

# 建設分野における 環境新技術の開発・ 活用への取り組み

2009年6月に閣議決定された「新成長戦略」では、「グリーン・イノベーションによる環境・エネルギー大国戦略」として、わが国のトップレベルの環境技術の普及・促進、再生可能エネルギーの普及拡大支援、国内資源の循環的な利用の徹底等が盛り込まれました。

今回の特集では、建設分野における環境技術開発・活用への取り組みをテーマに、下水道における地球温暖化対策、低炭素型まちづくり、太陽光発電設備、公共施設のLED照明についてご紹介します。

# 下水道における環境・エネルギー技術について

国土交通省都市・地域整備局下水道部下水道企画課

はらだ ようへい  
環境技術係長 原田 洋平

## 1

### 地球温暖化対策やバイオマス利用に関する政府の動向

わが国は、高度成長期の負の側面である公害問題を技術革新により克服し、現在では、世界最高水準の環境技術を有している。その環境技術を活かし、「グリーン・イノベーション」により、世界最高水準の低炭素社会・循環型社会を実現するとともに、わが国の成長につなげていくことが、政府の課題となっている。そのような状況を踏まえ、近年、地球温暖化対策、あるいは、バイオマス利用に関して、種々の法律や計画が制定されている。

地球温暖化対策に関しては、例えば、2008年に地球温暖化対策の推進に関する法律（温対法）やエネルギーの使用の合理化に関する法律（省エネ法）が改正され、地方公共団体に温室効果ガス排出量の削減に係る計画策定が義務付けられたほか、事業者単位でエネルギー使用状況等の報告が義務付けられた。また、2010年には、地球温暖化対策基本法案が閣議決定され、2020年までに温室効果ガス排出量を1990年比25%削減する目標が掲げられた。

バイオマス利用に関しては、2009年にバイオマス活用推進基本法が制定されたほか、エネルギー供給構造高度化法が制定され、エネルギー供給

業者にバイオマス等の非化石エネルギー源の利用が義務付けられることとなった。

また、「新成長戦略」（2010.6.18閣議決定）においては、グリーン・イノベーション（環境エネルギー分野革新）の促進、わが国のトップレベルの環境技術の普及・促進、再生可能エネルギー（バイオマス等）の普及拡大支援、国内資源の循環的な利用の徹底等が盛り込まれた。

一方で、下水道においては、多くのエネルギーを消費して下水を処理しており、地球温暖化防止およびコスト削減の観点から、一層の省エネルギー化が求められている。また、下水処理に伴い発生する下水汚泥はカーボンニュートラルなバイオマスであり、リン等の有益な資源も含まれていることから、資源・エネルギーの長期的・安定的な確保の観点からも有望視されている。

## 2

### 下水道における地球温暖化対策の推進

下水道からは、下水処理に伴い年間約220万t（乾燥重量ベース）の下水汚泥が発生しているが、下水汚泥リサイクル率（マテリアル利用とバイオマス利用の合計）は約8割であり、残りは未利用のまま埋立処分等されている。ちなみに、下水汚泥の成分の約2割が無機分・約8割が有機分であり、無機分はセメント原料、建設資材等とし

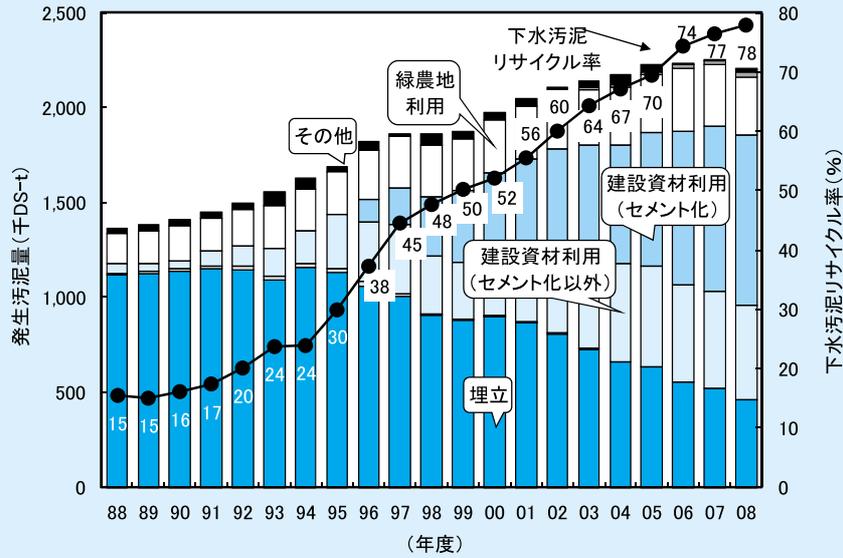


図 1 下水汚泥の発生量とリサイクル率の推移 (出典：国土交通省資料)

