

# FOR ENERGY SAVING



**株式会社日阪製作所** 热交換器事業本部

大阪営業課:〒530-0057 大阪府大阪市北区曾根崎2-12-7  
TEL :06-6363-0020 FAX :06-6363-0161

東京営業課:〒104-0031 東京都中央区京橋1-19-8  
TEL :03-5250-0760 FAX :03-3562-2760

北海道営業所:〒003-0003 札幌市白石区東札幌三条6-1-20  
TEL :011-868-8010 FAX :011-868-8011

千葉営業所:〒290-0081 千葉県市原市五井中央西1-23-6  
TEL :0436-24-3322 FAX :0436-24-3323

名古屋営業課:〒460-0008 愛知県名古屋市中区栄1-12-17  
TEL :052-217-2491 FAX :052-217-2494

カスタマーサービス:〒578-0973 大阪府東大阪市東鴻池町2-1-48  
TEL :072-966-9601 FAX :072-966-8923

URL:<https://www.hisaka.co.jp/phe/>



本文書の無断転用・無断転載・無断複製・無断改変を禁止します。また、カタログに掲載の外観・仕様等は改良のため予告なく変更することがあります。

代理店

「きっと・もっと・ずっと」一熱で未来を創造する  
**The Thermal Solution Company**

全世界のお客様のために日阪製作所は  
プレート式熱交換器をコア技術とした  
熱ソリューションを提供します。

株式会社日阪製作所 热交換器事業本部は  
ISO9001およびISO14001の認証を取得しています。

株式会社日阪製作所 鴻池事業所はISO45001の  
認証を取得しています。

# プレート式熱交換器と省エネルギー

日阪製作所は今までさまざまなプラントにプレート式熱交換器(PHE)を使った省エネルギーを提案してお客様のプラントの採算性向上のお手伝いをしてきました。それら数多くの経験から得られた省エネルギー用途は5つに分けることができます。

プレート式熱交換器を使う5つの省エネルギー用途とそれらを組み合わせた省エネルギーの事例を紹介しています。

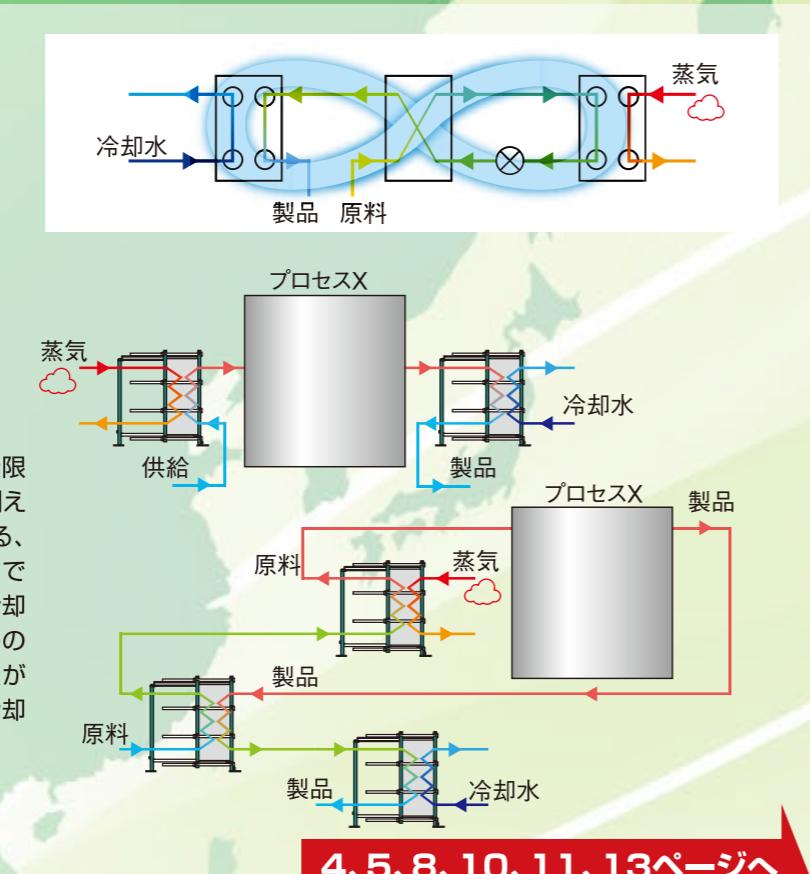
日阪はプレート式熱交換器でお客様の省エネルギーの推進に貢献しています。

1



## 無限大記号の形∞になる熱回収のループを見つける

効果的な熱回収のフローを見つける簡単な方法は無限大記号∞になる熱回収ループを見つけることです。例えば、ある流体が2つの別々の熱交換でつながっている、すなわちある流体は一方で加熱され、その後、他方で冷却される熱交換の場合、加熱器を出た高温流体と冷却器を出た低温流体が熱交換するように2つの流れを∞の形になるようにループ状に循環させることで熱回収が効果的になります。その熱回収によって加熱蒸気と冷却水の使用量も削減できます。



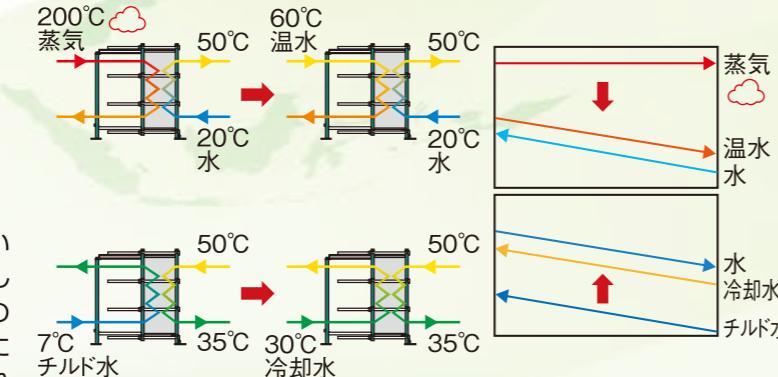
4、5、8、10、11、13ページへ

2



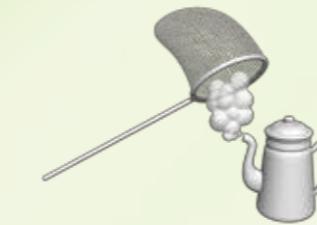
## 最適な加熱・冷却源を見つける

流体の加熱や冷却を行う際には、できるだけ温度の近い熱源を使うことが効率的で、そのためには熱源の見直しや検討が重要です。より高い温度、またはより低い温度の熱源はより高い温度に加熱する、またはより低い温度に冷却する用途に使うべきです。PHEは伝熱性能が優れているため、みなさんの想像以上に小さい温度差の熱源で効率よく加熱・冷却ができます。



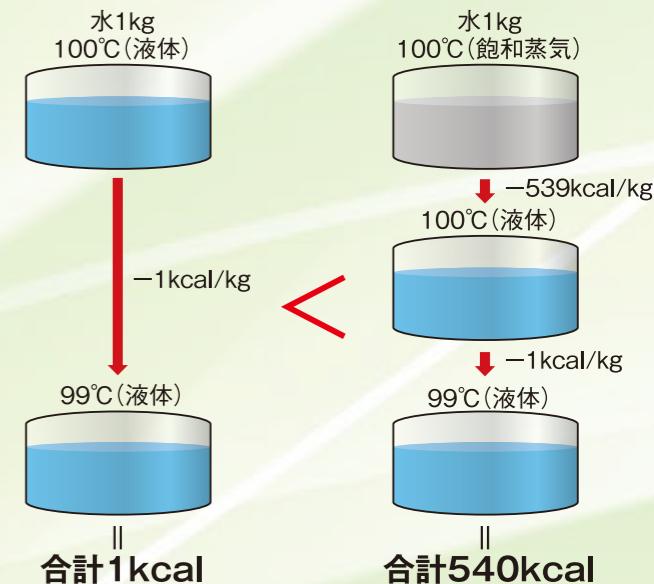
4、7、10、11ページへ

3



## 蒸気の持っている熱(潜熱)を使う

熱エネルギーの定義によると、1kgの水を1°C上昇させるのに必要な熱量は1kcalとされていますが、1kgの水蒸気を凝縮させると約539kcalの熱量(潜熱)が放出されます。つまりこの潜熱は、水が液体の場合の500倍以上の大きな熱量を持っています。もし排蒸気があれば、その排蒸気の潜熱から熱エネルギーの回収を図ることができます。



