

自然冷媒による廃熱を利用した「温水・チルド水」供給設備の年間導入効果について ～ミツワデイリー 岡山工場～

(株)前川製作所 ソリューション事業本部 アドバンスドシステム部門 吉本 靖史

■キーワード／工場・設備計画・熱回収・自然冷媒(CO₂)・冷温水同時取出エコキュート

1. はじめに

ミツワデイリー(株)は、コンビニエンスストア向けの調理麺・軽食・惣菜・サラダなどの製造・販売を行っており、岡山工場では主に調理麺の製造を行っている。岡山工場は生産量の増加にともない、2015年に現在の所在地へ移転しており、その際、空気・水両熱源エコキュート unimo AWW(以下、「AWW」という)を導入した。その後も継続的に省エネルギー化に取り組み、冷水タンクの増設、水熱源エコキュート unimo WW(以下、「WW」という)を追加導入した。

本稿では、従来のチラー・ボイラによる冷温水供給システムではなく、自然冷媒(CO₂)を用いた当社製のエコキュート導入提案を行い、高効率かつ環境にやさしい冷温水供給システムを導入いただいた事例として紹介する。また、動力システム制御盤に蓄積された直近の計測データ(2019年7月～2020年6月)を用いて解析を行い、エコキュート導入の効果を検証した。



写真-1 冷温水供給設備外観(2015年)



写真-2 冷温水供給設備外観(2019年)

2. 工事概要

2-1 建物概要

建物名称	ミツワデイリー(株) 岡山工場
所在地	岡山県浅口市金光町佐方21-2
建物用途	食品工場
AWW増設	2015年(写真-1)
冷水タンク増設	2017年
WW増設	2019年(写真-2)
実施設計	(株)前川製作所
施工	(株)前川製作所 中国支店

2-2 設備概要

2-2.1 AWW(空気・水両熱源エコキュート)

冷却負荷に合わせて空気熱源と水熱源を切り替えることが可能なエコキュートであり、どんな時でも温水を供給することが可能である(図-1)。

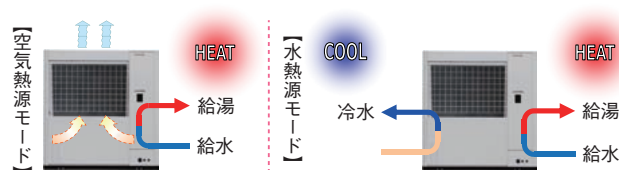


図-1 AWW運転モードイメージ

【空気熱源モード】

加熱能力：79.2kW(90℃出湯)
消費電力：19.1kW
(中間期カタログ値)

【水熱源モード】

加熱能力：81.8kW(90℃出湯)
冷却能力：60.9kW(7℃出口)
消費電力：21.7kW
(カタログ値)

2-2.2 WW(水熱源エコキュート)

水熱源で温水を供給するエコキュートであり、冷温水同時取り出しによる高効率な運転が可能である。

加熱能力：80.8kW(90℃出湯)
冷却能力：57.9kW(7℃出口)
消費電力：23.6kW
(カタログ値)

3. 冷温水供給システム概要

3-1 加熱・冷却負荷

冷温水供給に要求される加熱・冷却負荷状況を整理した結果は次のとおり。

本工場はコンビニエンスストアのベンダー工場であるため、工場の稼働は夕方から翌日の早朝まで(以下、夜間という)がピークとなる。

温水は、工場が稼働する夜間に麺の「茹で槽」で大量に使用され、昼間は使用されない時間帯がある。温度は100℃近くが要求される。

冷水は、夜間に麺の「冷却槽」で大量に使用され、昼間は野菜の洗浄でも使用され、温度は5℃以下が要求される。

3-2 従来型の冷温水供給システム

温水の熱源はLPGを燃料とするボイラであり、「茹で槽」へ給水とボイラ蒸気を投入することで常温の給水を100℃まで昇温していた。ボイラは高負荷・高燃焼で稼働しており、加熱能力に余裕がない状況であった。

冷水の熱源は空冷チラーであり、「冷水槽」の冷水を循環冷却し、二次側へ供給していた。生産量の増加にともない冷水温度が下がりにくくなり、冷水使用量を増加することで対応していた。

