
下水道資源有効利用に関する提言

平成 23 年 8 月 25 日

官民連携による下水道資源有効利用促進制度検討委員会

はじめに

下水バイオマスは我が国バイオマス発生量の約3割を占める約7,500万トン、下水熱は、例えば東京都区部の未利用エネルギーの約4割を占めるとの試算である。これらの資源は、固形燃料化・バイオガス化によるエネルギー利用、下水熱の地域冷暖房利用等を通じ、省エネルギー・温室効果ガス削減の面で多大な貢献ポテンシャルを有しており、今後、これらの果たすべき役割はより一層大きくなるものと考えられる。

一方、自治体の財政状況が厳しい中、官民連携による資源有効利用の更なる推進が期待されるが、民間事業者からは、高コスト構造等により事業採算性が確保されにくいとの指摘も受けており、今後、国において、革新的技術開発、低コストの事業モデルの構築等、民間事業者の視点を踏まえた有効な施策の実現化が求められる。

そういった中、本委員会は、有識者、自治体（下水道管理者）、民間事業者、関係省庁が一同に介し、民間事業者、自治体のヒアリング結果等を踏まえ、特に、省エネルギー・温室効果ガス削減面で重要な役割を果たしうる下水汚泥固形燃料、下水バイオガス、下水熱の三分野において有効と考えられるPPP（Public Private Partnership）による資源有効利用推進施策について議論を行ってきた。本日、これらの成果を下記の提言としてとりまとめたところである。

- 1 下水汚泥固形燃料利用推進に向けた環境整備について
 - 提言1 下水汚泥固形燃料のJIS化による固形燃料市場の活性化
 - 提言2 革新的固形燃料化技術実証事業によるコスト低減、改築推進

- 2 下水バイオガス利用推進に向けた環境整備について
 - 提言3 革新的バイオガス増量技術実証事業等による混合消化の推進
 - 提言4 都市ガスとの混焼等による省エネ発電の推進
 - 提言5 下水処理場の地産地消エネルギー供給拠点化の推進
 - 提言6 下水バイオガス等による地域エネルギー施策への貢献の推進

- 3 下水熱利用推進に向けた環境整備について
 - 提言7 サテライト処理等下水道事業と民間の熱利用事業とのパッケージ化の推進
 - 提言8 下水管ネットワークの民間事業者による低コスト有効利用の推進
 - 提言9 運用ガイドラインによる下水処理水熱の利用手続き明確化・簡素化

平成23年8月25日

官民連携による下水道資源有効利用促進制度検討委員会

その際、規格原案の作成にあたっては、既存の廃棄物固形燃料（RDF）¹の TS²（Z0011）、廃棄物由来の紙、プラスチックなどの固形燃料（RPF）³の JIS（Z7311）の規格項目を踏まえ、「適用範囲」、「種類」、「品質」、「原料」、「試験方法」、「試験報告」、「表示」等に区分するとともに、民間の技術開発動向との整合性の確保の観点から、区分毎にプラントメーカー等へのヒアリングや実績等を踏まえ、検討を進めるべきである。

JIS 化が実現した場合には、自治体の非廃棄物該当性の判断に当たっての勘案事項と位置づけられるよう、国土交通省は関係省庁との調整に取り組むとともに、将来的な固形燃料化事業の国際展開の観点から、国際標準化（ISO 化）についても視野に入れるべきである。

また、今回、発電事業者等の設備投資インセンティブとして税制特例が創設されたところであるが、これを機に、国土交通省は、例えば、製鉄所への燃料供給、製鉄所の排熱利用等、双方にメリットのある事例の周知等による幅広いユーザーの確保に努めるべきである。さらに、今後、電気事業者による再生可能エネルギー電気の全量固定価格買取制度が実現され、買取りの対象となると事業者の収入の安定化が期待されることである。

提言 2 革新的固形燃料化技術実証事業によるコスト低減、改築推進

本委員会において、下水汚泥固形燃料化事業に係る PFI 事業形態について試算を行ったところ、イニシャルコスト・ランニングコストがともに高額であり、固形燃料の販売収入によるコスト回収は混合型（維持管理について独立採算）においても困難であり、サービス購入型が現実的ではないかとの結果であった。

