

## 見聞記

## 欧州滞在記

太陽エネルギー学会・自然冷媒関連学会等に参加して

Report about European Energy and Environment Technology  
— Participation in Conference and Exhibition — EuroSun and  
Applications for Natural Refrigerants etc.

中 尾 一 成\*

Kazushige Nakao

## 1. はじめに

96年8月末から12月中頃まで英のロンドンにある当社事務所を拠点として欧州の環境やエネルギーに関して技術調査をする機会に恵まれた。目的は冷凍サイクルにおける自然冷媒技術の動向調査と環境・エネルギー分野における新技術の探索であり、学会・展示会への参加、大学・公的研究機関への訪問を行った。

ここでは、自然冷媒に関してデンマークのオーフスで開催されたIIR主催の国際学会（Applications for Natural Refrigerants）や訪問先での情報とドイツ南西部のフライブルクで開催された太陽エネルギー関連の国際学会EuroSun '96及び仏のリヨンにおける環境技術展POLLUTEC '96の概要報告を行う。

## 2. 自然冷媒に関する学会参加・訪問

欧州では1994年でCFC全廃、HCFCに関してもモントリオール議定書の規制より厳しい独自の規制を行うスウェーデンなどの国が存在するなど、オゾン層破壊や地球温暖化に対する環境保護への関心は高い。欧州はこれらを背景にして日米および発展途上国に比べて、冷凍空調におけるフロン代替物質としてアンモニア、ブタン、二酸化炭素、空気及び水などの自然冷媒を適用しようとする動きが顕著である。

2.1 Applications for Natural Refrigerants 参加  
(デンマーク、オーフス)

学会は9月3日から6日までデンマーク第2の都市オーフスで開催された。この町は美しい自然と古い町並みが非常にうまく調和したたゞまいを見せている(写真1)。

第1回目は1994年に独のハノーバーで開かれており、自然冷媒を用いた冷凍空調技術の研究開発が進んでい

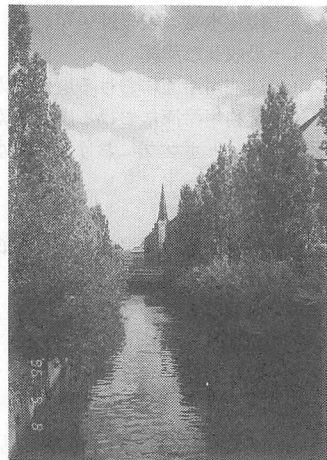


写真1 オーフス市内の河畔風景

る独、デンマーク、ノルウェーなどの欧州各国が中心メンバーとなって運営されている。参加者は約340名と少人数であるが、主催国のデンマーク84名、独47名、仏24名、ノルウェー18名、オランダ16名など欧州からの参加が3分の2と自然冷媒に対する関心の高さを示している。日本からも慶応大学の渡部教授、日本冷凍協会宮坂事務局長など約20名の参加があり、3件の発表が行われた。

表1に発表内容を示す。自然冷媒に関する各界の代表者による基調講演と18セッションに及ぶ技術発表が行われた。

独ハノーバー大のクルーゼ教授はその原稿の中で欧州における自然冷媒を用いた冷凍サイクルの技術動向や同大学における二酸化炭素、アンモニア、炭化水素に関する研究成果を紹介しており、欧州の現状を知る上で貴重な情報であり、一読を勧めたい。

また、学会主催のパーティーが眼下に海が見える小高い丘のレストランで催された。夕方から季節柄明るい薄暮を経て真夜中まで楽器演奏やスピーチなどが非常に家庭的な雰囲気のもとで楽しい時を過ごすこ

\*三菱電機先端技術総合研究所エネルギー変換技術部  
熱サイクルG・グループマネージャー  
〒661 兵庫県尼崎市塚口本町8-1-1

表1 発表内容

オープニングセッション
セッションA：国際的な取り組み
セッションB：技術見解
セッション1：蒸発冷却と吸着
セッション2：ボルテックスチューブ 音響冷凍，スターリングサイクル
セッション3：二次冷媒とシステム
セッション4：大型アンモニアプラント
セッション5：小型アンモニアプラント
セッション6：アンモニアの安全性・可燃性
セッション7：炭化水素の安全性・可燃性
セッション8：吸収及び濃縮
セッション9：居住用冷凍における炭化水素
セッション10：業務用冷凍における炭化水素
セッション11：ヒートポンプにおける炭化水素
セッション12：スラリー氷
セッション13：水蒸気圧縮
セッション14：化学反応，潤滑油および冷媒
セッション15：二酸化炭素
セッション16：空気サイクル
セッション17：熱力学的特性
セッション18：熱交換器

