

見聞記

エネルギー負荷平準化に関する ヨーロッパ調査に参加して

JSER Mission to Survey Energy Load Leveling in Europe

山 地 憲 治*

Kenji Yamaji

1. はじめに

エネルギー・資源学会は「エネルギー負荷平準化」に関する研究プロジェクトを推進している。本プロジェクトは4年目の今年度末を目標に最終の取りまとめを行っている。その一環として、プロジェクト研究委員会委員長の鈴木胖教授を団長とする13名の調査団で、1999年9月18日～30日に欧州調査を行った。調査結果の詳しい報告はまもなく刊行される予定の調査団報告書に譲り、ここでは印象に残った事柄を中心に概要をお伝えしたい。なお、「エネルギー負荷平準化」研究の成果については、本海外調査の結果を含めて本年3月に大阪で開催予定の当学会の第2回講習会において報告するので、合わせてご参考にしていただければ幸いです。

2. 調査日程

筆者はIPCC（気候変動に関する政府間パネル）の第3次報告書の執筆者会議のため先にノルウェーへ出張していたので、調査団とは週末にコペンハーゲンで合流した。調査団の視察先は、訪問順に、9月19日の週は、地域熱供給会社TVIS（フレデリシア、デンマーク）、熱電併給プラント（エルゴット、デンマーク）、ダイムラー・クライスラー社燃料電池車開発部門（シュツットガルト郊外、ドイツ）、ENI/AGIP社と天然ガス貯蔵施設（ミラノ、イタリア）、コメルツバンク本社ビル（フランクフルト、ドイツ）で、翌週は、エネルギーバランス住宅プロジェクトと廃棄物総合リサイクル会社VAR（アッペルドールン、オランダ）、Electro Techniek見本市（ユトレヒト、オランダ）であった。ドイツへ2回訪れることになったのは、コメルツバンクビルの訪問日が土曜日に指定されたため

* 東京大学大学院新領域創成科学研究科先端エネルギー工学専攻教授

〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1

である。筆者は国内の所用のため最後日の見本市視察には参加できなかった。

3. 訪問先の印象

3.1 地域熱供給会社TVIS

最初の訪問先はデンマークのユトランド半島東岸の地域熱供給会社TVIS。コペンハーゲンからほぼ真西へ約200キロ。アンデルセンの故郷オーデンセのあるフン島との海峡沿いの地域をカバーし、卸供給なので間接的にはあるが約5万世帯に熱を供給している。5つの市が共同で設立運用している会社で、シェルの製油所と電力会社が所有しているコージェネプラント（欧州ではCHP：combined heat and powerという）を主たる熱源として29箇所の供給点（卸供給）まで熱のTransmissionを担当している。CHPは以前は石炭火力だったが現在主に使用されているのは天然ガス火力で電気出力は30万kW。なお、シェルの供給力は熱出力で6万5000kWである。もともと分散して存在していた熱供給地域を連結して大規模熱源と統合したものである。わが国では難しいと思われる熱の長距離輸送を実現しているが、デンマークでは当たり前のことのようなのである。TVISは市議会議員が役員を勤める非営利会社で、職員はメンテナンス要員を中心に15名。設備としては輸送配管のほかに5箇所に各2000kWのポンプを持つとのこと。配管のもれなどの事故も経験しているようだが、特段深刻な問題は無いようで、のどかな雰囲気の家だった。

3.2 エルゴットCHP（熱電併給プラント）

次にユトランド半島を更に西に進み、エルゴットのCHPプラントを訪問した。本プラントは1950年頃に地域の電力会社と水道会社が合併して創設された組織で運用されている。エルゴットの地域熱供給システムはこのCHPプラント（現在は航空機転用ガスタービン（電気出力3740kW）を使用）と2つの民間会社（キッチンシステム製造会社と建材製造会社）からの

熱供給を組み合わせて成立している。このシステムの特徴は、暖房負荷が低減する夏場においては発生した排熱を牧草の乾燥に使用して、年間を通して有効利用を図っていることである。製造された乾燥物は良質の家畜の飼料として販売されている。また、1200立方メートルの温水タンクにより短期的な熱の需給の調整を行っている。熱供給幹線は総延長約30kmで更に支線を通して約1750世帯に熱供給を行っている。デンマークでは国全体にこのような熱電併給システムが数多く展開されており、エネルギーの有効利用が図られている。

