

見聞記 エネルギー貯蔵システムに関する ヨーロッパ調査の概要

鈴木 胖*
Yutaka Suzuki

エネルギー・資源研究会では、1988年4月から「エネルギー貯蔵システムに関する調査研究」という名の研究プロジェクトを実施している。研究期間は2年間で、大学研究機関研究者6名、民間企業32社が参加している。エネルギー貯蔵技術の多様さを反映して、参加メンバーの専門分野も、機械工学、電気工学、化学工学など広範な分野にわたっている。このたび、この研究プロジェクト活動の一環として、ヨーロッパにおけるエネルギー貯蔵システム利用の現状を調査するため、調査団を編成し、2週間にわたる現地調査を行った。

メンバー表

氏名	勤務先・役職名
泉谷 直昭	ダイキン工業(株)機械技術研究所チーフ
二階 勲	鹿島建設(株)技術研究所第3研究部主任研究員
植原 路悟	新日本製鉄(株)中央研究本部主幹研究員
高水 正貴	(株)関電工 研究開発部主任
西川 省吾	(株)関電工 研究開発部副技師
未定 泰彦	関西電力(株)研究開発部調査役
山田 進	中部電力(株)研究企画部課長
小山 隆男	(株)日立製作所 エネルギー研究所企画室長
小此木時雄	高砂熱学工業(株)総合研究所主査
田辺 清	住友電設(株)大阪技術部長
五味 千秋	大阪ガス(株)総合研究所ガス利用技術チームマネジャー
金田 博晶	三菱重工業(株)広島製作所一般機械部主務
青山 稔	ムサシエンジニアリング(株)技術部専門部長代理
土井 全	三菱電機(株)中央研究所エネルギー研究部研究員
内山 洋司	(株)電力中央研究所 経済研究所主査研究員
逸見 次郎	横浜国立大学工学部電子情報工学科助手

中村 秀臣 (株)三菱総合研究所 社会技術システム部
研究員

鈴木 胖 大阪大学工学部電気工学科教授

伊東 弘一 大阪大学工学部産業機械工学科助教授

平嶋 雅雄 (株)田熊総合研究所 取締役第三研究室長

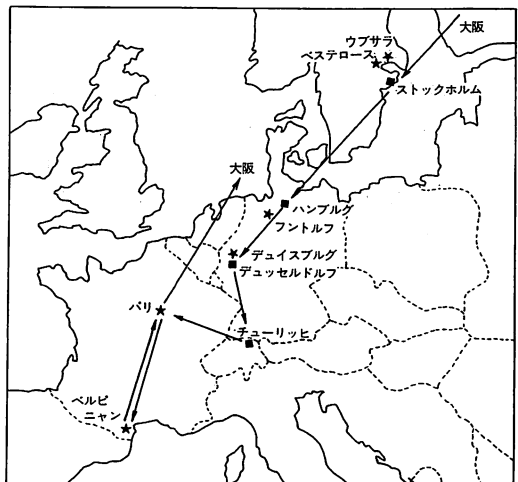
木村 秀夫 三菱重工業(株)高砂製作所火力プラント設計課主任

上野 祐蔵 エネルギー・資源研究会事務長

調査団は名簿にあるように総勢22名で、上記研究プロジェクトの委員長である鈴木が団長を務めた。7月15日(土)午後大阪を出発し(1部は成田から)、7月22日(土)夕刻成田に、全員元気で、帰着した。旅のコースは地図に示す通りで、☆印が現地調査を行った地点である。以下コースに沿って調査結果の概要を報告する。

1. ウプサラ熱供給公社岩盤利用太陽熱季節蓄熱プララント (スエーデン)

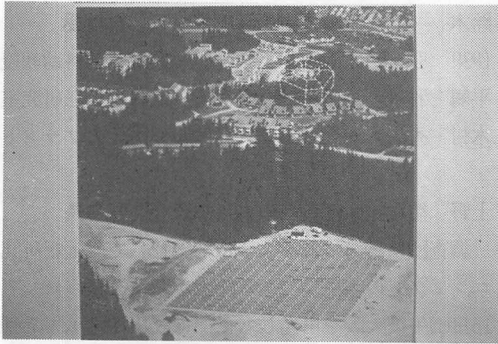
ストックホルムの北約70kmに位置するウプサラは、名門ウプサラ大学を有し、スウェーデンの学問の中心である。人口は約15万人で、緑の多い、美しい町である。最近ではエレクトロニクス、バイオインダストリーなど



* 大阪大学工学部電気工学科教授
〒565 吹田市山田丘2-1



写1 ウプサラ



写2 太陽熱季節岩盤蓄熱システム

ハイテク産業が町の郊外に立地しつつある。

ウプサラ市では地域暖房が広く普及しており、全市の95%をカバーしている。その熱源もピートの燃焼（コージェネレーション）から40%、ごみの焼却から40%、廃熱回収ヒートポンプから13%と、ほとんどすべてをローカルエネルギーで賄っている。地域暖房はUppsala Energiという名の熱供給公社によって運営されている。

