

下水道分野における温室効果ガス削減の取り組み状況

1. 国における取り組み

1.1. 京都議定書目標達成計画における下水道分野の温室効果ガス削減目標

下水道は下水の収集・処理の過程における大量のエネルギー消費等に伴い多くの温室効果ガスを排出しており、地方公共団体の事務事業に伴う温室効果ガス排出量の中でも非常に大きな割合を占めている。一方、下水道は下水汚泥等大きな資源・エネルギーのポテンシャルを保有しており、その活用による温室効果ガス削減への貢献が期待されている。

このため、2008年3月に閣議決定された新たな京都議定書目標達成計画では、従来の下水汚泥焼却施設における燃焼の高度化に加え、追加対策として下水道における省エネ・新エネ対策の推進を盛り込んだ。

約束期間(2008～2012年度)に下水道事業で取り組むべき温室効果ガス削減対策

・省エネ対策	}	90万t-CO ₂
・下水道の資源・エネルギーを活用した新エネ対策		
・汚泥の高温焼却による一酸化二窒素(N ₂ O)削減対策		126万t-CO ₂

2010年度における下水道事業のCO₂削減目標

・温暖化対策を行わなかった場合の温室効果ガス排出量	765万t-CO ₂
・温暖化対策を行った場合の目標値	549万t-CO ₂

216万t-CO₂の削減

1.2. 地方公共団体に対する技術的支援

1.2.1. LOTUS Project

産学官連携により開発技術の早期実用化を目指す下水道技術開発プロジェクト（SPIRIT21）の第2の課題として、下水汚泥資源化・先端技術誘導プロジェクト（Lead to Outstanding Technology for Utilization of Sludge Project : LOTUS Project）が平成17年4月からスタートした。

LOTUS Projectでは提案のあった7技術を下表に示すスラッジ・ゼロ・ディスチャージ技術（ZD技術）とグリーン・スラッジ・エネルギー技術（GE技術）に分類して技術開発を進めた。スラッジ・ゼロ・ディスチャージ技術は、廃棄処分するよりも安いコストで下水汚泥のリサイクルができる技術開発を目標とし、グリーン・スラッジ・エネルギー技術は、下水汚泥等のバイオマスエネルギーにより、商用電力価格と同等かそれ以下のコストで電気エネルギーを生産する技術開発を目標としたものである。

各提案技術は、平成19年3月、平成20年1月に開催されたSPIRIT21委員会において開発目標コスト達成を確認でき、評価が完了した。

提案技術一覧

区分	No	技術提案者	提案技術名称
ZD 技術	1	日立造船株式会社	下水汚泥のバイオソリッド燃料化
	2	日本ガイシ株式会社 （現メタウォーター株式会社） 岐阜市上下水道事業部	下水汚泥焼灰からのりん回収技術
	3	カワサキプラントシステムズ株式会社 株式会社木村製作所	下水汚泥の活性炭化と有効利用による 汚泥処理費の低減
GE 技術	4	月島機械株式会社	下水汚泥とバイオマスの同時処理方式による エネルギー回収技術
	5	JFEエンジニアリング株式会社 アタカ大機株式会社 鹿島建設株式会社 ダイネン株式会社	低ランニングコスト型 混合消化ガス発電システム
	6	株式会社日立プラントテクノロジー 栗田工業株式会社	消化沼渣による汚泥減量と 消化ガス発電
両技術 一括	7	カワサキ環境エンジニアリング株式会社 （現カワサキプラントシステムズ株式会社）	湿潤バイオマスのメタン発酵・発電・ 活性炭化システム

1.2.2. 下水道施設省エネ診断解析システムの開発

下水道管理者による省エネの一層の取り組みを支援するため、「下水道施設省エネ診断解析システム」を開発し、2008年5月に地方公共団体に配布した。

本システムは、下水道管理者が入力する下水処理施設及びポンプ施設の施設情報(施設諸元、処理量やエネルギー使用量)を基に、エネルギー消費原単位やCO₂発生原単位等の各種の指標を演算し、日本全国の平均値と比較することにより、当該施設の省エネ度合いやCO₂排出度合いを把握するとともに、今後の省エネ対策に役立てる事を目的にしている。

本システムの機能を以下に示す。

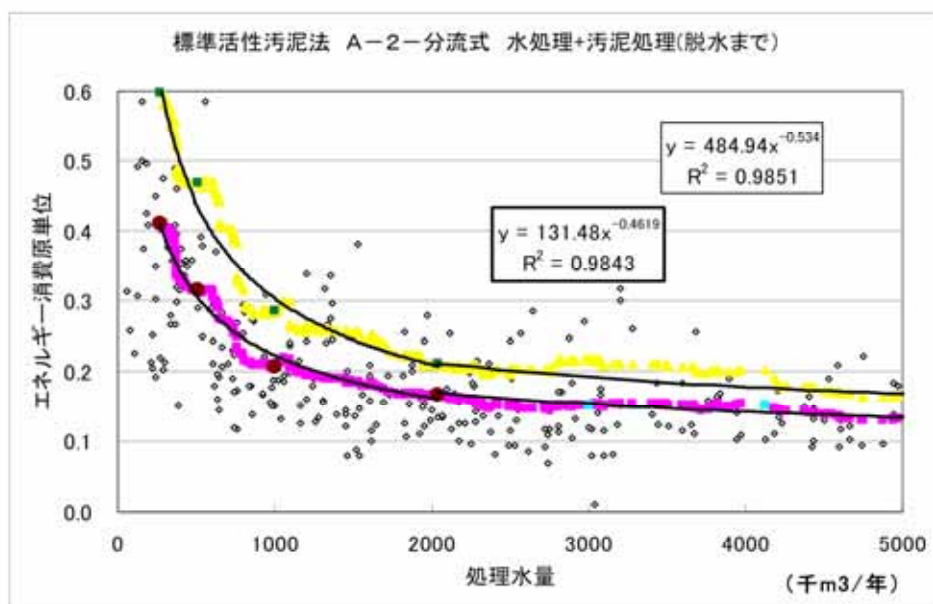
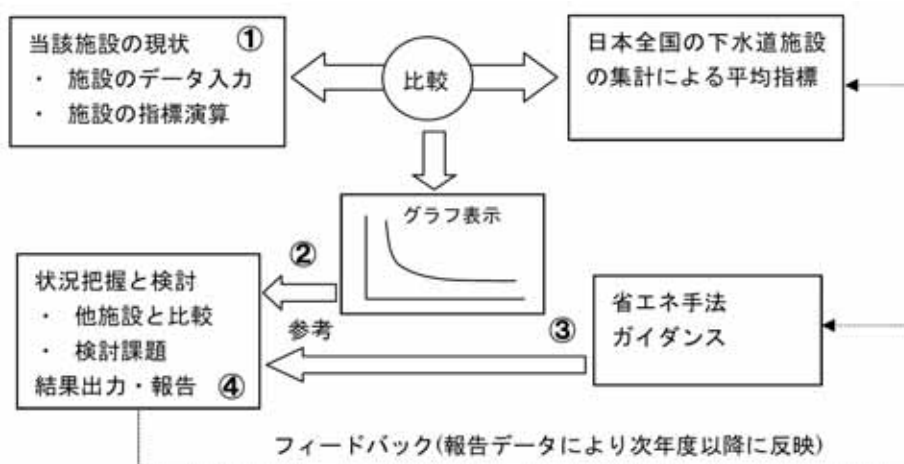


