

「資源のみち」の実現に向けて(仮) 中間報告(案)

平成 18 年 6 月

資源のみち委員会

資源のみち委員会 中間報告

[目 次]

はじめに

委員名簿

審議経過と今後の予定

1. エネルギー・環境をめぐる社会的背景.....	1
1 - 1. エネルギー需給に関する情勢	2
1 - 2. 地球温暖化の防止	6
1 - 3. バイオマスの有効利用.....	7
1 - 4. 新・国家エネルギー戦略の策定	8
2. 下水汚泥の利活用の現状.....	9
2 - 1. 下水汚泥の発生量と処理・処分、再利用	9
2 - 2. 下水道施設のエネルギー消費の動向	13
2 - 3. 下水道におけるバイオマス利活用.....	14
3. 下水汚泥の利活用の推進に向けた課題と施策.....	18
3 - 1. エネルギーの視点	19
3 - 2. 地域の視点	25
3 - 3. 持続可能性の視点	29
4. 今後の検討課題	33

はじめに

平成 17 年 4 月には京都議定書目標達成計画が閣議決定され、また平成 18 年 3 月にバイオマス・ニッポン総合戦略が改定される等、政府全体として地球温暖化対策の推進、中でもカーボンニュートラルであるバイオマスを積極的に活用していくことが喫緊の課題として位置付けられている。

下水汚泥は、量・質ともに安定し効率的に収集されることから利活用に適したバイオマスであり、下水汚泥リサイクル率も平成 16 年度末で 67% に達する等マテリアルリサイクルの観点からは一定の進捗をみている。一方、下水汚泥中の有機分のうちエネルギー利用された割合は 13% にとどまっている等、下水汚泥のエネルギー利用は依然として低水準で推移しており、一層の下水道バイオマスの利活用が求められている。

平成 17 年 9 月に、下水道政策研究委員会中長期ビジョン小委員会が、「これまでの「普及拡大」中心の 20 世紀型下水道から、「健全な水循環と資源循環」を創出する 21 世紀型下水道への転換を目指すべき」として、長期的視点からみた今後の下水道の方向性を「下水道ビジョン 2100」として取りまとめたところであるが、その施策方針の 1 つとして、水環境の保全等下水道の有する機能に加え、下水道の有する資源回収・供給機能を積極的に活かして、下水処理場のエネルギー自立や地球温暖化防止等に貢献する「資源のみち」の創出が盛り込まれた。

このような状況の下、現下の下水汚泥有効利用の課題も踏まえ、「下水道ビジョン 2100」で示された「資源のみち」の将来像の実現に向けて、下水道分野におけるエネルギー利用、資源利用、地球温暖化対策の中期的(概ね 10 年程度)な施策のあり方とその内容について、平成 18 年 3 月に設置された「資源のみち委員会」で審議されることとなった。「資源のみち委員会」は、これまでに 3 回開催され、下水汚泥利活用に関する論点を議論するとともに、主にバイオマスとしての有効利用を推進するための施策のあり方等を審議してきた。

本書は、これまでの審議経過を踏まえ、「資源のみち委員会」としての見解を中間報告として取りまとめたものである。

委員名簿

(順不同・敬称略)

委員長	津野 洋	京都大学大学院工学研究科都市環境工学専攻教授
委員	貫上 佳則	大阪市立大学大学院工学研究科都市系専攻教授
"	高橋 正宏	北海道大学大学院工学研究科環境フィールド工学専攻教授
"	堀尾 正靱	東京農工大学大学院共生科学技術研究部教授
"	横山 伸也	東京大学大学院農学生命科学研究科生物・環境工学専攻教授
"	大谷 繁	バイオマス・ニッポン総合戦略検証ワーキンググループ委員
"	岡久 宏史	国土交通省都市・地域整備局下水道部下水道事業調整官
"	清水 俊昭	国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部下水道研究官
"	堀江 信之	日本下水道事業団技術開発部長
"	尾関 正吉	愛知県建設部下水道課長
"	小菅 博明	横浜市環境創造局環境活動推進部部次長兼環境科学研究所担当課長
"	竹中 恭三	神戸市建設局下水道河川部工務課長

(所属は平成 18 年 4 月現在)

審議経過と今後の予定

「資源のみち」委員会 審議経過と今後の予定

回	開催日	審議事項
第1回	平成18年3月14日(火)	<ul style="list-style-type: none">・ 設立主旨・ 下水道ビジョン2100について・ 下水汚泥資源利用をめぐる社会的背景について・ 下水汚泥資源利用の現状と課題について・ 論点(案)について
第2回	平成18年5月16日(火)	<ul style="list-style-type: none">・ 今後の進め方について・ 下水汚泥の有効利用の推進方策の論点整理について
第3回	平成18年6月16日(金)	<ul style="list-style-type: none">・ 中間報告(案)について
第4回	平成18年9月(予定)	<ul style="list-style-type: none">・ 省エネルギー、バイオマス以外の新エネルギー等に係る課題整理・ 各論検討
第5回	平成18年11月(予定)	<ul style="list-style-type: none">・ 全体的な検討・ 最終報告骨子
第6回	平成19年1月(予定)	<ul style="list-style-type: none">・ 最終報告案

1. エネルギー・環境をめぐる社会的背景

平成 17 年 9 月に示された「下水道ビジョン 2100」では、21 世紀型下水道は、これまでの下水道機能に加え、今後の地域の持続可能な循環型社会の構築を支え、健全な水循環及び資源の循環を創出する新たな下水道への転換を目指すものであり、その基本コンセプトを「循環のみち」の実現としている。

この「循環のみち」を実現していくための基本方針として「水のみち」「資源のみち」「施設再生」の 3 つが提示されている。本委員会のテーマである「資源のみち」の基本方針と施策展開上の視点については次のように示されている。

下水道普及率が高まるとともに、都市においては網の目のように下水管渠のネットワークが形成されている。これまでの下水道は、都市内から汚水を収集し、下水処理場で処理し、公共水域に放流するという一連のプロセスにより都市環境向上の重要な一翼を担ってきた。

一方で、この都市に網の目のように整備されている下水管渠のネットワークは別の見方をすれば都市内の諸資源を収集する機能を有するものであり、これまでに下水熱の空調への活用や汚泥による消化ガスの生成、あるいは汚泥の肥料への資源化等が行われてきた。

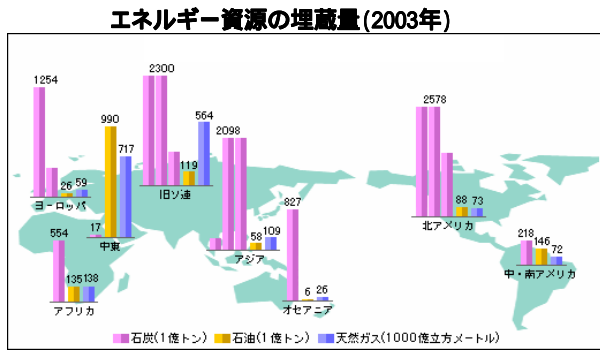
今後は、これら下水道の有する資源回収・供給機能を積極的に活かし、汚泥中の資源の更なる活用や栄養塩を回収する等、懸念されている将来の資源枯渇への対応策とする。さらに、下水道施設において消費されるエネルギーについて、その削減を図っていくとともに、太陽光発電、風力発電、小水力発電、コージェネレーション等の導入により下水道施設及び地域の化石燃料依存からの転換を進め、地球温暖化防止に貢献する機能も担う資源回収・供給ネットワーク「資源のみち」を創出することを施策の第二の基本方針とする。

なお、「資源のみち」の創出に向けては、下水道施設のエネルギーの自立率を高める「自立する資源のみち」、集積する下水汚泥や空間や立地条件を活用した新たな資源を活用し地域社会に供給する「活かす資源のみち」、さらにそれらエネルギーや資源の活用による地球温暖化防止等、環境保全に貢献する「優しい資源のみち」の 3 つを施策展開上の視点とする。

こうした点を踏まえ、資源のみちの施策展開を推進する上で、エネルギー問題や環境問題をめぐる近年の様々な社会的背景について以下に順次整理する。

1 - 1. エネルギー需給に関する情勢

重要なエネルギー資源の一つである石油の世界全体での可採年数は 39.9 年となっており、埋蔵量の 65% が政情的に不安定な中東地域に集中している。また、中東情勢等の不安定化を受け、昨今の原油価格は高水準で推移している状況にある。



我が国は国産のエネルギー資源をほとんど有しておらず、原子力を除いたエネルギー自給率は主要先進国の中でも最低レベルの 4% となっている。また、我が国はエネルギー供給の約 5 割を輸入される石油に頼っており、石油輸入に占める中東依存度は約 9 割近くに達している。このため、昨今の原油価格の高騰等に対応するためにもエネルギー自給率の向上が求められている。

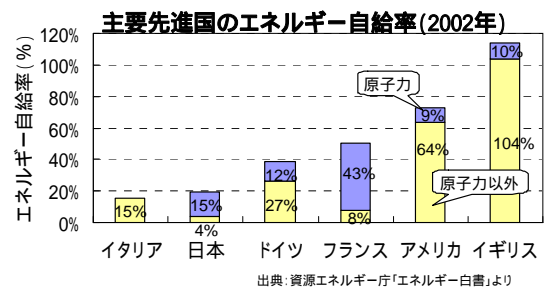
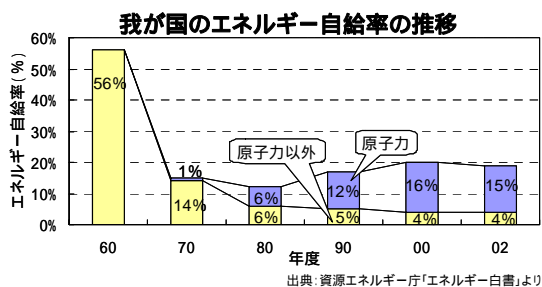
石油依存度、輸入依存度、中東依存度の各国比較(2001年度)

(単位：%)

	日	米	英	独	仏	伊
石油依存度	49	40	35	38	35	50
輸入依存度	100	60	▲49	97	98	95
中東依存度	86	23	6	11	29	30

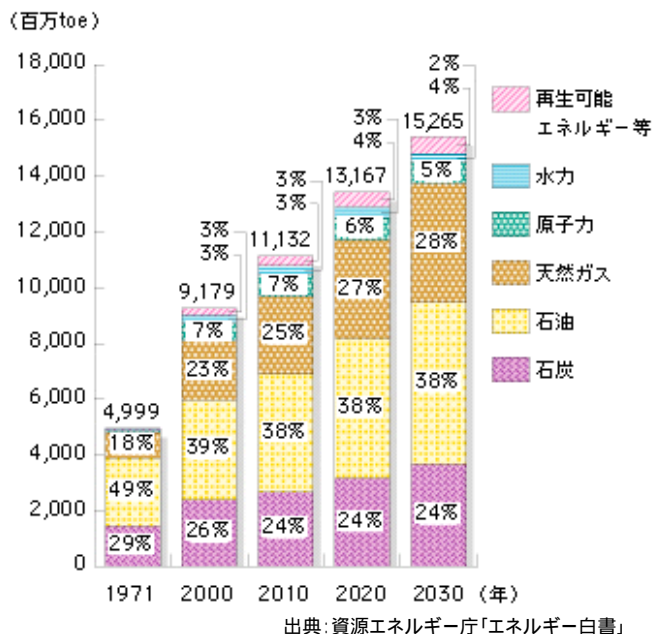
資料：IEA「Energy Balance of OECD Countries」
(2000-2001)

▲は輸出を意味する



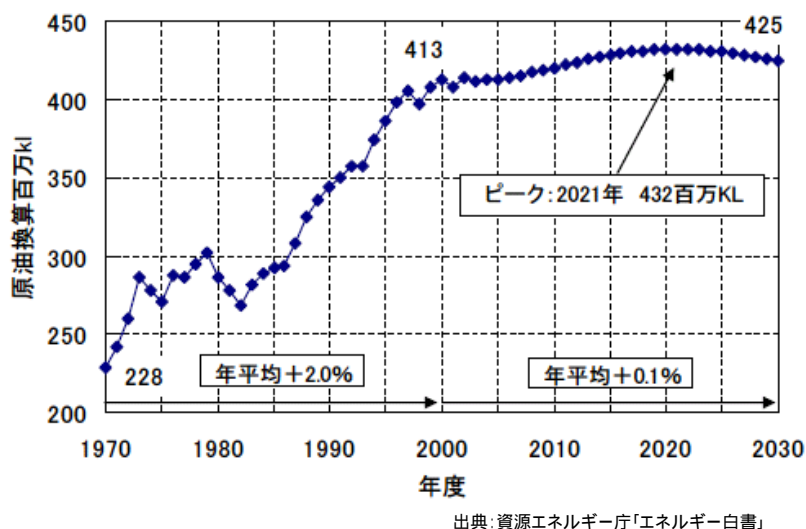
世界全体のエネルギー消費量は、途上国の経済成長に牽引されて増加傾向にあり、2030年には2000年比で約66%まで増加する見通しである。これより、我が国のエネルギー供給源を確保する観点から、省エネを一層推進するとともに、化石燃料への依存度を低減させていくことが必要とされている。