3.3 ダイムラー・クライスラーの燃料電池開発

自動車用燃料電池は今最も注目されているエネルギー技術である。ダイムラー社（最近の合併によりダイムラー・ベンツからダイムラー・クライスラーに社名変更）は1991年から燃料電池車の本格的開発を始め、NECARシリーズ1-4やNEBUSを製造し世界の技術開発をリードしている。同社は、PEM（陽子交換膜）型燃料電池という名でも知られている固体高分子燃料電池の大幅なコストダウンに成功したカナダのバラード社および米国フォード社と提携し、3社連係の燃料電池車の開発部門はダイムラー本社のあるシュツットガルトの郊外に置かれている。親切的な対応をしてくれたが、やはり技術の詳細についてはガードが固い。搭載燃料については水素ガス、液体水素、メタノールと様々試みているが、本命はメタノールと考えているようだ。また、ガソリン車のトランクに3.2kWの燃料電池を搭載して220Vのプラグを設け、車の中でも家電製品が使える自動車も最近発表している。これは住宅用コージェネに連なるものとして注目される。競争の激しい自動車業界の中で開発されている燃料電池は、経済的に実力のある分散電源の実用化につながり、21世紀のエネルギーシステムの基本構造を変える可能性がある。

3.4 イタリアの天然ガス地下貯蔵

イタリアの天然ガス貯蔵は石油・天然ガスの生産を担当するAGIPが行っている。AGIPは、天然ガスの輸入・輸送・配給を行うSNAMなどと共にイタリアのエネルギー政策を推進するENIの傘下に置かれている。イタリアの天然ガス地下貯蔵はすべて枯渇ガス田を利用しているが、その最も大きな要因は大都市の近郊に枯渇ガス田が存在し、天然ガスの輸送幹線も枯渇ガス田の近くを通っていることである。

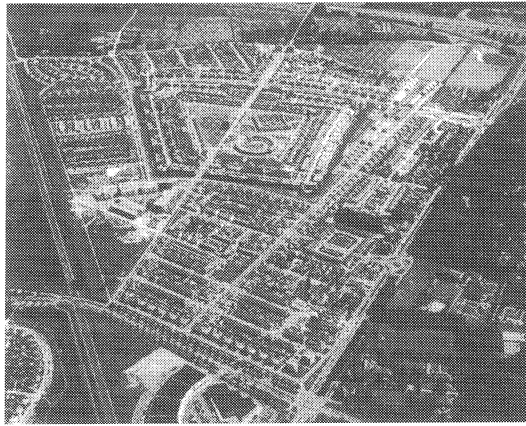
イタリアの月別天然ガス需要は冬のピークと夏のオ

フピークで3～4倍の開きがある。冬の需要のピークを押し上げる最大の要因は家庭用の暖房需要で一日のピークは朝8時頃に出現する。供給面では、国産天然ガスは年間を通してほぼフラットに生産して効率を高め、輸入で調整しきれない季節間の需要変動を地下貯蔵で補うのが基本戦略である。また、輸入の大部分をアルジェリア、ロシアという政情に不安のある国に依存しているため安全保障の意味でも地下貯蔵を行っている。現在の貯蔵容量は運用できるワーキングガス量で約150億立方メートル、供給のピークレートは日量281百万立方メートルである。地下ガス貯蔵の運用は、施設の送出特性により、長時間にわたり定期的にガスを供給するベースロード用と急激な圧力低下を伴うが短時間に大容量の供給を行えるピークロード用に分けて行っている。見学した地下貯蔵サイト（Settala）は本社からすぐ近くのミラノ郊外にあり、ワーキングガス量で約10億立方メートル、典型的なピークロード用で、圧入および払い出しは隣接するSNAMのコンプレッサーステーションで行っていた。モダンな本社ビルも大変印象的だった。

3.5 欧州最高層ビル：コメルツバンク本社

欧州の金融の中心フランクフルトに本社ビルを構えるコメルツバンクはドイツでビッグスリーに数えられる銀行である。本社ビルはマストの先端まで含めると約300メートル（地上60階、地下2階）で、欧州のオフィスビルではもっとも高層であると同時に、地球環境に配慮したグリーンビルとして注目を集めている。

