

スマートエネルギーシステムにおける VPP 運転機能の構築に関する研究

— CGS 逆潮流時排熱吸収システムの初期検証—

建築学専攻

都市環境工学研究

MJ23031 おかだ やまと
岡田 大和

指導教員 村上 公哉

1. はじめに

1.1 研究背景

我が国では脱炭素社会に向けて、水力・太陽光発電を始めとした再生可能エネルギー電源導入が進められる一方で化石燃料による火力発電の割合が低下している。このような背景から現在系統電力における需要の変動に対して、供給側の追従力だけでは電力を安定的に供給することが難しくなっており、需要側に調整力を持たせるバーチャルパワープラント(以下、VPP)の普及が期待されている。また我慢や不自由を伴う不確実な節電に頼るのではなく、需要家が有している設備で系統電力の安定化に貢献することは建築設備分野の重要な役割であると考えられる。その一つとしてスマートエネルギーシステム(以下、スマエネ)が保有するコージェネレーション(以下、CGS)や蓄熱槽・貯湯槽などをVPP運転利用することが期待されている。

1.2 研究目的

新さっぽろエネルギーセンター(以下、EC)では逆潮流(以降、逆潮)可能なCGSを有し、将来的にVPP電源の一部として活用することが可能となっており実現に向け本年度11,12月に検証が行われた。そこで本研究では逆潮実証結果を基に逆潮電力の応動性と余剰逆潮時排熱の活用評価を行う。

2. CGS 逆潮流時排熱吸収システムの概要と新規性

2.1. CGS 逆潮流時排熱吸収システムについて

図1に本プロジェクトのVPP運転の概要を示す。本スマコミは小売電気事業者の発電バランスグループの一つとなっている。そのため再エネ発電所等で発電量が不足する際に本スマコミに逆潮依頼が発令される。本ECはボイラ、地域暖房、ジェネリンク、CGS、蓄熱槽、熱交換器が主要な機器である。逆潮時排熱はまず図中①の温熱熱源に使用されボイラや地域暖房の稼働を削減する。温熱熱源をすべてCGS排熱のみで賄え、ボイラや地域暖房の稼働が停止すると図中②のEC蓄熱槽に供給される。それでも余剰した際は図中③の需要家に設置してある貯湯槽に供給される。

図2にCGS逆潮時排熱吸収システムを示す。前述したように本プロジェクトではCGS逆潮時の排熱はECだけでなくメディカル3棟やホテルの貯湯槽にも熱導管から熱交換器を通して吸収させることが可能なシステムの構築がされている。