3-3 エコキュート導入後の冷温水供給システム

熱源機は、AWW、WW、空冷チラーを用いる。

温水はエコキュートでいずれも90℃で出湯し、熱交換器を介して83℃で貯湯槽へ供給後、必要量まで給水とミキシングして年平均70℃で「茹で槽」へ供給した後に、蒸気を投入し、100℃近くまで昇温して使用する。

冷水は5℃以下で供給するが、月ごとの給水温度や使用量に応じて、AWWの運転モードが自動的に切り替わる。

本工場では夜間に冷温水の需要がピークになるため、比較的負荷の少ない昼間は主に蓄熱運転し、夜間は蓄熱した冷温水を供給しつつ熱源機は追いかけを行う。

3-4 昼間蓄熱時の冷温水供給システム

昼間の冷温水供給システムフローは概略図のとおり(図-2)。温水の使用量は少なく、冷水は野菜の洗浄に使用されるが、夜間ほど多くない。

WWおよびAWWは水熱源モードで給水予冷槽に冷水循環蓄熱するとともに貯湯槽へ温水を貯湯する。

空冷チラーは冷水槽の冷水を冷却し、冷水は野菜の洗浄で使用される。

給水予冷槽の冷水が設定温度まで冷却されると夜間追いかけ運転時の冷温水供給システムに切り替わり、AWWの水熱源モードで冷水槽を冷却するとともに貯湯槽へ温水を貯湯し、空冷チラーは停止する。