図 エネルギー消費原単位 プロットデータと曲線 (参考例)

1.3. 事業制度による支援

1.3.1. 新世代下水道事業支援制度（未利用エネルギー活用型）

近年、下水道の新たな役割として、良好な水循環の維持・回復、リサイクル社会構築への貢献、情報化社会への対応等が求められている。新世代下水道支援事業制度は、こうした課題に積極的に対応することを目的とした制度で、水環境創造事業、リサイクル推進事業、機能高度化促進事業の3事業から構成される。

このうち、リサイクル推進事業（未利用エネルギー活用型）は、下水熱や下水道バイオガスのエネルギーとしての有効利用、下水汚泥とその他のバイオマスを一体的に有効利用する取り組みを支援するものである。

採択年度	事業主体	対象箇所	内容	従来実施してきたモデル事業名
平成6年度	東京都 区部	砂町処理場	処理水熱と下水汚泥焼却炉の廃熱を地域冷暖房に使用	熱利用下水道モデル事業
	神奈川県 横浜市	横浜国際総合競技場	処理水熱の利用	熱利用下水道モデル事業
平成7年度	岩手県 北上川上流流域	中川汚水中継ポンプ	下水熱の利用 (市複合施設への熱供給)	熱利用下水道モデル事業
平成8年度	富山県 魚津市	魚津市浄化センター	処理水熱の公共施設冷暖房熱源利用	熱利用下水道モデル事業
平成9年度	北海道 札幌市	篠路地区住宅団地内	下水熱の歩道面融雪利用	熱利用下水道モデル事業
	大阪府 枚方市	枚方市流域関連公共下水道	市公共施設への処理水供給	熱利用下水道モデル事業
平成11年度	愛知県 五条川左岸流域	五条川左岸浄化センター	処理水熱の空調利用	
平成12年度	富山県 神通川左岸流域	堀岡地区体育館	処理水熱の利用	
平成15年度	長野県 諏訪湖流域	豊田終末処理場	焼却炉洗煙処理塔のスクラバ排水熱の利用	
平成17年度	石川県 珠洲市	珠洲市浄化センター	バイオマスメタン発酵処理施設	
平成18年度	北海道 札幌市	西区民・保健センター	処理水熱の利用	
	兵庫県 神戸市	東灘処理場	消化ガス精製場内・場外利用	

1.3.2. 民間活用型地球温暖化対策下水道事業制度

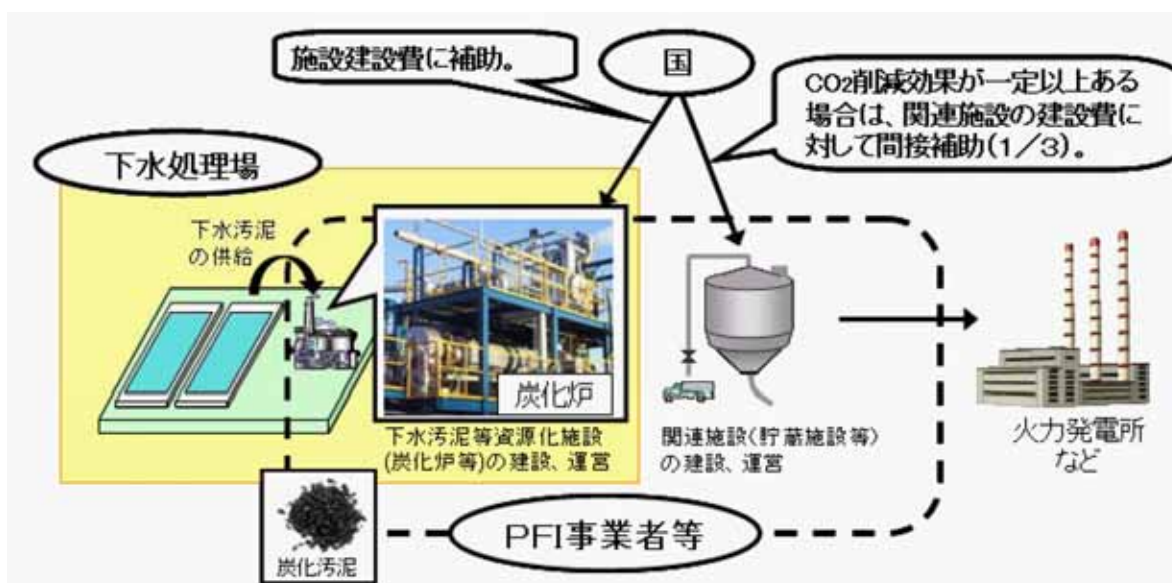
下水汚泥等の資源化、流通、販売・利用を一体的に捉え、民間企業の有するノウハウを最大限活用することにより、下水汚泥等の資源・エネルギー利用を推進するものである。(平成20年度創設)