2.2. 温度成層型貯湯槽の活用

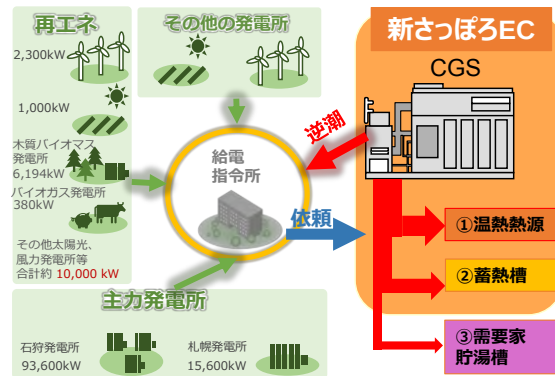
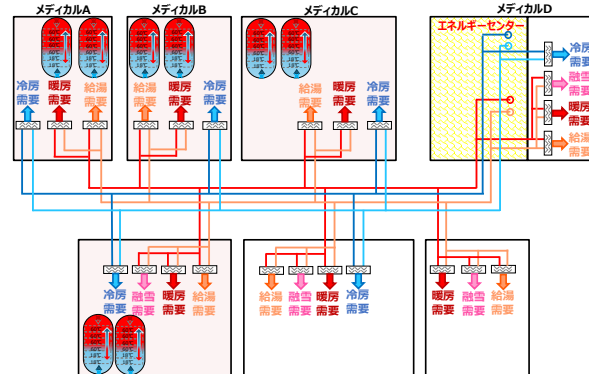
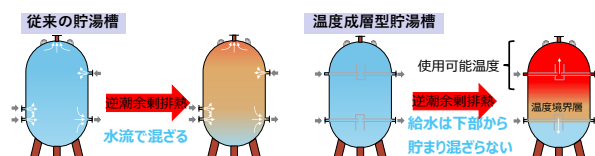
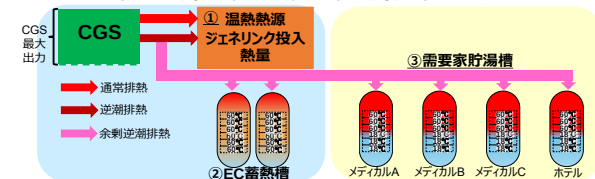
図3に従来型貯湯槽と温度成層型貯湯槽の比較を示す。本プロジェクトではVPP要請に対してCGS逆潮を行います。その際の逆潮時排熱の一部は貯湯槽にて吸収する計画となっている。そのためVPP要請のように短期的なCGS逆潮では余剰逆潮時排熱が十分に排出される可能性は低く、従来型貯湯槽では水流により貯湯槽内温度が一様に低下する。それに対し温度成層型貯湯槽は比重差によって分離されるため余剰逆潮時排熱を無駄なく活用することが可能となっている。

また本需要家の貯湯槽では上から6個の温度計が設置してありCEMSから情報通信を行い、貯湯状況を細かく確認することが可能となっている。VPP要請に対して各需要家の貯湯槽空き容量を監視し、余剰逆潮時排熱を適切に貯湯できる計画を立案することが可能なためCGS運転を安定的にし、地域全体のエネルギー需給を最適化することにつながる。

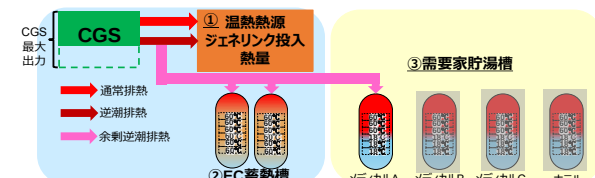
3. 需要家貯湯槽利用による逆潮流ポテンシャルの検討

3.1. 需要家貯湯槽利用による逆潮流ポテンシャルの検討概要

図4(a)にCGS逆潮行った際の逆潮時排熱の吸収状況の検討

図1 新さっぽろ EC の VPP 運転の概要¹⁾図2 CGS 逆潮流時排熱吸収システムの構築¹⁾図3 従来型貯湯槽と温度成層型貯湯槽の比較¹⁾

(a) CGS 最大容量分逆潮流運転時の排熱吸収状況の算出



(b) CGS 逆潮流時排熱吸収先を考慮した定格逆潮流電力の算出

図4 需要家貯湯槽利用による逆潮ポテンシャルの検討概要

概要、図4(b)にCGS逆潮時排熱吸収先を考慮した定格逆潮流電力の検討概要を示す。本研究では上記二つのケースを検討している。CGS逆潮時排熱は図中①の温熱需要やジェネリンク投入熱量に使用される。その後余剰分は②のEC蓄熱槽に使用され、さらに余剰分は③の需要家貯湯槽に貯湯される。

3.2. 電力取引価格によるCGS 逆潮流運転時間の検討

図5に2024年北海道電力取引価格を示す。16時から18時の間に太陽光のダックカーブ等の要因で電力取引価格が高騰する傾向がみられた。そこで本検討ではこの時間帯にてCGS逆潮を行うことにしている。

