

## 第2章 訪問先調査報告

フライブルク市（ドイツ）



### フライブルク市の概要

都市名	フライブルク・イム ・ブライスガウ (Freiburg im Breisgau)	言語	ドイツ語
人口 (2012年1月)	230,582人	面積	153.06k m <sup>2</sup>
地勢 (緯度・経度)	北緯 47度59分 東経 07度51分	人口密度	1,411人/k m <sup>2</sup>
都市の概要	中世の街並みが残り、歴史と文化の香る街。 街の中心にあるミュンスター聖堂の荘厳な佇まいは、観光客のみならず、地域住民にとっても街の象徴となっている。 市の取り組む環境政策が世界的知名度を誇る。		
都市の位置	A map of Germany with state borders. The state of Baden-Württemberg is highlighted in a darker shade of grey. Within Baden-Württemberg, the city of Freiburg im Breisgau is marked with a black dot and labeled "フライブルク市".		

フライブルク・イム・ブライスガウ（以下、フライブルク市）は、ドイツ連邦共和国の南西に位置するバーデン=ヴュルテンベルク州内の独立市である。

※ドイツ連邦共和国の行政区分について

- ドイツ連邦共和国は16の州から構成される。
- バーデン=ヴュルテンベルク州は国内3番目の人団規模であり、35の郡と9つの独立市により構成されている。
- 各郡は複数の市町村によって構成されているが、独立市は1市単独で郡と同等の行政権限を有している。

市域は、ドイツ語で「黒い森」を意味する、「シュヴァルツヴァルト」（総面積約5,180km<sup>2</sup>）の南方に面し、ライン川を挟んでフランス国境と接している。

なお、都市名の「Freiburg」は「自由の街」という意味であり、1120年にツェーリンガー公コンラートとベルトルト3世により、この地域へ市場と都市の権利が与えられたことに由来する。

市内には、1457年にオーストリア大公アルブレヒト6世によって創立され、ドイツ国内において最も権威のある大学の1つであるアルベルト・ルートヴィヒ大学フライブルクがあることから、30,000人の学生が居住している。

また、市内には、1230年ごろに建設されたミュンスター大聖堂などを中心とした中世からの建築物が多くあり、高級ブティックショップが活気を見せる現在においても、当時の景観を大切にした街づくりがなされている。

街の道路上には、「トラム」と呼ばれる路面電車の線路が張り巡らされており、公共交通機関の利便性を向上させるとともに、自動車利用を低減する都市設計が、大きな特徴として挙げられる。



大聖堂と街並み

## 1 フライブルク市役所

### (1) 観察目的

フライブルク市は、公共交通機関の整備や、スマッグ早期警戒システムの設置、農薬の禁止、リターナブル包装の取組について、1992年にドイツ環境支援協会から「環境首都」として表彰されている。

また、現在に至るまでの間に、廃棄物政策、交通政策、そして都市計画についても、エネルギー政策を基盤とした包括的な取組が幾度も表彰されており、世界的に高い評価を受けている。

このため、フライブルク市職員からエネルギー政策について聴講することにより、新エネルギー政策に係るこれまでの経緯や現在の取組について把握し、調査員が属する各自治体におけるエネルギー政策に対して、得た知見を還元するために観察を実施した。

### (2) 調査内容

観察実施日 2012年10月15日（月）  
訪問先 コンサートハウス内会議室  
対応者 フライブルク市環境保全局  
プロジェクトオフィサー  
Ilaria De Altin 氏

#### ① エネルギー政策の推進に係る背景について

##### ア これまでの経緯

1970年代に、高まる電力需要を満たすため、ドイツ各地で原子力発電所の建設計画が持ち上がった。フライブルク市近隣においても、ライン川の方向へ30kmという近距離にある街「ヴィール」の森の中に、ドイツ政府が許可した原子力発電所を建設する計画があった。

この建設計画に対して、“NAI”（＝「いらない」の意）という標語を掲げ、フライブルク市民の環境団体や、ヴィールの農業経営者による反対運動が発生し、職種・世代・性別を問わない住民全体による非常に大規模な運動へと拡大していった。最終的に、政府への訴訟にまで発展した

結果、この建設設計画は中止となつた。

フライブルク市民は中央政府に対し従順であることで知られていたため、多くの政治家はこうした大規模な反対運動は驚きをもって受け止めた。



原発反対運動の様子

反原発運動の実施に際して、住民たちは専門的知見の必要性を感じ、科学者・エンジニア等を集めて「エコ研究所」を組織した。現在、このエコ研究所は、行政に対するエネルギー政策に係わる提言やアドバイスを行うとともに、行政と市民の橋渡し役を担う他、数多くの企業からも研究依頼を受けるなど、環境研究機関として確立された役割を果たしている。

フライブルク市民の環境意識は、反原発運動以降も、大気汚染に起因した酸性雨によるシュヴァルツヴァルトの浸食や、1986年に発生したチエルノブイリにおける原発事故を契機としてさらに高まっており、このことが、現在の環境政策における大きな方向付けとなっている。

#### イ 環境政策に係る計画と進捗

フライブルク市はエコ研究所と連携し、エネルギーに係る「効率の最大化」「技術革新」を、環境政策における大きな柱としている。

1980年代においては、市内で消費する全電力の30%程度が原子力発電に由来したものであったことから、まず初めに、同量の電気消費量の削減について検討した。

政策目標としては、1996年に「気候保護の条例」を制定し、市域において排出するCO<sub>2</sub>を1992年比で2030年には40%削減することを目標に取り組んでいる。

この結果、現在までに、2005年には7.3%、2007年には13.8%、2009年には18.5%の削減を達成している。

なお、近年、フライブルク市は人口が増加傾向であるため、人口を 1992 年と同等であると考えた場合、市民一人当たりの CO<sub>2</sub> 排出量については、2009 年時点で、既に 26% の削減を実現しており、事業担当者は目標の達成

に向けて、着実に成果を上げていると現状を分析している。

また、市では、設定目標を達成するために、省エネを強力に推進する一方で、市域がドイツ国内で日照時間が最も長いことに着目し、太陽光を中心とした再生可能エネルギーの導入促進に取り組んでいる。



CO<sub>2</sub>削減量の推移

## ② 市の現在の取組みについて

### ア 市を主体とする省エネ

国に先駆け、省エネに係る規制条項を設けるとともに、520 ある市の運営する公共施設に対し、省エネ化に係る改修（エネルギー・リハビリテーション）を実施している。

公共施設の省エネ化としては、まず初めに市営住宅の改修を手掛け、建築物に対し、全面的に断熱材を導入するとともに、サッシを 2 重のものに変更するなど、パッシブ型ハウス（※）へと改修した。

※ 建築資材などにより、熱損失やエネルギー消費を低減できるよう設計された住宅をパッシブ型ハウスという。熱交換器による空調設備だけで、『積極的（=アクティブ）な冷暖房器具が不要である』（⇒すなわち“パッシブ”である）ことが名称の由来。設計後と施工後には、ドイツパッシブハウス研究所による認定が必要となる。

## イ 家庭への働きかけ

### ⑦ エネルギーアドバイザー制度

専門家が各家庭を訪問しエネルギーの有効利用を助言する制度として、エネルギー アドバイザー制度を設け、家庭における省エネ化を推進している。

家庭への直接的な働きかけとしては、日本でも、環境省が主体となり、省CO<sub>2</sub>・省エネに関する知識や省エネ家電、地球温暖化に関する幅広い知識を持った「診断員」が、各家庭の実情に合わせて実行性の高い省CO<sub>2</sub>・省エネ提案を行うという「うちエコ診断」を実施している。

フライブルク市における取組の特徴としては、市民に対し「〇〇しなさい」という命令口調を、エネルギー アドバイザーに対し堅く禁止し、「こうすると家計のためになる」「省エネにはこういった方法もある」という、相手をゆるやかに促す説明を遵守させることで、住民の省エネに対する意識の醸成を図っていることが挙げられる。

また、この制度は、市民が研修を受講することによって、当該資格を取得する仕組みとなっている。家庭にアドバイザーが訪れる場合、プライバシーに触れられることの不安感や、アドバイザーの持つ専門的知見に対する軋轢などの発生が想定されるが、この制度の運用上、アドバイザーが自宅の近隣住民を訪問することにより、家庭におけるこのような不安感や敵対心の緩和を図っている。

### ① 補助金制度

市は、市民の自宅の省エネ改修（二重サッシや高効率給湯器の導入など）に対し補助金を支給している。

補助金の支給決定には、エネルギー アドバイザーによる、改修を行った場合のエネルギー効率の変化の計算・分析に基づいた意見を判断材料としている。実績として、2002年から2010年までの間に、1,300世帯に対して省エネ改修に係る補助金を支給している。

なお、改修費用に対する補助割合は、市が5～20%で、国や州と併

せ70%程度である。

また、市は中世の雰囲気がある街並みの維持を重要視しているため、省エネ改修に際して、外観を大きく損なうことが無いように注意を払っている。



省エネ改修

#### ⑦ インターネットを利用したサービス

市では、市民がエネルギーについて自ら考え、行動できるための環境づくりに取り組んでいることから、環境に係る情報発信は優先順位の高い事業として位置づけられている。その取組の1つとして、インターネットを利用した無料のサービスを広く市民へ提供している。

インターネットサービスの例①「FREE SUN」

A screenshot of the FREE SUN software interface. On the left is a map of a residential area with buildings. A callout box points to a specific building with the text: "Haus mit großem Dachflächenpotential". A tooltip window titled "Informationen" displays detailed data for a selected roof: "Solarpotential (Bauk, gewichtet)" with values: Leistung: 13.64 kWhp, Ertrag: 11100 kWh/a, CO2-Eins.: 8,47 t/a, Abschaltung: 37 %, Bezeichnung: Mittelwerts, Bau-Daten: 100 m² Fläche, 100 m² Fläche, 40°, 01°, Ausrichtung: Süd. Below the map is a table with columns: Leistung, Ertrag, CO2-Eins., Abschaltung, Bezeichnung, Ausrichtung, Fläche [m²], Neigung [Grad], Ausrichtung. The table shows data for a selected roof: 13.64 kWhp, 11100 kWh/a, 8,47 t/a, 37 %, Mittelwerts, Süd - Dienst, 100 m², 40°, 01°. At the bottom of the interface are the URLs "www.freiburg.de/freesun" and "Umweltamt Freiburg".

※ 自宅へ太陽光パネルを設置した場合の発電ポテンシャルを、想定で算出できるサービス。計算には航空写真が用いられている。

## インターネットサービスの例②「CO<sub>2</sub>ダイエット」

The screenshot shows the homepage of the Freiburger 'CO2-Diät' website. It features a banner with the title 'Freiburger "CO2-Diät"' and several service icons. Below the banner, there's a large image of a person standing next to a car, with arrows pointing from the text 'Ihre CO2-Fußabdruck ist berechnet' to a summary table. The table includes columns for 'Aktivität' (Activity), 'CO2-Ausstoß' (CO2 Emissions), and 'Vorschlag' (Suggestion). At the bottom of the page, there's a navigation bar with links like 'Startseite', 'Über uns', 'Service', 'Kontakt', and 'Impressum'. The URL 'www.freiburg.de/CO2' is prominently displayed.

- CO2-Rechner zur Berechnung des "Persönlichen CO2-Fußabdrucks"
- Tipps zur Reduzierung des persönlichen CO2-Ausstoßes
- Nützliche Adressen vor Ort und praktische Hinweise
- Behandlung verschiedener Aufgabenfelder, wie z.B. Wohnen, Mobilität, Ernährung, Konsument

UNIVERSITÄT  
Freiburg  
IM BREISGAU

※ 自身のライフスタイルをデータとして入力すると、「どのような点に留意すると効果的な省エネにつながるか」など、省エネに係る実践的な情報を提供するサービス。

## ㊂ 今後の展開

市では、より強力に市内の建築物を省エネ仕様へ移行するため、現在、「ゼロエネルギー住宅(※)」もしくは「プラスエネルギー住宅(※)」でなければ建築を認めないとする条例の制定に取り組んでいる。

※ 高効率の照明や熱放射量を削減した窓ガラス、空調システムなど、徹底した省エネ構造に基づき建築した住宅に、太陽光パネル、太陽熱温水システムなどの創エネルギー機器を設置することにより、消費と創出エネルギーが同量となる住宅を「ゼロエネルギー住宅」、創出するエネルギー量の方が多い住宅を「プラスエネルギー住宅」という。

## ウ 学校における児童への環境教育

児童に対する環境教育は、児童を通じた家庭への波及効果が期待できることに加え、成長したときに環境を大切にする意識をもった大人となることで、環境にやさしい社会の促進につながることから、エネルギー政策を推進する上でも重要施策に位置づけられている。

## ⑦ エネルギー委員

環境教育に係る取組の一例として、エネルギー委員の任命が挙げられる。

市内の中学校では、各クラスに2人のエネルギー委員を任命しており、エネルギー委員を任せられた児童たちは、「不要な照明を消す」、「冬期の無駄な窓の開閉をチェックする」など、エネルギーを大切にする行動に取り組む。これにより、児童に対し、責任感と併せた環境意識の醸成を図っている。

## ① 50%-50%プロジェクト

児童の省エネに対する意識を醸成する事業としては、「50%-50%プロジェクト」が挙げられる。

これは、省エネに取り組むことにより削減された、エネルギーに係る支出経費について、削減額の半分を学校行事(修学旅行など)の経費に充当できるシステムである。

省エネにつながる取組を実施することが、自分たちの楽しみへと姿を変えることから、児童にとっての大きなモチベーションとなっている。なお、設備導入などの投資をせずに、施設自体を既存の状態のまま実施する省エネの取組であることも1つの特徴である。

このプロジェクトには、制度開始の2002年から2010年までの期間に、38の小中学校が参加し、累計1,615,000ユーロの支出削減を実現した。

なお、削減結果の一例は次のとおりである。

50%-50%プロジェクトによる削減実績（2002-2010年）

電気	水	CO <sub>2</sub> 排出量
5,753,000kWh	532,000 m <sup>3</sup>	7,190t



50%-50%プロジェクト

## ⑦ その他

他にも、出前授業を実施しており、発電を体感できる実験キットを積載した車(FAMOS)を、各学校へ派遣している。

また、発電の体験学習として、フライブルク市内の中学生を対象とした「ソーラーラリー」を実施している。これは、太陽電池で動くミニカーのレースであり、机上の学習だけに留まらない五感を重視した体験学習の一例である。



