

## アジア・ヨーロッパ地域での新エネルギー開発に関するニーズ・シーズ調査研究

### 1. バーゼル（スイス）・ブカレスト（ルーマニア）現地レポート

鈴木 義和

京都大学 生存基盤科学研究ユニット・京都大学 エネルギー理工学研究所

suzuki@iae.kyoto-u.ac.jp

#### 1. はじめに

平成 18 年度より開始された本調査研究は、アジア・ヨーロッパ地域におけるエネルギー事情を、文理融合のグループが調査を行うことにより、技術面からだけでなく、文化的・地理的・社会的な背景も含めた新エネルギー開発に関するニーズ・シーズを抽出しようというものである。これにより、人類の生存に関する今後のエネルギー開発のあり方を見出すことを目的としている。

調査に当たっては、まずは、各地の現状を知ることが重要なというまでもない。本レポートでは、ヨーロッパでの現地調査を中心に、平成 18 年度 9 月の中旬までの進捗状況を紹介する。

#### 2. 今回の調査対象

実際、一口にヨーロッパといっても、その実情はさまざまであり、広義のエネルギーに関連する社会的インフラや文化的側面は大きく異なる。今回、3 カ国国境に位置する、国際的な中核都市であるスイスのバーゼル、また、旧東欧圏で、複雑な文化的背景を持ち、社会主義体制からの脱却が急速に進みつつあるルーマニアの首都ブカレストを題材に取り上げ、短時間ながらも現地調査を行ってみた。

今回は「生存基盤」の調査ということであり、技術だけに偏らずに、人々のライフスタイルにも少しスポットを当ててみたい。

#### 3. バーゼル（スイス）への道（2006 年 7 月 30 日）

スイスのバーゼルには日本からの直行便はないため、欧州の都市を経由してバーゼル入りすることになる。今回は後の日程との関係から、パリ CDG（シャルルドゴール空港）経由でバーゼル入りすることとなった<sup>1</sup>。



図1 パリからバーゼルへの移動。機体はさほど大きくなく、便数も少ない。

関空から CDG へは現地時間の 17:30 頃に到着可能である。しかし、バーゼル便は 20:55 発であり、3 時間以上も空港で待つことになった。空港の外に出るには短く、中では長い中途半端な乗り継ぎ時間である。

ヨーロッパはシェンゲン条約加盟国同士での移動はかなり容易であるが、スイスは本渡航時点ではシェンゲン協定が実施されておらず（条約に加盟したが、協定の実施は 2007 年末）、エールフランスおよび空港の担当者に尋ねてみたところ、ジュネーブのみシェンゲン対象となるという説明であった。今回、CDG 内ではターミナル間の移動のために、一旦フランスに入国することになったが、日本人のパスポートは見せるだけで OK の簡単なものである。このあたりは、カナダとの間でもかなり厳しい US-Visit プロ

の便数はあまり多くはない。やはりスイス第 1 の都市であるチューリッヒやフランス語圏で第 3 の都市であるジュネーブほどの移動需要はないのかもしれない。

<sup>1</sup> バーゼルはスイス第 2 の中核都市であるが、パリーバーゼル間

グラムを実施しているアメリカとは極めて対照的である。

さて、前置きが少し長くなったが、バーゼル空港には7月30日の22時過ぎに到着した。フランスからの便であったため、バーゼル・ユーロエアポートのフランス側に到着した。ここでは、フランスーフランスの移動であるため、飛行機を降りたらほぼそのまま出口である。もちろん、空港出口には、ユーロのATMが設置されている。かろうじて開いていた案内所で、バーゼルの地図をもらおうと頼むと、10mほど奥から地図をとってきてくれた。実は、この案内所は国境をまたいでいる扱いになっており、フランス側からスイスの案内を頼んだということになる。

改めて、小さな通路を抜けてスイス側に入国したが、到着時は係官もおらず、パスポートの提示も必要なかった。スイス国内では、シェンゲン条約加盟が実現したという雰囲気はすでに漂っているのかもしれない。