3.3 需要家貯湯槽利用による逆潮流ポテンシャルの検討

図6に発電容量ごとの貯湯槽利用状況を示す。CGS逆潮流電力を750kW以上になるとEC蓄熱槽から余剰逆潮時排熱が利用され、EC貯湯槽のみの利用で1000kW、病院3棟利用で1200kW、ホテルまで利用することで最大容量である1271kW逆潮可能であることがわかる。また需要家貯湯槽を最大限活用しようとすると1450kW程度の逆潮流電力が必要となる。

4. CGS 逆潮流実証検証の結果分析

4.1. CGS 逆潮流運転時の逆潮流電力の応動性評価

図7に逆潮流運転実施日(代表日)の電力運転実績の結果を示す。黒線の電力需要を超える発電電力量が逆潮流電力量となる。本検証では15:30から18:30の3時間で逆潮流が行われた。

図8にCGS逆潮流運転時の応動性評価方法を示す。電力は需要と供給量を常に一定にする必要があり、逆潮を行う際にも指令値に対してある程度の応動性を担保する必要がある。そこで本検証ではVPP実証事業の評価方法³⁾を参考に30分間の平均出力と滞在率で評価を行うこととした。30分間の平均出力では逆潮流指令値に対して±10%以内、滞在率では5分ごとの計測出力値が指令値の±10%に収まっている割合が50%以上の二つを満たす場合を成功判定とした。図8(a)に示すように30分間の平均出力が439kWと指令値の±10%に収まっていなかったため失敗判定となる。それに対し図8(b)では30分間の平均出力が指令値の±10%に収まりかつ30分間の滞在率が100%であるため成功判定となる。

図9にCGS逆潮流運転実施日の逆潮流電力精度評価を示す。逆潮流開始時間の15:30で逆潮流指令値の遅延等で指令値から大きく乖離がみられたが実証期間9割は平均出力・滞在率共に成功判定であり安定した逆潮流を行えている。

4.2. CGS 逆潮流運転時の逆潮時排熱評価

図10に12月の逆潮流運転実施日の温度成層状況を示す。逆潮流時排熱を短時間で吸収する場合であっても正常に温度成層を保てていることが確認された。

図11にCGS逆潮流運転時間の排熱利用状況を示す。逆潮流運転実施時間帯には本来ボイラや地域暖房で製造していた熱を逆潮流実施により生じた逆潮流時排熱で一部を賄うことができる。本ECでは地域暖房は低炭素なエネルギーであるがボイラは稼働を抑えるほど低炭素・システム効率向上に寄与する。図12にCGS逆潮流運転実施日の排熱利用評価結果を示す。本スマコミは寒冷地に位置していることもあり冬季の温熱需要が非常に大きい。そのため本検証期間では逆潮流時排熱の利用先として温熱需要にすべて利用されてしまう結果となった。その結果逆潮流なしと比較し逆潮流ありの場合ではボイラ製造熱量や地域暖房からの受入れ熱量を逆潮流時排熱が生じたことにより逆潮流運転実施日の5日間平均で50.1%削減できていことを確認した。また逆潮流時排熱のうち平均11.2%程度ではあるが逆潮流時排熱を蓄熱槽に吸収できていることを確認できた。

5. まとめ

本研究では新さっぽろECのCGS逆潮流の初期検証を行った結果、以下の知見を得た。

- 1) CGS逆潮流電力の評価では多くの時間帯で成功ライン±10%に滞在しているため安定した逆潮流電力を出力できていることを確認した。
- 2) 本検証期間では温熱需要が非常に大きく逆潮流時排熱の利用先は温熱熱源までにとどまった。検証の結果逆潮流を行うことでEC内の温熱需要に対してCGS逆潮流時排熱を利用でき、ボイラや地域暖房の割合を逆潮流運転実施日の5日間平均で平均50.1%削減できていることを確認した。

