

経済産業省資源エネルギー庁長官賞

虎ノ門一丁目地区における大規模蓄熱槽を活用した

電力負荷平準化とデマンドレスポンスの取組み

虎ノ門エネルギーネットワーク株式会社

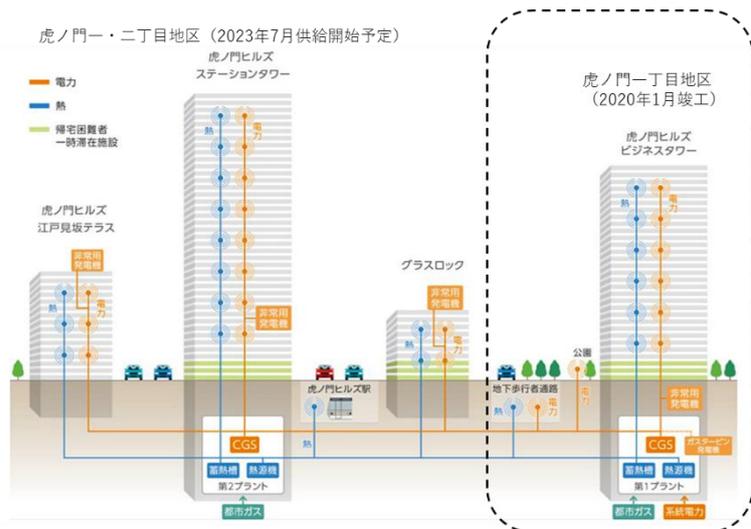
虎ノ門一丁目地区第一種市街地再開発事業では、虎ノ門ヒルズ ビジネスタワーの地下に設置した熱電併給型プラントが 2020 年 1 月に竣工し、登録特定送配電事業と地域熱供給事業を営みながら、段階的なエリア開発を行っている。

プラントの主要機器は、高いエネルギー効率、安定した熱と電力の供給、災害時のエネルギー供給能力確保を総合的に考慮し、大規模水蓄熱槽（4, 100m³）とコージェネレーションシステム（1, 000kW×2 台）（以下、CGS）を採用した。

供給エリア全体の電力負荷平準化やデマンドレスポンスの取組みを実施しつつ、AI 技術の活用や継続的なコミッションングを通し、高度エネルギーマネジメントを実現している。