計画策定

下水道管理者が民間企業と一体となって行う下水汚泥等の循環利用に関する計画の策定に要する経費を補助対象とする(地方公共団体に対し補助率2分の1)。

資源化施設等

当該計画に基づき、PFI手法等により民間事業者が資源化を前提とした下水汚泥等の処理施設(炭化炉等)を建設する際に、地方公共団体への補助を通じてこれを支援する。また、CO₂削減効果が1,000t-CO₂/年以上と見込まれる場合には、民間事業者が下水汚泥等の処理施設と関連して整備する貯蔵施設等の建設費に対し、地方公共団体が助成する額の全額又は一部(但し、総費用の3分の1を限度とする。)を補助する。



2. 地方公共団体における取り組み

2.1. 「地球温暖化対策の推進に関する法律」に基づく、「地方公共団体実行計画」への下水道分野の位置づけの状況

「地球温暖化対策の推進に関する法律」では、地方公共団体に対して、温室効果ガスの排出の量の削減並びに吸収作用の保全及び強化のための措置に関する計画（以下、「実行計画」という）を定め、公表することを義務付けている。

平成 19 年 10 月時点で都道府県、政令指定都市、中核市および特例市(47 都道府県、95 市) のうち、実行計画策定済みの地方公共団体は 34 都府県、60 市であり、そのうち実行計画に下水道分野における数値目標を位置づけている地方公共団体は 2 都県および 8 市であった。

下水道分野の数値目標の位置づけのある実行計画の策定状況
(都道府県、政令指定都市、中核市、特例市)

地方公共団体		対策	目標 (単位)	目標年度
茨城県		電気・燃料使用原単位を 1% 改善	- 1% (削減率)	2012
東京都		取組全体	- 188,000 t -CO ₂ /年 (排出量)	2009
		汚泥の高温焼却	- 125,000 t -CO ₂ /年 (排出量)	2009
		汚泥の炭化	- 37,000 t -CO ₂ /年 (排出量)	2009
		バイオマス発電	- 6,400 t -CO ₂ /年 (排出量)	2009
千葉県	千葉市	汚泥の高温焼却、消化ガスの補助燃料活用、省エネ	44,081 t-CO ₂ /年 (排出量)	2010
神奈川県	横浜市	消化ガス発電、省エネ対策	178,401 t-CO ₂ / (排出量)	2010
	横須賀市	省エネ対策	362.2 g-CO ₂ /m ³ (排出量)	2010
新潟県	新潟市	消化ガス利用、省エネ	20,158 t-CO ₂ /年 (排出量)	2009
	上越市	下水道普及に伴うし尿処理削減	786 t-CO ₂ /年 (排出量)	2010
富山県	富山市	-	- 6% (削減率)	2010
	岸和田市	省エネ対策	- 6% (削減率)	2009
兵庫県	神戸市	(計画全体)	- 11.5% (削減率)	2010
		電力使用量	102,962 千 kWh/年 (排出量)	2010
		汚泥焼却量	79,000 t/年 (排出量)	2010
		重油使用量	720 k l/年 (排出量)	2010

確認できたもののみ記載

2.2. 温室効果ガス削減に向けた先進的な取り組み事例

2.2.1. 省エネルギー対策

名古屋市における取り組み事例

2 水処理センター（H18 年度末時点）にて超微細気泡式散気装置を全系列に導入し、さらに送風機を、最適の容量選定とすると共にインレットベーン式を採用して更新を行うことにより、総合的にエネルギー削減を実施している。その結果、超微細気泡式散気装置を導入した水処理センターでは、導入の前後を比較して送風機設備における使用電力量を 3 割程度削減した。

下水道施設全体（水処理センター、汚泥処理場、有人集中管理ポンプ所）に、安価な IC チップを用いた電力量計（写真 - 1）を設備毎に設置して、使用電力量の詳細を把握している。このデータをもとに、きめ細やかな運転管理を実施して使用電力量の抑制を図っている。

下水道施設にて、設備の更新時には、省電力型の機器・設備の導入を実施している。

上記施策等により、下水道施設全体では平成 12 年度比約 7% の使用電力量の削減に成功した（図 - 1）。



写真 - 1



横須賀市における取り組み事例（下水処理水の再利用）

横須賀市では下水処理水を再処理して再生水として供給する事業に積極的に取り組んでいる。

その際、再生水利用者のニーズ、再利用目的に応じて要求される水質を考慮して、再処理に要するエネルギー源単位に着目して消費エネルギーが少なくなる処理方式を採用することにより、省エネルギーを実現している。

下水処理水の再利用の事例

	実施例1	実施例2	実施例3
利用目的	修景用水	修景用水	工業用水
再生水 使用量	計画利用水量 432m ³ /d	計画利用水量 648m ³ /d	計画利用水量 4,000m ³ /d
再処理の方法	最終沈殿池 急速ろ過 紫外線消毒	最終沈殿池 急速ろ過 紫外線消毒 池(18%) 礫間曝気(82%)	塩素接触タンク 高速ろ過 オゾン処理
	電力量 原単位	0.389kWh/m ³	0.448kWh/m ³

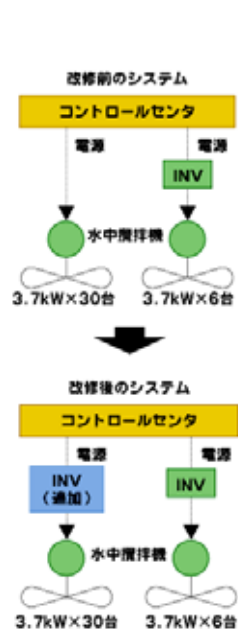
三鷹市（東部下水処理場）における省エネ化の取り組み事例

東部下水処理場のエネルギー費用の効果的な削減を図るとともに、省エネルギーを推進することによる環境負荷の低減を図るため、下水処理用送風機・水中攪拌機、空調用および照明に省エネルギー機器を導入し、使用電力量とCO2排出量の削減を行っている。