Uppsala Energi公社は、ウプサラ市の北約15kmのLyckebo住宅地区において、約10億円を投じて（うち半分は政府の補助）、岩盤をくり抜いて蓄熱槽を作り、太陽熱の季節蓄熱を行い、地域暖房に利用するシステムを建設した。蓄熱槽は地下30mに建設され、ドーナツ形で、10万 m^3 の容積をもつ、温水を40℃から85℃昇温したとき5500Mwrを蓄熱できる。ソーラーコレクタの面積は4,320 m^2 であるが、これで賄えるのは年間熱需要の15%でしかない。残りは電気ボイラで加熱した温水をわざわざ岩盤蓄熱槽に蓄えるという方式をとっており、これをソーラーシミュレータと呼んでいる。暖房の対象は独立住宅350戸、集合住宅20棟で、全体で550戸である。採算は度外視されているが、本気で太陽熱の季節蓄熱をやるとしたら、どのような

ことになるかを実際に示した例として、きわめて興味深いものであった。

2. ベステロース熱併給発電所（スウェーデン）

ベステロースはストックホルムの西約100kmに位置し、来年に1000年祭を祝う古い町である。人口は約12万人で、世界的に著名な電機メーカーASEA（現在はASEA BROWN BOVERI）の本拠地である。この町は都心に初めて自転車天国を設けた町として知られている。また市域のあらゆる建物が地域暖房システムにつながれているということで、しばしば文献等で紹介されている町である。

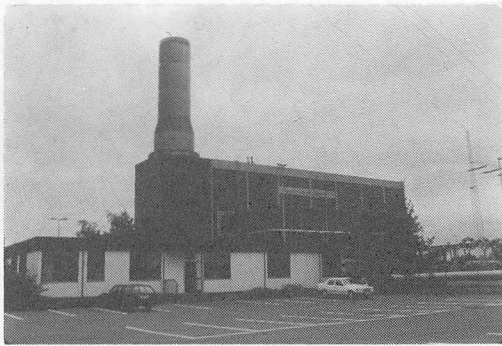


写3 ベステロース熱併給発電所

地域暖房の熱源は熱併給発電所で、ここには4つの熱併給発電ユニットがある。以前はすべて石油焚きであったが、オイルショック以降3つまでを石炭も焚けるようボイラーを改造した。4つのユニットのうち古い2つは背圧方式、1969～1973年にかけて建設された新しい2つは、発電のみの復水運転も行える。発電所の建物は写真にあるようになかなか凝ったデザインである。この発電所には石油タンクが4基あるが、1つは熱水貯蔵タンクに、もう1つはフライアッシュ貯蔵タンクに転用されていた。

3. フントルフ圧縮空気貯蔵ガスタービン発電プラント（西ドイツ）

このプラントは世界に1つしかなく、規模が大きく、実用に供されていて、しかも電力貯蔵の有望な方式として関係者の間では注目されているものなので、今回



写4 フントルフ圧縮空気貯蔵ガスタービン
発電プラント

の調査のハイライトであった。フントルフはハンザ同盟で知られたブレーメンの北西約3 kmにある農村である。この畑の中に忽然とプラントが現われる。畑の下に広大な岩塩層があるというのが、ここにプラントが建設された理由である。深さ650m~800mのところに15m³の空洞が2つ建設された。岩塩層なので地表から水を注入し、塩を洗い出すことによって、容易に巨大な地下空洞を作ることができた。

地上の設備はガスタービン、発電機兼用電動機、コンプレッサーそして巨大なクラッチである。深夜等の低電力需要時に電動機でコンプレッサーを運転して、最高70barの圧縮空気を製造し、深い地下の空洞に圧造、貯蔵する。そしてピーク時あるいは緊急時に貯蔵されていた圧縮空気を用いて高圧燃焼ガスをつくり、ガスタービンに供給して発電を行う。通常ガスタービン発電ではタービン出力の相当部分が空気圧縮コンプレッサの動力に費されるが、このシステムではあらかじめ圧縮された空気を利用するので、発電時にはタービン出力はすべて発電機駆動の動力として使われるという点に大きな特徴がある。このプラントは接続されている系統の特性上、主に緊急用として年間100回程度使われているとのことであった。発電モードでは290MWを4時間供給することができ、空気貯蔵システムとしては思いのほか大きな貯蔵容量をもっていることに驚かされた。

4. デュイスブルグ市事業局熱併給発電所 および工場廃熱利用 (西ドイツ)