図2 バーゼル空港内。細い1本の通路でフランス側とスイス側に区切られている（空港の敷地はフランス領内）。

空港から、バーゼル国鉄駅周辺にとったホテルに移動するため、公共のバスを利用することとした。その国の実情を見るには、タクシーではなく、バスや地下鉄などの公共交通機関に乗るのが手取り早い。スイスフランの少額紙幣を多少持っていたことが幸いし<sup>2</sup>、国鉄駅と空港を結ぶ50番のバスに早速乗り込むことができた。空港周辺の治安は概ね良好のようである。このバスには、荷物用の車両が連結されており、終点の国鉄駅まで行く場合は、荷物を後ろに積んでおくことができる。空港から市街地の中心部であるバーゼル（スイス）国鉄駅までは、約15分程度で

<sup>2</sup> バスターミナルにはチケットの自販機があり、バスの係員も使用方を教えてくれた。（英語の解説はあるが、表示はドイツ語である。教養時代に鍛えたドイツ語ははるか記憶のかなたへ・・・）出発間際だったため、あわてて乗り込んだ。かなり忘れたドイツ語でも、Bahnhof（駅）は何とか記憶の片隅にあった（^^）

到着する。国際空港と主要都市間が近いというのは、非常に大きなメリットであり、関空や成田とは大きな違いである<sup>3</sup>。本数も十分多く、公共交通がうまく機能している。



図3 バーゼル・ユーロエアポートターミナルとバーゼル国鉄駅（Bahnhof SBB）を結ぶ50番のバス。

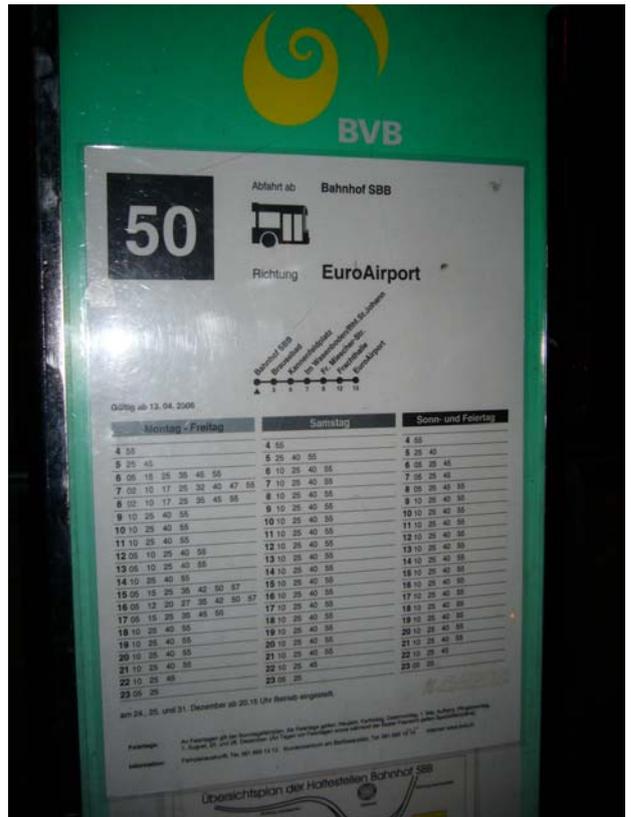


図4. バーゼル駅にあった50番バスの時刻表

<sup>3</sup> アメリカのボストンも空港から市街地までかなり近く、地下鉄（T）があるため便利だが、美観といった観点まで含めるとバーゼルに軍配があがるのではないだろうか。

ちなみに、このバスの運賃は、3.8 スイスフラン（約 360 円程度である）<sup>4</sup>。筆者のホテルは国鉄駅すぐ近くの Metropol というところであった（図 5）。ホテルにチェックインするとすぐ、「mobility ticket」というのを受け取った（図 6 右）。これは旅行者用の公共交通機関フリーパスであり、バーゼルの主だったホテルでは無料で配られるとのことである（もちろん、料金に組み込まれているのだから「追加料金不要」というのがポイントである）。



図 5 バーゼル スイス国鉄駅から歩いてすぐのところにある Hotel Metropol。赤い照明が少し怪しいがちゃんとしたホテルである<sup>5</sup>。



