

見聞：欧州の省 CO₂都市
ドイツ・フランクフルト市
－工場排熱をコンテナで運ぶ！－

フランクフルトの概要

ドイツには、「フランクフルト(Frankfurt)」を冠した都市が二つあるのをご存知でしょうか。ドイツ西部、ライン川の支流の一つマイン川の下流域に位置する「フランクフルト・アム・マイン (Frankfurt am Main)」と、旧・東ドイツの側、ポーランドとの国境近くにある「フランクフルト・アン・デア・オーダー (Frankfurt an der Oder)」の2都市である。
(図1参照)

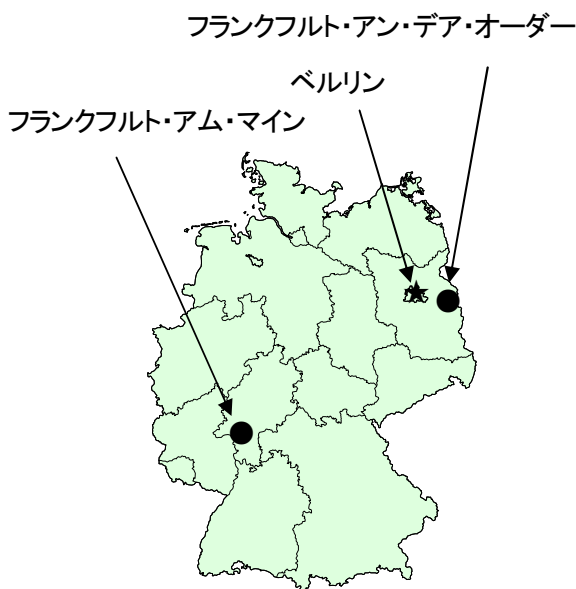


図1 二つのフランクフルト

一般的に、日本で単に「フランクフルト」というと、「フランクフルト・アム・マイン」のことを指している。今回の視察では、こちらを訪れた。

フランクフルト市民が、もっとも誇っていることといえば、詩人ゲーテが、この街で生まれたことであるといわれている。現在、ゲーテの生家は、博物館・美術館として、観光の名所となっている。また、ドイツを代表する多くの銀行の本店があり、EU(ヨーロッパ連合)に於ける金融システムの元締めである欧州中央銀行も、この街に置かれているところから、国際金融都市といわれている。都市景観としては、林立する超高層ビルと歴史的な建造物が混在する、他のドイツの都市とは異なった趣の町並みをみせている。

気候に関しては、北緯 50 度と高緯度に位置するにもかかわらず、西岸海洋性気候であるため、比較的温暖で、夏には気温30℃を越える日もある。冬は長く、昼の

長さも短くなり、曇りや霧の暗い日が多いが、一日の最低気温が-10℃を下回することは、ほとんどない。雪も少なく低地で積もることはまれである。

視察サイトの紹介

2005年11月初旬、晩秋の今にも一雨来そうな曇り空の下、工場排熱をコンテナに蓄えて、トレーラーで運び、社屋の暖房に利用しているという Clariant 社を訪ねた。
(写真1参照)



写真1 Clariant 社の社屋外観

同社は、繊維用染料、顔料、添加剤、ファインケミカル製品等を製造販売する企業で、スイスのムッテンツ(バーゼル市近郊)に本拠地を構え、全世界で売上高 85 億スイスフラン(2004 年度)、そして 5 大陸に 100 社を越えるグループ会社と約 25,000 人の社員を擁するスペシャリティケミカルのリーディングカンパニーである。

今回の視察の主眼は、熱をパイプラインでなく、「トランスヒートコンテナ」という潜熱蓄熱材を充填した一種のタンクに蓄熱し、車両で輸送している実績を調査することにある。同社は、パイプラインでは搬送できない自社の工場排熱をトランスヒートコンテナで輸送し、社屋の暖房に利用することにより、環境負荷低減を図っている。



写真2 霧にかすむ水平線近くが排熱源となる工場

トランスヒートコンテナとは

物質の相変化(今回の場合は、固体→液体)に関わる潜熱を応用して熱を蓄え搬送するもので、蒸気配管や温水配管が敷設できない条件下で、工場排熱等を有効利用するために開発されたシステムである。

今回、視察したシステムは、蓄熱材として酢酸ナトリウム三水和物を採用したもので、日本では、三機工業株式会社および株式会社栗本鐵工所の 2 社が、開発元であるドイツの環境コンサルタント会社「プロジェクト・マネジメント・コンサルタンツ社(本社:ベンスハイム)」より日本での独占的な製造・販売権を共同で得ている日本名「トランスヒートコンテナ」である。従って、詳しい技術内容については両社のホームページ等を参照されたい。