ソーラーラリー

## エ 廃棄物処理

廃棄物処理は、焼却を伴うことから、エネルギーの消費量及びCO<sub>2</sub>の排出量において非常に大きな割合を占めている。

また、分別がなされず、リサイクルにつなげることで再利用できるプラスチック製品が焼却された場合は、より多くのCO<sub>2</sub>が発生してしまう。

住民が生活する中で必ず排出される廃棄物について、その処理を含めてどのような取組を実施するかは、エネルギー政策を考える上で避けては通れない問題である。

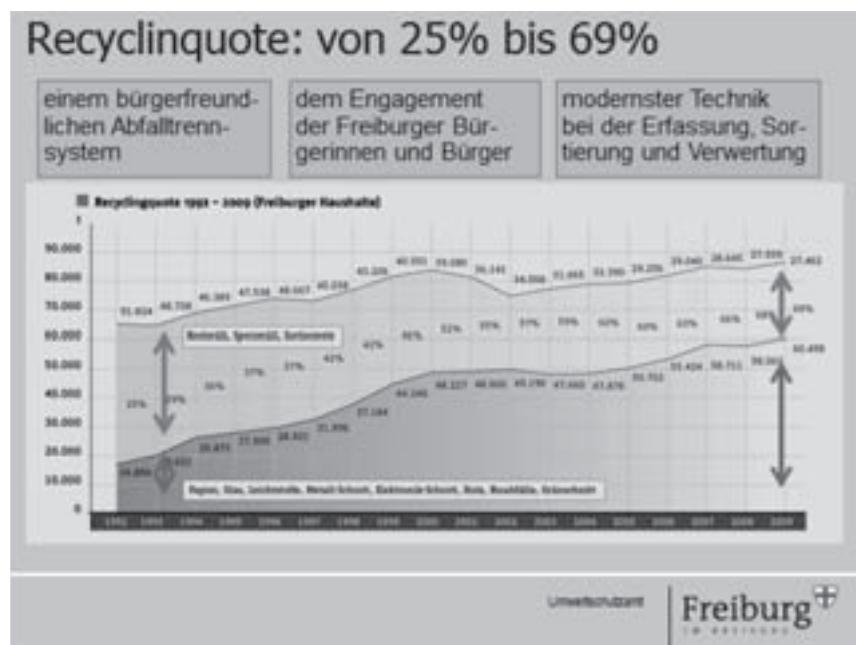
市における廃棄物政策の大きな柱は「1：発生抑制、2：リサイクル、3：適正処理」であり、不要な廃棄物を出さないことを第一に取り組んでいる。このため、スーパーや商店では、野菜や果物は基本的に量り売りとなっており、多くの店舗でレジ袋はもらえず、必要な場合



ごみ収集車

は有料で購入することになる。

市内で排出される一般廃棄物は年間 21 万トンであり、この内 14 万トンをリサイクルしている。リサイクル率は、1992 年時の 25% から、2009 年には 69% へと向上した。



リサイクル率の変動（1992–2009 年）

さらに、家庭から発生するごみの削減を図るため、排出量に応じた課金システムを設けている。

適正処理の一例としては、生ごみを中心としたバイオガス化に取り組んでおり、ごみ処理場へコーチェネレーションシステム（※）を導入し、発生した電気及び熱を 12,000 人が居住する団地へと送っている。

※ 生ごみから発生するバイオガスを燃料としてエンジンを運転し、発電を行うとともに、エンジンの運転時に発生した排熱を利用し、取り出した温熱により熱湯を作り出し供給するシステム。総合的なエネルギー効率を高める、新しいエネルギー供給システムの 1 つとして位置づけられている。

また、山の頂上にある廃棄物の埋め立て地については、埋め立て後に 2.6MW の太陽光パネルを設置し、創エネルギーの場所として有効活用している。

## オ 交通政策

自動車は CO<sub>2</sub> の排出源として大きな比重を占めており、また、当然のことながら、エネルギー源として主に使われる燃料のガソリンが有限であるため、自動車に依存しない街づくりは、持続可能なエネルギー政策と密接な関係性がある。

市では、公共交通機関の利便性と利用率を向上させることにより、自動車の利用を抑制している。

そのための主な取組として、地域定期券（レギオカルテ）を導入している。月に 58 ユーロを支払うことにより、スイス、フランスの一部も含めた、全長 3,000km ものエリアで、バス・私電・国鉄が乗り放題となる定期券である。

また、前述のとおり、街の中に線路を張り巡らせ、トラムと呼ばれる路面電車の快適性の向上に努めている。トラムは道路の中央を走る設計となっており、自動車にとっては「不都合な道路」を作り出すことで、自動車利用の抑制を図っている。



トラム

この結果、パーソントリップ調査によると、人口の増加に反比例し、主な交通手段として使われる自動車の割合は減少傾向にある。また、自動車の所有率は人口比で 40% であり、フライブルク市が自動車を所有しなくとも快適に生活できる都市であることを示している。

交通手段の比率の目標値と現状（単位%、端数を除く）

年	歩行	自転車	電車	乗合車	自家用車
1982	35	15	11	9	29
1999	23	27	18	6	26
2020	24	28	20	4	24

### (3) まとめ

フライブルク市の視察を経て最も強烈に印象に残ったのは、市民の環境に対する主体性である。

環境に关心を持つ住民による行動が、行政を動かし、動いた行政が環境政策を形作る。そして今度は、逆にその政策が住民の環境意識を醸成してゆく。このような「循環型の環境意識」という土壤に、市の実施するエネルギー政策が支えられているという構図が見て取れた。

市が取り組む数々の環境政策は、市民に実践され、効果を表したときに初めて意味を成す。例えば、いかに厳しいごみの分別ルールが策定されても、市民がそれを守らなければ、意味は皆無である。

このため、市民と行政の関係は、政策効果、なかんずくその成否に対し非常に大きな比重を占める。

「何を大切にして生活するのか」という住民の問いかげと、「何を目指して街づくりを行うのか」という行政の問いかげに対し、一切ブレの無い軸として、「環境」という共有された答えが存在していることが、フライブルク市のエネルギー政策に対する、世界的な評価につながっていることを認識した。

## 2 エコステーション

### (1) 概要

ドイツの南西部に位置し、黒い森が有名なフライブルク市は環境面での先進的な政策を行っており、その中のひとつとしてエコステーションがある。

この環境教育施設は、フライブルク市と自然環境団体との協働が特色である。1986年、庭園博覧会が開催されたのを契機にこのエコステーションは、州の予算で建設された。

背景として80年代のドイツでは、以下の大きな環境問題が顕在化したことにあった。

- ・ チェルノブイリ原発事故により、その放射能の影響はフライブルクにも及んだこと。
- ・ 産業界から排出される煤煙がフィルターを通さずに大気中に放出されたために、大気汚染、森に対する悪影響が見られるようになったこと。
- ・ フライブルク近郊の化学工場での事故により、その汚染物質が大量にライン川に流れ込んだこと。（ライン川は、フライブルクの近くを流れており、ドイツにとって非常に大切な川である。）

これらの環境問題が毎日のように新聞雑誌等の紙面を掲載されことも一因となり、環境への取り組みに繋がっていった。

市民運動が活発となり、さまざまな市民の組織が誕生した。フライブルクの市民運動が有名になったのは、原子力発電所の建築計画に反対して立ち上がり、この計画が中止になったことにある。同時に、国、地方行政からもさまざまな対策がとられた。環境省が設置され、州あるいは地方行政のレベルでも環境を専門に担当する組織が作られていった。



エコステーション外観

エコステーションの設立の目的は、多くの人々に日常生活の中で実践できるエコな行動を具体的に提示することであった。半年間の庭園博覧会の開催で 100 万人の来場者があった。その翌年、このエコステーションは火災で焼失してしまうが、市が 1991 年に 55 万ユーロで再建し現在に至っている。

この建物と土地は、市が所有しているが、運営は「ドイツ環境自然保護連盟（BUND）」が行っている。BUND の会員数は 25 万人であり、政治的にはニュートラルでありボランティアでの活動を行っている自然環境団体である。

設立から 20 年以上が経過している中で、現在においても環境教育の情報を市民に伝えることを変わらずに目的としており、様々な内容、方法で活動を開催している。利用者数はほぼ平行に推移しており、近年は、年間 13,000 人から 14,000 人である。運営は 3 人の職員と 2 人の事務員で行っている。運営費用は、年間 26 万ユーロで、内訳としては、市の補助金が、6 万ユーロ、他に州の補助金、説明会・セミナー参加費、企業からのスポンサー費である。

## (2) 視察目的

世界的にみてもエネルギー政策は、数十年単位での長期的な目標を要し、短期では克服できない分野である。2050 年までに、国内エネルギーにおける再生可能エネルギーの割合を、80% の目標に掲げているドイツは、環境教育への積極的な取組が行われている国でもある。

約 40 年後の 2050 年は、今の子ども達が大人となり社会の中心的な役割を担っている年齢である。その子ども達へどのような教育を行い新エネルギー普及促進の一翼を担っているのか。フライブルク市内で環境教育の中心的な役割を担ってきているエコステーションの調査を通じて知識を深めることとした。

## (3) 調査内容

視察実施日 2012 年 10 月 15 日（月）

訪問先 エコステーション

対応者 BUND 職員 Uk Unteregger 氏

## ① 施設内容

敷地の概要として、エコロジカルな建築様式をとった自然の家、芝生でおおわれたドーム、有機庭園からできている。

### ア 建物

低エネルギー建築物として設計されており、使われている素材はすべて自然のものである。壁、側面は土壁や石を使用しており、屋根の部分は草屋根により屋上緑化となっている。建築様式は、北米のネイティブアメリカンが自分たちの住宅に使っていたもので、これを発展させたものである。建物の中心部分は八角形となっており、大きなホールのような形になっている。そのため、小さな部屋がこのホールを囲むような形で配置されている。木材は、シュヴァルツヴァルト（黒い森）のものを使用しており、屋根に当たる部分はドイツトウヒの丸太をそのまま使っている。断熱材にはコルク、再生紙を使用している。

北海道の稚内の緯度に位置するフライブルクは冬が厳しく、建物の北側は開放部を大きくしないよう土壁を多く使用しており、反対の南側はできるだけ窓を大きくとる形を採用し、ガラスをたくさん使用している。



太陽光発電モニター

また、ドイツ国内でも日照時間が最も多いこの地域の利点を活用して太陽熱温水器と太陽光発電設備を設置している。それにより、建物に必要な電気・ヒーター温水は設置された太陽光、太陽熱でまかなわれている。

### イ 庭園

庭園は、建物を取り囲み総面積は、5,000 m<sup>2</sup>である。都会の中でも自然をどれだけ再現できるかという目的で全体をできるだけ自然に近い形で造園することを基本に作られた。さまざまな植物を栽培することにより、鳥や虫たちも来るようと考えており、それぞれの植物には名前を記

載し、案内板でもいろいろな情報を提供し見学する人たちの理解を深めてもらうことをねらいとしている。

また、ビオガルデンでは、土壤改良の法的なチェックと、自らの庭で農薬や化学肥料を使用せずに野菜や果物を栽培できることを知ってもらうようにしている。

さらに、希少種のハチの住処を作っており、壁を使ってハチだけではなく、さまざまな昆虫類が生息できるような空間を作っている。目的としては、希少種のハチは、住処を作ると自然に巣をつくるようになり、他の昆虫もこの土壁の穴などに寄ってきて生息するようになる。これにより、利用者は近いところから虫たちを観察することができるためである。

## ② 活動内容

年間 250 回の講座等を実施している。その内容は、パンフレットを半年に一度作成し、講座・イベントの情報を提供している。対象に限定はなく、子供から大人まで様々なセミナーがあり、教師への研修も開催している。講座は毎年同じでなく、職員とボランティアで企画・募集している。また、環境市民団体が相互に協力して、共同プログラムやプロジェクトも行っている。

市民講座は、エコステーションを使って環境講座を開催しており、また、教師自身が体験し、それを基に新たなプログラムを作成し開催するものもある。講座内容で重要視していることは、情報を提供するだけでなく、参加者の疑問を呼び起こすことであった。

その理由は、環境教育とは人間の五感のすべてに働きかける教育であると考えており、単に知識を与えることだけが重要ではないと考えているためである。人間の五感のすべてに語りかけるような教育は、頭の部分にも、心の部分にも語りかけ、そして手の部分にも体のすべての部分に何らかの影響を与える全人格的な教育であるとのことであった。この教育の中で、自らが何らかの感覚を得る、感情を抱く、それにより自らが何らかの行動を起こすこと、これが非常に重要であるとのことであった。

## ア 緑の教室

エコステーションでは、様々なテーマから派生したプログラムを作成し実施している。また、広報活動として地域、学校への宣伝も併せて行っている。

このプログラムには、「緑の教室」という名前をついている。学校の先生は、自分で判断し、自分の裁量で子ども達を連れて受講している。緑の教室では、子どもたちが実際に自ら行動する、何かをするということが大事であると考えており、教室の中では、それぞれの課題を与えられ実際にやってみる体験ができるように配慮している。

講義後に実際に体験をさせてもらった。その内容は、庭園にあるハーブなどを使ってゲーム遊びをしながら、どんな匂いがするかを当てろというものであった。

目的は、嗅覚を通じて自然を体験することである。また、採れたハーブを利用してお茶を飲む中でも味覚を使い体験することも行った。



庭園でのハーブを使っての体験

近くの森に出かけるテーマのプログラムもあり、市の森林局と協力して、森の中を歩くことができる散歩道を整備しており、木の伐採を体験し、樹齢を調べてみる。それにより、保存が必要であるか伐採する木であるかを考えることを体験の主旨としている。