世界のエネルギー消費量の将来見通し



我が国においては、現行の技術体系と既に実施済みの施策を前提とした上で、経済社会や人口構造、マーケットや需要家の嗜好、民間ベースの取組がこれまでの趨勢的变化で推移する場合、エネルギー消費量の増加傾向は鈍化し、2021年度には頭打ちとなり減少に転じるものと見込まれている。

我が国のエネルギー消費量の将来見通し



新エネルギーの一つとしてバイオマスエネルギーが注目されている。「2030年のエネルギー需給展望」(2005年総合資源エネルギー調査会需給部会)において、2010年度の廃棄物発電及びバイオマス発電とバイオマス熱利用の導入目標としてそれぞれ586万kl、308万klが定められている等、バイオマスエネルギーの利活用に対する期待が大きい。

新エネルギーの導入目標

(原油換算万kl)

		2002年度 (実績)	2010年度 (目標)
発電分野	太陽光発電	16	118
	風力発電	20	134
	廃棄物発電 + バイオマス発電	175	586
熱利用分野	太陽熱利用	74	90
	廃棄物熱利用	164	186
	バイオマス熱利用	68	308
	未利用エネルギー	4.6	5
	黒液・廃材等	471	483
合計		992	1,910

出典：総合資源エネルギー調査会新エネルギー部会資料

このようなエネルギー情勢の中、我が国では各種の省エネ・新エネの取組が進められている。

- エネルギーの使用の合理化に関する法律(省エネ法)

省エネ法は、エネルギーの有効利用の確保に資することを目的として第2次石油危機後の昭和54年6月に制定され、一定量以上の電力ないし燃料を消費している電気・熱管理指定工場に対し、エネルギーの使用の合理化に関する中長期的な計画の提出やエネルギー消費量の定期報告等を義務付けている。また、エネルギー消費原単位の年平均1%以上の改善を努力目標として定めている。

下水道施設も省エネ法の対象施設であり、第一種電気・熱管理指定工場(年間1,200万kWh以上の電力ないし年間3,000kl以上の燃料を消費する大規模な事業場)の対象となる下水道施設は、平成17年度末において130箇所である。

- 電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法(RPS法)

RPS法は、発電分野における新エネルギー等の更なる導入拡大を図ることを目的に平成14年6月に制定され、電気事業者に対し、新エネルギー等から発電される電気(以下、「新エネルギー等電気」)を一定量以上利用することを義務付けている。

下水道分野では、新エネルギー等電気として、メタン発酵させた下水汚泥から生じる下水道バイオガスによる発電や、火力発電所の石炭代替燃料として、炭化等固形燃料化させた下水汚泥を活用した発電が位置付けられており、バイオガス発電や固形燃料

化の動きが加速されることが期待される。

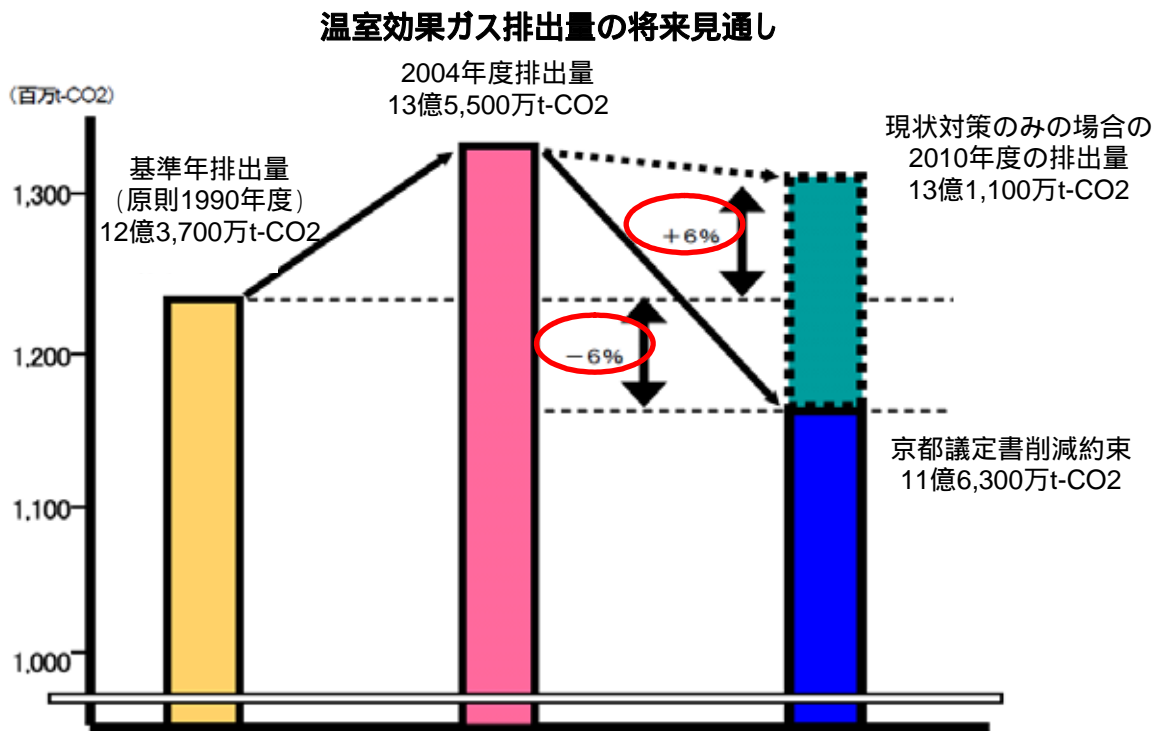
- グリーン電力認証制度

グリーン電力(風力、太陽光、小規模水力、下水道バイオガス発電等の自然エネルギーによる発電)の導入を促進することを目的として、グリーン電力の購入を希望する企業・自治体等に対し、購入する電力がグリーン電力であるとみなせることや、購入料金が電気事業者に届くことを保障する枠組みとしてグリーン電力認証制度が導入されている。下水道分野における実績では、下水道バイオガス等の再生可能エネルギーによる発電分がグリーン電力として認証されている。

1 - 2 . 地球温暖化の防止

1997年12月に気候変動に関する国際連合枠組条約第3回締結国会議(COP3)において採択された「京都議定書」では、2008年から2012年までの附属書I国(先進国及び市場経済移行国)の温室効果ガス排出量の削減約束が規定されており、我が国は基準年(原則1990年)総排出量と比べて6%の削減が求められている。一方、2004年度における我が国の温室効果ガスの総排出量は13億5,500万t-CO₂で、基準年総排出量を8.0%上回っている。

京都議定書の目標達成に向けて各種対策・施策を推進するため、2005年4月、「京都議定書目標達成計画」が閣議決定された。同計画では、従来の地球温暖化対策を引き続き実施した場合、2010年度の我が国の温室効果ガス総排出量は、京都議定書の削減約束を12%上回る見込み(基準年と比較して6%増加)となっており、このため、目標を達成するための追加対策を含む対策・施策が位置付けられている。同計画に基づき、省エネ・新エネ対策や革新的技術の開発等の温室効果ガスの排出削減を目指した施策が推進されている。



出典: 京都議定書目標達成計画、環境省ホームページより

1 - 3. バイオマスの有効利用

バイオマスとは、再生可能な生物由来の有機性資源で化石資源を除いたものであり、燃焼等により発生する二酸化炭素が地球温暖化に影響を与えない、いわゆるカーボンニュートラルの性質を有している。地球温暖化の防止や循環型社会の形成等の観点から、関係省庁が連携してバイオマス資源をエネルギーや製品として総合的に最大限利活用し、持続的に発展可能な社会を早期に実現することを目的に、「バイオマス・ニッポン総合戦略」が平成14年12月に閣議決定された。そして平成18年3月には、バイオマスの利活用の現状と課題の整理を通じて戦略の見直しが行われ、新たな「バイオマス・ニッポン総合戦略」が閣議決定された。

同戦略では、我が国全体の有機性廃棄物として発生するバイオマス(廃棄物系バイオマス)の利用率を2010年度までに80%に向上することが目標として定められている。また、2004年度から、域内の廃棄物系バイオマスを炭素換算で90%以上、又は未利用バイオマスを炭素換算で40%以上利活用するシステムを有する市町村をバイオマスタウンとして認定しており、2010年度までにバイオマスタウンを300箇所程度構築することとされている。

我が国全体の廃棄物系バイオマスの賦存量のうち、下水汚泥は乾燥重量ベースで約4%を占めているが、未利用の下水汚泥も多く、一層の有効利用が求められている。

廃棄物系バイオマスの賦存量と利活用状況

バイオマスの種類	年間発生量 (湿重量)	年間発生量試算値 (乾燥重量)	利活用の状況
家畜排せつ物	約8,900万トン	約1,500万トン	たい肥利用等:約90%
廃棄紙	約1,600万トン	約1,400万トン	大半が焼却
パルプ黒液	約1,400万トン	約1,200万トン	ほぼ全量直接焼却による利用
農作物非食用部	約1,300万トン	約910万トン	たい肥、飼料、家畜敷料利用等:約30%
製材工場等残材	約500万トン	約430万トン	エネルギーやたい肥利用:約90%
建設発生木材	約460万トン	約390万トン	製紙原料、家畜敷料利用等:約60%
林地残材	約370万トン	約320万トン	ほぼ未利用
下水汚泥	約7,500万トン	約230万トン	建設資材、たい肥利用:64% 埋立:36%
食品廃棄物	約2,200万トン	約210万トン	肥飼料利用:20%

出典:バイオマス・ニッポン総合戦略(平成17年度閣議決定)を基に国交省試算

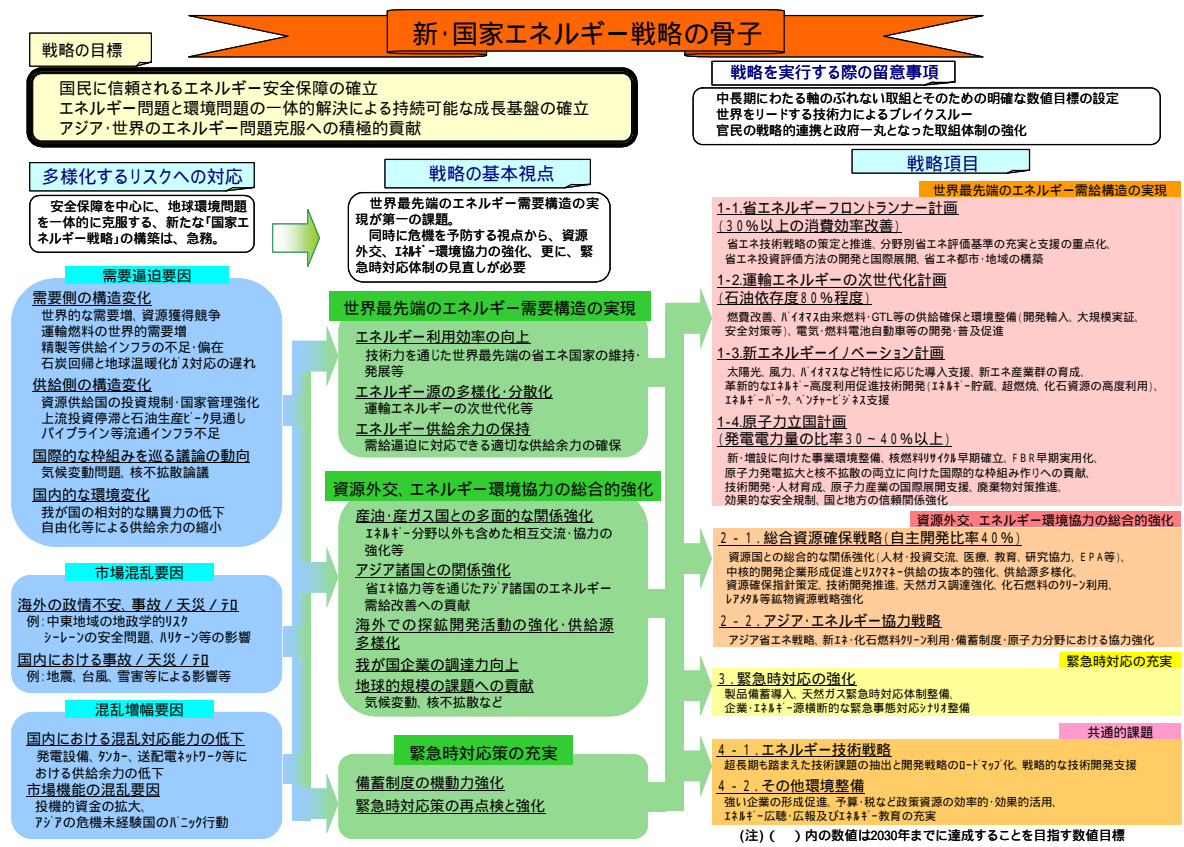
1 - 4. 新・国家エネルギー戦略の策定

平成 18 年 5 月、原油価格の高騰をはじめとする昨今の厳しいエネルギー情勢に鑑み、エネルギー安全保障を核とした「新・国家エネルギー戦略」が総合資源エネルギー調査会総合部会で取りまとめられた。

