

地方都市コンパクトシティにおける先導的スマートコミュニティ技術に関する研究

—エネルギーシステムの電力需給調整 VPP 電源としてのポテンシャルの検討—

建築学専攻

都市環境工学研究

はじめに

1.1 研究背景

日本熱供給事業協会は2020年2月に「地域熱供給の長期ビジョン」を発表し、熱電一体供給をベースとしたモデルを提示し、地方都市への普及方策として国土交通省が推奨するコンパクトシティ政策によるエネルギー需要の集約化、地域に賦存する地産エネルギー資源を活用した電力事業と熱供給事業とを合わせたエネルギーシステムを検討した。この普及方策を基に、まず地方都市の地域エネルギー事業のモデル検討を行った¹⁾。そしてそのモデルを具現化した実際のシステムとして本プロジェクトがある²⁾。本プロジェクトは地方自治体を中心として駅前到医院や住宅、商業施設等多用途で構成されている。

また、我が国では震災後の電力需給ひっ迫から分散型のエネルギーリソースや再エネの普及が進んだ。これら小規模なエネルギーリソース(分散電源)を統合し1つの仮想発電所(以下、VPP)を構築することで電力の需給調整バランスに活用できる。そのVPP電源の一つとしてコージェネレーション(以下、CGS)が挙げられる。図1に新さっぽろスマートコミュニティの概要を示す。本地区域は域内だけでなく域外との電力需給バランス調整機能を持った先導的な事例である。

1.2 研究目的

そこで本研究では、まず運転実績データの分析を行い、熱媒別の負荷と機器の稼働実績を把握する。そして本エネルギーセンター(以下、EC)がVPP電源の一部としてどの程度のポテンシャルを有しているか検討することを目的とする。

2. 新さっぽろ EC 熱源システムの稼働実績の分析

2.1. 設計負荷と現状の負荷の概要

対象地区が寒冷地であるため温熱負荷が大きい。2023年1月時点では病院の4棟のみが開業しているため、街区全体の計画負荷と比較して約3割程度の負荷となっている。なお、病院は2022年6月以降順次開業しており、全ての病棟が開業したのは8月中旬となっている。

2.2. 熱源システムの概要とフロー

図2に熱源システム系統図を示す。1,271kW×2台のCGSを核としジェネリンク(以下、AR)、ボイラー、地中熱HP等から熱電を供給する。ただし地中熱HPは還温水の昇温に用いられている。温熱お丘隣の地域暖房から受け入れた温水も利用し、環境負荷の低減に寄与するシステムとなっている。また特に夏期には地域暖房からの温水でARを稼働させる。

2.3. 運転実績データの分析

図3に日別の実績負荷と計画負荷を示す。計画負荷と比較して10月下旬以降の冷水負荷が大きくなっている日が見受けられた。また融雪に温水が使用され始めた12月以降、温水負荷が増加している。続いて図4に代表日の時刻別電力負荷を示す。CGSの運転状況について、11月上旬までは夕方の数時間に試験的に稼働させており、電力需要を超えて発電していた。それ以降は基本的に平日の昼間(8時~21時)に稼働させ、長時間稼働させることで機器効率も安定し始めた。また現在は部分負荷運転となっているが、今後街区の完成に伴って発電量が増え、機器効率は向上すると予想される。