また、河川の水質検査を行うものや、川の里親制度という区間を決めて里親を決めるプログラムもある。内容は、その区間で、掃除、生き物の観察、外来種の除去や動植物の保護を体験できるというものである。

#### イ 食育

食品をテーマとしたものがあり環境教育として重要と考えている。食べることは五感に残ることであり、栄養として、どのようなものを摂取していくかを考える。また、現在ではスーパーだけでしか食物を買う機会がなく野菜や果物がどこで作られどこで採れるか分からない子どももいるため、なるべく産地へ子どもたちを連れて行くようにしている。

エコステーションが保有するハーブ園を利用し、自分たちで作り食する体験もその一環である。その体験を通じて、人間も環境の一部であるという認識を持ってもらいたいと考えている。

庭園以外でも、農家に行き実際に農業を体験する講座も実施されている。

その他に、市内のある高校では、学生が地元の食材を高校内で販売している。地産地消を学ぶことに加え、売り上げを学校へ還元しており販売や運営などについても学べる機会としている。

#### ウ ごみへの取組み

ごみをテーマにした緑の教室もあり、フライブルグ市の清掃局と協力をしている。ごみの問題をテーマにするときに重要と考えていることは、いかにごみを出さないようにできるかということである。法律面での規定もあり、ごみを出さないよう努力することが義務づけられている。その上で、出てしまうごみには、分別をきちんと行うことや、リサイクルすることも義務づけられている。最終的に出てしまうごみは焼却処分・埋め立て処分になる。その義務をふまえた上で、梱包をテーマとしたプログラムを作成している。

内容としては、いかにごみが発生せずに安全・新鮮に運べる方法があるかを考えるものである。また、紙を作る授業もあり、背景としてドイ

ツのごみには多くの紙が含まれているため、講座のひとつとして、子どもたちと古新聞を水に溶かし紙すきをして新しい紙を再生する作業を通じて実際に紙のリサイクルを体験してもらうものである。

その他にも、フライブルグのごみ集め、問題を考えるセミナーも実施されている。

### ③ 学校との関わり

学校では環境保全の科目はないが、各科目の中で環境に関するテーマを取り上げられている。授業には、総合学習としてのプロジェクト授業、課外授業もあり、テーマはスポーツ、音楽と様々である。環境をテーマにした際は、このような授業は、教材がないことから、先生から相談を受け、助言や実践の手伝いを行なっている。

また別の活動として市内のある学校では、校庭のアスファルトを撤去してしまうプロジェクトに取り組んでいるところがある。

アスファルトをショベルカーで撤去し、自然に近づけた校庭を作っている。それは、なるべく自然の素材を子どもたちのそばに置くことで、子どもたちがそれを自由に遊べる空間を生み出すためである。

このような活動においても依頼により、エコステーションが関わりを持つ場合がある。

### ④ 評価について

長期的な活動であるため事業の評価は非常に難しいことと考えている。行なっていることとしてアンケートの配布があるが、参加した子どもたちや先生からの感想が大きな目安となっており、活動の源となっている。また、エコステーションの訪問者数が評価項目のひとつとらえており、訪問者数に大幅な変動はなく継続的に利用されていることが実績と考えている。

## ⑤ 四つ葉のクローバー

フライブルグにおける持続可能な学習のあるべき姿を四つ葉のクローバーに例えての生涯学習のあり方を表したものである。

例として、環境教育・社会的正義・文化的体験・環境保全に分け、環境教育を学ぶにあたってはそれだけでの学びではなく、様々なことを複合的に学んでいくことが大事であるということを説明する際に使われているものである。



四つ葉のクローバー

## ⑥ 新エネルギーをテーマとした環境教育講座の紹介

対応者 Zauberer 氏

ソーラーエネルギーの将来を考える団体に所属しているザウバー氏は、フライブルク市の太陽光発電設備の取り組みの紹介とともに、体験を通じての電気や太陽光発電の講座を行っている。同氏より、講座の紹介が行われた。

### ア 市内の太陽光発電に関する取組み

主な内容

- ・ ソーラーファブリック社設立による雇用の創出
- ・ 市民出資によるサッカースタジアムなどの屋根への設置の経緯
- ・ 金融やマーケティング面からの取り組み
- ・ 環境都市として、エコツーリズムなどの観光業への影響
- ・ ヴォーバン地区にみられる特徴的な建築物

- ・ 工業高校での新エネルギーへの学習による人材育成



ヴォーバン地区の特徴的な建物

## イ 実際に機材を使った授業の体験

### ⑦ 自転車を使って電気を作る体験

自転車を漕いで得たエネルギーを使って電球やラジカセの電力とする機材であった。

目的としては、自転車を漕ぐ労力と電気の相関関係を深めることである。実際に自転車を漕ぐ体験を行ったところスピード



自転車を使った体験の様子

に応じて点灯する電球に違いがあり、6W電球は簡単に点灯したが、60W電球はなかなか点灯しなかった。また、白熱電球とLEDの種類によっても同様に点灯時期の違いがあり、電球の特色が理解できる内容でもあった。また、頑張って自転車を漕ぐと笑いを誘う音楽が流れるようになっており、遊びながら子どもに気づきを促す学習内容となっていた。

### ① ソーラーパネルを使った体験

見えない電気を電球の点灯により、見て体験する内容となっていた。太陽光パネルと蓄電池を取り付けた機材に電球が設置されており、太陽光で電球が点灯することを実際に見学した。

スイッチの切り替えがあり、太陽光が発電していなくても蓄電池により蓄電された電気が電球を点灯させることが見られるようになっており、蓄電池の役割も理解できるようになっていた。



ソーラーパネルを使っての体験の様子

#### (4) まとめ

学校において環境教育が単独科目としてない中で、学校や地域と連携し活動を実施しているところは日本と同じであった。また、課題として自治体の助成がなければ活動を維持していくことが困難な点も同じであった。

しかし、エコステーションは 20 年以上も安定した利用者数を維持しており、その要因は、様々なプログラムを実施している職員の創意工夫とともに、ドイツ国民が環境教育へ積極的に関わりを持っているからである。

講義の中で印象的であったのは、食品や学校施設への取り組みにあった「自然な物を身近に置く」という考え方であった。それは、五感を使って学ぶ環境教育は、触れられる距離にあることこそが重要であるということを表している言葉である。その言葉を新エネルギーに置き換えて考えれば、遠くであるものの一か所で多くのエネルギーを作る火力・原子力に対して、近くで少しではあるが多くの場所で作る新エネルギーは、ドイツ国民にとっては、取り組みやすいことであり先進的に普及していることも自然なことであると理解できた。

ドイツにおいては現在、FIT や送電網の問題などの指摘があるが、「自然な物を身近に置く」ことがドイツ国民の考え方であるならば、その問題は将来への課題として認識し、新エネルギーのさらなる普及に取り組んでいくことに間違いはないであろうということが調査後の感想である。



エコステーション前での記念撮影

## コラム：ホテルヴィクトリア

「Best Western Premier Hotel Victoria」が、正式名で市中心部に位置するクラシカルな四つ星ホテルである。建物は 19 世紀に建てられた古い邸宅で、63 ある部屋は重厚な美しさを残しつつ、モダンにエコロジカルに改造され運営を行なっている。環境経営には、「3つの柱があり、「新エネルギーへの対応」「有害放射物の削減」「有害物質の不生産」を位置づけている。ゼロエミッションホテルの環境経営の先進事業者である。



外観



屋上にある太陽光パネル

フライブルクは、年間 1800 時間の日照に恵まれた土地である。屋上敷地内の 86 m<sup>2</sup>に太陽光発電システムと小型風力を設置している。合計最大出力 7.6kW の太陽光発電システムと 4 機の小型風力を設置し、合計年間発電量は、20,000kWh である。また、木材のペレットを燃料とするコーチェネレーションシステムが設置されており、暖房温水器に利用している。出力は 300kW で、消費ペレット量は 110 t / 年である。その設備で、電気と暖房・給湯のエネルギーを併せて供給している。さらには、夏の冷房には地下水を利用しておおり、照明には、LED を採用している。

客室のバスルームには使い捨ての容器入りのシャンプーなどはなくて、詰め替え容器入りの万能液体石けんが置かれているだけである。これまでに数々の環境賞を受賞しており、2011 年には、フライブルク市からの表彰を受けている。そのため、エコ対策目当てに訪れるお客様も多く、フライブルクの数多くの宿泊施設の中でも、注目度が高いホテルである。

### 3 メガソーラー・スタジアム

#### (1) 概要

メガソーラー・スタジアムは、フライブルク市内にあるサッカースタジアムで、ブンデスリーガ1部に所属するSCフライブルクのホームスタジアムである。

当初の名称は、近くを流れる川の名前からドライザム・スタジアムだったが、2004年から2011年の間は、地元のエネルギー会社のバーデノーバ社が命名権を取得し、バーデノーバ・スタジアム、2012年1月1日からは、メガソーラー社が命名権を取得し、現在の名称となっている。



メガソーラー・スタジアムの外観

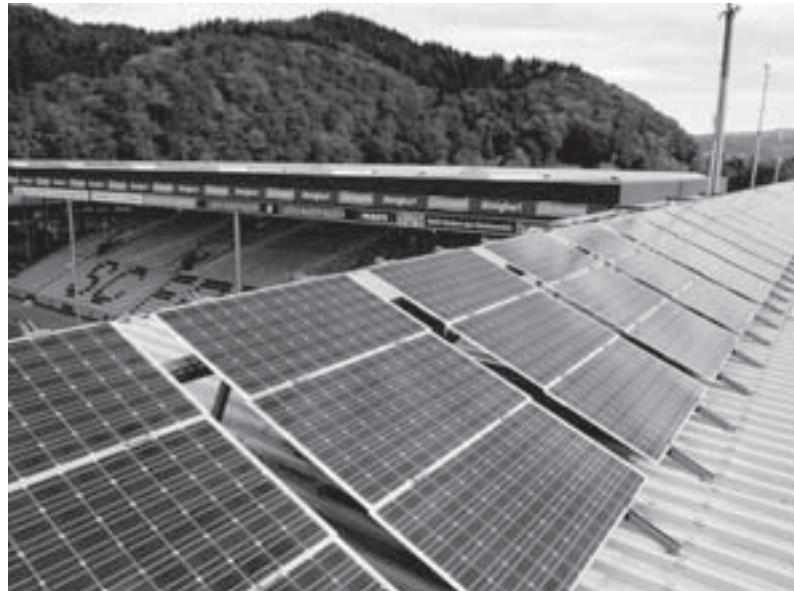
このスタジアムは、1953年に完成し、チームの躍進と共に拡張工事を繰り返し、現在の収容人数は24,000人である。1993年、当時のSCフライブルク監督フォルカー・フィンケ氏及び市民団体、FESAの主導で、スタジアムの屋根にソーラーパネルを設置するプロジェクトを開始し、1995年、ドイツサッカー界では初めての太陽光発電を設置したスタジアムとなり、環境都市フライブルクを象徴する施設となっている。

## (2) 観察目的

この SC フライブルグのホームスタジアムでは、観客席の屋根を利用した太陽光発電・太陽熱利用の大規模な設備を設置している。

チームのブンデスリーガ 1 部リーグ昇格の年に、スタジアムの拡張工事に合わせて「スポーツの明るいイメージを再生可能エネルギー普及につなげる」ことを狙った、「市民共同発電所」のプロジェクトをスタートし、大きな成果を上げている。

のことから、スタジアムの観客席の屋根を利用した市民共同発電所に係るこれまでの経緯や現在の取組について把握し、調査員の各自治体におけるエネルギー政策に対し、得た知見を還元するために視察を実施した。



南側観客席の屋根に設置された太陽光パネル

## (3) 調査内容

視察実施日 2012 年 10 月 16 日 (火)

訪問先 メガソーラー・スタジアム

対応者 SC フライブルク広報担当

Andrew F. Kraft 氏

## ① SC フライブルクの特徴

SC フライブルクは、1904 年創立の歴史あるチームで、当初は3部と2部を行き来する田舎のアマチュアクラブであったが、1991 年にフィンケ氏が監督に就任すると飛躍的な成長を遂げ、1993 年に念願のブンデスリーガ1 部に昇格した。

当時のドイツサッカー界では革命的な、ショートパスと素早いコンビネーションを基本としたモダンサッカーを取り入れたことで好成績を収め、選手達には「ブライスガウ地方のブラジル人」という愛称がつくようになった。

また、ドイツを代表する育成部門を作り上げ、そこで育った優秀な若手選手を他クラブに売却し、その移籍金をクラブの投資に充てるなど、身の丈に合った健全経営を行い、長年に渡り黒字経営を続けている。

特に、「フライブルガー・フースバルシューレ（フライブルク・サッカー学校）」を含む育成部門は、ドイツ国内でNo.1 に評価されており、SC フライブルクを模範にして育成部門を設立、もしくは改革した中堅クラブも多く、これらの取り組みからドイツサッカー界の模範的なクラブとして評価が高い。



クラフト氏の説明

## ② 市民共同発電所の設置

1994年、スタジアムの南側の屋根 $1,000\text{ m}^2$ に、100kWのソーラーパネルを設置し、200区画（1区画0.5kW）に分譲して出資者を募集した。1区画5,000ユーロ程度の価格で分譲されたが、州や電力会社の助成もあり、出資者の負担は2,500ユーロ程度であった。

当時の監督であるフィンケ氏が最初の出資者となり、ちょうどその年、チームがブンデスリーガ1部に昇格したばかりだったことから、特典としてシーズンチケットをつけたところ即時に完売した。

当時は、再生可能エネルギー促進法の制定以前であり、売電価格も高く設定されてはいなかったが、市民が投資した出資金を、発電した電力を売電することによって回収するシステムを構築し、市民と共に再生可能エネルギーの促進を図っていた点は特筆すべき点である。

現在、発電した電気は電力会社に0.5ユーロ/kWhで売電され、20年間の買い取りが保証されている。出資者への配当は、年間の発電量に基づいて支払われ、若干の変動はあるが、再生可能エネルギー促進法の制定以降の配当率は約9%である。

