

ダイヤモンド・リスポンス活用による脱炭素化

富士市上下水道部 下水道施設維持課



本コーナーでは、下水道機構が注目している技術や製品を導入・活用している現場へお伺いし、採用した背景や活用状況について紹介しています。今回は、富士市上下水道部が実施しているダイヤモンド・リスポンス（DR）に関する取り組みについて紹介します。富士市では、東部浄化センター（55,800m³/日）と西部浄化センター（50,750m³/日）のどちらにおいてもDRを実施しており、今回は東部浄化センターに伺いました。

富士市における脱炭素化の取り組み

富士市では積極的に脱炭素化（GX）の取り組みを推進しています。令和2年9月にはSDGs未来都市計画（2030年に向けたエネルギー消費型都市から環境配慮都市への転換）を公表、令和3年4月にはゼロカー

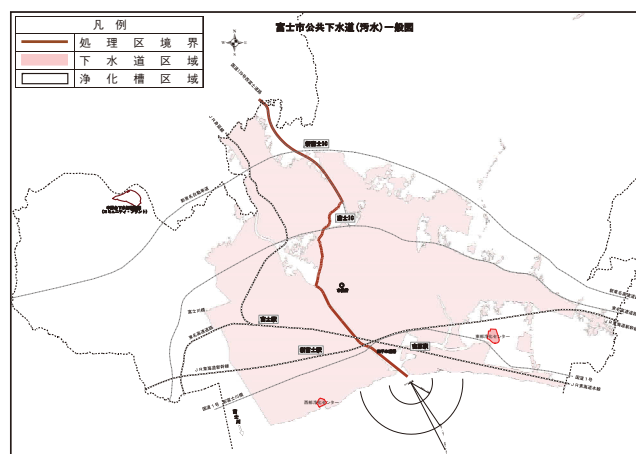


図-1 富士市の下水処理区

ボンシティ宣言（2050年までの二酸化炭素排出量実質ゼロ）をしており、どちらでも主な取り組みとして廃棄物、下水汚泥等のエネルギー利用推進を掲げています。

下水道事業における取り組み方針としてはGXの実現と共に持続可能な下水道経営（施設老朽化対策，維持管理費削減，新たな収入源の創出による下水道の価値向上）を両立することとし，基本方針として省エネ化，創エネ化，再エネ化，官民連携を掲げ，取り組みを推進しています。官民連携としては，処理場・管路管理や消化ガス発電事業，屋根貸し太陽光発電事業，B-DASHプロジェクトに取り組んでいます。

ディマンド・リスポンス（DR）とは

GXの取り組みの一つとして富士市が実施しているのが、「ディマンド・リスポンス（DR）」です。2011年の東日本大震災直後の電力ひっ迫を契機に，全国で電力供給の仕組みが見直され，電力消費者である需要家が使う電力量や時間をコントロールすることで電力需要のパターンを変化させ，電力供給を安定的に確保するDRが注目されるようになりました。

DRの取引は一般送配電事業者，アグリゲーター（電力需給の調整役），需要家で構成されます。発電事業者の事情に応じて，発電事業者からアグリゲーターに指令があり，そのアグリゲーターが需要家へ電力削減指令を行い，個々の施設が対応するという流れです。

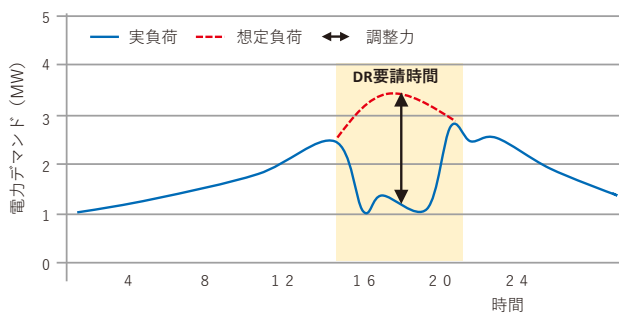


図-2 調整力概念図

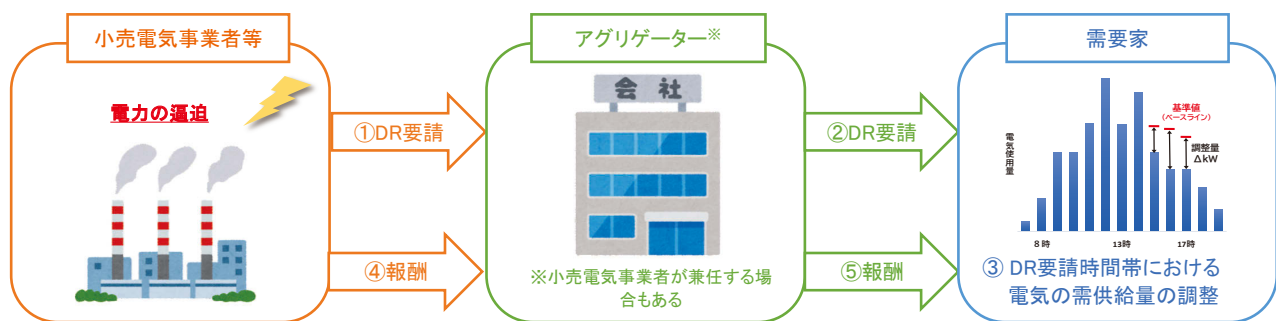


図-3 下水道事業におけるインセンティブ型DRの取引概要

減指令を行い，個々の施設が対応するという流れです。富士市が実施しているのは，電力需要がひっ迫している際に，一般送配電事業者の依頼に基づき浄化センターの使用電力削減する「下げDR」です。