一方で、自治体からは、下水汚泥は下水道法上適切に処理されなければならないが、仮にサービス購入型であったとしても、固形燃料化施設が、焼却炉に比べ、コスト面においてメリットが大きければ焼却炉更新の際に、固形燃料化施設を選択するとの指摘があった。

今回の試算ベースでは、一定規模以上の下水処理場においては、焼却炉導入よりもコストが低減できるとの結果が出されており、国の技術実証事業等による焼却炉方式に対するコスト面の有利性の明確化、自治体への周知が求められる。例えば、革新的な炭化・乾燥技術等が開発されれば、大幅なエネルギー消費量・建設コストの縮減が期待される。今後、国土交通省は、民間事業者・自治体と連携して、低コストの炭化・乾燥技術開発等に資する革新的技術実証事業の実施、固形燃料化推進ガイドラインの

1 RDF : Refuse Derived Fuel（廃棄物からできた燃料）の略称。

2 TS : 標準仕様書 (TS) とは、日本工業標準調査会の審議において、市場適合性が確認できない、又は技術的に開発途上にあるなど、JIS 制定へのコンセンサスが得られなかったが、将来 JIS 制定の可能性があると判断され、公表される標準文書。

3 RPF : Refuse Paper & Plastic Fuel の略称で、古紙及びプラスチックを原料とした高カロリーの固形燃料のこと。

策定・全国的普及に取り組むべきである。

<炭化汚泥>



【炭化】

○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ことで炭化

○発熱量：約3,000kcal/kg-DS (約13MJ/kg-DS)

<油温減圧乾燥装置>



【油温減圧乾燥】

○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乾燥。得られる汚泥燃料は油を約30%含む。

○発熱量：約5,000kcal/kg-DS (約21MJ/kg-DS)

【造粒乾燥】

○脱水汚泥を造粒装置で5mm程度の粒状に整形し、熱を加えて乾燥

○発熱量：約3,800kcal/kg-DS
(約16MJ/kg-DS)

(cf) 石炭(一般炭)の発熱量
約6,200kcal/kg-dry
(25.7MJ/kg-dry)

2 下水バイオガス利用推進に向けた環境整備について

下水バイオガス利用事業は省エネルギー・温室効果ガス削減に寄与する事業であり、コージェネレーション、ボイラによるオンサイト利用のほか、余剰ガスの精製により、天然ガス自動車の燃料や都市ガス導管への注入による外部供給も可能であり、現在、神戸市において技術的検証のため都市ガス導管注入について実証事業が行われている。

エネルギー供給構造高度化法においては、平成27年に、一般ガス事業者等の供給区域内等で下水処理場等から発生する余剰バイオガス推定量（適正コストで調達できるもの）の約8割以上を利用することが掲げられているが、その一方で、下水処理場で発生するバイオガスの約3割が未利用（単純燃焼）の状況である。

そういった中、民間事業者等からは、バイオガス発生量増、都市ガスとの混焼による発電効率の向上等を通じた事業採算性が高いオンサイト利用の推進、事業実施地域の拡充による下水処理場の地産地消エネルギー拠点化の推進等の指摘を受けている。

これらを踏まえ、以下の4施策を提言する。



図 神戸市によるバイオガス利活用事例

提言3 革新的バイオガス増量技術実証事業等による混合消化の推進

本委員会において、バイオガス利用事業に係る PFI 事業形態について試算したところ、消化ガス発電の場合には、一定の規模以上の場合には独立採算型・混合型、いずれも、発電売買収入によりコスト回収し得るとの結果であり、今後、地域バイオマス利用の多様化による収入増、事業採算性の向上が期待される。その一方で、他バイオマス受入れに伴い、消化汚泥の窒素・リン等の組成濃度の変動が生じうるが、これらにより、返流水が水処理過程に与える影響はどうか、また、夾雑物等消化に不適なもの混入により、消化槽の管理に与える影響はどうか（攪拌・混合不足に