## ③ FESA の取組み

この市民共同発電所のプロジェクトの中心的役割を果たしたのがFESA（レギオ・フライブルク・エネルギー&ソーラー振興協会）である。

FESAは1993年に設立された、企業や自治体、市民に太陽光発電など再生可能エネルギーの普及啓発を行う市民団体で、スタジアムの拡張工事をきっかけに、南側の屋根に太陽光パネルを設置することを推進した。幸いにもフィンケ監督が興味



スタジアムの北側には森が広がる

を示したこと、ソーラーパネル設置の話し合いは順調に進み設備が完成し、現在も設備管理及びデータ収集を行い、電力会社への売電を行っている。

このプロジェクトの成功をきっかけに、他の建物等でも積極的に市民共同発電所の設置が行われるようになった。

#### ④ 発電状況

南側屋根の市民共同発電所の他に、現在では北側と東側の屋根にも太陽光パネルが民間企業の運営で設置されている。

また、西側の屋根には太陽熱温水器を設置し、選手用のシャワーや事務所の暖房等に利用している。

これらの太陽光パネルの年間発電実績は 28.8 万 kWh である。スタジアムの年間電力使用量は 29.6 万 kWh で、当初の予定では、2010 年までに 100% の自給率を目指していたが、現状 8,000kWh 不足している。

これは、ブンデスリーガの公式戦の 2 割がデーゲームで、残りの 8 割はナイトゲームで行われるため、夜間照明やテレビ中継用に多くの電力を必要としていることが要因である。

この不足分については今後、西側の屋根に太陽光パ



発電状況をリアルタイムに表示

ネルを設置することで目標を達成する計画である。

なお、太陽光パネルの発電状況は、スタジアム入口に設置された表示板で、リアルタイムに確認することができ、来場者へのアピールを行っている。

#### ⑤ コージェネレーション施設

スタジアムの横にはコージェネレーション施設を併設し、天然ガスで発電及び熱供給を行っている。最大出力は 280kW で、発電した電気はスタジアムが停電した場合に使用するシステムになっており、それ以外の時は地域への供給を行っている。

また、熱は温水としてピッチの芝が凍結しないように根の部分に供給し、選手用のシャワーにも利用している。

#### ⑥ 公共交通の利用促進

スタジアムは住宅街の中心に位置し、周辺住民への騒音の問題があるため、国際試合等のビッグマッチは行わず、基本的には国内のブンデスリーガの試合のみの利用である。

また、VIP 用の駐車場（100 台程度）しかないとめ、ほとんどの市民は市電に乗って応援に来ている。

観戦チケットには、試合開始の 3 時間前から利用可能な市内公共交通の乗車券がついており、こうした工夫をすることで環境負荷の低減及び公共交通の利用促進を図っている。

#### (4) まとめ

スタジアムに設置された太陽光パネルやスタジアム入口に設置された表示板は、試合観戦に来る市民の目に触れ、多くの人たちが再生可能エネルギーに关心を抱くきっかけを与えている。

フライブルク市のまちづくりと、市民団体、地域のスポーツクラブ、市民が複合的に協力し合うことで、地域のエネルギー政策への貢献につながった先進的な事例といえる。その後、このスタジアムの取組をモデルに、現在で

は、ドイツ国内の8つのクラブのスタジアムに太陽光発電が設置されている。



ピッチに降りてクラフト氏と記念撮影

## コラム：ドイツの空事情

ヨーロッパの玄関口というと、イギリスのヒースロー空港とフランスのシャルル・ドゴール空港、そして私たちが視察旅行の第一歩を刻んだドイツのフランクフルト空港の3空港が上位を争い、発着回数ではそれぞれ年間約45～50万回で肉薄している。

しかしドイツにはもうひとつ、年間発着回数が約39万回を数える、ヨーロッパ第6位のミュンヘン国際空港がある。これを加えるとドイツの空にはヨーロッパでもダントツの数の航空機が飛び交っていると言えるだろう。

ときに朝6時半ホテル発というタイトなスケジュールで行動した視察日もあったが、ふと夜が明けたばかりの空を見上げると、数多くの飛行機雲が視界に飛び込んできた。

「これ全部、再生可能エネルギー燃料で飛べばいいのに。」

次の視察地へとひた走るバスの中、夢うつつにそんなことを思った。



## 4 ヴォーバン地区

### (1) 調査内容

視察実施日 2012年10月16日(火)

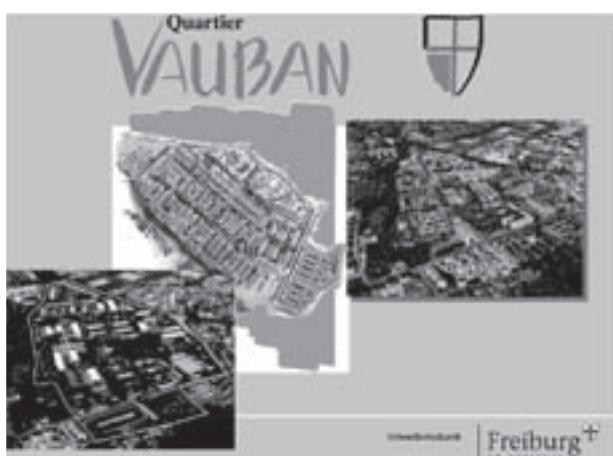
訪問先 ヴォーバン地区

#### ① 兵営地から住宅地へ

フライブルクの中央駅から3kmの位置にあるヴォーバン地区は、フライブルク市と市民グループのフォーラム・ヴォーバンによって、「循環型で持続可能な街づくり」をテーマとした環境共生団地の建設が進んでいる。

ヴォーバン地区の土地は、もともとは農地として利用されていたが、ナチスの時代になるとドイツ軍によって接収され、兵舎が建設された。1945年に第二次世界大戦でドイツは敗戦を迎えたことで、兵舎はフランス軍が使用するようになったが、1992年のベルリンの壁の崩壊によって東西ドイツが統合され、フランス軍は撤退、38haの面積を有するフランス軍基地の跡地はフライブルク市が買い取ることになった。

当時のフライブルク市は住宅難が深刻化し、アパートの家賃の高騰が社会問題化していた背景があり、学生たちを中心とした市民は、フランス軍



ヴォーバン地区

の旧兵舎をアパートに改修した。その後、ヴォーバン地区を持続可能なエコ住宅地にしたいと希望した市民グループによって、1994年にフォーラム・ヴォーバンが設立された。

次からは、ヴォーバン地区で取り組まれている環境に配慮した政策について紹介する。

#### ② パッシブ建築によるエコハウス

パッシブ建築の家では、「一般的な家庭の1ヶ月間の光熱費で1年間を暮らせる」と言われ、暖房エネルギーの消費が過大なドイツでは効果的な

取組となっている。

特徴として、まず建物は南向きに建築され、大きな窓ガラスを設置し、屋根のひさしも太陽光の入射量を季節に応じて調整する設計にするなど、明るい光をたくさん取り入れる工夫がなされている。また、建物は十分な断熱材で覆われており気密の高いものとなっている。さらに窓ガラスも効果の高いトリプルガラスを使用するなど、どの部屋も暖かく居心地のいい家になっている。

これらの省エネルギー化の取組に加え、太陽光パネルを設置した住宅では、再生可能エネルギーである太陽エネルギーを最大限に利用することで、自宅で消費するエネルギーよりも生産するエネルギーの方が多くなっている。



カラフルな住宅



緑化された住宅

### ③ 車に依存しない街づくり

車社会と言われるドイツだが、車の利用については多くの欠点が指摘されている。例として、排気ガスによって大気が汚染すること、化石燃料の消費が地球温暖化の原因となること、歩かないことで健康に悪いこと、事故で多くの人が亡くなること、渋滞の発生、道路整備にお金がかかることなどが挙げられる。



住宅地入口

ヴォーバン地区では、そのことへの解決に向けた交通コンセプトがある。住宅地内には路面電車が走り、ほとんどの人が移動手段は自転車か徒歩で、自動車に依存しない街づくりとなっている。以下にその具体例を紹介する。

### ア 駐車場禁止住宅

住宅地の居住区域には駐車場を作ることが禁止されている。住人の所有する車の駐車場は、住宅地の進入部、あるいは幹線道路との交差部分、住宅地の背面側に作られることが多く、その他にヴォーバン地区のはずれにある共同の立体駐車場を利用している。



共用立体駐車場

住人がマイカーを利用する際は、住宅から駐車場まで徒歩または自転車で移動しなくてはならなくなっている。

### イ 車の利用を抑えた住宅地

車が住宅地内に入りにくい構造や規制がなされ、車と暮らしとの接触をできる限り低減させようと意図した住宅地となっている。住宅地内の



住宅地内

車道を一方通行に制限する他、極端な速度制限を行い、さらに、住宅地に入る道路は、自動車の通り抜けを防ぎ、住民の自動車だけが必要な時に通行するように袋小路になっている。

また、この道路では子供たちが安全に遊ぶことができる他、車椅子の人たち、ベビーカー、歩行者、自転車の優先道路となっている。ほとんどの住居の目の前を通る道路には、そもそも隣近所に用のある車以外は進入してこない上、通行は徐行運転であるため、ここでは車の騒音問題もない。この安全な道路では子供たちが活発に遊び、その声が、街中にあふれている。



街中を走る路面電車

#### ④ 緑が豊かな自然を取り込んだ街

暮らしの質、街の魅力を考えたとき、「緑」「自然」は欠かせないキーワードとなっている。ヴォーバン地区では、より良い生活環境を作り出すために、庭や公園には緑が多く植えられ、住宅には屋上緑化など自然を取り込み、街を流れる小川は多数の動植物が生息す



緑があふれる水路

るビオトープとなっている。具体的には、まず通り沿いの街路樹は大木が多く、公園や住宅の前庭などに枝が伸び、緑を茂らせている。また、建物の壁にはツタやフジなどで緑化が施されている。さらに、住宅地内には路面電車が走っているが、その軌道は緑化され、脇には住宅地内で降る雨水を浸透させるためのくぼ地が作られている。雨水処理については、その他にも玄関前の庭と道路の間に、雨水を走らせるための石畳が敷かれている。

#### (2) まとめ

現地を視察して感じたことは、この街の人々は環境配慮への意識が高く、また上記で挙げてきた取組は、住民参加によって実現されたものであり、アイデアは住民が出したものばかりだが、自分達で進んでエコな暮らしがで



手作りのツリーハウス

きる街を作っていくことをとする挑戦的で冒険心にあふれているということである。

さらに、子供たちの将来を考え、環境教育を意識した公園づくりや焼き窯を作るなど自分たちが楽しめるような要素、遊びの感覚も随所に見ることができた。実際に生活するなかでは欠点もあるようだが、とにかくアイデアが豊富で素晴らしい、自然が



地下水を汲み上げるポンプ

多く落ち着きのあるきれいな街であった。

日本でも同様の取組をして欲しいところだが、そのためにはまずヴォーバン地区の人々のように環境に対する意識を高めること、さらに、なぜ環境に配慮した街づくりが必要かを十分に理解してもらうこと、また建物なら30年から50年程度で建て替えができるが、道路は100年以上残るものなので、計画段階で多少の不便を強いられることもあると覚悟してもらう必要もあると強く感じた。またそのためには、私たち自治体も普及啓発活動を積極的に行っていく必要があると思う。



ヴォーバン地区の街並み

## ヴィルトポルツリート村（ドイツ）



### ヴィルトポルツリート村の概要

都市名	ヴィルトポルツリート (Wildpoldsried)	言語	ドイツ語
人口 (2011年12月)	2,519人	面積	21.34km <sup>2</sup>
地勢 (緯度・経度)	北緯 47度46分 東経 10度24分	人口密度	120人/km <sup>2</sup>
都市の概要	<p>1818年の自治体成立以来、南部ドイツによく見られる「普通の農村」として、放牧地や農地が広がる穏やかな農村風景に囲まれている。</p> <p>その一方、近年では100%再生可能エネルギーによる電力の自給自足を達成したバイオエネルギー村として世界各国からの視察が絶えない。</p>		
都市の位置	<p>ヴィルトポルツリート村</p>		

## 1 ヴィルトポルツリート村役場

### (1) 概要

ヴィルトポルツリート村は、ドイツ南部バイエルン州に属し、大都市ミュンヘンから約 100km の距離に位置している。

酪農以外に取り立てて産業がなく、これまで魅力といえば、冬季のクロスカントリースキー程度であった。

それがドイツ国内はもとより世界中から視察の申し込みが殺到するきっかけになったのは、1996 年の現村長 Arno Zengerle 氏の就任が契机であった。

以降の略歴は次のとおりである。



村の丘には風力発電が並ぶ

年	経緯
1998	・週末ごとの畜産関係者の寄り合いで、村の将来について話し合いがもたれるようになる
1999	・村民対象アンケートを実施、村と村民の意見交換を基に作成した革新的な行動目標「2020 年の村のビジョン」を村議会が全会一致で承認し、自然エネルギーによる電力の自給自足を掲げる
2000	・ドイツ再生可能エネルギー法が施行 ・将来の村のコンセプトを策定 ・市民出資による風力発電の開始
2005	・暖房センター（ペレット利用）が稼動
2007	・バイオガスコーチェネレーション施設が稼動
2011	・IRENE プロジェクト（後述）開始

## (2) 観察目的

村ではビジョンに基づいて計画を進めた結果、わずか 10 年で電力需要の 100%を再生可能エネルギーでまかなうことに成功した。

2011 年には電力の生産量は 20,543MWh（電力需要の 321%）に達し、売電収入の実績は 400 万ユーロ、2012 年には 500 万ユーロにのぼる見通しである。

