２．水・資源・エネルギーの集約・自立・供給拠点化

(1)現状と将来に向けた課題

○下水道は、水、下水汚泥中の有機物、希少資源であるリン、再生可能エネルギー熱である下水熱など多くの水・資源・エネルギーポテンシャルを有するが、その利用は未だ低水準。

○原因は、初期投資に要するコストが大きいことと、規模が小さくスケールメリットが働かない処理場が多くあるため。

○一方で、下水熱の地域冷暖房利用等の処理場外での利用や、地域のバイオマスを下水処理場で活用する取組も実施。

○再生水の利用は、単一の目的を有する利用がほとんどで、また災害時対応は一部の処理場でのみ実施。

(2)中期目標

○水の供給拠点化

・平常時の都市の水環境の創造への寄与はもとより、渇水時等に再生水を利用可能な施設を倍増。

○資源の集約・供給拠点化

・全都道府県で他のバイオマスと連携した下水汚泥利活用計画を策定。

・食との連携により地産地消の地域づくりに積極的に貢献。

○エネルギーの供給拠点化及び自立化

・下水汚泥のエネルギーとしての利用割合を約 13% (H23)から約 35%に増加。

・下水熱や太陽光発電の活用などによりエネルギー自立化を目指す。

(3)主な具体的施策

○水の供給拠点化

・国は、再生水等の渇水時・火災時利用等について、好事例集を作成するなどして水平展開を図る。（場の創出・好事例の水平展開）

・国は、水の再利用に関する国際標準化に関し幹事国として対応を図り、平成 29 年度を目途に規格を策定する。（基準化）

○資源の集約・供給拠点化

・国は、下水処理場において食品系廃棄物・木質系廃棄物・し尿等を混合処理するなどの事業が促進されるよう、制度改正等も含めた検討を行う。（制度構築）

・都道府県は、都道府県構想の策定に際し、広域化も視野に入れた汚泥の利活用計画を構想に練り込む。（制度構築）

・国は、リンの活用など、「BISTRO 下水道」などを通じ、下水道インフラのブランド化を図る。（場の創出・好事例の水平展開）

○エネルギーの供給拠点化及び自立化

・国は、下水汚泥固形燃料の JIS 化・汚泥処理技術に係る国際標準化により、信頼性を確立し、下水道バイオマスの価値向上・市場活性化を図る。（基準化）

・国は、下水熱利用について、民間事業者による熱交換器設置を認めるなどの規制緩和を検討する。（制度構築）

(1)現状と将来に向けた課題

○再生水の利用は、単一の目的を有する利用がほとんどで、渇水リスクや防災意識の高まりはあるが、災害時対応は一部の処理場でのみで実施されている。
○下水道は、下水汚泥中の有機物、希少資源であるリンや、再生可能エネルギー熱である下水熱、下水道施設の上部等を活用した太陽光発電等多くの資源・エネルギーポテンシャルを有するが、その利用は未だ低水準。例えば、下水汚泥エネルギー化率[39]は約13%である。
○原因は、初期投資に要するコストが大きいことと、規模が小さくスケールメリットが働かない処理場が多くあるためである。
○一方で、固定価格買取制度の活用、下水熱の地域冷暖房利用等下水資源・エネルギーの処理場外での利用や、地域のバイオマスを下水処理場で活用する取組も一部の地域では実施している。

1)下水道の水・資源・エネルギーポテンシャル

下水道には、下水処理水、下水汚泥、下水熱やリン等の資源・エネルギーポテンシャルを有している。

年間の下水処理量は約 147 億 m³であり、そのエネルギーポテンシャルは、年間約 7,800Gcal/h（約 1,500 万世帯の年間冷暖房熱源）に相当する。

下水汚泥発生量は、年間約 223 万トンであり、そのエネルギーポテンシャルは、年間約 40 億 kWh の発電量（約 110 万世帯の年間電力消費量）に相当する。

