

秋田県秋田臨海処理センター エネルギー供給拠点化事業について

秋田県 建設部 下水道マネジメント推進課 副主幹 くろさき とおる 黒崎 亨

1. はじめに

秋田県沿岸部に位置する秋田湾・雄物川流域下水道終末処理場である秋田臨海処理センターでは、未利用の資源や資産を活用した処理場の価値向上および課題解決を目指す取り組みとして、「秋田臨海処理センターエネルギー供給拠点化事業」を進めています。

本事業は、令和元年度に国土交通省「下水道リノベーション計画」の登録を受け、さらに令和4年度には環境省の脱炭素先行地域に選定されたものです。現在は、環境省の地域脱炭素移行・再エネ推進交付金による支援を受けながら、令和8年度中の工事完成、令和9年度からの運用開始を目指し、施工及び施設運営にあたる民間事業者の公

募を終えたところです。

終末処理場に「再生可能エネルギーの供給拠点」という新しい機能を付加することで、地域の脱炭素化とエネルギー自立化に貢献するとともに、電力自給によるコスト削減を目指しています。

2. 秋田臨海処理センターについて

秋田臨海処理センター（以下、「本センター」という）は県内最大の終末処理場です。県庁所在地である秋田市や、なまはげで有名な男鹿市、かつては国内第2位の広さを誇った八郎潟を埋め立てて造成した大潟村など、3市4町1村の汚水を処理しており、処理能力は143,000 m³/日となっています（図-1）。

処理場名称	秋田湾・雄物川流域下水道 秋田臨海処理センター
排除方式	分流式（一部合流）
処理方式	標準活性汚泥法
施設能力	143,000 m ³ /日
処理開始	昭和57(1982)年4月
流域関連市町村	3市4町1村 (秋田市、男鹿市、湯上市、三種町、五城目町、八郎潟町、井川町、大潟村)
維持管理	指定管理者制度 4期目 (R4 - R6 ; 3年間)



図-1 秋田臨海処理センター概要

汚泥処理系には、2槽、合計7,500 m³の消化槽を有し、発生した消化ガスは消化槽の加温と汚泥焼却炉の補助燃料として利用していますが、全量の有効利用はできず一部を焼却処分しています。また、消化処理後の残渣である脱水ケーキについても、一部はコンポストとして肥料利用しているものの、大部分は焼却、埋立処分しており、下水道資源の有効利用という観点では取り組みが不十分であると言えます。

県有施設で最もCO₂排出量が多い本センターにおける排出量削減は、国および県のカーボンニュートラルの実現に向けて避けては行かず、本センターに賦存する再エネポテンシャルを活かして脱炭素化に取り組むことは、必然であると言えます。

3. 脱炭素化に向けた歩み

日本海に面する本センターは全国屈指の風況に恵まれており、平成15年頃、処理場の自家消費用発電設備として風力発電を導入する計画がありました。敷地の日本海側に1,500 kW級の風力発電機を5基並べて発電する計画です。しかし、当時は再エネ発電設備の導入に対する支援制度や周囲の理解が乏しかったため、事業性が見込まれずに断念しています。

次の契機は、平成24年に始まった再生可能エネルギーの固定価格買取制度です。本制度により再エネ発電事業の経済性が高まったことで、全国的に再エネ設備の導入が活発化しました。しかし、県の行政の方針により自治体自ら再エネ設備を導入する流れにはなりません。また、沿岸部を中心に民間企業による風力発電の導入が瞬く間に進んだことで、本センター周辺にある送電線の空き容量が枯渇し、新たな発電機の設置が難しくなるといった環境の変化が生じました。

その後、国土交通省が創設した「下水道リノベーション計画」登録制度の中で、処理場を地域のエネルギー供給拠点にするという一つの方向性が示されました。これが、改めて本センターの再エネポテンシャルや地域のエネルギー需要に目を向けるきっかけとなりました。そこから、消化ガス発電や風力発電、汚泥燃料といった未利用資源を有効利用する構想を描き、下水道リノベーション計画に「エネルギー供給拠点化」として登録されました。なお、同時に「憩い・賑わいの拠点化」としての登録も受けていますが、これは汚泥肥料等を活用して、処理場を地域住民が集まり賑わう場とするを指すものです（図-2）。

