

食品産業における未利用熱の有効活用セミナー 〈金沢会場〉

# テーマ「食品工場なら何処でも出来る廃熱有効利用他」

味の素冷凍食品株式会社 九州工場 2016/10/21



おいしさは地球から。

## 環境への取り組み

味の素冷凍食品株式会社

# 講演内容

1. 味の素冷凍食品(株)九州工場の紹介
2. 環境負荷低減への取り組み
3. 主な省エネルギーの取り組み内容
4. 事例紹介
5. 省エネルギー量のまとめ
6. 今回の取り組みで分かった事
7. 最後に

# 1. 味の素冷凍食品株式会社九州工場の紹介



佐賀県佐賀市諸富町徳富 1 8 0 9 番地



操業開始：1978年6月1日（弊社3番目の工場）

従業員数：340名（2016年4月）

エネルギー：第1種エネルギー管理指定工場

生産量：12,480トン（2015年度）

生產品：ギョーザ、シューマイ、唐揚げ、業務用製品

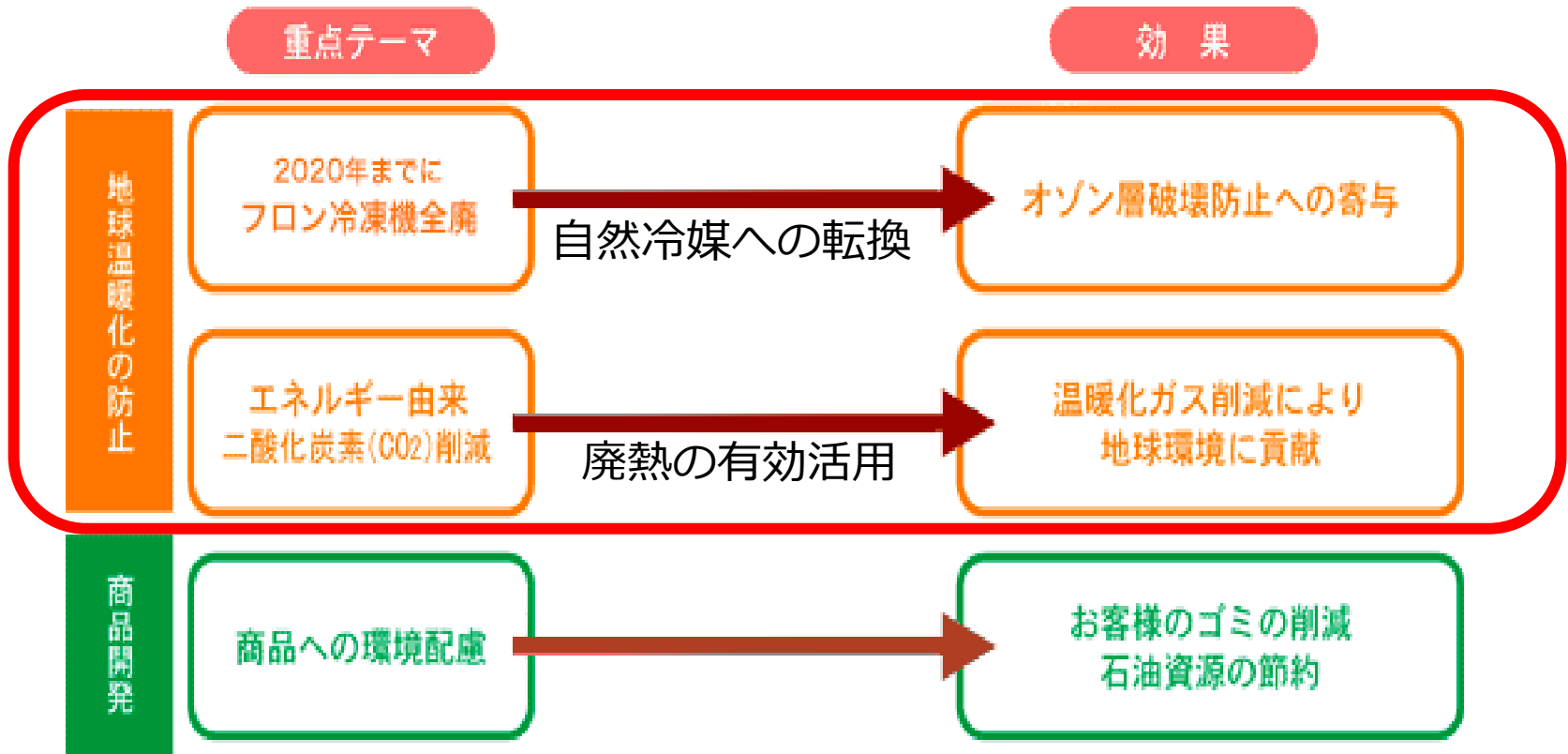
現在の生産工場は子会社含め、国内7工場、海外16工場にて生産中

グループ売上額は約2,000億円（2015年度）



## 2. 環境負荷低減への取り組み

### ①中長期環境計画（重点テーマ）



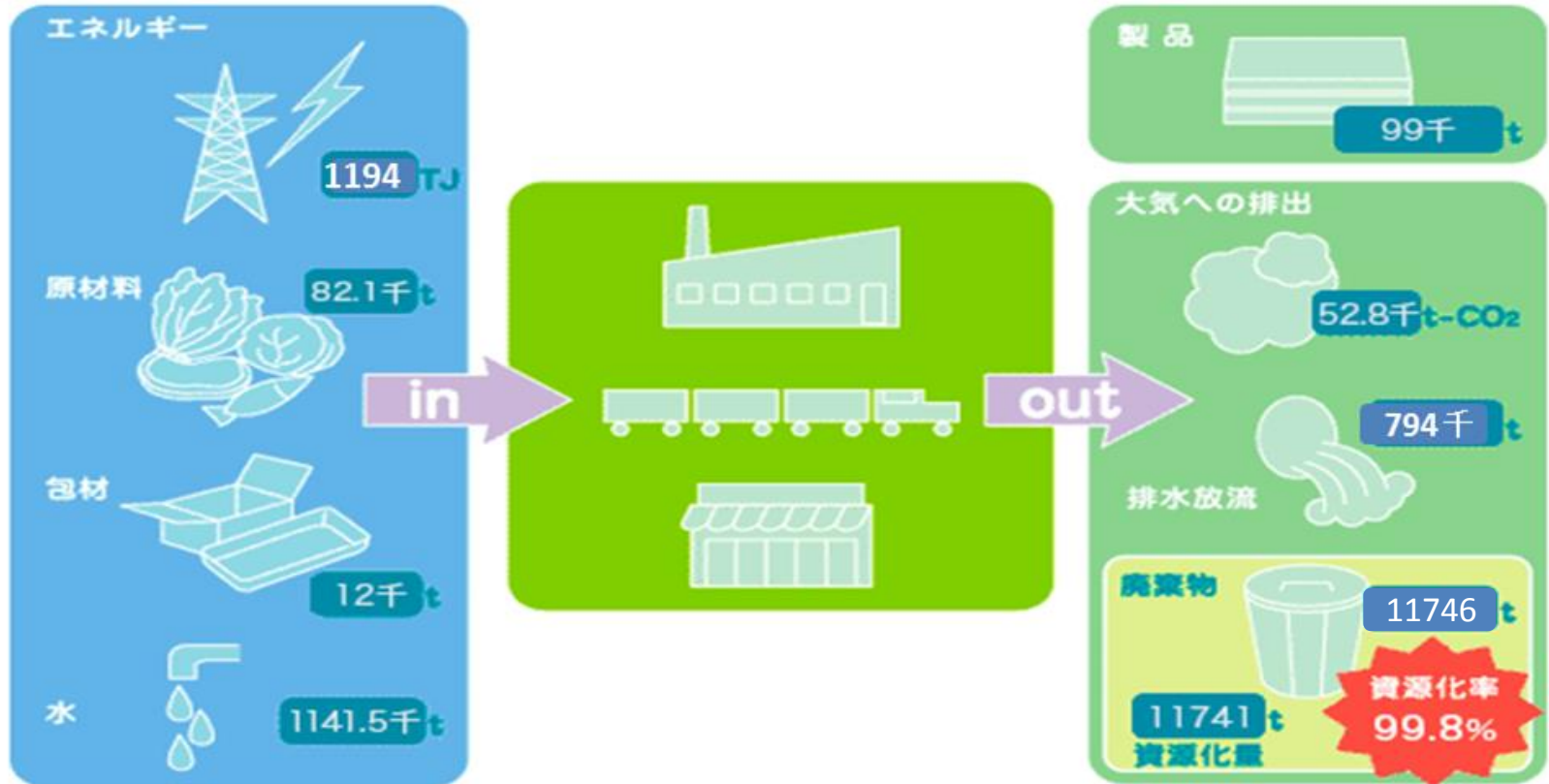
- ・材質、サイズ、厚みの見直しによりプラスチック使用量削減
- ・自然解凍商品の開発により調理エネルギー削減