5、8、13ページへ

4

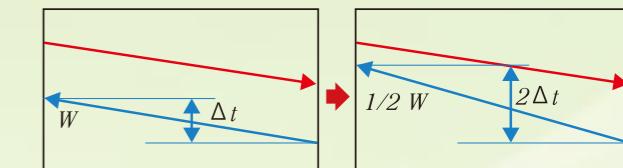


## 温度条件を見直して運転条件を変える

$$Q = \rho \times C_p \times W \times (t_2 - t_1)$$

$$= \rho \times C_p \times (1/n)W \times n(t_2 - t_1)$$

上記の熱負荷の定義から流体の入口と出口の温度変化がn倍になるとそれに反比例して流量はn分の1になることがわかります。つまり流体の入口と出口の温度変化を大きくすると、流量を少なくすることができるので、循環ポンプの使用電力が削減でき、さらに配管口径が小さくなることで配管や工事にかかるコストも削減できます。



6ページへ

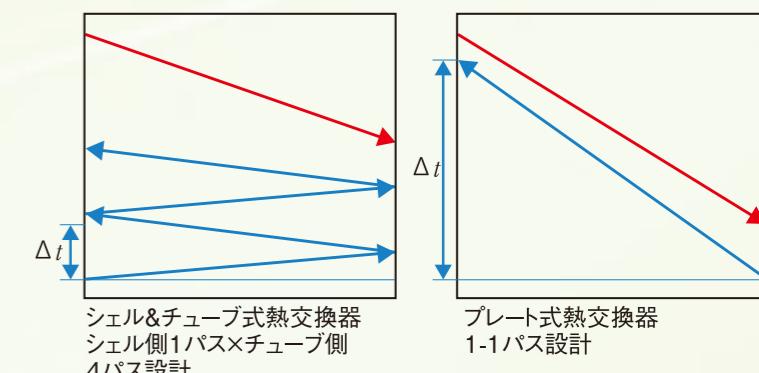
5



削減

## 常識にとらわれずベストソリューションを目指す

熱回収用にシェル&チューブ式熱交換器を使用する際には、構造上、シェル側が1パス、チューブ側がマルチパスとなり完全対向流にはならず、低温側の出口温度は高温側の出口温度までしか熱回収できません。一方、完全対向流となるPHEは、高温側・低温側ともに1パス設計が可能なため、低温側の出口温度が高温側の出口温度より高くなる温度交差をした温度条件の熱回収が可能です。



シェル&チューブ式熱交換器  
シェル側1パス×チューブ側  
4パス設計

プレート式熱交換器  
1-1パス設計

5、6、8、9、13ページへ



## 2-1 高NTUプレート

### プロセス概要

熱移動単位数を示すNTUは、プロセスの温度条件を以下の公式に当てはめて計算されます。

$$NTU = \frac{(T_1 - T_2)}{LMTD} = \frac{(T_2 - T_1)}{LMTD}$$

上記の式において高温側の入口/出口温度をT1 / T2、低温側の入口/出口温度をt2 / t1とします。

高温側が12°C → 7°C、低温側が11°C ← 6°C、すなわちNTU=5ですが、これがHVAC&Rの従来の設計です。

入口と出口の温度差を2倍に、つまりNTU=10にすると、流量を半減でき、結果的にポンプのエネルギー消費量を抑えられます。さらに配管や循環ポンプの容量もコンパクトになるため、工事費用削減にも効果的です。

LMTD:高温側と低温側の対数平均温度差

### 適用原理



#### 温度条件を見直して運転条件を変える

熱収支式から分かるように、流体の入口と出口の温度差を広げると流量を少なくできます。



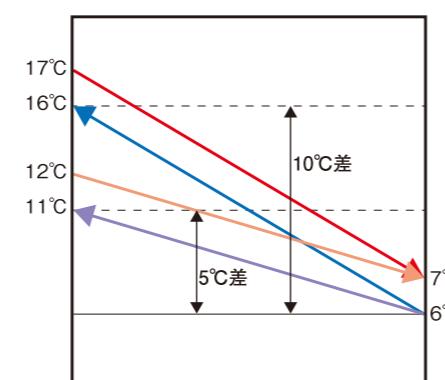
#### 今までの熱回収率をはるかに超える熱回収率を実現する

日阪製作所は新しい波形のプレートパターンを採用した新SXシリーズによってNTU=10を実現しました。この新SXシリーズを使うと、従来のNTU=5での設計と比較して、流量を半分に抑えることができます。

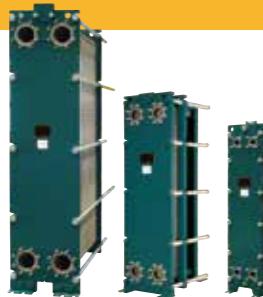
### 改善効果

新SXシリーズを採用したメリットは下の表の通りです。配管サイズの小口径化で配管材料と保温材の使用量の低減で初期工事費が35%、循環水の流量低減によりポンプの電力消費量が40%削減できます。その結果、回収する熱量が同じであっても「グリーンビルディング」効果として炭素排出量を40.9%低減できました。

	改善前	改善後	メリット
二次側	12→7°C	17→7°C	
一次側	11←6°C	16←6°C	
流量	500m³/h	250m³/h	
熱交換量	2,907kW(800RT)		
配管サイズ*	350A(14")	200A(8")	35.0%低減
電力消費量	200MWh	120MWh	40.0%低減
二酸化炭素排出量*	110kg/h	65kg/h	40.9%低減
備考	* 流速:2~3m/s **揚程:9.8m		



### この用途での推奨PHE型式



#### 新SXシリーズ

交換熱量と両流体の温度差が同じでも、運転温度を変えることによって大きな効果が期待できますが、NTUが5→10と大きくなってしまいます。このような場合でも高い伝熱性能を保持する新SXシリーズは、NTU=10の高NTUの温度条件に適用できるように、成形深さが浅くピッチが小さい稲妻パターン（縦型ヘリンボンパターン）を採用した画期的なPHEです。