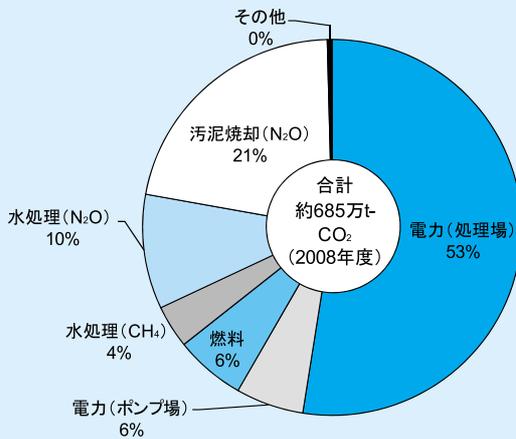


図 2 下水道からの温室効果ガス排出量 (出典：国土交通省)

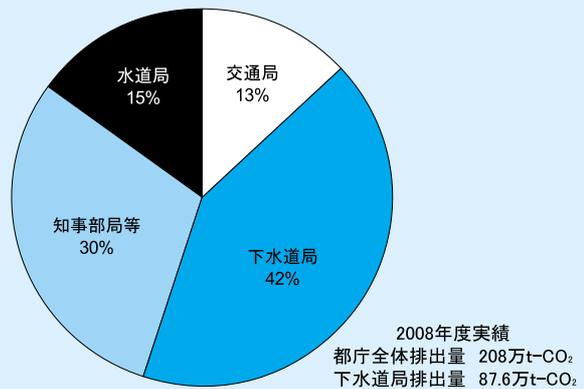


図 3 東京都の事務事業に伴うCO<sub>2</sub>排出量 (出典：「東京都アースプラン2010」)

下水汚泥については、焼却による減量化等から、バイオガス、汚泥燃料、コンポストの資源・エネルギーとしての活用・再生に転換

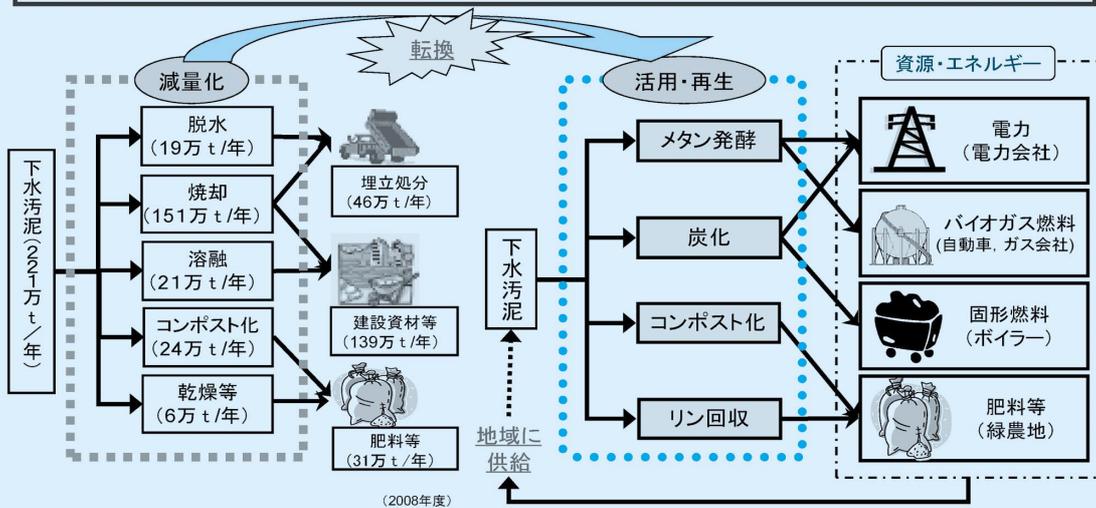


図 4 循環型社会に向けた今後の下水道のあり方 (出典：国土交通省資料)