「バイオエネルギー村」として知られる村において、達成までの経緯やそのコンセプトを日本国内での発展や導入の場に還元するため、観察を実施した。

## (3) 村役場 調査内容

観察実施日 2012 年 10 月 17 日（水）

対応者 助役 Gunter Mogele 氏

ヒアリング内容 村のエネルギー政策について



### ① バイオガスコーチェネレーション

村の周辺では酪農が行われており、そこで発生する家畜の糞尿などを原料に作られたバイオガスで、電気と熱を生産するコーチェネレーションが行われている。

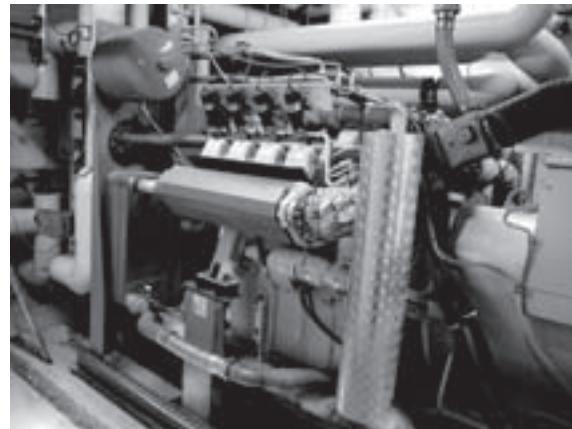
村内には 4 基のコーチェネレーション施設があり、バイオガスを原料に発電し、さらにその際に生まれる熱も温水として利用している。最大の設備は 250kW 出力の機器を 2 つ連ねたもので、年間で電気は 5.1GWh、熱は 2.9GWh※のエネルギーを生み出し、電力会社の系統や地域暖房ネットワークへと販売されている。

#### ※熱量の表示の違い

ドイツでは熱量の表示がジュール (J) ではなく Wh と表記されるが、同等のものとして扱ってよいとの説明があった。

村内で使われる電気はこの1基だけで十分にまかなえる。

バイオガスは臭いの発生というデメリットがあるため、村のはずれで生産され、全長4.2kmのガス管を通じて村の中心部にあるコーチェネレーション施設へと送られる仕組みになっている。



村内のバイオガスコーチェネレーション施設

## ② 地域暖房ネットワーク

地域暖房は日本国内でも1972年の熱供給事業法制定以来、公益事業として各地で取り組まれており、県内では横浜駅西口の商業地域などで導入されているが、住宅地への普及は現状では進んでいない状況である。

寒冷地のこの村では住宅地においてもネット



村内に整備された熱供給網

ワーク化され重用されており、2005年の400kWペレットボイラー稼動を皮切りに、2007年、2009年、2010年と続けて延長工事を実施、2012年7月現在で、全公共施設など42の建物に接続する総延長2,554mの熱供給パイプの整備がなされている。

村で使われる熱の供給源となるのが前述のバイオガスコーチェネレーション施設であるが、バイオガスによる熱だけでは冬季には不足するため、

ペレット燃焼と石油も活用している。

このため、村では熱についても、2013年までに100%再生可能エネルギーによる自給を目指す取組を始めている。

このパイプに接続されているのは、各250kWのバイオガスコーチェネレーション設備が2基と400kWのペレットボイラーが1基、385kWの石油ボイラーが1基である。

発熱量はバイオガスで1,332,540kWh/年、ペレットで883,670kWh/年であり、年間では原油換算で221,621ℓ、CO<sub>2</sub>換算で598,377kgの削減効果を上げている。

### ③ 太陽光発電・太陽熱利用

村内には出力合計で約4MWp※の太陽光発電設備が200か所に設置されている。(発電量の内訳は右表のとおり)ほとんどの設備は市民出資によって取り付けられたもので、地元電力会社への売電量は年間3,115MWhで売電収入は約150万ユーロとなり、電力使用だけでなく設備メンテナンスにも資金を回している。

公共施設への設置状況(2011年)

設置場所	発電量
スポーツ施設	147kWp
学校	93.64kWp
リサイクルセンター	42.36kWp
消防団	27.48kWp
体育館	26.25kWp
その他	54.91kWp
計	391.64kWp

※Wp(ワットピーク)とは

標準として定められた条件のもとで得られる電力をワット数で表示したもの。太陽光の場合、標準的な測定条件は1,000W/m<sup>2</sup>、25°C、エアマスク1.5である。



太陽光パネルを設置した住居

設置を開始したのは 2004 年だが、太陽光発電パネル価格は 2012 年には 1,776 ヨーロ/kWp と 2006 年比で価格が 65% 下落しており、いずれ固定価格買取制度はなくなるものと見込んだ計画を立てている。

目下の課題は太陽光発電の蓄電で、アイデアを開発中であるという。

なお、日本で行われている太陽光など個人住宅への再生可能エネルギー設備の設置補助については、「州レベルではあるかもしれないが、村では行っていない。行政はアドバイスはできるが、金融はあくまで自分たちで行うべきもの、という考え方である」とのことであった。

また、太陽熱温水器は 140 か所に計 1,900 m<sup>3</sup> の集熱器が取り付けられており、各家庭での温水利用に供されている。今後は太陽熱をさらに活用したいと話があった。

#### ④ 地熱利用

地熱発電はドライスチーム式など様々な熱利用方式があるが、ポテンシャルが高いとされる日本と異なり非火山国であることもあって、地熱発電はドイツ全土においても全再生可能エネルギー発電量の 1 % にも満たない。

しかし、どれか 1 種類の発電方式に絞るではなく様々な電力源について可能性を視野に入れておくことが必要であるとの考え方から、村でも 6 基のみであるが熱供給に利用している。



地熱発電機器

## ⑤ 水力発電

村一帯は洪水多発地帯であり、2週間にわたって雨が降り続けることもあるという。その対策として湿原と共生する景観づくりを意味する「WiWaLaMoor」を標榜し、ため池を造成しているほか、豊富な水量を利用して村内には3か所で水力発電を行っている。

いずれも中小水力の発電規模で、25kWが2基、8kWが1基稼働し、年間55MWh発電、5,290ユーロの売電収入も得ている。

## ⑥ 風力発電

村に訪れる際に、真っ先に目につくのが風況の良い丘に並んだ風力発電のタワーの列である。

村では2000年から設置を始め、現在7基で合計出力12.1MW、年間22GWhの発電と約183万ユーロの売電収入を作り出す発電設備がすべて市民出資の会社によって設置されている。



風力発電は当地の主力設備

おおむね10年で減価償却し、利益は投資額の約25%を見込む。

出資者への配当は年変動があるものの、銀行に預金するよりも利率が高いことで出資者は後を絶たない。出資に対する配当率は次のとおりである。

風力発電出資者への配当率の変動

年	2002	2003	2004	2005	2006
配当	10%	11%	10%	8%	13%
年	2007	2008	2009	2010	2011
配当	6%	6%	8%	13%	18%

これまでに 250 名が出資しており、2012 年 8 月に新たに建設された出力 2.3MW の設備 2 基についても、資金の 720 万ユーロのうち個人出資分 290 万ユーロの 70% は新規の 100 名がまかなっている。

ドイツと比較して日本国内では風力発電が普及しづらい環境にあると言われているが、その原因として挙げられるのが騒音と景観の問題である。

ここでは騒音対策として、設置あたっては住居から 600m 離すこと（日本では 500m）、景観対策として、設置場所を近くにまとめることでそれぞれ対応している。

また、村では設備は中小型のものを採用することで建設費・運搬費を抑えている。いずれも、当地の広大な土地柄に頼るだけではない最善策を見出しているといえる。

## ⑦ 環境啓発

村では小学校で講習を受けた児童にエネルギー版の運転免許証を渡す取組や、幼稚園でもエネルギー週間を設けるなどを行い、子供のころからエネルギー問題を意識させている。

また、すべての公共施設は 2001 年から村がエネルギー管理を実施し、小学校や体育館といった公共施設では太陽光パネルや断熱材の取り付けのほか、地元木材の活用も行っている。

地元木材の活用は、村のコンセプト（木材分野）にも含まれ、コストは輸入材以上にかかるとしても、それは村にお金が落ち、産業の活性化につながるものであればよいと考えられている。

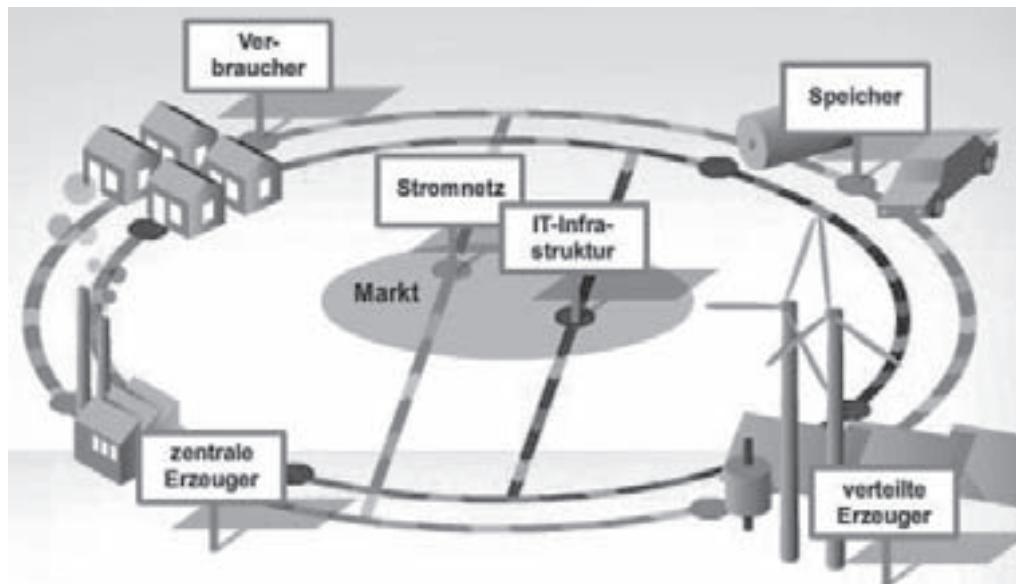


環境体験をする子ども達

## ⑧ IRENE プロジェクト

2011 年から村はドイツ経済省が支援するスマートグリッドの先導的プロジェクト実施自治体に指定され、IRENE（再生可能エネルギーと電気自動車の統合）と名付けられた、電力消費や発電状況のモニタリングと 25

台のEVを対象にカーシェアリングをする実験を行っている。



IRENEプロジェクト（1）スマートグリッドの構築

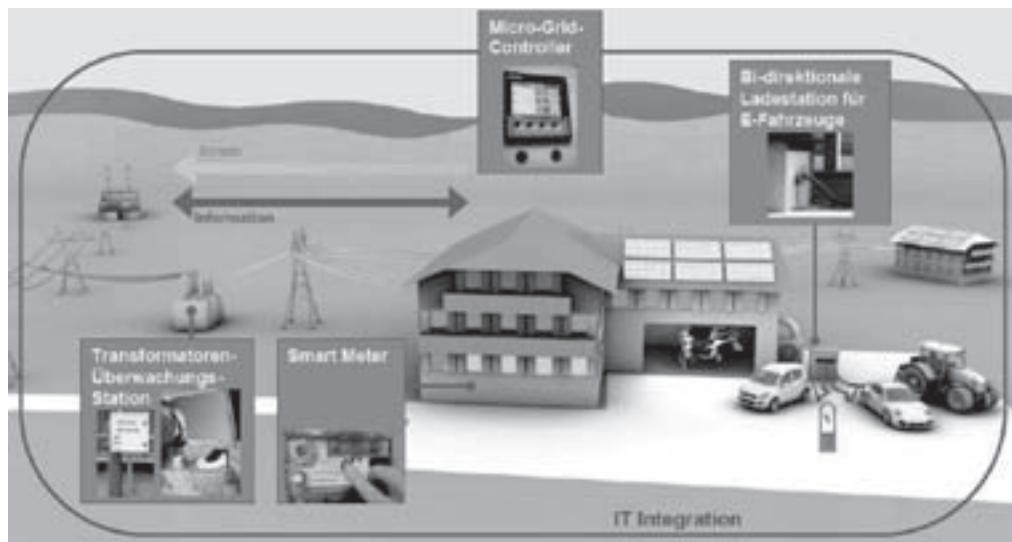
モニタリングでは、50件の家庭、150か所の分電・送電盤にスマートメーターを取り付け、村内の電力の消費行動や再生可能エネルギーからの発電状況を常時監視している。

カーシェアリングでは、共有の車両を利用するほか、電気自動車の蓄電機能に着目し、再生可能エネルギーによる発電との組み合わせによって、蓄電の最適化のためのソフト開発を行う研究である。

このプロジェクトには、地域の電力系統を運営するAÜW社とシーメンス社、アーヘン工科大学とケンプテン実用科学単科大学が管理や技術分野で協力参加している。



三菱アイミーブも使われる



IRENE プロジェクト (2) IT による監視と管理

例えば、風がないときは風力発電ではなく電気自動車やバイオガスプラントから電力を供給する、といった双方向的なコントロールを行うことによって発電・蓄電のスマート化を進めている。

## ⑨ 今後について

今後の展開としては、住宅の省エネルギー化を進めることが考えられている。具体的には、家庭からの逃げ熱がどのくらいあるかサーモグラフィーでチェックし、家の改修に役立てるほか、毎月のアドバイス日に各家庭を訪問して省エネ診断を行う計画をたてている。

また、家庭のエアコンや冷蔵庫、給湯器などで使われているヒートポンプを熱効率のよいものに交換するサービスでは、情報提供にも力を入れ、高性能機器の普及を進めていくことが考えられている。

世界のヒートポンプの2/3は古い型式のもので、そのすべてを新しい型式に交換すれば原発24基が不要な計算になるという。



逃げ熱のチェック

#### (4) まとめ

一見、穏やかで小さな田舎の農村が、バイオエネルギー村と呼ばれ、世界中から視察を受け入れている。そのギャップに惹かれて選んだ訪問先であったが、その充実ぶりは想像以上であった。新しい試みが世界中に認知され、村にはすでに観光業・視察業という新しい環境ツーリズムまでもが生まれていた。

自然エネルギーの導入というと費用がかさみ、補助金なしでは普及が進まないと考えがちだが、経済性さえ持たせることができれば、住民は自己責任のもと、行政任せではないスタイルを自ら進んで確立していくものと感じた。