#### AHRI400認証

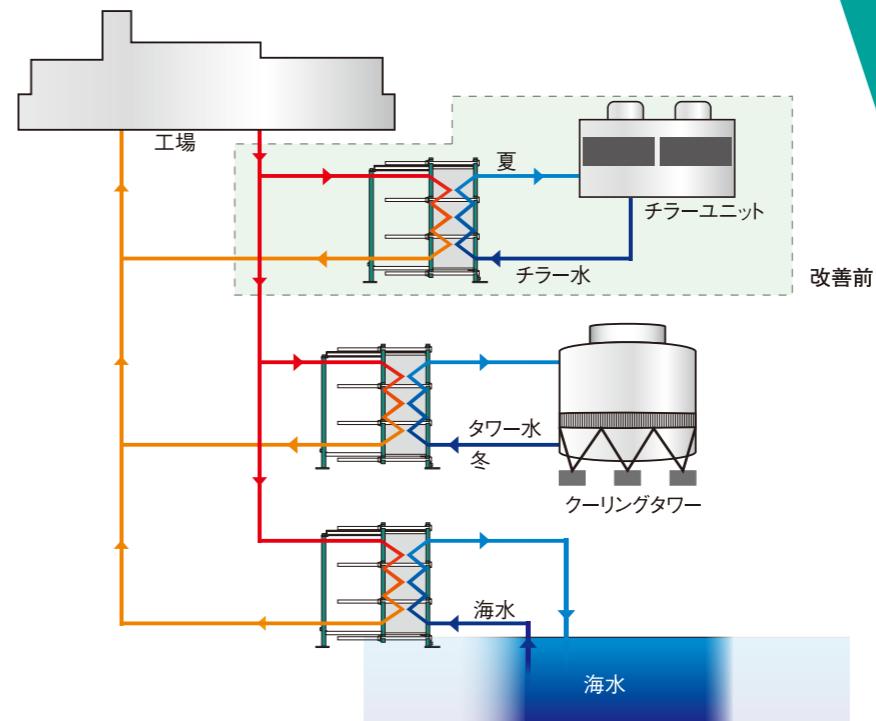
SXシリーズは液一液仕様の熱交換器設計プログラムAHRI400の認証を取得しています。AHRI400とは熱交換器の性能保証に関する独立団体のAHRI(Air-conditioning, Heating and Refrigeration Institute)から発行される熱交換器の性能保証の認定書のことです。



## 2-2 フリークーリングシステム

### プロセス概要

冬季に外気温が大きく低下する地域では、冷たい大気でクーリングタワーの循環水をチラーユニットからの冷水と同じ程度まで冷却することができる、チラーユニットの代わりに工場の冷却源として利用できます。日本で考案されたフリークーリングと呼ばれるこのシステムは、冷凍システムの電力使用量の低減が可能です。



### 適用原理



#### 最適な加熱・冷却源を見つける

考え方は極めて単純に思えるかもしれません、代替エネルギーを探し続けてきたからこそ、このようなエネルギー削減システムが誕生したのです。冬場の冷却塔循環水だけでなく冬場の海水でも同様の効果が期待できます。きっと、身近のプラントや工場の周辺に加熱・冷却源が見つかります。

### この用途での推奨PHE型式



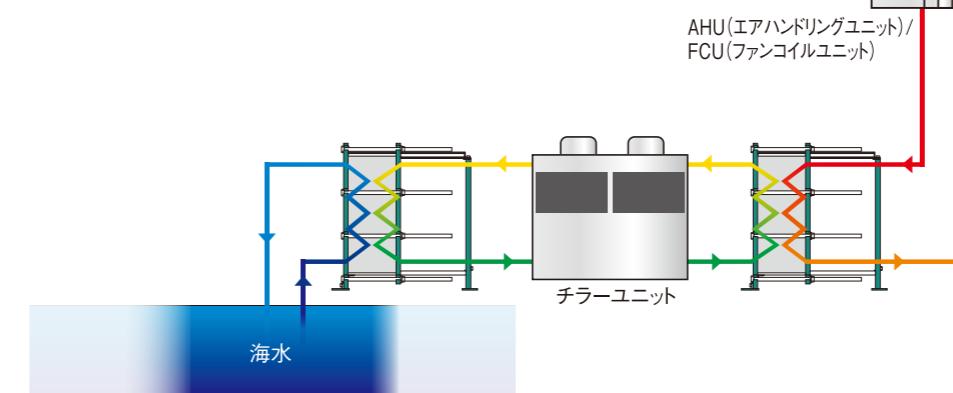
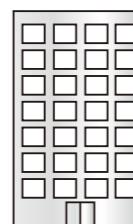
#### "JUMBO"大型プレート式熱交換器

日阪は大型プレート式熱交換器のパイオニアとして、大規模な冷却水システム用のJUMBOサイズのプレート式熱交換器を開発しています。

## 2-3 隠れた潜在的エネルギー

### プロセス概要

私たちの身の回りには、埋もれたままの自然の熱源が数多く存在しています。チラーユニットの場合、凝縮器の冷却水としてクーリングタワーの循環水を使用しますが、その代わりに海や河川の水を冷却水として使用すれば、クーリングタワーの設備費やランニングコストを節約できます。



### 適用原理



#### 最適な加熱・冷却源を見つける

海水を直接チラーユニットの凝縮器に使いますと、海水向けに設計されていない凝縮器の伝熱管が腐食してしまいます。一般的に海水などの腐食性のある流体に高い耐食性を持つ材料は高価です。

### この用途での推奨PHE型式

#### チタン製プレート式熱交換器

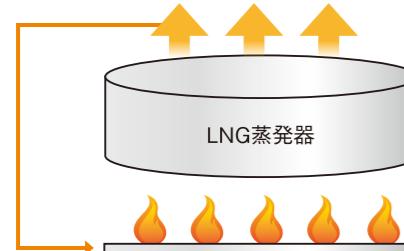
50年以上前に、日阪はチタン製のPHEの実用化に成功し、薬品に対する優れた耐食性を持つため急速に普及しました。塩類水溶液に対しても高い耐食性を持つチタン製PHEは、海水用途にも最適です。

# 電力とエネルギー

## 3-1 天然ガス蒸発システム

### プロセス概要

LNGはバーナーで燃焼されることでガス化されます。バーナーを使わずに、このLNGの潜熱を利用してチルド水を作り出すことができます。この方法はLNGだけでなく、液体窒素や液体ヘリウムなどにも応用できます。



### 適用原理

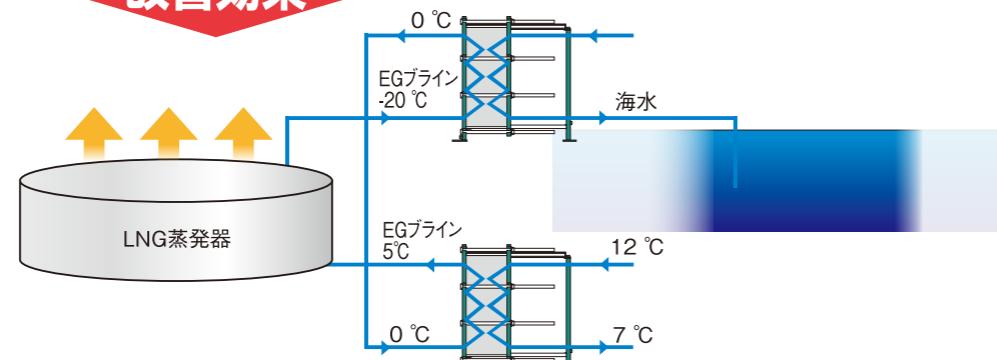


#### 蒸気の持っている熱(潜熱)を使う

物質が液体から気体へと状態変化する際には、蒸発潜熱が発生しますが、この蒸発潜熱を使って冷却することがポイントとなります。逆に気体から液体へと状態変化する場合は凝縮潜熱が発生して加熱源として利用できます。