※ 因みに英文名称の”TransHeat”は登録商標である。

熱輸送システムの概要であるが、直線距離で 6~7km、走行距離で 12~13km 離れた工場の排熱をトランスヒートコンテナに蓄熱し、トレーラーで社屋まで輸送の後、暖房用の熱として利用するものである。(図 2 参照)

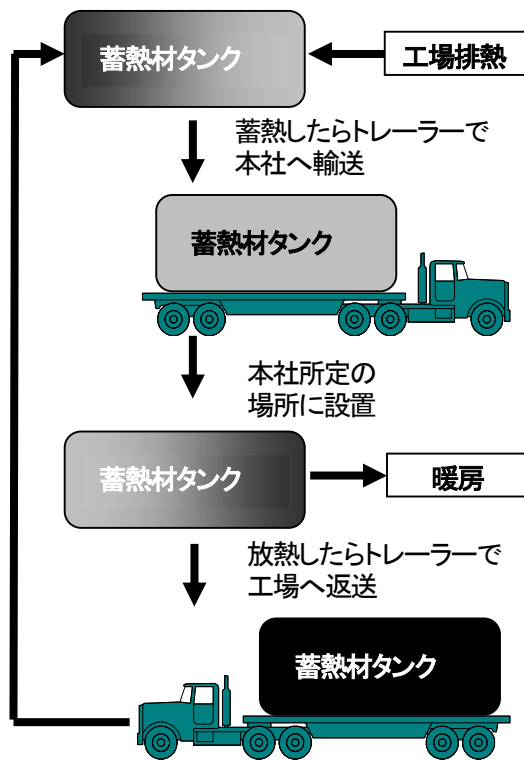


図 2 トランスヒートコンテナの利用イメージ

排熱の受入設備としては比較的、簡便なもので、屋外にアンローダーステーション 5 基(写真 3 参照)、屋内にプレート熱交換器 1 台で(写真 4 参照)、他の設備は日本の一般的な空調システムと殆ど変わらない。(図 3 参照) 利用規模としては、約 26,000 m²の社屋の温熱ピーク負荷 70%を賅う設計で、4 台のトランスヒートコンテナを接

続しているとのことである。輸送のローテーションの関係から、もう 1 台のトランスヒートコンテナを排熱源に設置し、計 5 台で運用、冬のピーク時は 1 日 5 往復の頻度で熱輸送している。

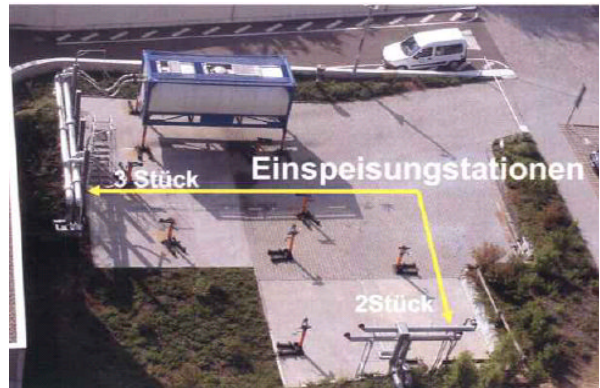


写真 3 屋外の排熱受入設備

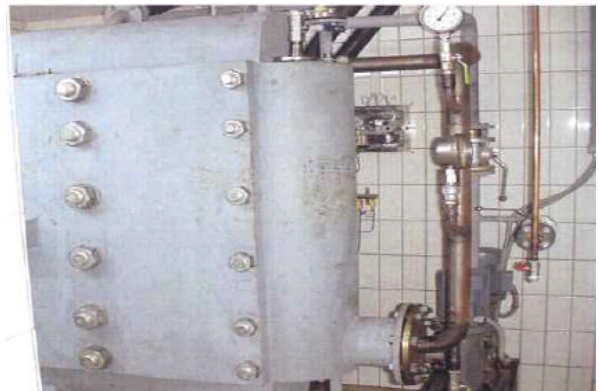


写真 4 屋内の排熱受入設備(プレート熱交換器)