この村の成功は国の固定価格買取制度を利用して、有効なアイデアを村議会がスピードィーに後押しし、住民が一丸となって取り組んだ成果でもある。

モーグレ助役の説明からは、自分たちが行ってきた取組への確信と、さらに進めていけるという自信が感じられた。その言葉をひとつ紹介し、まとめとする。

「私の息子も、今度の新しい風力発電に出資するんだ。」



ヴィルトポルツリート村の風景

## ウィーン市（オーストリア）



### ウィーン市の概要

都市名	ウィーン (Wien)	言語	ドイツ語
人口 (2011年9月)	1,731,444人	面積	414.89km <sup>2</sup>
地勢 (緯度・経度)	北緯 48度07分 東経 16度11分	人口密度	4,173人/km <sup>2</sup>
都市の概要	オーストリアの首都であるウィーン市は、中世から20世紀初頭まで中部ヨーロッパで強大な勢力を誇ったハプスブルク家の統治により発展し、クラシック音楽が盛んで「音楽の都」「楽都」と呼ばれる。中心地にはシュテファン大聖堂やホーフブルク宮殿などを含む目を見張る建築物が数多く立ち並んでおり、その歴史地区は世界遺産にも登録されている。		
都市の位置	<p>Copyright(C) T-worldmap All Rights Reserved.</p>		

ウィーン市は、オーストリア共和国の首都で、都市単独で州のひとつとされている。人口は約 173 万人で国の人口の約 20%を占めており、国内最大の都市であるとともにヨーロッパ有数の世界都市でもある。現在では、国際機関の本部の集積地にもなっており、国際原子力機関（IAEA）や欧州安全保障協力機構（OSCE）など様々な事務局が置かれている。

ドナウ河沿いの交易地として発展したウィーンは、オーストリア＝ハンガリー帝国の首都として古くから栄えており、ハプスブルク家の統治のもと、華やかな貴族文化を象徴するような壮麗な建造物が数多く建ち並んでいる。中心地を移動していると、見ごたえのある建物が次から次へと迫ってきて圧倒される街並みである。

市内交通ではトラム（路面電車）が街中をくまなく走っており、32 系統で総延長 188 km と大規模なネットワークを誇っている。他にも U バーン（ウィーン市地下鉄）や S バーン（近郊電車）が整備されており、一日フリー・パスを利用すれば、市内を回るのに非常に便利である。一方で車の場合はリング内の旧市街は道も細く一方通行も多いにもかかわらず、多くの観光バスなどが乗り入れるため、慢性的な渋滞の発生が問題となっている。



ウィーン自然史博物館



市内を走るトラム

ウィーンの都市づくりは、皇帝フランツ・ヨーゼフ 1 世の立案による大規模な都市改造が転機となっており、古くからある中心地を囲む市壁を撤去し環状の道路（リング）を整備し、街路沿いに有名な建造物やモニュメントを配置していった。

19 世紀からの都市計画事業の一環として特徴的なものに、地域暖房

ネットワークがあげられる。現在では、中心地周辺 5 km 以内にごみ焼却場 3ヶ所、熱電供給施設 4ヶ所、地熱施設 1ヶ所、温水供給工場 3ヶ所の熱供給源となる施設があり、市内に 1,000 km を超えるパイプラインが整備され、ヨーロッパ最大級のネットワークの一つとなっている。

地域暖房をはじめ、市内の電力、ガスなどを総合的に管理しているウィーン・エネルギー社では、所有設備のエネルギー効率の改善や住民の省エネ活動の奨励、再生可能エネルギー（バイオマス・風力・水力・太陽光など）の割合引き上げなど多面的に省エネや地球温暖化防止に取り組んでいる。今回の視察では大都市における廃棄物処理とエネルギー利用の現状について探るため視察を実施した。

### コラム：最も安全な原子力発電所

オーストリアでは 1970 年代に原子力発電の導入が計画され、ウィーン市の西約 20 km にあるツヴェンテンドルフ村に 1 号機が建設された。ところが、稼動直前に原発の可否を問う国民投票が行われることとなり、ほんのわずかな差で稼動反対票が上回った。

その結果、この施設は“眠り姫”として一度も稼動することなく、最も安全な原子力発電所と称されるようになった。現在では、太陽光発電所や教育施設として利用されている。

この国民投票を契機に、オーストリアでは原発禁止法が採択され、その後憲法に明記されることとなった。



## 1 プファッフェナウごみ焼却場

### (1) 調査内容

視察実施日 2012年10月18日（木）

対応者 WKU（ウィーン環境事業センター）

Michael Poszve 氏

#### ① 施設の立地

プファッフェナウごみ焼却場は、ウィーン市内に整備されている3か所の焼却施設のうちの一つで、中心地から空港やブタペスト方面へ向かう高速道路沿いの市内東部に位置している。46,000 m<sup>2</sup>の敷地に通常のごみ焼却場とバイオガス施設を併設し、



プファッフェナウごみ焼却場 外観

2008年に本格稼動を始めた比較的新しい施設である。

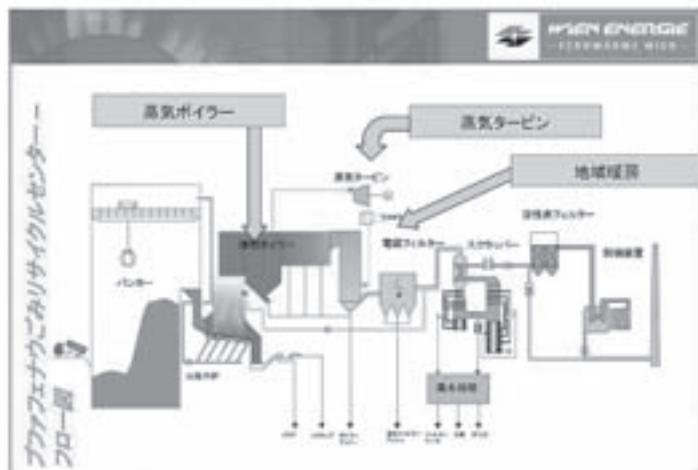
敷地の周辺には、医療系廃棄物などの危険物焼却場や浄水場、食肉処理場などが立地しているが、市民の健康に影響がないように工業系用地に計画的に整備されている。ごみの収集については、中心地の住宅から回収された後、高速道路を利用して搬入しているため、非常に効率の良い運搬収集が行われている。施設からの異臭も少なく、周辺住民からの苦情等はないとのことである。

#### ② ごみ焼却施設とバイオガス施設の概要

##### ア ごみ焼却施設

建設費は3億ユーロ（バイオガス施設含む）で、ウィーン市が出資している。ごみ処理量としては、年間25万トンで、1日あたりトラック140から200台の搬入がある。ちなみに、ウィーン市のごみ処理量全体

が年間約60万トンなので、約40%を処理できる能力を持っている。24時間コンピュータ監視のもと稼動しており、職員も2交代制で勤務している。



ごみ焼却フロー図

ごみ焼却場がエネルギー変換する設備効率は一般的には35%程度のところを、76%とヨーロッパの中でも非常に高く、効率良く熱と電気を抽出している。

#### イ バイオガス施設

バイオガス施設では、ウィーン市内から出た生ごみを発酵させ、メタンガス化して電気を取り出している。発酵後の残渣は、有機肥料となるので、市の公園などで使用するほか、市民へ無料配布もしている。バイオガスは、新エネルギーの一つであるので是非見学したいところであったが、施設内部に入るとシャワーを浴びても取れないぐらい臭いがするということで、今回見学することはできなかった。

#### ウ 発電・地域暖房ネットワーク

ごみ焼却施設とバイオガス施設の発電は、合計で15MWを生み出している。そのうち4MWは自社で使用するため、11MWを電力網へ供給しており、この余剰電力で市内の約25,000世帯分の電力を賄っている。



蒸気タービンによる発電

地域暖房では、ごみ焼却施設からのみ熱供給されており、15気圧に圧縮され185度まで加熱された水が、すぐそばにあるシマリングの供給施設へパイplineで接続されている。そこから市街地の大規模なネットワークにつながっており、各家庭や公共施設などで利用されている。熱生産量としては、54MWを生産しており、約5万世帯分の熱供給量となる。熱の需要が少なくなる夏には発電を多くして、熱供給量を減らし、逆に冬は熱供給量を増やすなど効率的な運用をしているとのことである。

### ③ ウィーン市のごみ出し事情

(現地コーディネーター佐野氏からのヒアリング)

市内各所にごみ集めの島（ごみステーション）が約300mおきにあり、古紙回収・金属用・ガラス（色つき、色なし）、プラスチックに分類したコンテナが設置され、住民は無料でいつでも出せるようになっている。

家庭の燃えるごみについて  
は、各アパートにコンテナが設  
置されており、それぞれの規約  
に従ってごみ出しをしている。  
料金についてもアパートの共  
益費などに含まれることが多  
くなっている。そのほか、プラ  
イベート用のごみ収集コンテ  
ナもあり、料金は回収回数によって変わるが、利用者が料金納付済みのス  
テッカーを貼っておき、路上に出すと回収するシステムもある。



市内のごみステーション

オーストリアでは、EUで定めている廃棄物基準より厳しい基準を策定しており、住民の環境への関心も比較的高いとのことである。ウィーン市では、適正な廃棄物処理の啓発取り組みとして、チラシの配布や企業への出張講演などを行っている。ごみ削減の取り組みとして、一般ごみの課金を従量制にすることで家庭からの排出量削減を図っているが、人口の増加に伴って年々ごみの量は増えてしまっているのが現状であるという。

## (2) まとめ

日本ではごみ焼却場のイメージというと迷惑施設としてみられ、建設するためには地域住民の同意を得ることが難しいことが多い。一方、ウィーン市にあるシュピッテラウごみ焼却場は都市中心部の大学の隣に立地しているが、画家フンデルトヴァッサー氏のデザインによるユニークな芸術作品として街並みに溶け込み、住民にも受け入れられている。

ウィーン市のごみ焼却場は、ごみ処理・発電・熱供給源として役割が明確にされており、古くからの都市計画で整備された地域暖房ネットワークのパイプラインとあわせて、無駄のないエネルギー利用が推進されている。地域熱暖房の発展は、市内の95%が集合住宅であることや、日本より寒い気候であることも要因の一つであると考えられる。日本の地域特性や文化、また初期投資に莫大な費用が必要となることから、地域暖房にこだわる必要はないと思うが、ごみ処理は人が生活するうえで必ず発生する事象なので、そこに生まれるエネルギーを上手に回収する循環サイクルを構築することが今後の課題であると感じた。

ウィーン市の長年にわたるまちづくりは、子や孫に誇れることであり、原子力発電所の建設などに単に反対するだけではなく、地道に再生可能エネルギーの導入に取り組むオーストリアの国民性には強く感銘した。



テーマパークのような外観の  
シュピッテラウごみ焼却場



ミッセル氏を囲んで

## 2 ホテルスタッドハレ

### (1) 調査内容

視察実施日 2012年10月18日（木）

対応者 ホテルスタッドハレ広報担当者

Susanne Sarvary 氏

#### ① 訪問にあたって

ウィーン中心部に、大都市としては世界初のエネルギー自給自足のエコホテルがあると聞き、ウィーンでの宿泊先にこのホテルを希望したのだが、団体での宿泊は出来ないとのことであった。快適性を犠牲にせず省エネを行っているホテルに宿泊することで、五感を持って視察を行えるものと期待していたため残念な結果であったが、幸運にもホテルの広報担当者が案内をしてくれる運びとなり、訪問した次第である。



ホテルスタッドハレ外観

#### ② 訪問先について

スタッドハレは Zero Energy-Balance (ゼロエネルギー・バランス) をポリシーに掲げた世界初のシティホテルである。つまりは、ホテルが、エネルギー消費量と同じエネルギー量を生産することを意味している。

太陽光等の再生可能エネルギーの利用と徹底した省エネ化がゼロエネルギー・バランスを可能にした。これらにより、EU ecolabel 2009 等多くの環境に関する賞を受賞している。



賞状やトロフィー

温水には太陽熱を、庭園への散水には屋根から集めた雨水を利用してお  
り、すべての屋根の上に草木やツタが植わっているエコホテルである一方、  
美しい庭園、それぞれ内装が異なる客室（80室）を持ち、ウィーン西駅の  
主要ショッピング街マリアヒルファー通りの近くに位置している。



屋上緑化



庭園



客室

### ③ ヒアリング内容

今ではエコホテルとしての地位を確立できたが、元々は19世紀初めに出来た集合住宅を前オーナーが改裝したホテルである。それまでもソーラーシステムを利用するなどエコホテル路線であったが、ホテルを増築する際に、外部からの電力をまったく必要としない独自のシステムを導入した。壁の断熱、状況に応じた館内の気密化、換気システムを利用して



ホテル地下室の空調システム

暖めたり冷やしたりする部屋の空気の熱も再利用している。冷房には冷たい地下水を利用し、電力供給には太陽光発電と風力発電、また、照明にはすべて LED ライトを使用して電力を節約しているほか、トイレの洗浄水は雨水と地下水を利用しているという。

自然エネルギーや熱の再利用などの供給面は大切だが、同様にいかに客室で使われるエネルギー負担を軽減するかがエネルギー自給自足を可能にするかの鍵になるという。そのために、部屋の気密性や壁の断



おしゃれな LED ライト

熱性に配慮するのと同時に、冷暖房は床下の熱の逃げにくいコンクリートの中へパイプを張り巡らしたものに冷水や湯を流し込むこととした。こうすることで、客室で使われるエネルギーは通常の客室の 1/3 以下に抑えることが出来たという。

客室から出るごみは従業員が分別を行なっている。また、ホテルの今後のプランとしては、風力発電を増設することである。

宿泊料はシングル朝食付き 78 ユーロからダブル朝食付き 168 ユーロまであり、客室にはミニバーは無く、軽飲食の要望はレセプションにて対応している。朝食にはオーガニックな食品と近郊の生産者から仕入れた食材のみを使用している。自転車、電気自動車、列車など自然に優しい交通手段で訪れた宿泊客には、グリーンボーナスとして 10% の割引がある。また、電動バイク等のレンタルも行なっているとのことである。