## 2. 環境負荷低減への取り組み

### ②環境負荷の現状

#### 環境負荷の状況 (2015年度国内工場)



# 3. 主な省エネルギーの取り組み内容（1）

## ① 廃油混焼ボイラー（2006年～）

⇒約1 / 3の重油燃料を削減・CO2削減

## ② ヒートポンプによるボイラー給水加温（2014年～）

⇒熱源は低温20℃循環水でもCOP5を実現

## ③ ボイラー連続ブロー水の熱回収（2014年～）

⇒給水加温とボイラー室環境改善を実施

## ④ ボイラー連続ブロー水量の適正化（2015年～）

⇒ブロー水を1,000t削減、無駄な加熱の無くし燃料を削減

## ⑤ ボイラー水質改善による熱効率改善（2016年～）

⇒燃費改善による燃料削減

## ⑥ ギョーザ蒸機の廃熱利用温水装置（2015年～）

⇒今まで捨てていた排気（湯気）を使って温水作成・蒸気削減

## ⑦ 蒸気トラップ変更による蒸気漏れ改善（2015年～）

⇒トラブル減による蒸気漏削減

## ⑧ 簡易温水暖房装置（2015年～）

⇒冬季5ヶ月使用で蒸気又は電力削減

## ⑨ 冷凍機循環冷却水ポンプの電力削減（2014年～）

⇒エコポンプ&容量ダウンによる電力削減72MWh削減/年

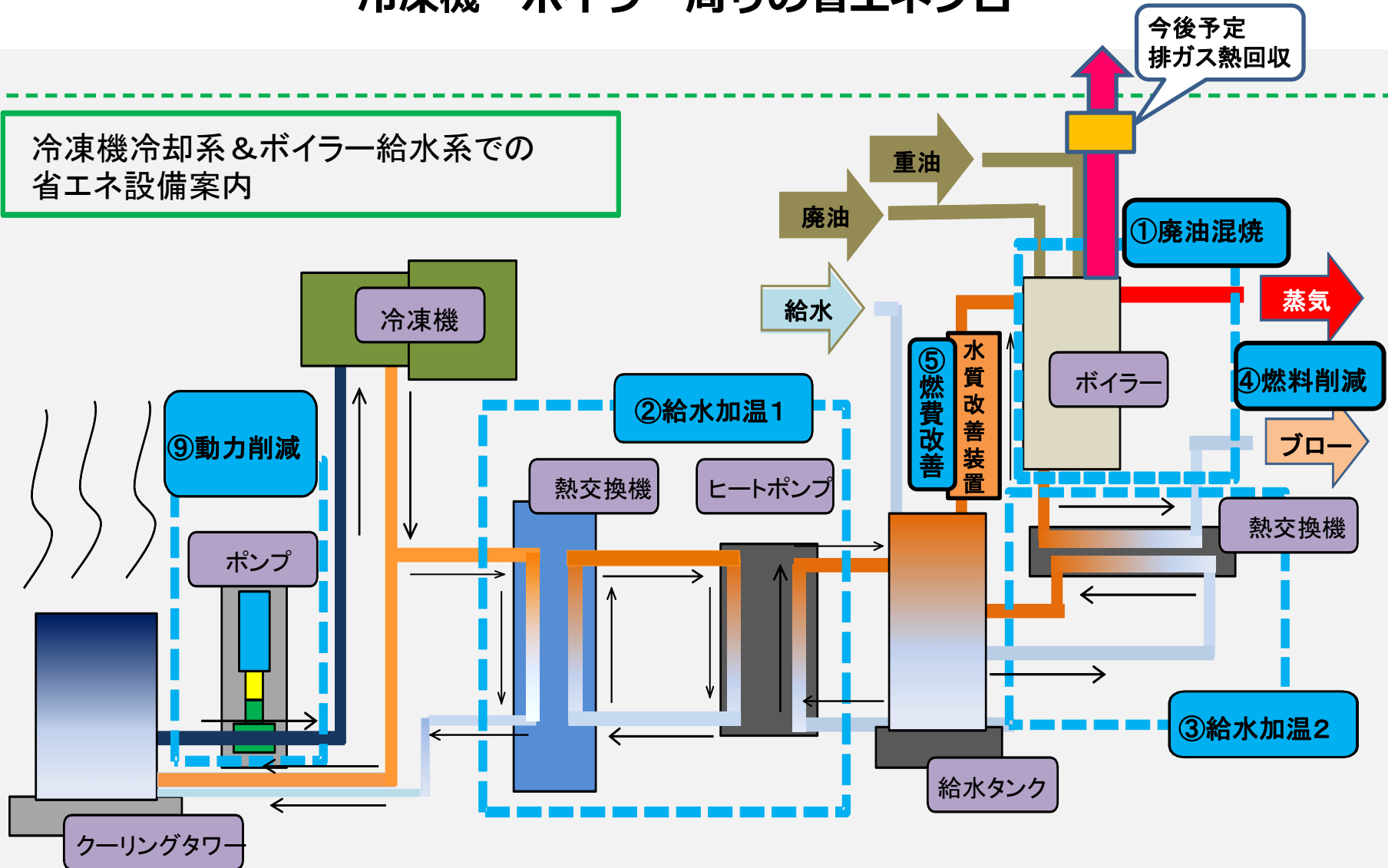
## ⑩ 冷凍設備変更（冷媒変更）による電力削減（2004年～）

⇒電力削減20%以上、昨年変更設備では35%削減

### 3. 主な省エネルギーの取り組み内容（2）

#### 冷凍機・ボイラー周りの省エネフロー

冷凍機冷却系 & ボイラー給水系での  
省エネ設備案内



## 4. 事例紹介

### ①混焼ボイラーによる省エネ（2006年～）

当工場は唐揚げやポテト類のフライ製品の生産を行なっている。

そこで出る**使用済みサラダ油の再利用方法**として、

ボイラー燃料（A重油）へ混ぜ合わせて

燃焼可能な混焼ボイラーを2006年から導入している。



サラダ油はバイオマスエネルギーとしてほぼ灯油と同等の発熱量(36.7MJ/ℓ)を持つ。

2014年度はA重油639ℓ、使用済みサラダ油250ℓを使用した。

発熱量からA重油換算で $250 \times 36.7 / 39.1 = 235$  ℓ、 $235 / (639 + 235) = 27\%$ の

**ボイラー燃料（A重油混焼率73%）**として使ったことになる。

2014年度の廃油混焼による省エネルギーは

原油換算で $250 \times 0.95$ （灯油係数） = **238ℓ**、

CO<sub>2</sub>削減量は $238 \times 2.62$ （排出係数） = **624 t**

因みに

2006～2015年の10年間では  
使用済みサラダ油を2,150ℓ使用  
原油換算で2,043ℓ、CO<sub>2</sub>では  
約5,350 tの削減を行なった事になる。





# 4. 事例紹介

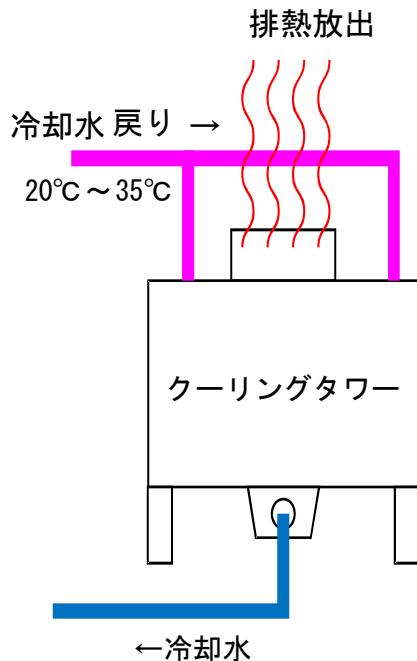
## ②ヒートポンプによるボイラー給水加温（2014年～）（1）

(既設状態)