とができ、欧米人の人生を楽しむ真骨頂を見た思いがした。

今回は、1998年6月にノルウェーのオスロで開催される予定である。

## 2.2 ハノーバー大学訪問（独，ハノーバー）

当社住環境研究所の田中氏と訪問したハノーバー大学は独北部に位置するハノーバー市内にあり、中世の面影を残したすばらしい建築物としての校舎を有している（写真2）。また、大学の近くにはバロック様式のヘレンハウゼン王宮庭園があり見事なばかりに手入れが行き届いており幾何学的な人工美が追求されている。

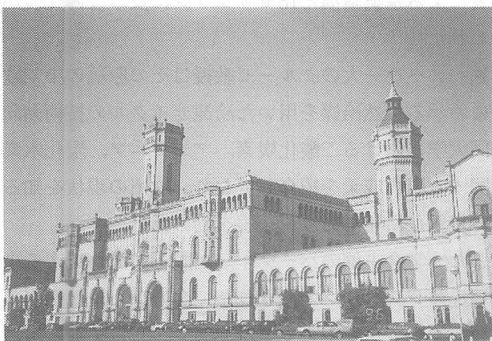


写真2 ハノーバー大学

訪問先のクルーゼ教授はIIRの委員会の委員長を勤めており、欧州の冷凍・空調分野を牽引する権威である。研究室では代替フロン，二酸化炭素，アンモニア，空気などの自然冷媒に関する物性測定から圧縮機設計・評価及びシステムの実証まで幅広い研究開発を行っている。特に二酸化炭素を用いた自動車用カークーラの開発，高速列車ICEへの空気サイクル適用検討，アンモニア冷凍機の信頼性向上のための腐食サイクル試験などを行っている。

また、大学自らが企業体を創設し、ビジネスユニットとしての営利活動も行っており、事業を念頭に置いた研究活動を実践していることは特筆すべきことである。

## 2.3 SINTEF 訪問（ノルウェー，トロンヘイム）

訪問先の公的研究機関SINTEF ENERGYはオスロから北へ飛行機で約1時間のノルウェー海を臨むトロンヘイムにある。12月初旬でも暖かいという日であったがそれでも氷点下5℃と張り詰めた冷たさがあった。また、午後3時すぎには日が暮れてくるという北欧の冬に触れることができた。

同所のベテルセン氏を（財）電力中央研究所の斎川氏と訪問した。ベテルセン氏は1996年から開始した二酸化炭素を冷媒とするヒートポンプ開発の欧州プロジェクトリーダーとして活躍されている人物である。

SINTEFは今では亡き冷凍・空調分野で著名なローレンツェン博士の指導のもと自然冷媒の中でも二酸化炭素の研究開発を1988年からいち早く取り組んでおり、最も開発が進んでいる。特に、自動車カークーラ用として蒸発器，放熱器の熱交換器開発やシステム実証を終えており、ヒートポンプ用システムの開発も進めている。さらに、日本の空調機メーカーやカーエアコンメーカーとの意見交換も活発に行っており、米の研究機関との共同研究も検討するなど積極的な啓蒙活動を行っている。

以上、著者は欧州の冷凍空調分野における自然冷媒の動向について調査を行ってきたが、欧州の各国は環境面から自然冷媒を用いた冷凍サイクルの研究開発及び導入に対しては前向きであり、中でも独、ノルウェー及びデンマークが積極的に研究開発を行っている。実際に独では家庭用冷蔵庫にイソブタンが使用されており、国内の普及率は90%を越えている。また、英の冷媒メーカーのCALOR GASは拡販を独自で積極的に進めており、徐々にではあるがスーパーマーケットなどに炭化水素系が使用されつつあり、性能が従来の冷

媒に比べて良いという報告もある。二酸化炭素に関しては、自動車メーカーとの共同開発で基礎的検証が既に完了しており採用に向けての動きもあるようである。日本では、炭化水素系の可燃性の問題や二酸化炭素の高圧化対応などの技術的課題もあり検討が進んでいないのが実情であるが、今後の代替フロンHFCの規制いかんによっては検討が加速されることも考えられる。