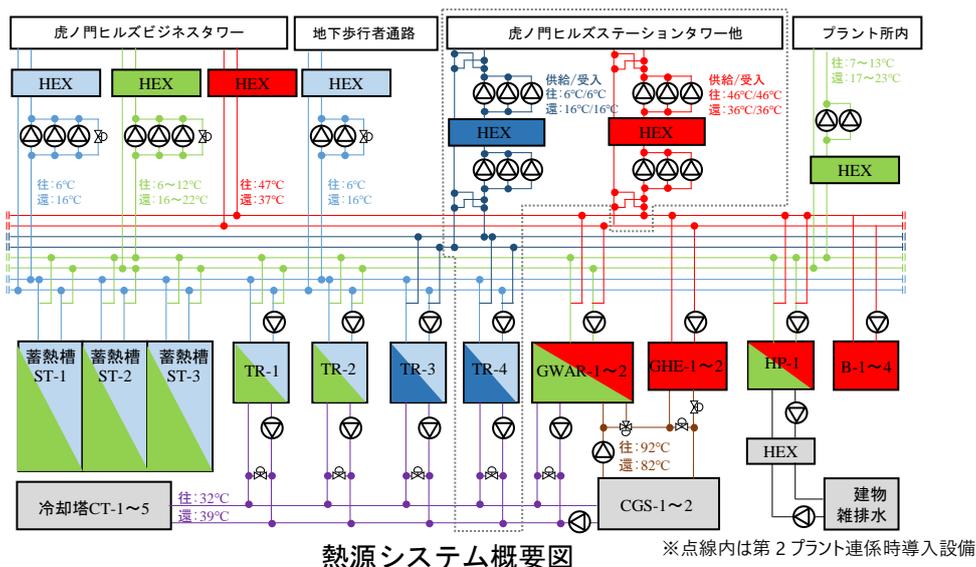
虎ノ門ヒルズ ビジネスタワー



エネルギー供給エリア（段面イメージ）

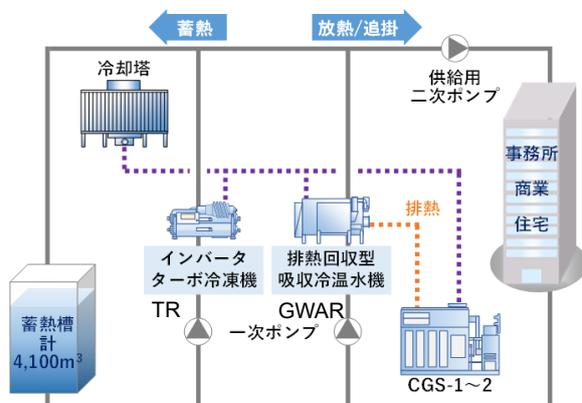
(1) 大規模水蓄熱槽を活用したシステムの構築

冷水はインバータターボ冷凍機 (TR) や排熱回収型吸収冷温水機 (GWAR) 等により製造し、温水は CGS の排熱利用を中心とし不足分を温水ヒータ (B) 等で製造する。また、都市部における未利用エネルギー活用として、虎ノ門ヒルズ ビジネスタワーの雑排水槽の熱を熱回収ヒートポンプチラー (HP) で回収し冷水及び温水製造に利用している。2023 年 7 月からは第 2 プラントが竣工して電気と熱の連携運用を開始する。

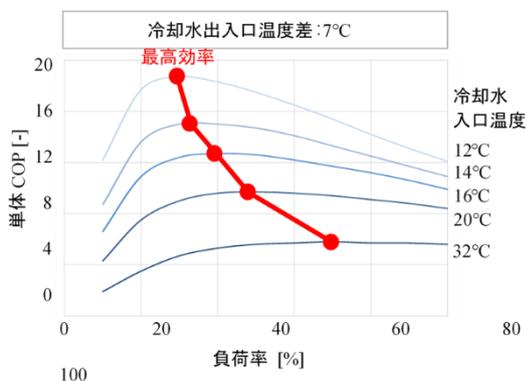


蓄熱槽はクッションタンク機能を有しており、熱源機で製造した冷水は需要家へ供給しつつ、供給量より製造量が上回った分は蓄熱される。逆に、熱源機の製造量より供給量が多い時や熱源機を停止した時は、供給二次ポンプが追従して冷水供給を継続する

クッションタンク機能を有する蓄熱槽とインバータターボ冷凍機を組み合わせることで、インバータターボ冷凍機の負荷率別効率特性を最大限に活用でき、最高効率を志向した意図的な部分負荷運転を行うことを可能とし、1 年間でインバータターボ冷凍機廻りの電力量を 13.6%削減した。



蓄熱槽と熱源機の関係

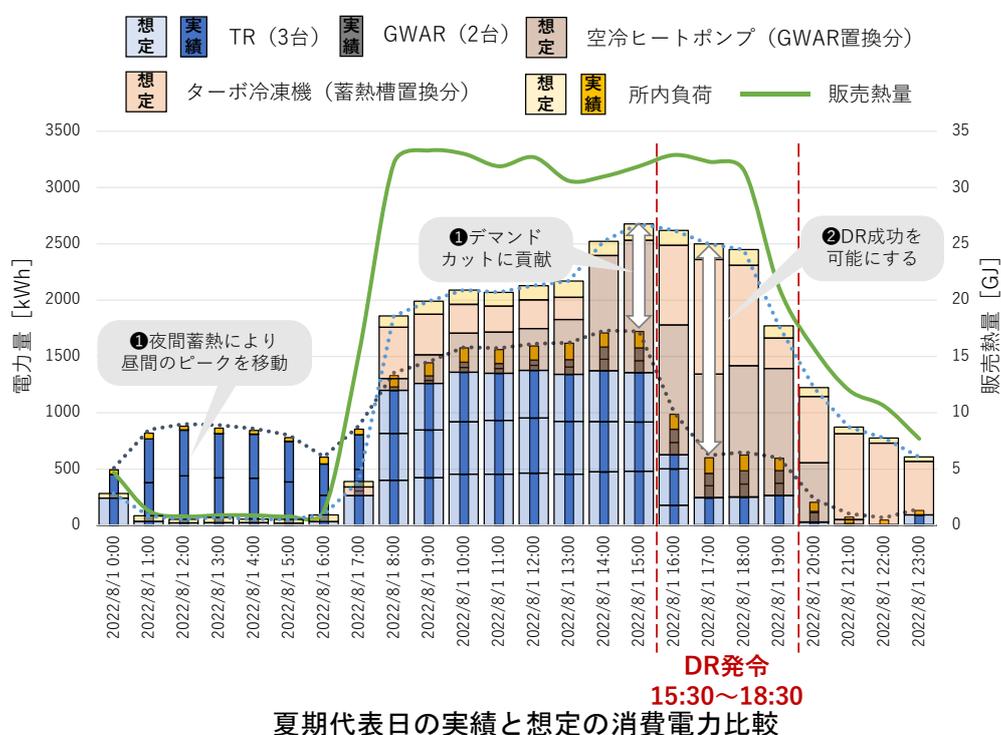
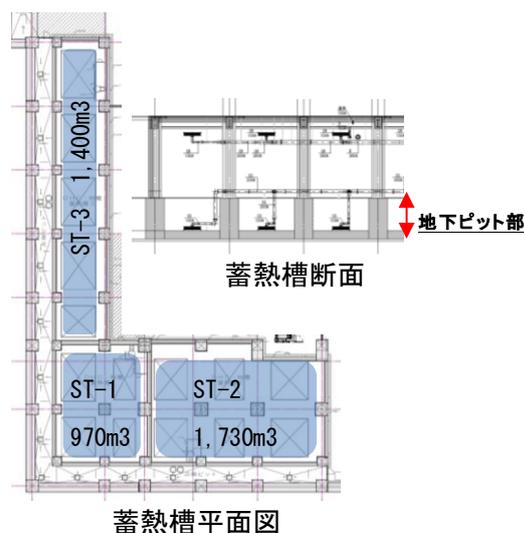