図 6 バーゼルのバスチケット（左）と mobility ticket（右）

<sup>4</sup> つい数年前まで 1 スイスフラン=80 円程度だったのだが、ユーロに連動してのことか、また対ユーロ・ドル安の影響を受けてか 1 スイスフランが約 100 円程度にまで上がってきている。感覚的にもカナダドルに近い。

<sup>5</sup> ちなみに筆者の部屋は 2 階（ヨーロッパ流で言うと 1 階）であり、このネオンサインの真横であった。

実際、バーゼル滞在期間中、この mobility ticket システムは非常に便利であった。利便性はもちろんのこと、地域ぐるみで環境保全・省エネ推進とビジネスチャンス拡大のバランスに配慮した結果、このようなシステムになっているのではないだろうか。日本でもこのような取り組みが進んで欲しいところである。



図 7 夜のバーゼル駅前ターミナル。23 時過ぎだが、人通りは少なくない。



図 8 翌朝の Hotel Metropol。夜と朝ではずいぶん雰囲気が変わるものである。

#### 4. バーゼルを歩く

今回の筆者のもう一つの目的は、新エネ関連の研究発表（ナノ材料を使った太陽電池）を国際会議で行うことである。ICN+T2006 (International Conference on Nanoscience and Technology) という国際会議であり、NANO9 というナノテク関係の会議と STM'06 という走査プローブ顕微鏡関係の会議が合同で開かれたものであるが、ナノ材料のエネロジー応用といった発表も数多く行われていた。

会場である Messe Basel は市電 (LRT、Light Rail Transit) で 10 分ほど、歩いて 20 分ほどのところにある。Mobility ticket を早速試してみたかったこともあり、ホテルすぐ近くの LRT ターミナルから 2 番の市電に乗り込んだ(図 9)。



図 9 バーゼル駅前の市電・バスターミナル。何分後にどの線が到着するかが、途中の小さな電停でも分かるようになっており、LRT<sup>6</sup>の見本といった感じである。

Mobility ticket のようなフリーパスを持たない場合は、自販機でチケットを購入して、車両内の検札機に入れることになるが、実際に行っている人はあまり多くないようである。住民の多くは定期券などを持っていると思われ、また、ビジネス客・観光客の多くは Mobility ticket のようなフリーパスを持っているとすれば、当然といえば当然である。かりにキセルを行う乗客がいたとしても、検札を行うのに多くのコストを割くよりは、大気汚染防止等のために、

<sup>6</sup> 日本でいうところの、次世代型路面電車システム。ただし、ウィキペディア (Wikipedia) によると LRT にはもともと低床式という意味合いはないそうである。L は Low ではなく Light。

公共交通機関を一人でも多く使ってもらったほうが良いという判断が働いているのかもしれない<sup>7</sup>。実際、筆者の滞在期間中、検察を一度も見ることにはなかった<sup>8</sup>。完全に住民の日常の足として定着しており、車との共存も非常に良く機能している。成熟した先進ヨーロッパ社会、言い換えれば、「大人の社会」の一面を垣間見た気がする。



図 10 街に溶け込む LRT。車道との併用は見事である。車道専用部分と併用部分との高低差はまったくといってよいほどなく、見事な職人技を見ることができる。

ライン川を越えて少し走ればすぐ会場である。バーゼルの国際会議場は、ドイツ国鉄駅近くに位置し、Messe Basel と呼ばれている。主会場には、Swissôtel が隣接している。

<sup>7</sup> 環境意識の高さは、さすがは「バーゼル条約のお膝元」、というところだろうか。

<sup>8</sup> ワシントン DC ではメトロに無賃乗車した客 (?) がこっぴどく叱られているのを見たことがある。



図 11 ライン川を越え、少し走ると会場に到着する。

## 5. ICN+T2006

本調査研究の本題からは少しそれるが、せっかくの機会なので、ICN+T2006 国際会議についても少し紹介しておきたい。走査型トンネル顕微鏡に関する研究でノーベル物理学賞を受賞した元 IBM の Heinrich Rohrer, Gerd Binnig、また、化学反応素過程の研究でノーベル化学賞を受賞した

