

下水道ポテンシャルを活用した 都市エネルギーシステムの構築

コンサルタント 山田 心治

はじめに

本稿では、近年の都市再生を巡る動向を踏まえ、エネルギーシステムの再構築による「環境負荷低減」と「防災性向上」という2つの観点から、都市に存在する下水処理施設の有効活用可能性について論じる。

下水処理施設の保有する様々なポテンシャルを活用しながら、都市再生と連携したエネルギーシステム構築を推進することにより、低環境負荷かつ防災性の高い都市へ向けた方向性を提示することが、本稿の要諦である。

1.都市部に存在する下水処理施設への期待

(1)都市再生とエネルギーシステム

(地球温暖化・ヒートアイランド対策の喫緊性)

小泉政権下における都市再生推進政策以後、品川駅東口地区、六本木六丁目地区、汐留地区など、都内を中心に大規模な都市再開発が進んでいる。このような都市再生事業は、エネルギー大量消費による都市温暖化や、人工熱の排出・地表面改変等によるヒートアイランド現象を助長する可能性を有しているため、事業計画の段階から地球温暖化対策・ヒートアイランド対策を組み込むことが必要性が認識され始めている。

換言すれば、都市再生事業は、都市インフラを抜本的に変革する良い機会であり、エネルギー・環境負荷低減へ向けた取組を実践する又とないチャンスである。この点を鑑みて2004年12月には、都市再生本部において、第8次都市再生プロジェクトとして「都市再生事業を通じた地球温暖化対策・ヒートアイランド対策の展開」が決定され、都市再生緊急整備地域などを中心に、都市計画とエネルギー計画が一体化し、有機的連携した取組を図る方針が示されている。

(防災性向上への期待)

2006年8月14日に東京都を中心とする首都圏一体において発生した大規模停電により、139万世帯の住宅や鉄道などへの電力供給が途絶し¹、都市機能が一次麻痺する事件が起こった。この事件は、都市における安定したエネ

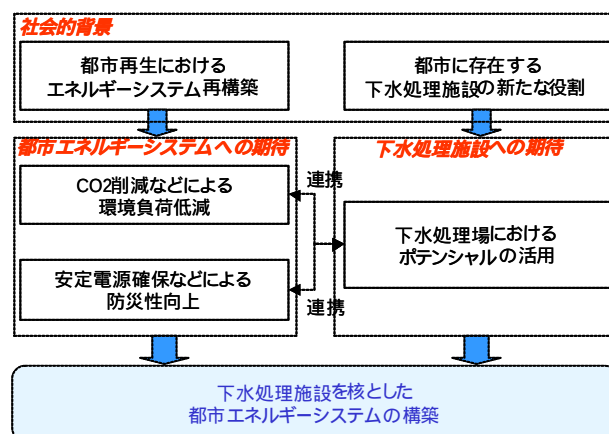
ルギー供給の重要性を改めて認識させることとなった。

特に、経済機能や業績機能が集積しているサイトにおいては、大規模震災やテロに対する懸念から防災性やセキュリティの問題がクローズアップされており、災害対応能力の高い都市への期待が高まっている。

現在、各企業において、災害時の被害を軽減することを目的とした業務継続計画（BCP=Business Continuity Plan）策定が進められているが、企業間連携によりこのような取組をさらに発展・拡大した地区レベルの活動計画DCP(District Continuity Plan)が注目を集めている。DCP策定することによって、地区内の事業者同士、あるいは公共と民間の間で協調的な対策を行うことで、地区全体の防災力・業務継続力を向上させることができ、結果として個々の企業におけるBCP策定のハードルを低下させることが可能となる。

(2)都市に存在する下水処理施設の新たな役割

下水道事業は、2004年時点の全国電力消費量の0.7%(約70億kWh)を占めており²、極めてエネルギー消費が多い事業である。その一方、下水処理施設は、下水処理水や下水汚泥、さらには処理場の施設空間など、様々なポテンシャルを有している。従って、下水処理施設における省エネルギー化への努力と同時に、下水処理施設を都市エネルギーシステムの中に組み込むことによって、都市のエネルギー・環境負荷低減並びに防災性の向上を図ることは、システムとして極めて合理的であるといえる。