よる堆積や閉塞等) についての知見も求められる。

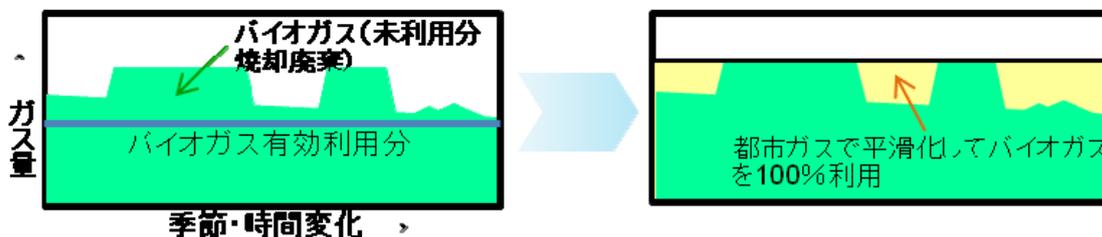
今年度、国土交通省では下水道革新的技術実証事業 (B-DASH プロジェクト) により、地域バイオマスを受け入れて混合消化するに当たり、混合比率やバイオマス種類等をパラメータとして条件を変化させ、混合消化反応への影響を分析し、下水道に好適な地域バイオマスを活用したバイオガス増量技術 (創エネ技術) について神戸市において実証を行うこととしている。今後、早期実用化に向け、推進ガイドラインの作成・全国的普及に取り組むべきである。

また、自治体からは、混合消化における他バイオマスは、いわば副資材的機能を有しており、今後全国的に推進させるためには、その特性に着目したメリットが付与されて然るべきではないかとの指摘があった。国土交通省は、当該ガイドライン策定に際しては、自治体の運用状況の把握の上で、関係省庁との調整のもと、手続きの円滑化等混合消化の推進方策について検討すべきである。

提言4 都市ガスとの混焼等による省エネ発電の推進

東日本大震災以降、下水処理場における自家発電の必要性は高まっているが、下水バイオガスはその発生量・熱量の変動性から、十分な有効活用が困難であるとの指摘を受けている。この場合、下水バイオガスと安定している都市ガスとを混合・燃焼 (混焼) させることにより、下水バイオガスの100%利用が可能となり、供給エネルギーの安定化、更なる省エネルギー・温室効果ガス削減効果が発現され、事業採算性向上にも寄与するものである。今後、国土交通省は、この点に留意して、推進ガイドラインの作成により、コージェネレーション等のオンサイト利用の全国的普及に取り組むべきである。

また、今年度、国土交通省ではB-DASHプロジェクトにより、大阪市において、プラント主要機器の電力需要を平準化する電力デマンド制御技術と、都市ガスとの併用による発電効率の高い燃料電池発電技術とを組み合わせることによる省エネ発電システムの実証に取り組むこととしているが、今後、早期の実用化に向け、推進ガイドラインの作成・全国的普及に取り組むべきである。



提言5 下水処理場の地産地消エネルギー供給拠点化の推進

下水処理場の地産地消エネルギー供給拠点化に当たっては、消化槽が設置されていない下水処理場がバイオガス利用対象とならない点がネックであると指摘されている。そういった中、今回の神戸市のB-DASHプロジェクトにおいては、消化槽、精製

装置の低コスト建設・維持管理技術の実証が行われているほか、消化槽が設置されなくても、東京都のようにガス化炉で熱分解・発生したガスを利用する技術も導入されている。国土交通省としては、これらの技術を盛り込んだ推進ガイドライン策定等により、現在、消化槽が設置されていない下水処理場への普及に取り組むべきである。