### 3. EuroSun '96参加 (独, フライブルク)

9月15日から19日にかけて太陽エネルギーを中心にバイオマス、風力などの自然エネルギー関連学会が南独の澄んだ青空のもとフライブルク駅の近くにあるCongress houseで開催された(写真3)。参加人員は約1000名で日本からの参加者は約20名であった。工業技術院、名工研、NEDO、PVTEC、大学、太陽電池メーカー及びハウス・建材メーカー等の参加があった。

表2に示すようにセッションは19に分かれており、発表件数は470件で太陽熱利用、太陽電池、Solar Architecture及び光学材料技術の4セッションの発表で全体の約6割を占めている。太陽エネルギーをいかに電力、熱、採光の形で最大限に建築物の中に取り込むかに最大の関心が払われている。実際にはSolar Thermie 2000やGerman 1000 roofsプログラム等のプロジェクトの中でアクティブソーラーシステムや太陽電池の制御法の検証が行われており、普及促進や低コスト化に向けた実用化検討が活発である。

また、学会のテクニカルツアーに参加し、フラウンフォファー研究所や太陽光・熱を利用するSolar Architectureを見学した。フラウンフォファー研究所の屋外の実験場では、各種太陽電池が設置され性能評価が行われている。Solar Architectureとして元ISES本部の壁にはリサイクルされたガラス玉が埋め込まれ、太陽光の透過度が高くかつ高い断熱性をもつ

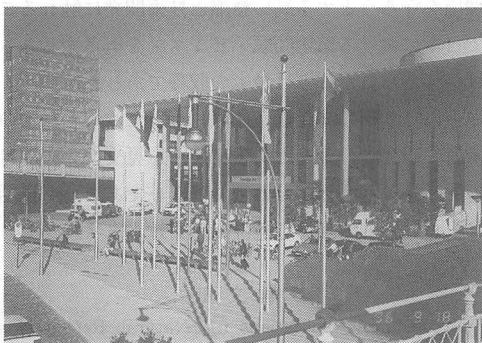


写真3 EuroSun '96会場

表2 発表内容

セッション1: 基調講演	5件
セッション2: 太陽熱	76件
セッション3: 太陽熱パワープラント	6件
セッション4: 太陽エネルギー変換材料	7件
セッション5: 太陽電池	89件
セッション6: Solar Architecture	42件
セッション7: Solar Building 技術	26件
セッション8: バイオマスおよび廃棄物からのエネルギー	11件
セッション9: 風力エネルギー	9件
セッション10: 発展途上国におけるRenewable Energy	16件
セッション11: 輻射	16件
セッション12: 教育及び訓練	14件
セッション13: エネルギー施策	22件
セッション14: その他	16件
セッション15: TASK13	8件
セッション16: TASK20	5件
セッション17: 産業界	
セッション18: 透過断熱材料	24件
セッション19: 光学材料技術	77件

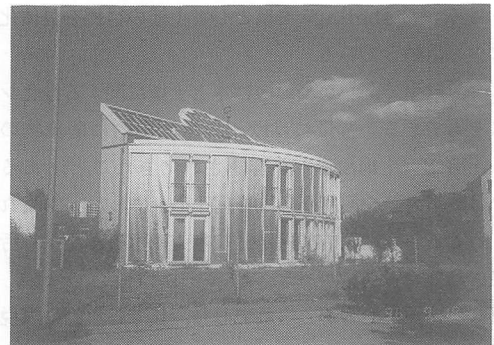


写真4 Solar Architecture Freiburg

透明断熱材として利用されていた。この例だけではなくSolar Architectureには毛細管やハニカム形状の透明断熱材が必ず組み込まれていた。さらに、写真4に示す太陽電池や太陽光・熱を有効に利用した建築物が非常に興味深いものであった。この建物内では得られた電力で水を電気分解して、水素の形で貯蔵し、燃料として使用したり、電気が不足するときには燃料電池で再度電気を作り出すシステムとなっている。

### 4. 環境技術展 POLLUTEC '96参加 (仏, リヨン)

10月22日から25日にかけて開催された大規模な環境技術展で活気ある雰囲気であった。仏は世界の化学工

業の牽引者としての自負を持っており、世界のトップテンに Rone Polenc社, Elf Atochem 社が名をつらねており、その地位を維持すべくこの分野に研究開発費として240億フランに及ぶ多額の投資をしている。それを反映してか規模・内容ともに充実していた。10ホールの会場があり、ほぼ半分がリサイクル、3分の1が水、その他が組織・行政機関、エネルギー、廃棄物収集、制御・解析・測定、騒音などである。日本からの展示はNEDO、荏原との協業メーカのみであった。