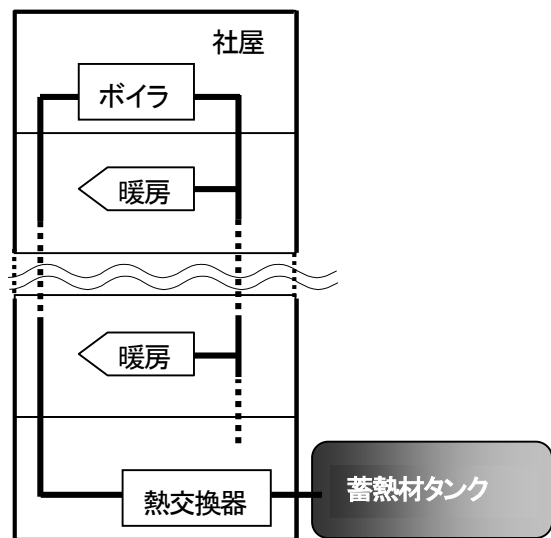


図 3 社屋の空調システムのイメージ

利用している温度域であるが、Clariant 社の説明によると、蓄熱温度は 58°C、一次熱交換器の出口温度(空調用温水)は 57°Cとのことである。また、空調機への送水温度は外気補償制御しており、気温が下がるに従い 50°C→57°Cと上昇させ、トランスヒートコンテナの熱量だけでは不足した場合、補助ボイラーにて昇温しているとのことである。(図 4 参照)

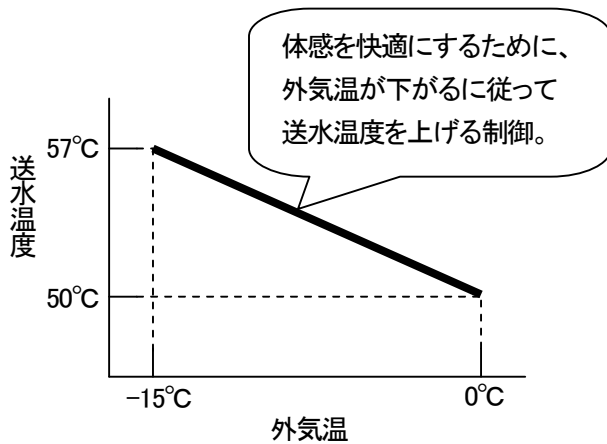


図 4 外気補償制御のイメージ

導入の背景として、ドイツでは、排熱温度の規制により排熱媒体の冷却装置が必須であるとのことであり、従って、冷却装置の一部として、トランスヒートを設置することは、経済合理性に合致し、排熱は無償で供給されている。

留意点としては、当然のことであるが、郊外にある排熱源と需要家を選定することであり、都心部で渋滞の激しいルートは避けたほうが良いとのことである。

米国での類似例

今回の欧州視察の前になるが、2005 年 2 月に、米国フロリダ州マイアミでのパイロットプロジェクトを視察した。実施主体の TransHeat-Cold 社を訪問し、代表の de Ledebur 氏にヒアリングした後、サイトを視察した。

プロジェクトの概要であるが、廃棄物処理場 (Miami-Dade Resources Recovery Facility) で発生する排熱をトランスヒートコンテナで SMI 社 (Ships Machinery Inc) にオフライン輸送し、船舶用のプロペラを洗浄するための温水の熱源として利用している。(写真 5、写真 6 参照)

排熱源としては、廃棄物処理施設の 100°C 程度の温排水で、需要地 (SMI 社) との走行距離は約 1km である。トランスヒートコンテナは 2 台使用し、2 週間に 1 回の頻度で交換しているとのことである。



写真 5 排熱源からの蓄熱の状況



写真 6 需要地 (SMI 社) における設置状況

このプロジェクトで特筆すべきことは、米国という国柄もあるが、コスト低減のための簡素化である。

トランスヒートコンテナの搬送システムについては、車輪付きのコンテナを採用し、運搬にあたっては牽引車を連結もしくは切り離すだけでよく、効率よくコンテナを交換することができるシステムとなっている。運搬作業が簡素化されていることから、運送会社に支払うコストも最小化できるといったメリットもあり、オフライン熱供給システムの課題となっているランニングコストを低減できている。また、運送会社との契約もスポット契約で、固定費が嵩まない工夫がなされている。

熱授受システムについてもトランスヒートコンテナ内に熱交換器を搭載し、熱源側 (廃棄物処理場) や需要側 (SMI 社) に新設した設備は温水配管程度と簡素化を図っている。また、大掛かりな改造は必要としないため、熱供給側や需要側に不都合を与えることなく設備を導入することが可能であり、プロジェクトの計画段階での契約折

衝が容易であったのではないかと推察する。このような簡素化により、イニシャルコストの低減のみならずメンテナンス費用の低減といった効果も見込まれている。

その他、コスト重視だけでなく、蓄熱、放熱の際に熱交換を仲介する媒体として植物油を用いており、環境性にも配慮したシステムとなっている。

このプロジェクトでは、技術的な実証試験のみならず、事業面での試行も行われているようである。何故ならば、このパイロットプロジェクト実施にあたっては、地方政府の協力が重要な要素となっているからである。廃棄物処理施設の使用許可(無償)は行政のできる最も効果的なサポートであり、マイアミ政府は行政としての役割を十分果たしているといえるであろう。(今回のようなオフライン熱供給プロジェクトに関して言えば、補助金よりも重要なサポートといえるのではないかと。)