下水に流入するリンは、年間約 6 万トンであり、その量は我が国の年間のリン輸入量の約 1 割に相当する。

表 4.12　下水道が有する資源・エネルギーポテンシャルと利用の現状

区分	賦存量		利用状況（H23年度）	
再生水	下水処理量： 約147億m³/年	―	再生水利用率約1.3%	
下水汚泥	下水汚泥発生量 約223万トン/年	発電可能量：40億kWh/年 →約110万世帯の年間電力消費量に相当	エネルギー利用割合 約1割	消化ガス発電：41箇所 固形燃料化：7箇所（H25）
下水熱	下水処理量： 約147億m³/年	熱供給可能量：7,800Gcal/h →約1,500万世帯の年間冷暖房熱源に相当	下水熱利用 12箇所（H25）	
リン	流入するリン： 6万トン/年	我が国の年間のリン輸入量の約1割に相当	利用されたリンの 割合は約1割	肥料利用：33万DS-t

2)再生水利用

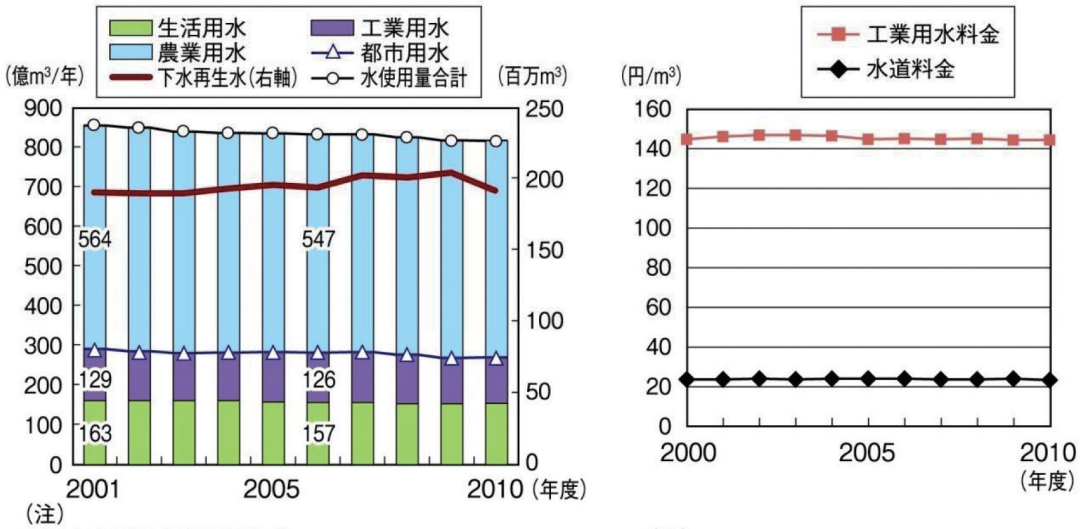
再生水利用量は近年横ばいで、再生水はポテンシャルに比してその利用量は少ない傾向にある。また、競合しうる水道の料金等も近年横ばいの状態にある。再生水の用

[39] 下水汚泥中の有機物のうち、消化ガス発電や固形燃料化等としてエネルギー利用されたものの割合

途別水量割合としては、修景用水、河川維持用水といった水資源としての用途が大部分で、防火用水としての位置づけや、渇水時に対応した施設整備も一部で実施されている。なお、再生水利用は、栄養塩類等の排出抑制による公共用水域の水環境管理、水輸送エネルギーの抑制等のエネルギー的役割の視点からも重要になっている。

渇水リスクの視点から年間の総降水量の経年変化を整理すると、その変動幅は大きいが、全体的に微減の傾向で、少雨の年も増加しており、平成 24 年度では全国４水系において最大 40%の取水制限が実施されている。

