚泥の委託処分

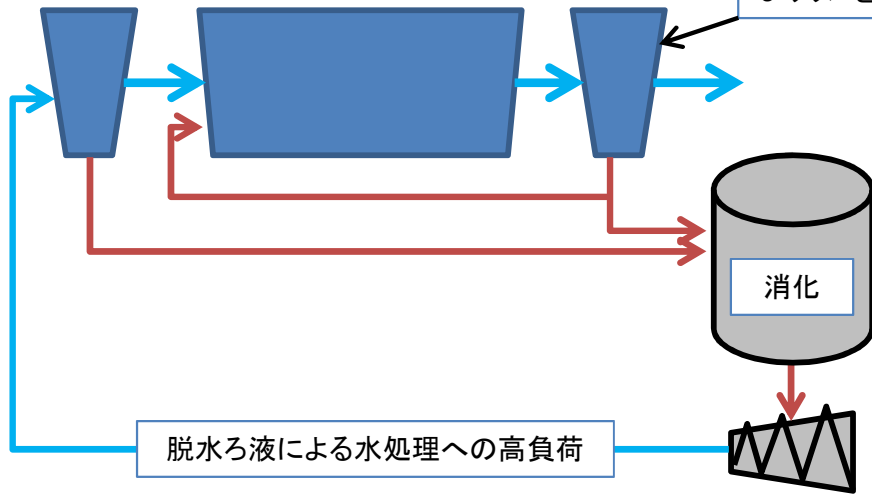
既存施設を踏まえたエネルギー収支を最適化する改築更新・既設改造の例： 高度処理＋消化

- 高度処理（リン除去）＋消化を併用する場合、脱水ろ液のリン濃度が高くなり水処理プロセスのリン負荷が高くなる
- 汚泥の集約化をする場合、返流水による負荷が単独処理よりもさらに高くなる
- 消化汚泥からリンを回収することで水処理のリン負荷を軽減するとともに、回収したリンの資源化も可能
- 無機分（焼却灰）は建設資材として利用