建物の水平断面は、1辺約60メートルの緩やかな曲線を持った3角形で、2辺が執務スペース、残り1辺はスカイガーデンで4層吹き抜け、スカイガーデンの位置は層が上昇するに連れて隣の辺に移り螺旋状に配置されている。3方に向きが変わることを利用して、東向きのスカイガーデンにはアジアの植栽、南向きには地中海の植栽、西向きには北アメリカの植栽が採用されている。スカイガーデンにはテーブルなどが配置され、従業員のリフレッシュなどインフォーマルなコミュニケーションに利用されている。また、スカイガーデンの1サイクルになる12層毎に過度の煙突効果を防ぐことと防災上の理由によりガラス天井で仕切られている。このビルの一層の特徴は自然光と自然換気を最大限に取り入れていることである。電動式の複層ガラス窓や自動式の外部ブラインドの利用により、快適性を維持すると共に大幅な省エネルギーを実現している。実際、このような超高層ビルのオフィスの中で自然の



Zuidbroek地区

風を感じることができて驚かされた。

3.6 アッペルドールン市の意欲的な試み

翌週はアムステルダムから東へ100キロ弱、オランダのアッペルドールン市を訪問した。同市は、世界エネルギー会議のヒューストン大会で発表された論文にも紹介されているように、コミュニティレベルで積極的なエネルギー計画を推進している。市のエネルギー政策の顧問格の人の説明によれば、国レベルのエネルギー政策はマクロレベル、建物レベルでのエネルギー計画はマイクロレベルとしてそれぞれ推進されているが、最も重要な中間レベル（メソスコピックと呼んでいる）での計画の推進が難しく、遅れていると言う。この中間レベルの計画がつまりコミュニティとしての取り組みというわけである。

アッペルドールン市では1982年から積極的なエネルギー政策を進め、エネルギー局を創設して、公共の建物や住宅の省エネ、市民へのエネルギー教育などを推進している。今回の訪問では、副市長以下エネルギー計画に携わっている人たちから直接話を聞くと共に、省エネと自然エネルギーの利用をコミュニティレベルで計画的に設計して開発した約5000世帯の住宅地区（Zuidbroek）、リサイクルとコンポスト化とバイオガス生産を組み合わせる総合的に廃棄物処理を行っているVAR社の2ヶ所を見学した。Zuidbroek地区（写真参照）では、建物や街区の省エネ設計に加えて、太陽熱温水器を全世帯に取り付ける、試験的に約100世帯に太陽光発電を導入するなど多くのアイデアを取り入れられている。町並みは明るくきれいで、とても快適そうだった。また、VAR社は市の東端にあり、1998年の実績で年間約80万トンの廃棄物（一般および産業

廃棄物と建築廃材）を受け入れ、約8万トンのコンポスト、9万トンのリサイクル製品、29万トンの石、そして134万立方メートルのガスを生産している。ガスは埋立地から回収しており、560kWのガスエンジンによる発電も行っている。VAR社はアッペルドールン市や電力会社などと共同でエコファクトリー計画を進めており、廃棄物処理からのバイオガスの地域での利用とエコファクトリーからの排熱の有効利用によって、隣接の約1200世帯が住む住宅地区のエネルギーをすべてまかなうことを考えている。やや哲学的な話が多くて技術的詳細には不明な点も残ったが、関係者の熱意は良く分かったし、何よりも現実に事業を行いコミュニティを作り上げていることに感銘を受けた。

4. おわりに

海外調査の意義は訪問先から得る新情報の獲得だけに留まらない。外国の異なる文化・制度に接し、我が国の常識とは違う考え方を知ること、また、調査団員間の親睦・交流も同様に重要である。今回の調査でも、調査団員はそれぞれに新しい体験をしたと思われる。特に鈴木団長の博識と暖かい人柄のおかげで快適楽しく有意義な時間を持つことが出来た。また、エネルギー・資源学会の海外調査ではいつものことであるが、今回も周到に事前調査を行い、団員がそれぞれ分担して訪問先との調整に当たり訪問記録を整理し効率的な調査を実現できた。上野学会事務局長を初め本調査のアレンジをして下さった皆様に感謝の意を表したい。