

# 排熱利用ヒートポンプによる 生産プロセス設備の炭酸ガス削減

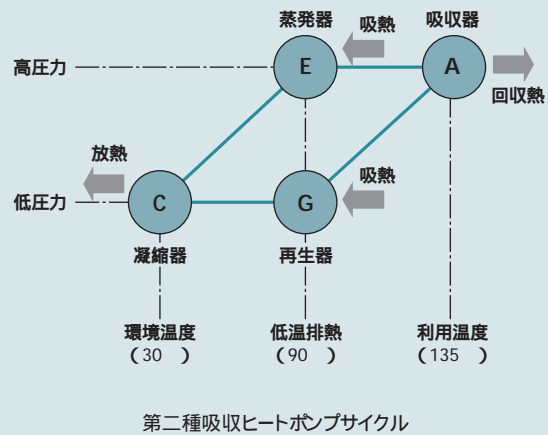
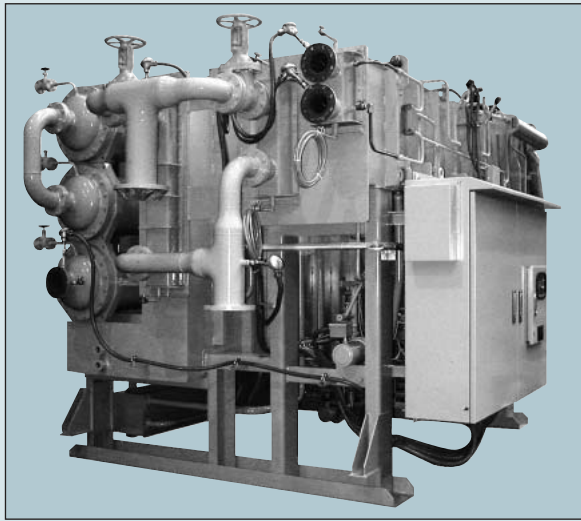
Reducing Carbon Dioxide Gas Emission of Productive Process Amenity by Use of Exhaust Heat Driven Heat-pump

内田 修一郎 Shuichiro Uchida

西口 章 Akira Nishiguchi

豊 紳恵智 Shinichi Toyo

坂野 義孝 Yoshitaka Sakano



注:略語説明 E(Evaporator),A(Absorber),C(Condenser),G(Generator)

図1 加熱容量150 kW第二種吸収ヒートポンプの外観とサイクルの概要  
90 の低温排熱を駆動源とし、環境温度(30 )との温度落差を用いて、135 の高温水を取り出すことができる。

## 1.はじめに

地球温暖化防止を目的とする京都議定書の第一約束期間(2008~2012年)を控え、炭酸ガスを主体とした温暖化ガス削減への要求が高まってきている。また、各種熱源機やボイラ、その他設備機器の省エネルギー化技術は年々進歩を続けている。しかし、設備機器単独での省エネルギー化には限界があり、炭酸ガスの削減目標を達成するためには、工場などから排出される排熱の有効活用による、生産設備全体での省エネルギー化も重要である。

一方、国内の工場における排熱には、比較的回収しやすい100 以上の高温排熱と、未利用排熱が多い100 未満の低温排熱があり、負荷の需要も冷熱負荷、温熱負荷(蒸気、温水)など工場ごとに異なっていることから、各工場の負荷状況に合わせた最適な排熱利用方法を検討する必要がある。

ここでは、炭酸ガス削減のために必要とされる熱源機の一つである排熱利用吸収ヒートポンプを活用した生産プロセス設備への省エネルギー化システムの導入事例とともに、炭酸

ガス削減に有効な日立グループの排熱利用技術について述べる(図1参照)。

## 2.排熱利用吸収ヒートポンプのニーズ

全国の工場群の排熱実態調査<sup>1)</sup>によると、排熱量の多い分野は、電力、化学、鉄鋼、清掃工場であり、全体の約7割を占める。また、石油、窯業、機械、食品分野も排熱量は多く、全体の約2割弱を占める。電力を除くこれらの大排熱源分野の中で、化学、機械、食品分野においては、年々省エネルギー化が進んでいるものの、相変わらず低温排熱量は多く、現状ではこれらを未利用のまま大気に放出している。全国工場群の排熱実態調査データから、低温排熱である排温水に着目すると、低温排熱が多量に排出されていることがわかる(図2参照)。