まず、私の包装廃棄物管理を統括するEco-Emballage (エコアンバラージュ) やエネルギーの研究・施策をリードするADEM (環境エネルギー庁) の活動に関する情報を入手できた。仏では1992年4月1日に「2002年までに家庭からの包装廃棄物の75%をvalorisation (物質リサイクルとエネルギー再生利用を含む焼却) する」との法律が施行された。これは、リサイクル、堆肥化、エネルギーの再利用を含む焼却により達成される。つまり、どうにもリサイクルできないごみだけを投棄できることになる。環境・エネルギー研究開発の支援はADEM、包装廃棄物のマネジメントはEco-Emballage を核として上述の目標を具体化すべく活動している。

今、欧州で関心が高いのは水と土壌に関する浄化システムである。背景には欧州では歴史的に廃棄物のLandfill (土地投棄) が容認されてきたこと、あるいは欧州大陸を河川が各国を何千km にわたって流れているという地理的条件が重なり土や水質がかなり汚染されている現状がある。Landfill については仏、英などで課税処置がとられており、仏では年毎に課税率がアップするなど、reuse, recycle できない最終廃棄物のみが将来的には投棄できることになる。新しいLandfill 技術として、穴を掘り透水率の低い膜を敷いてその中に廃棄物を入れる技術の紹介がされていた。さらに、既にLandfill で汚染されている土地を浄化する土壌浄化 (Soil remediation) の展示が非常に目立った。本ビジネスについてはコンタクトのある英環境コンサルタント会社でも組織の強化がなされていると聞いている。

筆者が注目していた超臨界技術やVOC (揮発性有機化合物) 処理技術に関しても化学技術メーカ、私の半官半民の研究機関での有益な情報を入手することができた。

特に、超臨界技術に関しては、スウェーデンChematur Engineering 社が米技術導入で水処理の事業化

を進めていること、仏のもとと原子力の研究機関であるCEA社で多額の投資で国家プロジェクトとして超臨界水酸化システムを開発中であること、さらにオランダのアペルドールンで汚水処理システムが商用化されるなど水熱酸化反応を利用した水・汚泥処理システムの事業化が進みつつある。米・欧州を中心とした環境ビジネスにおける事業化・提携化やそれを支える研究開発の勢い・スピードを感じた。本技術の経済性について、Chematur Engineering 社は、焼却、セメントキルン、熱分解、Landfill の他の競合技術と比べても安いと言っているが低コスト化、腐食等が課題となるであろう。有害物質分解、プラスチックリサイクルに超臨界技術を適用した展示や紹介はなく、この分野では、日本の技術が先行しているものと思われる。廃電子機器、廃車におけるプラスチックなどのケミカルリサイクル、分解技術としての可能性を検討する価値がある。

調査する中、環境技術は化学、化学工学、機械工学、電気・電子工学などが複合化した技術であると再認識した。私の公的研究機関でも過去における基礎研究への偏重 (それはそれでポテンシャルの高さを自負しているが) で応用に弱いとの反省から大学の物理、化学、バイオ科学者と産業界の技術者のネットワークによる新しいシーズの創出を試みている。

## 5. おわりに

欧州に滞在する中で環境・エネルギー問題に取り組む姿勢が日々の生活に自然に溶け込んでいる人々の意識の高さを感じとれた。また、環境・エネルギー関連ビジネスにたずさわる企業の研究開発に対する機動性、柔軟性及び大学等の公的研究機関の研究に対する高い遂行意欲や企業体ユニットとしての活力を垣間見ることができた。このように欧州の環境先進国で自然や地球環境を守ろうとする高い意識と技術開発に触れることで日本における環境問題・ビジネスを再考するきっかけが与えられたことは最上の収穫であった。

さらに、欧州の文化遺産に触れ、また欧州や日本の技術者・研究者の方々との情報交換・意見交換でき、自分の財産になりえたことは望外の喜びであり、お世話になった社内外の関係者各位に感謝致します。

## 参考文献

- 1) Proceeding, Applications for Natural Refrigerants (1996.9.3-6)
- 2) Abstracts, EuroSun '96 (1996.9.15-19)