DRの実施は環境負荷の高い火力発電所の建設・稼働の取りやめにつながるため，二酸化炭素排出量の削減を図ることができます。さらに，下水道事業は他事業と比べて消費電力が大きいいため，取り組みの推進によりカーボンニュートラルに大きく貢献できると期待されています。

またDRには，電気料金型DR，インセンティブ型DR，逆潮流型DRがあり，富士市ではインセンティブ型DRを採用しています。これは，一般送配電事業者からの指令に応じた成功報酬としてアグリゲーターが一般送配電事業者から金銭を受け取り，その一部を需要家に支払う制度です。

富士市でのDR

富士市においてDRの導入検討が開始したきっかけは新電力事業者からの提案でした。当初は水道事業におけるDRの実施を打診されたそうです。これは，富士市の水道水源が全て地下水であり，揚水後の一時的な貯水時に電力削減時間を確保しやすいと考えられたためです。しかし，検討を進めていく中で，DRが発動される時間帯は，13時から16時の3時間と言われており，下水道事業側でも流入水量が低下する時間帯とマッチングしているため，下水道事業においても実施可能ではないかとの意見がありました。最終的には「上下水道部」としての特徴を活かし，水道施設と下水道施設，し尿処理施設においてDRを実施することとしました。下水道処理施設，し尿処理施設について

は包括的民間委託を活用し、水道施設については新電力事業者をプロポーザル方式で選定して契約しています。前述の通り富士市ではカーボンニュートラルの実現を掲げており、DRはこの達成に資するものと考えられました。

・報奨金について

一般送配電事業者が行う調整力公募（受給バランス調整に活用できる電源等の確保を目的）に民間事業者（新電力事業者と包括的民間委託受託者）と富士市が共同で参加しています。調整力公募（令和4、5年）での報奨単価は約2000円/kWで、容量市場（令和6年度）では約7000円/kWとなっています。年に最大で3時間×12回の指令があり、指令に応じなかった分、報奨金額が減っていく仕組みです。報奨額の計画値は、令和4年度、令和5年度は年間140万円程度、令和6年度は年間490万円程度でした。なお指令に対応できなくてもペナルティがあるわけではありません。

富士市での実施実績としては、令和4年度が6回、令和5年度が5回、令和6年度が10回でした。富士市は、この報奨について、包括的民間委託受託者から維持管理業務のDX化に活用する旨の提案を受け、これを採択しており、これまでにプロジェクターや大型モニターが施設に納品されています。このように、報奨金を獲得できるものの、年度によってその単価が異なることや、事業全体に対して報奨金額の割合が大きくないこと等から、富士市では「資金を得ることができる事業」ではなく、「下水道事業の付加価値向上のための事業」と捉えています。

・実施の流れ

DRが発動される当日3時間前に包括的民間委託受託者へアグリゲーターから電力削減指令があります。多いパターンは、当初想定されていた13時から16時ではなく、太陽光発電の効率が落ち、化石燃料が必要となる時間帯である16時から約3時間の電力削減指令です。特に晴天日が続く夏はエアコンの使用量が増加し、より多くの電力が必要となります。これは降雨のない時期とも言えるため、下水道側から見れば浄化センターに比較的余裕があるタイミングとなり、対応しやすいそうです。なお富士市では、処理工程のほぼ全

表ー1 各浄化センターの削減電力と報奨額（計画値）

対象施設	削減電力 (kW)	CO ₂ 排出抑制量 (kg/36hr)	(参考)調整力公募 報酬額【2022.23】 (千円/年)	(参考)容量市場 報酬額【2024】 (千円/年)
東部浄化センター	350	12,285	約 700	約 2,450
西部浄化センター	350	12,285	約 700	約 2,450
計	750	24,570	約1,400	約 4,900