3. VPP 電源としてのポテンシャルの検討

3.1. 検討概要と分析内容

ECがVPP電源の一部としてどの程度のポテンシャルを有しているか検討を行う。図5に新さっぽろECのCGSとVPP

MJ21111 船田 彩香

指導教員 村上 公哉

ふなだ あやか

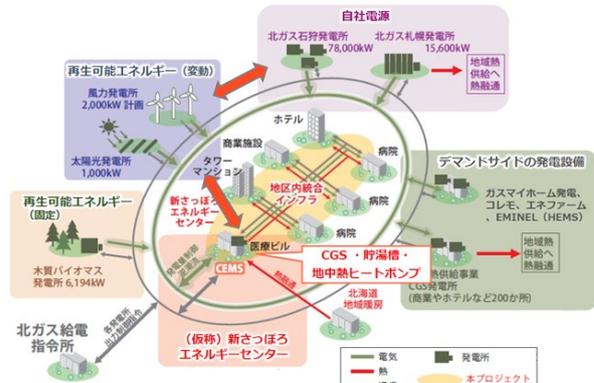


図1 域外電力ネットワークとの連携イメージ図²⁾

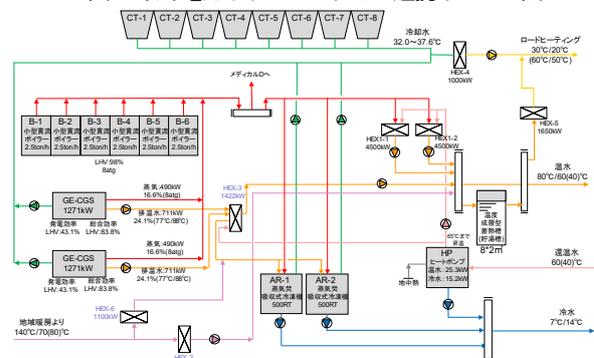


図2 エネルギーセンターの熱源システム系統図²⁾

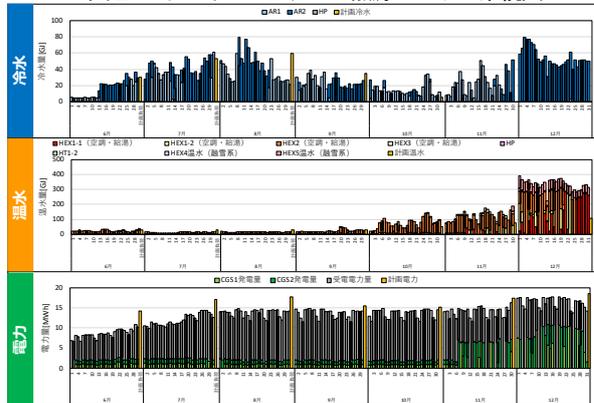


図3 日別負荷の実績データと計画負荷の比較

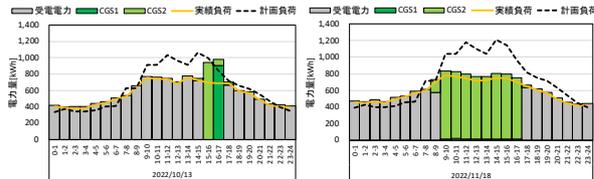


図4 代表日の時刻別電力負荷と供給電力量

の関係性のイメージ図を示す。VPPの提供できるサービスのうち調整力としてのポテンシャルを検討する。

現状、需給バランスを保つためにPVの発電電力が減少する夕方時間帯で火力等の調整可能電源が出力を一時的に増大させ需要を賅っている。そのためその時間帯に要請を出し一時的な出力の増大をECやその他の調整機能で担うことで負担を分担することとした。また、電力の需給ひっ迫に対して、事前

に要請を受けた EC から電力を逆潮することも可能である。本研究では前者について分析を行った。

3.2. 新さっぽろ EC からの調整可能時間帯の検討

PV 発電の出力が減少し、火力発電等の出力を一時的に増大させる必要がある時間帯に、EC から電力を逆潮する。その際、CGS 出力の増大に伴い、排熱量も多くなる。そのため排熱を有効活用できることを本研究の条件とした。本研究では排熱をまず熱利用し、利用できない余剰排熱を貯湯槽で吸収できる時間帯及び調整量の検討を行う。また、図6に北海道エリアの時刻別卸電力市場価格の変動を示す。図6よりこの時間帯は市場価格が比較的高騰しやすい時間帯であることが分かる。

3.3 PV 発電出力減少による要請時間帯の検討

PV の出力は天候に左右されるが、本研究では市場価格が高騰する夕方の減少を対象とするため 12 時以降に調整要請を出すとして仮定した。

4. 調整可能時間帯と調整効果の検証

4.1. CGS 排熱利用による調整可能時間の検討

図6から図10に調整可能時間帯の検討の流れを示す。まず、図6の赤線内の時間帯で市場価格が高騰し、その時間帯は図7で示す赤線内の PV 発電量が減少している時間帯と対応している。そのためこの PV 減少時間帯に調整要請を出すとして仮定した。要請が出た時間帯で CGS の発電に余力がある場合、図8のオレンジ色で示すように電力を逆潮できる。しかし、その際の逆潮分の排熱は図9で示す通り、熱利用可能な熱と貯湯される熱があるが紫で示す排熱は余剰してしまう。そのため、図10で示すように CGS の発電量を抑えて排熱を全て有効活用できるようにする。なお、貯湯される排熱は毎日リセットされると仮定した。以上の分析を年間通して行った。図11の(a)に各時間帯の PV 減少から見た要請日数を、(b)に各時間帯の実際の調整可能日数を示す。要請は 16 時台に最も出ているが実際は 18 時台が最も調整可能な時間帯であった。また、年間の PV 減少時間は 2,591 時間であるのに対し、調整可能時間の合計は 570 時間となった。

4.2. 調整電力量とポテンシャルの検討

図12に VPP 電源としてのポテンシャルの分析結果を示す。実際に調整電力として逆潮した量は年間約 155.8MWh であった。また、平均で約 273.4kWh 調整でき、最も調整可能な時間帯では約 875.9kWh 逆潮できた。また、その際の逆潮分の排熱量は年間 313.8GJ となり、これらは全て直接の熱利用や貯湯槽によって吸収でき有効活用できる。