冷凍設備のクーリングタワー

クーリングタワー

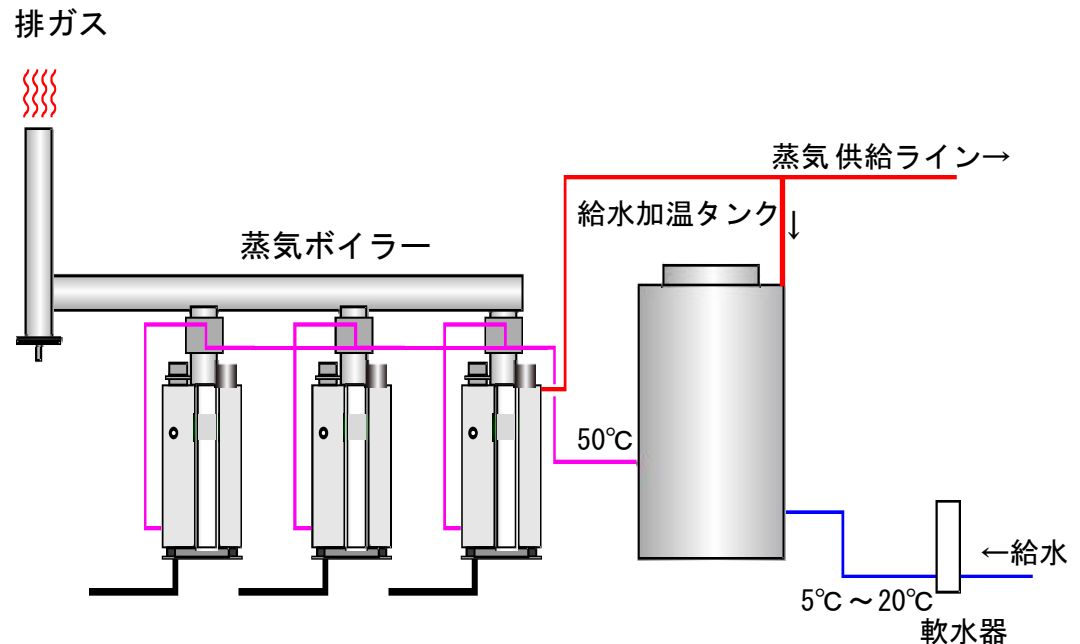
冷却水を冷やしたい



ボイラーの蒸気給水加温

ボイラー

給水を温めたい



既設問題点 排熱・排ガスによる環境悪化懸念、CO2削減の推進（社内重点テーマ）

ボイラー燃料の高騰、コストダウン、省エネ

真夏のクーリングタワー冷却水温度の上昇懸念

クーリングタワー循環水の汚れ（砂、ホコリ）の除去を行う必要がある、等々

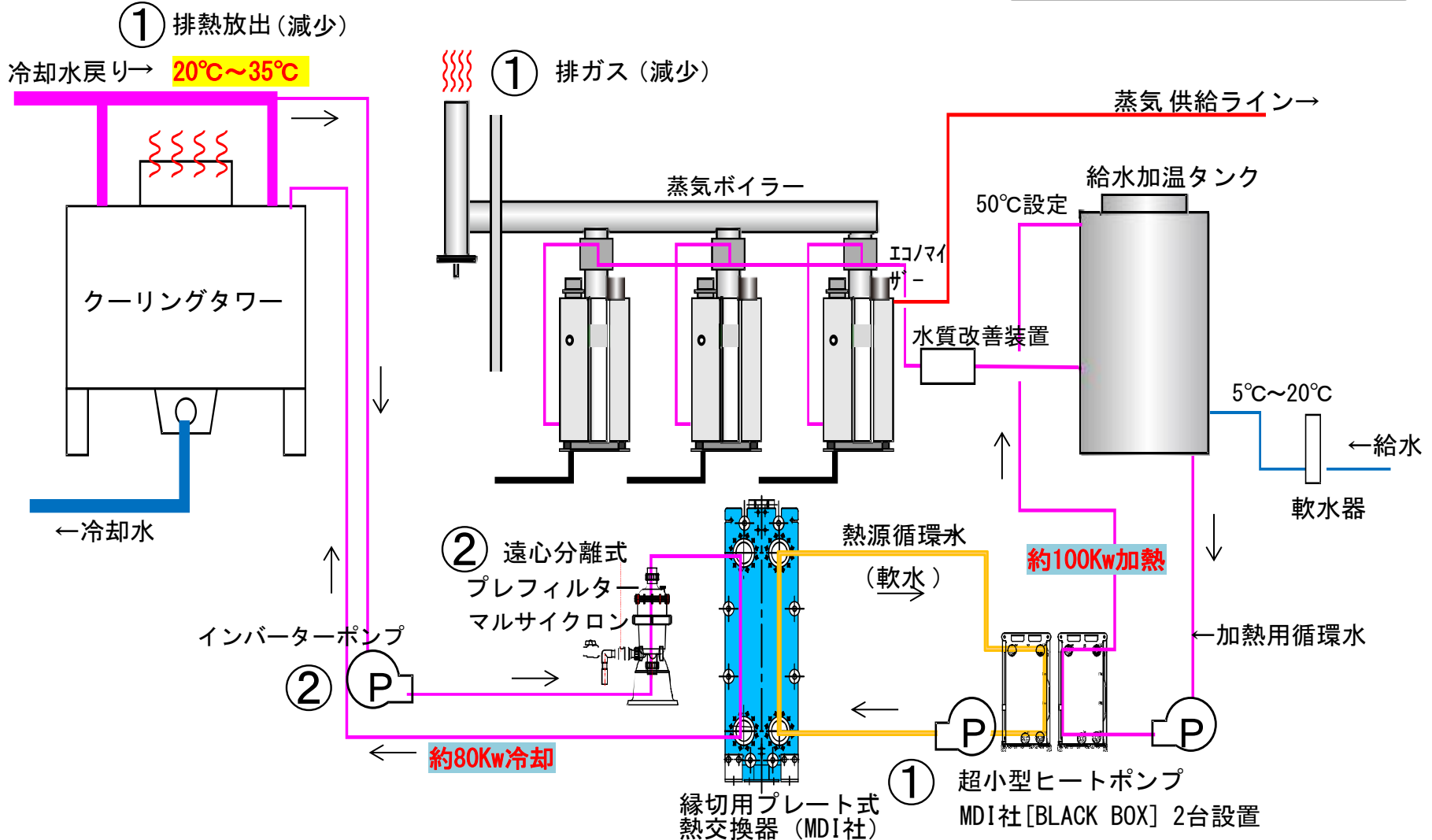
# 4. 事例紹介

## ②ヒートポンプによるボイラー給水加温（2014年～）（2）

### 開放式クーリングタワー熱利用

クーリングタワーを冷却

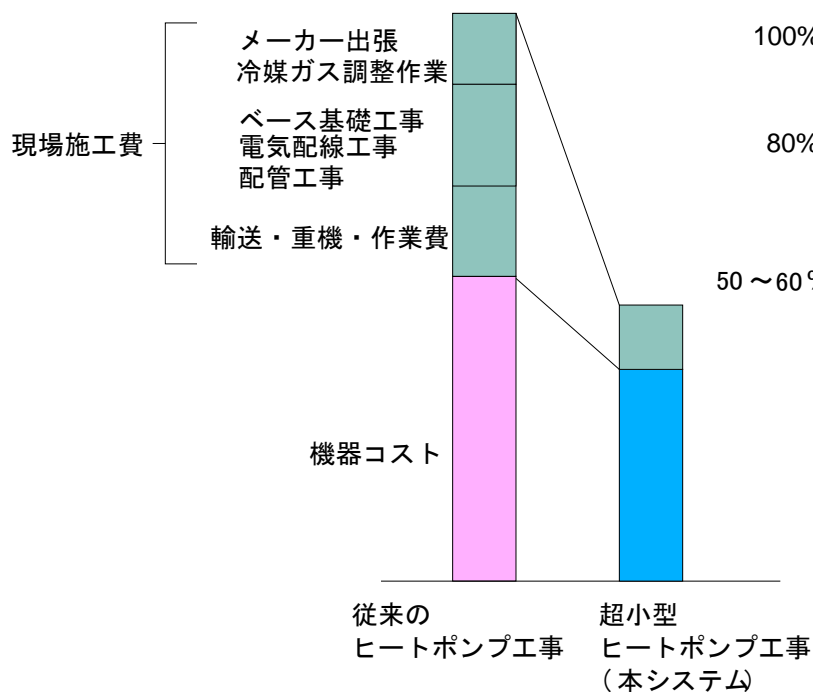
ボイラー給水を加熱



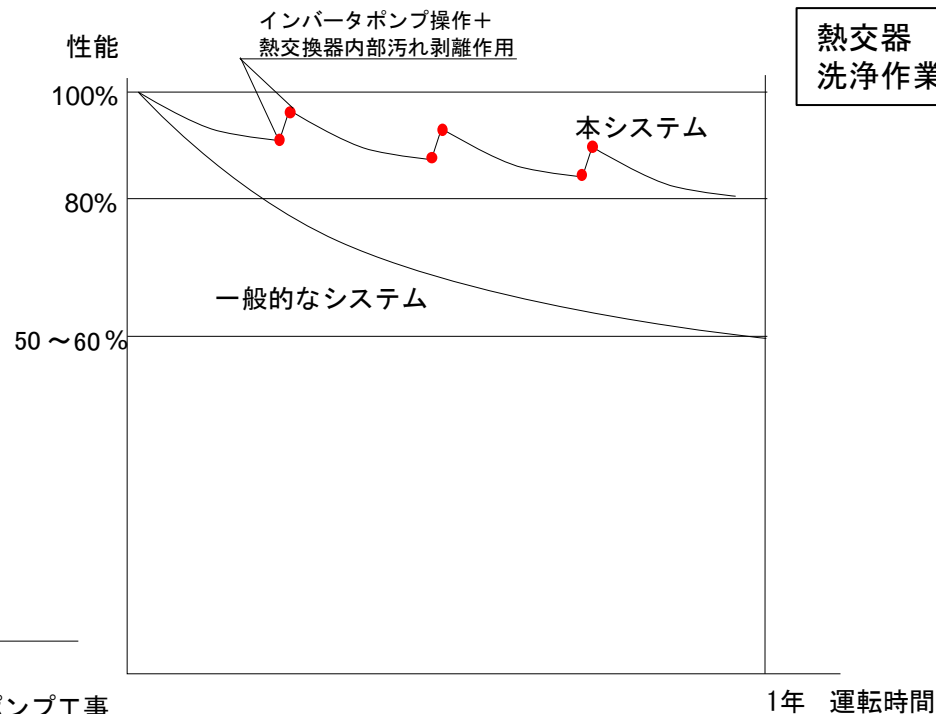
# 4. 事例紹介

## ②ヒートポンプによるボイラー給水加温（2014年～）（3）

（イニシャルコスト比較イメージ）



（ランニング性能イメージ）



### 経年性能劣化の防止策

ヒートポンプ省エネシステムのほとんどが、**熱交換器内部の経年汚れによる性能低下を見込んだ対策をしていない**。特に高効率なプレート式熱交換器は、汚れを許容しない設計であるため薄皮膜汚れが付くと、瞬時に性能低下をもたらす。**高効率＝汚れに弱い**という図式であるが、本システムは、経年汚れの性能劣化を防止するための、以下の独自のノウハウを付加し、性能維持が実現できた。

**プレート熱交換器を汚さない対策**  
マルチサイクロンを事前に設置することで、冷却水中の砂、微粉、火山灰を除去インバーターポンプを取り付け流量可変とし、時々プレート内部流速を上げる事により汚れを剥離させる作用を引き出すことに成功した。結果的に年間1回の解放洗浄のみで**経年劣化での大幅な性能低下が防止可能**となった。

ヒートポンプ省エネシステムでの投資回収年月の足かせとなっている要素は機器コスト、現場施工費（輸送・設置工事、基礎・電気工事、メーカー出張費）の積み上げによる総額が大きい。

**投資回収2.0年** 格安燃料（廃油1/3+重油燃料）比較での実績

本システムでは、小型ヒートポンプ+プレート熱交を部品として購入、メーカー出張による現場設置やコンクリート基礎工事を不要にして現場施工費を極力削減、社内作業及び最寄りの工事業者で行なった事により、合理的な投資回収が実現出来た。