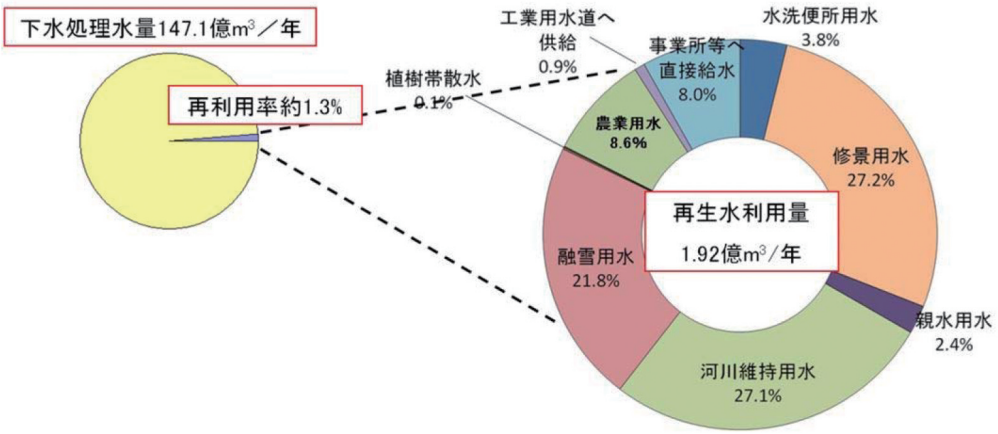
図 4.127　水の使用実態



(注)
1.国土交通省水資源部作成
2.国土交通省水資源部の推計による取水量ベースの値であり、使用後再び河川等へ還元される水量も含む。
3.工業用水は従業員4人以上の事業所を対象とし、淡水補給量である。ただし、公益事業において使用された水は含まない。

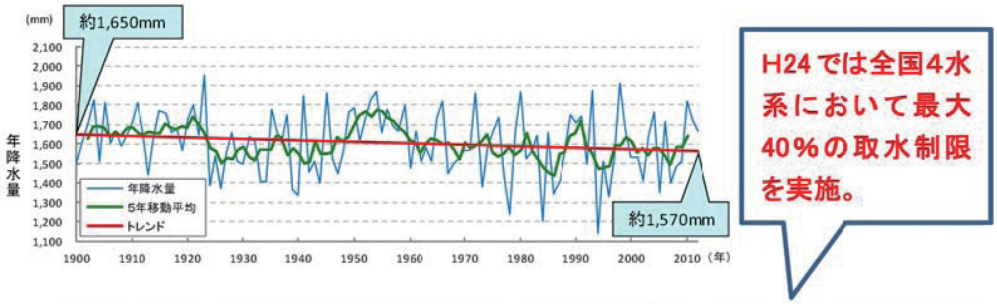
(注)
経済産業省調べ、厚生労働省「水道統計」をもとに水資源部が作成したデータより作成。

図 4.128　再生水の用途別水量割合（平成 23 年度）



出典：平成 25 年度版「日本の下水道」

図 4.129 年総降水量の推移及び平成 24 年度の主な取水制限状況



ブロック	水系名	水源施設	取水制限の状況(%) 期間	最大取水制限率(%) 上水	工水	農水
関東	利根川	矢木沢ダム、奈良俣ダム、藤原ダム、相俣ダム、薗原ダム、下久保ダム、草木ダム、渡良瀬貯水池	9/11 ～ 10/3	10	10	10
		うち草木ダム	9/1 ～ 10/3	10	0	10
中部	木曽川	岩屋ダム	6/15 ～ 6/19	5	10	10
四国	吉野川	早明浦ダム	6/15 ～ 6/19	20	20	20
		富郷ダム、柳瀬ダム、新宮ダム	6/15 ～ 6/21	0	20	0
	物部川	永瀬ダム	6/7 ～ 6/16	－	－	40

出典:平成 25 年版日本の水資源をもとに国土交通省下水道部作成

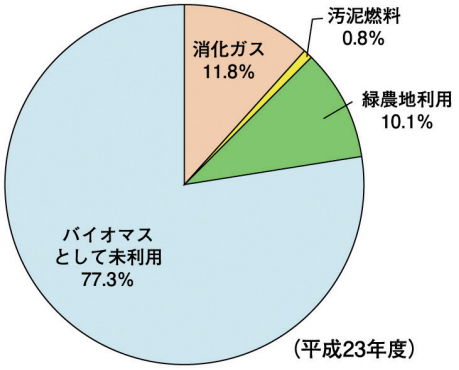
3)下水汚泥のエネルギー利用

下水汚泥は、都市域で安定的に発生しかつ集約型であるという特性を有するバイオマスである。下水汚泥中の固形物の約 8 割は有機物としてエネルギー利用が可能である。現在、下水汚泥エネルギー化率は約 13%（平成 23 年度末）であり、平成 17 年度約 7 %に比べ倍増しているが、未だ低い水準にある。