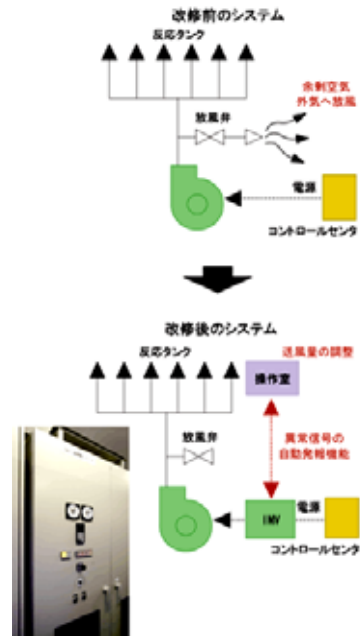
省エネルギー効果

事業内容	従来	省エネ対策後
	使用量 (kwh)	使用量 (kwh)
下水道送風機のインバータ制御化	745,300	568,000
下水道水中攪拌機のインバータ制御化	1,198,400	521,000
照明用安定器の省エネルギー化	21,300	16,300
換気ファンの省エネルギーベルト化	98,500	93,700
換気ファンの間欠運転化	95,200	66,200
合計	2,158,700	1,265,200
処理場全体	5,009,200	4,115,200

三鷹市 HP より



送風機をインバータ制御することにより回転数を調節し、エネルギー効率のよい運転を行うことで電力量を削減する。



水中攪拌機をインバータ制御することにより回転数を調節し、エネルギー効率のよい運転を行うことで電力量を削減する。

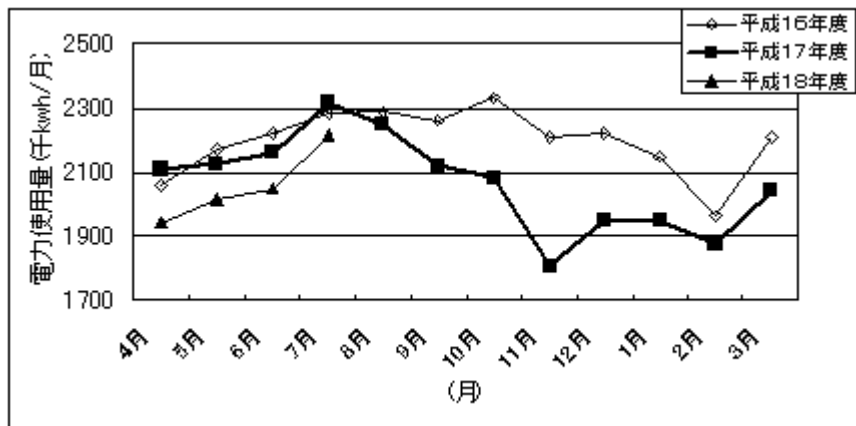
三鷹市 HP より

大阪市（海老江下水処理場）における送風設備の電力量削減の取り組み事例

汚濁物質量を一定化して水処理施設へ送水することで、酸素消費量の時刻変動を小さくし、ターボブロワ 2 台を最高効率点で運転出来している。これにより、従来 3 台稼動していたブロワを 1 台停止させ省エネルギーを図っている。

対策前後の電力使用量内訳

	ポンプ設備	送風設備	汚泥処理設備	水処理設備等	合計
①H16.10～H17.7 (対策前)	16,784 kWh日	34,632 kWh日	8,702 kWh日	11,559 kWh日	71,677 kWh日
②H17.10～H18.7 (対策後)	16,923 kWh日	30,310 kWh日	7,733 kWh日	10,410 kWh日	65,375 kWh日
②-①	+ 139kWh日	- 4,322kWh日	- 969kWh日	- 1,149kWh日	- 6,302kWh日

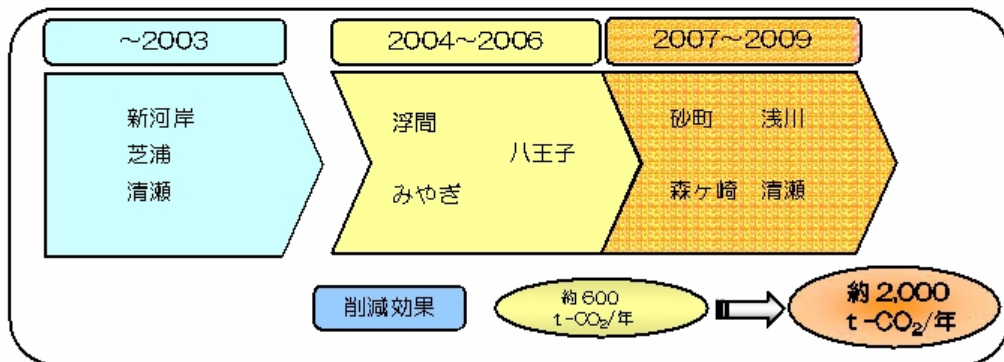
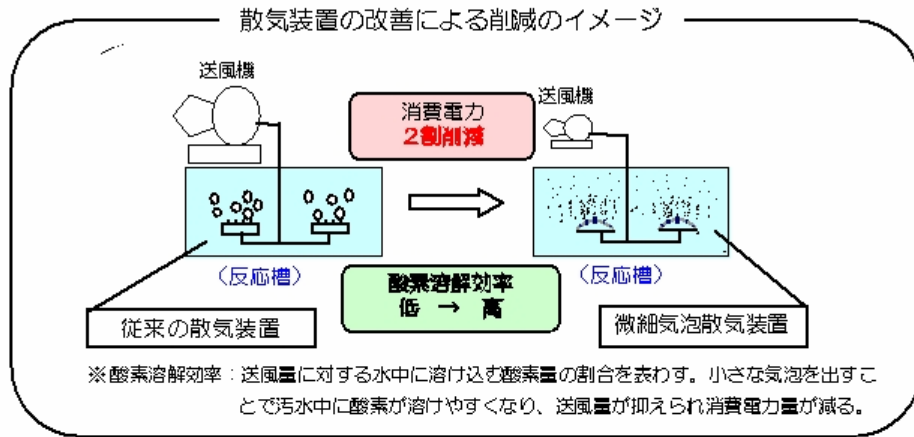