同戦略では、将来的に実現を目指すべき目標として、国民に信頼されるエネルギー安全保障の確立、エネルギー問題と環境問題の一体的解決による持続可能な成長基盤の確立、アジア・世界のエネルギー問題克服への積極的貢献が示されている。

また、2030 年までに達成することを目指す数値目標として、国全体のエネルギー効率を 30%改善、運輸部門の石油依存度を現在の 98%から 80%に低減、総発電量のうち原子力発電が占める割合を現在の 29%から 30%～40%以上に向上、原油輸入量に占める自主開発石油の割合を現在の 15%から 40%に向上、国内で消費する全エネルギーに占める石油の占める比率を現在の 50%から 40%に低減することが設けられている。

これらの数値目標の達成に向け、下水汚泥のバイオマス利用や省エネルギーの一層の推進を図ることが求められている。



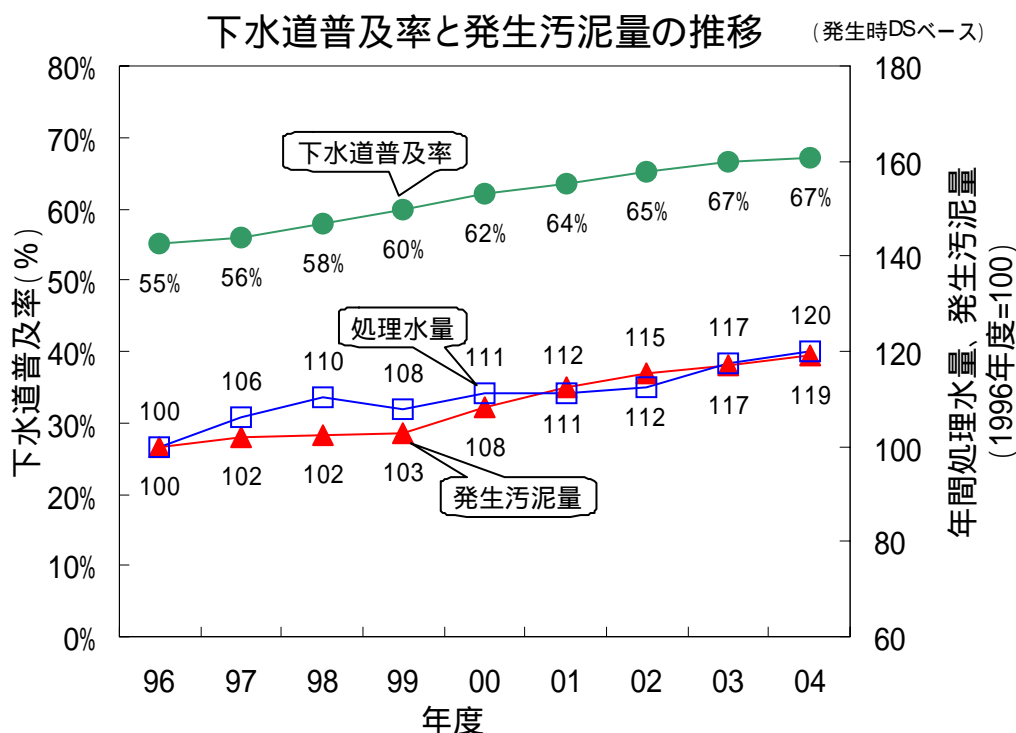
2. 下水汚泥の利活用の現状

2-1. 下水汚泥の発生量と処理・処分、再利用

我が国の下水汚泥発生量は、下水道普及率の向上等に伴い年々増加しており、2004年度には年間2,174千DS-t(発生時DSベース)に達している。

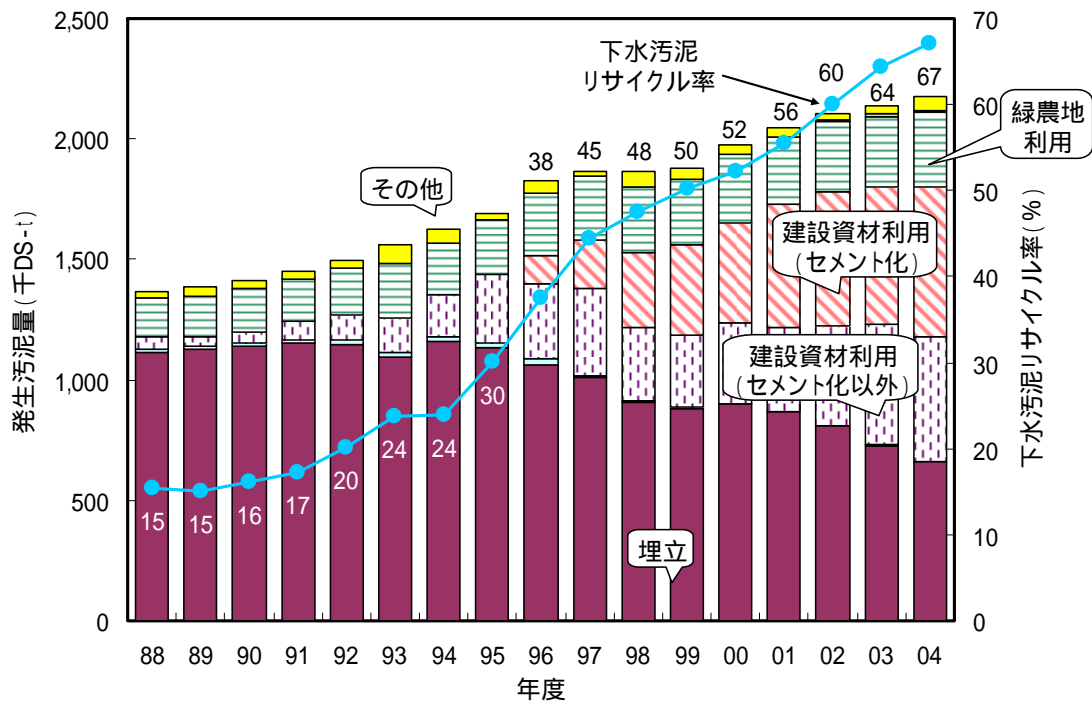
今後も、下水道普及率の向上及び高度処理の実施等により下水汚泥発生量はさらに増加するものと想定される。

発生時DSベース: 汚泥の濃縮後の形態における、汚泥中の固形分(dry solid)の重量



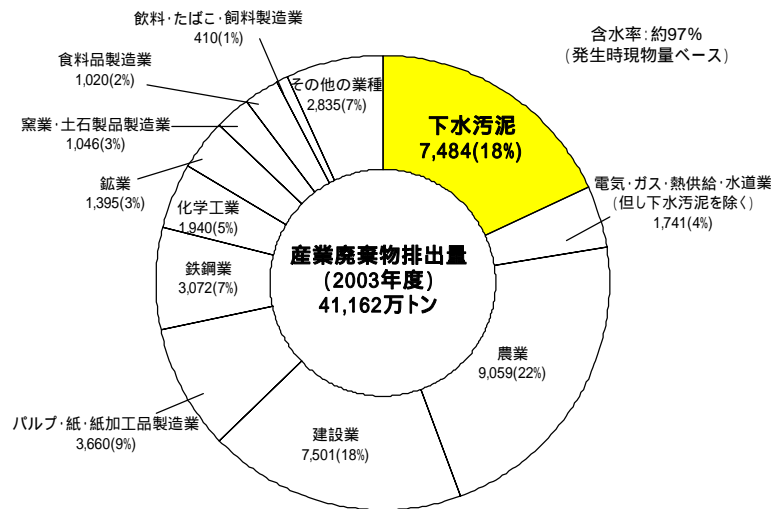
下水汚泥の最終処分に着目すると、下水汚泥の発生量は増加しているものの、下水汚泥の有効利用の進展に伴い、埋立量は減少傾向にある。また、下水汚泥の有効利用の中では、廃棄物を大量かつ安定的に有効利用できるセメント工場の特徴を活かしたセメント化が特に進んでいる。

2004年度の「下水汚泥リサイクル率」は67%となっている。「下水汚泥リサイクル率」とは、下水汚泥の総発生量に対するリサイクルされている下水汚泥量の割合(発生時DSベース)を示す指標であり、現在、社会資本整備重点計画の目標として、2007年度に68%とすることが定められている。



産業廃棄物としての下水汚泥に着目すると、2003年度の産業廃棄物の発生量に占める下水汚泥の割合は18%に相当する。

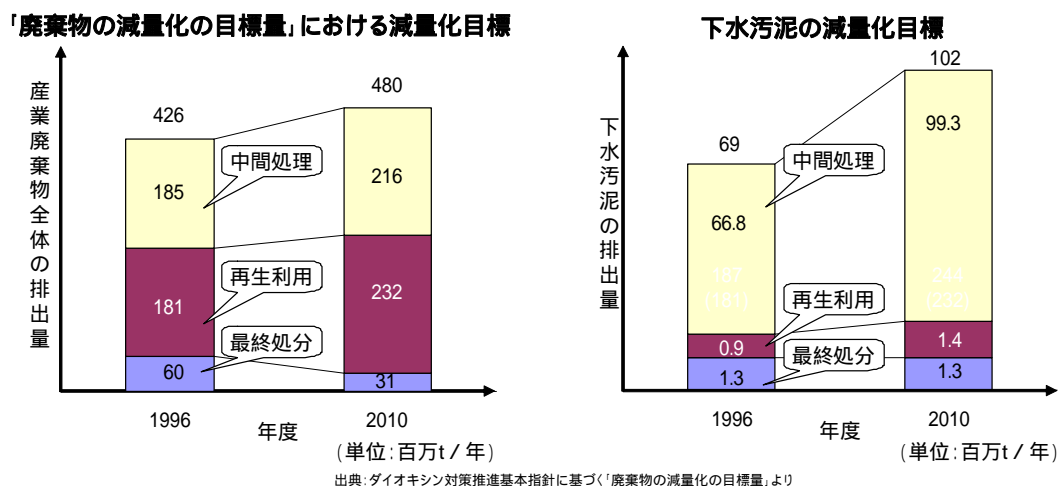
産業廃棄物排出量に占める下水汚泥の割合



出典: 環境省「産業廃棄物排出・処理状況調査報告書」より国交省作成

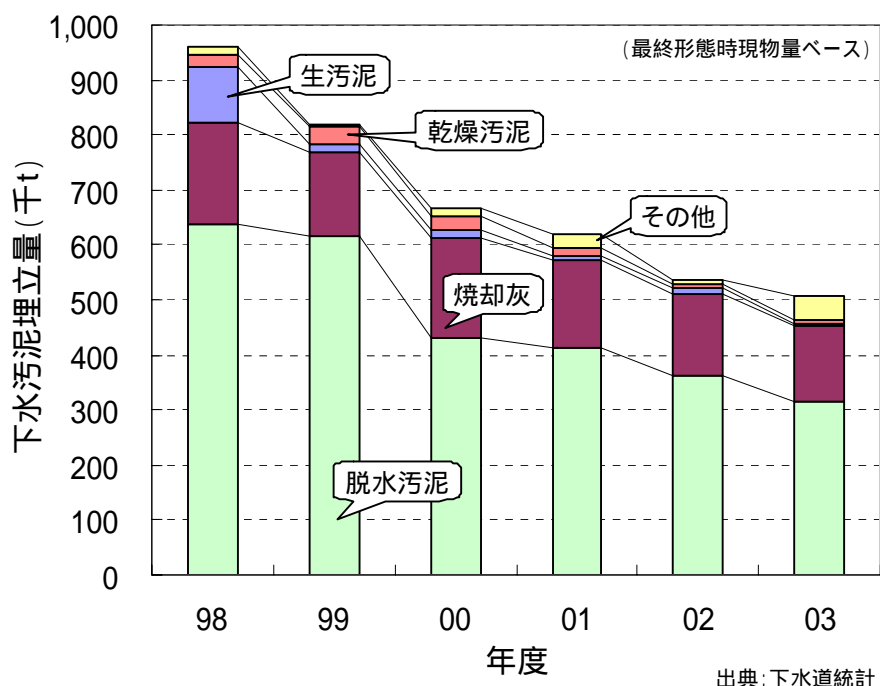
産業廃棄物の減量化については、ダイオキシン対策推進基本指針(平成11年3月ダイオキシン対策関係閣僚会議決定)に基づき、1999年9月に「廃棄物の減量化の目標量」が設定された。下水汚泥については、下水道普及率の向上に伴い今後とも発生量が増加する傾向にあることを踏まえて、2010年度の最終処分量を1996年度と同量で維持させることが定めら