低温排熱を駆動源として利用できる吸収ヒートポンプは、電力消費量少ないので、今後導入のニーズは高まっていくものと想定される。

炭酸ガスの削減要求が高まってきている中で、熱源機やボイラ、その他の設備機器単独での省エネルギー化は先詰まりの感があり、炭酸ガス削減目標を達成させるためには、排熱を有効に利用することによる生産設備全体での省エネルギー化が必須である。

日立グループは、排熱利用吸収ヒートポンプを活用したさまざまな省エネルギーシステムの提案を行っており、炭酸ガス削減に貢献した多数の実績を得ている。

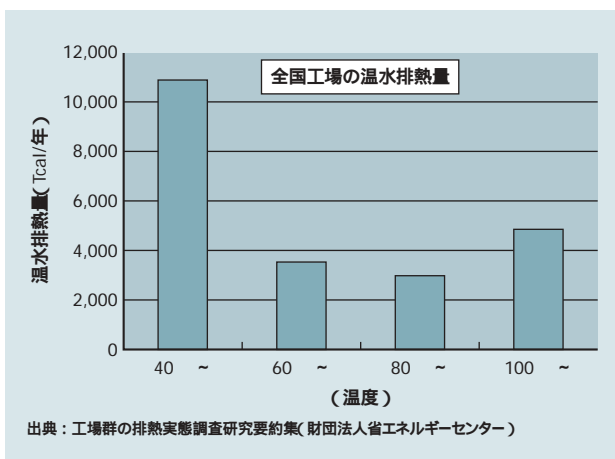


図2 全国の工場の低温排熱量

40～100 の低温排熱が多量に排出されており、中でも40～60 の排熱水が多い。

### 3. 吸収ヒートポンプによる排熱利用技術

#### 3.1 高温排熱利用技術

工場生産プロセスから排出される100 以上の高温排熱としては、発電設備や加熱炉などからの排ガスや蒸気タービン発電設備からの余剰蒸気などがあり、これらは比較的回収しやすいことから、現在もコージェネレーション化や余剰蒸気の平準化活用などの手段による熱の有効利用が行われている。

また、食品・飲料分野では生産プロセスから出るバイオガスを回収し、ボイラの燃料とすることで、炭酸ガス削減を図り、その燃焼排熱も有効活用している。

日立グループは、このような高温排熱を利用し、低温未利用排熱も有効利用するため、第一種吸収ヒートポンプを活用したさまざまな省エネルギーシステムの提案を行っており、多数の実績を得ている。第一種吸収ヒートポンプは、120 以上の高温排熱を利用して低温熱源から熱を汲み上げる働きをするので、駆動源としては利用困難な冷却水や地下水などの低温未利用熱を活用して、回収効率の高い省

エネルギーシステムの構築が可能となる。第一種吸収ヒートポンプを活用した省エネルギーシステムの概要を図3に示す。

#### 3.2 低温排熱利用技術

工場生産プロセスから排出される低温排熱は未利用排熱が多く、その有効利用は炭酸ガス削減のための有効な手段である。特に100 未満の低温排熱は、利用方法が給湯や暖房といった用途に限られてくことや、低温になるほど経済的な熱回収が難しくなることから、利用されずにそのまま排出されている例が多い。

日立グループは、このような低温排熱の有効利用技術として、第二種吸収ヒートポンプを活用したさまざまな省エネルギーシステムの提案を行っている。

第二種吸収ヒートポンプは、昇温型ヒートポンプと呼ばれ、低温排熱と周囲環境温度との温度差を用いて、低温排熱温度より高温の熱を得られる点に特徴がある。また、主要な駆動源は低温排熱そのものであり、別の高温熱エネルギー源を必要としないのでエネルギー効率の高いシステム構築が可能となる。