さらに、関係者との協議や事業可能性調査を経て、令和4年1月、環境省の第1回脱炭素先行地



急激な人口減少を迎えた下水処理場の新たな価値創造を図る

図-2 秋田臨海処理センターリノベーション計画

域の公募に申請し、選定されました。脱炭素先行地域は現時点で4回公募が行われ、全73件が選定されていますが、下水道事業の経営改善を目的に下水処理場の管理者が主体的に進めている計画は、本事業が唯一となっています。

脱炭素先行地域選定後は、地域脱炭素移行・再エネ推進交付金の交付を受けて基本設計や風況観測を進めるとともに、令和5年10月から翌3月にかけて総合評価落札方式一般競争入札を実施し、本事業の請負者を選定して現在に至ります。

4. 秋田臨海処理センターエネルギー供給拠点化事業

(1) 再エネ地域マイクログリッド

本センターの敷地内に、消化ガス発電、太陽光発電、風力発電の3種の再エネ設備を新たに導入し、自家用発電設備として発電電力を自家消費するとともに、再エネ発電量と電力需要の不一致で生じる余剰電力を活用するため、自営線を4～5kmほど敷設し、県および市の公共施設10群へ再エネ電力を供給します。その際の自営線は、電力レジリエンス性の高い地中ケーブルとし、災害等により電力系統の広域停電が発生した場合であっても自立して電力供給が行われる、いわゆる

マイクログリッドを構築します(図-3)。

① 消化ガス発電

消化ガス発電は極めて安定したベースロード電源^{※1}として、高負荷率である本センターの電力消費を下支えする貴重な電源です。本事業の場合、消化ガス発電がなければ夜間帯の電力不足量が膨大となり、事業が成り立ちません。

そこで、消化ガス発電能力の最大化を目指し、発生汚泥の全量消化に対応できる容量を確保するため消化槽の増設を検討しましたが、鋼材価格の高騰により費用対効果が見込めず、断念した経緯があります。

現在は可能な範囲で消化ガス発生量を増やすため、既存消化槽の前段に汚泥濃縮機を新設して消化を高濃度化し、約7,000 m³/日の消化ガスを発生させて発電することとしています。

※1 発電コストが低く時間帯を問わず継続的に安定して稼働する電源

② 太陽光発電

公共施設群の昼間帯の電力需要は、太陽光発電が担います。太陽光発電は、本センター敷地の未利用地、約10haを有効利用するものです。もともと本センターは、360,000 m³/日の汚水量に対