れている。これに基づき、廃棄物の処理及び清掃に関する法律(廃掃法)第5条の2の規定に基づき「廃掃法基本方針」(平成13年環境省告示第34号)における廃棄物の減量化の目標として、1996年度に対し2010年度の最終処分量を半減することが定められている。

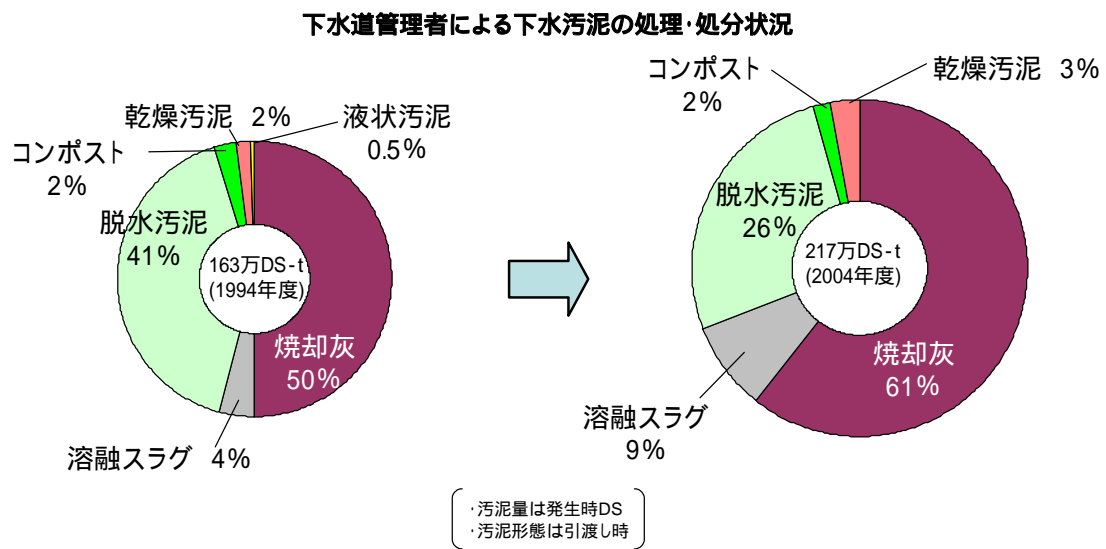


発生汚泥量の増加に対して、処理フロー後段の汚泥処理プロセスの施設規模の抑制や最終処分場の負荷軽減、循環型社会の形成に向けて、下水汚泥の処理は減量化を基本として推進されてきた。この結果、下水汚泥の最終処分量は減少傾向にある。

下水汚泥の埋立処分量の推移

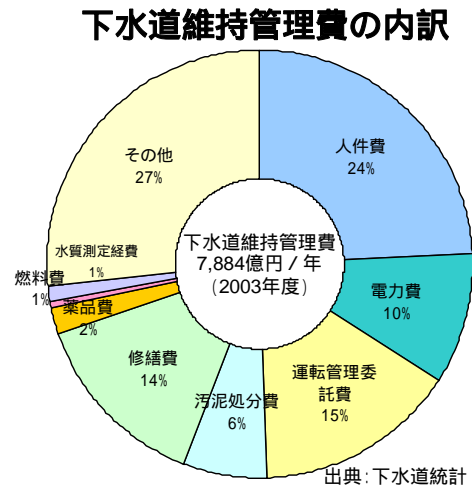
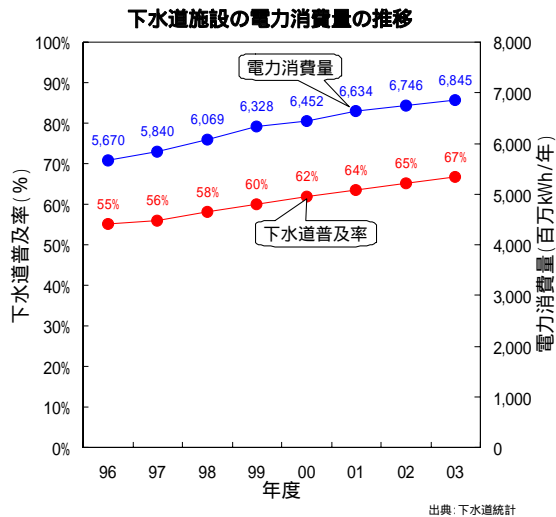


下水道管理者による下水汚泥の処理・処分状況は、この10年間で、焼却灰の割合が50%から61%、溶融スラグが4%から9%に増加する一方、脱水汚泥は41%から26%まで減少している状況にある。



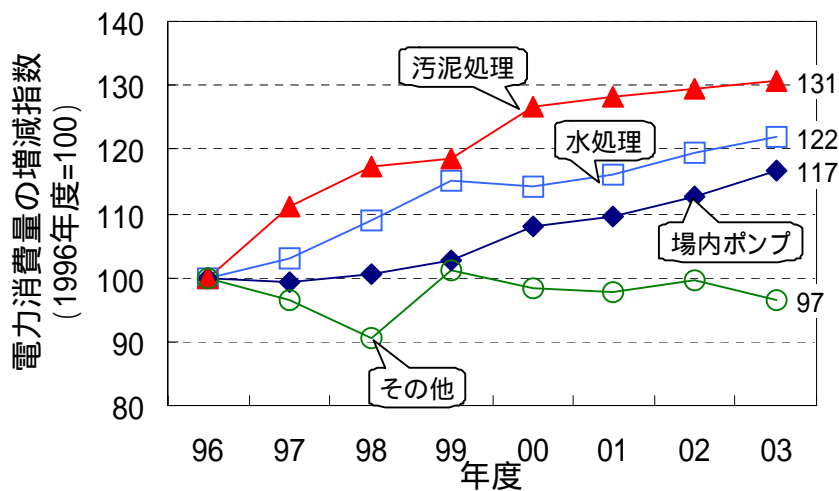
2 - 2. 下水道施設のエネルギー消費の動向

下水道施設の電力消費量は、下水道普及率の上昇に伴い増加しており、2003年度の電力消費量は約68億kWh(全国の電力消費量の約0.7%に相当)となっている。また、下水道維持管理費のうち約10%を電力費が占めている。



電力消費量をプロセスごとにみると、汚泥処理に要する電力消費量が下水道普及率の増加傾向を上回るペースで伸びている。これは、下水汚泥の減量化を推進するため、汚泥処理プロセスにおいて電力消費量の大きい高効率濃縮方式等が導入されたことにより、単位汚泥処理量当たりの電力消費量が増加してきたことに起因すると考えられる。このため、省エネの観点から、下水汚泥の減量化から有効利用への転換を推進する必要がある。

< 下水処理における電力消費量の増減指数 > (1996年度を基準とした場合)

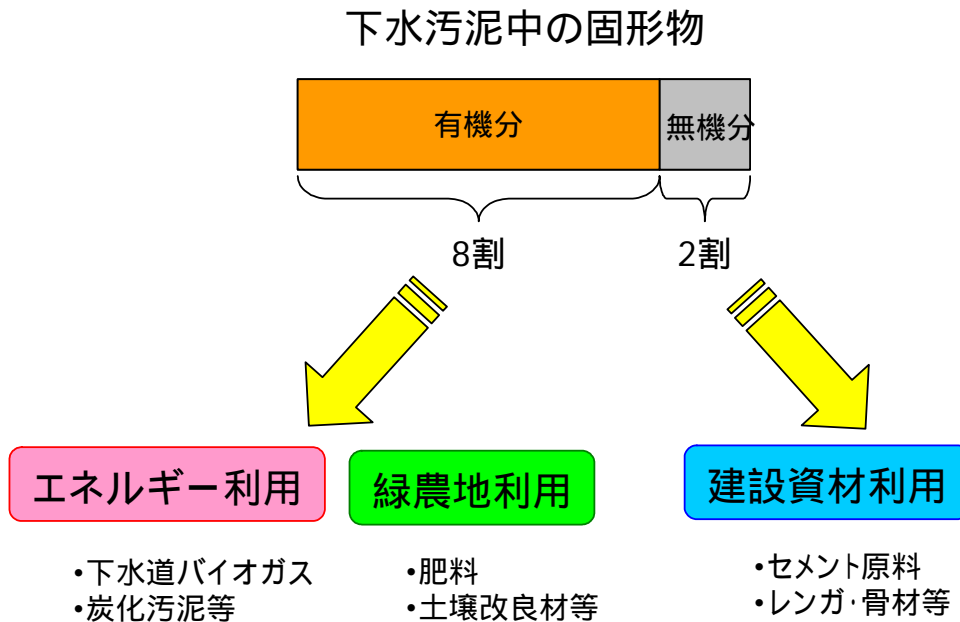


2 - 3. 下水道におけるバイオマス利活用

(1) バイオマス利活用における下水道の特徴

下水汚泥は人間生活に伴い必ず発生し、量・質ともに安定したバイオマスである。また、下水道で収集されるため、新たな収集エネルギーを必要としない集約型バイオマスである。さらに、主にエネルギーの需要地である都市部において発生する都市型バイオマスといった特徴を有しており、利活用に適したバイオマスであるといえる。

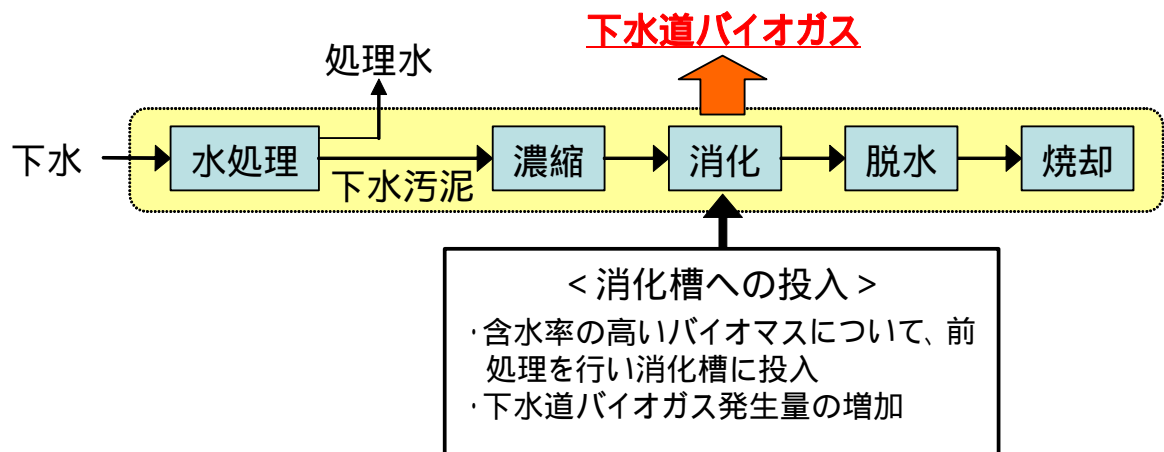
下水汚泥に含まれる有機分はエネルギー利用や緑農地利用として、無機分は建設資材利用として、それぞれ利活用が可能である。特に、エネルギー利用については原油換算で94万kl(2003年度、214万DS-t)のポテンシャルを有しており、また、固形燃料化された下水汚泥は低品位の石炭並の発熱量を有する等、エネルギー資源としての利活用が期待されている。



下水汚泥等の発熱量

油温減圧乾燥:	5,700 kcal/kg
炭化汚泥:	3,000 kcal/kg
(輸入一般炭:	6,300 kcal/kg)
下水道バイオガス(精製後):	9,200 kcal/m ³
(都市ガス:	9,800 kcal/m ³)

一般的に、下水処理場は消化設備等バイオマスエネルギー転換できる汚泥処理プロセスを有しており、また、水処理プロセスと連結させることによってバイオマスの処理に伴って発生する廃水の処理も容易な施設である。従って、地域全体のバイオマスの効率的な利活用を進める上で、このような下水処理場の特徴を活かしていくことが可能であると考えられる。これまでに、消化槽に含水率の高いバイオマスを投入し、下水道バイオガスとしてエネルギー資源に転換する事業が実施されている。