## 4. 事例紹介

### ②ヒートポンプによるボイラー給水加温（2014年～）（4）

#### 省エネ投資回収効果と実測値

- **既設ボイラーの燃料コスト**（原油換算含む）  
ボイラー給水20℃を50℃まで蒸気加熱による循環加温を行なう。  
給水量12,000t 平均加温30℃=1507GJ、効率0.9として1674GJ（原油換算43.8kL）が必要。  
蒸気0.7MPa－水50℃の飽和水比エンタルピの差2.55GJ/tから  
必要蒸気量656t 蒸気単価6000円/t（73%重油混焼時）コスト約**3,900,000円/年**
- **本ヒートポンプシステム**の年間実測電力量は、7.73kWh/12000=92.76MWh（原油換算23.8kL）であり、電気代15円/kWhであるから、年間電気代=**1,390,000円/年**  
発熱量単純比較で1674/（92.76×3.6）≒**COP5.0**
- 省エネメリット（本メリット計算に、冷却水温度低下による冷凍機メリットは含まず）  
**削減燃料費年間250万円/年、  
省エネルギー量20.0kL/年、設備費5,000,000円、投資回収2.0年**

冷水塔冷却水一部取出と戻し



MDIのヒートポンプ&プレート熱交



サイドビューとリサイクル



## 4. 事例紹介

### ③ボイラー連続ブロー水の熱回収（2014年～）

連続ブロー時の排水ピットでの湯気の完全解消と熱回収（給水の加温補助）を考え、**シェル&チューブ熱交換（MDI製）をピット内に入れ込んだレイアウト**にして余分な設置スペースを無くした 独自の3連式を考案、ブロー配管に直結して熱回収を図った。

当工場の連続ブロー量は約1,000 t/年（ボイラー缶水0.7MP $\Rightarrow$ 50 $^{\circ}$ C（給水加温温度）に下げる。

飽和水比エンタルピー差（488kJ/kg） $\Rightarrow$ 回収熱量は $488 \times 1000 \times 1000 \times 0.9 = 439$ GJ（回収効率0.9）

A重油混焼率73%（①ボイラー混焼比率）、ボイラー効率0.9、重油単価75円/L（2014年度）

設備費用150万円（熱交設備50万円、電気配管他工事100万円）