既存施設

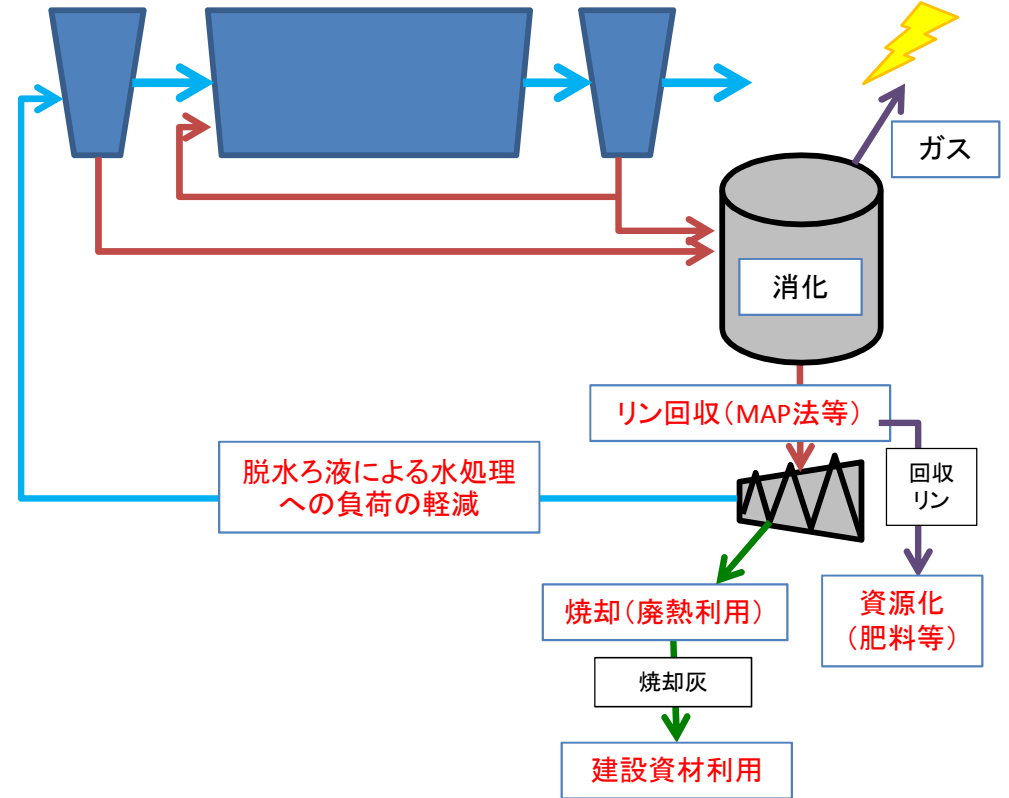
最初沈殿池 生物反応槽(A2O法) 最終沈殿池 凝集剤添加によりリンを除去



→ 水処理フロー
→ 汚泥処理フロー
→ カスケード利用

バイオマス利活用

最初沈殿池 生物反応槽(A2O法) 最終沈殿池 消化ガス発電



既往の汚泥リサイクルに関する3つの評価指標の課題点

- ・ 下水汚泥リサイクル率
- ・ 下水道バイオマスリサイクル率
- ・ 下水汚泥エネルギー化率

【下水汚泥リサイクル率】
下水汚泥が最終的に
リサイクルされた量[t-DS]

下水汚泥の重量[t-DS]



最終的なリサイクル方法のみを対象としており、汚泥処理の途中段階である消化ガスは含まれず、他のカスケード利用の場合も評価できない。

【下水道バイオマスリサイクル率】
下水汚泥中の有機物のうち、
エネルギー化量+緑農地利用量[t-VS]

下水汚泥の有機物量[t-VS]



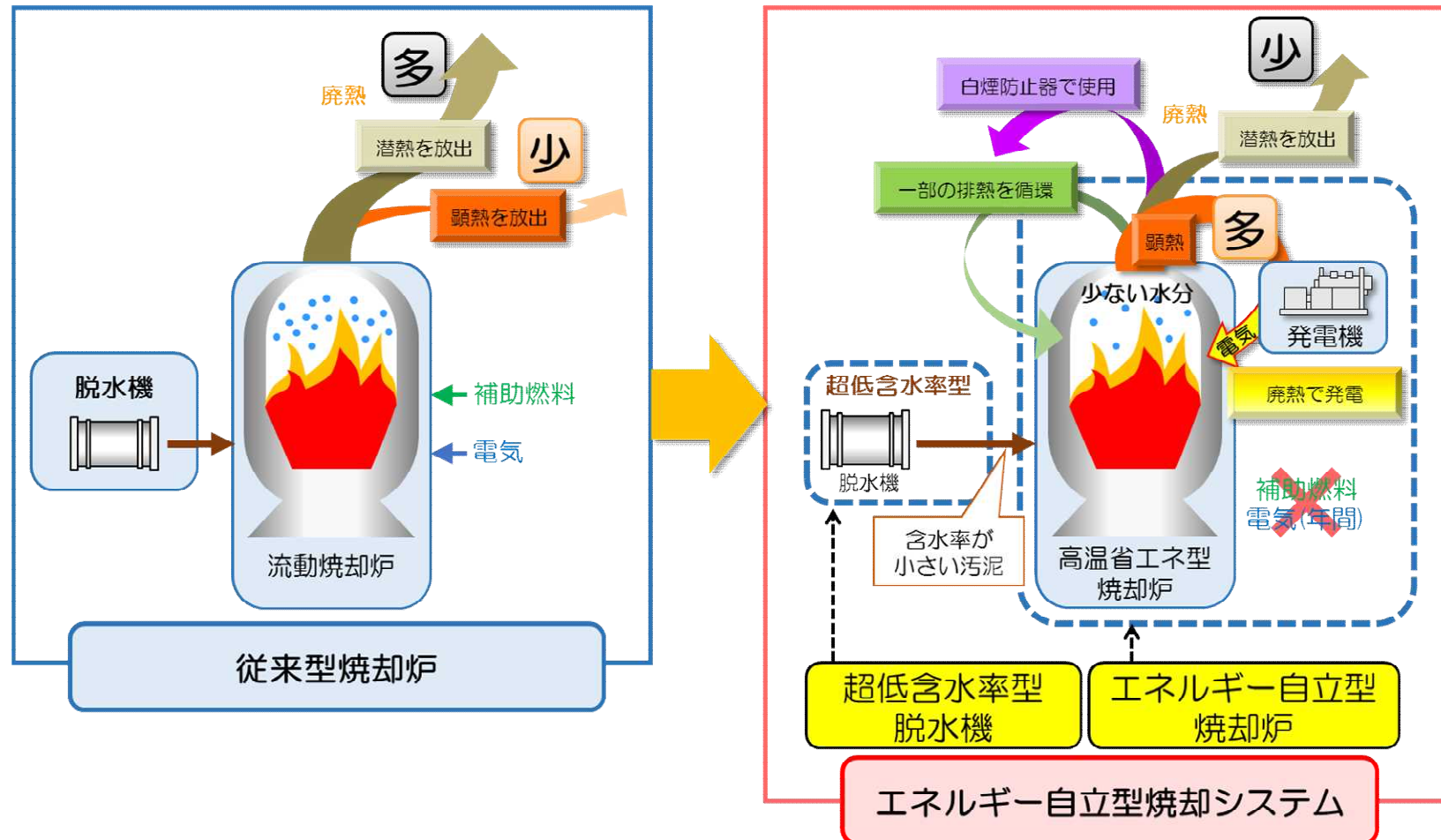
創エネルギーや有機物資源として利用された汚泥中の有機物のみを対象としており、汚泥処理や水処理での省エネルギー化の取り組みについて評価できない。