(2) 下水道バイオマスの利活用

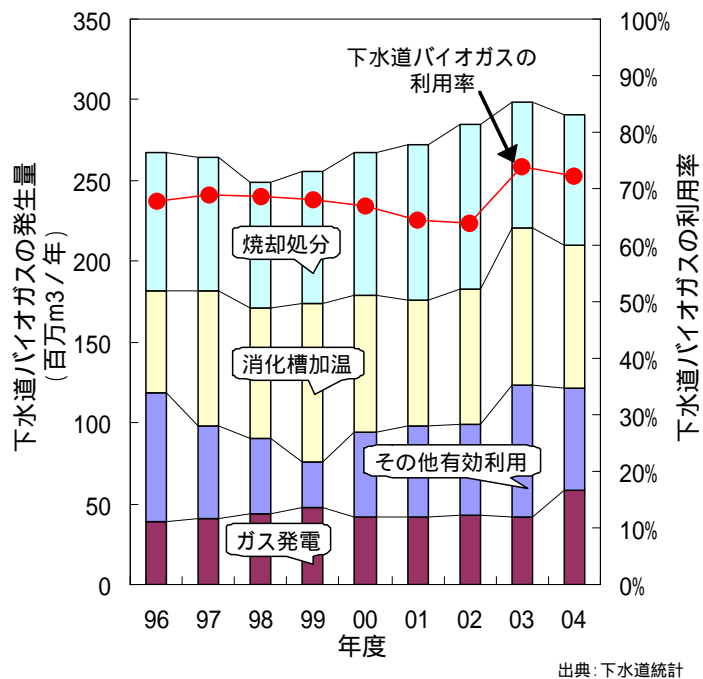
下水道バイオガス

嫌気性消化工程では、嫌気性状態に保たれた消化槽内に汚泥を 30 日程度滞留させることにより、有機物を嫌気性微生物の働きで分解・減量化させる。この際に発生する下水道バイオガスは、メタンを主成分とする気体であり、都市ガス等の代替燃料として利活用が可能である。

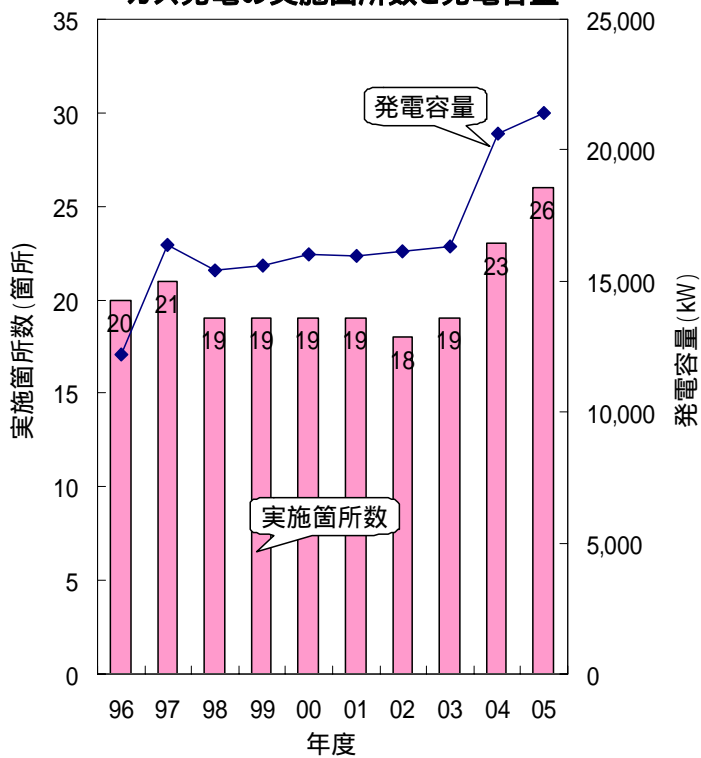
2004 年度の下水道バイオガス発生量の内訳をみると、約 7 割 (210 百万 m^3) が利活用されており、残り約 3 割 (80 百万 m^3) は焼却処分されている。また、下水道バイオガス発生量の約 2 割 (59 百万 m^3) はガス発電に利活用されているが、約 3 割 (88 百万 m^3) は消化槽の加温用としての用途にとどまっている。

下水道バイオガスを用いた発電は、下水処理場の電力費の節約と資源有効利用の観点から進められている。国内では 1984 年より下水道バイオガス発電設備が導入され始め、現在 26 処理場で実施されている状況にあり、2004 年度時点で、総発電容量約 21,000kW、下水道施設の総電力消費量の約 1%分を発電している。

下水道バイオガスの発生量と利用内訳



ガス発電の実施箇所数と発電容量



炭化

下水汚泥の炭化とは、脱水汚泥を乾燥した後、低酸素もしくは無酸素状態で蒸し焼きする工程を指す。炭化工程の温度に大きく依存するが、炭化汚泥は約 13MJ / kg (3,000 kcal / kg) の発熱量を有しており、また、ほとんど臭いがしないという特徴を有している。これらの特徴を踏まえ、東京都では、2007 年度から勿来火力発電所へ炭化汚泥を供給する事業を開始する予定となっている。また、愛知県においても、2008 年度からの炭化汚泥の製造・供給を目標として試験を開始する予定であり、製造された炭化汚泥は碧南火力発電所に供給することを見込んでいる。

油温減圧乾燥

油温減圧乾燥とは、脱水汚泥を廃食用油等に投入し、減圧・加熱の条件下で水分を蒸発させて固形燃料化する工程である。油温減圧乾燥汚泥には油分が約 30% 含まれており、発熱量は約 24MJ / kg (5,700 kcal / kg) となるほか、炭化汚泥と同様に臭いがほとんどないという特徴を有している。油温乾燥汚泥を製造・供給している事例として、福岡県御笠川浄化センターにおいて 2001 年 1 月より松浦火力発電所に供給を行っている。

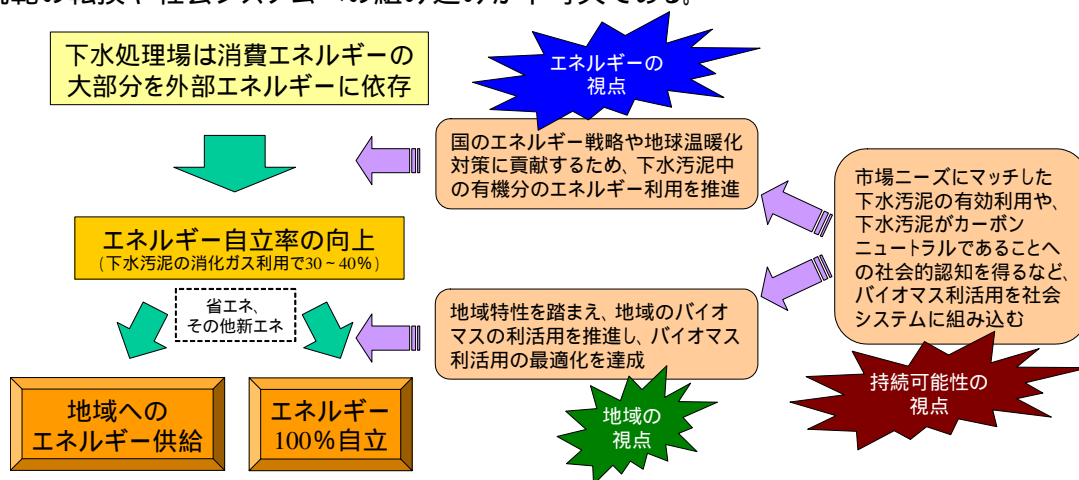
(3) 下水汚泥の利活用に向けた技術開発

下水汚泥の利活用の推進に向けて、高効率化やコストダウンに向けた技術開発が進められており、これらの取組を支援する代表的な枠組みとして「下水道技術開発プロジェクト (SPIRIT21)」が挙げられる。同プロジェクトは、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とした産学官の強力な連携による技術開発プロジェクトである。

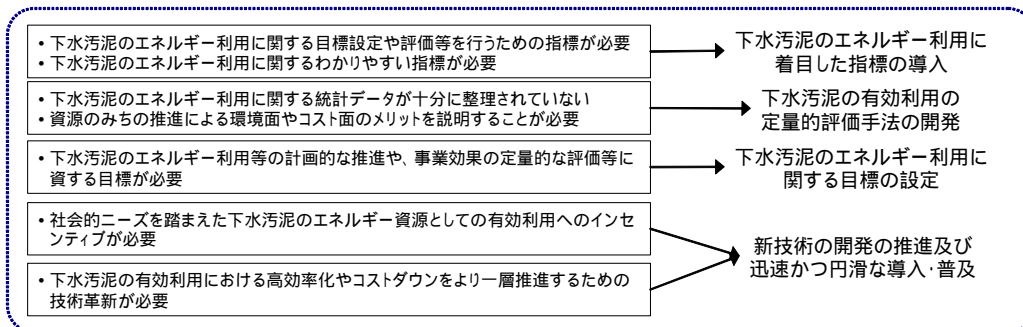
下水道技術開発プロジェクトのテーマとして、平成 17～20 年度において、「下水汚泥資源化・先端技術誘導プロジェクト (LOTUS プロジェクト)」が推進されている。LOTUS プロジェクトでは、バイオマスの利活用や地球温暖化対策を下水道事業において推進していくため、下水汚泥を安価に利活用できる新技術の早期かつ幅広い実用化を図り、有効利用の推進に寄与することを目指している。具体的な目標として、下水汚泥を処分するコストよりも安いコストでリサイクルできる技術 (スラッジ・ゼロ・ディスチャージ技術) と、買電価格と同等以下の安いコストでの発電を目指した下水汚泥等のバイオマスの利用技術 (グリーン・スラッジ・エネルギー技術) を開発することを設定している。

3. 下水汚泥の利活用の推進に向けた課題と施策

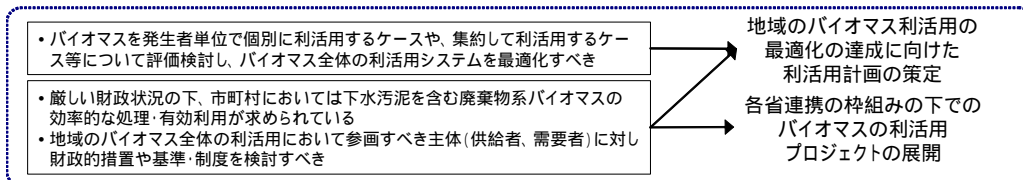
資源のみちの柱の一つである下水処理場におけるエネルギー自立の実現に向けて、まずエネルギーの視点から、下水汚泥のエネルギー利用の推進を図ることが必要である。また、地域の視点から、新エネルギー等活用のトップランナーとして、地域に賦存するバイオマスの有効利用に寄与し、エネルギー自立を達成するとともに、地域へのエネルギー供給にも貢献する必要がある。さらに、下水汚泥のエネルギー利用や地域のバイオマス利活用においては、持続可能性の視点から、下水汚泥がカーボンニュートラルなエネルギーであることの評価を高めるとともに、エネルギーの需要・供給体系の中に明確に位置付ける等、下水汚泥の処理の規範の転換や社会システムへの組み込みが不可欠である。



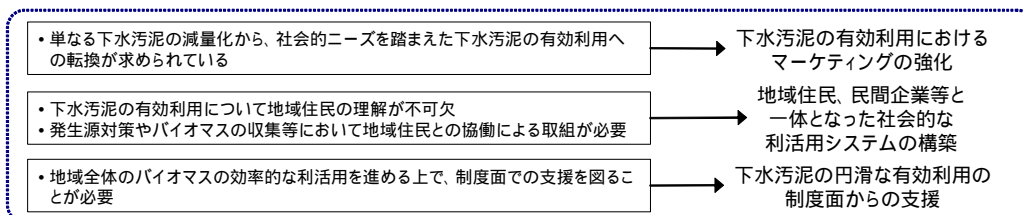
<エネルギーの視点>



<地域の視点>



<持続可能性の視点>



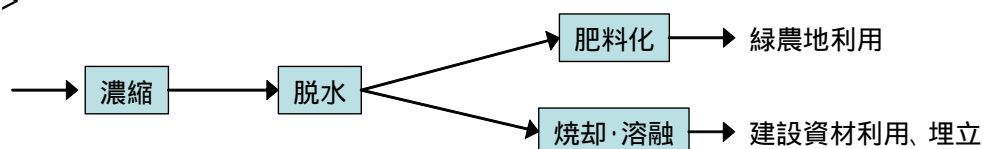
3 - 1. エネルギーの視点

(1) 基本的な考え方

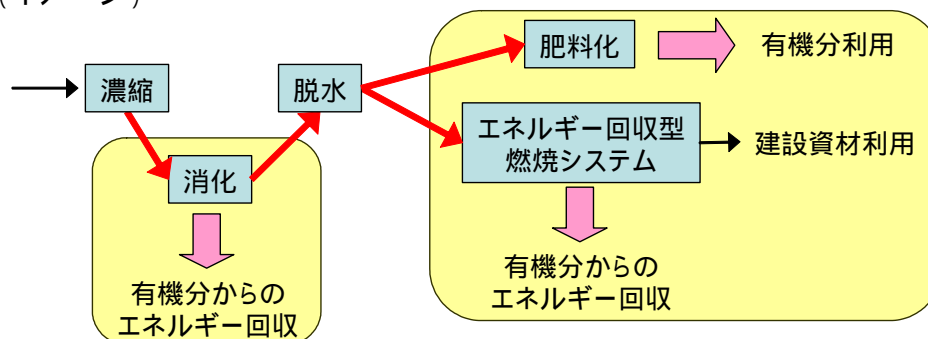
エネルギーの視点では、下水汚泥中の有機分の持つエネルギー資源としての価値に着目し、従来の下水汚泥の処理プロセスにおいて十分に評価されていない消化による有機分からのエネルギーの回収、固形燃料化によるエネルギー資源としての有効利用、下水汚泥の焼却排熱の利活用を推進することが必要である。また、下水道経営の観点からも、下水汚泥の有するエネルギーの利活用によるコスト的なメリットを下水道の新たな評価軸に位置付けるべきである。

