

日本エネルギー学会機関誌



# えねるみくす

Nihon Enerugii Gakkai Kikanshi

# Enermix

Volume 97 Number 3  
May 2018

## 特集記事：省エネ社会を実現するサイエンス

「省エネルギー・消費者行動部会」(EECB)部会発足の挨拶  
省エネルギー・消費者行動部会発足セミナー「省エネ社会を実現するサイエンス」  
省エネルギーの進展と行動科学の活用 一家庭部門を中心に

## 特集記事：省エネ大賞に見る省エネ技術の最新動向

前書ー省エネ大賞に見る省エネ技術の最新動向  
駅における照明制御等による消費電力量削減  
新型プリウスPHVのシステム開発  
CO<sub>2</sub> 排出量削減に寄与するe-POWER技術  
省エネと衝突性能を両立させた「1.5ギガパスカル級自動車用冷延鋼板」  
メタノール蒸留工程における廃熱を活用した省エネルギーの取り組み  
IE3レベルに対応した高圧&防爆モータの開発  
燃料電池フォークリフト  
低炭素エコキャンパス実現に向けた教職協働によるエネルギーマネジメント  
省エネ再生型機を活用した「次世代型マネージド・プリント・サービス」  
革新的技術により実現したGaNパワーデバイス搭載LED電球および高出力LED投光器



# 日本エネルギー学会機関誌 えねるみくす

第97巻3号 2018年5月

## 目次

### 随想

- 力のあるエネルギー転換用触媒反応プロセスを目指す…………… 椿 範立 ……201  
「設計(デザイン)」, 「教養」, 「学問分野の分類」…………… 清水 忠明 ……202

### 学会賞(学術部門)

- C1 化学の新規触媒開発および触媒プロセスの創成  
…………… 椿 範立 ……203  
流動層エネルギー転換技術の高度環境対応化への貢献  
…………… 清水 忠明 ……209

### 特集記事: 省エネ社会を実現するサイエンス

- 「省エネルギー・消費者行動部会」(EECB) 部会発足の挨拶  
…………… 坂西 欣也 ……215  
省エネルギー・消費者行動部会発足セミナー「省エネ社会を実現するサイエンス」  
…………… 坂東 茂 ……216  
省エネルギーの進展と行動科学の活用—家庭部門を中心に  
…………… 鶴崎 敬大 ……219

### 特集記事: 省エネ大賞に見る省エネ技術の最新動向

- 前書—省エネ大賞に見る省エネ技術の最新動向  
…………… 省エネルギー・消費者行動部会 ……226  
駅における照明制御等による消費電力量削減  
…………… 上月 洸晶 ……227  
新型プリウス PHV のシステム開発  
…………… 市川 真土, 村田 崇, 木野村茂樹, 鈴木 岐宣, 三好 達也 ……232  
CO<sub>2</sub> 排出量削減に寄与する e-POWER 技術  
…………… 渋谷 彰弘 ……239  
省エネと衝突性能を両立させた「1.5 ギガパスカル級自動車用冷延鋼板」  
…………… 吉岡 真平, 小野 義彦, 船川 義正 ……244

#### えねるみくす編集方針

エネルギーの分野に携わる人, あるいは, 興味を持つ人を対象に  
専門外のエネルギー各分野を含めて  
幅広い知識を獲得する助けとなるような内容,  
親しみやすい内容 とすることを旨とする

メタノール蒸留工程における廃熱を活用した省エネルギーの取り組み .....	井上 和茂, 村瀬 勝俊, 望月 淳, 松尾 洋志	248
IE3 レベルに対応した高圧&防爆モータの開発 .....	西山 正視	253
燃料電池フォークリフト .....	西尾 潤	258
低炭素エコキャンパス実現に向けた教職協働によるエネルギーマネジメント .....	国立大学法人 名古屋大学	264
省エネ再生型機を活用した「次世代型マネージド・プリント・サービス」 .....	石山 正人	270
革新的技術により実現した GaN パワーデバイス搭載 LED 電球および高出力 LED 投光器 .....	大武 寛和, 高橋 雄治, 戸田 雅宏, 柳田 格二	275

