

技術紹介

GEOneo®ハイブリッドシステムの導入効果 (第2報)

～積雪寒冷地域で二冬運用して見えてきたもの～

Introduction Effect of Hybrid Air Conditioning System “GEOneoTM” Using Ground and Air Source Heat Pump

勝俣 盛 *1
KATSUMATA Mori

串田 勝治*2
KUSHITA Katsuji

川田 太郎 *3
KAWADA Taro

1. はじめに

これまでに、地下水を熱源にしたエアコン(以下、GSHP)と標準的な電気エアコン(以下、EHP)の2系統を集中制御(以下、ハイブリッド制御)する空調システム(商品名称;GEOneo®ハイブリッドシステム)を開発して、その概要を紹介してきました¹⁾。特に、積雪寒冷地域に在る川田工業(株)富山工場の新事務所棟に導入した設備では、ガスヒートポンプエアコン(以下、GHP)とエネルギー消費を比較して、その優位性を示しました²⁾。その後1年が経過して、計測データのサンプル数が約2.5倍になり、省エネ性能の信頼性が高まりました。ここでは『ハイブリッド制御』による節電効果と『デマンド制御』による契約電力の抑制結果について概説します。

また、「再生可能エネルギーの固定価格買取制度(以下、FIT)」の施行にともない、2010年4月から始まった「再生可能エネルギー発電促進賦課金(以下、再エネ賦課金)」の負担が企業の利益を圧迫しています。そこで、電気料金の現状把握を目的に、電力大手の料金設定の推移を整理しました。

2. 新機能の導入実証

(1) ハイブリッド制御の概要

ハイブリッド制御では、外気温や空調負荷などに応じて、自動で①負荷のベースを供給する熱源機(以下、ベースロード)を選択、②室内機を個別に運転/停止、③室外機の出力の調整を行います。

- ①ベースロード：GSHP、EHP
- ②室内機の運転：連続、停止、送風
- ③室外機の出力：無制御、70%、40%、送風

これを10分毎に更新します。この結果、室外機を高効率で運転するとともに、補機を含むトータルシステムの消費電力を抑制します。これにより、ユーザーに煩わしさや不快感を与えることなく節電できます。

室内機のレイアウトを図1に示します。図中には部屋、室内機および温度センサの呼称を併記しています。

なお、室内機の運転の選択は職員が常駐する執務室(1F_O, 2F_O)に限ります。設備の概要については既報^{1),2)}を参照ください。

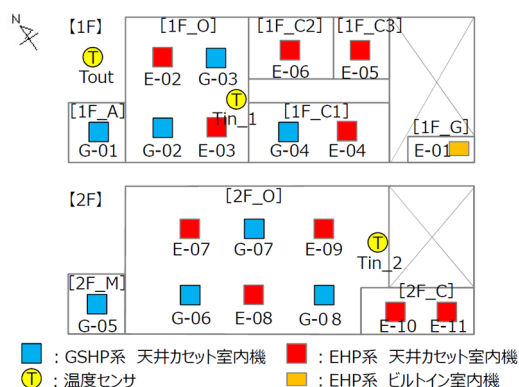


図1 室内機のレイアウト

(2) 室内機稼働状況と使用電力

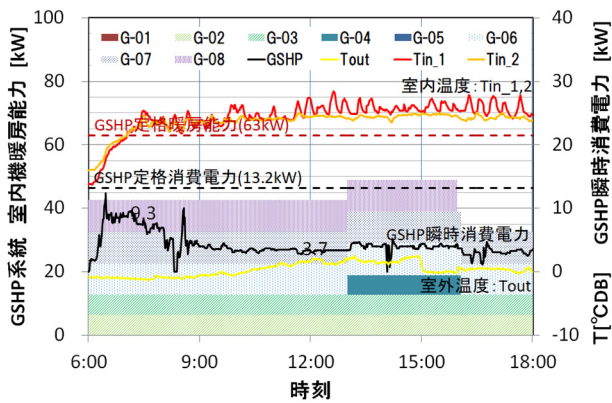
ハイブリッド制御時(2019年2月8日)の室内機の稼働状況(暖房能力の総和)と電力使用量(GSHP, EHP)、室内・外温度(Tin_1, 2, Tout)の推移を図2に示します。6:00から7:00までGSHPが暖房、EHPが送風で、職員出社前に時間をかけて予熱運転しています。早朝の高負荷時をGSHPのみで熱供給することで、デマンド値の上昇を抑えています。これ以降は、ベースロードがGSHPで、負荷に応じてEHP室内機の運転を切替え、同室外機の出力を調整しています。図2(b)で棒グラフの楕円凹部が室内機を送風に切替えて節電している時間です。