このような未利用エネルギーの利活用とあわせ、下水処理場のエネルギー消費量の削減を推進することで、国全体のエネルギー戦略や地球温暖化対策に貢献することが求められている。

<これまで>



<これから(イメージ)>



(2) 課題整理

エネルギーの視点からみた資源のみちの普及促進の課題として、次のものが挙げられる。

- 現在使われている代表的な指標である下水汚泥リサイクル率は、焼却等の後に建設資材として無機分のみを有効利用した場合でも、その過程で消失する有機分も含めて有効利用されたものとして計算されている。このため、下水道管理者による下水汚泥のエネルギー利用に関する目標設定や評価等を行うための指標が必要である。また、下水汚泥の有効利用の関係者による理解を深めるためにも、エネルギー利用に関するわかりやすい指標が求められている。
- 下水汚泥のエネルギー利用に関する統計データが必ずしも十分に整備されていないこと

に鑑み、下水汚泥の焼却排熱の有効利用の実態調査や、モデル地域においてエネルギー収支を精確に分析する等、実情を整理する必要がある。

- 下水道管理者を含む国民全体へのインセンティブを付与するため、資源のみちの推進による環境面やコスト面のメリットを定量的に評価することが必要である。
- 下水道管理者によるエネルギー利用等の取組について、目標の達成状況の把握や評価が十分に行われていないことに鑑み、下水汚泥のエネルギー利用等の計画的な推進や、事業効果の定量的な評価等に資する目標が必要である。
- 下水汚泥をめぐる社会的背景として、省エネルギーの推進やバイオマス利活用が求められており、単なる下水汚泥の減量化から資源としての有効利用への転換が求められている。また、下水処理場におけるエネルギー消費量は維持管理費の約 10%を占めており、下水道経営の観点からも省エネルギーや下水汚泥のエネルギー利用を推進する必要がある。このような社会的ニーズを踏まえ、下水汚泥のエネルギー資源としての有効利用へ誘導するためのインセンティブを与えることが重要である。
- 高効率化やコストダウンをより一層推進するため、LOTUS プロジェクト等で開発された下水汚泥等の有効利用技術の迅速な導入・普及や、バイオマスのエネルギー利用やリンの回収等の有機物回収技術を開発するとともに、円滑な導入・普及を推進することが求められている。

(3) 具体的な推進方策

上記の課題を解消し、資源のみちの達成に向けた取組を推進するため、以下の施策を実施すべきである。

下水汚泥のエネルギー利用に着目した指標の導入

下水道管理者による下水汚泥のエネルギー利用に関する目標設定や評価等を行うための指標として、バイオマスから得られるエネルギー量と、エネルギー利用するために外部から投入する必要があるエネルギー量を評価するための回収比率や、下水汚泥中のバイオマスエネルギーに着目した利用率を新たな指標として導入すべきである。また、これまでの指標に加えて、下水汚泥中の有機分と無機分をあわせた有効利用を評価するため、下水汚泥の全体的なりサイクル率を新たな指標として導入する必要がある。

新たな指標として以下のものが考えられる。

< バイオマスエネルギー回収比率 >

下水汚泥等のバイオマスエネルギーの回収量を、バイオマスエネルギーを回収するために使用するエネルギーで除したものをを用いて、バイオマスエネルギーの回収比率を示す。

$$\text{バイオマスエネルギー回収比率(\%)} = \{ \text{バイオマスエネルギーの回収量(MJ)} \} / \{ \text{バイオマスエネルギーを回収するために使用するエネルギー量(MJ)} \}$$

< 下水汚泥のバイオマスエネルギー利用率 >

下水汚泥中の有機分のうちエネルギー利用されたものの割合を用いて、発生した下水汚泥に含まれるバイオマスエネルギーがどの程度利用されたのかを示す。

$$\text{下水汚泥のバイオマスエネルギー利用率(\%)} = \frac{\text{エネルギー利用された有機分の重量(発生時 DS-t)}}{\text{下水汚泥に含まれる有機分の総重量(発生時 DS-t)}}$$

< 下水汚泥のトータルリサイクル率 >

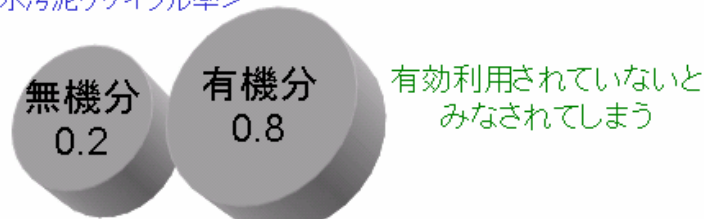
下水汚泥の有機分、無機分それぞれについて、エネルギー利用のほか、緑農地利用やセメント化等のマテリアル利用を含めて全体的に有効利用された割合を評価する指標を用いて、発生した下水汚泥が全体としてどの程度利用されたのかを示す。

$$\text{下水汚泥のトータルリサイクル率(\%)} = 0.8 \times \text{有機分の有効利用率(\%)} + 0.2 \times \text{無機分の有効利用率(\%)}$$

(有機分:無機分比を 8:2 と仮定した場合)

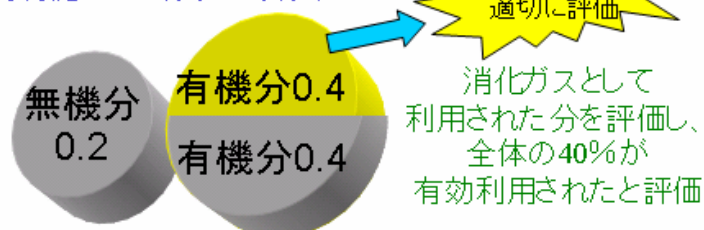
【消化ガスの利用及び焼却・埋立を行う場合】

< 下水汚泥リサイクル率 >



※無機分:有機分比率が2:8の場合

< 下水汚泥のトータルリサイクル率 >



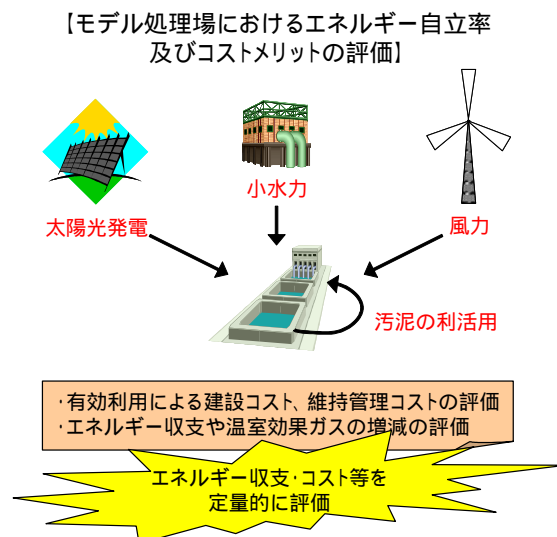
※消化プロセスで有機分の50%が消化ガスに転換された場合

下水汚泥の有効利用の定量的評価手法の開発

資源のみちの推進によるメリットを明らかにするため、下水汚泥の利活用によるプロセス全体のエネルギー収支を評価するとともに、下水道管理者における環境負荷の増減や、建設コストの増大及び維持管理コストの低減について推計し、環境保全効果や経済効果に関する定量的な評価手法を開発する必要がある。

このため、標準的な規模の処理場において、下水汚泥の利活用等を導入した場合の工

エネルギー収支やコスト収支を定量的かつ客観的に評価し、結果をマニュアル等として公表する。



下水汚泥のエネルギー利用に関する目標の設定

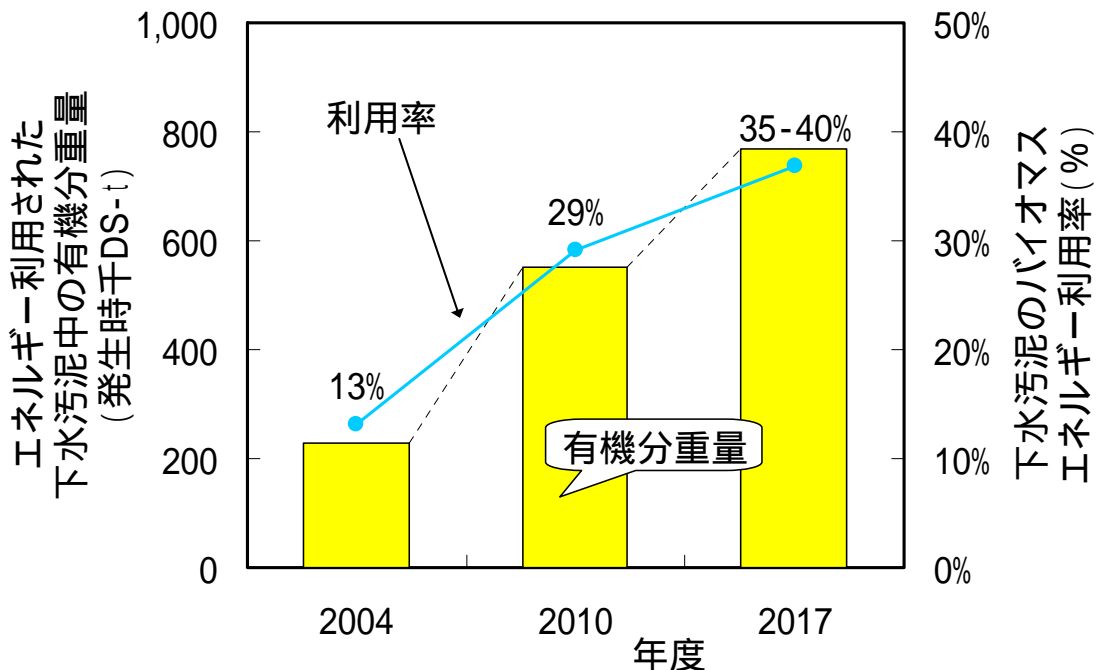
下水汚泥のエネルギー利用等の計画的な推進や、事業効果のマクロ的な評価等に資するため、我が国のエネルギー戦略やバイオマス・ニッポン総合戦略の趣旨を踏まえ、京都議定書目標達成計画との整合を図りつつ、下水汚泥のエネルギー利用に関する国全体の中期的目標を設定する必要がある。また、各下水道管理者は、国全体の中期的目標を踏まえ、それぞれの地域特性を踏まえて個別に中期的目標を設定する必要がある。

下水汚泥の有効利用の中期的目標は、目標年度を次期社会資本整備重点計画の開始年度から10年後の2017年度とし、将来のマクロフレーム(処理人口普及率等)の設定においては、社会資本整備重点計画等との整合を図るものとし、いくつかの仮定条件を設置して以下のような手法で設定することができる。

< 2017 年度における下水汚泥のエネルギー利用の目標(試算) >

我が国全体の下水汚泥のバイオマスエネルギー利用率を、2004 年度における 13% から、2017 年度には約 35 - 40% まで向上させることを目標とする。

下水汚泥のバイオマスエネルギー利用率の今後の見通し



下水汚泥のバイオマスエネルギー利用率の今後の見通しの詳細は以下の通り。

【エネルギー利用された有機分】

2010 年度において、京都議定書目標達成計画におけるバイオマスエネルギーの利用目標を達成すると仮定し、その傾向が 2017 年度まで続くと仮定。

【下水汚泥に含まれる有機分】

過去 10 年間の汚泥発生量の増加傾向が 2010 年まで続くと仮定し、その傾向が 2017 年度まで続くと仮定。また、汚泥発生量のうち 8 割が有機分と仮定。

新技術の開発の推進及び迅速かつ円滑な導入・普及

下水汚泥の有効利用の高効率化やコストダウンを実現していくため、LOTUS プロジェクトを着実に推進するとともに、関係省庁による様々な技術開発の支援制度と連携して新技術の開発を継続して推進する必要がある。