【下水汚泥エネルギー化率】
下水汚泥中の有機物のうち、
エネルギー化量[t-VS]

下水汚泥の有機物量[t-VS]

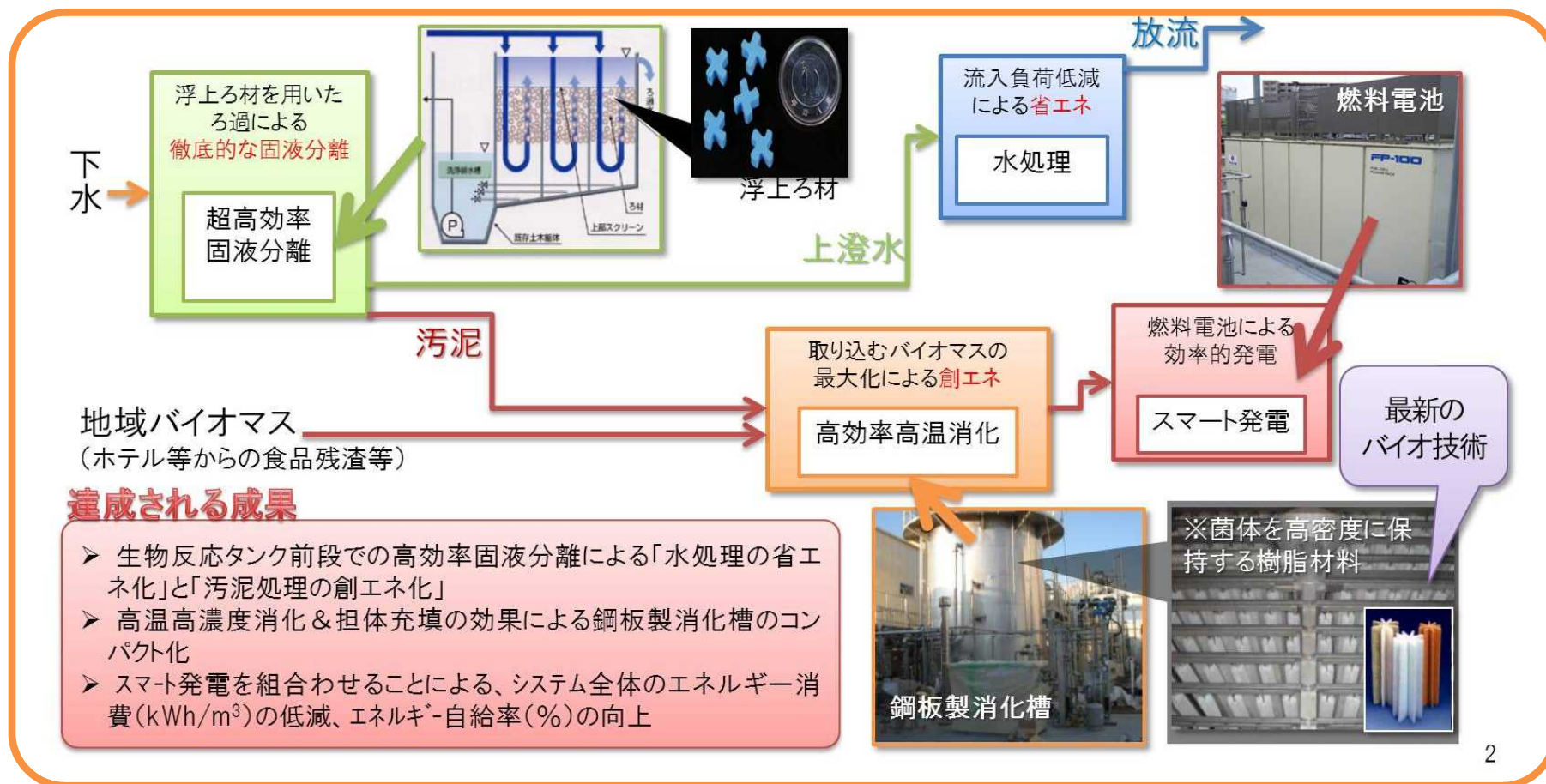
エネルギー収支を最適化した汚泥処理システム導入の例②: 東京都

- ・ 脱水汚泥の低含水率化、高温省エネ型焼却炉および発電機の付加により、エネルギー自立型の汚泥焼却システムを開発。