ての材料利用，有機分はバイオガス，コンポスト，固形燃料等としてバイオマス利用が可能である。

一方で，下水道は，下水を処理する際に莫大なエネルギーを消費するなどして年間約700万tのCO<sub>2</sub>を排出している。CO<sub>2</sub>排出量のうち，下水処理等の電力使用に伴うものが約5割，下水汚泥の焼却に伴うものが約2割を占めている。例えば，東京都が実施している事業活動に伴う温室効果ガス排出量のうち約4割を下水道事業由来のものが占めている。

このような状況を踏まえてわが国の目標として，京都議定書目標達成計画においては，対策を実施した場合と実施しなかった場合を比較して，下水道事業に関して2010年度で216万t（省エネ・新エネ対策：90万t，下水汚泥焼却の高度化：126万t）の温室効果ガス排出量の削減を位置付けている。

また，「国土交通省成長戦略」（2010.5.17公表）においては，民間の先端的な技術の活用を行うとともに，未利用資源（汚泥消化ガス等）の有効活用等を強力に推進することにより，事業コスト縮減，海外市場への進出に必要なノウハウの蓄積等を図り，水ビジネス展開を行うこととしている。

そのため，下水道分野においては，従来からコスト縮減の観点から各種取り組みの実施や新技術の開発・導入が行われてきた。新技術の導入により事業を効率化し，コスト縮減を実現するとともに，同時に，地球温暖化対策にも資することができる。今後，さらなる地球温暖化対策を推進するためにも，これまでに培われてきた下水処理の省エネルギー化や下水汚泥のエネルギー利用等の技

術を活用するとともに，関連する新たな技術開発が必要不可欠である。そして，それらの取り組みはひいては水ビジネスの海外展開にもつながるものである。

### 3

## 地球温暖化対策に関する 下水道技術の概要

これまで述べたように，グリーン・イノベーションの実現に向けて，また，地球温暖化対策の推進のため，社会情勢や法制度が大きく変化している。一方で，これまでの技術開発や新技術の実用化により，下水道事業においても下水汚泥の燃料化等地方公共団体の取り組みが多様化している。

国土交通省では，地球温暖化防止対策の取り組みを計画的に推進するため，中長期的な取り組みの方向性や排出量原単位等の定量的な目標を設定する方法を盛り込んで，2009年に「下水道における地球温暖化防止実行計画策定の手引き」を改訂したところである。

地方公共団体においては，温室効果ガス排出量の削減のためのさまざまな取り組みが行われており，主な対策として，創エネルギー対策，新エネルギー対策，省エネルギー対策の概要を以下に紹介する。

### (1) 創エネルギー対策

下水汚泥の約8割を占める有機分をバイオマスとしてエネルギー利用（＝創エネルギー対策）することができる。下水汚泥をメタン発酵（嫌気性発酵）すると，メタンガスを主成分とする消化ガスが発生するため，これを利用して消化ガス発電，ボイラー利用，あるいは，精製技術により都



写真 1 消化タンク施設と消化ガス発電施設（横浜市） 写真 2 下水汚泥固形燃料化施設（炭化炉）（東京都）

市ガス原料・自動車燃料として利用することができる。例えば、神戸市では2009年から消化ガスを精製して都市ガス導管へ直接注入する実証事業を行っており、技術的な検証や効率化の検討等を踏まえ、今後全国的に展開することが期待されている。

また、下水汚泥を乾燥・炭化する技術により、固形燃料化して発電所等で利用することができる。東京都では、約500の炭化炉で下水汚泥を炭化しており、炭化燃料は石炭火力発電所において混焼利用されている。

仮に下水汚泥をすべて発電利用した場合、年間約36億kWh（約67万世帯の年間電力使用量に相当）の電力量が生み出されるとの試算がある。

国土交通省において、今後下水汚泥のエネルギー利用を推進するため、地方公共団体におけるこれらの取り組みを実施する際に参考となるガイドラインをとりまとめているところである。

(2) 新エネルギー対策（自然エネルギー活用）

平面的に広がる下水処理場の空間を利用し、また、立地条件を活かして、自然エネルギーを活用した太陽光発電や風力発電を実施している場合がある。また、下水処理水を河川等に放流する際の落差を利用し、小水力発電を実施している場合も