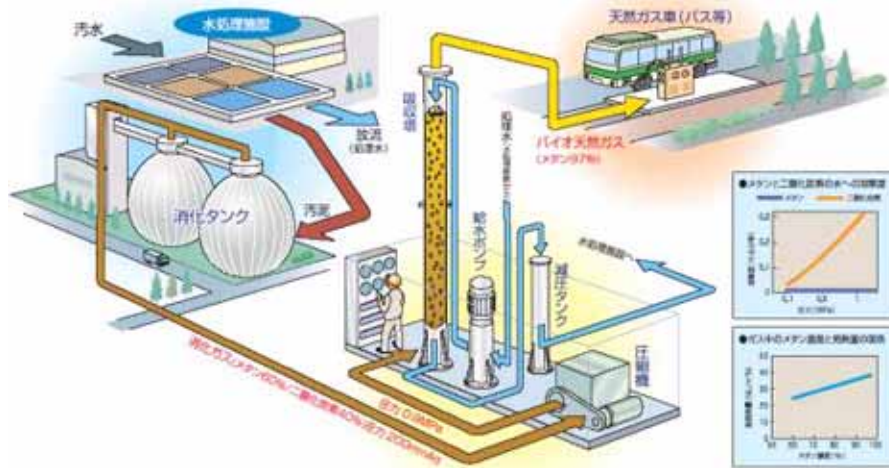
また、LOTUS プロジェクト等第三者委員会での評価を得た高度な新技術が速やかに導入されるよう、関係機関の連携を進めるべきである。

さらに、国は補助採択に際し費用便益分析を行うに当たっては、下水汚泥の有効利用率やエネルギー回収率等を便益として評価するように検討し、環境保全効果やエネルギー創出効果の高い汚泥処理プロセスが優先的に整備されるよう考慮する必要がある。

<トピックス:下水道バイオガスを天然ガス自動車の燃料に利用(神戸市)>

下水道バイオガスを精製することにより(CH_4 :98%)、天然ガス自動車の燃料としてそのまま使用することが可能

東灘処理場において、精製後で年間約70万 m^3 (乗用車700台分)の燃料を供給
平成18年度より実機を導入する予定



<トピックス:炭化汚泥を火力発電所に供給(愛知県)>

愛知県では、中部電力と共同で、下水汚泥を炭化しバイオマス燃料として碧南火力発電所に供給するための調査を開始

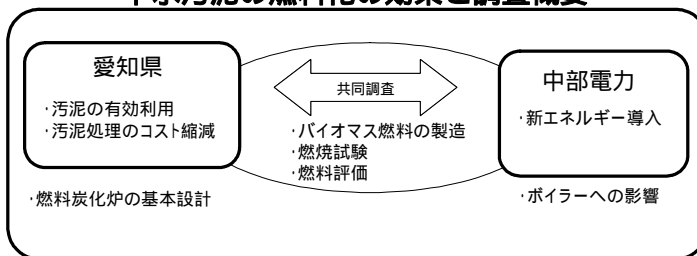
従来の焼却炉に代わり、燃料炭化炉を導入し炭化汚泥を石炭代替燃料として利用することで、温室効果ガスの排出量を削減

調査は平成18~19年度の2ヵ年で実施し、燃料炭化炉の基本性能、炭化汚泥の性能等を調査し、燃料炭化炉の設計諸元を検討

碧南火力発電所



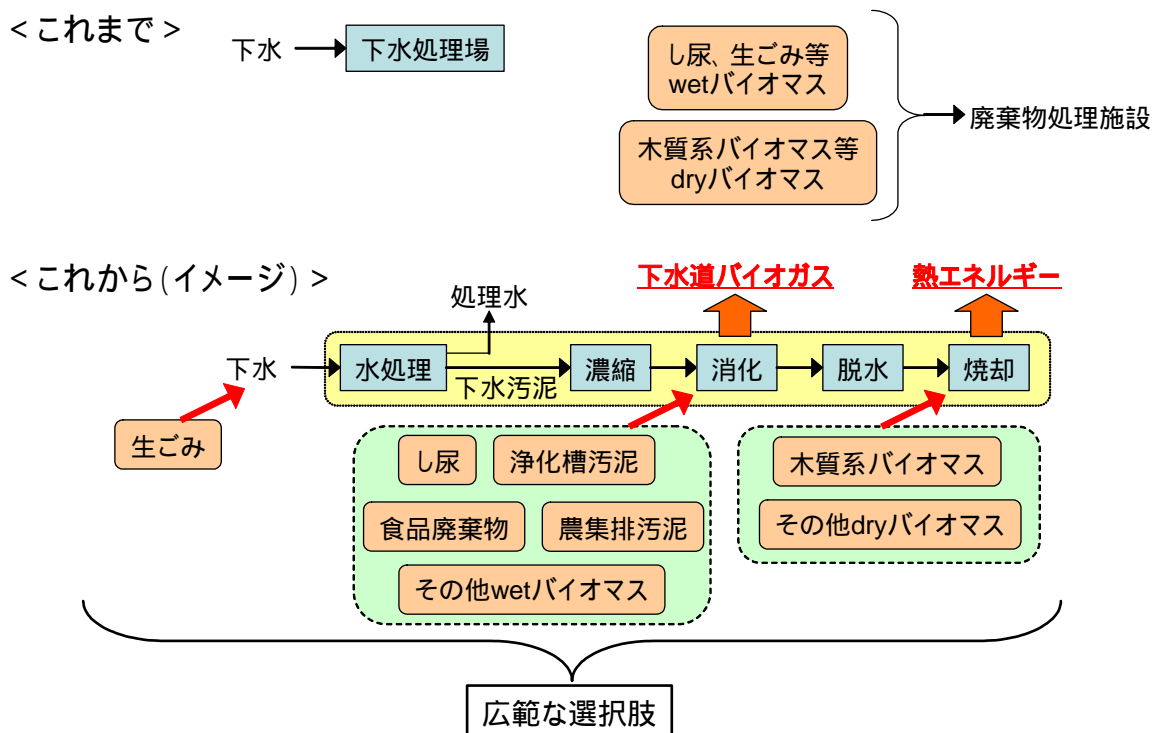
下水汚泥の燃料化の効果と調査概要



3 - 2 . 地域の視点

(1) 基本的な考え方

地域の視点では、地域に賦存するバイオマスの需要・供給者が連携して、下水汚泥を含めた地域のバイオマスの有効利用の将来像を地域特性を踏まえて明確化することが求められる。また、広域的な調整が必要になる場合においては、都道府県レベルの下水汚泥利活用に係るビジョンも定める必要がある。地域全体のバイオマス利活用の枠組みが整理されれば、下水処理施設において、下水汚泥のみだけでなく、地域の他のバイオマスも対象として処理・利活用を行うことも有力な選択肢となる。



(2) 課題整理

地域の視点からみた資源のみちの普及促進の課題として、次のものが挙げられる。

- バイオマスを発生者単位で個別に利活用するケースや、下水処理場や共同処理施設に集約して利活用するケース等について、メリット・デメリットを評価検討し、下水汚泥を含めた地域に賦存するバイオマス全体の利活用システムを最適化することが必要である。
- 各地方公共団体においては、厳しい財政状況の下、下水汚泥を含む廃棄物系バイオマスの効率的な処理・有効利用が求められている。このため、地域のバイオマス全体の利活用において参画すべき主体(供給者、需要者)に対し、実例を踏まえて財政的措置や基準・制度を検討することが必要である。

(3) 具体的な推進方策

上記の課題を解消し、資源のみちの達成に向けた取組を推進するため、以下の施策を実施すべきである。

地域のバイオマス利活用の最適化の達成に向けた利活用計画の策定

地域のバイオマスの利活用を推進するため、市町村において、汚水・汚泥、生ごみ、し尿、家畜排泄物、剪定廃材等、地域に賦存するバイオマス全体の利活用に関する将来ビジョンを定め、地域のバイオマス利活用施設での集約処理や個別処理の方向性を明らかにするバイオマス利活用計画を、地域住民と一体となって策定する必要がある。

このため、国は同計画を策定するためのマニュアルの整備や計画策定に関する支援を実施する必要がある。また、関係省庁が連携してバイオマス利活用計画を審査・認定する枠組みを構築すべきである。

また、食料品、飲食店等の都市部において事業系バイオマスを排出する関係者や、バイオマス資源の需要者となり得るエネルギーや肥料等の関係者、バイオマスによる地域づくりに取組む NGO 等を含めた、分野間の積極的な交流の場を設ける必要がある。

さらに、広域的な調整が必要な場合において、地域特性に応じた広域的なバイオマス利活用に関する都道府県レベルの計画の策定も推進すべきである。

なお、「バイオマスタウン構想」が策定される場合は、当構想との整合性を図り、下水汚泥をはじめ、各種バイオマスの積極的な利活用がなされるように連携を強化すべきである。

< バイオマス利活用計画の主な構成(案) >

目標	利活用計画が目指すバイオマス利用量の目標値と目標達成年度を設定する
評価手法	需要者におけるバイオマスの効率的な利活用方法を判断するための評価手法と判断基準を提示する
マーケティング	マーケティング調査を実施し、当該地域におけるバイオマスの利用形態ごとの需要見通しを把握する
	地域に賦存する全てのバイオマスについて、利用形態ごとに需要とのマッチングを行い、バイオマス利活用の全体像を示す
集約処理	バイオマスの種類、分布状況からみて、下水処理場やその他の施設での集約処理の必要性について検討する
	当該市町村のみならず、他の市町村のバイオマスと集約して利活用する広域的有效利用の可能性についても検討し、必要に応じて都道府県単位の利活用計画との整合性を図る

各省連携の枠組みの下でのバイオマスの利活用プロジェクトの展開

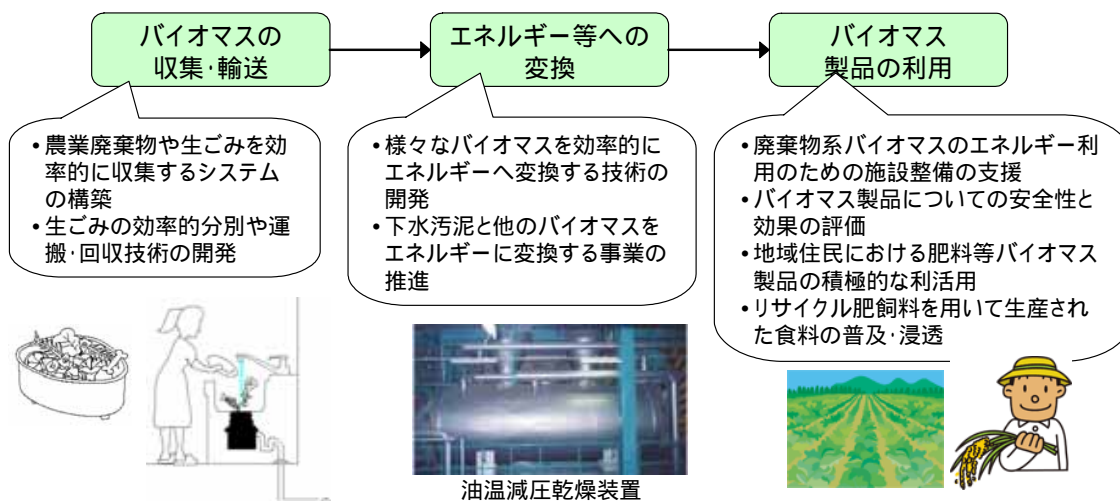
バイオマスを集約して利活用することが適当な地域において、効果的な技術の導入、地域住民等の参画、地域社会への貢献及び環境貢献に着目したバイオマスの利活用プロジェクトを全国的に展開すべきである。

また、バイオマスの利活用を地域一体となって推進していくためには、各種バイオマスを扱う事業者が相互に有機的に連携をとることが求められる。従って、バイオマスの利活用プロジェクトの事業支援に当たっても、関係省庁が連携して、総体として地域のバイオマス利活用が着実に向上するよう取り組むべきである。

< バイオマスの利活用プロジェクトの候補地の条件例(案) >

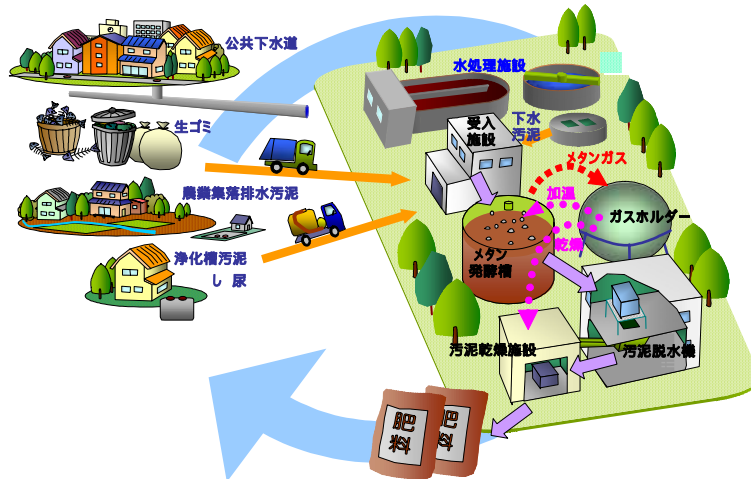
以下の条件のいずれかを満たす地域を候補地として選定

他のバイオマスとの 共同処理	下水処理場における他のバイオマスの受け入れ及び下水汚泥のバイオマス利活用施設への引き渡しを計画・実施
有機分に着目した 有効利用	下水汚泥を活用したバイオマスエネルギーやコンポスト等の導入を計画・実施
下水汚泥製品等の 利活用	地域と一体となった下水汚泥製品等の有効利用を計画・実施