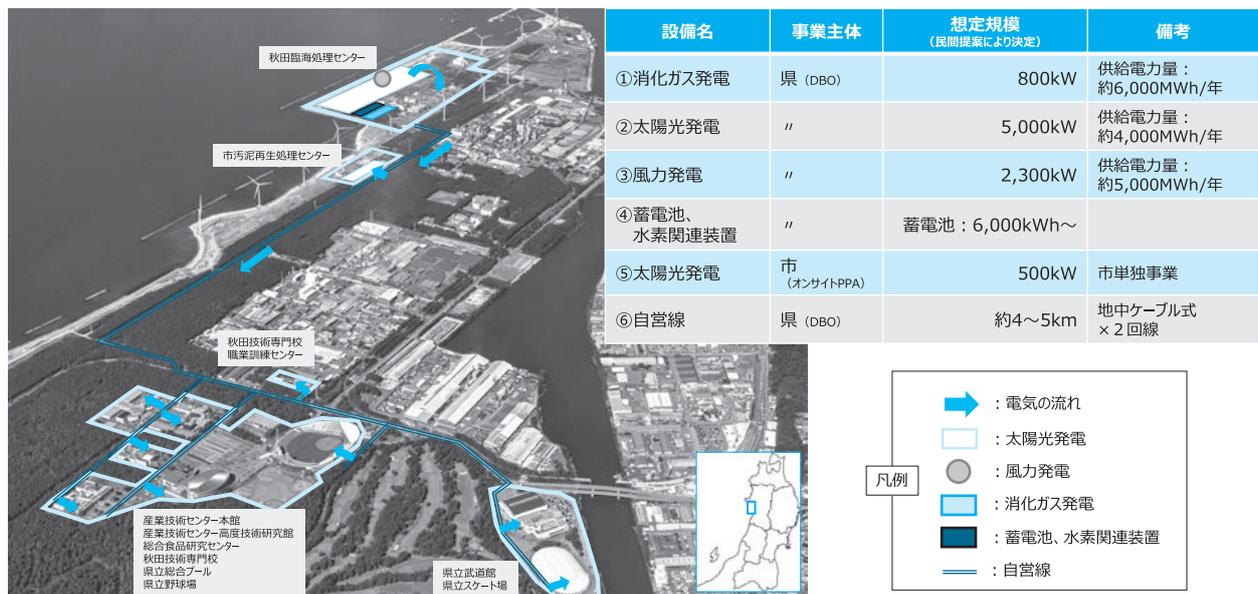


図-3 再エネ地域マイクログリッドイメージ図

応する処理場として造成されたものの、人口減少や節水機器普及の影響で流入汚水量は頭打ちとなり、近年の汚水流入量は120,000 m³/日程度で推移しています。

今後も増加の見込みはなく、既存の水処理施設4系列で概成していることから、太陽光発電の設置により、未利用となっている広大な敷地を有効活用することができます。

同様に、マイクログリッド内の需要施設である秋田市汚泥再生処理センターにおいても、秋田市の事業として未利用地を活用したオンサイトPPA太陽光発電を導入します。

③ 風力発電

雪国である秋田県の太陽光発電は冬季の発電を苦手としているため、この期間の電力供給は冬に本領を発揮する風力発電が担います。県沿岸部の年平均風速は7.0 m/sを超える国内屈指の風況を有しており、陸上風力発電の導入量は全国トップクラスであるほか、秋田港、能代港の港湾内の海域には国内初の商用洋上風力発電所が設置されています。さらに、一般海域でも大規模洋上ウインドファームの建設が計画されるなど、全国で最も風力発電の導入が進む地域の一つとなっています(写真-1)。

特に冬季は西高東低の気圧配置により安定した強い風が長時間吹き続けるため、日単位の設備利用率が100%に迫ることも珍しくありません。故

に昼夜問わず発電できることから、冬季の夜間には大量の余剰電力の発生が見込まれます。

本事業では、この電力で水を電気分解して水素を製造し、夏場の夕方など、特に電力需給が逼迫するタイミングで発電に利用する、「水素による電力のシーズンシフト」に挑戦する予定です。

このように、複数の再エネを組み合わせることで、それぞれの弱点を補完し合うことができ、安定した電力供給が可能となります。

なお、複数の再エネを組み合わせることで処理場をカーボンニュートラル化した事例は他にもありますが、これに加えて、余剰電力を処理場外部の施設に自営線により供給するのが本事業の特徴で、実現すれば、おそらく国内初の事例になるものと思われます。

(2) マイクログリッドの需給制御

マイクログリッドは、本センターの特別高圧受電点のみで電力系統と接続されており、マイクログリッド内で電力が不足する際は、この受電点から電力供給を受けて不足分を補います。

一方で、電力に余剰が生じた際は、この受電点から電力系統に逆潮流^{※2}してマイクログリッド外に電力供給するのが一般的ですが、前述のとおり、この地域は送電線の空き容量がないため、逆潮流が認められていません。