また、準工業地域に立地する下水処理場は全国に約 250 あるが、準工業地域における可燃性ガスの製造は建築基準法で規制されている。これらについては、昨年度に内閣府の行政刷新会議で議論され「下水処理場を所有する地方公共団体の公共性の高さ及び省エネ・省 CO2 化に資する政策的課題の実現の観点から、製造工程が消化ガスに含まれる不純物除去等であり、高度な製造技術を要しない下水処理場等での発生バイオガスについて、建築基準法施行令の適用除外・技術的指針の明示等により、立地を容易にする方向で検討し、結論を得た上で、速やかに措置する。」との方針が本年 4 月に閣議決定されたところである。国土交通省は、バイオガス利用事業に係る関係法律が多岐にわたること等を踏まえ、今後、関係省庁と連携して、事業実現に向けた有効な対応方策について検討すべきである。

提言 6 下水バイオガス等による地域エネルギー施策への貢献の推進

今後、自治体による下水バイオガスの地域エネルギー施策への貢献を支援する観点からは、

- ・ 下水処理施設内における下水熱・焼却廃熱、太陽熱等の多様なエネルギー有効活用
- ・ 近接した下水処理施設・清掃工場施設間のエネルギーの面的利用
- ・ 下水処理施設とバスターミナル等の交通施設の併設によるバイオガス供給、低コスト精製による地場産業へのバイオガス供給

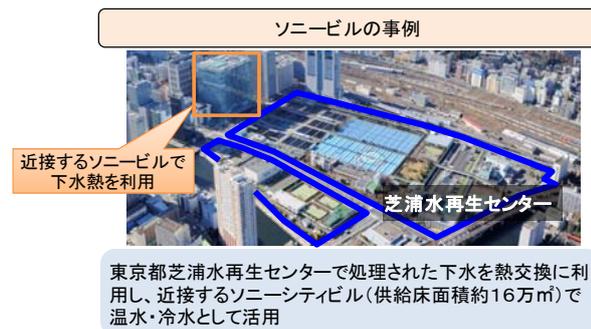
等の多様な貢献モデル等を盛り込んだ推進ガイドラインの作成・全国的普及が有効と考えられる。今後、国土交通省は、関係省庁、都市ガス事業者等との連携のもと、これらに取り組むべきである。

さらに、余剰発電電力の外部への売電も、地域エネルギー施策への貢献に当たっては有効と考えられるが、今後、電気事業者による再生可能エネルギー電気の全量固定価格買取制度が実現され、バイオガスからの発電電力が買取り対象となると、本事業への投資インセンティブが高まることが期待される。

3 下水熱利用推進に向けた環境整備について

下水熱等未利用エネルギーについては、これまで、我が国の民生部門におけるエネルギー対策の推進の観点から、その活用の必要性等が指摘されてきたところであり、先般5月の「夏期の電力需給対策について」においては、電力需要抑制等の推進の観点から、その導入拡大のための推進方策等について検討を行う旨指摘された。これらを受け、7月、経済産業省の「まちづくりと一体となった熱エネルギーの有効利用に関する研究会」（以下「研究会」とする。）において、まちづくりと一体となった下水熱等の未利用エネルギーの有効活用に向けた施策提言等がなされた。

そういった中、下水熱利用事業は、全国3箇所の地域冷暖房事業、ソニー本社ビル等の実績があげられる一方で、民間事業者からは、「供給地域が下水処理場周辺に限られる」との指摘も受けており、例えば、下水道事業で整備した下水再生水管路の熱利用、下水管等既存インフラネットワークの民間事業者による有効活用が考えられる。



また、民間事業者からは、下水熱利用に係る事前協議や手続きに時間を要する等の指摘を受けているが、これらについては昨年度に内閣府の行政刷新会議で議論され、「下水熱を利用した熱供給を行う際に必要となる手続きやルールを明確化・簡素化する。」との方針が本年4月に閣議決定されたところであり、今後はこれらの対応も求められる。