図表1 都市再生における下水処理場への期待

¹ 国土交通省「大規模停電に対する国土交通省の対策」

² 国土交通省「下水道中期ビジョン～「資源のみち」実現へ向けた10年間の取り組み～」

2. 下水処理施設を核とした都市エネルギーシステム

(1) 期待される2つの役割

このような背景を踏まえ、都市部に存在する下水処理場を都市再生地区の中に抱合することによって、下水処理施設の様々なポテンシャルの活用を図ったエネルギーシステムを提案する。

提案に当たっては、電力・熱の供給を実施する「エネルギーセンター機能」、下水処理水及び様々な用途に適合した品質の下水再生水を供給する「水資源センター機能」を2つの大きな柱として、システムを具体化する。

(2) エネルギーセンター機能

(安定した電力供給の必要性)

下水処理施設は、その処理工程(特にエアレーション)において多大な電力を消費しており、それに伴うCO₂排出量は膨大なものとなっている。また、下水処理場は重要な都市インフラとして、災害時でも継続稼働することを求められている。近年、IT技術の駆使によるプラント高度運用化が急速に進んでいることなどを考えると、安定かつ信頼性の高い電力供給は必要不可欠である。

一方、都市再生地区においても、業務施設のインテリジェントビル化などの影響から、情報通信、照明等に必要とされる電力の消費量は増加傾向にあり、その重要性は増す一方である。特に、ディーリングルームを設置している金融系企業や情報通信インフラを敷設している情報通信企業にとって、電力供給途絶に経済的損失は計り知れないものとなっている。

(天然ガスCGSの常用防災兼用化)

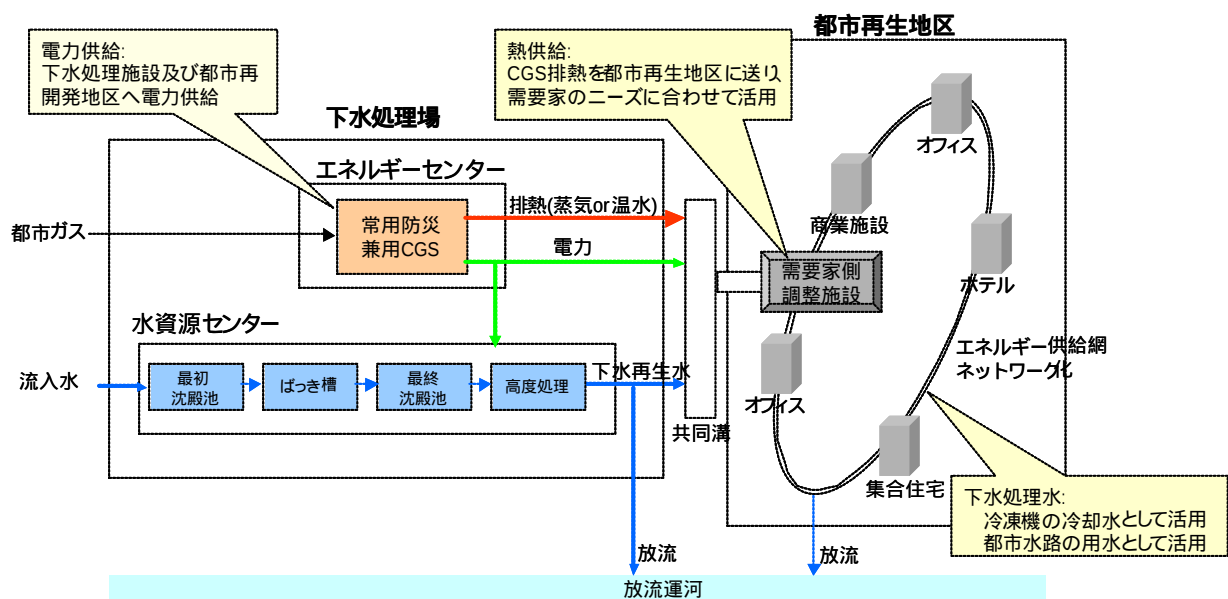
このような点を考慮し、常用・非常用兼用発電機として天然ガスCGS(Co-Generation System: コージェネレーションシステム)を導入し、発生する電力を下水処理場及び都市再生地区に供給する。天然ガスを燃料とすることによりCO₂排出量削減に寄与することが可能となり、また商用電力との併用による電源二重化により電力供給の信頼性を高めることが出来る。