### 改善効果

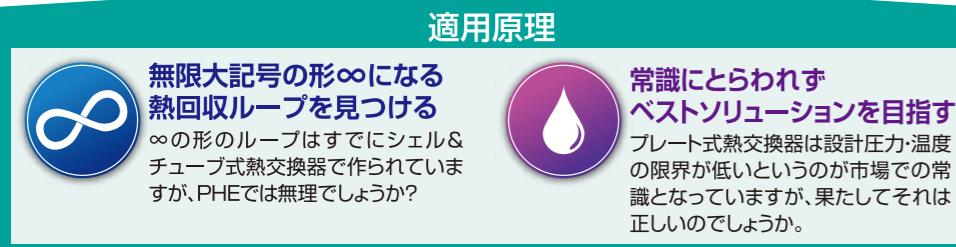
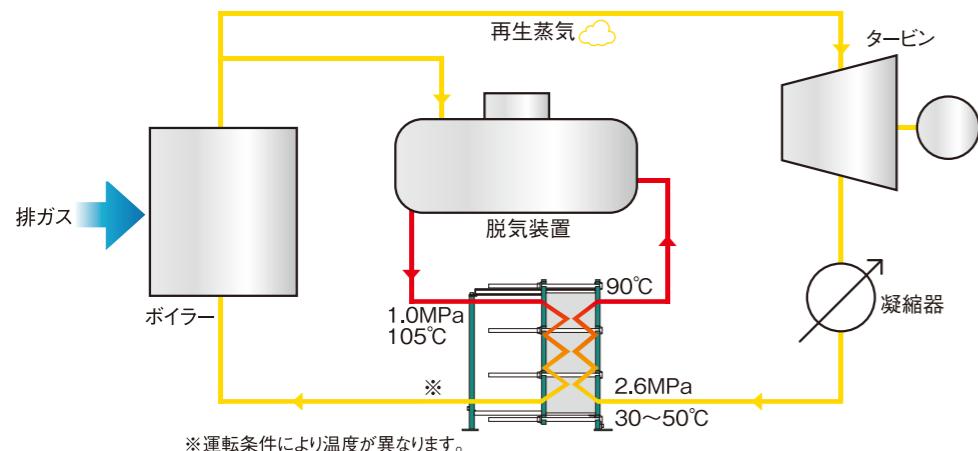
EGブライン(エチレングリコール系の不凍液)の循環により、蒸発潜熱を利用して7°Cのチルド水を生成します。残りの除去すべき蒸発潜熱は海水を使って加熱すればバーナーで燃焼させるLNGを節約できます。



## 3-2 蒸気ドレン回収

### プロセス概要

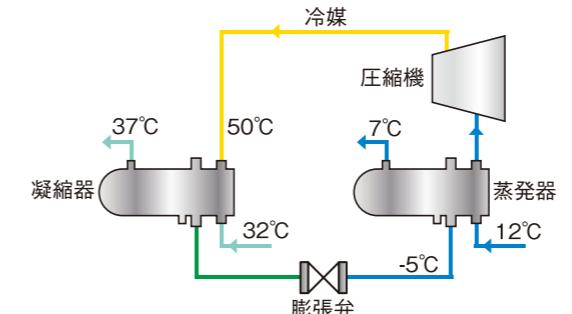
発電プラントではボイラーに送るボイラー給水を予熱します。通常、この設備にはタービンからの凝縮水(蒸気ドレン)とボイラー給水との熱交換を行う熱回収器が設置されますが、設計圧力と温度が高いため、シェル&チューブ式熱交換器が多く使われています。



## 3-3 冷凍システム (a)

### プロセス概要

一般的に、冷凍システムには蒸発器と凝縮器の2つの熱交換器が使われます。この冷凍システムの効率アップを図る効果的な方法は、凝縮器の凝縮温度を下げる、または蒸発器の蒸発温度を上げる、あるいはその両方が考えられます。圧縮機の負荷を減らすことによって、冷凍システムの動力費を節約することができます。



### 適用原理

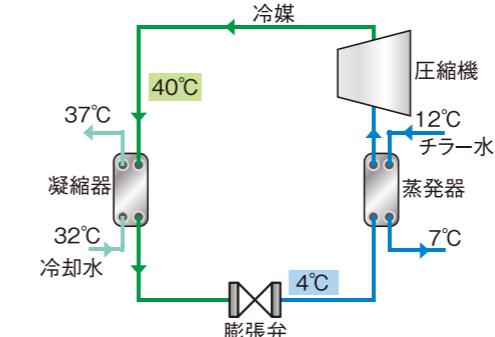


#### 常識にとらわれずベストソリューションを目指す

コイル式やシェル&チューブ式熱交換器をPHEに置き換えるメリットは、機器コスト削減だけにとどまらず、軽量で設置面積が小さいため、省スペース化も実現されます。冷媒の運転温度や圧力を考慮すると、PHEは冷凍システムに欠かせない重要な機器です。

### 改善効果

高性能でコンパクトなブレージングプレート式熱交換器(BHE)は冷凍システムに重要な機器の一つです。熱交換する2流体の温度差を小さくとれるため、業種温度を下げる、あるいは蒸発温度を上げることにより圧縮機の負荷を減らすことによって、システム全体を最適化し、改善することができます。



### この用途での推奨PHE型式



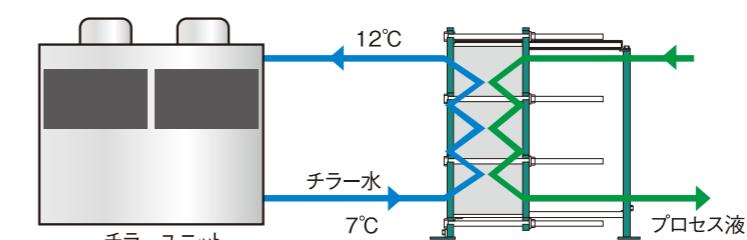
#### BRCシリーズ

“革新”これがBRCシリーズを表すキーワードです。ブレージングプレート式熱交換器BRCシリーズは、これまでとは全く異なる流路構造を持っています。精密ともいえるプレート配列により冷媒の均一な液流れを実現したことで、非常に高い伝熱係数が得られます。BRCはBHEの新たな歴史を切り開く製品です。