第二種吸収ヒートポンプを活用した省エネルギーシステムの概要を図4に示す。

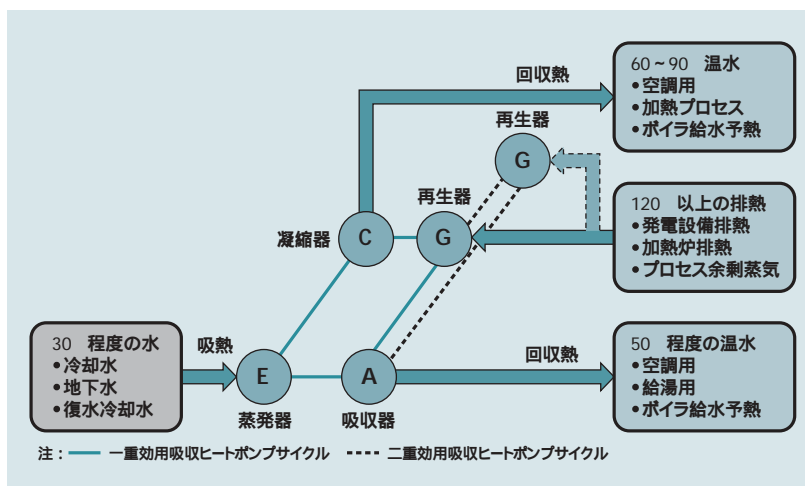


図3 第一種吸収ヒートポンプによる省エネルギー化の概要

低温の熱源から熱を回収し、空調、加熱プロセス、ボイラ給水予熱などに利用することができる。

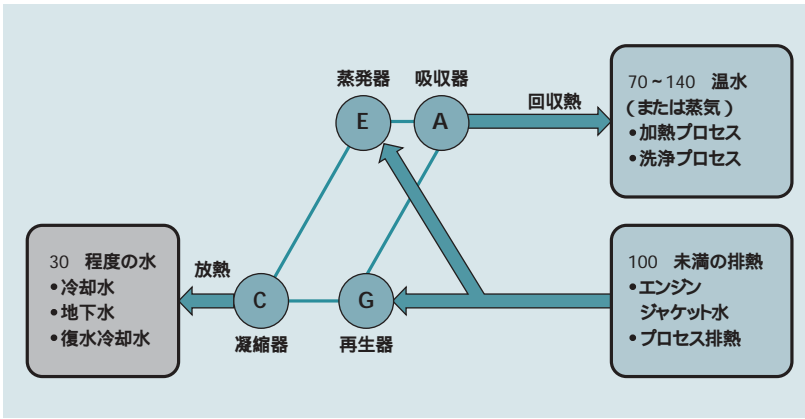


図4 第二種吸収ヒートポンプによる省エネルギー化の概要  
低温排熱そのものを主要な駆動源とし、取り出した高温水を、加熱プロセスや洗浄プロセスに利用することができる。

#### 4.2 株式会社小松製作所小山工場の事例

この工場では、従来、ガスタービンコンバインド発電設備の蒸気タービン復水器から排出される復水熱を冷却塔で大気へ放熱していた。また、空気圧縮機からの排熱温水も冷却塔で大気へ放熱していた。そこで、復水器からの低温排熱と空気圧縮機排熱の全量を、発電設備からの蒸気を高温排熱駆動源とした第一種二重効用吸収ヒートポンプで回収し、得られた55 の温水を工場建屋内の暖房に有効利用するシステムを導入した(図6参照)。これにより、蒸気で直接暖房する

### 4. 生産プロセス設備の炭酸ガス削減事例

#### 4.1 日本ゼオン株式会社川崎工場の事例

この工場の主要製品である合成ゴムの製造には、電力、蒸気、温水の各エネルギーが多量に消費されており、最終的に、生産プロセスから排出される40 レベルの低温排熱は、冷却塔によって大気中へ放熱されている。一方、合成ラテックスの製造過程における加熱濃縮では、工程がバッチプロセスのため、単純に蒸気による加熱が行われていた。そこで、冷却塔から大気中へ放熱されている多量の低温排熱の一部を、第一種吸収ヒートポンプで回収し、吸収器から得られる51 の温水をボイラ給水用の温水予熱に用い、凝縮器から得られる68 の温水をラテックス濃縮機の加熱に利用する、二流体同時加熱システムを導入した(図5参照)。このシステムの特長は、バッチプロセスであるラテックス加熱濃縮工程の負荷がなくなった際、温水負荷系統を100%ボイラ給水予熱系統に切り換え、吸収ヒートポンプを連続運転可能としたことにある。また、吸収ヒートポンプの駆動源には、新たに導入したガスエンジンコージェネレーションシステムからの蒸気を高温排熱として利用し、システム全体のエネルギー効率向上を実現した。