天然ガス供給インフラとして利用される都市ガス導管は、強度が高く展延性にも優れた溶接接合鋼管や地盤変位を吸収するメカニカル接合のダクタイル鋳鉄管が使用されており、地震の際の大きな地盤変動にも耐えることが可能である³。

図表2 都市ガス燃料の常用防災兼用CGSの3方式

システム	常用防災兼用ガスCGS		
	都市ガス単独供給方式	気体予備燃料付加方式	液体予備燃料付加方式
常用時	都市ガス	都市ガス	都市ガス
非常時	都市ガス	圧縮天然ガス(CNG)もしくは 液化石油ガス(LPG)	A重油もしくは 軽油
非常時の燃料備蓄量	-	定格負荷における連続運転可能時間に消費される燃料と 同じ量異常の容量の燃料(気体燃料含む)が燃料容器に 保有されていること	
適用原動機	ガスエンジン	ガスエンジン	マルチフューエルエンジン ガスタービン

また、1995年の電気事業法改正により、一般電気事業者以外の事業者による一般への電気の供給が可能となる「特定電気事業」の制度が施行された。これにより、特定電気事業者が系統電力から完全に独立する形で需要家に電力を供給する事が可能となった。最近の事例では、六本木エネルギーサービス(株)が、六本木ヒルズにて、ガスタービンを利用した特定電気事業と地域熱供給事業を展開している。



図表3 下水処理場を核とした都市エネルギーシステムイメージ

³ (社)日本エネルギー学会編「天然ガスコージェネレーション計画・設計マニュアル2005」

(CGS排熱の柔軟な活用)

CGS 排熱を都市再生地区に供給し、再開発地区側の地権者及び需要家が必要に応じて冷熱等を製造することにより、需要家の要望に応じた熱供給システムを構築する。

再開発に熱の受け口となる調整施設を設け、都市再開発の進展状況による需要変化に応じて、吸収式冷凍機やボイラー等の熱源機器を設置することにより、柔軟な熱供給システムを構築することが可能である。

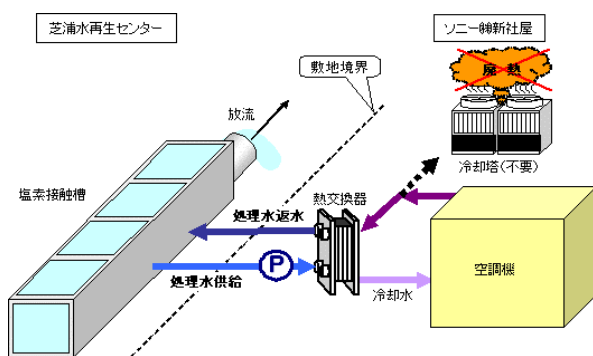
(3)水資源センター機能

都市に賦存する大量の未利用資源として下水処理水を位置付け、都市再生地区内において有効活用を図る。用途としては、冷凍機の冷却水や都市水路用水への利用が考えられる。

(冷凍機の冷却水としての利用)