## 3-4 冷凍システム (b)

### プロセス概要

こちらのプロセスはチラーユニットとPHEの一般的な組み合わせです。単純なプロセスのように見えますが、気づかないアイデアが隠されています。

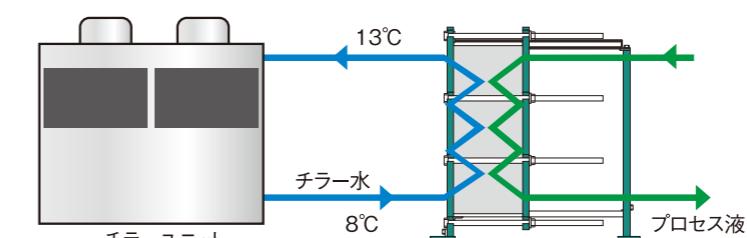


### 適用原理



#### 常識にとらわれずベストソリューションを目指す

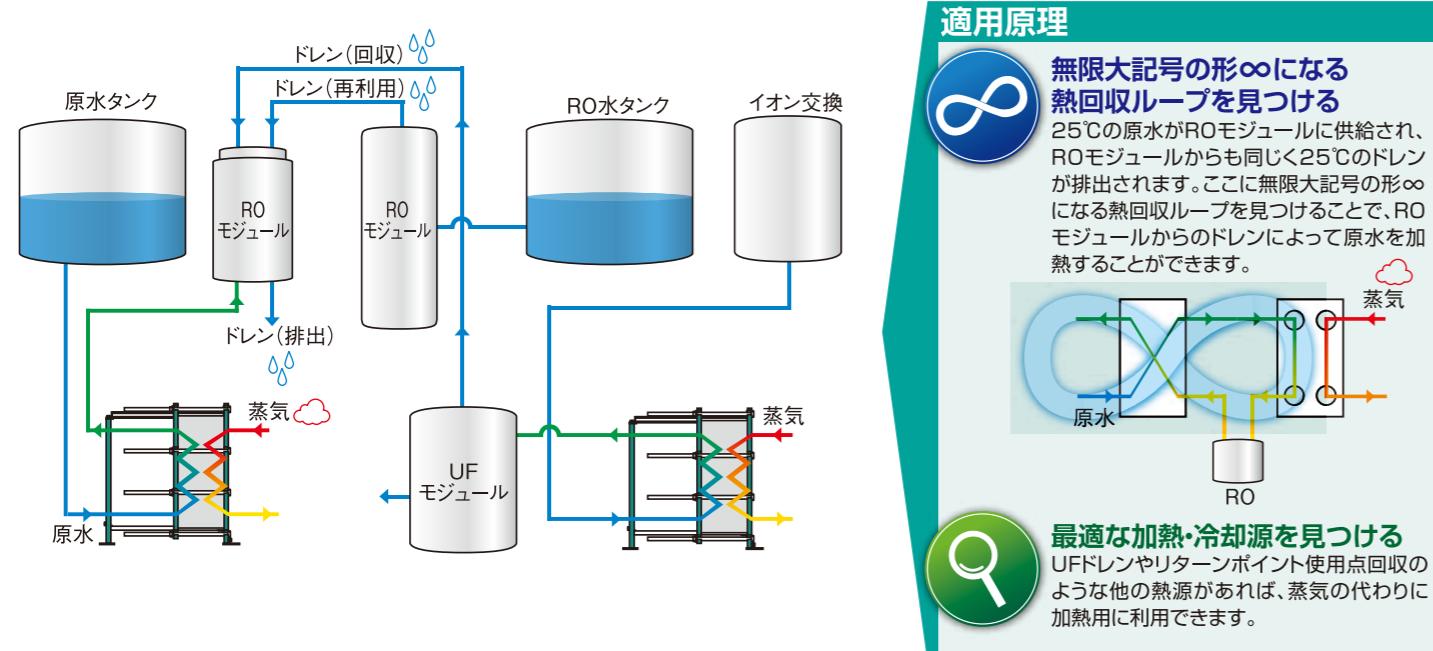
一般に使われるチラーの標準設定温度は7°Cですが、必ずそうではなくてはならないのでしょうか。温度を1°C上げて8°Cにすると、コンプレッサーの負荷が下がり約3%の電力使用量の削減が可能です。PHEは完全対向流ですので、1°Cの温度差でも効率よく熱交換ができます。既存のシェル&チューブ式熱交換器の置き換えばかりでなく、PHEをすでに設置している場合でもプレートを増やすことによって、左記の通りランニングコストの低減ができます。



## 4-1 超純水(UPW)システム

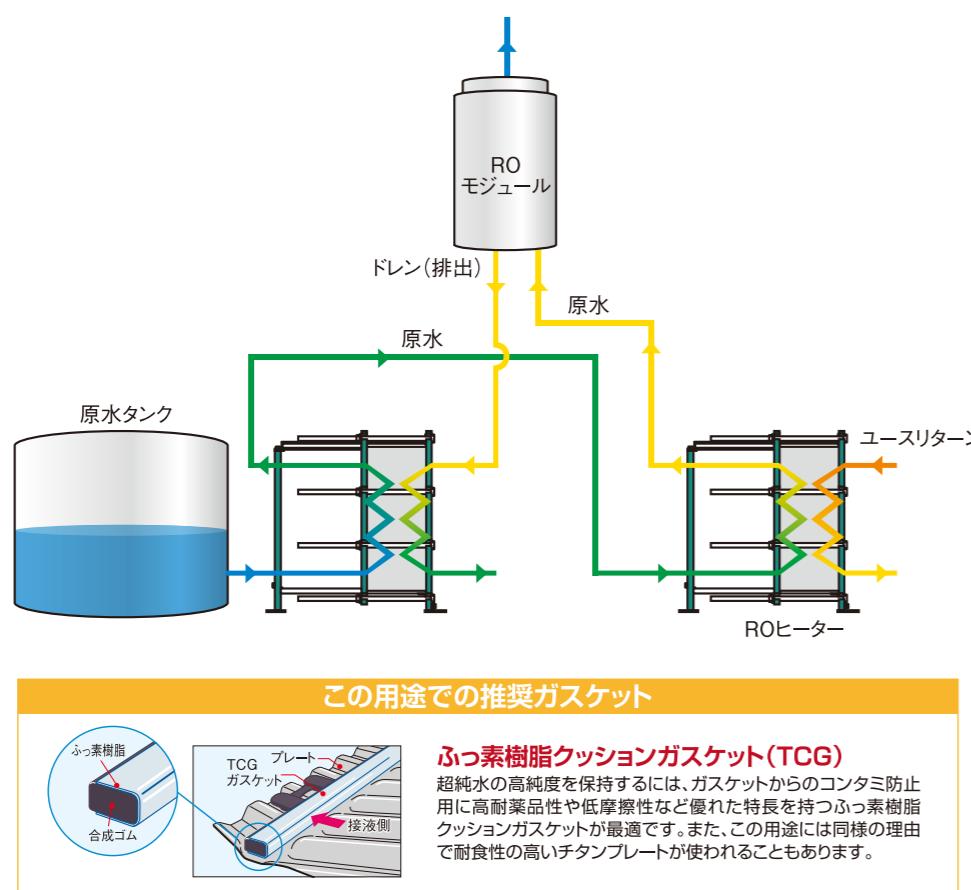
### プロセス概要

半導体や液晶スクリーン、太陽光パネルなどを扱う精密機械工業では、製造プロセスにおいて超純水が必要です。超純水(UPW)はRO膜(逆浸透膜)を通して精製されますが、この膜は25°C前後で最大の分離性能を発揮します。そのため、一般的にROモジュールの前に温調用のPHEが設置されます。



### 改善効果

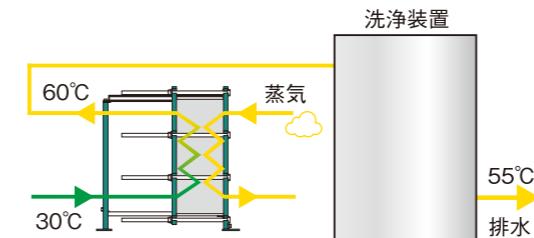
図に表されている通り、ROモジュール供給水とROモジュール排出ドレンで構成される無限大記号の形(∞)になる熱回収ループとユースリターンで加熱するROヒーターを組み合わせることで、UPWプロセスにおける熱回収ができます。



## 4-2 洗浄プロセス

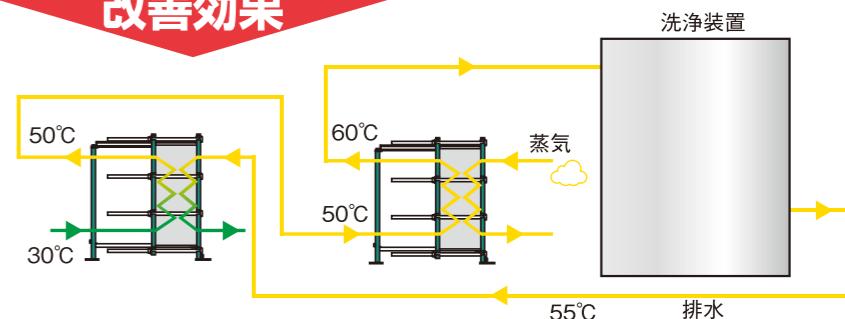
### プロセス概要

製品の洗浄やすすぎには温水が必要ですが、この温水は熱交換器で加熱されて供給されます。この事例は瓶詰め工程や板ガラスの製造工程などでよく見られます。



### 改善効果

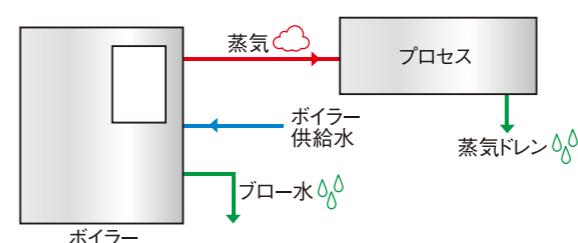
洗浄装置から出てくる排温水と加熱すべき洗浄給水の熱交換によって熱回収ができます。加熱や冷却が行われているプロセスの供給液と排出液に注目すれば、必ず無限大記号の形∞になる熱回収ループがあります。他にも同様な活用事例が必ず見つかるはずです。