- ・ 汚泥の消化を行わず、超低含水率型の脱水を行うことで脱水汚泥の熱量を高め、自立的なエネルギー収支を実現している。



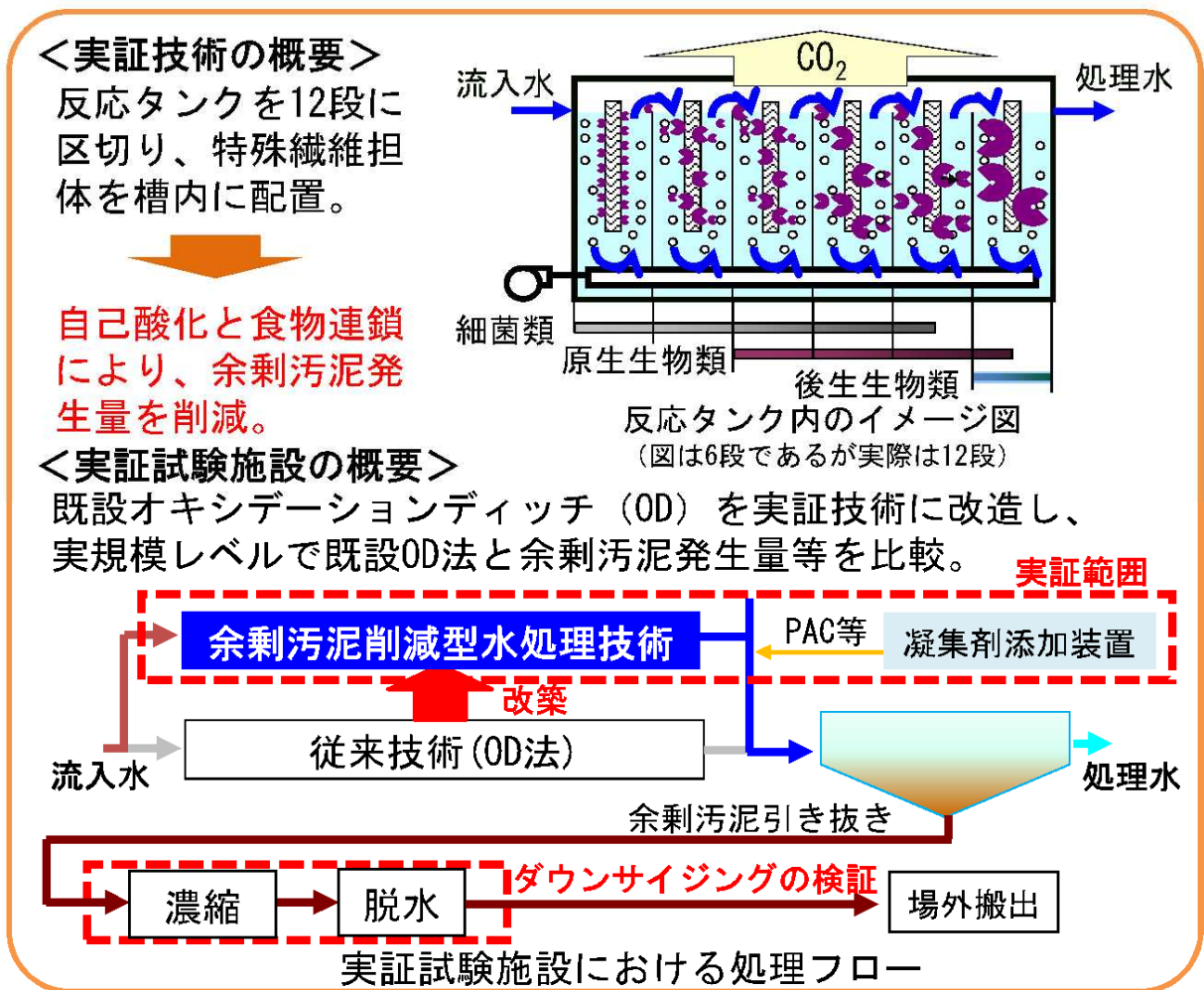
水処理施設と汚泥処理方法の最適化検討の先行事例①: H23年度 B-DASH事業(大阪市)