パイロットプロジェクトを行うにあたり、いかにシンプルな実施形態を採用したとしても民間企業だけで行うには限界がある。特にノウハウを積んでいない初期段階では排熱供給側や需要家側に不都合を与える可能性もあることから、排熱の提供や熱の受け入れについて民間企業から敬遠される可能性もある。従って、本事例のように行政の協力を得ているという事実が事業実現の重要な鍵を握るのではないかとと思われる。

日本での取り組み

トランスヒートコンテナ、その他の潜熱蓄熱輸送システムの技術開発に関しては、専門企業が国や地方自治体の支援等を受けて実証試験等を実施しており、それぞれの企業が情報を公開されているので、本稿では割愛させて頂き、筆者が所属している^{注)}「特定非営利活動法人(NPO)産業・環境創造リエゾンセンター」(以降、LCIEと略す)の活動について紹介させて頂く。

LCIEでは、2004年8月に設立されて以来、京浜臨海部で発生している産業系排熱を民生利用することにより、省CO₂を実現するため方策について研究してきている。

現在までの調査で、図5に示すように、京浜臨海部近傍での熱需要に対し、利用可能な排熱量は約2.5倍排出されていると推算している。ここでいうところの「利用可能排熱量」とは、排熱を次のような温度域と利用形態により分類・集計したものである。

- ・蒸気 : 180℃以上で二重効用蒸気吸収冷凍機で利用できる
- ・高温水 : 80～180℃で給湯若しくは単効用温水吸収冷凍機に利用できる
- ・温水 : 60～80℃で暖房に利用できる

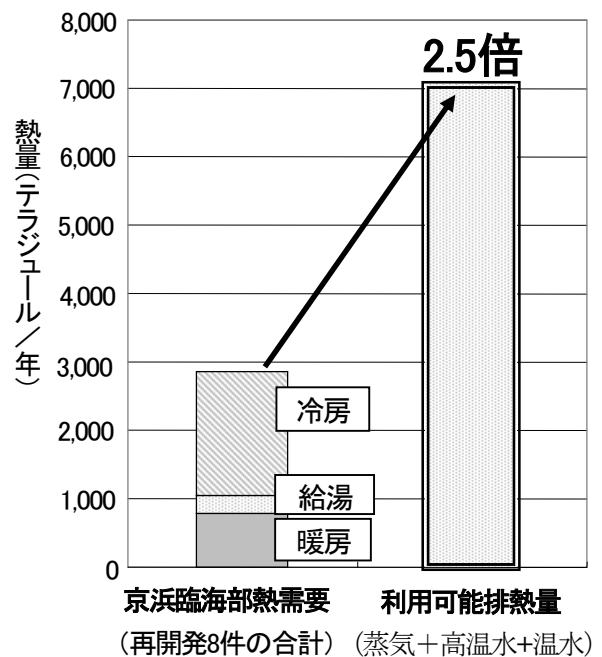


図5 京浜臨海部における熱需要と利用可能排熱量

このように、産業排熱の利用可能性が高い地域において、LCIEでは、潜熱蓄熱システムの導入を視野に入れながらも、パイプラインを敷設して蒸気や(高)温水により熱搬送し、更に需要地における地域熱供給まで範疇に入れ、

- ・排熱活用のための事業手法はどうすべきか
- ・適正な事業主体は、どのような企業・機関で構成されるべきか
- ・事業実現のためにブレイクスルーすべき技術は何か
- ・事業実現に向けて必要な規制緩和、特例措置は何か等々について幅広く調査研究を行っている。

最後に

欧米での先進事例を見て、地球温暖化対策の一助として、産業排熱の民生利用の有効性の認識を深め、様々な課題はあるものの、事業実現への努力は怠るべきではないと思う次第である。LCIEの活動に対して、関係方面各位の、ご支援、ご指導をお願いする。

注) 「特定非営利活動法人 産業・環境創造リエゾンセンター」は、川崎臨海部立地企業等が産官学の共同体制構築へ向けて設立したもので、2004年7月認証、同年8月2日設立登記完了、構成企業は、旭化成ケミカルズ(株)、味の素(株)、JFEホールディングス(株)、新日本石油(株)、東亜石油(株)、東京ガス(株)、東京電力(株)、(株)東芝、富士電機システムズ(株)、東燃ゼネラル(株)となっている。