## 4-3 ボイラーブロー回収

### プロセス概要

一般的なボイラーブローフロセスでは、ボイラー水の水質を保つため連続的にドレンをブローアウトします。このフローの中にも供給(入口側)と排出(出口側)の組み合わせがあります。このプロセスは単純ですが、検討すべき熱回収のポイントはどのようにボイラーへの給水温度を上げるかです。ボイラー給水を可能な限り昇温することで、ボイラーの燃料消費量を削減できます。

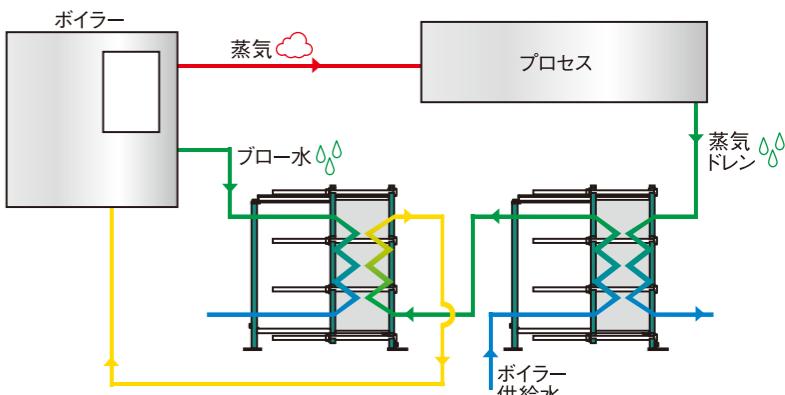


**常識にとらわれずベストソリューションを目指す**

蒸気は使用後ドレン水に変わります。しかもこの蒸気ドレンはほとんどの場合、加熱源として他のプロセスでの利用が可能なほど高温です。そのような蒸気ドレンも回収して利用することで熱回収ができます。

### 改善効果

超純水システム同様、ボイラー給水とボイラーブローウォーターで、無限大記号の形∞になる熱回収ループをつくり、プロセスに使われた蒸気ドレンでボイラー給水を加熱する加熱器を組み込むことで、一般的なボイラーシステムの中に熱回収システムが完成します。

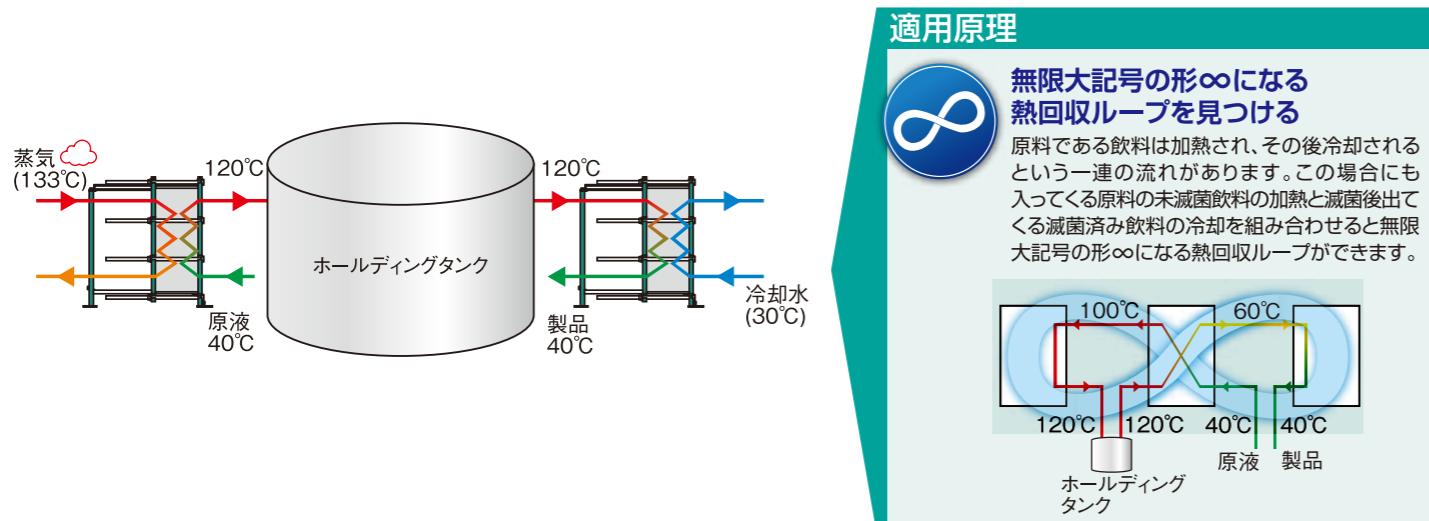


# 食品と飲料

## 5-1 滅菌システム

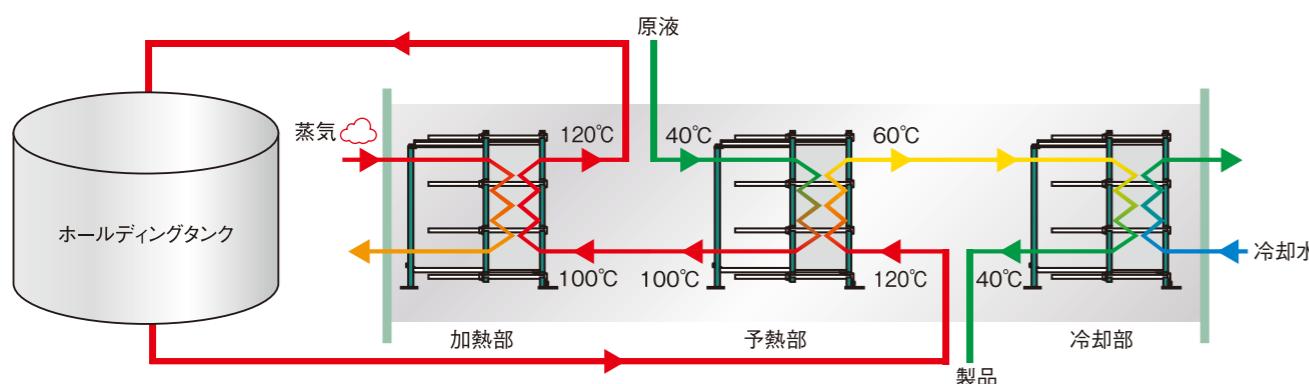
### プロセス概要

下のフローは飲料の滅菌で良く知られているプロセスです。決められた滅菌温度まで加熱して一定時間(通常は数秒から1分間)その温度を保持しながら滅菌処理を行い、その後冷却されます。飲料に限らず、牛乳や乳製品、醤油、液糖、アルコール、その他の酒類なども同様に滅菌されます。