ある。

(3) 省エネルギー対策

老朽化施設の改築に合わせた省エネルギー型設備への転換や処理プロセスの見直しによる省エネルギー対策が行われている。設備の更新を伴う省エネルギー対策では、インバータ制御やインレットベーンの導入等が主に実施されている。また、運転管理に関する省エネルギー対策では、間欠運転や運転設定値の最適化等が主に実施されている。例えば、電気エネルギーを多く使用する反応タンクでの曝気については、散気装置の目を細かくすることにより消費電力を削減する取り組みが行われている。

また、下水処理場のみならず地域の省エネルギー化の取り組みとして、下水熱（大気と下水・処理水の温度差エネルギー）を活用した地域冷暖房も行われており、通常の大気と熱のやり取りをする冷暖房に比べて、大幅に省エネルギー化が図られる。例えば、幕張新都心ハイテク・ビジネス地区（千葉市）においては、千葉県印旛沼流域下水道の下水処理水を利用して地域冷暖房を行っている。

(4) その他の対策

単に下水汚泥を有効利用するだけでなく、地域のバイオマス（食品残渣、生ごみ等）を下水処理



写真 3 下水処理場上部の太陽光発電施設（東京都）

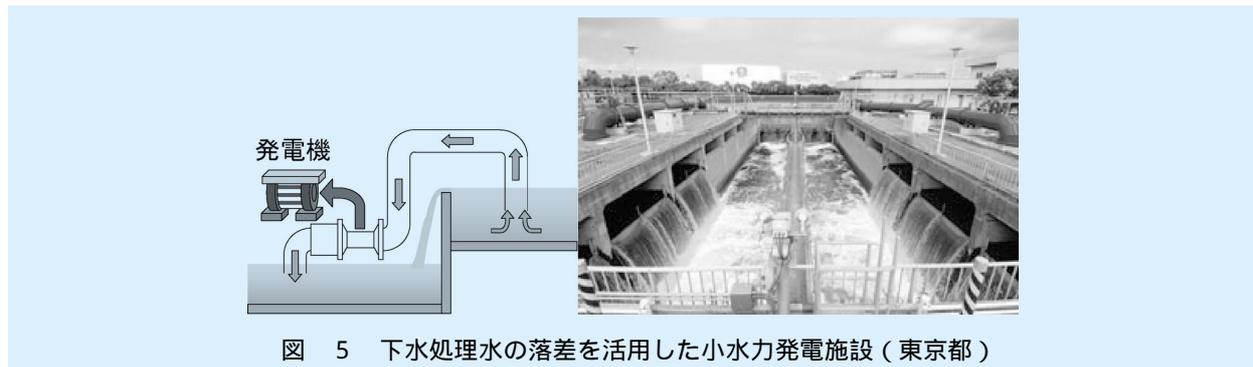


図 5 下水処理水の落差を活用した小水力発電施設（東京都）

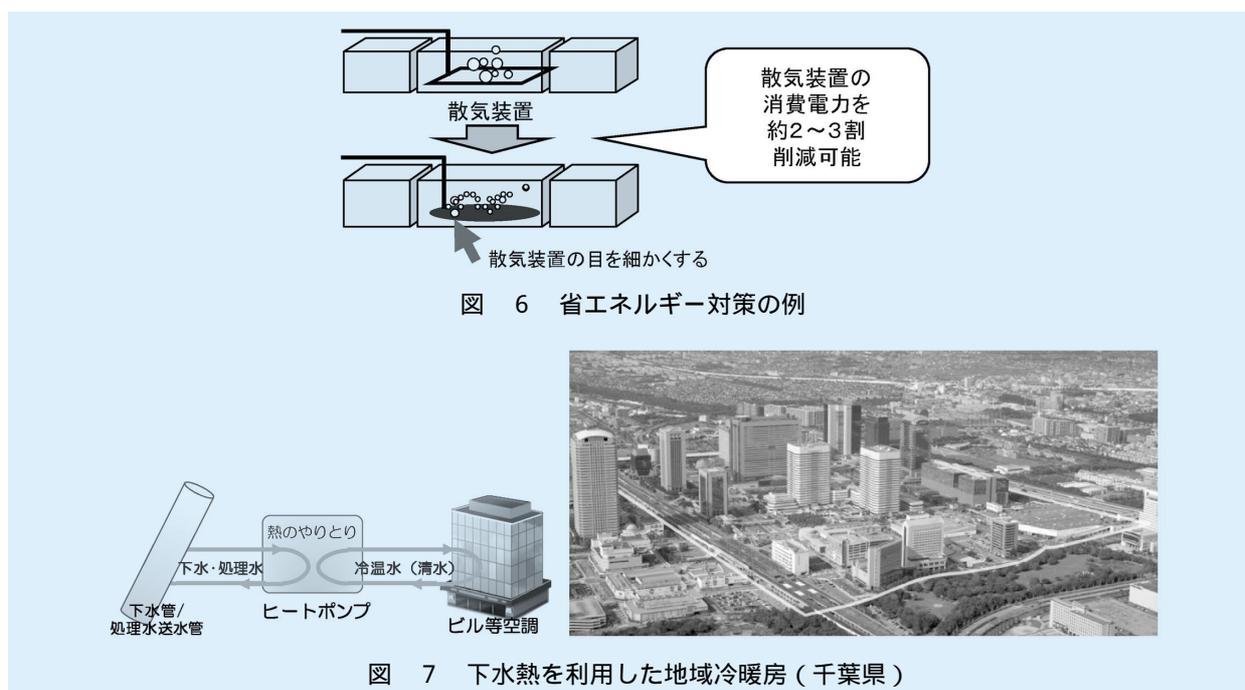


図 6 省エネルギー対策の例

図 7 下水熱を利用した地域冷暖房（千葉県）