※2 太陽光発電等による発電量が自家消費電力量を上回る際、余剰電力が自動的に送電網へ流れる現象



写真-1 秋田臨海処理センター周辺の風車群
(いずれも民間企業によるもの。左側の風車が洋上風力発電)

そのため、供給過剰時は再エネ設備の発電出力を抑制することで、マイクログリッド内の需給バランスを取る必要があります。

まずは、エネルギーマネジメントシステムに蓄電池と水素製造利用装置を組み合わせ、需給バランスの不一致を吸収する仕組みを導入します。しかし一方で、これら電力を生まない設備への過剰な投資は事業性を悪化させることから、これら設備への依存を軽減する目的で、電力需要施設側の需給バランス調整（デマンドレスポンス）の仕組みを取り入れます。

具体的には、マイクログリッド内の電力需給にひっ迫が生じた際に、可能な範囲で本センターの処理設備を停止させて電力需給を改善する手法です。本センターでは、これまでも調整力公募や容量市場^{※3}に参加してデマンドレスポンスを行ってきた実績があるため、処理場の機能を維持しながら電力需要量を調整する手法のノウハウが蓄積しており、その実現性と有効性を確認しています。今後は、このノウハウをマイクログリッド内の需給バランス調整に適用していきます。

※3 電力の需要と供給のバランスを調整するために、発電所や消費者が電力容量を取引する制度

(3) 事業スキーム

これらマイクログリッドを構築する設備一式の導入、および維持管理と電力供給業務は、全て民間事業者が行います。本事業の発注方式はDBO方式としており、資金調達と設備所有を県が担当します。方式の選定にあたっては、まずは民間事業者のノウハウを活用するため官民連携手法を採用することを前提とし、第三者設置方式（オンサイトPPA^{※4}）やPFI方式、DBO方式について検討しました。

※4 自治体等の敷地内に発電事業者所有の太陽光発電所を設置し、そこから敷地所有者が電力を買い取って消費する方式（PPAは、Power Purchase Agreementの略）

その結果、電力供給先の施設が限定されるため民間事業者の努力による収益拡大が難しいことや、処理場や公共施設への電力供給コストを低減するという目的の達成には、民間事業者のリスク軽減による運営コストの抑制が必要であることから、DBO方式を選定しました。

DBOのうち、DBにあたる設計施工費は約64億円です。このうち、約3/4に環境省の交付金が充てられます。なお、設計施工費には自営線の導入費約9億円が含まれますが、自営線は下水道事