このうち消化ガス発電は、全国で 41 箇所、年間 1.4 億 kWh の発電量（約 4 万世帯の使用電力量に相当　平成 23 年度末）で近年増加傾向を示している。また固形燃料化されている事例は 8 件にとどまっているが、複数の都市で事業化に向けた取組が進められている。

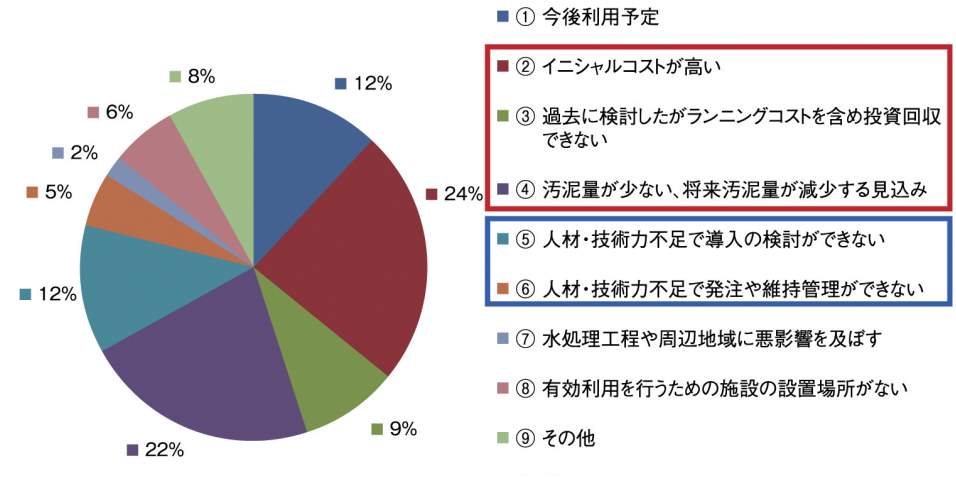
低水準にある原因としては、初期投資に要するコストが大きいことと、規模が小さく、スケールメリットが働かない処理場が多くある。また人材不足により導入検討・維持管理が出来ないとの声がある。