John Charles Polanyi (現・バーゼル大) らが基調講演を行うということもあり、非常に多くの参加者が詰め掛けた。

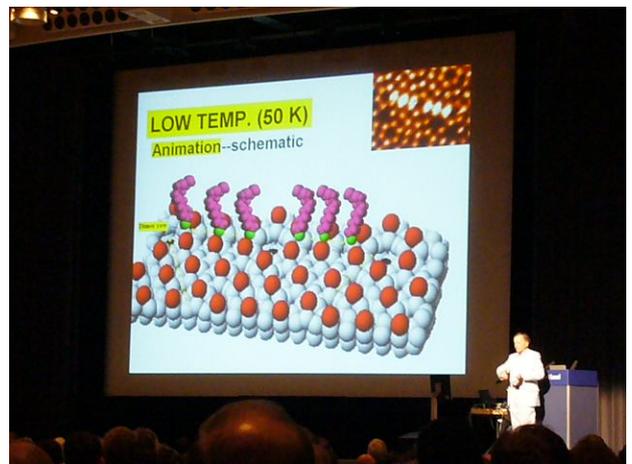


図 12 STM・ナノテクに関するノーベル賞受賞者が3人連続して講演した。スポンサー企業が多いから可能になったのだろうか？

併設された展示会では、走査プローブ顕微鏡を中心に多くのナノテク関連機器が展示されていた。その中で「異彩」を放っていたのが、バーゼル大のブースである。「折り紙を使ったフラレン・カーボンナノチューブ」の作製を行っており、多くの参加者が興味深そうに足を止めていた。筆者もその一人であり、楽しませてもらった。

また、走査プローブ顕微鏡技術のエネルギー関連技術への応用に関する発表なども数多く行われ、大変有意義であった<sup>9</sup>。

<sup>9</sup> 筆者の口頭発表は8月2日であり、ナノ材料と新エネルギー関連(太陽電池)の発表をおこなった。

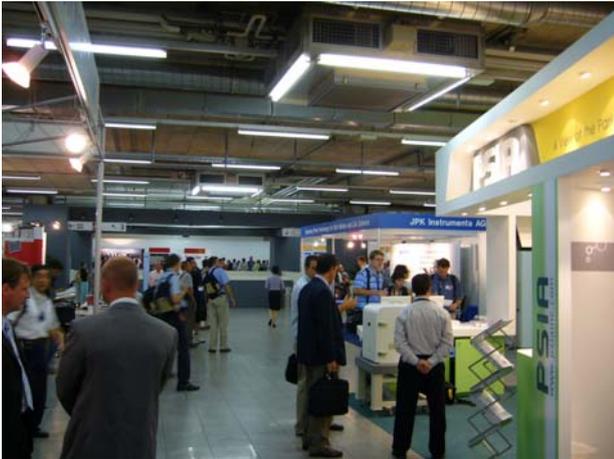


図 13 併設された展示会（上）とバーゼル大の「ナノテク折り紙ブース」。

会場には、「ナノトラック」というのまで用意されていた。ナノテクの普及啓蒙のため、各地を巡回しているものと思われる。



図 14 ナノトラック。内部には、ナノテク関連のちよつとした展示が用意されている。なかなか面白い試みだ。

ところで、スイスは、8月1日が建国記念日ということであり、各都市で大掛かりな花火大会が行われるそうである。バーゼルでも大きな花火大会が開催され、7月31日の23時ごろから打ち上げが開始された<sup>10</sup>。通常は、他のヨーロッパの街と同様に、19:00ごろには多くの商店が店を閉じるバーゼルであるが、この日に限っては夜中まで多くの露天が店を開けていた。8月1日は火曜日であったものの、祝日のためかほとんどの店が閉まっており、昼食を摂るのにも苦労したほどである。このあたりの切り替え（休みは休み）はさすがはヨーロッパである。



図 15 バーゼルの建国記念を祝う花火大会。ライン川沿いで行われる。多くの人が詰めかけ、盛り上がりを見せた。

## 6. LRT から見るバーゼル

先にも少し触れた LRT であるが、今回貴重な映像を撮影できたので紹介したい。LRT（次世代路面電車）は省エネ・環境調和型の交通システムとして中規模の都市での普及が各地で進められている。外見からは、「レールと架線を用意するだけ」に見え、建設コストも安そうに思われる。