**連載：石炭の研究・技術開発にとりくんで —わたしの自慢—**

私と石炭 .....	鈴木 俊光	280
---------------	-------	-----

**投稿論文要旨**

(97 巻 4 号)		
2-step PSA 導入した Bio-H <sub>2</sub> 製造プロセスに対するエクセルギー解析及び環境影響評価 .....	近藤 頌大, 永石 平, 堂脇 清志	286
石炭の液相酸化における硫黄の挙動 .....	加藤 貴宏, 永井 裕樹, 大川 浩一, 菅原 勝康	287
(97 巻 5 号)		
流動層急速熱分解が凝集およびガス化速度に与える影響 .....	伊藤 拓哉, 大橋 千尋, 林 貴志, 村山 俊平, 岩崎稔友紀 周 祐梨, 鈴木 誠一, 小島 紀徳	288
微細藻類の油分抽出残渣を用いたメタン発酵技術の開発 .....	大坂 典子, 長谷川文生, 海津 裕, 芋生 憲司	289
都市ガス熱量調整装置における微粒化技術の適用 .....	林 謙年, 鎌水 桂二, 伊藤 和男, 岩瀬 義和	290
気液直接混合技術を適用した新型 BOG 再液化設備 .....	林 謙年, 浅香 竜太, 織田 英幸, 小塚 満	291

研究グループ紹介 (東京ガス株式会社 都市生活研究所) .....	292
天然ガス部会 輸送・貯蔵分科会 LNG 船見学会の実施報告 .....	296
エントロピー .....	298
前月開催会議 .....	300
学会カレンダー .....	299
編集後記 .....	303



特集記事：省エネ大賞に見る省エネ技術の最新動向

## メタノール蒸留工程における廃熱を活用した省エネルギーの取り組み

井上和茂<sup>\*1</sup>, 村瀬勝俊<sup>\*2</sup>, 望月 淳<sup>\*3</sup>, 松尾洋志<sup>\*4</sup>

名糖産業 八王子工場のメタノール蒸留塔において、産業用ヒートポンプを用いた廃熱活用システムを構築することで、エネルギー使用量（一次エネルギー換算）を60%削減するという画期的な省エネルギーを実現することができた。本導入事例は、省エネ大賞「経済産業大臣賞」を受賞した。蒸留塔の省エネは大きな課題であるが、本事例は課題解決の一つの切り口になり得ると考える。

### キーワード

ヒートポンプ, 蒸留塔, 廃熱

(2018年3月22日受理)

Energy Saving of the Methanol Distillation System by Industrial Heat Pump

Kazushige INOUE<sup>\*1</sup>, Katsutoshi MURASE<sup>\*2</sup>, Jun MOCHIZUKI<sup>\*3</sup>, and Hiroshi MATSUO<sup>\*4</sup>

### 1. はじめに

名糖産業は1945年に富士製菓として創業し、1953年に名糖産業に改称し、菓子類の生産を開始した。1954年に国内で初めてデキストランの工業化に成功し、1964年より八王子工場にて生産を開始した。デキストランは、医薬品の原薬や添加剤、工業製品の原料、食品添加物などに広く使われており、名糖産業は国内唯一のデキストランメーカーである。

八王子工場は、醗酵技術を生かし、デキストランだけでなくレンネット（凝乳酵素）、リパーゼ（脂肪分解酵素）も生産している（**図1**参照）。



図1 名糖産業 八王子工場の主力製品

### 2. エネルギー管理体制

名糖産業 八王子工場は、2001年より「環境管理組織」を編成し、工場の省エネルギーと温室効果ガス排出量の削減を継続的に進めている。

工場のエネルギーの見える化システムを構築し、改善箇所の抽出や優先順位の検討を行い、三菱UFJリースや木村化工機、日本エレクトロヒートセンター等と連携して技術検討を進め、工場の省エネルギーと温室効果ガス排出量の削減のための設備投資を計画的に進めている（**図2**参照）。

- ※1 一般社団法人 日本エレクトロヒートセンター  
〒103-0011 東京都中央区日本橋大伝馬町 13-7  
日本橋大富ビル 6F
- ※2 名糖産業株式会社  
〒192-8509 東京都八王子市石川町 2973-2
- ※3 三菱UFJリース株式会社  
〒100-6525 東京都千代田区丸の内 1-5-1
- ※4 木村化工機株式会社  
〒660-8567 尼崎市杭瀬寺島 2-1-2