GSHPの消費電力は早朝時で9.3kW程度でした。熱媒温度が20℃(定格値)から約12℃(実運用値)まで降下すると、消費電力は約17%上昇が見込まれます。このとき、負荷率は60%程度と考えられるのでGSHPの室外機は効率良く稼働していると推察されます。一方、EHPを併用する9:00以降は熱需要が低下して、執務室(E-02, 03, 07, 08, 09)の稼働率が低下しているのがわかります。GSHP系による熱供給が主体になり、消費電力は3.7kW程度で安定しています。

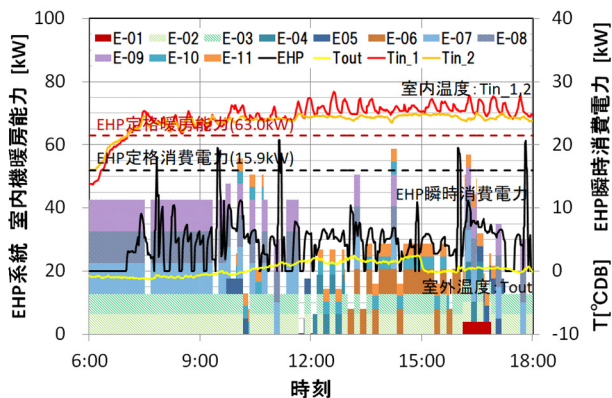
*1 川田テクノロジー(株)技術研究所 次長

*2 川田工業(株)北陸事業部 建築部 次長

*3 川田工業(株)事業企画部 部長



(a) GSHP 系統



(b) EHP 系統

図2 2019年2月8日の稼働状況(6:00~21:00)

暖房能力は、GSHP が室外機 63.0kW に対して室内機 58.9kW, EHP が室外機 63.0kW に対して室内機 73.9kW です。設計変更により、夜間に単独運転する頻度が高い守衛室(E-01)を GSHP 系統から EHP 系統に移行したので、ややアンバランスな構成になっています。

(3) ハイブリッド制御の効果

日平均気温と日電力使用量(ポンプなどの補機含む)には強い相関があります²⁾。2018年と2019年の日平均気温と日電力使用量の関係を図3に示します。このうち、2019年1月から3月までハイブリッド制御を行いました。一般化するために、日平均気温は最寄りの南砺高宮アメダスの計測データを用いました。

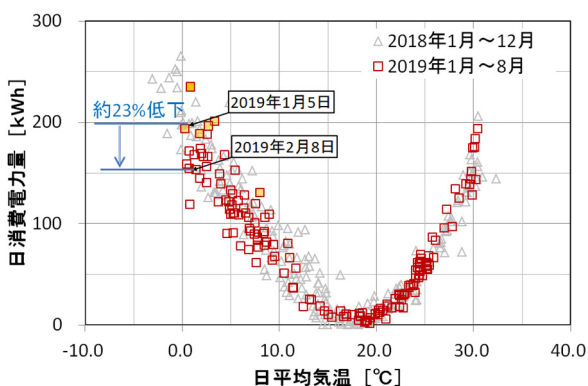


図3 日平均気温と日電力使用量(平日就業時)

室内機の総運転時間が同程度であったデータを抽出して、制御前(2018年1月5日; 0.7°C, 198.8kWh)と制御後(2019年2月8日; 0.8°C, 154.4kWh)を比較しました。この結果、電力使用量は約23%低下しています。冬期データで、制御前(図中△印)と制御後(図中□印)を比較すると、同一温度帯における2019年の電力使用量は、2018年より概ね減少しています。なお、2019年1月28日から2月1日までは、井水配管にトラブルが生じて、主にEHPを運用したために、日電力使用量が上昇しました(図中■印)。