- 最初沈殿池で高速ろ過による固液分離を行うことで汚泥の有機分を高め、また地域バイオマスとの混合により効率的な創エネを行っている。



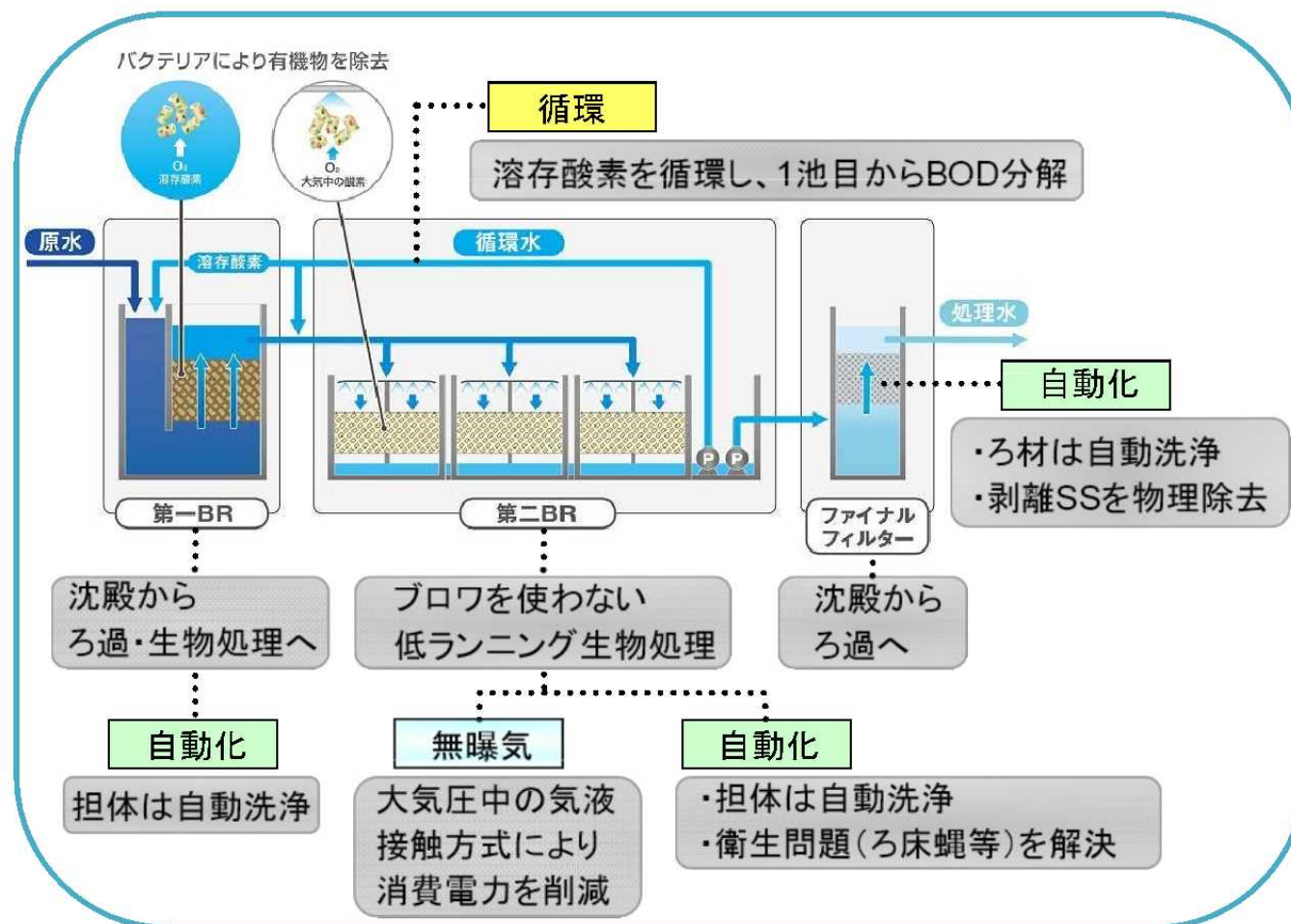
水処理施設と汚泥処理方法の最適化検討の先行事例②: H28年度 B-DASH事業(辰野町)