場に集約し、下水汚泥と混合してバイオマス利用を進めることにより、下水処理場を地産地消型の再生可能エネルギー供給拠点とする取り組みも進められている。例えば、石川県珠洲市では、生ごみや浄化槽汚泥等を下水汚泥と混合してメタン発酵、コンポスト化し、バイオマス利用を進めている。

また、下水汚泥の焼却に伴う $N_2O$ 排出量の削減対策も行われている。下水を通常焼却（約800℃）した場合、温室効果ガスとして $CO_2$ だけでなく $N_2O$ が発生する。 $N_2O$ は $CO_2$ の約310倍の温室効果を有しており、その排出削減のため高温焼却（約850℃）を進めている。しかし、燃焼温度を高温化することにより $N_2O$ 排出量は大幅に削減できるが、補助燃料使用量が増大し $CO_2$ 排出量が増大することから、さらなる $N_2O$ ・ $CO_2$ 削減を実現する技術の開発が進められている。

#### 4

### 国土交通省における技術開発に対する支援・取り組み

新技術の開発・導入により事業の効率化を図るため、国土交通省では、新技術の開発・導入を推進している。新技術の開発・導入は、下水道管理者にとっては、処理水質の向上、建設コストの縮

減、省資源・省エネルギー化による維持管理コストの縮減、下水汚泥のエネルギー利用、施設のコンパクト化、下水道経営の改善等のメリットがある。民間企業等にとっても、新技術の導入が加速されることにより、新技術の開発～導入～費用回収といった、新技術開発の循環が確保されるとともに、企業の技術力・競争力の強化も図られる。さらに、新技術の導入は、低炭素社会・循環型社会の実現にもつながるものである。