冷水槽の冷却負荷が小さい場合、AWWは空気熱源モードで温水のみ製造する。

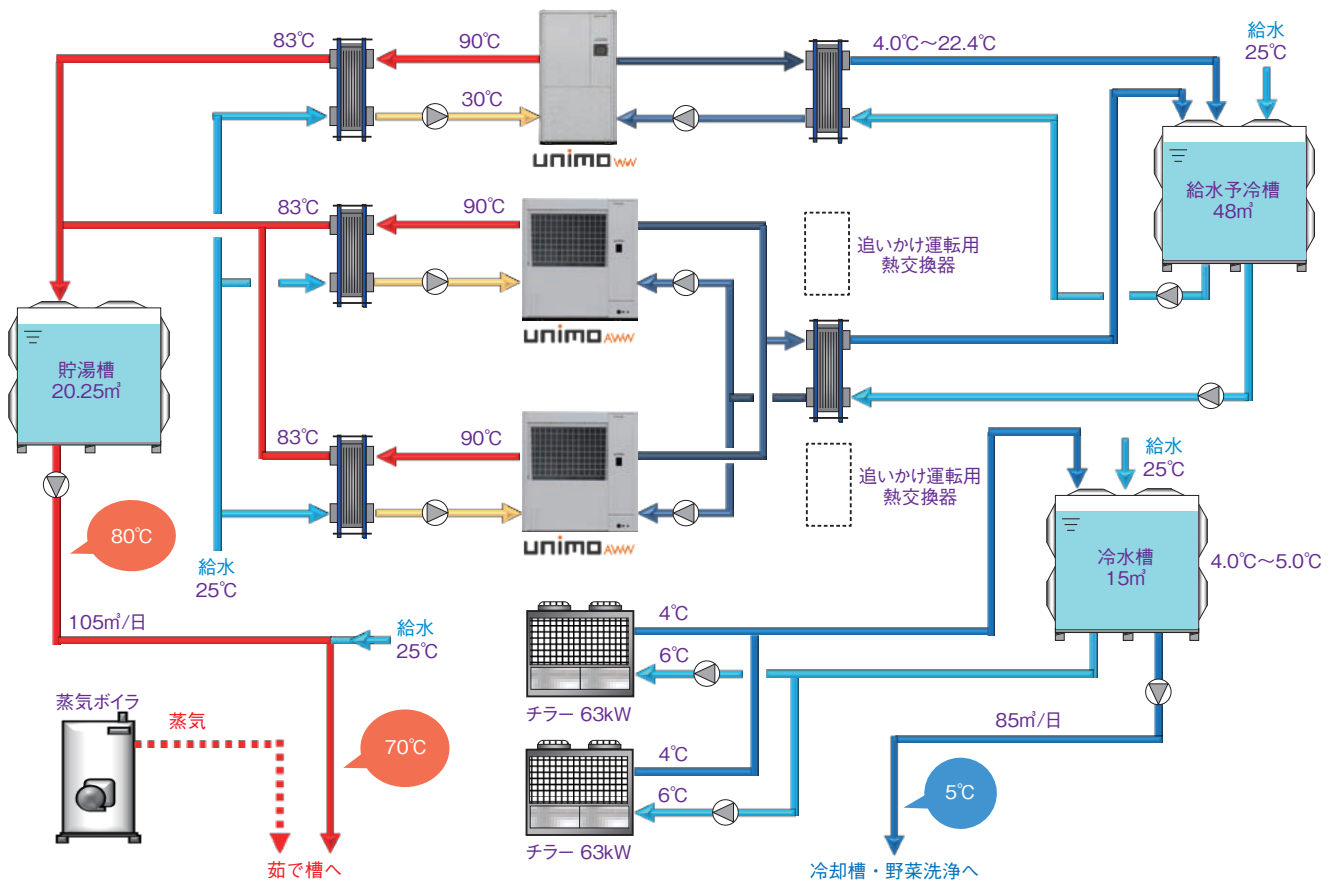


図-2 昼間蓄熱時の冷温水供給システムフロー

3-5 夜間追いかけ運転時の冷温水供給システム

夜間の冷温水供給システムフローの概略図を図-3に示す。夜間は冷温水いずれも大量に使用される。

WWは昼間と同様にベース運転するが、追いかけ運転時の給水予冷槽は水位設定を低くしてクッションタンクとして使用する。

AWWは水熱源モードで冷水槽の冷水を冷却しつつ温水を製造し、冷水槽の冷却が追い付かず、温度が一定以上に上昇するとチラーで冷水槽の冷却運転を行う。

4. データ解析

4-1 冷温水の使用状況

毎月の冷温水の日平均使用量および平均温度を図-4に示す。

冷水用量は、6~10月で100m³/日を超えており、その他の月では70~90m³/日で推移している。冷水温度は夏場でも要求温度の5℃を下回っており、年間を通して4℃前後で推移している。

温水使用量は、40~70m³/日程度で推移しており、本件の温度条件下におけるエコキュート1台による給湯量は23~29m³/日であるため、エコキュートの最大限稼働率を上げるためには適切な台数であったといえる。また、温水温度は60~70℃で推移しており、ここから蒸気まで100℃近くまで昇温して使用する。

旧工場では、生産量の増加にともなうチラーの能力不足から、冷水が冷え切らず、冷水量を増やすことで補っていたが、エコキュートの導入で十分に冷却された冷水を使用することができ、冷水量の削減による省水・省コストにも寄与できた。

4-2 各設備の稼働状況

計測データを基に算出した各設備の冷却熱量を図-5に、加熱熱量を図-6に示す。

図-5に注目すると、WWが年間を通して冷却を行っていることが分かる。6~11月では給水温度の上昇にともないAWWが水熱源モードでさらに冷却する。それでも冷却しきれない部分は空冷チラーで追いかけ運転している。また、WWおよびAWWの水熱源モードで多く冷却しており、空冷チラーの稼働が少ないことが分かる。空冷チラーと同程度の消費電力で冷温水を同時に供給することができているため、廃熱を無駄なく温水に置換できていると評価できる。

一方、図-6に注目すると、温水側では、WWが年間を通して冷却の際に排出される熱を利用して温水を製造し、AWWの水熱源モードでもWWと同様に冷却と同時に温水を製造している。また、給水温度が低く、比較的冷却負荷の少ない冬期では冷水タンクが冷え切るとAWWを空気熱源モードに切り替えて温水を製造している。