- 水処理方法を変更することにより、発生汚泥量や性状にどのような影響が生じるか、実証実験を進めている。



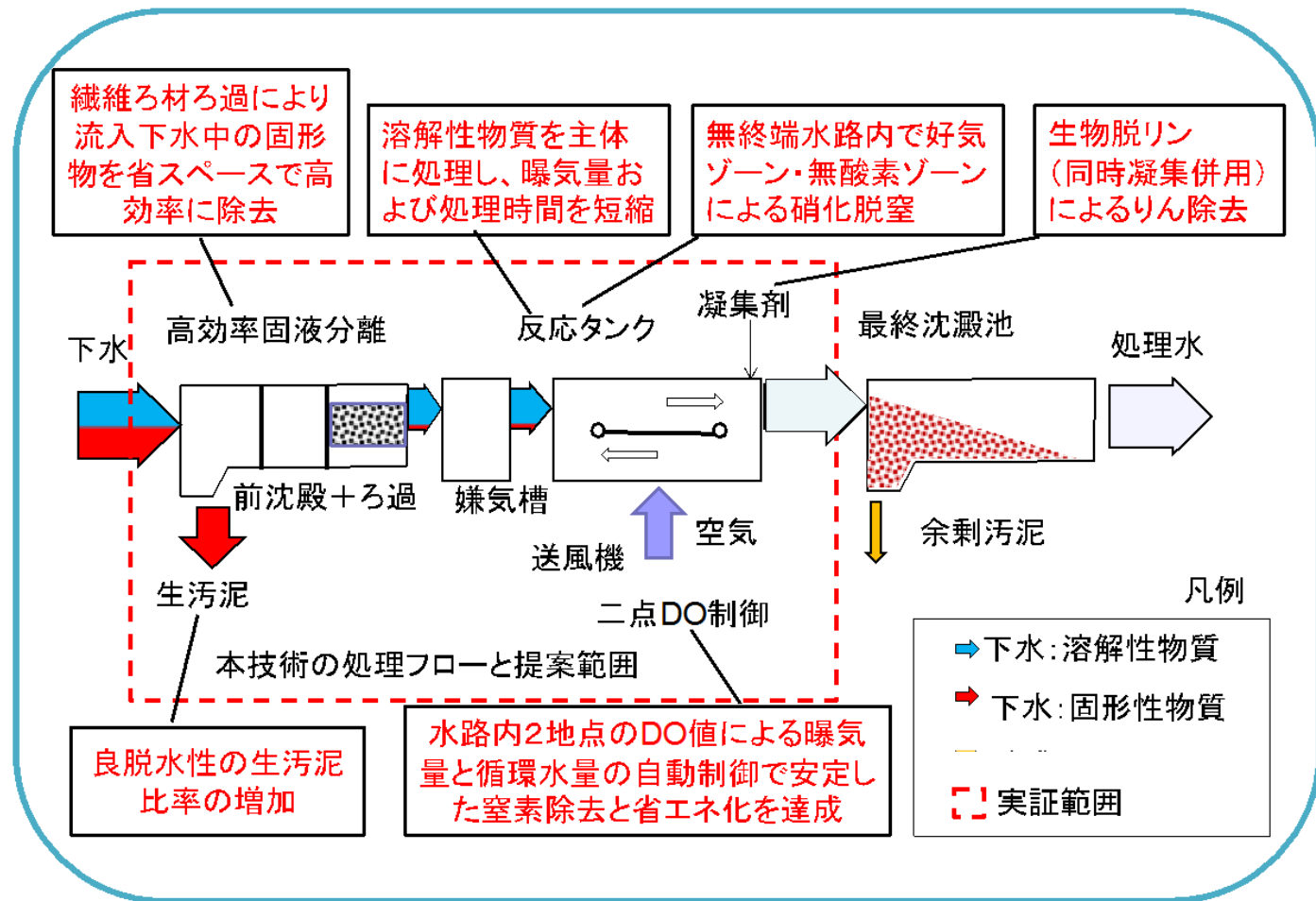
水処理施設と汚泥処理方法の最適化検討の先行事例③:H26年度B-DASH事業(高知市)