<sup>10</sup> この国際会議の主催者側は日程を選ぶ際、「花火大会を集客に使える」と考えたようである。ちなみに、京都では祇園祭の善後に行われる国際会議が結構多い。

これまで、筆者は、道路に単にレールを固定したもので、たかだか20cmくらい掘っているだけと考えていた。しかし、実際の工事はかなり大掛かりである。1m程度、道路を掘り起こし、強固な土台をつくり、最終的にはそれを隠して、通常の道路と段差のないフラットかつ見た目にも美しい姿に仕上げているのである。

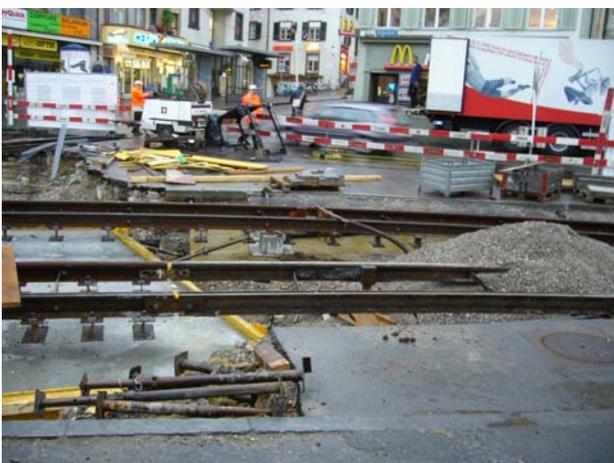


図 16 想像していたよりかなり大掛かりな LRT 路線の敷設現場。



図 17 周囲と調和するシステム。このさりげなさは分散型の新エネルギーシステムなどでも見習うべき点である。

この日はバーゼル滞在最終日であり、あいにくの雨天だったが、黙々と作業を行っていた方々の姿が印象的だった。

## 7. ブカレスト（ルーマニア）への道（2006年8月3日）

今回、旧東欧圏である、ルーマニアの首都、ブカレストについても非常に短期間ではあるが訪問することができた。バーゼルの人口が約20万人であるのに対し、ブカレストはちょうどその10倍にあたる約200万人。日本で言えば名古屋程度の規模に相当する大都市である。

ブカレストへは、航空運賃の節約のため、ふたたびフランスのCDG経由で入国した<sup>11</sup>。サマータイムということもあって19:30ごろでもまだまだ明るい。



図 18 ブカレスト・オトペニ空港の到着口。

<sup>11</sup> バーゼル空港を11時過ぎに出発し、ブカレストに到着したのは19時過ぎである。時差があるので実際の移動時間は乗り継ぎも含めて7時間程度であるが、チューリヒ発の直行便を使えばもう少し移動時間を節約できたかもしれない。



図 19 「カモ」となる上客を探すタクシー運転手たち。

ブカレスト・オトペニ空港に着いた途端、タクシー運転手の客引きに取り囲まれた。相手はなかなかしつこいが、うまく断り、路線バスを探すものの、なかなか見当たらない。案内所で聞くと、そっけないながらも、1階下の出発口のところから出ていることを教えてもらった。近くのトイレの入り口では「掃除中は絶対入っちゃダメ」と厳しい応戦が繰り返されていた<sup>12</sup>。

路線バス（783番）では、ガイドブックの地図とにらめっこをしながら、ようやく街中に入ることができた。アナウンスはなく、運転手に英語は通じないため旅行者には結構厳しい<sup>13</sup>。バスから見る街中は、道幅がかなり広く、平面的に広がった大都市という印象である。



図 20 バスの車窓から見えるブカレストの凱旋門。パリのものに似ているが、三色旗の色が違う点に注目。

<sup>12</sup>社会主義的な頑固さの名残が漂う。このあたりの「不親切さ」は、欧米人には堪えているようであったが気にすると負けである。

<sup>13</sup> もちろん一般の路線バスなので、日本でも似たような状況であることには違いない。

1989年の革命がそのままバス停の名前になっている、「1989年12月21日広場」でバスを降り、ブカレスト大学近くのMajesticホテルに向かった。

ところで、ルーマニアではデノミが実施された直後であり、ゼロの4つ異なる2種類の紙幣が流通していた。ヨーロッパ諸国のユーロへの切り替えほどではないが、デノミを実体験できるのは珍しいことである。空港からのバス運賃は、5 RON (= 50000 Lei) で日本円にして約200円くらいであった。