(4) 電力デマンド制御

電力デマンド制御では、自己回帰移動平均モデルを用いて、過去の計測データよりデマンド時限(30分間)の平均使用電力値を10分間隔で予測します(予測値P, 実測値E)。設定した閾値T(例えば、契約電力)と比較して、 $P < T$ のとき継続、 $P \geq T$ のときデマンド値(30分毎の平均使用電力)の更新が危惧されるので、送風に切替えて消費電量を抑制します。最終的に $E < T$ であれば更新することなく、制御良好と判断します。

具体的に、2019年3月6日(デマンド時限; 16:30から17:00)の事例を図4に示します。デマンド値T3($T1=1/3 \cdot T3$, $T2=2/3 \cdot T3$)を設定した後に、下記の手順で処理することで、更新を回避しました。

- ・ Step_0 : 16:30 時の 10 分平均使用電力値 E0
- ・ Step_1 : $P1 < T1$ より、暖房運転を継続
16:40 時で 10 分平均使用電力値 E1
- ・ Step_2 : $P2 \geq T2$ より、送風運転に切替え
16:50 時で 10 分平均使用電力値 E2 (=E1+ΔE2)
- ・ Step_3 : $P3 < T3$ より、暖房運転に切替え
17:00 時で 10 分平均使用電力値 E3 (=E2+ΔE3)
⇒ E3 < T3 でデマンド値の更新を回避

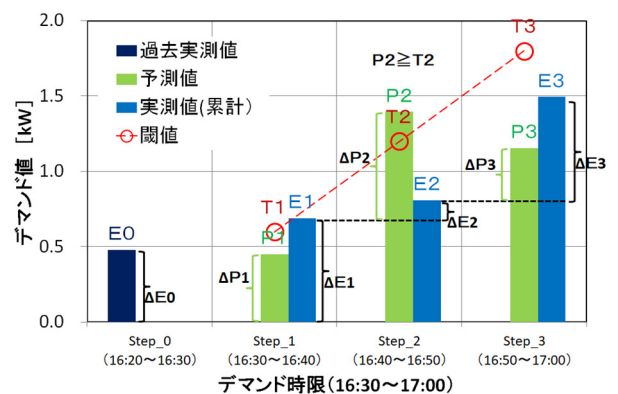


図4 デマンド値の予測(2019年3月6日)

3. エネルギー料金の比較

前報²⁾と同様に、ハイブリッド(GSHP+EHP)の電力料金とGHPのLPガス料金を比較しました。LPガス料金は、業務用の大口需要であることから、従量単価に使用量に乗じて試算しました。一方、電力料金は北陸電力の

高圧電力 A の従量単価に使用量に乗じて試算しました。2018 年度のハイブリッド空調の電力総使用量は、高圧受電設備の全電力使用量に対して 4.6%でした。工場生産ラインにも給電しているので、空調使用が契約電力の更新に影響しないと考えました。ここでは、燃料費調整額、再エネ賦課金を考慮していません。ただし、「地球温暖化対策のための税(以下、温暖化対策税)」は電力量単価に内包されています。各エネルギーの従量単価を表 1 に、月次料金の比較結果を図 5 に示します。

表 1 エネルギーの従量単価

種別	従量単価	
LP ガス ²⁾	260 円/m ³	
電力	夏季 7月～9月	13.16 円/kWh (11.86 円/kWh；2018年3月以前)
	その他季	12.12 円/kWh
	10月～6月	(10.82 円/kWh；2018年3月以前)

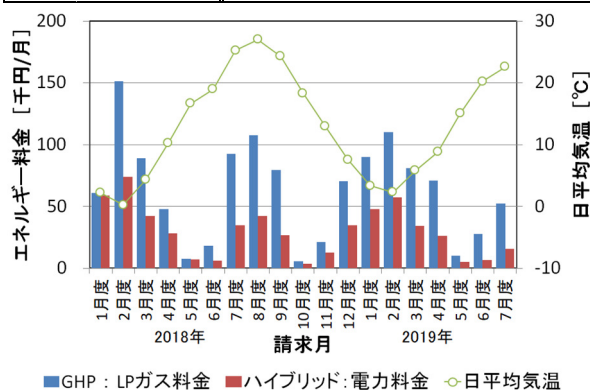


図 5 ハイブリッドと GHP のエネルギー料金

19 ヶ月間のエネルギー料金総額を比較すると、GHP が 100%に対してハイブリッド空調が 45.9%でした。2019 年は、暖冬・少雪でかつ梅雨明けが遅れたことで、エネルギー消費が減少したと思われます。なお、LP ガスが一般的な流通価格であれば、差額はさらに広がります。