- 担体生物ろ過とブロワを使わない生物処理(散水ろ床法)の組合せにより、消費電力の削減や発生汚泥量の減量が可能。
- 既設施設を活用した整備が可能。



水処理施設と汚泥処理方法の最適化検討の先行事例④:H26年度 B-DASH事業(埼玉県)

- ・ 繊維ろ材ろ過と水路内2点のDO値による曝気量・循環量を自動制御するODの組合せにより、消費電力を抑えた高度処理が可能。
- ・ 既施設を活用した整備が可能。



水処理施設と汚泥処理方法の最適化検討の先行事例⑤：H24年度B-DASH事業（神戸市、リン回収）

- 消化汚泥からリンを回収することにより、水処理へのリンの負荷の軽減や配管閉塞の防除に寄与するとともに、回収したリンを肥料として資源化している。



B-DASH事業一覧：汚泥利活用

テーマ	年度	実証事業名	技術概要	実施者
消化ガス利用	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技術実証事業	高速ろ過による超高効率固液分離、鋼板製消化槽による高効率高温消化、スマート発電(燃料電池)等を組合せたエネルギーマネジメントシステム	メタウォーター・日本下水道事業団 共同研究体
	H23	神戸市東灘処理場 再生可能エネルギー生産・革新的技術実証事業	地域バイオマス(食品、木質)の受け入れ、鋼板製消化槽、高効率ヒートポンプ、新型バイオガス精製装置を組合せたシステム	神鋼環境ソリューション・神戸市 共同研究体
	H28	中小規模処理場を対象とした下水汚泥の高濃度メタン発酵技術に関する予備調査	既存の脱水機を濃縮機としても活用する事により汚泥を10%程度に濃縮し、ユニット化されたコンパクトな横型消化槽で高濃度消化する技術	西原環境・大原鉄工所・北海道大学・浜中町 共同研究体
	H29	高効率消化システムによる地産地消エネルギー活用技術の実用化に関する実証事業	生ごみ等の未利用バイオマスの活用、無動力の消化槽攪拌装置、バイオガス発生量を増加させる可溶性装置、高い発電効率を有する燃料電池を組み合わせた高効率消化システム	三菱化工機・九州大学・日本下水道事業団・唐津市共同研究体
固形燃料化	H24	温室効果ガスを抑制した水熱処理と担体式高温消化による 固形燃料化技術実証事業	プレ脱水(濃縮汚泥と地域バイオマスの混合調質)、水熱反応(有機物の加水分解)、高速消化(高温消化)、脱水・乾燥(燃料化)を組合せたシステム	長崎市・長崎総合科学大学・三菱長崎機工 共同研究体
	H24	廃熱利用型 低コスト下水汚泥固形燃料化技術実証事業	廃熱利用による低コスト汚泥固形燃料の製造および、固形燃料の焼却炉利用による補助燃料の削減	JFEエンジニアリング
	H28	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	中小規模の下水処理場を対象とし、機内二液調質型遠心脱水機+円環式気流乾燥機を用いて乾燥汚泥を製造し、肥料化、燃料化などの多様な有効利用へ適応する技術	月島機械(株)・サンエコサーマル(株)・日本下水道事業団・鹿沼市農業公社・鹿沼市 共同研究体
	H28	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	ヒートポンプ技術を応用したエネルギー効率の高い高性能乾燥システムを導入し、省エネ低コスト型の汚泥乾燥を行う技術	(株)大川原製作所・関西電力(株)・秦野市 共同研究体
焼却廃熱発電	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の実証事業	下水汚泥の脱水・燃焼・発電プロセスをそれぞれ高効率化し、連携させることでシステム全体の省コスト・省エネ効果の最大化を目指す技術	メタウォーター・池田市 共同研究体
	H25	下水道バイオマスからの電力創造システム実証事業	機内二液調質型遠心脱水機、廃熱ボイラ付次世代型階段炉、蒸気発電機の3つの技術を組み合わせた、下水汚泥焼却による電力創造システム	和歌山市・日本下水道事業団・京都大学・(株)西原環境・(株)タクマ 共同研究体
	H29	温室効果ガス削減を考慮した発電型汚泥焼却技術の実用化に関する実証事業	汚泥焼却設備からの未利用廃熱を活用した高効率発電技術と、既存の汚泥焼却設備にも適用可能な局所攪拌空気吹込み技術の組み合わせにより、電力の完全自立や大幅な温室効果ガス排出量削減効果等を得る技術	JFEエンジニアリング・日本下水道事業団・川崎市共同研究体
リン回収	H24	神戸市東灘処理場 栄養塩除去と資源再生(リン) 革新的技術実証事業	従来の消化汚泥脱水ろ液ではなく、消化汚泥自体からMAP法によりリンを除去・回収する技術	水ing・神戸市・三菱商事アグリサービス 共同研究体