このシステムの導入により、年間約742 tの炭酸ガス削減に貢献した。

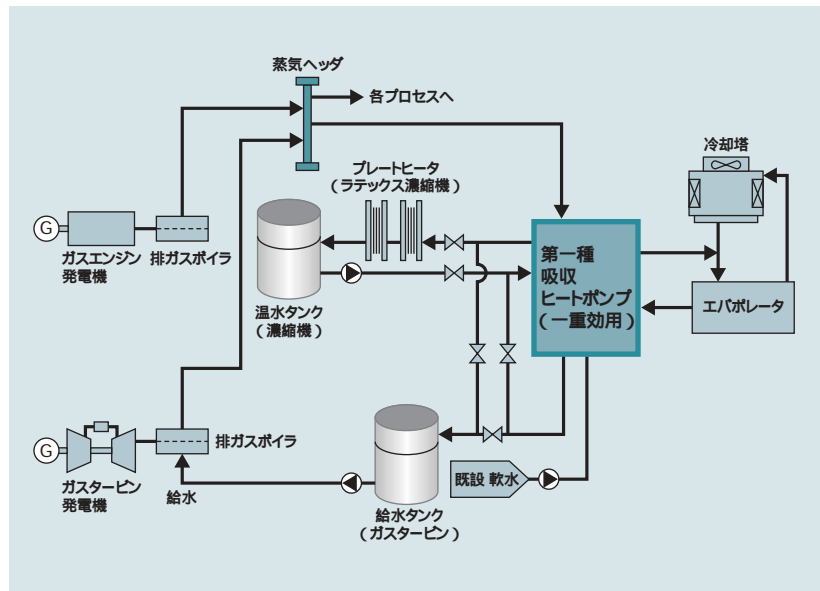


図5 日本ゼオン株式会社川崎工場へのヒートポンプ導入事例  
二流体同時加熱システムを導入し、ラテックス加熱濃縮バッチプロセスが停止した際には、100%ボイラ給水予熱系統に切り換え、ヒートポンプを連続運転可能とした。

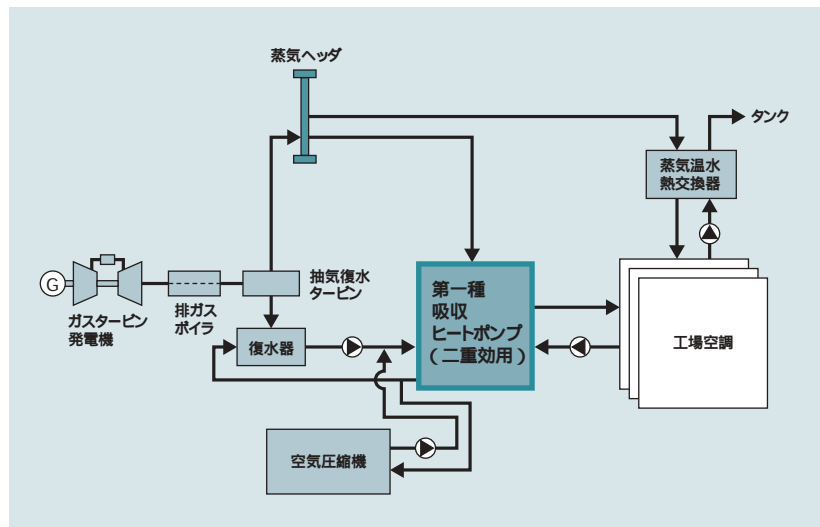


図6 株式会社小松製作所小山工場へのヒートポンプ導入事例  
復水器、および空気圧縮機の排熱をヒートポンプで回収し、工場建屋内の暖房に利用した。

場合に比べ、コージェネレーション設備全体の総合効率を8%向上させた。

このシステムの導入により、年間316 tの炭酸ガス削減に貢献した。

#### 4.3 KYB株式会社岐阜南工場の事例

この工場では、二輪車用フロントフォーク、および油圧機器の製造工程である、製品洗浄、皮膜加温、塗装の各工程で使用する蒸気や空調設備の熱源として使用する蒸気をすべてボイラ設備から供給している。そこで、新たにガスエンジンコージェネレーションシステムを導入し、排熱ボイラからの蒸気に一部置き換えた。またコージェネレーションシステムからの90の排温水を、第二種吸収ヒートポンプの駆動用熱源とし、ヒートポンプから取り出す137の高温水を、フラッシュタンクにて0.2 MPaの低圧蒸気として、洗浄や加温工程の熱源に利用することにより、既設ボイラの燃料消費量を大幅に削減した(図7参照)。