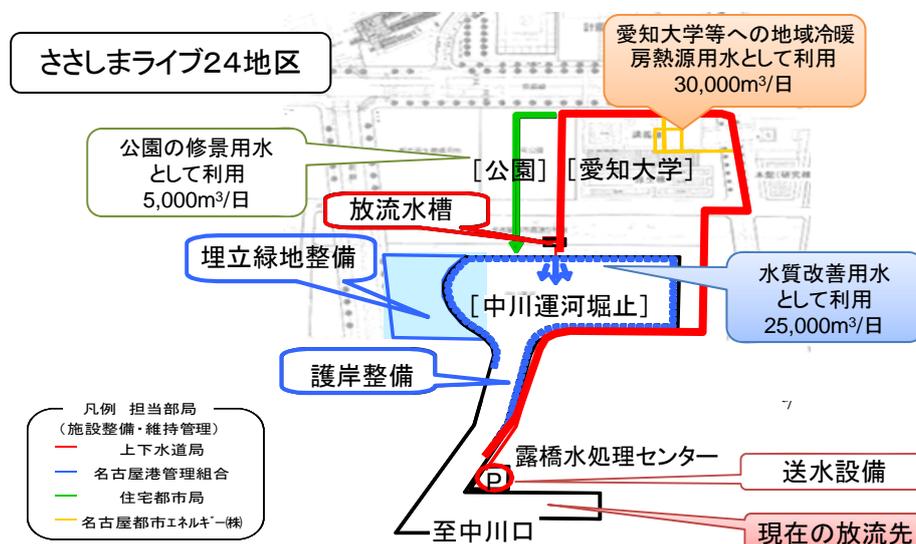
これらを踏まえ、以下の3施策を提言する。

提言7 サテライト処理等下水道事業と民間の熱利用事業とのパッケージ化の推進

名古屋のささしまライブ24地区の事業計画は、下水処理場において高度処理した再生水を運河の水質改善用水・公園の修景用水に加え、民間事業者による熱利用にも活用する事業内容であるが、下水再生水による潤いのある低炭素まちづくりへの貢献という点では画期的な事業である。この事業方式によると、民間事業者にも、熱導管整備に直接的な投資をせずに、下水処理場から離れていても熱利用できるというメリットが生ずるものである。

これらのパッケージ化に、浸水対策機能、災害時水源機能も付加すれば、災害に強いまちづくりと併せた熱利用機会創出にもつながり、経済産業省の研究会においても、「例えば横浜エリアにおいて、下水道施設からの再生水を活用した河川の水質浄化や治水対策、災害時の水源確保等を行うこととあわせて、再生水を活用した熱利用の可能性について国のFSにおいて検討すべき」との提言がなされた。今後、国土交通省は、横浜市の協力のもと、下水道管理面の技術的課題、公共事業と民間事業の負担のあり方等について、FSによる検討を進め、推進ガイドラインの策定・全国的普及に取り組むべきである。

さらに、今後、国土交通省は、下水処理場が近接していない再生水需要密集地域における低炭素まちづくり推進の観点等から、サテライト処理⁴に適用可能な技術の動向、PPPのあり方の検討等も踏まえ、事業実施可能性の調査に取り組むべきである。



提言8 下水管ネットワークの民間事業者による低コスト有効利用の推進

これまで、民間事業者が下水管の下水を熱利用のために取水することは法律上規制されていたが、今回、国際競争力強化の観点から、都市再生特別措置法の改正（平成23年4月公布）により、特定都市再生緊急整備地域（以下「特定地域」という。）における省エネルギー性能の高い建築物への熱利用について規制を緩和した。

その一方で、今後、下水管の下水熱利用を進めるためには、民間事業者の投資意欲の向上が不可欠であり、経済産業省の研究会においても、下水幹線を単なる熱源としての利用にとどまらず、冷熱・温熱を融通するための第二のインフラとして活用する研究が紹介されており、これらにおける活用も含め、下水管に直接熱交換器を設置する方法等の低コストの管路内外における熱交換・熱融通技術の開発、下水管の改築事業と熱交換器設置とのパッケージ化の事業モデルの開発等について、官民連携による