技術開発に対する支援としては、地方公共団体が実施する新技術の導入に要する負担の軽減策を講じている。

さらに、地方公共団体に対する支援に加えて、国自らも技術開発を行っており、2009年度には膜処理技術の下水処理への適用性を実証している。

今後、わが国の下水道技術を活用した水ビジネスの国際展開を支援していくためにも、新技術の開発や導入促進を強力に推進することとしている。

#### (1) 地方公共団体における新技術の導入に対する支援制度

地方公共団体における新技術の導入を推進するため、新技術の導入等に対して、財政面からの支援制度を設けている。

新世代下水道支援事業制度（機能高度化下水

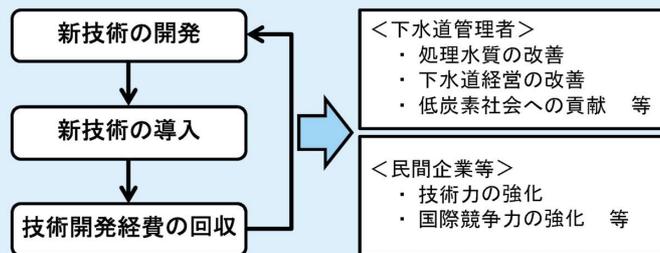


図 8 技術開発の循環と効果

道・新技術活用型)では、地方公共団体が新技術を用いたパイロットプラントを設置する場合、設置費用の1/2を支援しており、2009年度までに22事業を採択している。

また、2010年度に創設された社会資本整備総合交付金の効果促進事業においても、同様に実証研究に要する費用の1/2を支援している。

(2) 日本版次世代MBR技術展開プロジェクト (A JUMP)

地方公共団体が実施する実証研究等の技術開発や新技術導入に対する支援に加えて、国自らが行う実証事業もある。

わが国企業が世界屈指のノウハウを有しており、また、下水道施設の効率的な機能高度化にも活用できると期待される膜処理技術のうち膜分離活性汚泥法(MBR: Membrane Bioreactor)に

ついて、国内での本格的な普及促進や海外展開を図るため、必要な知見・ノウハウの蓄積を目的としてA JUMPを立ち上げた。その一環として、2009年度に実証事業(事業費:約8億円)を行い、中大規模下水処理場の改築、あるいは、サテライト下水処理場におけるMBRの適用性を検証した。

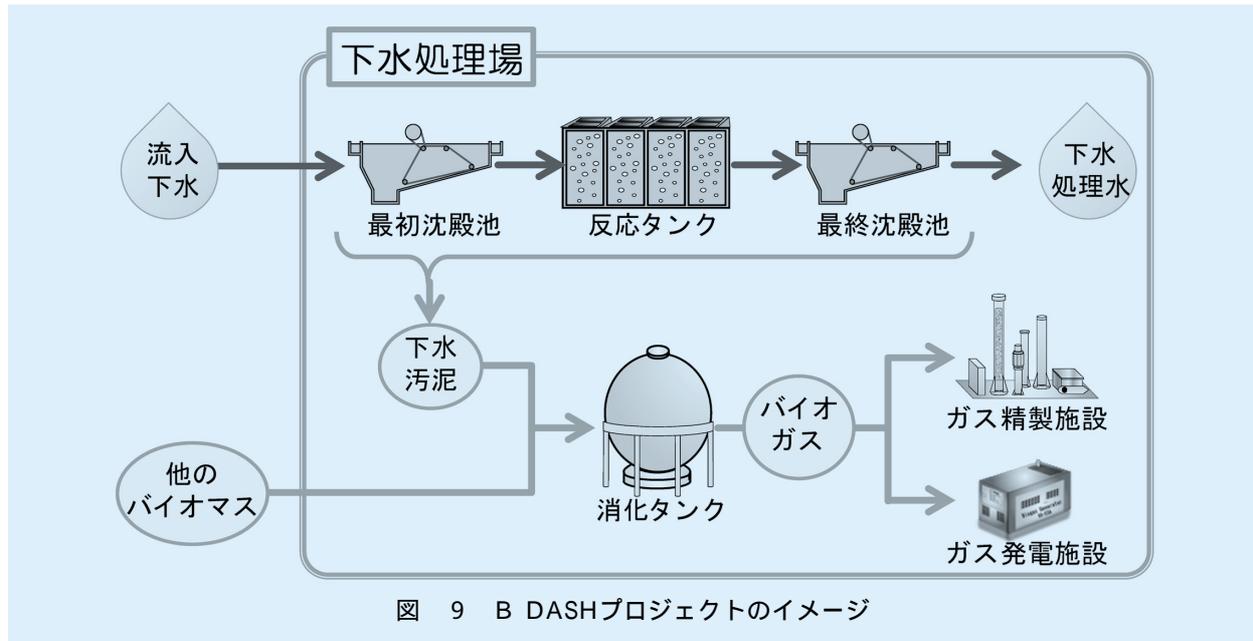
現在も実証事業者と実証フィールドである地方公共団体により共同研究を継続しており、運転管理の効率化や省エネルギー化等の検討が進められている。

実証事業の成果や共同研究の成果、その他の最新の知見を踏まえ、「下水道への膜処理技術導入のためのガイドライン」を改訂する予定である。

(3) 下水道革新的技術実証事業(B DASHプロジェクト)