このシステムの導入により、年間2,294 tの炭酸ガス削減に貢献した。

#### 5. おわりに

ここでは、排熱利用吸収ヒートポンプを活用した生産プロセス設備の省エネルギー化システム導入事例を交え、炭酸ガス削減に有効な排熱利用技術について述べた。

日立製作所、および日立アプライアンスは、今後も省エネルギー化システムの開発を進め、顧客に対して積極的な提案をしていく。また、より低温の未利用排熱の有効利用が可能と

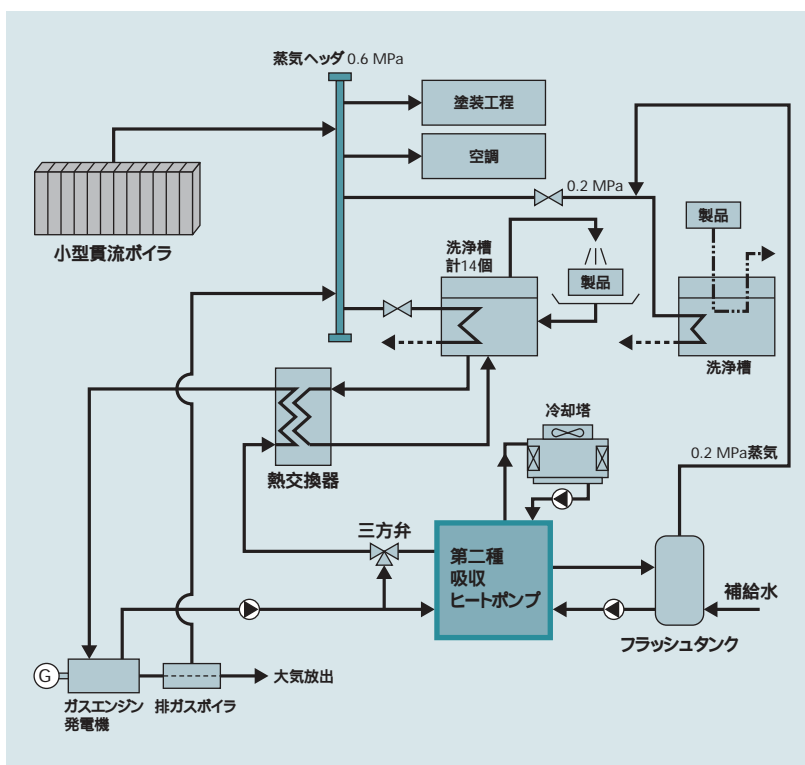


図7 KYB株式会社岐阜南工場へのヒートポンプ導入事例  
ガスエンジンコージェネレーションシステムからの排温水を駆動源とし、第二種吸収ヒートポンプで昇温させ、フラッシュタンク蒸気として、生産プロセスの洗浄、加温工程の熱源として利用した。

なるヒートポンプや、より高温の熱を発生することができるヒートポンプなど、省エネルギーシステムを構築する際のキープロダクツとなる吸収ヒートポンプ製品の品ぞろえも拡充し、さまざまなケースに対応することにより、炭酸ガス削減に貢献していく考えである。

#### 参考文献など

- 1) 財団法人省エネルギーセンター:工場群の排熱実態調査研究要約集,平成12年度(2001)
- 2) 財団法人ヒートポンプ技術開発センター:吸収ヒートポンプの進展,ガス事業新聞社(1995.11)
- 3) 日本ゼオン株式会社, <http://www.zeon.co.jp>
- 4) 株式会社小松製作所, <http://www.komatsu.co.jp>
- 5) KYB株式会社, <http://www.kyb.co.jp>

#### 執筆者紹介



内田 修一郎  
1986年日立製作所入社,日立アプライアンス株式会社空調事業部 大型冷熱本部 所属  
現在,吸収式熱源機的设计に従事  
日本機械学会会員,日本冷凍空調学会会員



西口 章  
1979年日立製作所入社,機械研究所 生活家電研究部所属  
現在,冷凍空調関連の研究開発に従事  
日本機械学会会員,日本冷凍空調学会会員



豊 紳憲智  
1992年日立製作所入社,都市開発システムグループソリューション統括本部 都市開発ソリューション本部 所属  
現在,ESCO事業の開発に従事



坂野 義孝  
1997年日立製作所入社,日立アプライアンス株式会社空調事業部 大型冷熱本部 所属  
現在,吸収式熱源機的设计に従事