下水処理水の持つ潜熱に着目し、下水処理水を個別施設に設置される空調用冷凍機の冷却水として活用する。施設から発生する空調廃熱を下水処理水で熱交換することにより、冷却塔設置スペースを削減できるとともに、消費電力を削減することによって、省エネルギー化及びCO2 排出削減を図ることが出来る。

東京都下水道局では、ソニー(株)新社屋に、芝浦水再生センターから下水処理水(約 6 万⁴ l/d)を送水し、ビル空調機の冷却用として活用する新たな熱利用事業を実施している。下水処理水は熱交換後、水再生センターに返水される。この事業による CO2 削減効果は、約 22tCO2/y と見込まれている。



図表 4 芝浦水再生センター下水熱利用事業⁴

(都市水路用水としての活用)

下水処理水の「水」そのものの付加価値を利用するために、小水路の水源として活用する。

国土交通省では、河川と下水道を中心に、都市における水路のもつ役割を再評価し、その活用及び水量の確保に向けての現行制度の課題と今後のあり方についての検

討を開始しており⁵、この分野における活用が大きいに期待されている。

米国においてはサンアントニオ市のリバーウォークのように下水再生水を活用した水路を敷設し、都市環境改善及び街づくりに寄与している事例もあり、国内においても神戸市松本地区や北海道安春川のように、下水再生水を活用して親水空間を構築することにより、都市環境改善を図る取組が実施されている⁶。

また、都市水路用水である下水再生水を CGS 排熱等を利用して冷却することにより、夏期における水路周辺環境の改善を図る取組なども考えられる。

(4)下水汚泥処理施設併設ケースの拡張性

汚泥処理施設を併設している下水処理場であれば、下水汚泥のバイオガス利用や下水汚泥焼却排熱の有効活用によって、下水処理場ポテンシャルのさらなる活用が可能となる。また CGS 排熱に関しても、汚泥乾燥工程などで有効活用できるため、下水処理場内での熱利用が可能となる。

4. 官民連携による事業推進

(1)官民連携の必要性

下水処理施設を核としたエネルギーシステムを構築するためには、ディベロッパー、エネルギー供給事業といった民間事業者だけでなく、国や自治体といった公共が事業構想策定の段階から関与し、綿密な利害関係調整を経た上で、事業を推進していくことが必要となる。

特に、電力及び熱供給、水処理といった都市インフラは、公共的性格が強いことに加え、公共資産である下水処理施設の持つポテンシャルを活用することを考慮すると、官民連携の下、事業を実施することが必要不可欠である。

(2)官民それぞれに期待される役割

官に期待される役割は、規制緩和などの政策的支援や補助金交付などの経済的支援を実施し、また民間の時間リスクへの不安を払拭するとともに周辺環境整備や周辺を含めた長期計画を作成し、都市環境改善へ向けた総合的オーガナイズを実施することである。

一方、民に期待される役割は、事業実施に当たって必要な資金を調達することに加え、詳細な事業計画の作成や設計・建設といった具体的行動を実行していくことが

⁴ 東京都下水道局

HP<http://www.metro.tokyo.jp/INET/OSHIRASE/2006/10/20ga3100.htm>

⁵ 国土交通省 「「懐かしい未来へ～都市をうるおす水のみち～」

⁶ Best Value 13号「地域資源としての再生水の活用～周辺環境を改善する開かれた下水道施設～」

期待される。

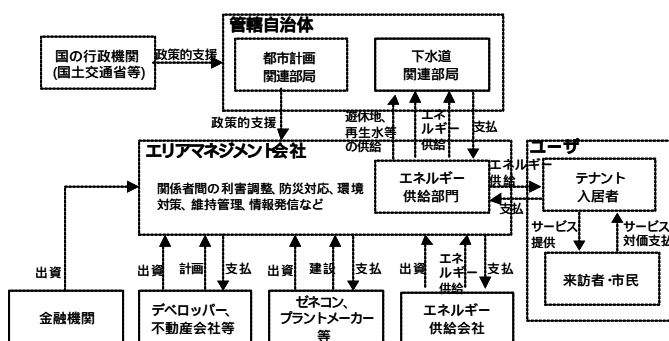
官民が各々に期待される役割を担うことによって、官は民間資金の活用により債務の拡大を回避しつつ公共サービスの提供や都市再生が可能となり、民間は地価上昇など地域経済に対する波及効果及び新たな市場の創出により、利益を享受できるものと考えられる。