表 1 A JUMP実証施設の概要

	改築MBR実証事業	サテライトMBR実証事業
実証事業者	クボタ環境サービス株式会社	メタウォーター株式会社
実証フィールド	名古屋市・守山水処理センター	愛知県・見合ポンプ場(碧南市)
施設規模	4,000~5,000m <sup>3</sup> /日	80~120m <sup>3</sup> /日×3系列
膜分離方式	浸漬型(一体型)	槽外型
概要		



新成長戦略等を踏まえて、下水処理やバイオマスである下水汚泥のエネルギー利用の効率化により、温室効果ガス排出量および建設コストの大幅な削減を実現する革新的技術の実証事業について、2011年度予算として要求している（概算決定額：約24億円）。本事業では、国が主体となって、実規模レベルのプラントを設置して、技術的な検証を行い、ガイドラインをとりまとめ、全国の下水処理場への導入を促進するものである。また、水ビジネスの海外展開を支援するため、実証された技術は国際的な基準づくりに反映させるとともに、実証プラントは海外からの視察団に対するトップセールスにおいても活用することとしている。

## 5

### 下水道における環境・エネルギー技術の国際展開

#### (1) 要素技術のシステム・インテグレートと知財戦略

世界の水ビジネス市場は、経済産業省等の試算によれば、下水道分野だけでも2025年には35.5兆円（このほかに再利用水分野で2.1兆円）となり、2007年比で2倍以上になると予測されているが、海外では、欧米の水メジャーが先行しており、日本企業の海外市場参入のためには政府一丸

となった取り組みが求められる。

海外展開も視野に入れて技術開発を進めるためには、要素技術の開発のみならず、要素技術をシステム化（素材～管理技術）し、世界基準化・オープン/クローズ等の知的財産戦略までも考慮して、戦略を構築する必要がある。

国土交通省では、新技術の導入に慎重な地方公共団体に対しては、モデルプロジェクトの成果を踏まえたガイドライン等の作成に加えて、国内技術基準やJIS化等を検討することにより普及を促進していきたいと考えている。

海外市場向けには、プロジェクト案件の形成、各国への普及促進とISO等の世界基準化等により、日本の技術システムの国際競争力強化を図っていききたいと考えている。海外市場での日本の技術基準の浸透を図るためには、海外市場のニーズを把握するとともに、国際標準化等の知財戦略を踏まえて、技術をシステムで売り込むことが必要である。

なお、知的財産戦略本部による知的財産推進計画2010で、水分野は、今後、世界的な成長が期待され、日本が優れた技術を有する産業分野「国際標準化特定戦略分野」の7分野の一つとして位置付けられている。現在、厚生労働省等とともに、「水分野国際標準化戦略検討委員会」を設置し、水分野の国際標準化戦略を検討しているところで

表 2 世界水ビジネス市場の分野別成長見通し

：成長ゾーン (市場成長率2倍以上)		：ボリュームゾーン (市場規模10兆円以上)		：成長・ボリュームゾーン	
(上段：2025年...合計87兆円，下段：2007年...合計36兆円)					
	素材・部材供給 コンサル・建設・設計	管理・運営サービス	合計		
上水	19.0兆円 (6.6兆円)	19.8兆円 (10.6兆円)	38.8兆円 (17.2兆円)		
海水淡水化	1.0兆円 (0.5兆円)	3.4兆円 (0.7兆円)	4.4兆円 (1.2兆円)		
工業用水・ 工業下水	5.3兆円 (2.2兆円)	0.4兆円 (0.2兆円)	5.7兆円 (2.4兆円)		
再利用水	2.1兆円 (0.1兆円)		2.1兆円 (0.1兆円)		
下水(処理)	21.1兆円 (7.5兆円)	14.4兆円 (7.8兆円)	35.5兆円 (15.3兆円)		
合計	48.5兆円 (16.9兆円)	38.0兆円 (19.3兆円)	86.5兆円 (36.2兆円)		

(出典：Global Water Market 2008および経済産業省試算)