結果・省エネメリット $= 488 \times 1000 \times 1000 \times 0.73 \div 39.1 / 0.9 \times 75 \div 76$ 万円/年 投資回収2.0年

- ・ **ボイラー室内の環境改善実施**（ブロー水は熱回収され湯気は完全解消）
- ・ **回収熱量は原油換算で** $439 \div 38.2 \times 0.99$ （換算係数） $= 11.4$  k l /年
- ・ CO2削減量は $11.38 \times 2.62 = 29.82$  t /年

ピット内設置の熱交



設置前



設置後



## 4. 事例紹介

### ④ボイラーの連続ブロー水量の適正化（2015年～）

貫流ボイラーは専任者が不要ため、意外と管理されていないのが連続ブロー水量である。

適切な水質管理が出来ていれば7～8%で良いはずであるが、

当工場において、2014年度の給水12,000tに対し2,000t（16%）とブロー過多であった。

2015年度は8%目標で管理した結果、実にブロー水は1,000t以上の削減ができた。

また、それによるボイラーのトラブル等、性能低下は起きていない。

結果、

缶水飽和水比イン列 $^{\circ}$ 0.7MP（697.14KJ/kg）－給水の飽和水比イン列 $^{\circ}$ 50 $^{\circ}$ C（209.34KJ/kg）  
=487.8 $\times$ 1,000,000/0.9（ボイラー効率）=542GJの省エネルギーを行なったことになる。

よって

省エネルギー量は542 $\times$ 0.73（重油混焼率） $\div$ 39.1 $\times$ 1.01 $\div$ 10.2kl/年（原油換算）と

なる。CO2削減量は10.22 $\times$ 2.62=26.78 t/年

（感想）

実に簡単で何の投資も必要ない。

ただブロー量を適正にした事で小さな省エネが出来た。

当工場は使用済みのサラダ油（廃油）を

混焼に使っている為、成果は少なくなっているが、

廃油を使っていなければ1.3倍に増える。



## 4. 事例紹介

### ⑤ボイラー水質改善装置による熱効率改善（2015年～）

ボイラーで一番重要な事は水質です。④ブロー水削減の取り組み⇒清缶剤変更を検討していた折、清缶剤不要で、しかも水質が良くなる機器が月刊誌「省エネルギー」の2015年7月号に掲載されていたので、メーカー（ラコス株）へ連絡、内容&実績を調べた結果、導入に至りました。