<トピックス:地域のバイオマスを一体的に処理・活用(石川県珠洲市)>

下水汚泥とあわせて、生ごみ、し尿、浄化槽・農業集落排水汚泥等を消化槽で共処理し、得られたメタンを下水汚泥の乾燥や消化槽の加温用として有効利用
 乾燥汚泥は肥料として有効利用
 全国初の新世代下水道支援事業制度未利用エネルギー活用型(バイオマス利活用事業)として、平成17年度に採択



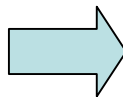
<トピックス:ごみ焼却施設からの焼却排熱による発電電力の供給(神戸市)>

平成12年度より、隣接するごみ焼却施設(東クリーンセンター)においてごみ発電で得られる電力を東灘処理場に供給(東灘処理場の電力消費量の約9割に相当)
 発電施設は、ごみ発電とガスタービンを組み合わせた国内初の複合発電システム(発電容量20,000kW、焼却能力900トン/日)

東クリーンセンター



電力



東灘処理場



3 - 3 . 持続可能性の視点

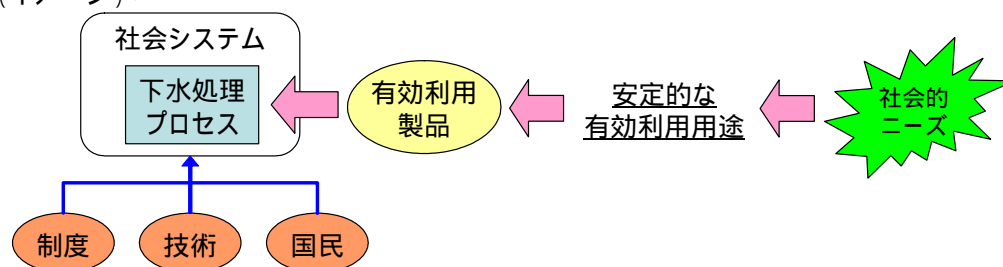
(1) 基本的な考え方

持続可能性の視点では、下水汚泥に対する社会的ニーズの変化を踏まえ、下水汚泥製品をグリーン製品として位置付けるだけでなく、社会的ニーズにマッチした規格化を図り、需要供給体系の中に組み込むべきである。また、国民の理解と協力の下、下水汚泥がカーボンニュートラルであることの社会的認知を得て、エネルギー利用を政策的に推進することが必要である。さらに、減量化が基本であった下水汚泥の処理の考え方を、地域の社会的ニーズにマッチした資源利用を基本とするように転換し、これを前提としたプロセス設計を行うことが必要である。下水道管理者に対しては、有効利用に取組みやすい状況を整えるとともに、モデル事例の発掘・育成を通じた意識改革を行う必要がある。

<これまで>



<これから(イメージ)>



(2) 課題整理

持続可能性の視点からみた資源のみちの普及促進の課題として、次のものが挙げられる。

- 単なる下水汚泥の減量化から、社会的ニーズを踏まえた下水汚泥の有効利用への転換が求められていることを踏まえ、民間企業の有する技術や資金等の活用を視野に入れつつ、下水汚泥のより効率的な利活用を推進することが重要である。
- 下水道施設が資源のみちという新たな環境保全機能を担うことについて、地域住民による理解が不可欠である。このため、資源のみちの達成に向けた各種施策の推進により、地球環境の保全が推進されるメリットについて理解を得ることが必要である。また、RPS法やグリーン購入法等の既存の社会システムにおける有効利用の枠組みを活用することが重要である。
- 下水汚泥が「資源」として社会的評価を得るには、量と質の両面において適切にコントロールされる必要がある。このため、下水道に排出される汚濁負荷量の過重化を回避するとともに、緑農地利用に適した良質な下水汚泥を得るための重金属等の発生源対策、下

水汚泥の利活用のためのバイオマス収集等、地域住民との協働による取組を推進する必要がある。

- 地域に賦存する他のバイオマスの効率的な利活用を進める上で、制度面での支援を図ることが必要である。
- 下水道が大量にエネルギーを消費していることの自覚や、下水処理場が地域のバイオマスの利活用で果たすべき役割の評価を通じて、下水道管理者の意識改革を図ることが急務である。
- 下水処理場に設置されている非常用ガス発電機等の既存設備を災害時において積極的に活用する等、災害時対応の観点からの検討が必要である。

(3) 具体的な推進方策

上記の課題を解消し、資源のみちの達成に向けた取組を推進するため、以下の施策を推進すべきである。

下水汚泥の有効利用におけるマーケティングの強化

社会的ニーズを踏まえた利活用を推進するため、下水道施設の設計における考え方として、下水汚泥の資源としての有効利用やバイオマスエネルギーとしての利活用の推進を基本として明確化し、有効利用手法を検討する際には、下水汚泥製品についての需要の把握を深め、長期にわたる用途や需要量の見込み及び最終ユーザーの有無等幅広くにマーケティング調査を実施する必要がある。

また、下水汚泥の有効利用において、環境保全のためのコストとその活動により得られる効果を認識し、定量的に評価するため、下水道管理者における環境会計の導入に向けたガイドラインを整備すべきである。

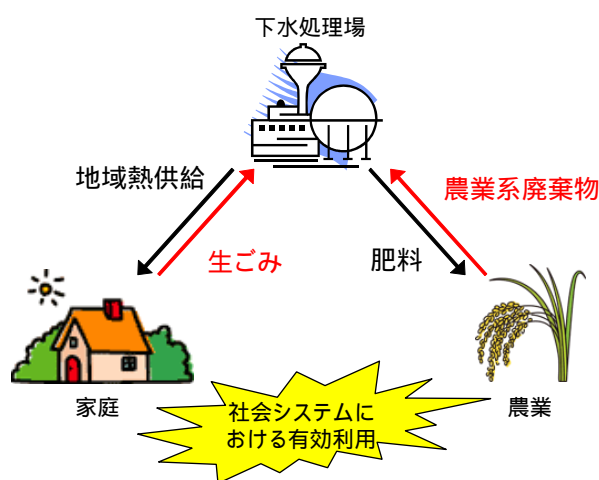


地域住民、民間企業等と一体となった社会的な利活用システムの構築

資源のみちの達成に向けた各種施策の推進により、下水処理場の果たすべき役割が拡大されることへの理解を得るため、環境保全に資する指標等を活用し、下水処理場の周辺

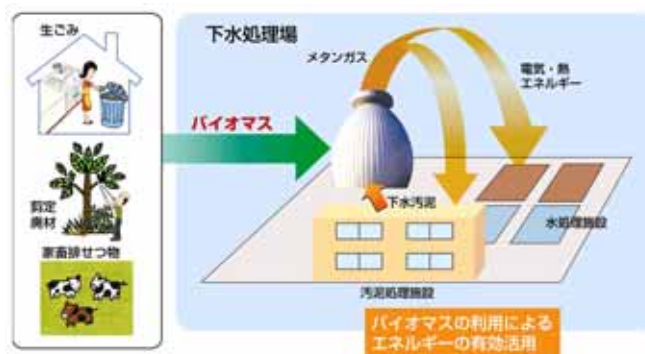
の地域住民に分かりやすい形で積極的に情報発信する必要がある。また、地域のバイオマスを効率的に利活用するため、地域住民と協働したバイオマスの収集を実施するとともに、得られたエネルギーや下水汚泥製品を地域住民に還元する持続的な仕組みを構築することも重要である。さらに、地域のNPO法人等と連携し、継続的な取組のための健全なパートナーシップを築く必要がある。

また、下水汚泥の利活用を進める上では、特にコスト面で有利な事業をPFI方式で実施することを積極的に推進することとし、PFI方式の活用に向けたガイドラインの策定等を推進すべきである。このとき、PFIの事業形態については、資源・エネルギーの多様な利活用を前提に、広い視野から幅広く検討を行い、下水道管理者と民間事業者双方にとって有益な事業形態を抽出する必要がある。



下水汚泥の円滑な有効利用の制度面からの支援

関連省庁と連携し、地域の関係者におけるバイオマス利活用に取り組みややすい状況を整備するため、下水汚泥を下水処理場以外の施設で効率的に利活用する場合や、下水道施設において他のバイオマスを受け入れる場合に関連する諸制度を整理し、各種手続きの簡素化、一元化に向けて整理すべきである。

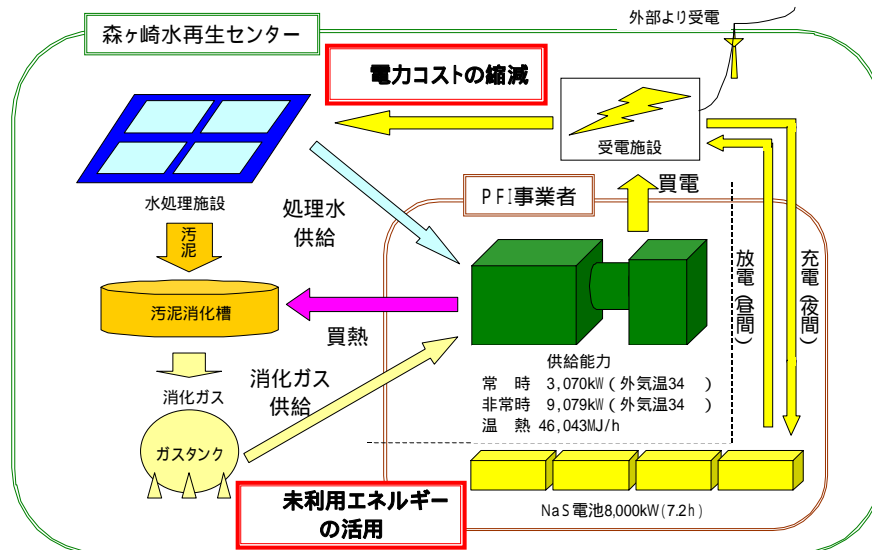


制度面における整理

<トピックス:PFI方式を活用した下水道バイオガスによる発電(東京都)>

国内初の下水処理場におけるPFI事業として、森ヶ崎水再生センターにおいて、下水道バイオガスを用いて発電を行い、電力及び温水を処理場内に供給

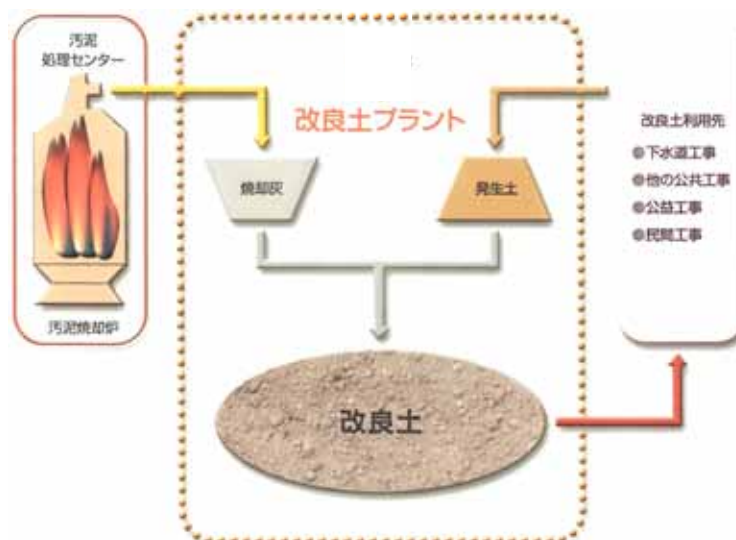
PFI事業者は発電設備を建設して東京都に引き渡した後、2004年度より施設の運営及び維持管理を20年間実施



<トピックス:PFI方式を活用した下水汚泥の改良土としての利活用(横浜市)>

横浜市北部第二下水処理場内に、下水汚泥の焼却灰と建設発生土から改良土を製造・供給する改良土センターを設置

PFI事業者は改良土プラントを建設して横浜市に引き渡した後、2004年度より施設の運営及び維持管理を20年間実施



4. 今後の検討課題

バイオマス利用については、今後以下の課題について検討を進める必要がある。

- 他のバイオマスを含めた下水道バイオマスのエネルギー利用やリン等の有価物の回収を評価するための指標の導入
- 下水汚泥中の無機分に着目した緑農地利用等のマテリアル利用の推進
- 下水汚泥の有効利用の技術開発を体系的に推進するための技術開発のロードマップの策定
- 海外における下水汚泥の有効利用の事例を踏まえた効率的な有効利用の形態の把握
- 下水汚泥のエネルギー利用の形態ごとに、熱エネルギーの温度による質の評価も含めたエネルギー収支やコスト面での定量的評価手法の開発

また、以下の対策を含む下水道分野における地球温暖化対策については中間報告以降に整理するものとする。

- カーボンニュートラルなバイオマス利活用の推進
- 地域の特性を活かした未利用エネルギーの利活用の促進
- エネルギー管理の徹底による省エネルギーの推進
- 下水汚泥焼却施設における燃焼の高度化