⁴サテライト処理：下水処理場に至る前の下水道から下水を取り込む水処理施設を設置し、再生水として利用できるよう処理すること。

検証を進めるべきとの提言がなされた。

これらの技術開発等のためには、熱利用による温度上昇・下降に伴う下水処理施設の微生物への影響分析、下水の適切な流下の確保等下水道管理面の課題が想定され、今後、国土交通省は、これらの技術開発の協力自治体である大阪市の協力のもと、官民連携により、FSによる検討を進め、推進ガイドラインの策定・全国的普及に取り組むとともに、特定地域に限らず様々な地域において下水管ネットワークを開放する観点からの法制度の見直しについても検討すべきである。

また、今回の下水管からの下水取水の規制緩和は熱利用に限定しているが、例えば、オーストラリアにおいては、民間事業者が下水管から取水した下水を再生処理化し、トイレ用水等を供給している事例があり、コスト削減、ビルの付加価値向上によるテナント料の向上が図られている。国土交通省は、今後、こうした民間のノウハウを活用した下水の有効活用について、利用可能性の調査、その結果を踏まえた対応方策の検討に取り組むべきである。



さらに、経済産業省との研究会においては、送泥管ネットワークを活用した熱利用の可能性について検討すべきとの提言がなされたところである。送泥管の熱利用は全国的に実績がなく、そもそも安定的な熱供給が可能なのか、下水管と異なり圧送方式であり、安定した送泥の確保が図られるのか等の課題が想定されるが、大都市地域における送泥管ネットワークの有効活用の観点から、今後、国土交通省において、自治体のデータ提供等の協力のもと、利用可能性の調査に取り組むべきである。



図 送泥管ネットワーク

提言9 運用ガイドラインによる下水処理水熱の利用手続き明確化・簡素化

現行の下水道法に基づく標準条例においては、民間事業者が下水処理水熱利用のための取水設備等を設置するための手続きが規定されていない。今後、国土交通省は、標準条例の策定により、下水処理水熱利用に係る申請手続き（使用期間、取水量等）、設備構造の基準等の明確化を図るとともに、運用ガイドラインの策定により、利用者選定、利用料、温度変化値設定等の基本的考え方を示すべきであり、経済産業省の研究会においてもその旨提言がなされた。

これらの策定に当たっては、以下の点が反映されるよう、留意すべきである。

①利用者選定関係

下水処理水熱は一度利用されると温度差エネルギーが失われることから、利用者選定に当たっては、公平性・透明性の高さが求められる。この観点から、利用者は、熱供給事業法に基づく事業、都市計画事業等公益性が高い事業主体であることが優先されるべきであるが、これらに該当しない場合においても、情報公開による利用内容の提示・公募、競合した場合における流量調整ルールの策定、省エネルギー・温室効果ガス削減効果・価格による入札の実施等により、手続きの公平性・透明性の確保に努めるべきである。入札においては、民間事業者の利用提案とセットで実施することも有効と考えられる。

②利用料関係

熱源供給契約に基づく利用料については、下水道管理者が、民間事業による省エネルギー・温室効果ガス削減効果・下水道施策の啓発効果等の公益性も踏まえた減額要因も加味した総合的経営判断のもと、当事者間の協議の上決定される点に留意すべきである。

③温度変化値関係

下水処理水熱利用に伴う温度変化による放流先の生態系等への影響については、下水処理水を返す地点ではなく、河川等への放流地点での温度に基づいて検討されるものであり、利用可能温度もケースバイケースである。例えば、冬期の場合には、下水の水温が大気や河川に比べ高温になるので、生態系への影響をかんがみると、むしろ温熱利用を進めた方が適当である。下水道管理者は、許容温度変化値の設定に当たっては、放流地点、季節区分等に十分に留意して、民間事業者と柔軟に調整すべきであるとともに、担当部局との連絡・調整を通じた手続きの円滑化・簡素化による民間事業者の負担軽減にも配慮すべきである。

終わりに

現在、我が国のエネルギー政策について活発な議論が行われているが、そういった中、本委員会は、下水道資源による省エネルギー・温室効果ガス削減への貢献施策について、有識者、先進自治体、民間事業者、関係省庁が一同に介し、議論を行い、本日、これらの成果として提言をとりまとめたものである。