月別電力使用量の推移(平成 16・17 年度)

省エネルギーセンターHP より

東京都における水処理工程における取り組み事例（その1）

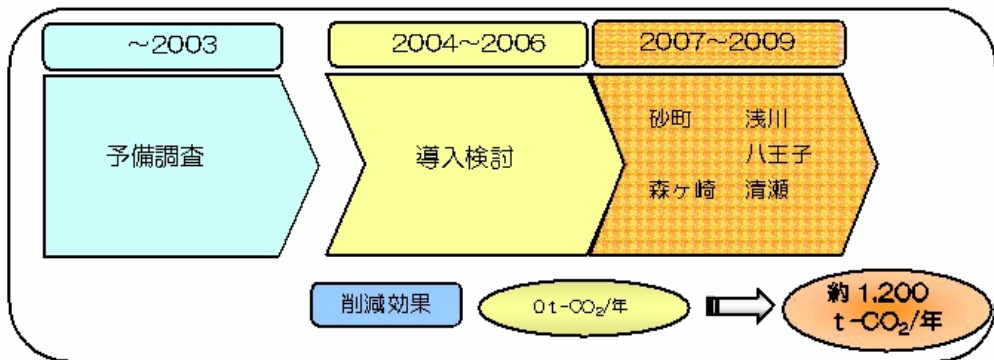
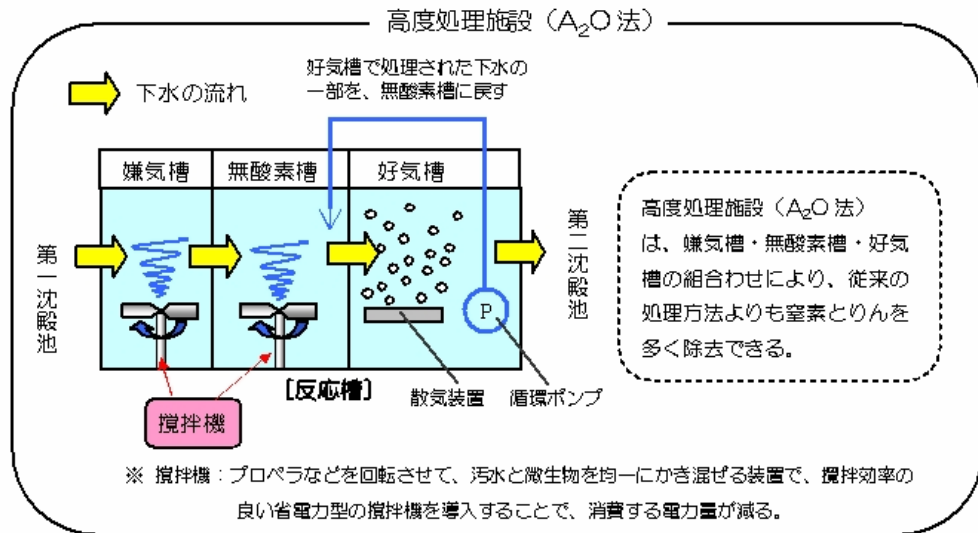
水処理工程で消費する電力のうち、反応槽への送風電力が約4割を占めることに着目し、2003年度までに、新河岸水再生センター、芝浦水再生センター及び清瀬水再生センターの一部で微細気泡散気装置を導入し、効果を検証した結果、従来の散気装置に比べ約2割の電力削減が可能であることから、消費電力量の多い水再生センターへ順次導入している。



導入スケジュールと削減効果

東京都における水処理工程における取り組み事例（その2）

東京湾の赤潮などの発生原因となる窒素・りんを除去するため、高度処理（A2O法）を導入したことにより消費する電力量が増加したことから、省電力型攪拌機の検討をおこない、予備調査の結果では、従来の攪拌機に比べ約4割の削減効果が見込まれたことから、省電力型攪拌機を順次導入している。