（以下メーカー説明）ボイラー用水が装置内を通過する時に水の電気分解でイオン化して機能水になる事で赤錆の進行が止まる。この濾材にはトルマリン結晶体（微弱電気を絶えず流す電気石）の機能を高めた「低温焼結多孔質のセラミック」を使用、用水をこの機能水はボイラー缶体内の内壁面に対し、

①ヒドロニウムイオン（鉄を黒錆化する）壁面を4・3酸化鉄に変化、不動態化する。

②ヒドロキシルイオン（界面活性化作用）壁面へのスケールの付着を防止する。

上記作用は清缶剤と同様の効果を発揮する。

2015年10月に設置して、翌月11月と半年後（2016年5月）の内壁の確認、毎月の水質検査結果は清缶剤使用時に比べ、多少の増減はあったが遜色ない状態である。（あくまでも当工場の結果）燃料蒸気発生率も昨年同月比較で4月～9月度の平均1.71%向上 早計であるが1.5%燃費向上を考えると2014年度実績（重油混焼73%639k l）で少なくとも原油換算 9.7k lの省エネである。更に清缶剤不要CD175万円/年、投資回収1.5年（設置費用267万円）

水質改善装置「LSFTC」



水管口（2015年11月29日）



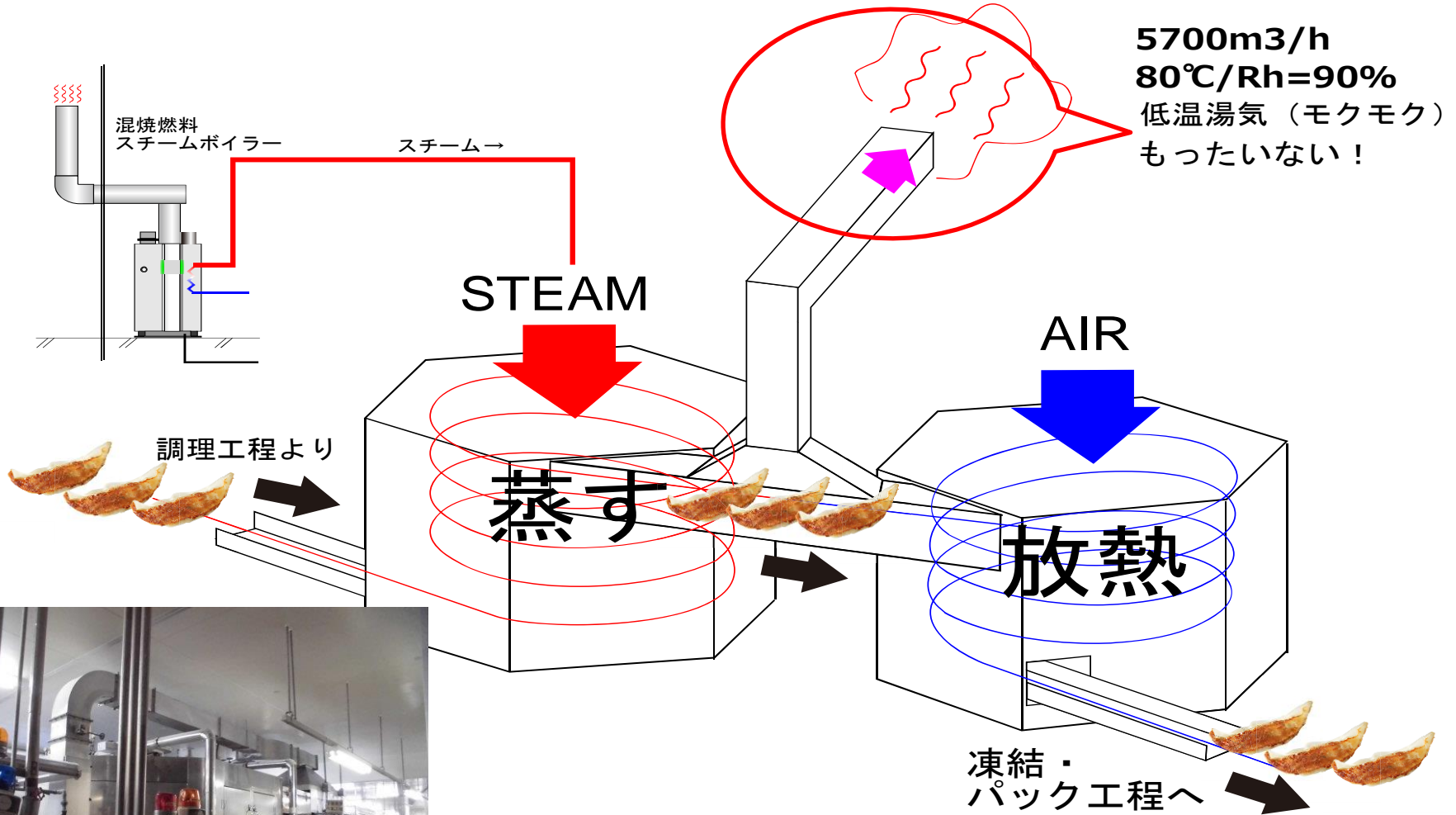
同（2016年5月5日）黒錆に変化



# 4. 事例紹介

## ⑥蒸機の廃熱利用温水装置（2015年～）（1）

ギョウザ蒸機の排熱回収利用温水装置（既設）

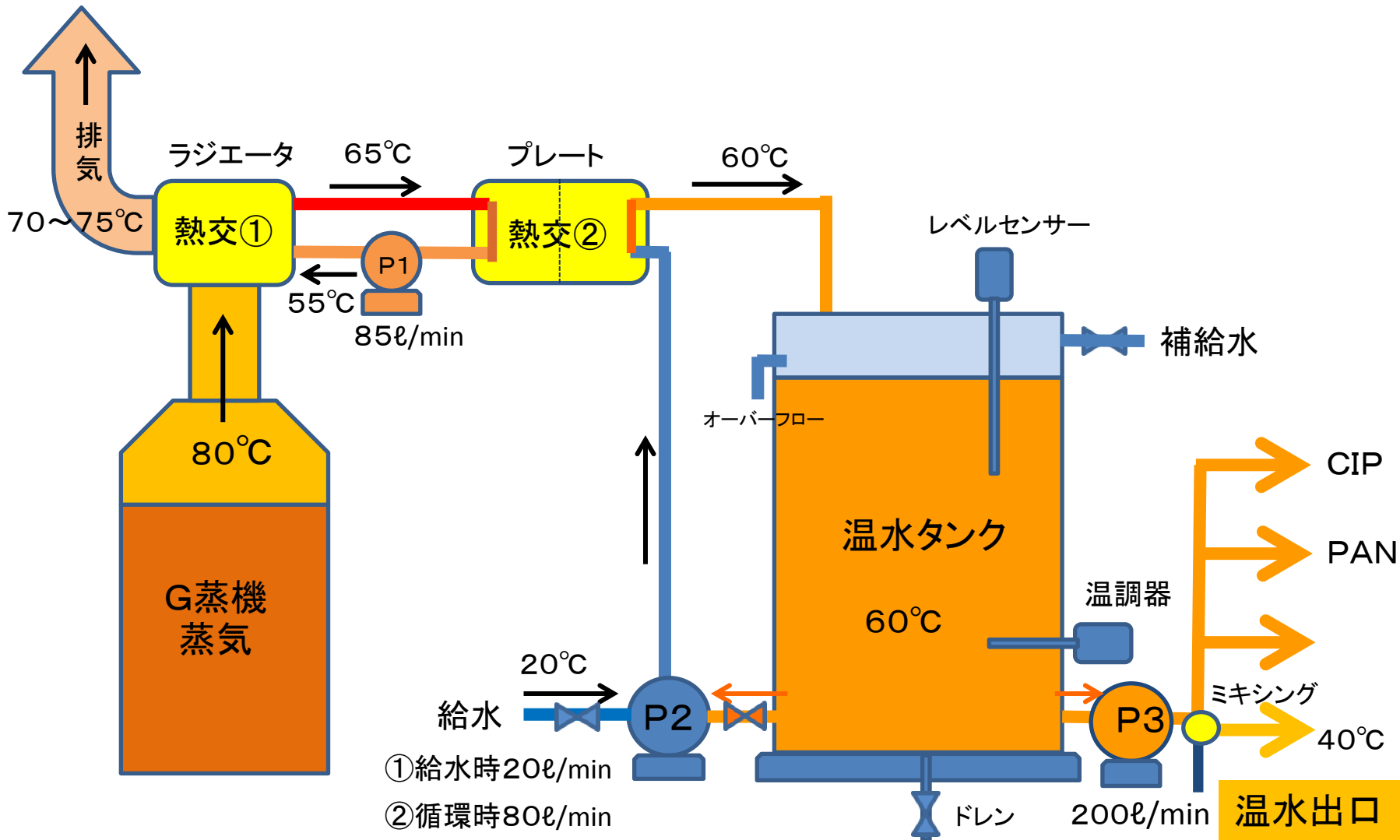




# 4. 事例紹介

## ⑥蒸機の廃熱利用温水装置（2015年～）（2）

### 蒸機廃熱利用温水機フロー図





## 4. 事例紹介

### ⑥蒸機の廃熱利用温水装置（2015年～）（4）

#### プロセスと省エネの投資回収効果実測結果

- 湯気排気ダクトに、**熱回収専用設計のラジエータ（フィンコイル）**を取り付け、熱回収を行いさらにオールステンレス**ブレイジングプレート式熱交換器**により縁切りを行った。大面積が必要な排気熱回収は低価格ラジエーター構造とし、水側の衛生を考え給水ラインは、ステンレスプレート式熱交換器を配置することで**プロセスの安全を両立**。
- 給水加温は、1パスおよび循環加熱の2通り。プロセス水へも使用可能。温水タンク（容積8t）へ貯める。水温は当初常温から、最大60℃以上を維持。能力は1 ton/h 以上。洗浄作業で使用する場合は常温水をミキシング(温度制御)させ60℃--->人が触れる安全帯の40℃以下にして利用(使用可能量も約2倍に増)
- 省エネメリット  