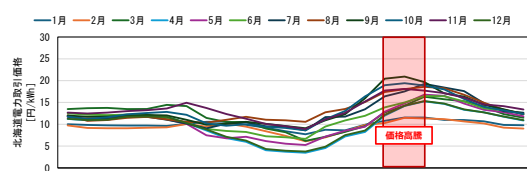


図5 北海道電力取引価格(2024年)²⁾

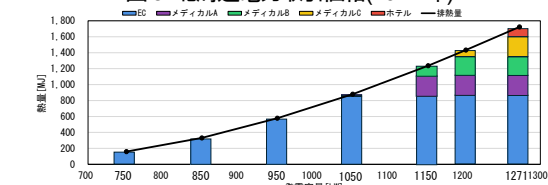


図6 需要家貯湯槽利用による逆潮流ポテンシャル検討結果

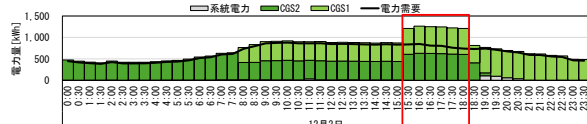
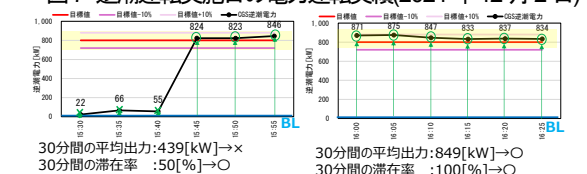


図7 逆潮流運転実施日の電力運転実績(2024年12月2日)



(a) 失敗判定例 (b) 成功判定例
図8 CGS 逆潮流運転時の応動性評価方法

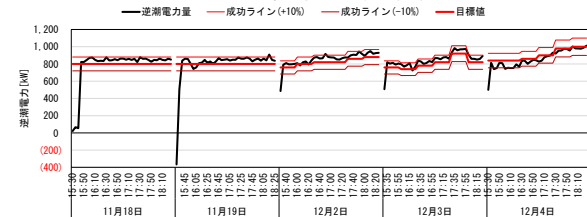
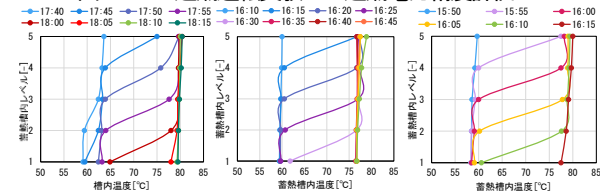


図9 CGS 逆潮流運転実施日の逆潮流電力精度評価



(a) 12月2日 (b) 12月3日 (c) 12月4日
図10 CGS 逆潮流運転実施日の温度成層状況

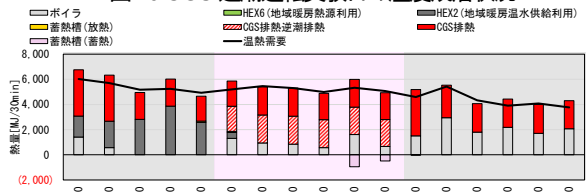


図11 CGS 逆潮流運転時間の排熱利用状況(2024年12月2日)

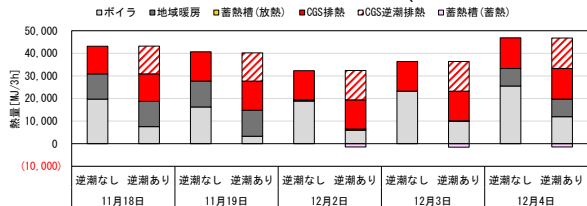


図12 CGS 逆潮流運転実施日の排熱利用評価結果

【参考文献】

- 1) 萩野伸吾・他6名:『地方都市コンパクトシティにおける先進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
- 2) JEPX 取引情報 スポット市場取引結果(参照日2025年1月10日)
- 3) 一般社団法人環境共創イニシアチブ2018年度需要家側エネルギーリソースを活用したノーマルパワープラント構築実証事業費補助金実施状況報告2018年9月28日