(3)官民連携による事業スキーム

(エリアマネジメント会社の活用)

都市再生事業において、官民連携のプロジェクトを推進し進める事業スキームの一つとして、エリアマネジメント会社が注目を集めている。エリアマネジメント会社とは、都心部の各地域を地区単位でマネジメントする試みであり、そのための組織として機能している。このようなエリアマネジメント、あるいはタウンマネジメントの動きは欧米ではかなり以前から本格的に展開しており、都市づくりの中心となる活動となっており、その活動を支える様々な制度や手法が開発されている。

エリアマネジメント会社を中心にした事業スキームの案を図表5に示す。



図表5 事業スキーム(案)

(事例紹介: 大手町・丸の内・有楽町地区)

大手町・丸の内・有楽町地区では、「NPO法人 大丸有エリアマネジメント協会」が中心となり、都市機能集積のメリットを最大限発揮することを目的とし、官民協力の下、持続的発展の可能性を模索しており、その過程においてエネルギーシステムの再構築も検討されている。

現在、再開発やビル建て替えに併せて、地域冷暖房の拡大・旧式システムの更新や燃料電池やコージェネレーションシステムの導入が計画されており、下水再生水を夏季の冷却源として活用するシステムについても検討されている。

また、この地区は約119.1haの面積に従業者数21.4万人、国内GDPの20%の企業本社が集中する地区であることから、早期から災害対応が実施されており、企業・事業所の「共助」を目的として設立された隣組(東京駅・有楽町駅周辺地区帰宅困難者対策地域協力会)を中心としてDCP策

定の検討がすすめられている。

このようなエリア全体で相乗効果を狙った取組は、ビジネスの場としての魅力だけではなく、都市全体の付加価値向上に繋がると考えられる。

5. 今後の展開

下水道ポテンシャルを活用した都市エネルギーシステムの今後の展開として、以下の2つの方向性を示した。

(都市競争力の向上)

我が国における今後の都市の方向性として、都市再生事業が一段落した段階において、都市間競争・エリア間競争が激化し、如何に他都市と差別化を図ることが出来るかが将来的な発展を左右することとなるだろう。従って、下水処理施設を核とした都市エネルギーシステムの構築により、環境性及び防災性向上を図り都市の魅力を高めることは、都市の競争力向上へ向けた有効な戦略となる。この都市競争力は、多国籍企業の集積を促し、経済競争力を確約するという意味で、グローバル社会における国際経済の場においても益々重要となっていくであろう。

(アジア大都市へのエネルギーシステム移転)

このような都市エネルギーシステムを、急激な経済発展に伴い環境問題を深刻化させているアジア大都市に対して移転することも検討可能である。その際、これまでのようにプラント単体での技術移転を図るのではなく、様々な要素技術を組み合わせたエネルギーシステムとして、更にいえば社会制度まで抱合した社会システムとしての移転を検討すべきである。

【参考資料】

1) 内閣官房都市再生本部事務局

「都市再生REPORT NO.8都市再生事業を通じた地球温暖化対策・ヒートアイランド対策の展開(第2回)2005.9.26

2) (財)都市防災研究所 HP

<http://www.udri.net/portal/daimaruyuu.htm>

3) エネルギーフォーラム 2007年6月号「都市再生と地球環境に優しいエネルギー供給の新展開」2007.6

4) 社会資本整備審議会 都市計画・歴史的風土分科会

都市計画部会 下水道小委員会「新しい時代における下水道のあり方について」2007.6

5) 小林重徳「エリアマネジメント」学芸出版社 2007.6