しかし、CGS からの調整電力量は、太陽光発電量や北海道エリアの電力需要量に対しては微々たるものである。そのため、新さっぽろ EC のような多くの小規模な分散型エネルギーリソース（分散電源）を統合・制御し、大きな調整力として需給バランス調整に活用することが重要であると分かる。

まとめ

本研究では新さっぽろ EC の VPP 電源としてのポテンシャルを検討した結果、以下の知見を得た。

- 1) 市場価格が比較的高騰しやすい時間帯に PV 発電が減少していることから PV 減少時に調整要請を出し、新さっぽろ EC から電力を逆潮することで VPP の一部として有効に機能するという検討方法を確立できた。
- 2) 実際に新さっぽろ EC から電力を逆潮できるのは調整要請が出ている 2,591 時間に対し、570 時間と約 2 割であることが分かった。

【参考文献】

- 1) 船田彩香・他3名：『地方都市における地域エネルギー資源を活用する地域新電力と熱供給との連携型地域エネルギー事業に関する研究（第3報）熱電一体型地域熱供給と地域新電力の連携効果の検証』空気調和・衛生工学会学術論文集2022年9月
- 2) 萩野伸浩・他6名：『地方都市コンパクトシティにおける先導的スマートコミュニティ技術に関する研究（その1）プロジェクトとエネルギーシステムの概要』空気調和・衛生工学会大会学術論文集2022年9月
- 3) 鈴木武彦・他6名『地方都市コンパクトシティにおける先導的スマートコミュニティ技術に関する研究（その2）CEMS（地域エネルギーマネジメントシステム）の概要』空気調和・衛生工学会学術論文集2022年9月

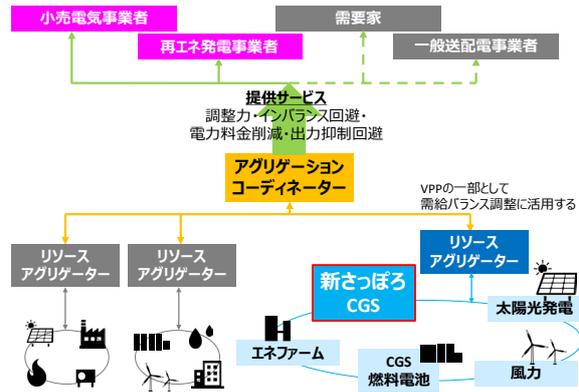


図5 新さっぽろ EC の CGS と VPP との関係性

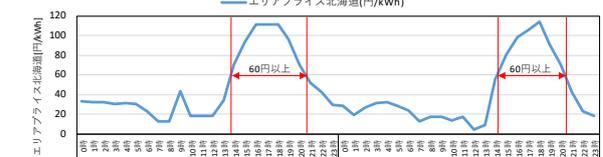


図6 北海道エリアの時刻別卸電力市場価格の変動

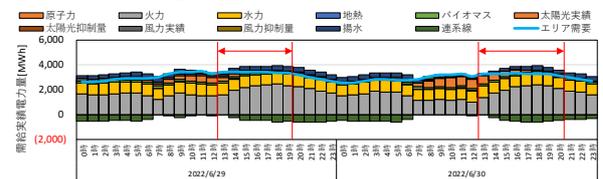


図7 北海道エリアの電力需給実績



図8 新さっぽろ CGS の逆潮可能電力量

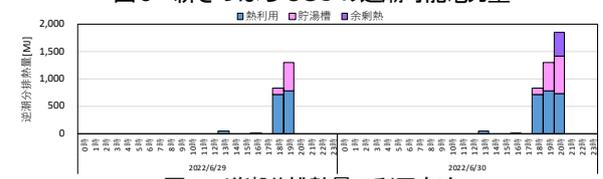


図9 逆潮分排熱量の利用方法

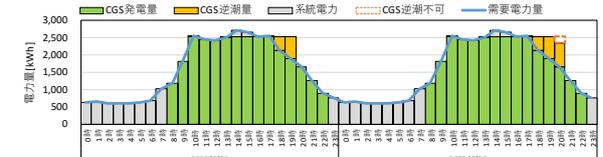


図10 新さっぽろ CGS の実際の逆潮電力量

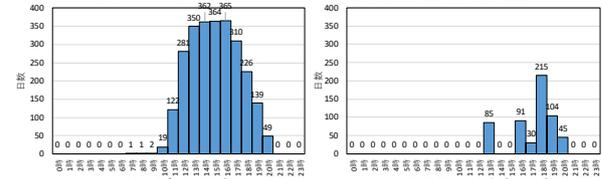


図11 (a) PV 減少日数 (b) CGS の逆潮日数
時間帯別の PV 減少日数と CGS 電力の逆潮日数



図12 年間の逆潮電力及び逆潮分排熱量