図 4.130 下水汚泥エネルギー化率



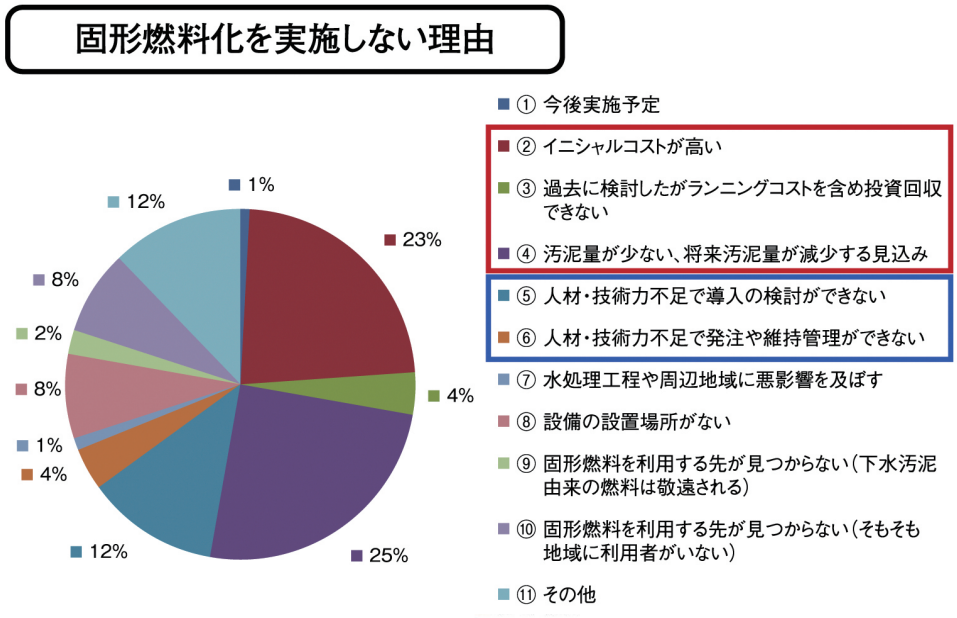
出典:国土交通省下水道部調べ

図 4.131 余剰消化ガスを有効利用しない理由



出典：国土交通省下水道部調べ

図 4.132 固形燃料化を実施しない理由



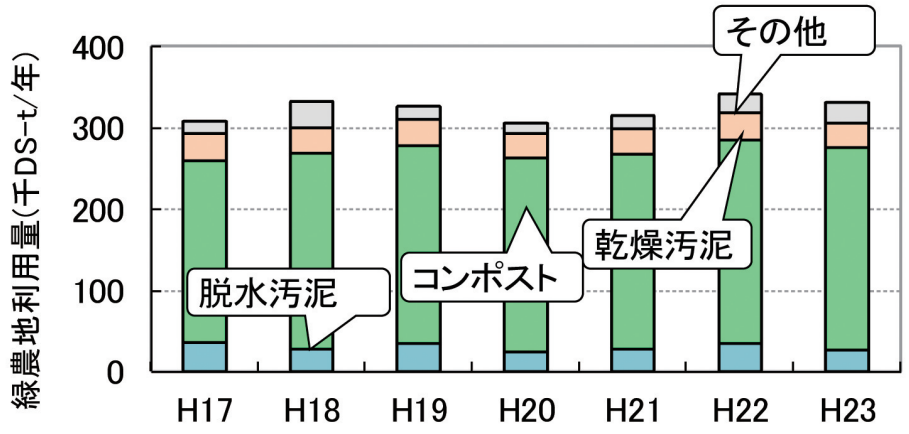
出典：国土交通省下水道部調べ

4)リンの利用

世界的な食糧需要の急増やリン鉱石の主要産出国である中国、米国の輸出制限等により、リンの価格が乱高下している。リンを輸入に頼る我が国では、安定的なリン資源の確保に懸念がある。 さらに、世界のリン鉱石埋蔵量は偏在している。(**図 2.45** 参照)

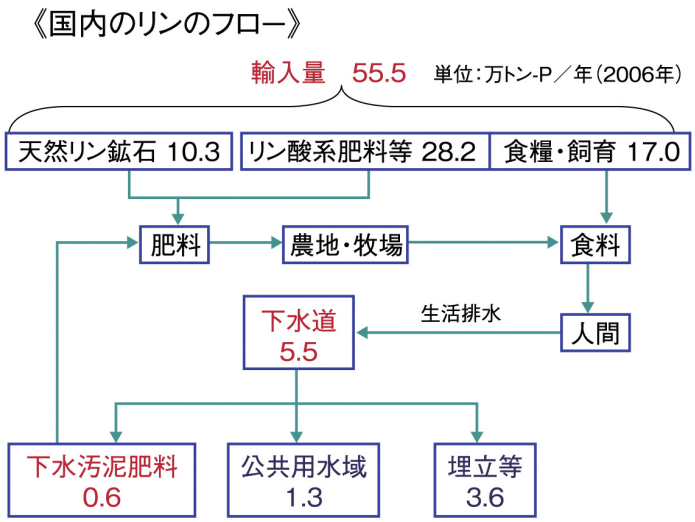
農業・食品に係るリンの輸入量約 56 万トン/年のうち約 1 割が下水道を経由である。しかし、その有効利用は約 1 割（主にコンポスト）である（**図 4.133**)。また、コンポスト化された下水汚泥量は平成 17 年度 31 万 DS-t から平成 23 年度 33 万 DS-t とほぼ横ばいで推移しており、このコンポストの成分としてリンが含有されている（**図 4.134**)。