図 21 1989年12月21日広場のバス停



図 22 夕暮れのブカレスト市内

## 8 ブカレストを歩く

今回、ブカレストでは国立オプトエレクトロニクス研究所 (INOE) の ELIȘA 博士と新エネルギー調査に関する研究打ち合わせを丸1日かけて行う予定であった。大変残念なことに ELIȘA 博士は実験中に事故に遭ったとのことで長時間の打ち合わせはできなかったが、ルーマニアの研究開発の状況がある程度伺うことはできた。企業との共同研

究で試料を調製中、ドラフト設備の不備のために、有害ガスを吸い込んでしまったとのことであり、研究開発における安全衛生の重要性がどの国でも同じであることを深く認識させられた。

バーゼルと同じく、ブカレストの街の状況を少しは見て歩くことができたので、以下で簡単に紹介したい。ブカレストの街は、旧・共産党政権のもとで大改造が行われ、古くからの建造物の多くが取り壊されたとのことであり、巨大な道路、また、威圧的な建造物が今でも残されている。



図 23 重層感・威圧感のあるブカレストの建造物（写真は旧・共産党本部）

共和国宮殿やアテネ音楽堂のような調和のとれた見た目に美しい施設がある反面、革命時の戦災の傷跡が残ったと見られる痛々しい建造物も数多く見られた<sup>14</sup>。



図 24 共和国宮殿。国立美術館として使われている。

<sup>14</sup> なお、この近辺はいずれもブカレスト中心部であり、1時間もあれば十分歩ける範囲である。



図 25 美しい庭園として整備されているアテネ音楽堂。



図 26 すぐ近くには、戦災の影響が痛々しい廃墟が点在する。



図 27 市場は食料が山積みであり、活気に満ちていた。街中の人々はラテン系気質を反映してか、結構明るい。

さて、一般的な日本人がもつ東欧圏のイメージは、「なんとなく寒そうなところ」という感じだが、ブカレストの夏に関しては言えばそのイメージは間違いである。街中は35℃を越す猛暑であり、歩いていても「暑い」というよりは「痛い」という感覚に近い。

エアコンが急速に普及したためか、室外機が道端に堂々と置かれている様子が見て取れたが、ドレイン（部屋の湿気が凝縮した排水）の処理は、結構ずさんなものであり、頭上に注意しながら歩く必要がある。中には、地下街の通路に「でん」と鎮座する室外機もあり、地下街に熱風を振りまいていた。



図 28 エアコンのドレインには要注意！ 地下街の通路でも室外機が猛威を振るう。

街頭では新しいホテルの建設など、建築ラッシュが続く反面、老人や子供の物乞いの姿が目立ち、いまだ復興過程にあるブカレストの現状を端的に表していた。

ルーマニア人に言わせれば、ブカレストの状況はルーマニアでもかなり特殊らしく、少し郊外に出ると、のどかで美しい風景が広がっているようである。

少し街中を歩いただけなので、あまり大したことは言えないが、日照量の多さや、街中心部に点在する空き地、平らな地形を考えると、夏場の電力平準化のために、太陽電池（プラント）の導入を進めるのに案外適した立地であるといえそうだ。外国資本の流入も目立つことから、ホテルや工場の建設と並行して、新エネプラントを導入するという流れがここ10年～20年の間に進展するのではないだろうか。

## 最後に

今回の調査では、いささかステレオタイプな見方になってしまうかもしれないが、見えないところまで気配りをする、スイスの職人気質を実感することができた。また、ブカレストでは、社会主義的な雰囲気は多少残る中、都市全体が成長しつつある勢いを実感することができた。幾分、官僚的な不親切さを感じるがあった反面、大変フレンドリーな人々も多く、社会の多様性を垣間見た気がする。

日程・予算の都合から、かなり偏った表面的な調査になったことは否めないが、それでも、ある程度の雰囲気は伝わるのではないだろうか。次回のレポートでは、タイ・バンコクの科学技術週間を通して、アジアでの新エネルギーに関するニーズ・シーズをお届けする予定である。