導入スケジュールと削減効果

2.2.2. 下水道の資源・エネルギーを活用した新エネルギー対策

(1) 下水汚泥の固形燃料化

東京都における取り組み事例（東部スラッジプラント汚泥炭化事業）

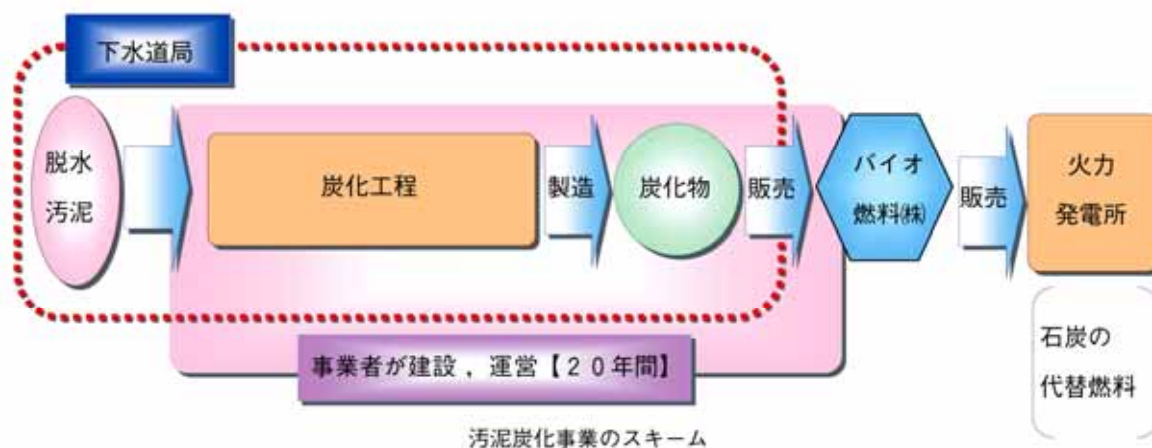
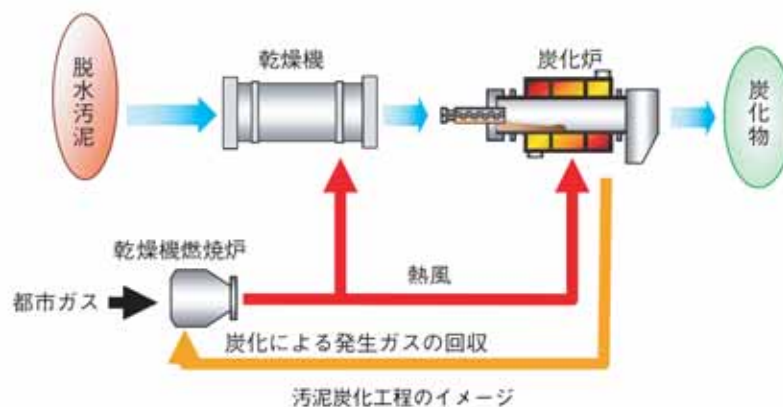
下水汚泥から炭化物を製造し、火力発電所における石炭の代替燃料として利用している。炭化物の製造工程において、窒素分を含んだ熱分解ガスを950℃の高温で燃焼することにより、一酸化二窒素（ N_2O ）の発生を大幅に抑制することができる。

東部スラッジプラントで脱水処理される年間99,000tの脱水汚泥を原料に年間8,700tの炭化汚泥燃料を製造している。この炭化汚泥燃料を石炭火力発電所で石炭の代替燃料として、石炭に1%程度混合し利用されている。

製造した炭化物は、発熱量が一般の石炭の1/3程度で低品位の石炭に相当し、臭気がなく、品質（発熱量）が安定しているという特徴を有している。

温室効果ガスの削減効果

焼却処理時に発生する 温室効果ガスの削減効果	約 37,000t-CO ₂ / 年（東京都下水道局試算）
発電所の燃料使用量削減による 温室効果ガスの削減効果	約 6,700t-CO ₂ / 年（東京電力試算）



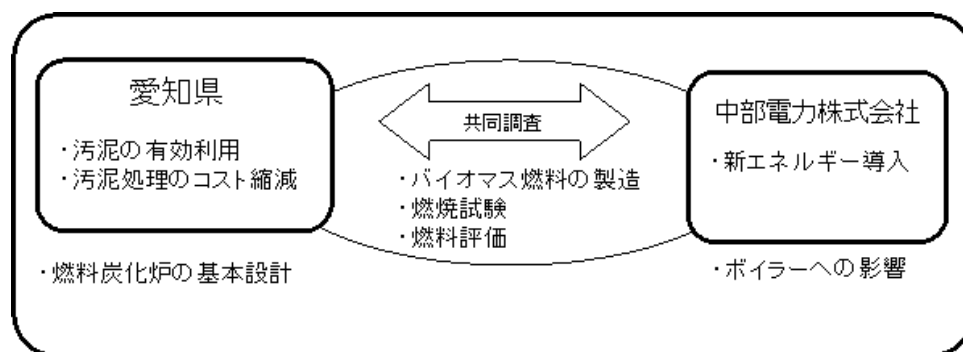
愛知県における取り組み事例（石炭との混焼用燃料としての利用可能性を検討）

現在は、セメント原料化、肥料化に取り組んでおり、平成 18 年度の有効利用率は 87%となっているが、公共・民間の処分場も残余能力が数年しかなく、今後も下水道の普及拡大による汚泥発生量の増加が見込まれるため、新たな利用方法の検討が必要となっている。

このため、焼却灰の有効利用先の開拓、汚泥バイオマス利用施設導入、汚泥・灰の処分先や有効利用先の複数選択化が今後の汚泥処分の課題となっている。

そこで、より環境にやさしく、安定した有効利用の促進を目的として、下水汚泥を炭化燃料化し、中部電力株式会社碧南火力発電所にて石炭との混焼用燃料としての利用可能性を検討することとした。

碧南火力発電所に隣接しているという好立地条件を有する愛知県衣浦東部浄化センターの下水汚泥を利用し、平成 18 年度、平成 19 年度と中部電力株式会社と共同研究を行った。平成 20 年度から事業化の手続きを進める予定である。