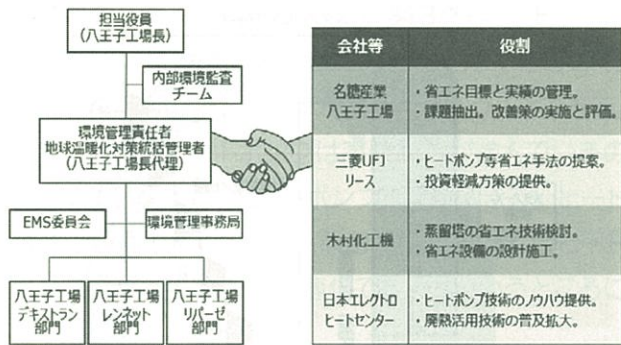


図2 エネルギー管理体制

3. 背景と経緯

3.1 デキストランの製造工程

デキストランの製造工程を図3に示す。製造工程は、砂糖が主成分の培地による「醗酵工程」、醗酵培地からデキストランを取出す「沈殿回収工程①」、用途に応じた分子量に調整するための「酸加水分解工程」、分解液から所定分子量に分解されたデキストランを取出す「沈殿回収工程②」、得られたデキストラン水溶液を所定の濃度に調整する「減圧濃縮工程」、およびデキストランの粉末製品を得る「噴霧乾燥工程」から構成される。

水溶性の高いデキストランがメタノールには不溶性であることから、デキストラン水溶液にメタノールを添加すると徐々にデキストランがペースト状に沈殿析出する性質を利用し、「沈殿回収工程①」と「沈殿回収工程②」ではメタノール添加によるデキストランの精製を行う。使用後のメタノール排液は回収し、蒸留塔で精製し再利用する。

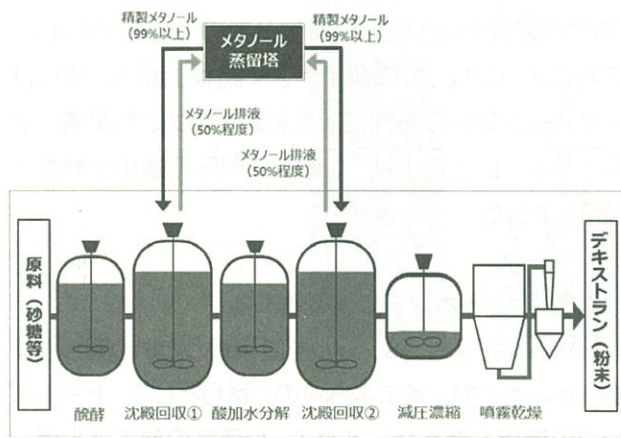


図3 デキストランの製造工程

3.2 エネルギー使用状況

工場のエネルギーの見える化を進めた結果、八王子工場のエネルギー使用量のうち、43%をデキストランの製造が占めていることが明らかになった。また、デキストラン製造におけるガス使用量の58%をメタノール蒸留塔が占めていた(図4参照)。メタノール蒸留塔のエネルギー使用量は非常に大きく、近年のガス単価の増加傾向からも、メタノール蒸留塔の省エネは大きな課題であった。

デキストラン製造コストを図5に示す。人件費や原材料費の削減が限界に来ている中、エネルギー費用の削減に検討の余地が残されていた。エネルギー費用を削減するために、メタノール蒸留塔の効率的な運転条件の検討を進めていたが、建設から40年以上経過した老朽化設備では改善の糸口を見い出せない状況であった。加えて、メタノール蒸留塔の経年劣化により部分補修の頻度も増加傾向にあり、万一重大な故障が発生した場合、安定供給の責任を果たせないリスクも懸念された。

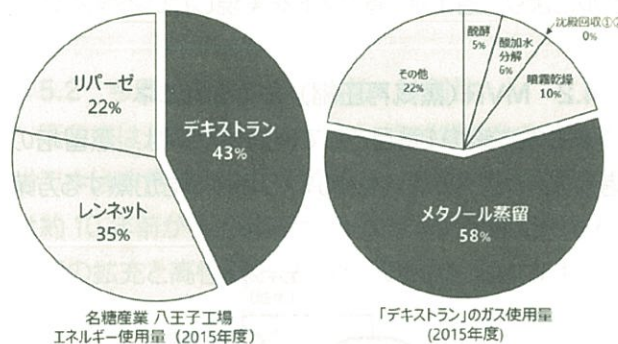


図4 八王子工場のエネルギー使用量と「デキストラン」のガス使用量

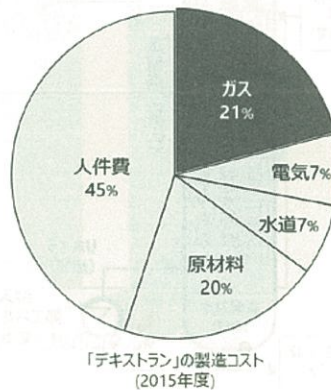


図5 デキストランの製造コスト

そこで、メタノール蒸留塔を更新するとともに、これに合わせて大幅な省エネを行うことで、デキストランの安定製造の確立と、製造コスト削減と省エネ/省CO<sub>2</sub>を目指すこととした。