地下水の貯水槽



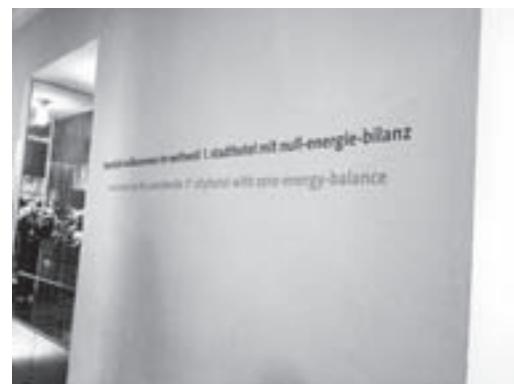
レンタル用電動バイク

## (2) まとめ

パッシブハウスと言われるホテルはオーストリアでも他にはないらしく、非常に興味深い体験であった。

話を聞いた限りでは、太陽光パネルなどの設置時に政府や州からの補助は無いに等しいようである。苦労もあると思うが、ホテルのロビーに書かれた、「herzlich willkommen im weltweit 1. stadthotel mit null-energie-bilanz (welcome to the worldwide 1<sup>st</sup> cityhotel with zero-energy-balance)」を見て、経営者の環境意識の高さと誇りを感じた。また、スザン氏が、寒ければ暖房より、毛布を使って人間同士寄り添っていたほうが暖まると言っていたのが印象的であった。

宿泊出来なかつたことは非常に残念であったが、環境に配慮しているホテルは快適ではないという世間のネガティブなイメージを拭い去るのに十分な、充実した施設見学となった。



スザン氏を囲んで

## コラム：～環境と芸術の共存～

画家、芸術家、建築家と様々な顔を持つオーストリア人アーティスト、フリーデンスライヒ・レゲンターカー・ダンケルブント・ファンデルトヴァッサー（Friedensreich Regentag Dunkelbunt Hundertwasser、1928-2000）。彼は鮮やかな色彩を使い、自然に優しく環境と共に存する作品を多く残している。

ファンデルトヴァッサーの作品の1つでもあるウィーンの建築、「クンストハウスウィーン」の近くに、ウィーンで最も奇抜な市営住宅、いわゆる「ファンデルトヴァッサーハウス」がある。

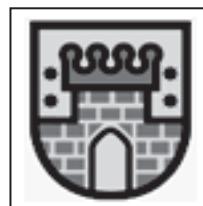
「植物と共に生きてこそ人間は、よりよい生活を送ることができる」と時代を先取り「エコ」を訴え続けたファンデルトヴァッサーの建築物は、あちこちに曲線が使われ、屋根や窓などにもたくさんの緑が使われており、自然の中にいる気分を味わうことができる。

また、お堅いイメージのある市営住宅やごみ処理場のデザインにファンデルトヴァッサーを起用して観光地にプロデュースしたウィーン市当局の手腕を評価すべきだとも感じる。



市営住宅

## ギュッシング市（オーストリア）



### ギュッシング市の概要

都市名	ギュッシング (Güssing)	言語	ドイツ語
人口 (2012年1月)	3,798人	面積	49.31km <sup>2</sup>
地勢 (緯度・経度)	北緯 47度04分 東経 16度19分	人口密度	77.02人/km <sup>2</sup>
都市の概要	<p>ギュッシング市は、ブルゲンラント州ギュッシング郡に属しており、郡庁所在地である。ブルゲンラント州は、7つの郡（Bezirk；行政管区）からなり、ギュッシング郡は28の市町村（Gemeinde；ゲマインデ）で構成されている。郡は自治体ではなく、行政事務を処理する州の出先機関である。</p> <p>ギュッシング市は旧ソ連圏のハンガリーとの国境地帯にあり、「鉄のカーテン」があった。国の投資事業や、基幹産業が無かつたため、就業人口の70%が都会地への出稼ぎ労働者となっており、若年層の人口流出も大きな問題になっていた。また、鉄道や高速道路網も無く、1988年にはギュッシング市とその周辺地域は「オーストリアで最も貧しい地域」であった。</p>		
都市の位置			

ギュッシング郡は、ハンガリー・ヴァシュ県との国境になっている。1918年に第一次世界大戦に敗れたハンガリー帝国から 1921 年にオーストリアへ割譲される前まではヴァシュ県に属していた。

第二次世界大戦後始まった冷戦下でハンガリー・オーストリア両国の国境は「鉄のカーテン」の一部をなし、1948 年から 1989 年まで有刺鉄線が連なっており、「鉄のカーテン」に接する僻地として投資が全く行われず、産業が育っていないこともあり、就業人口の 70%が都会地への出稼ぎ労働者となっていた。

また、農業を営んでいた人も相続により所有地を 85 アールまで減らし、衰退しそうになったが、集団で営むことで解決したようである。

1988 年には「オーストリアで最も貧しい地域」と呼ばれたギュッシング郡が貧しいと言われた背景には、電気、ガソリン、灯油といったエネルギー関連の費用に 3,500 万ユーロという膨大な費用を支出していたことがある。そこで、ペーター・バダシュ市長はエネルギーの外部依存をやめ、脱化石燃料政策を打ち出し、再生可能なエネルギーの自給による地域発展モデルを作り上げようとした。その政策を推進した結果、わずか 11 年という短い期間でエネルギーの完全自給自足を実現し「ギュッシングモデル」として成功を遂げている。



ギュッシング城を望む

## 1 ギュッシング市役所及びヨーロッパ再生可能エネルギー研究所

### (1) 観察目的

「オーストリアで最も貧しい地域」と呼ばれたギュッシング市が、僅か11年間という短期間でエネルギー自給自足率100%を達成し、そのうえ余ったエネルギーを売却し、市の収入を増大させている。

これは「ギュッシングモデル」として知られているが、この成功までの過程等をギュッシング市職員及びヨーロッパ再生可能エネルギー研究所（以下、E E E）職員から聴講及び施設見学することにより、各自治体への取り組みの参考にするため観察を行なった。

### (2) 調査内容

観察実施日	2012年10月19日（金）
訪問先	ヨーロッパ再生可能エネルギー研究所
対応者	E E E職員、シュトレム町長 Bernhard Deutsch 氏 ギュッシング市副市長（観光担当） Gilbert Lang 氏

#### ① ギュッシング市役所等の規模

事務職員は20名程度、保育士等を合わせても50名程度である。そのため、職員の異動は基本的になく、他の部署との連携については職員数が少ないため弊害はない。

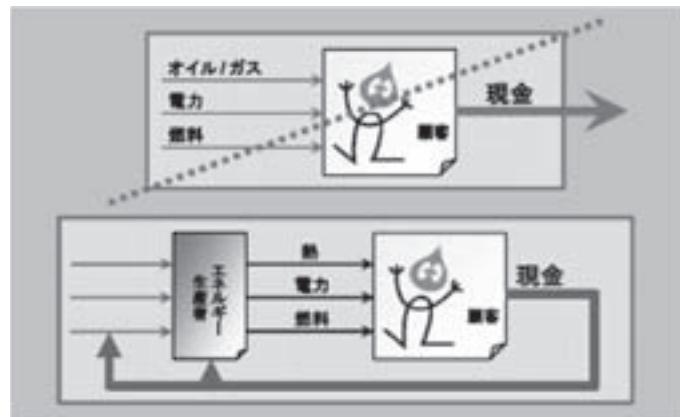
再生可能エネルギー政策を推進するために1996年にはE E Eが設立された。E E Eは、利益追求はしない団体で、地域や共同体単位のエネルギー供給のコンセプトづくりや省エネ対策と再生可能エネルギーの持続的な利用法の研究開発、講義、研修、スタディーツアーなど再生可能エネルギーや地域熱供給に関する活動を積極的に行っている。



Gilbert Lang 氏

## ② 「ギュッシングモデル」の基本的な考え方

前述したように、ギュッシング市は「鉄のカーテン」があったため、投資が全く行われず、高速道路も空港もなく、仕事を求めて住民が流出し、過疎化していく一方のまちであった。市の歳出を精査した結果、エネルギー部門への出費が多いことが分かった。そのため、脱化石燃料を掲げ、エネルギーへの出費を抑制し、その費用を地域経済に循環させようと、



エネルギーに係る費用循環の変移

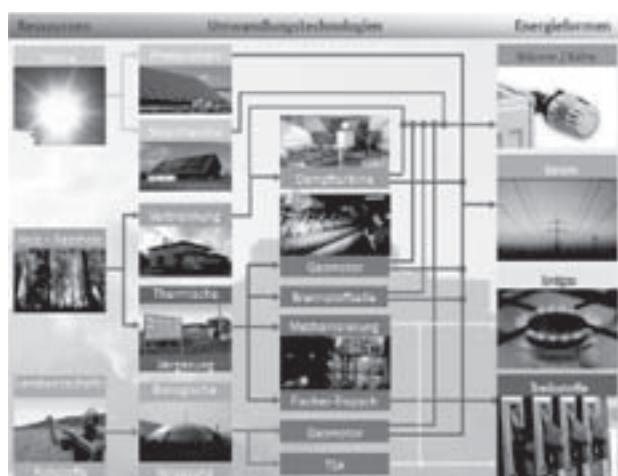
当時まだあまり研究されていなかった再生可能エネルギーに着目した。太陽光や市の面積の45%を占める森林等、地域で供給できる再生可能資源を総動員し、地元で分散的にエネルギーを生産することを基本的な考え方としている。

## ③ エネルギー政策

### ア 再生可能エネルギー政策

世界中で1日に必要なエネルギー量は石油 1,212 万 t、石炭 846 万 t、天然ガス 77 億m<sup>3</sup>である。一方、太陽から地球へと届くエネルギーは、世界で必要とされているエネルギーの実に 15,000 倍のエネルギーであると言われている。

脱化石燃料を掲げ、エネルギー政策をどうするか考えた時に原子力エネルギーの活用を初めは考えていたが、原子



脱化石燃料への転換

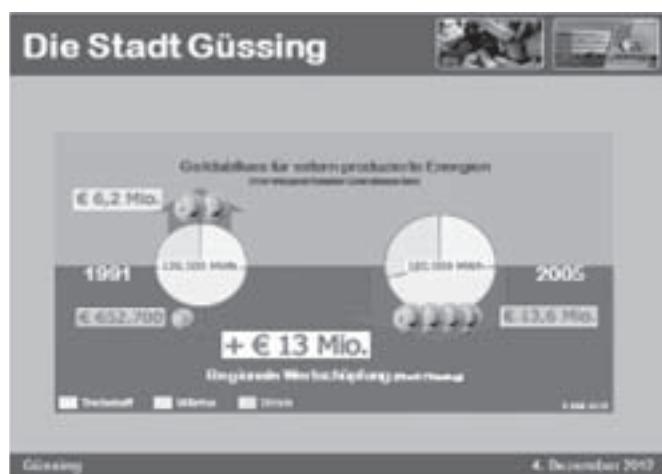
力エネルギーは危険なものであるという認識があったため、1990年から再生可能エネルギーを活用することに力を入れてきた。

脱化石燃料のためにまずは「市に豊富にある資源」に着目した。ギュッシング市は、オーストリア国内では最も日射量が多く、年間300日は晴れしており、降水量も600mm～700mm程度と、太陽エネルギーの活用に非常に適した土地柄であった。そのため、太陽熱を利用した給湯と太陽光発電を導入することを決めた。

また、森林資源が潤沢であり、市の面積の45%を森林が占めている。市内にはフローリングメーカー工場があり、そこから廃棄される木屑(30t/日)や農家からの農業廃棄物(バイオマス)を活用することを決め、発電及び地域暖房網のシステムを構築した。

初めは、木屑やバイオマスをそのまま燃やして活用していたが、効率を上げるため、現在ではガス化を実行し、1時間に2.5tの木屑をバイオガス化して燃焼させている。それに伴い、2001年からはバイオガスを燃料としたガスモーターによる発電と、発電に伴う排熱を地域暖房に利用するというコージェネレーションシステムの運用を開始している。また、草木からバイオガソリン、バイオディーゼルを精製する技術の他、質の悪いバイオガスを天然ガス並みの性能にするバイオガスのメタン化についても世界に先駆けて研究開発している。(バイオディーゼルに関しては現在行っていない)。

再生可能エネルギー政策を推進していく一方で、企業の誘致についても注力した。1996年のEEEの設立後約50社もの企業を誘致し、新たに1,100人の雇用機会の創出に成功している。企業の誘致に成功した背景には、



富の流れの変化

1995 年にオーストリアが EUへと加盟したことによって、当時貧しい地域であったギュッシング郡が EUからの援助を受けることができたこと、エネルギーを使う会社ではエネルギーの供給を安価で受けられるという政策が市で打ち出されていたことが理由として挙げられる。

再生可能エネルギー政策の推進に伴うエネルギー購入費用の減少と創出したエネルギーの売り上げ、そして企業の誘致による経済の活性化によって、それまではエネルギーに係る費用として、ギュッシング市域内から年間約 620 万ユーロもの富が流出し、市域内にはわずか 65 万ユーロしか回らなかった状態から、現在では約 20 倍の約 1,300 万ユーロの富が回るようになり、市域経済の活性化に成功した。

市域経済の活性化の一方で再生可能エネルギーの導入は地球温暖化防止対策としても大きな成果を上げていることを忘れてはならない。1992 年には、37,000t であった CO<sub>2</sub> の排出量が、2008 年には 2,000t となり、実に 95% もの CO<sub>2</sub> の削減に成功している。

エネルギー政策を進めるうえで何よりも大切なことは地域住民の理解を得ることであるが、脱化石燃料を掲げた当初は、住民からの反対意見も多かったため、1 件 1 件を訪問し、粘り強い説明と説得を繰り返すことによって理解を得ることに尽力した。また、様々な資源に着目し、大きい施設を 1 つ作るのではなく、小さい施設を地区ごとに作ることが新エネルギーを活用していく上で重要であると考えている。

## イ 省エネ対策

再生可能エネルギーの導入促進だけでなく、既存の施設のエネルギー使用量削減の観点から、市の所管するすべての施設において窓や壁面の断熱強化、道路照明等の電気使用量の見直しを実施した結果、市役所においてエネルギー使用量 50% 削減を達成することができ、その取組内容等について市民への説明会を実施した。市民は、石油等のエネルギーから再生可能エネルギーに変更することには消極的であったが、現在は満足しているようだ。