## Appendix

ここでは、本調査を行うに当たっての背景や目的を簡単に紹介する。今後の調査研究の進展によっては目的や研究内容も変化していくが、手探りながらも「生存基盤科学」の発展に貢献できれば幸いである。

### A 1. 本研究の背景

わが国では、次世代太陽電池をはじめとする新エネルギー開発が積極的に進められているが、地球規模でのエネルギー問題解決という視点から、わが国単独ではなく、国際的な枠組みでの共同研究開発が重要となってきた。世界各地で新エネルギーへの取り組みが進められている中、近年の原油価格高騰の影響を受け、特に、近年成長著しいタイをはじめとするアジア諸国で、新エネルギーに関する関心が高まっている。一方、エネルギー先進国であるヨーロッパでは、特に環境調和を重視したエネルギー問題への取り組みが進められている。

これまで、エネルギー理工学研究所所属の提案者らは、21COE プログラム「環境調和型エネルギーの研究教育拠点形成」のもと、タイに研究・情報収集拠点を開設し、タイ国エネルギー・環境合同大学院大学（JGSEE）およびラジャマンガラ工科大学（RMUT）等との共同研究を進めてきた。環境調和エネルギー材料技術などで、一定の共同研

研究成果が得られつつあるが、共同研究を進めるにつれ、各国間での新エネルギーに対するニーズ・シーズのギャップ、さらに言えば、エネルギーに対する価値観・習慣の違いが存在し、これを明確にしないことには、単なる技術開発の枠を超えられないのではないかと、という着想にたどり着いた。他方、東南アジア研究所では、地域生産・生活・健康の基盤をなす生態・風土を自然環境と人間活動の相関をフィールドワークの手法を用いて総合的に研究しており、バンコク拠点等をベースに優れた研究成果を挙げてきている。以上の背景のもと、文理の枠を超えてエネルギー技術と地域研究の研究者が協力することにより、持続可能社会を可能とする今後の新エネルギー開発の進むべき方向性が見出されるのではないかと考えられる。

## A 2. 本研究の目的

本研究の目的は、タイを中心とする東南アジア諸国の現地調査を行い、各国でのエネルギーに対する価値観・習慣の違いを踏まえた新エネルギー・省エネルギーに関するニーズ・シーズ調査を行うことにより、人類の生存に関する今後のエネルギー開発のあり方を見出すことを目的とする。また、エネルギー先進国であるヨーロッパについても同様の調査を行うことで、エネルギーに対する価値観・習慣の違いをより明確にすることを試みる。

## A 3. 生存基盤科学における学術的な特色・萌芽性

エネルギーに対する価値観・習慣の違いの一例を挙げるとすれば、ヨーロッパのホテルでは、必要以上に電気を使

わない、廊下の電気を必ず消すなど、サービス業でも省エネが徹底されており、エネルギー（あるいは金銭的な節約）への関心が高い。同様の価値観はアジア諸国でももちろんあるが、たとえばタイでは、冷房を効かせ日本人の感覚からは寒い程度に涼しくすることが「もてなし」であると考えられており、これを「省エネが進んでいない」と一概に片付けるのは早計であるといえる。このようなメンタリティ・習慣の違いを現地調査に基づき解析し、地域・風土に応じた今後の新エネルギー開発のあり方を検討することは、学術的に大きな特色であり萌芽性が高い。新エネルギーに関するニーズ・シーズを文理の枠を超えて探求することによって、人間の心理・行動原理を踏まえた新たな生存基盤科学の領域を生み出せると考えられる。（なお、上記エネルギーCOEでのタイ拠点開設に際しては、東南アジア研究所が蓄積してきた経験・ネットワークが大いに貢献しており、分野を超えた融合が非常に効果的であることがすでに示されている。）

## A 4. 本研究の提案グループ

本研究は鈴木 義和（京都大学エネルギー理工学研究所）、柳澤 雅之（京都大学地域研究統合情報センター）、河野 泰之（京都大学東南アジア研究所）、吉川 暹（京都大学エネルギー理工学研究所）の共同提案によるものである。

Copyright (c) Yoshikazu Suzuki & ISS, 2006