#### 4. 省エネの視点と内容

##### 4.1 省エネの視点

メタノール蒸留塔では、50%程度のメタノール排液から、純度99%以上の精製メタノールが作られ、沈殿回収工程で再利用される。蒸留塔のリボイラは蒸気で加熱され、蒸留塔のコンデンサは冷水で冷却され、精製メタノールが回収される。蒸留塔内のメタノールは上部にあがるほど純度が高くなり、塔頂から高純度の精製メタノールが得られる(図6参照)。

蒸留塔をエネルギー的に見ると、リボイラに投入された大量の熱エネルギーが、コンデンサから廃熱として捨てられているという問題があった。熱エネルギーは使い捨てされており、非常に勿体無い使い方をしてきた。

省エネのポイントは「廃熱活用」であり、熱のリサイクルにより、省エネ/省コストを実現したいと考えた。

##### 4.2 MVR(蒸気再圧縮)による省エネ

省エネ方策の1番目として検討したのは、蒸留塔の塔頂のメタノール蒸気を使い、リボイラを加熱する方策

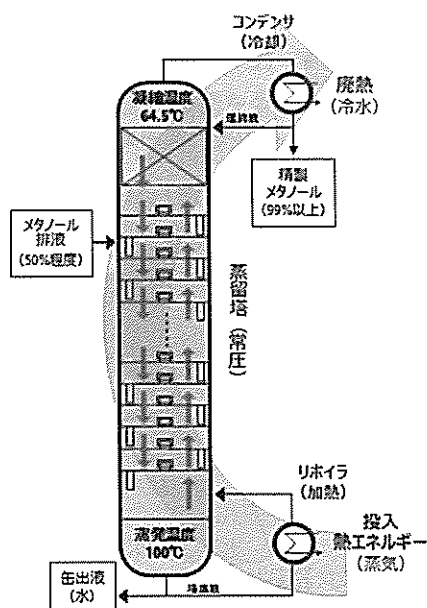


図6 メタノール蒸留塔

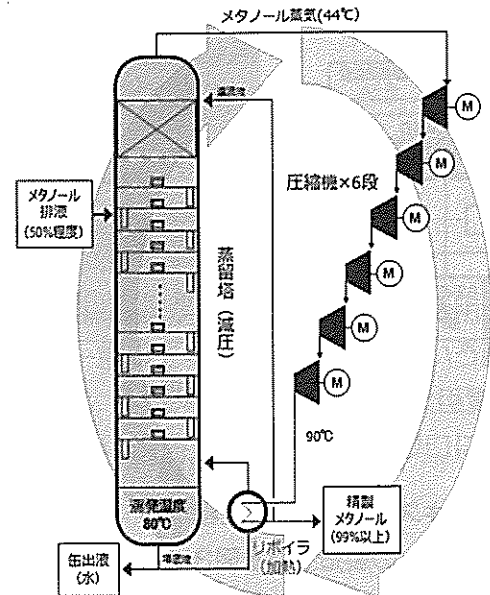


図7 メタノール蒸留塔へのMVRの適用

である。リボイラに投入された熱エネルギーは、メタノール蒸気の蒸発潜熱として、コンデンサから廃棄される。このメタノール蒸気を圧縮機で圧縮(昇温)し、リボイラの加熱に活用する。

減圧運転での蒸留塔の塔頂温度は44°Cであるが、6台のファン型圧縮機で圧縮することにより90°Cの高圧のメタノール蒸気となり、蒸留塔の塔底温度が80°Cとなることから、リボイラの加熱が可能となる。リボイラで凝縮したメタノールは、精製メタノールとして沈殿回収工程で再利用される(図7参照)。

しかし、メタノール蒸留塔へのMVRの適用については、いくつか問題があった。まず、メタノールを圧縮するには特殊仕様の圧縮機が必要であった。開発や実証が必要で、機器コストが大きく跳ね上がる。また、50°Cの昇温を行うには、複数台数のMVRが必要で、これによっても、設備費が大きく跳ね上がる。更にはメタノール蒸気の漏洩による災害リスクにも配慮が必要となる。以上により、今回はMVRの適用を断念することとした。