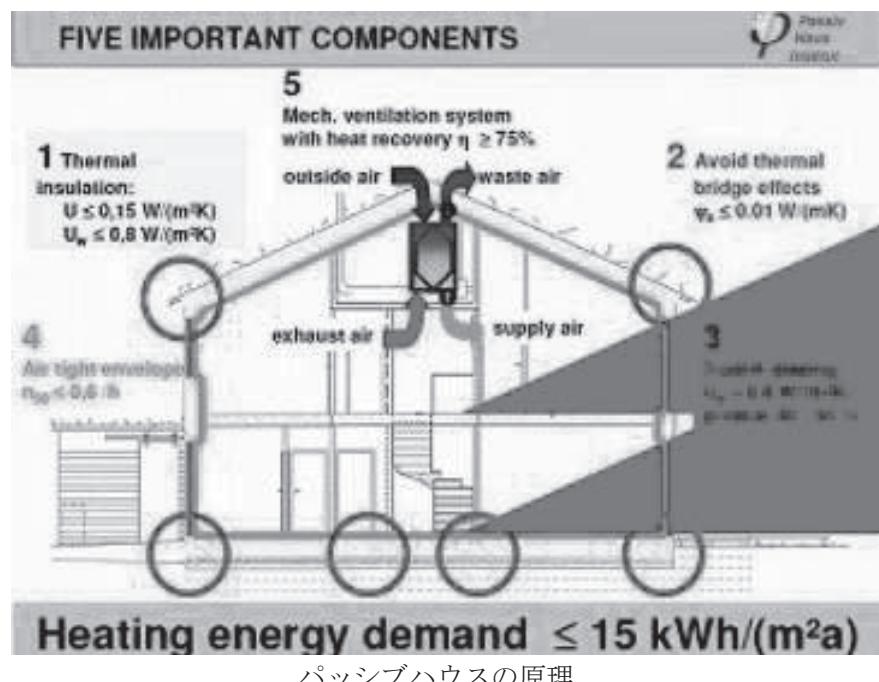
現在、新しく家を建てる際には州が規定している「エネルギーパス制

度（※1）」の条件を満たす必要があるが、エネルギー効率の観点からも「パッシブハウス（※2）」の建築が望ましいとのことであった。

市民の省エネ対策への補助及び助成は、国、州で行っており、ギュッシング市としての補助は行っていない。

※1 全ての新築住宅に「年間のエネルギー消費量」と「CO<sub>2</sub>排出量の表示」を義務付ける制度のこと。建物が1年間にどれだけのエネルギーを必要とするかを誰でもわかるようにすること、どれだけのエネルギーを消費しているか把握することの2つを目的としている。

※2 ドイツのパッシブハウス研究所が規定する性能基準を満たす住宅のこと。床平米当たりの一次エネルギーの消費量及び冷暖房負荷、気密性が基準を満たしていることが条件である。日本では「無暖房住宅」とも呼ばれている。



パッシブハウスの原理

#### ウ 今後の課題

現在も開発中であるが、1つの資源に集中せず、さまざまな資源を視野に入れ、新しいエネルギーを開発することと、場所によってエネルギーを作る方法は違うので、その場所にあったエネルギーを開発することが課題である。

#### ④ EEEの柱（ギュッシングモデル）

EEEでは、地域で供給できる再生可能資源を総動員し、地元で分散的にエネルギーを生産することを基本的な考え方として「ギュッシングモデル」を構築した。

ギュッシングモデルでは以下に示す5つの柱を掲げている。

##### ア 実証設備

ギュッシング市内には、現在39のプラントがあり、需要を上回る熱及び電気が生産されている。

初めに取組んだのは地域暖房であり、そこからバイオマス燃焼設備さらにバイオマスをガス化する設備の建設に着手した。

##### イ 研究開発

各プロジェクトを研究開発の対象として位置付けることによって、EEEには世界でも最高峰の技術者が集まり、そのノウハウを利用してエネルギー自立のためのエネルギーコンセプトの紹介も実施



EEE外観

している。現在は26人の研究員が研究開発センターで働いている。

##### ウ 研修（環境教育）

将来世代の育成のために幼稚園や小学校で、環境教育を実施している。園児や児童など小さい子供に向けては自然体験等の体験的な内容を、14歳以上の生徒にはより踏み込んだ技術的な内容やエネルギー・マネジメントについて学習機会を提供している。学校では基本的に教師による提案型の環境教育を実施しており、EEEもそれと連携して環境教育を展

開している。市内には太陽光、太陽熱利用設備を設置した学校もある。

また、来年からは市域に大学もでき、再生可能エネルギーについて 9 つの学科で学ぶことができるようになる。



Bernhard Deutsch 氏

## エ サービス

E E E では周辺自治体のみならず世界中の国々に対して再生可能エネルギー技術導入のコンサルタントをしている。

## オ エコツーリズム

ギュッシング市には国内外合わせて年間 3 万人（延べ 30 万泊）の人が、政策ヒアリングや勉強のために訪れる。そこでギュッシング郡の 18/28 の市町村を「エコエネルギー・ランド」と名付け緑のしずくの形をしたシンボルを各設備のある自治体やパンフレットにラベリングしている。そして、各地の再生可能エネルギー設備を観光マップ化し、そこをめぐるサイクリングロードも充実させた。

### (3) 施設見学

#### ① 循環流動床式ガス化炉

(Biomasse-Kraftwerk Güssing GmbH & Co KG)

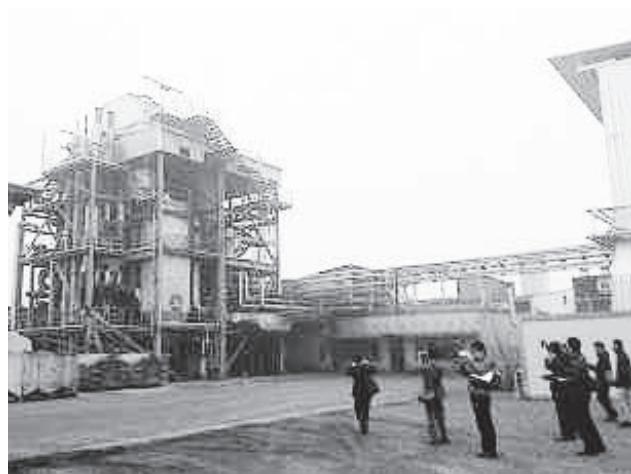
ギュッシング市には計 6 か所の地域熱供給プラントがあるが、そのメインとなるのがこの循環流動床式ガス化炉である。この施設は 2 MW 発電のガスエンジンを備えた木質ガス化プラントであり、ウィーン工科大学ヘアマン・ホフバウア教授グループ開発が開発したもので、900 万ユーロの建設費をかけ建造され 2002 年に稼働を開始した。施設では、木質チップを熱分解することによって生じる熱分解ガスを用いた、ガスエンジン発電による 2 MW の電力と、熱分解過程で生じた 4.5 MW の熱を市域へと供給している。

木材（木質チップ）は約60t/日使用しており、フローリング工場から排出される端材や森林組合等から供給を受けているが、施設から20kmから50km圏内の質の悪い木材を使用している。プラントを稼働させるためには、30%から40%の水分量が必要であるため完全に

は乾燥させない。木材の購入費用は水分含有量を除き木材の材質によって異なるが1t当たり70~110ユーロであり、材種は60~70%がカシ、ナラである。質の悪い木材であってもこのように利用することによって、価値を上げられ、生産者に還元できる。また、プラントに使用する木材の材種は関係ないが、チップを攪拌して均一の品質にすることが大切である。

プラントの建造後、メタン合成プラント及びFT合成プラントが併設された。メタン合成プラントでは熱分解ガスをメタン化して合成天然ガス(SNG)を140m<sup>3</sup>/時製造しており、FT合成プラントでは熱分解ガスと鉄やコバルトといった金属との触媒反応を用いて、軽油やガソリンを各200万ℓ/年製造している。

施設内には自動車用の合成天然ガス(SNG)スタンドがあり、自動車用に使用できるようになっている。



循環流動床式ガス化炉



積み上げられた木材

## ② 太陽熱温水器と木質ボイラーを組み合わせた熱供給施設

(Urbersdorf 村)

ギュッシング市に隣接するウルバースドルフ村は人口 250 人、80 世帯の小さな村である。

1996 年に村民（45 世帯）で熱供給施設を運営する組合を設立し、98 ワンヨーロを投資し、360 m<sup>2</sup>のパネルを設置した太陽熱施設、2 つのボイラー、木質チップ貯蔵施設、配管延長 2.5 km の地域暖房網を整備した。この時には、ブルゲンラント州から約 40% の補助があった。

この熱供給施設では、システムによる集中暖房管理を行っており、需要家側も常時監視している。オーストリア国内で最も安い地域暖房を実現し、熱供給単価は 1 kWpあたり 4 セントで、暖房費は化石燃料使用時のおよそ 1/3 程度で済む。この地域暖房ネットワークに接続するためには初期投資として各家庭 8,000 ワンヨーロが必要となるが、州から費用の 30% が補助金として支給されるため



太陽熱施設外観



施設案内

3 世帯（建て替えを行った直後等の理由による。）を除き 96% の家庭が接続している。

なお、システムの運営は村民が交代で行っており、週に 1 回木片を混ぜ合わせる作業を行い、トラブルがあった際には緊急メールが EEE まで届くようになっている。

木質チップボイラーでは 650kW の熱の供給が可能で容量 6 万ℓのストレージタンクが 2 基設置されている。農家の人は不要になった木片を売ることができ、売価を電気代から差し引くことができる。

夏の半年は太陽熱だけで地域の給湯・暖房を十分に賄うことができるが、冬の半年間についてはバイオマスも併用しながら各家庭へと熱を供給している。

### ③ 草木類を発酵させて精製したバイオガスによる熱供給施設 (Sturm 町)

シュトレム町は人口 1,000 人、400 世帯の小さな町である。年間 1,200 t の牧草やトウモロコシ等の草木類を利用し、発酵させて精製したバイオガスによる熱供給を行っている。この草木類の量は、町の面積の 10% に満たない農地のものである。現在 36



熱供給施設外観

の農家と草の搬入についての契約を結んでおり、牧草は 1 tあたり 25 ユーロ、トウモロコシは 40 ユーロで買い取っている。この施設は、2003 年に 230 万ユーロの投資によって建設され、現在は年間、電気 6 万ユーロ、熱で 4 ~ 5 万ユーロの利益を生み出している。



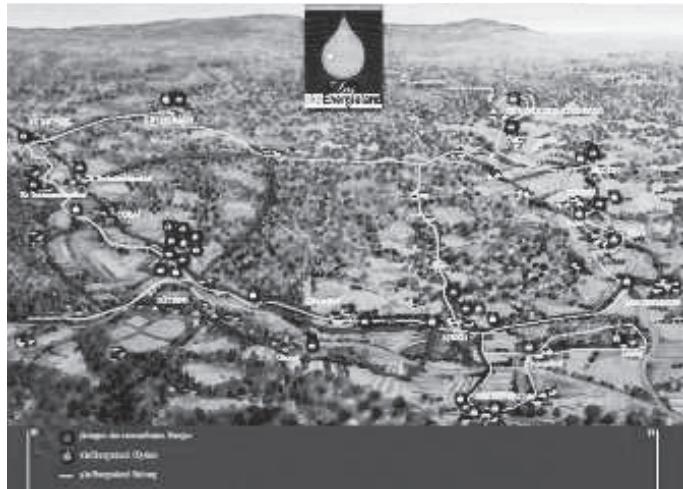
バイオマス発酵槽

施設では、1 日 50 m<sup>3</sup> の草木類を投入し、49°C 前後に暖め、発酵を促進し 1 時間に 230~250 N m<sup>3</sup> のバイオガスを精製している。

バイオガスはガスタンクに収容され、地域暖房のために利用される。使用済みの草木類は水分量

によって分別され、良質な肥料として農家に無償で提供している。この良質な肥料が土地を豊かにし、水を浄化させ、良質な作物が生産できる。

また、シュトレム町には、2001年に200万ユーロの投資によって建設されたガスエンジンによって500kWの電力と535kWの熱を供給する施設もある。施設では前述のバイオガス施設からバイオガスの供給を受け、2つのモ



シュトレム町地域暖房網

ーターを交互に稼働させており、1,200世帯に供給する能力がある。町民の約85%の世帯が配管延長5.5kmの地域暖房ネットワークに加入している。電気は電力会社に1kWpあたり17セントで売電（場所によって売電金額は違う）している。

#### (4) まとめ

今回の視察でギュッシング市が候補となった理由の1つとして、ギュッシング市が11年間という非常に短い期間でエネルギー自給自足率100%を達成したことが挙げられる。

人口が少ない分、合意形成が行いやすいという利点はあるが、小さい集落が点在し、如何に初期投資を抑え、集落ごとにエネルギーの自給自足率100%を達成させるかが課題であったのではないか。

この事業が成功した背景には、「貧しい地域」と言われてはいたが、自然豊かで、木材等が豊富にあったことや天候が比較的安定しており太陽光の利用が見込めたことである。

視察の中で、「場所によってエネルギーを作る方法は違うので、その場所にあったエネルギーを生産することが大切である。」という話があったが、そのことを実践したのが「ギュッシングモデル」であり、原発のあり方が議

論されている中、世界中から脚光を浴びている所以であると感じた。

化石燃料は限りある資源であり、各地域で実践できることは違うと思うが、各地域で実践できることを実践していき、エネルギー資源の枯渇を招かないようにすることが必要ではないか。

### コラム：なんと！！シュワちゃんが・・・

ギュッシング郡にはエネルギー政策において世界的に大きな成功事例である「ギュッシングモデル」を学ぶため、毎年多くの地方公共団体職員、研究者が訪れている。2012年の1月には、前カリフォルニア州知事であるアーノルド・シュワルツェネッガー氏も訪問しており、エネルギー政策の展開手法と新エネルギーの可能性についてヒアリングを実施し、見識を深めている。州知事時代には地球温暖化問題をはじめとした環境問題の解決に力を入れていたこともあり、今後のギュッシング郡の動向に興味を持ち、再び訪れる約束をしたとのことだ。

決めゼリフはもちろん「I'll be back」??