年間2400t（8t/日）の常温水を40℃昇温に必要な熱量 = 402GJ、この熱量を蒸気で補う場合（0.3MPa蛇缶効率0.9含で2.23GJ/t）180tの蒸気が必要。従って**約1,100,000円/年**（6000円/蒸気t）、**原油換算量10.4kL/年**（402/38.2×0.99）**削減**となる。投資500万円（設備400万円、配管工事100万円）**投資回収4.5年**、温水製造能力15～20t/日のため、他ラインへの温水供給ができると更に省エネ・投資回収短縮に繋がる。

設置前の排気ダクト

ダクト中間に設置したラジエータ

ブレイジングプレート

温水タンクと制御盤



## 4. 事例紹介

### ⑦蒸気トラップ変更による蒸気漏れ改善（2015年～）

最近の一般ボイラーは貫流が主流になり、発生蒸気は湿り気とドレンが増え、当工場でも蒸気トラップの故障が多くなり、蒸気漏れでエネルギー損失が増えてくる。その為、フロートやディスク式のトラップは日々の点検作業やメンテナンス等が必要となる。そんな中、**メンテナンスフリーのオリフィス式トラップへの変更**で漏れが少なくなり、省エネ改善が出来ている。ただし、設置には蒸気流量を正確に合わせる事が必要があり、間違えると反って省エネにはならない。また、蒸気流量の変動が2倍以上有る箇所には不適である。当工場では今回15箇所で行ない、正確性に欠けるが**約40kg/h**（小量1.5kg/h 6カ所、中量3.0kg/h 7ヶ所、大量6.0kg/h 2ヶ所）の**蒸気漏れ改善**した。

年間300日生産を行なっているので、蒸気量漏れ改善量は $40 \times 24 \times 300 = 288$  t/年、省エネメリット170万円（蒸気単価6000円/t）CO2削減48 tの改善、**削減量17.8kl/年**（原油換算）、投資100万円（機器、配管工事）**投資回収0.6年**

変更前のトラップ



変更後のトラップ



## 4. 事例紹介

### ⑧簡易温水暖房装置（2015年～）

#### ⑥廃熱利用温水装置の製作を行ない、省エネ廃熱回収がもっと簡単に出来ないか？と作ってみた。

工場にはまだまだ、おいしい熱源が一杯あり、それを使わない手はない。

特に**屋根の排気口**から勢い良く出ている湯気（排気口）に**自動車用ラジエータ**を2台取付け、室内に4台熱交換器（ラジエータ+ファン）を設置、その間を耐熱保温ホースで繋ぎ温水循環を作り、無駄に捨てている熱を回収して冬季の暖房補助に使用する。実測では1パスで水25℃→53℃に昇温、**捨てている熱が思った以上に大きい事と簡単に温水が取り出せる事を実感。**

平均上昇温度10℃（40→50℃）温水を75 L /分、総合効率80%で循環供給⇒**36,000Kcal/h（42kw）**が発生、**冬季5ヶ月110日、17（7:00-24:00）**時間稼働、総熱量は67.3Gcal（282GJ）、省エネルギー量（原油換算）は**6.7k l /年** CO2削減量は15.66 t（係数0.598）