##### 4.3 ヒートポンプによる省エネ

MVR方式は、メタノールを直接扱うという難しさがあった。そこで、省エネ方策の2番目として、ヒートポンプの活用を考えた。メタノール蒸気の熱エネルギーのみをコンデンサから回収し、ヒートポンプで昇温し、

蒸留塔のリボイラの加熱を行う(図8参照)。ヒートポンプ方式の特徴は、対象液の影響を排除できるので、汎用の産業用ヒートポンプが使えるということである。近年、産業用ヒートポンプは高性能化が進んでいるので、安くて高効率なヒートポンプを活用できる。ヒートポンプ方式のポイントは、蒸留塔の運転条件とヒートポンプの性能をいかに最適化できるかということにあった。

今回、90℃加熱が可能な神戸製鋼所製のヒートポンプを使うとともに、メタノール蒸留塔は減圧運転することとし、従来捨てられていた35℃の廃熱2,160 MJ

(600 kWh) を86℃に昇温し、ヒートポンプの200 kWの電力と合わせて、リボイラを2,880 MJ (800 kWh) で加熱するシステムを導入した。

蒸留塔を蒸気ボイラの蒸気ではなく、捨てられていた廃熱で加熱するので、大幅な省エネになる。熱エネルギー的には、熱エネルギーを循環的に利用することを可能にしたということである。

本システムの特徴は、対象液の種類に寄らず、汎用のヒートポンプが使えることであり、昇温幅も比較的大きく取ることができる。本方式のポイントは、蒸留塔の蒸発温度/凝縮温度の設計とヒートポンプの選択である。

## 5. 成果

### 5.1 今回の取組みの省エネルギー性

エネルギー使用量を計測したところ、今回の導入システムにより、メタノール蒸留塔のエネルギー使用量が60%削減されたとの結果が得られた。八王子工場全体でもエネルギー使用量が16%削減されたこととなる。廃熱活用により画期的な省エネを実現することができた(図9参照)。

### 5.2 今回の取組みの先進性・独創性

蒸留塔は、典型的なエネルギー多消費の生産工程で、省エネは非常に大きな課題であった。また、わが国では約10年前から、産業用ヒートポンプが商用化され、機器の拡充と高性能化が進捗してきた。様々な生産工

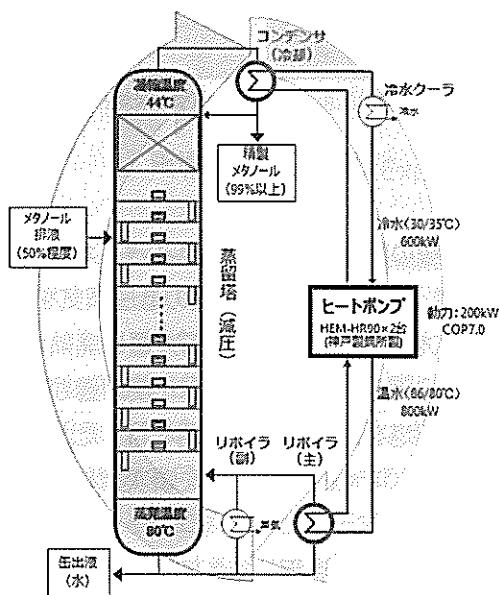
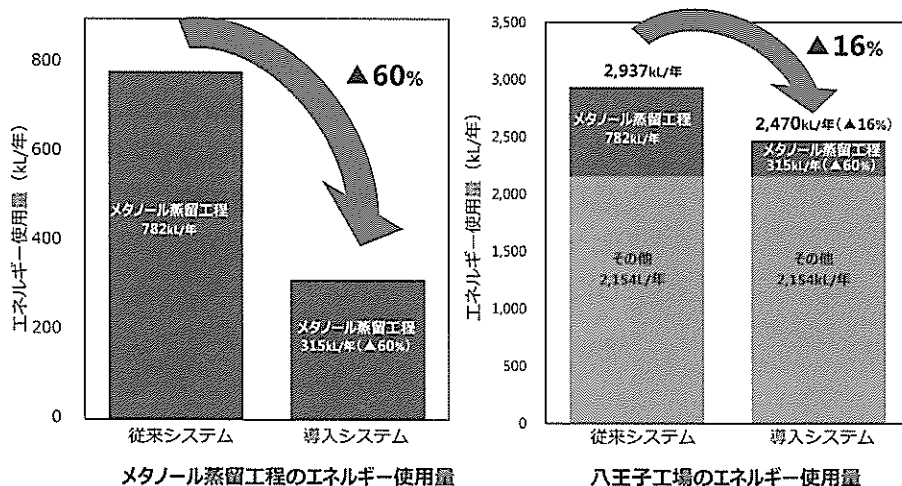