ての機器を停止することで、この指令に応じています。

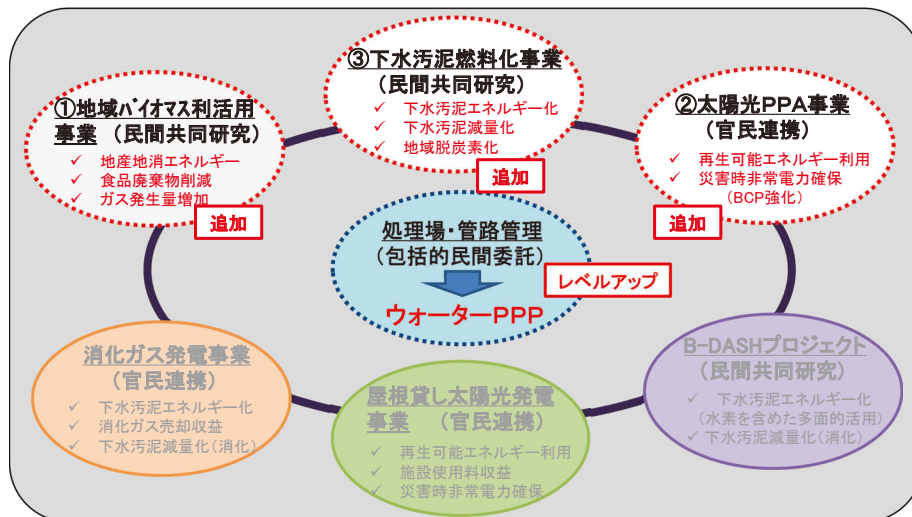
課題と工夫

導入当初は様々な課題があったと言います。富士市の担当者は「電力を止めることは簡単です。しかし再開させる際に、基準内ではあるものの、放流水質が通常より悪化してしまいました」と振り返ります。この解消のため富士市では包括的民間委託受託者とともに検討を進め、施設に対して一気に負荷がかからないような工夫をしました。例えば、最終沈殿池においては、一気に負荷をかけることによって電力停止時に沈殿していたものが巻き上がってしまい、放流水質に悪影響を及ぼしていました。そこで、水処理の状況に応じて少しずつ負荷を上げていくことで、放流水質の悪化を抑えるようにしています。また、処理工程全体をみながら、それぞれの機械の立ち上げのタイミングを調整しています。

様々な工夫の結果、使用電力量は大きく減少しました。東部浄化センターでは、約577万kW/h（2021年）から約546万kW/h（2024年）、西部浄化センターでは、約583万kW/h（2021年）から約506万kW/h（2024年）まで使用電力量を削減できています。

事業実施に当たっては「人」のスキルアップが課題となっています。富士市の担当者は「流入水量等によってDRの実施時間を変更しており、指令より短い2時間程度で切り上げることもあります。そのため、状況をみてDRをどの程度実施できるかどうかを判断するスキルを官民の両者が持つことが必要です」と考えを話します。

包括的民間委託のオペレーターはルーティーンの業務に加え、このようなイレギュラーな運転を実施することで、管理者からは「職員のスキルが向上した」との声がありました。非常時等、電力が停止してしまっ



図－4 官民連携の拡大・レベルアップへ（下水道官民連携事業集合体）

たとしても、DR時の経験を活かしスムーズに対応することが可能だと考えられます。

なお、東部浄化センターでは、電力削減指令がない場合でも、放流水質次第で14～16時の2時間程度、設備の一部（ポンプ、送風機）を停止し、省エネルギー化を推進しています。

今後に向けて

DRのような新たな挑戦をする際、官と民は維持管理の委託者・受託者という関係ではなく、パートナーとして連携していくことが重要だとし、「民間に対して『あれもこれも全部やってください』と要望するのではなく、自治体側として何を許容できて、何が許容できないのか、しっかりとその幅を決めておくことが必要であり、実施に伴うリスクについても官民両者で負担すべきだと考えています」と富士市の担当者は話します。また、「当市では官と民で同じ目標を共有し、『チーム』となって取り組んでいます。日本全国のためにやっているんだという思いで取り組んでいけば、下水道事業全体が変わっていくのではないのでしょうか。そんな希望を持って、これからも前向きにチームで取り組んでいきます」と意気込みます。

富士市ではDRを含めた脱炭素化の取り組みを今後も加速させていきます。具体的には、地域バイオマス利活用事業、太陽光PPA事業、下水汚泥燃料化事業を追加するほか、令和7年10月からは処理場・管路管理を包括的民間委託からウォーター PPPにレベル

アップする予定です。



写真－1 東部浄化センター内の太陽光パネル

下水道機構では、デマンド・レスポンスに関する共同研究を実施しています。研究に当たっては、ヒアリング調査として富士市にもご協力を頂きました。令和6年4月には「〈事例集〉下水道事業におけるデマンド・レスポンスの活用～インセンティブ型DRを中心として～」を公表し、令和7年3月には同事例集の追補版を公表しました。事例集においては下水処理場等におけるDR導入に向けた検討事項や節電の具体的対策メニューの設置および節電対応時の運転管理手法の整理、アグリゲーターとの調整事項等を取りまとめています。追補版では、実需給が開始される容量市場を中心に、DR導入検討において整理すべき事項および検討フローを示し、エネルギー使用の合理化等に関する法律等を整理しました。DRの導入を検討される際に参考としていただけますと幸いです。