蒸気加熱では4⑥から282/2.23=126.5 t 蒸気必要、126.5×6000円/t ≒76万円（投資回収1.3年）製作費用（自動車用ラジエータ大小8台、耐熱保温ホース120m、循環ポンプ、室内機他）100万円、同等発熱量IPNの場合、42/COP3≒14Kw相当、電気代=26180kwh×15円/Kwh≒39万円（投資回収2.5年）

生産排気中

停止中

循環ポンプ

室内熱交ファン



## 4. 事例紹介

### ⑨冷却水ポンプの電力削減（2014年～）

大型冷凍設備の循環冷却水ポンプ（テラル15kW×2台）の省エネ検討を行なった結果、**揚程を下げ水量は確保することで、インバーターよりもモーター容量を下げる選択をした。ポンプ容量を15→11kW（西島エコポンプ）に切り替え可能と判断した。**

電力計測の結果、5.5kW/台の電力削減（省エネルギー）が出来た。

設備費用110万円（ポンプ2台80万円、設置工事30万円）

この設備は365日稼働の設備で有り、冷凍機の負荷状態で1～2台運転する。

年間平均運転台数1.5台、電力料金15円/kWhとして計算すると、

省エネメリットは $5.5 \times 1.5 \times 24 \times 365 \times 15 \div 1000 = 108.4$ 万円、**投資回収1.0年**

削減量は原油換算で $5.5 \times 1.5 \times 24 \times 365 \div 1000 \times 0.257$ （換算係数） = **18.6 k l /年**

CO2削減量は $18.57 \times 2.62 = 48.65$  t /年

（感想）

同様の設備が有れば検討する価値がある。

ポンプを変更するだけで意外と簡単に

省エネ・CO2削減が出来るものである。



## 4. 事例紹介

### ⑩冷凍設備変更（冷媒変更）による電力削減（2004年～）

当社の環境への取組みの重点テーマ（温暖化防止）として

生産設備であるフロン冷凍機を2020年までに全廃完了するスケジュールを進めています。

当工場は2004年度から順次、冷凍設備を変更して、2015年度で生産ライン系の冷凍設備は完了しました。あと残りは製品倉庫・冷凍庫用の冷凍設備のみとなっています。

今までの経験でフロンからアンモニア&CO<sub>2</sub>の2元冷凍設備に変更すると、同一生産能力において、20%以上の電力が削減できる事を確認しています。

因みに、昨年度行った冷凍設備変更による製品1トン当たりの冷凍機電力原単位を比較すると変更前後の半年間（3～8月）比較では195.2/307.7≒63.4%と35%以上の電力削減です。

フリザーも新規設備になってますが、新冷凍設備によるところが大きいと考えます。

当該ライン生産量約2,300t/年⇒電力削減量約260Mwh、省エネルギー量66.8kl/年（原油換算）

	3月	4月	5月	6月	7月	8月	平均(kwh/t)
15年	290.7	260.3	307.8	308.6	364.1	325.7	307.7
16年	197.0	187.4	193.9	192.9	200.3	201.8	195.2

スクリュウ冷凍機



自然冷媒2元冷凍設備



## 5. 省エネルギー量のまとめ

省エネ取組事項	削減量 (kl/年) (原油換算)
①廃油混焼ボイラー	238.0
②ヒートポンプによるボイラー給水加温	20.0
③ボイラー連続ブロー水の熱回収	11.4
④ボイラー連続ブロー水量の適正化	10.2
⑤ボイラー水質改善による熱効率改善	9.7
⑥ギョーザ蒸機の廃熱利用温水装置	11.4
⑦蒸気トラップ変更による蒸気漏れ改善	17.8
⑧簡易温水暖房装置	6.7
⑨冷凍機循環冷却水ポンプの動力削減	18.6
⑩冷凍設備変更 (冷媒変更) による電力削減	66.8
合計	<b>410.6</b>

**①～⑩までの省エネルギー総量 (削減量) は年間で410.6klの見込みになります。**  
 2015年度の当工場の全エネルギー使用量125TJ (原油換算3,240kl) から考えると  
 今回の省エネによる**九州工場でのエネルギー削減率は12.7%**となる。

また生産立地①フロン問題⑩を除く**省エネルギー量 (原油換算) 107.8kl/年では3.3%**になる。



## 6. 今回の取り組みで分かった事

- (1) **ヒートポンプの熱源は冷水塔の20～35℃の冷却水でも十分に使える。**
- (2) ブロー配管に直結したシェル&チューブ熱交は期待以上の熱回収が出来て、ボイラー室に立ち込めていた**大量の湯気を解消、環境改善**も含めた省エネである。
- (3) 蒸機や焼き機など加熱機器の残熱排気からの熱回収方法について
  - ①ダクトの途中に取付けた**フィンコイル(ラジエータ)**は**思った以上の熱回収が出来た。**
  - ②ラジエータの**フィン洗浄が出来るチャンバー**(側面カバーが脱着式)を設けた事で(運転中でも洗浄が出来て)**性能が維持**出来ている。
  - ③**ブレージングプレート**により熱回収循環系と温水加熱循環系に**縁切り**したことで**出来た温水はプロセス用にも使える**ようになった。
  - ④**蒸機の廃熱**(80～85℃湯気、湿度も高いため)は**熱効率も良く55～65℃温水**が出来る。使用目的により40℃以下(常温水をミキシング)でも使用する。(洗浄者の安全確保)
- (4) **「熱交換器による熱回収」は意外と簡単で誰にでも出来る省エネ案件**であり、**短期間で投資回収が可能**。削減量(原油換算)は数～数10kl/年が見込める事もある。
- (5) 熱回収によって50～60℃低温水は大量に出来るがその有効活用は更に検討が必要。吸収式、吸着式冷凍機による冷水変換は効率や投資効率で中々実施できない。
- (6) **ポンプのモーター容量低減変更は省エネ効果が大きい事**を実感した。使用条件によりインバーターと比較して変更する。
- (7) 蒸気は4⑦で述べたように貫流ボイラーは湿り蒸気になっている為、**蒸気の質改善(湿り⇒渴き)**により、**更なる省エネ**を生み出す事が出来る。
- (8) **小さな省エネ改善の積み重ねが大事**、大きな改善に繋がる。

## 7. 最後に

今回の省エネ事例の多くは  
蒸気を使われている**食品工場には特に横展開が可能**です。  
是非、試して頂きたい。

省エネの取り組みで大切な事は  
1つの設備について省エネを行ったら終わりではなく、  
いつも、次の設備改善を考えている事、何か有るはずですよ。  
つまり、**改善する気持ちの持続が必要です**。  
**上手く行かなくても、やり続けていると嬉しいご褒美がもらえる。**  
また、工場にはまだまだ**「おいしい」熱源がいっぱい有り**、  
それを使わない手は無い。

**勿体無い！**

以上