図 4.133 肥料化された下水汚泥量



出典:国土交通省下水道部調べ

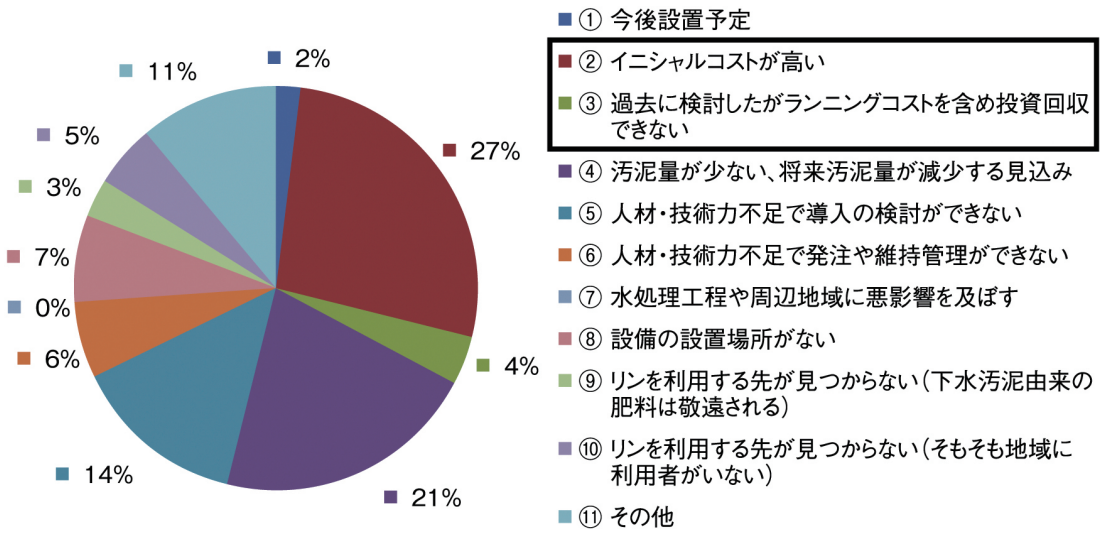
図 4.134 国内のリンのフロー



出典：「鉱物資源マテリアルフロー2007」（（独）石油天然ガス・金属鉱物資源機構）及び下水道統計平成 19 年度版をもとに国土交通省下水道部作成

リン利用しない理由は、コストが大きいことと、規模が小さく、スケールメリットが働かない処理場が多くあるなどであり、人材不足の声もある。

図 4.135 リン利用しない理由



出典：国土交通省下水道部調べ

5) 下水熱の利用

下水熱は、下水・再生水が一般に夏は気温より水温が低く冬は気温より温かいという特性による再生可能エネルギー熱であり、この大気との温度差を利用することで、省エネ効果、温室効果ガス削減効果がある。さらに、都市域における熱需要家との需給マッチングの可能性が高く、また採熱による環境影響が小さいなど、ほかの再生可能エネルギー熱（河川水、地下水等）と比べて複数のメリットがある。

下水処理場における利用が 40 箇所（平成 23 年度）行われていることに加え、下水処理場外における利用も始まっており、平成 17 年度から平成 25 年度において 4 箇所増加し、平成 25 年度現在で 12 箇所実施されている。

一方で、コストを含めた技術的側面の課題が多く、展開地も下水処理場やポンプ場の近傍における利用がほとんどである。

6) 下水道施設の上部等を活用した太陽光等再生可能エネルギー

空間資源の乏しい都市地域にあって、広大な施設面積を有する下水処理場においては、太陽光発電等土地利用型の再生可能エネルギー利用ができる。

例えば太陽光発電は、水処理施設の上部等を活用して 34 箇所で実施されており、年間約 260kWh（約 700 世帯分の電力量に相当）を発電している（平成 23 年度）。

近年では施設上部や敷地の貸付による収益施設併設型 PPP 事業によっても太陽光発電が実施されている。

7) 下水道資源の下水処理場外での活用・地域バイオマスの集約

平成 23 年 8 月 26 日「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」が成立し、再生可能エネルギー源を用いて発電された電気を、国が定める一定の期間・価格で電気事業者が買い取ることを義務付けられた。電気事業者が買取りに要した費用は、原則として使用電力に比例した賦課金によって回収することとなる。既に、横浜市、石川県、栃木県等 11 箇所において設備認定済みであり、下水道資源を下水処理場外で活用していく取組が広がっている。