### 改善効果

PHEは複数の熱交換ユニットを一台に組み込むことが可能で、加熱・冷却・熱回収を一台に組み込んだPHEは食品・飲料産業では一般的に使われています。熱回収を行う熱交換ユニットを組み込むことで熱回収はもちろんのこと、さらに使用する蒸気と冷却水の使用量も削減できます。



### この用途での推奨PHE型式



#### 食品専用プレート(FXシリーズ)

FXプレートは様々なユニークな特長を持つ食品専用のPHEとして開発されました。標準装着されているふっ素樹脂クッションガスケット(TCG)は「移り香」「ゴム臭」「接着剤臭」を解消でき、食品用途に最適なPHEです。

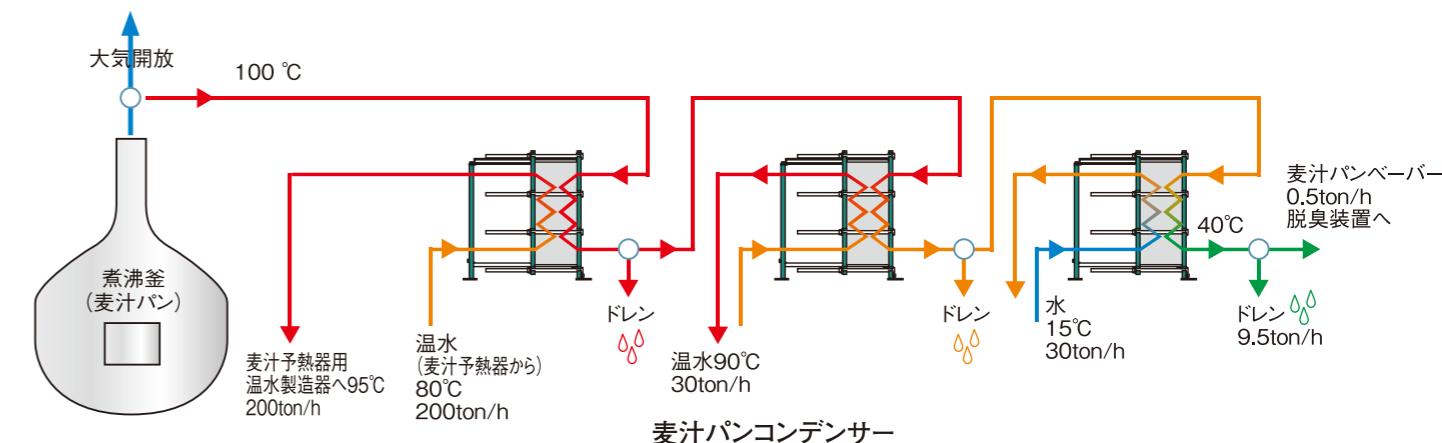
FXシリーズは飲料プロセス用のPHEとして開発され、スケールが付着しにくく、コゲつきもなく、製品ロスを大幅に削減でき、さらに薬液洗浄(CIP)効果も高い、という多くの利点があります。

通常のプレートに比べて縦長であるため、プレートの横幅方向の流れにバラつきがなく、温度分布が均一となるピストンフローで流れそのため、局部的なスケールやコゲつきもありません。

## 5-2 煮沸釜(麦汁パン)からの熱回収

### プロセス概要

発芽した大麦麦芽を碎いたものを温水に入れると、酵素が活性化され、麦芽中の澱粉が糖に分解される発酵がはじまります。煮沸釜にホップを加えて煮沸すと麦汁ができますが、煮沸中には煮沸釜の上部から蒸気が放出されています。



### 適用原理



**蒸気の持っている熱(潜熱)を使う**  
煮沸釜から排出される蒸気には水蒸気が含まれています。蒸気は凝縮して液体になる時に大きな潜熱を放出するので、莫大な量の熱が放出されることになります。この蒸気を使うことは大きな熱回収となります。



**常識にとらわれず  
ベストソリューションを目指す**  
このプロセスではしばしばシェル&チューブ式熱交換器が使用されていますが、PHEに置き換えることで温水の温度を極限まで煮沸釜の排出蒸気の温度に近づけることができます。また、軽量・コンパクトで、メンテナンスが容易な点も大きなメリットになります。

### この用途での推奨PHE型式

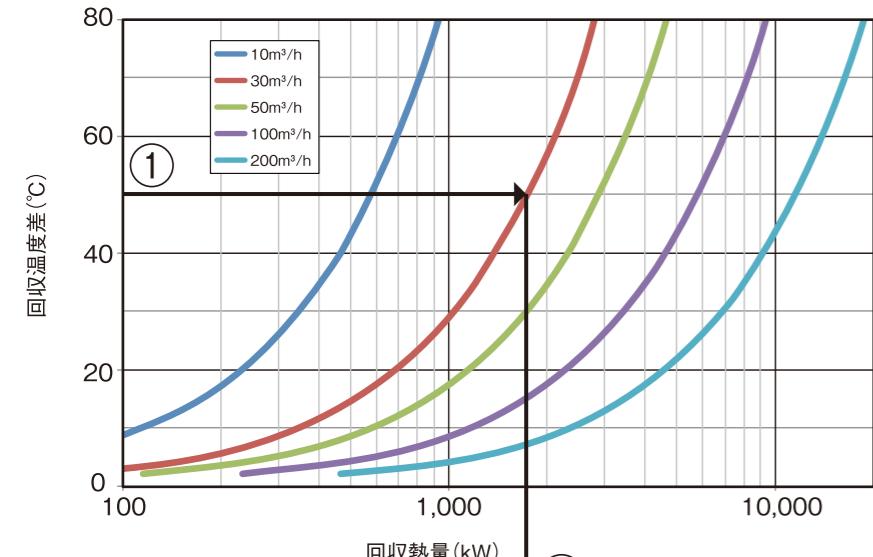


#### コンデンサー専用(YX-80)

コンデンサー専用に開発された特殊なプレートパターンを持つPHEです。凝縮における伝熱性能を最大限にするために、蒸気側と冷却水側で異なるプレート通路口径形状やプレートパターンとした設計です。発売以来、蒸気の潜熱回収にはいたるところで貢献しています。