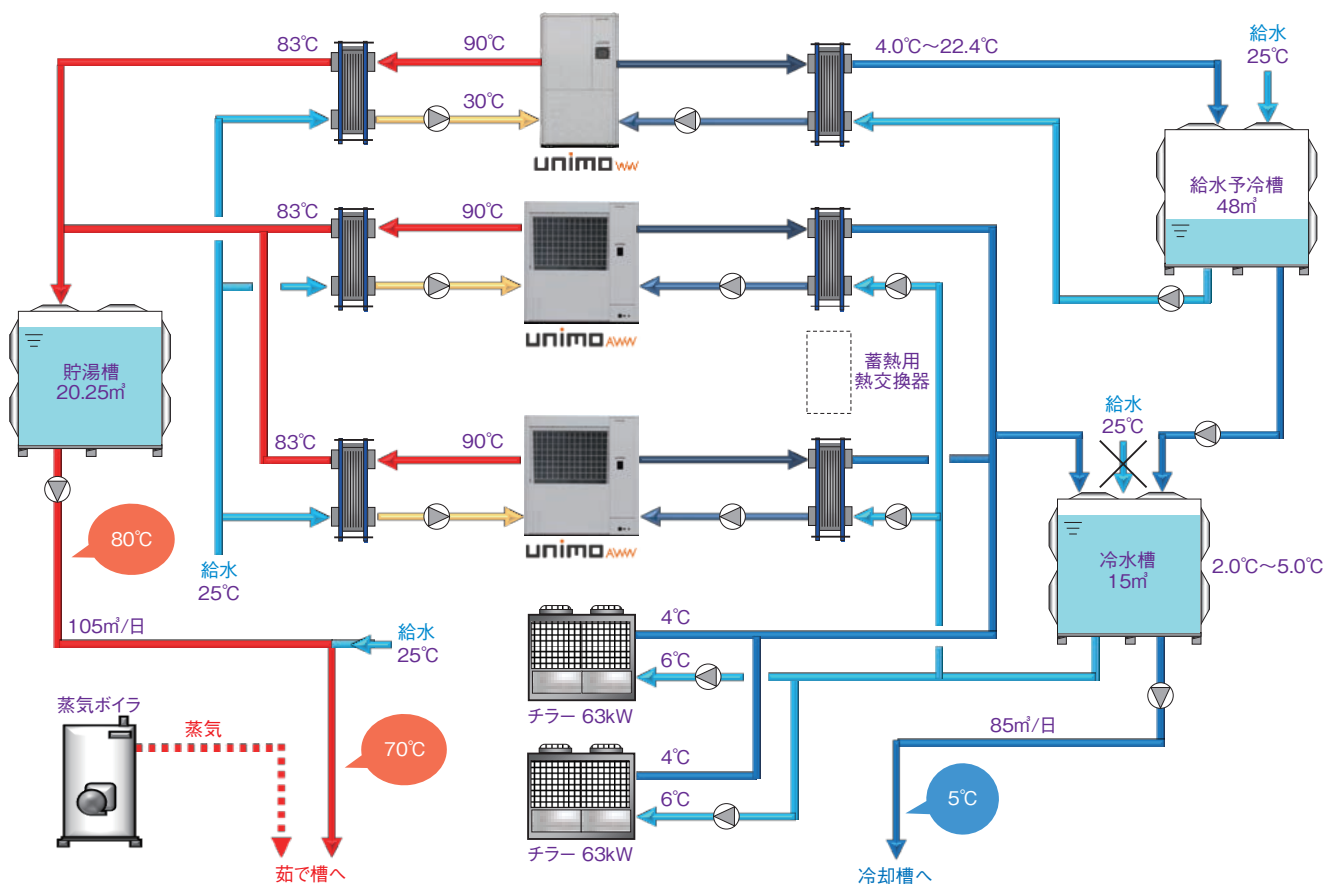


図-3 夜間追いかけ運転時の冷温水供給システムフロー

WWだけでは、冷却負荷がなくなったときに温水を作れなくなるため、空気熱源モードで温水を作れるAWWを導入した効果が表れていることが分かる。

4-3 ランニングコスト・環境性の検証

計測データを基に、エコキュート導入後の冷温水供給システムにおける直近1年間のランニングコスト・一次エネルギー使用量(原油換算)・CO₂排出量を試算し、従来の冷温水供給システムで運用した場合と比較検証する。なお、加熱側の試算対象範囲は、エコキュート導入後の冷温水供給システムにおけるエコキュート加熱相当分(給水温度から「茹で槽」への温水供給温度までの加熱分)とする。

試算結果を図-7に示す。

ランニングコストは年間で10,900千円の削減となり、大きなコストメリットを得られている。エコキュートが稼働することで電気使用量が増加するが、それ以上にチ

ラーの電気使用量およびボイラの燃料使用量を削減できたため、トータルコストメリットが実現できている。

エネルギー消費量は、原油換算で年間100klの削減となり、省エネルギー法の定期報告書に基づくエネルギー消費原単位の向上に寄与している(LPGの発熱量は資源エネルギー庁ホームページを参照)。