表 4.13　太陽光・バイオマス発電に係る調達価格・調達期間（H25 年度）

太陽光	10kW 以上	10kW 未満
調達価格	36 円＋税	37 円
調達期間	20 年間	10 年間

バイオマス	メタン発酵ガス（バイオマス由来）	一般廃棄物その他のバイオマス
調達価格（税込）	39 円＋税	17 円＋税
調達期間	20 年間	20 年間

発電以外の方法でも、長岡市等では消化ガスを都市ガス原料として利用するため、隣接する都市ガス工場に供給している。神戸市では、天然ガス自動車の燃料として、「こ

うべバイオガスステーション」から、市バスやごみ収集車、民間事業者の運送用車両等に供給しており、近年では、年間延べ約１万台の利用実績がある。

地域のバイオマスを下水処理場に集約する取組の一つとして、下水道等複数の汚水処理施設（浄化槽、集落排水施設等）が共同で利用できる施設を下水道事業で整備する汚水処理施設共同整備事業（MICS：Ministry Intelligence Comprehensive System）を実施している。平成 24 年度末までに 30 道府県 96 箇所で実施されている。

浄化槽等から発生する汚泥以外にも、生ごみ等、他のバイオマスを下水処理場において受け入れる取組もなされており、これまでに石川県珠洲市、北海道北広島市、富山県黒部市、北海道恵庭市において事業が実施されている。

また、管きょ網とディスポーザを活用して生ごみを集約することも考えられる。平成 23 年度時点において、29 市町村が直接投入型ディスポーザを導入している。

(2) 中期目標

1) 水の供給拠点化

○公共用水域の水質環境の維持達成に加え、エネルギー効率を考慮した処理レベルの設定、「豊かな海」の実現といった放流先水域の状況に応じた水質管理等を可能にする流域別下水道整備総合計画制度を構築し、効率的かつ能動的な環境管理を実現する。

○再生水活用等により都市の水環境の創造に寄与することに加え、人口10万人以上で渇水確率1/10（水道減断水）以上の都市において、渇水時等に下水処理水を緊急的に利用するための施設を約100カ所から倍増する[40]。

2) 資源の集約・供給拠点化

○すべての都道府県において、広域化も視野に入れた、他のバイオマスと連携した下水汚泥の利活用計画を策定し、下水汚泥・他のバイオマスの効率的な利用を図る。

○希少資源であるリンの回収等を通して、食との連携により地産地消の地域づくりに積極的に貢献する。

3) エネルギーの供給拠点化

○下水汚泥のエネルギーとしての利用割合（下水汚泥エネルギー化率）を約13%（H23）から約35%に増加させ、地域における再生可能エネルギー活用のトップランナーを目指す。

4) エネルギーの自立化

○下水処理場のエネルギー自立化も目指し、下水熱や下水処理施設の上部等を活用した太陽光発電等、下水道が有する多様なエネルギー源の有効利用を促進する。

[40] 人口 10 万人以上で渇水確率 1/10 以上の都市における下水処理場は全国で約 400 箇所

(3)具体的施策

○広域化・共同化によるスケールメリット、低コスト化、下水道資源の価値向上を図るため、以下の施策を実施。

1)水の供給拠点化

○国は、事業主体等の意見を踏まえつつ、他事業との連携も含めた流域全体でのエネルギー効率の最適化や、「豊かな海」、「人と水との豊かなふれあい」といった地域のニーズに応じた多様な目標の設定等を可能にするため、流域別下水道整備総合計画に関する制度改正を行う。（制度構築）（P4.102 に同様の記載）

○事業主体は、渇水時に下水処理水を緊急的に利用するための取水施設や送水施設の整備の進捗管理のために、ベンチマーキング手法を活用する。（制度構築）

○国は、水の再利用に関する国際標準化に関し、幹事国として積極的な対応を行い、日本の優位技術である膜処理技術等について平成 29 年度を目途に規格を策定する。さらに、策定された国際標準規格の国内規格への反映等を行う。（基準化）

図 4.136　水の再利用に関する ISO 技術委員会（TC282）の開催状況（平成 26 年 1 月、東京）

○国は、再生水利用について、渇水時・火災時等の非常時の利用、下水熱といったエネルギー利用や窒素・リン等の利用と合わせて多元的に活用する利用、まちづくりに必要な水辺空間の創出に資する利用等について、好事例集を作成するなどして水平展開を図る。（場の創出・好事例の水平展開）