(注)1ドル=100円換算

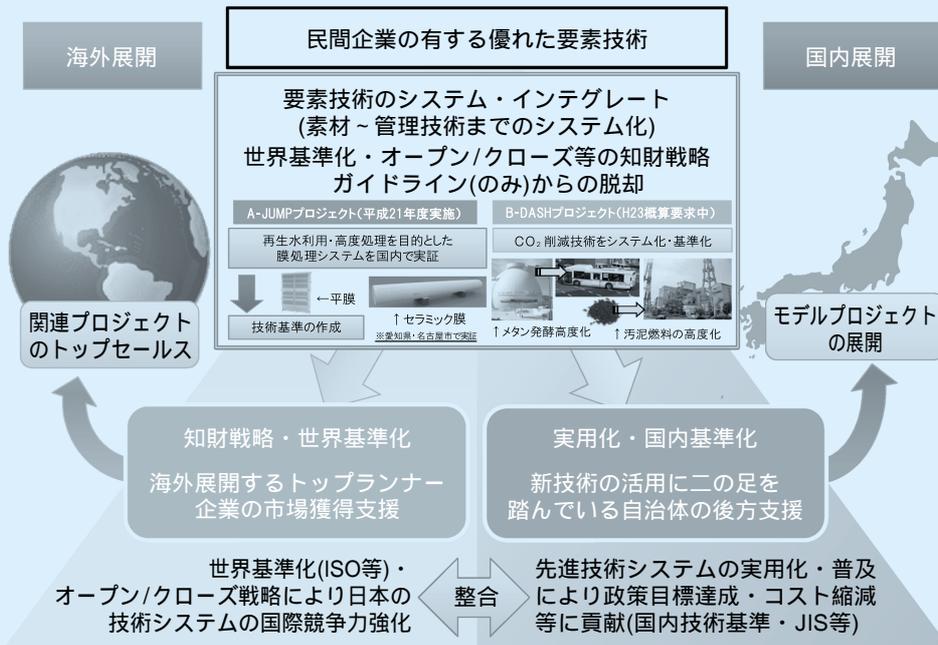


図 10 技術システム化・知財マネジメント・情報発信による展開戦略

ある。

また、2010年度予算として、民間企業が実証的な技術開発やその国内外への発信を行う場としての機能を有する日本版ハブについての予算要求を行っている(概算決定額：約7,900万円)。

- (2) 水分野における国際規格の動向(ISO規格)  
水分野に関する国際規格がISO専門委員会

(TC)において検討されている。

例えば、ISO/PC253「灌漑のための処理廃水再利用」は、イスラエルの提案により2010年、PC(プロジェクト委員会)として発足し、規格/ガイドライン「灌漑における処理水の活用」を策定中である。現段階では、さまざまな利用用途のための処理水の水質基準や再生水の活用に当たって



表 3 水分野の国際規格に関する主なISO専門委員会（TC）

TC	名称	策定済みの国際規格
TC138	流体輸送用プラスチック管、継手及びバルブ類（老朽管の改築等）	ISO4435 ISO10467 ISO8773 他 計26規格
TC224	飲料水及び下水サービスに関する活動 - サービス品質基準及び業務指標	ISO24510 ISO24511 ISO24512
TC253	灌漑のための処理廃水再利用	なし
TC255	バイオガス	なし（中国が幹事国として名乗り）
TC251	（すべてのインフラに適用できる）アセットマネジメントの規格	

人の健康・環境への影響等を予防または最小化するため取るべき手順を国際規格の主な項目事項としている。

6

**おわりに**

国土交通省では、わが国が優位性を有する下水道の環境・エネルギー技術について、地方公共団体における事業の効率化を図るとともに、民間企

業における技術開発の循環を加速して競争力の強化を図り、ひいては、元気な日本の復活、地球温暖化の防止に貢献していくことを念頭に置いて、新技術の開発・導入を推進している。

従来は、地方公共団体における取り組みに対する支援策が主体であったが、今後は国土交通省が

主体となった技術開発・実証研究を強化し、水ビジネスの国際展開を積極的に支援していく必要があると考えている。また、技術の普及のためには、成果をガイドライン化するだけでなく、規格化等の知財戦略も併せて検討を行うことを考えている。

地方公共団体においても、コスト縮減の観点のみならず、公共用水域の水質保全や温室効果ガス排出量の削減、民間先端技術の競争力強化等の観点からも、新技術の導入検討が行われることを期待したい。