国土交通省等関係省庁は、この意義を重く受け止め、被災地域の復旧・復興も念頭に、早速、所要の予算制度・法令制度の見直し、技術検証等に取り組み、今回の提言を実効性の高い施策にむすびつけていただきたい。

また、試算結果の通り、規模が小さい処理場においてはスケールメリットが働きにくく、事業採算性が成立しにくいことから、今後、このような地域にも PPP による下水道資源有効利用が進むよう、国土交通省をはじめ、関係省庁は、環境貢献へのインセンティブ等の制度面、技術開発面における支援の充実強化に取り組むべきである。

なお、今後、下水道資源有効利用施策を検討するに当たり大きな前提となる国のエネルギー施策が見直され、新たな観点により資源有効利用施策を検討する必要性が生じた場合等においては、適宜、本委員会を開催されるよう要望する。

最後になったが、ヒアリングや資料の提出にご協力いただいた、民間事業者、下水道管理者の方々に対して、厚く御礼申し上げます。

<官民連携による下水道資源有効利用促進制度検討委員会 委員・オブザーバー名簿>

○委員

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
安登 利幸 亜細亜大学大学院アジア・国際経営戦略研究科 教授
小幡 純子 上智大学法科大学院 院長
齋藤 利晃 日本大学理工学部土木工学科 教授
田中 宏明 京都大学大学院工学研究科附属流域圏総合環境質研究センター 教授
黒住 光浩* 東京都下水道局計画調整部 部長
渡邊 聡 横浜市環境創造局施設管理部 部長
城居 宏 大阪市建設局 水環境担当部長
畑 恵介* 神戸市建設局下水道河川部 部長
小崎 敏弘 黒部市上下水道部 部長
池島 賢治 一般社団法人日本ガス協会 常務理事
小林 一朗 一般社団法人日本下水道施設業協会 専務理事
長谷川 実 一般社団法人日本熱供給事業協会 政策・企画部会長
武井 宏行 財団法人ヒートポンプ・蓄熱センター未利用エネルギー活用研究会

*) 平成 23 年 8 月 25 日現在の委員。異動により途中交代。

注：敬称略

○オブザーバー

安永 崇伸 経済産業省資源エネルギー庁
省エネルギー・新エネルギー部 制度審議室長
須山 照子 経済産業省資源エネルギー庁
電力・ガス事業部ガス市場整備課 課長補佐
梅島 秀樹 経済産業省資源エネルギー庁
電力・ガス事業部ガス市場整備課 課長補佐
山崎 秀明 経済産業省資源エネルギー庁
電力・ガス事業部ガス市場整備課 課長補佐
潮崎 雄治 経済産業省資源エネルギー庁
省エネルギー・新エネルギー部省エネルギー対策課 課長補佐
辻本 顕 経済産業省資源エネルギー庁
省エネルギー・新エネルギー部制度審議室 係長
山王 勇幾 経済産業省資源エネルギー庁
省エネルギー・新エネルギー部新エネルギー対策課 係長
坂口 芳輝 環境省廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課 課長補佐
松田 和久 環境省廃棄物・リサイクル対策部浄化槽推進室 室長補佐

平沢 克俊 総務省自治財政局準公営企業室 課長補佐
寺島 英雄 東京都下水道局 計画調整部 カーボンマイナス推進担当課長
石黒 雅樹 東京都下水道局計画調整部計画課 基本計画主査
藤田 昭幸 一般社団法人日本ガス協会
エネルギーシステム部エネルギーシステム企画グループ
古谷 利夫 一般社団法人日本熱供給事業協会 調査企画部長
注：敬称略

○事務局

長田 朋二 国土交通省都市・地域整備局下水道部下水道企画課 課長
山本 博之 下水道部下水道企画課下水道管理指導室 室長
白崎 亮 下水道部下水道企画課 下水道国際・技術調整官
岩崎 宏和 下水道部下水道企画課 課長補佐
みずほ総合研究所株式会社
日本上下水道設計株式会社