4. 電力大手 7 社の電力料金の推移

需要家は従量料金とは別に、使用量に応じて再エネ賦課金、温暖化対策税および燃料費調整額を負担しています。再エネ賦課金は全国一律ですが、従量単価と燃料調整額は電力会社により異なります³⁾。この賦課金が経年的に上昇しており、企業の利益を圧迫しています。

電力自由化以降に着目して、産業用の高圧電力(契約電力 500kW 未満)で、季節別料金制を採用している電力大手 7 社の“電力量料金単価(燃料費調整額含む)+再エネ賦課金”の推移を図 6 に示します。燃料調整額の増減で変動していますが、各社とも上昇基調です。電気料金の単価には消費税等相当額が含まれており、2019 年 10 月の消費税率の引き上げにともない単価がさらに上昇します。これを鑑みても北陸電力管内は他社と比較して電力料金が安価であり、電化の推進が適当な地域と言えます。

環境省⁴⁾は、2014 年の時点で FIT が 2030 年まで継続

した場合には、再生可能エネルギー電気の累積導入量が影響するので、賦課金単価は 2020 年まで大幅に上昇すると予想しています。さらに 2020 年から 2030 年まで横ばいで推移、あるいは緩やかに上昇を続けるとの見通しです。この賦課金の負担額を相殺するためには、産業用(従量単価 14 円/kWh, 使用量 250MWh/月)で 14~21%の節電率が求められます。

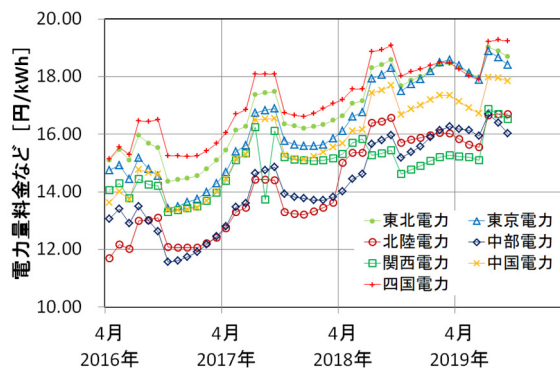


図 6 電力大手 7 社の電力料金などの推移

5. おわりに

積雪寒冷地において GEOneo®ハイブリッドシステムを運用して、エネルギーコストが GHP より優れることを実証しました。また、ハイブリッド制御、デマンド制御を有効にすることで更なる省エネが可能です。一方で、電力料金の単価上昇は避けられません。2019 年度のエネルギー白書⁵⁾では、「業務他部門における省エネルギーを実現するためには、建物の断熱性能の強化や冷暖房効率の向上、照明などの機器の効率化を併用するとともに、エネルギー管理の徹底が必要である」と明言しています。業務部門における電力消費の内訳をみると、業種や季節に応じて差があるものの、空調と照明はいずれも概ね 3 割を占めます⁶⁾。空調のエネルギー効率を 30%改善すれば、電力消費は 9%程度削減できます。私共は、空調を高効率化することで『我慢しない節電』を提案します。ハイブリッドシステムがその一助になれば幸いです。

参考文献

- 1) 勝俣, 畠中, 甲木, 串田, 久米, 川田: 地中熱・空気熱ハイブリッド空調システムの開発, 川田技報, Vol.37, 2018. 1.
- 2) 勝俣, 串田, 川田: GEOneo®ハイブリッドシステムの導入効果, 川田技報, Vol.38, 2019. 1.
- 3) (一社)エネルギー情報センター: 燃料費調整単価の推移, <https://pps-net.org/statistics/adjust>
- 4) 環境省: 平成 26 年度 2050 年再生可能エネルギー等分散型エネルギー普及可能性検証検討委託業務報告書, pp.258-262, 2015.
- 5) 経済産業省資源エネルギー庁: 平成 30 年度エネルギーに関する年次報告, pp.110-121, 2019.
- 6) 藤山: 2050 年の電力消費は 2016 年対比 2 割減少, 日本総研, リサーチフォーカス, No.2018-003, 2018.