黒部市における取り組み事例

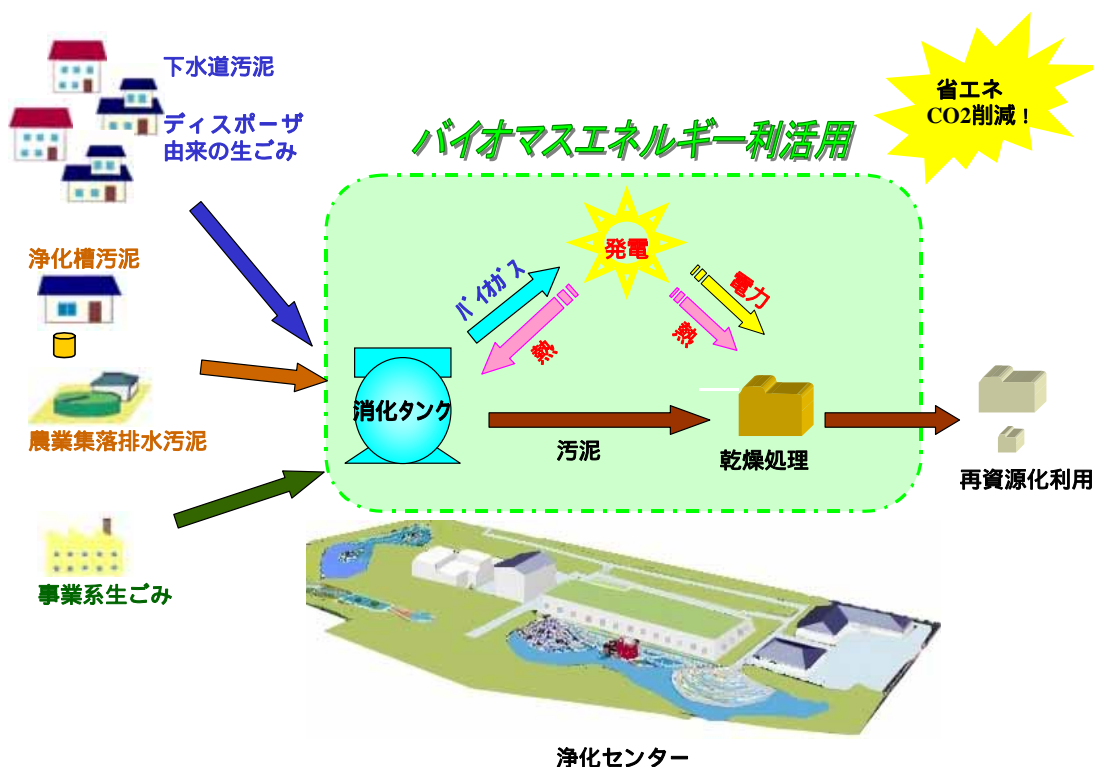
(黒部市バイオスタウン構想

(黒部市下水道バイオマスエネルギー利活用施設整備運営事業))

現在、下水道汚泥は黒部浄化センターで濃縮・脱水後、全面民間委託によりセメント原料等に利活用されているが、今後増加が見込まれる下水道汚泥等の処理について、経済的で安定且つ自立した処理を行うとともに、バイオマス資源の利活用推進することが求められている。

そこで、下水処理施設にバイオガス化施設を増設し、下水道汚泥等に加えて食品廃棄物についても、バイオマス資源の有効利用を図る検討が行われた。

バイオガス化施設ではコジェネレーションシステムで電気と熱を作り、発電した電気は場内で利用し、熱は汚泥の乾燥と消化タンクの加温に利用する。消化タンクから出る汚泥は乾燥機で乾燥させ、乾燥汚泥として民間施設で助燃材などへ有効利用するものである。

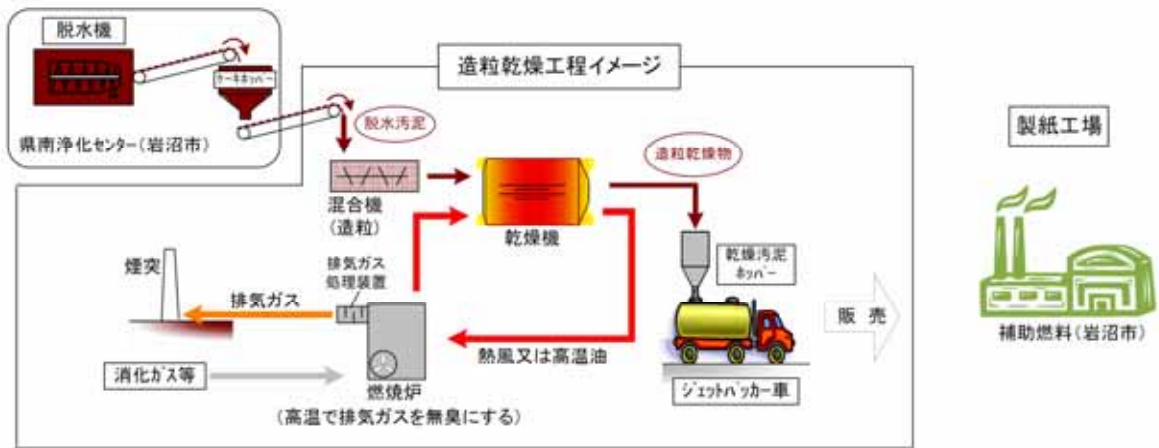


宮城県における取り組み事例（下水污泥燃料化事業）

県南浄化センターにおいては、これまで污泥処分として、焼却及びセメント原料化等を行っていたが、平成 19 年度より燃料化事業に着手し、50 t/日の污泥を、造粒乾燥方式により燃料化して販売することにより、循環型社会の形成と、污泥処理の効率化による経費削減を図っている。

焼却炉やセメント工場にて処分している污泥を燃料化することにより、温室効果ガスの排出量を削減し、地球温暖化防止を図ることができる。また污泥処理費を年間約 7 千万円削減することが可能となる。

バイオマス燃料として利用することにより削減される温室効果ガス量は、年間約 5,800 トンとなり、一般家庭に換算して約 1,000 世帯が 1 年間に排出する量を削減できることとなる。



燃料化事業 ～建設・維持管理を一括委託～



(2) 下水汚泥等からの下水道バイオガスの活用

神戸市における取り組み事例(こうべバイオガス活用事業)

消化ガスを精製してメタン濃度 98%の「こうべバイオガス」として再生することにより、処理場内で燃料として利用する他、処理場で天然ガス自動車の燃料として活用し、「神戸市役所地球温暖化防止実行計画」に定める CO₂ 削減や化石燃料消費削減等、環境保全に資することを目的としている。

東灘処理場で発生する消化ガス約 8,000Nm³/日を精製することで、「こうべバイオガス」5,000Nm³/日として再生できる。このガスをガスタンクに貯留し、場内利用として 3,000Nm³/日、場外への供給として 2,000Nm³/日を活用する。これは、1日あたり市バス 40 台分(50km/日走行の場合)の燃料であり、CO₂ 削減量は、年間 1,200t に相当する。対象として公用車、市バス、ごみ収集車及び民間の配送車などで、100 台を超える車両に供給している。