B-DASH事業一覧：汚泥利活用、減容化等

テーマ	年度	実証事業名	技術概要	実施者
省エネ・低コスト	H26	無曝気循環式水処理技術実証事業	既設施設を活用し、良好な処理水質を確保しながら消費エネルギーを抑制する無曝気循環式水処理技術であり、標準活性汚泥法の最初沈殿池、エアレーションタンク及び最終沈殿池を大幅な改造を伴わずに改造可能である。	高知市・高知大学・日本下水道事業団・メタウォーター(株) 共同研究体
	H26	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	高効率固液分離による反応タンクへの流入負荷の大幅な削減無終端水路型に改造した反応タンクでの二点DO制御技術による省エネ化、高度処理化。	前澤工業(株)・(株)石垣・日本下水道事業団・埼玉県 共同研究体
	H29	最終沈殿池の処理能力向上技術実証事業	最終沈殿池の増設を行わずに、既存の最終沈殿池躯体を利用して、ろ過部の設置により低コストで処理能力を量的あるいは質的に向上させる技術	メタウォーター・日本下水道事業団・松本市共同研究体
ダウンサイジング 水処理	H28	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	人口減少社会に適応すべく、「スポンジ状担体を充填したろ床(DHSろ床)」と「生物膜ろ過槽」を組み合わせることにより、効率的にダウンサイジングが可能な水処理技術	三機工業(株)・東北大学・香川高等専門学校・高知工業高等専門学校・日本下水道事業団・須崎市 共同研究体
	H28	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	反応タンクの多段化と特殊繊維担体の利用により、余剰汚泥発生量を大幅に削減することで、汚泥処理設備のダウンサイジングが可能な水処理技術	(株)IHI環境エンジニアリング・帝人(株)・日本下水道事業団・辰野町 共同研究体
ICTを活用した 運転制御	H26	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	アンモニア濃度の適切な計測およびこれをパラメータとした曝気風量の自動制御による硝化運転の最適化	株)日立製作所・茨城県 共同研究体
	H26	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		(株)東芝・日本下水道事業団・福岡県・(公財)福岡県下水道管理センター 共同研究体
窒素除去	H24	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	嫌気性消化汚泥脱水ろ液からの窒素除去に、固定床方式を用いた高効率なアナモックス反応技術を適用して連続運転を実施、コスト縮減や省エネルギー効果がある	熊本市・日本下水道事業団・(株)タクマ 共同研究体