CO₂排出量は、年間280tの削減となり、環境性の向上に寄与している(CO₂排出係数は中国電力の2018年実績を参照)。

また、冷温水1m³あたりの製造コストを図-8に示す。ここでは、エコキュートの稼働コストは温水側で計上し、エコキュートで製造される冷水は給湯の付加価値としてコストは計上しない。また、温水は「茹で槽」へ供給される年平均70℃温水の製造コストとする。

温水の製造コストに注目すると、夏期は給水温度が高いためコストが低く、冬期は給水温度が低いためコスト

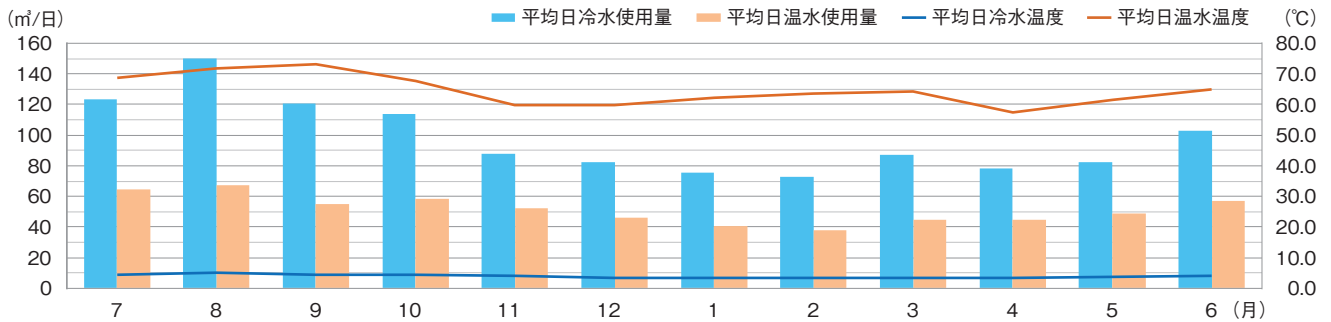


図-4 冷温水の日平均使用量および平均温度

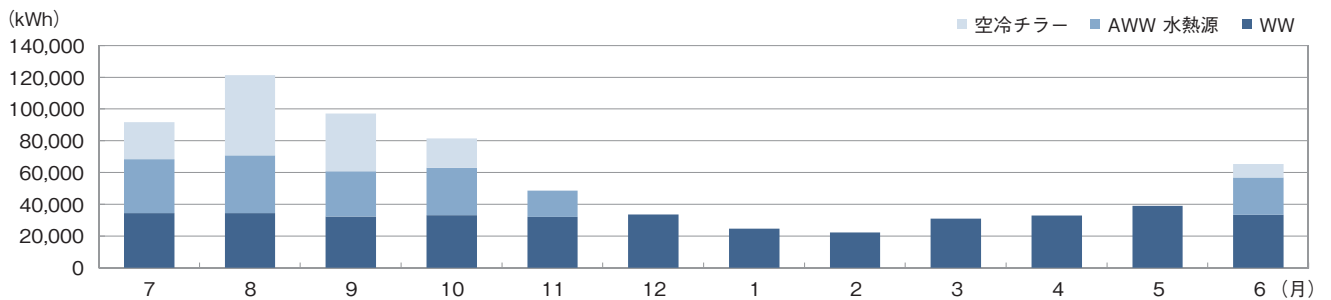


図-5 各設備の冷却熱量月推移

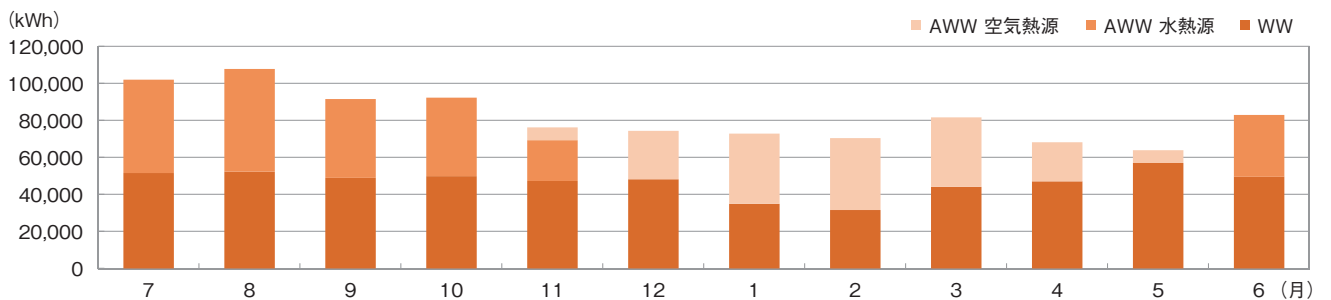


図-6 各設備の加熱熱量月推移

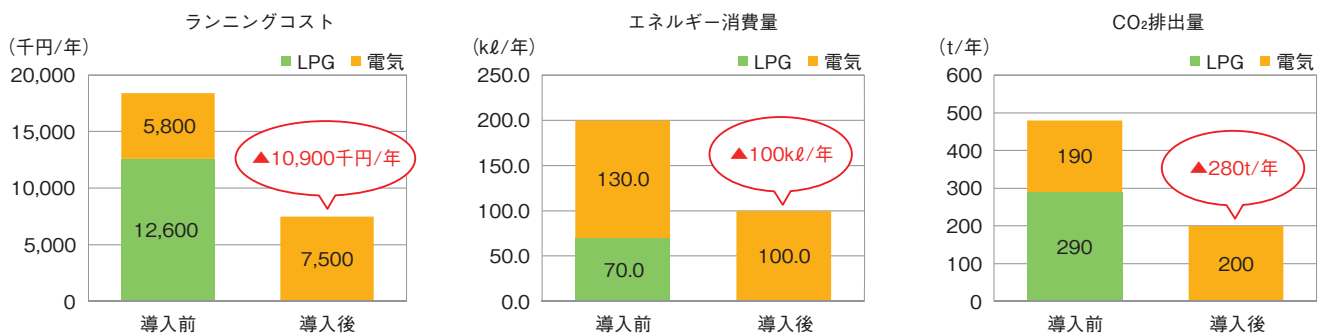


図-7 ランニングコスト・環境性 試算結果(年平均70℃, 温水の製造コスト)

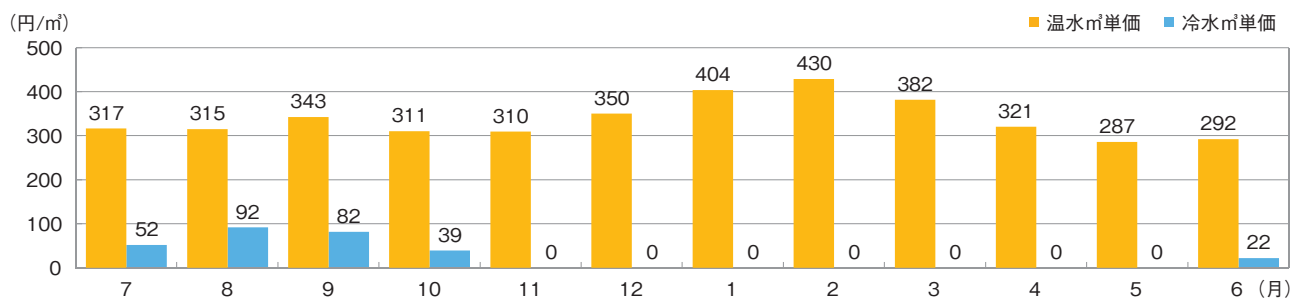


図-8 冷温水1m³あたりの製造コスト

が高くなっている。一方、冷水の製造コストは、エコキュートで冷却できている間はコストが実質かからず、給水温度が高くなる夏期に空冷チラー稼働する分だけ単価が上昇している。

4-4 その他のメリット

試算したランニングコスト・環境性のメリットのほかにも実運用上で以下のメリットが生まれている。

- ・冷水温度を低下させることが可能となり、冷水量を削減することで、水道代が削減された。
- ・エコキュート導入後の冷温水供給システムは負荷変動に合わせて全自動で稼働するため、従業員の温度制御に対する負担も極端に少なくなった。

5. まとめ

本件では、ヒートポンプ技術を用いた冷温水供給システムを導入した事例を紹介した。

冷却する際に排出される熱を最大限温水に置換することで大幅にランニングコストを低減し、環境にやさしいシステムを実現できていることがデータ解析から顕著に確認できた。

6. おわりに

今後も食品・飲料・化学工場などを中心にエコキュートを用いた給湯システムを提案し、ヒートポンプ技術のさらなる普及に努めていく。

本稿に快くご協力いただいた、ミツワデイリー(株) 岡山工場さまへこの場をお借りしてお礼申し上げます。