# エネルギーを経済的にみると…

## 熱回収早見表(1)

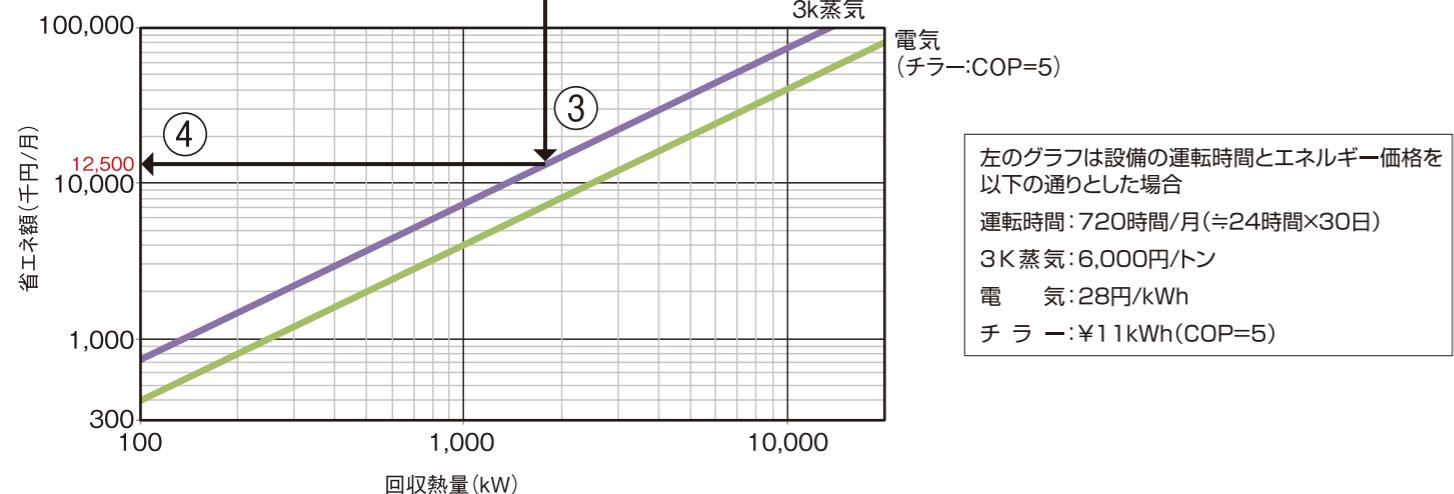


### 熱回収による省エネルギーでどのくらいの利益が見込めるか?

(例) 30m³/hの温水を20°Cから70°Cまで50°C昇温する場合

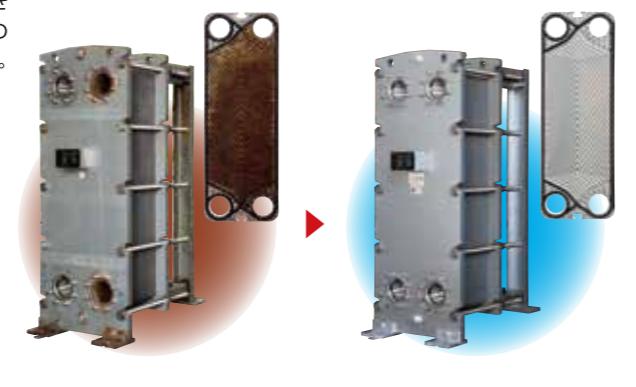
- ①「熱回収早見表(1)」の縦軸の50°Cから右方向に水平に線を引く
- ②30m³/hのラインを選んで、交点から下方向に垂直に線を引く熱回収量は横軸の1,750kWとなります。
- ③「熱回収早見表(2)」のエネルギー価格の線図から熱源を選ぶ。
- ④熱源が3K蒸気の場合、省エネ額は約1,250万円/月(720時間運転/月)となります。

## 熱回収早見表(2)



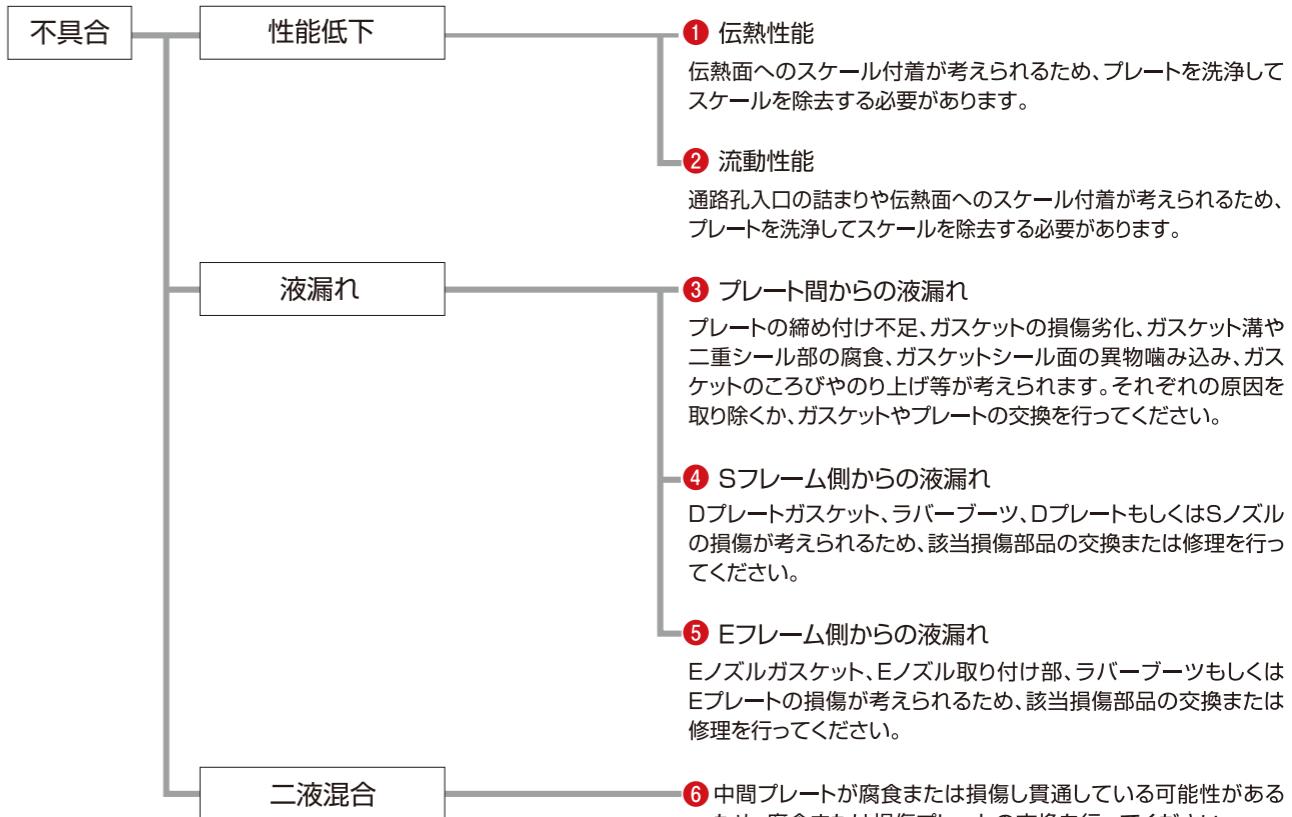
## 熱交換器の性能低下はお金のロス

PHEをうまく組み込んでプロセスの改善に成功しても、長期間の運転で伝熱性能は低下してきます。例えばプレートの表面が汚れてU値が20%落ちますと、交換熱量が20%ダウンしますので、熱回収によるメリットが年間1,000万円の場合、200万円/年のロスということになります。メンテナンス費用が200万円以下であれば定期的にメンテナンスを実施すべきです。



# メンテナンス

PHEの運転寿命を延ばすためには、運転状態を常に注意しておくことが重要です。運転中に起こりそうなトラブルとその原因について下記にまとめました。万が一これらの不具合が見つかった場合には、その内容と状況について製造番号と合わせて弊社までお知らせください。



## HISAKA Web-Simulator(HWS)



URL:<http://www.hisaka.co.jp/phe/>

PHEをネット上でシミュレーションできるWebサイトです。画面の指示に従って設計条件を入力することで、最適なプレート式熱交換器が設計でき、設置計画に必要な設計仕様書と外形図面がダウンロードできます。

HWSで設計できない場合は下記の項目にご記入のうえ、FAXもしくはメールにてお送りいただければ、弊社担当より回答いたします。プレートやガスケットの材質等、詳しい情報をご提供いただければ、より最適な設計が可能になります。

Fax.06-6363-0161 または E-mail:heatexc@hisaka.co.jp.

1. 交換熱量	kW	
2. 流体名	高温側	低温側
3. 入口温度	°C	°C
4. 出口温度	°C	°C
5. 流量	m³/h	m³/h
6. 圧力損失	MPa以下	MPa以下
7. 最高使用圧力	MPaG	MPaG
8. 特記事項 (*流体特性)		