図 4.137　再生水の多次元活用

■ささしまライブ 24 地区では、修景・水質改善利用と下水熱利用をパッケージで実施

2) 資源の集約・供給拠点化

○都道府県は、今後の人口減少社会の到来等も視野に入れて、下水道、集落排水、浄化槽等、汚水処理施設の効率的な整備を目指した都道府県構想の策定に際し、広域化も視野に入れた汚泥の利活用計画を構想に盛り込む。（制度構築）

○国は、下水処理場において、下水汚泥とともに食品系廃棄物（生ごみ等）、木質系廃棄物（剪定枝、河川堤防の刈り草等）、し尿等、下水汚泥以外のバイオマスを混合処理するなどの事業が促進されるよう、制度改正等も含めた検討を行う。（制度構築）

○下水や下水汚泥のポテンシャルを活用する新たな低コスト・高効率技術について下水道革新的技術実証事業[41]を実施する。（技術開発・実証）

○国は、有用藻類の培養・エネルギー抽出、微生物燃料電池等、新たな下水道資源について、経済性や社会情勢、他分野の技術の動向等も踏まえ、積極的に技術開発を支援する。（技術開発・実証）

○国は、希少資源であるリンの活用等を含め、「BISTRO 下水道」等の取組を通じ、下水道資源を利用した農林水産物等を PR し、下水道インフラのブランド化を図る。（場の創出・好事例の水平展開）

図 4.138　下水道資源を利用した農林水産物

3) エネルギーの供給拠点化

○国は、下水汚泥固形燃料の JIS 化により、製品の品質や信頼性を確立するとともに、汚泥処理技術に係る国際標準化により、技術の信頼性を確立すること等によって、下水道バイオマスの価値向上・市場活性化を図る。（基準化）

○国は、民間事業者が下水道資源・エネルギー利用分野に参入しやすくするため、民間事業者による管路内熱交換器の設置を認めるなどの規制緩和を検討する。（制度構築）

41 革新的な新技術について、国が主体となって実規模レベルの施設を設置して技術的な検証を行い、ガイドラインを作成し、全国展開を行う事業

○国は、下水熱利用について、産官学・関係省庁連携による協議会や地中熱等、他の再生可能エネルギー熱との連携、下水熱ポテンシャルマップの開発等を通じ、大規模都市における利用（需要）側と供給側（下水道管理者）との連携強化を図り、下水処理場への集約だけでなく下水管路ネットワークにおける利用も推進する。(場の創出・好事例の水平展開)

図 4.139　下水汚泥固形燃料の JIS 化による下水道バイオマスの価値向上・市場活性化

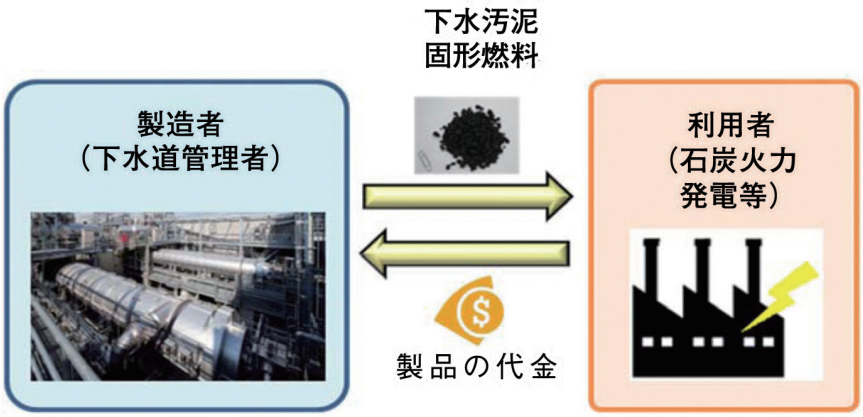


図 4.140　下水熱利用に関する産官学・関係省庁連携による協議会

4)エネルギーの自立化

○国は、事業主体が下水道施設の改築等を行う際、省エネ・創エネ性能等が一定水準以上の効果があると認められる場合を重点的に財政支援する。(制度構築)（P4.131に同様の記載）

○国は、下水汚泥のエネルギー化について簡易に採算性を検討できるツールを開発・配布し、事業主体に対して、大・中規模下水処理場や集約処理における採算性の高い下水汚泥のエネルギー化については導入検討を促す。(制度構築)