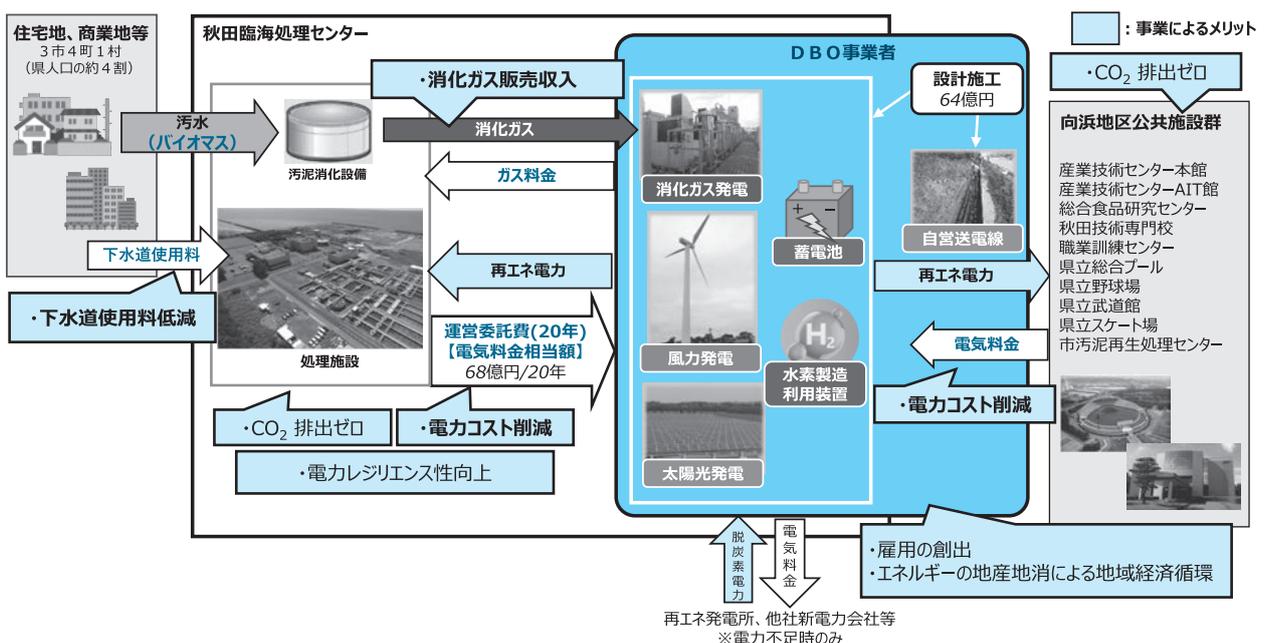


図-4 事業スキーム

業で負担すべき設備とは言えないため、一般会計負担としています。

DBOのうち、Oにあたる維持運営費は、下水道事業会計負担分として、事業期間20年間の合計で約68億円としています。これは、これまで本センターが電力会社に支払っていた電力料金に置き換わるものです。また、民間事業者にはこの他に、公共施設群10施設からの電力料金が別途支払われ、これらを原資とする独立採算により設備の運転、維持管理、電力供給の一切の業務を行います(図-4)。

5. 事業実施によるメリット

本事業の実施により、下水道事業には処理場の脱炭素化、電力コストの低減等のメリットがもたらされます。脱炭素化については、脱炭素先行地域の要件により民生部門の電力消費由来CO₂排出量ゼロが求められることから、全施設消費電力約22,000MWh/年を全て脱炭素化し、約10,000t-CO₂/年を削減します。

電力コストの低減については、電力供給単価を事業者公募時の評価項目の一つとすることで、競争によるコスト低減効果の拡大を図りました。この時点における電力供給単価の上限価格は、2022年度実績単価より1割ほど低く設定しています。

この他にも、下水道事業は新たに消化ガスの販売収益が得られます。消化ガスは、本事業で導入する設備の維持運営を担う特別目的会社に販売され、発電の燃料として使用されます。この収入額はおおよそ年間1億円程度となります。

これらのメリットにより、下水道事業の経営改善を図ることで、人口減少社会における下水道事業の健全運営を維持し、将来的に不可避であろう

流域市町村下水道負担金の値上げを少しでも抑制したいと考えています。

6. 事業者の選定と今後について

このたびの総合評価落札方式一般競争入札には2グループの参加があり、総合評価により日本工営エナジーソリューションズ株式会社を代表企業とするグループが落札者となりました。総合評価は、各分野の専門家からなる有識者会議を設置し、本事業により発電される再エネ量や電力供給単価、事業計画の確実性、地域貢献といった項目について実施しました。落札者グループは、特に電力供給単価を下げる工夫を積極的に取り入れたことが評価されています。

現在はまだ契約協議中であり事業着手には至っていませんが、環境省の脱炭素先行地域には選定から5年間という有効期限があるため、速やかに手続きを進め、契約締結後は民間事業者と一体となり令和8年度中の完成に向けて本事業を推進していきます。

7. おわりに

本事業が実現した暁には、脱炭素先行地域の目的である「脱炭素ドミノ」を起こせるよう、ドミノの一コマ目として確実に次のコマに波及させ、脱炭素の流れを引き継いでいきたいと思えます。

本事業で得た人脈や知見を活かし、県内の下水道施設をはじめとする公共施設の脱炭素化に貢献するほか、他自治体へのノウハウ提供による横展開や人材育成などに取り組み、本センターを起点とする脱炭素の機運を、より一層盛り上げていきたいと考えています。