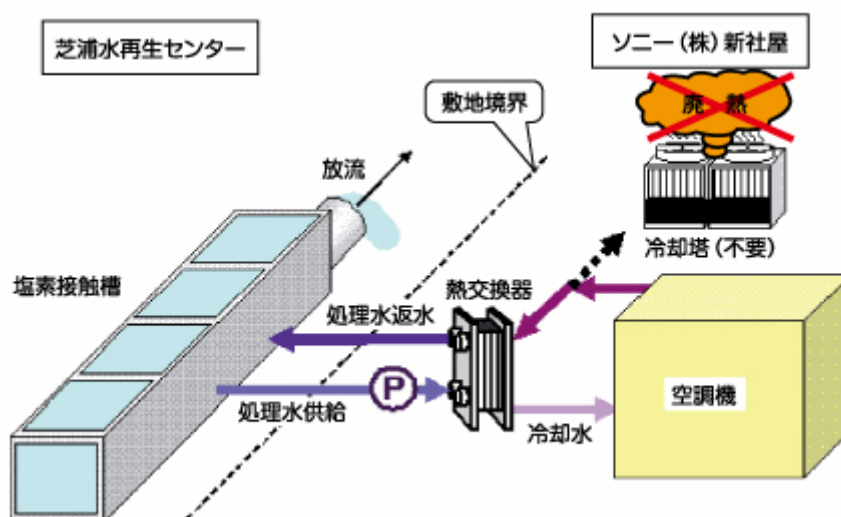


(3) 下水熱の利用

東京都における取り組み事例（芝浦水再生センター下水熱利用事業）

未利用エネルギーの有効活用を図るため、下水のもつ外気との温度差エネルギーを活用し、熱利用事業を実施している。これにより、地球温暖化対策に資するとともに、人工廃熱の発生を抑制することでヒートアイランド対策に貢献し、さらに熱利用料として収益を確保している。

ソニーシティ（ソニー(株)新本社）に芝浦水再生センターの下水処理水を送水して、ビル空調機の冷却用として活用している。1日あたり約6万立方メートルの下水処理水を供給し、ビル側の空調廃熱を熱交換したのち水再生センターに返水する。

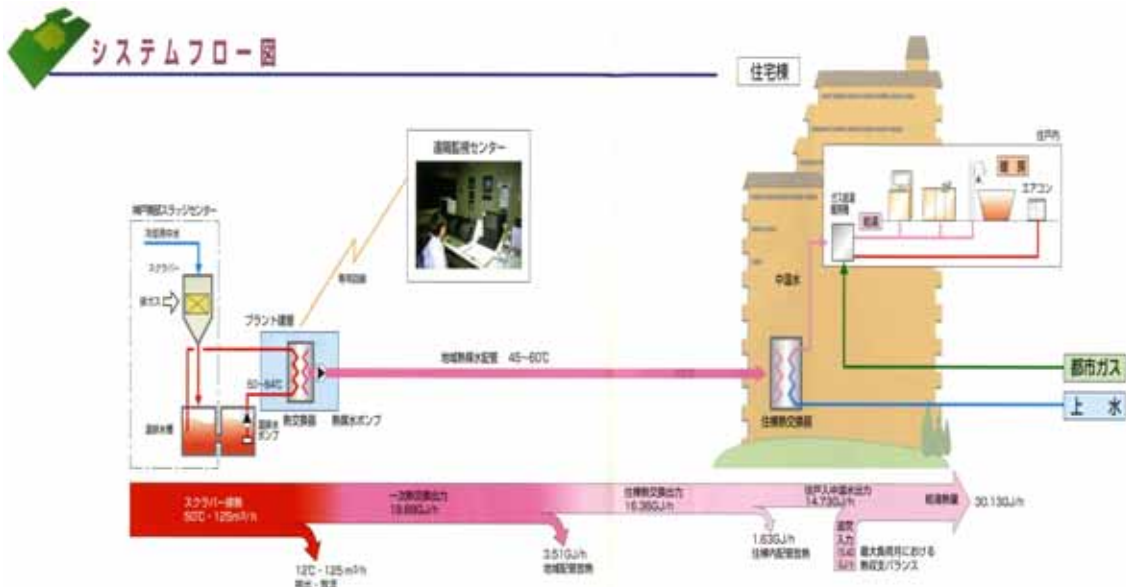


神戸市における取り組み事例（六甲アイランド温水供給事業）

六甲アイランドの東部スラッジセンターは、市内の処理場で発生した脱水ケーキを全量焼却処理する施設で、人工島六甲アイランドの北東に位置し、年間8.2万トン焼却処理している。

焼却処理の廃熱利用としてケーキの乾燥及び燃焼空気の予熱用として活用しているが、排気ガス処理の最終工程である排気ガススクラバーから50℃程度の温水が発生しており、この中温水を有効利用して六甲アイランドの住宅ゾーン3,600戸に対し熱交換器を介して水道水を加温、集合住宅に温水を供給する「地域温水供給システム」事業を、六甲アイランドエネルギーサービス(株)が、昭和63年3月から実施している。

本システムは、新エネルギー財団の利子補給を受けており、事業運営のコスト低減に活用されている。



札幌市における取り組み事例（札幌市下水熱地域暖房活用事業）

札幌市西区民・保健センターに下水処理水ヒートポンプシステムを設置し、未利用エネルギーである下水処理水熱を暖房熱源として有効利用を図るものである。

これにより、当該センターにおける空調施設のエネルギー消費量が年間約 28%、二酸化炭素排出量が年間約 30%、エネルギーコストが年間約 250 万円削減される。

冬期間、新川下水処理場から琴似流雪溝に圧送されている下水処理水を途中から、西区民・保健センター内に引き込み、ヒートポンプを用いて熱を回収し、施設の暖房熱源として利用する。熱回収後の下水処理水は、再び下水処理水圧送管に戻し、琴似流雪溝で利用している。