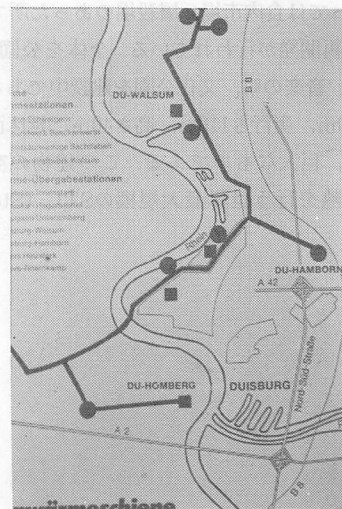
デュイスブルグ市はルール川がライン川に注ぐ、合流点にあり、ヨーロッパ最大の内陸港をもち、かつては石炭、鉄鋼、化学等重化学工業の町として大いに栄えた。現在エレクトロニクス、ファインケミカルなど

新しい産業への転換をはかっている。市の人口は54万人で、市の事業局は電力、地域暖房、ガス、水道を営んでいる。

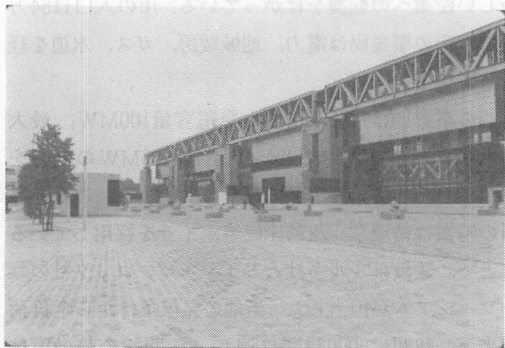
この事業局は1985年に最大発電容量100MW、最大熱供給モードで熱供給140MW、発電66MWの能力をもつ最新の熱併給発電所の運転を開始した。この発電所の特徴は循環常圧流動床燃焼ボイラを採用していることで、建設はルルギ社とドイツ・バブコック社のコンソーシアムが担当した。当地の気候条件から全負荷相当運転時間は6000時間に達し、年間総合熱効率は60.7%という高さである。年間のうち1800時間は最大熱供給を行うため、背圧方式で運転され、効率は90.8%に達する。そのほか熱負荷に応じて背圧、復水混合方式で運転される。このボイラは石炭を約1割混入した微粉炭を20回近く循環させて完全に燃焼させ、燃焼温度も900℃以下に抑えるなど環境面に配慮した高度の燃焼技術が採用されている。発電所の建屋は写真にあるように、このようなボイラが入っているとは思え



写5 デュイスブルグ新鋭熱併給発電所



写6 ライン川下部広域熱供給システム



写7 ラ・ビレット科学技術産業博物館

ないデザインである。

デュイスブルグ市は隣のデインスラーケン市と共同でライン川下部広域熱供給システムと呼ばれる事業を行っており、これには工場廃熱が大々的に利用されている。熱輸送配管はライン川を横断して約30km、1987年の熱供給量は450GWh（うち高炉24%、熱間圧延工場39%、硫酸工場34%）である。このシステムにつながる熱供給サブ・ステーションの1つを見学し、実際に工場廃熱の利用状況を見ることができた。

5. ラ・ビレット科学技術産業シティ博物館 STL蓄熱システム（フランス）

パリはフランス革命200周年を迎えて、いくつかの市改造事業を行った。新凱旋門、旧駅を改造したオルセー美術館、新オペラ座など並んで、この博物館もその事業の1つである。ラ・ビレット地区はパリ市の北東部、コンコルド広場から約6kmのところの位置している。かつては食肉市場、屠殺場のあった所で、55haの土地の再開発が行われている。全体を公園化し、上記博物館、音楽の町、文化公園を建設中である。博物館は幅270m、奥行き110m、高さ40m、延床面積12万 m^2 に及ぶ、巨大なものである。この建物の空調設備に潜熱蓄熱を行う世界最大規模のSTL（Storage



写8 ペルピニヤン大学ケミカルヒートポンプ研究室

of Latent Heat) 蓄熱システムが導入されている。その目的は夏期の最大冷房需要時に対応する冷凍機容量を低減することにある。蓄熱体としては1ジュールと呼ばれるテニスボール大の球状カプセルが用いられており、これが110 m^3 の容積をもつ円筒形蓄熱槽の中に詰められている。槽は2基設けられている。

6. ペルピニヤン大学ケミカルヒート ポンプ研究室（フランス）

ペルピニヤンはスペイン国境に近い、地中海に間近の古い町である。町からはピレーネ山脈が遠望できる。この地域はスペインのパロセローナとともにカタローニヤと呼ばれており、人々はカタローン語を話し、そのことを誇りにしている。

ペルピニヤン大学ではSpinner教授を中心にエネルギー・マネジメントのための熱化学システムの研究開発が行われている。アンモニアと塩を媒体として用い、ヒート・ポンプ、ヒート・トランスフォーマー、蓄熱の3つの動作を行うことができる。基礎実験設備、パイロットシステムを詳しく見学することができた。

本文は今回の調査のどちらかと言えば印象記であり、技術的内容の詳細は別途出される調査団報告書と参照していただきたい。



ラ・ビレット科学技術産業シティ博物館