インバータターボ冷凍機 負荷率別効率

(2) エリア全体の電力負荷平準化の効果

大規模蓄熱槽 (4,100m³) は 3 槽に (ST-1 970m³、ST-2 1,730m³、ST-3 1,400m³) 分かれた温度成層槽とし、水位は地下ピット部分も利用し約 10m確保している。

この蓄熱槽を活用して供給エリア全体の電力負荷平準化の取組みとデマンドレスポンス (以下、DR) 対応を実施している。DR が発令された夏期代表日の実績から、蓄熱槽を活用した電力負荷平準化効果と DR 対応を検証した。



①電力平準化効果

夜間の電力によるインバータターボ冷凍機蓄熱運転と、昼間ピーク時の放熱運転を行い、蓄熱槽を有効活用して 912kW のデマンドカットを行った。

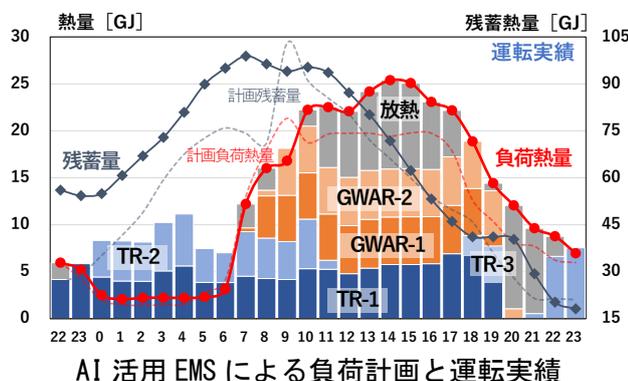
②DR 対応

一般送配電事業者から DR 発令を受けた時点で、熱源運用パターンを DR 対応に変更し、需要家へは DR 発令の報告と省エネ運用の依頼をした。DR 対応運転と需要家の協力により、電力を想定 2,531kW から 620kW 低減させた。また、冷房重負荷時に熱源運用パターンを変更するため、需要家の空調機動力の増加や居室環境の悪化等について検証したが、影響がないことを確認した。

(3) AI を活用した運転最適化や運転管理者の業務負担軽減

AI 技術を活用した統合エネルギーマネジメントシステム（以下、AI 活用 EMS）を導入した。AI 活用 EMS により、負荷予測や、熱源機及び蓄熱槽等多くの運用要素の最適運転計画の立案と高効率運転の自動化を行い、運転管理者の業務負担軽減に寄与する。

2020 年 1 月の竣工から運転データの蓄積が進み、2022 年夏期において AI 活用 EMS による自動運転試験を実施した。供給温度支障および運転管理者の判断による運転への介入もせず、自動運転が成立したことは勿論のこと、プラント効率が 8 月平均値の 1.34 を大きく上回る 1.52 となり、AI 活用 EMS の優位性を証明した。



(4) 三位一体となった取り組み

計画段階から竣工後においても、定期的なコミショニング会議を開催し、テナント、需要家ビル管理者、エネルギーセンターの三位一体となった省エネや、デマンドレスポンスシステムの取り組みを行っている。

省エネに資する三位一体の取り組みとして、需要家と協働した熱供給における冷水供給温度緩和を実施している。需要家への影響（室内状況・搬送動力等）を観察しながら、冷水供給温度を標準の 6℃から最大で 10℃まで緩和し、インバーター冷凍機の圧縮機動力を年間 77MWh 削減（削減率 7.3%）した。このような取り組みを通し、高効率で経済性の高い運用を実施している。



受賞理由

- ・ 大規模水蓄熱槽とコージェネレーションを組み合わせたシステムの構築により、エリア全体の電力負荷平準化に貢献していること。
- ・ 電力需給逼迫時に需要家への影響を与えることなく消費電力を低減するとともに、デマンドレスポンスへの対応を実現していること。
- ・ AI を活用したエネルギーマネジメントシステムを導入し、熱源機群や蓄熱槽など多くの運用要素の最適化や運転管理者の負担軽減が図られていること。
- ・ 計画段階から竣工後においても、定期的なコミショニング会議を開催し、テナント、需要家ビル管理者、エネルギーセンターが三位一体となった省エネや DR 対応の取り組みがなされていること。