図8 メタノール蒸留塔へのヒートポンプの適用



但し、精製メタノールの年間製造量は4,788klとする。(2014年実績値)

図9 エネルギー使用量

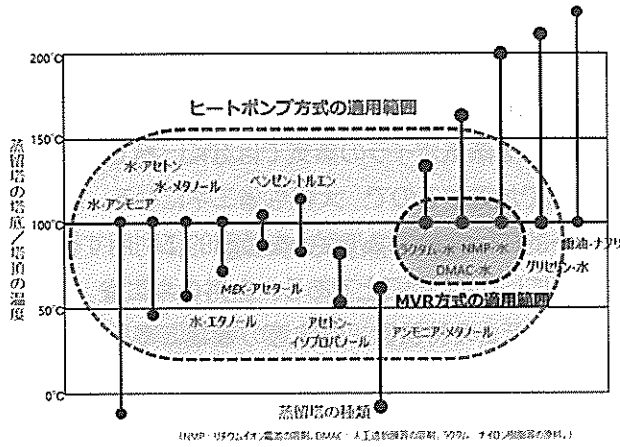


図 10 蒸留塔への適用可能性

程への産業用ヒートポンプの活用も進んできた。

今回の取り組みは、高度に発展しつつある産業用ヒートポンプを活用して、蒸留塔の省エネを実現したものである。先進的かつ独創的であり、実用性の高い方法である。

## 6. まとめ

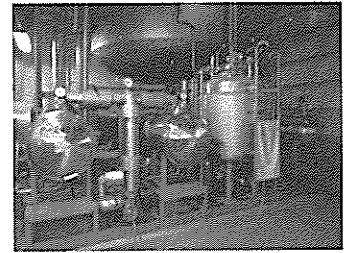
### 6.1 蒸留塔への適用可能性

蒸留塔は、石油化学、化学、食品工場等で使われ、全国に数千本以上は存在すると推定される。化学工業においては、蒸留塔はエネルギー使用量の4割を占めると言われており、膨大なエネルギーが使用されている。MVR方式は優れた省エネ技術だが、限定的にしか活用されていない。水蒸気の圧縮に限定され、昇温幅も余り大きくは取れないからではないかと推測される(図10参照)。

今回のヒートポンプ方式は、熱交換器で間接的に熱エネルギーを回収するので、対象液の影響を受けることが無く、昇温幅もかなり大きく取ることができる。さまざまな蒸留塔に適用することができるとともに、比較的安価な汎用ヒートポンプを使うことができるので、汎用性と波及性に優れている。今後のヒートポンプ技術の発展の成果を取り込むことで、さらに優れたシステムに発展することも期待できる。



(アセトン蒸留塔の廃熱活用)



(温水殺菌の廃熱活用)



(圧縮機の廃熱活用)



(噴霧乾燥機の廃熱活用)

図 11 今後の計画

### 6.2 今後の計画(名糖産業 八王子工場)

名糖産業 八王子工場は、大量の低圧蒸気を使用し、大量の蒸気を使用した結果として大量の廃熱が捨てられている。今回は、最もエネルギー使用量が多いメタノール蒸留塔を対象に廃熱活用を行ったが、これ以外に工程についても、廃熱活用を順次進めて行きたいと考えている。

まず、今回の廃熱活用技術をリパーゼ製造工場のアセトン蒸留塔に水平展開したい。また、各設備の蒸気殺菌で大量に発生する廃温水の廃熱活用も進めたい。更に、醗酵工程で使用する大型コンプレッサーの廃熱も活用したいと考えている。3基保有する噴霧乾燥機の廃熱風も活用できると考えている(図11参照)。

導入と評価を繰り返しながら、また設備の老朽化更新とのタイミングを図りながら、中長期的に廃熱活用を進めて行き、最終的には工場廃熱の全量活用まで実現したいと考えている。