

## エコタウン構想

### - 環境・エネルギー問題と今後の持続可能な都市社会について -



特集 1

同志社大学 理工学部 エネルギー機械工学科  
教授 千田 二郎 氏

はじめに

さきほどの塩路先生が基礎的なことを話されたので、私はアプリケーション分野について話したいと思います。私は噴霧・燃焼工学研究室に所属しています。2003年にはエネルギー変換研究センターをつくりました。本日は4項目について順番に話します。まちづくりは全くの素人ですが、エネルギーの全体最適化の観点から、学研都市京都エリアでいろいろなプロジェクトに関わっていますので、その事例紹介をメインに話したいと思います。

私が所属する噴霧・燃焼工学研究室の研究内容ですが、簡単に言えば光応用計測、燃焼研究、噴霧研究、メインの化学反応・燃焼研究、いろいろな新しいコンセプトの低エミッション化・高効率化の研究なども行っています。また、数値解析・モデリングではコンピューターの中でエンジンのエミッションまでを計算。最近ではラージエディシミュレーションという高度なスキームなども使っています。今回のセミナーにも関係するものとして、サステナブル・エネルギー・デザインについて、2~3の研究テーマとして取り上げています。あとは応用研究ということで、コージェネレーションの高効率化、新規半導体 CVD 法の開発などにも関わっています。

#### 1. 環境・エネルギー問題の現状と今後

運輸部門・民生部門における CO<sub>2</sub> 排出量削減の取り組みの必要性

2007 年度の間接部門別の CO<sub>2</sub> 排出量を見ますと、産業部門は自助努力で減っていますが、19%の運輸部門、32%の民生部門は増えています。それが都市部における低炭素化への課題といえます。

電力の 1 次エネルギー内訳

電力の 1 次エネルギー、いわゆる系統電力の内訳 (2006 年度) は、火力 60% (石油、石炭、天然ガス) 原発 30%、水力 9% となっています。今後は自然エネルギー、あるいは分散型エネルギー源の最適配置を確立していく方向性にあります。原発に関しては

昨年 6 月の国のエネルギー戦略では 40 ~ 50% へと高めるとしていましたが、2011 年 3 月 11 日の大震災以降はいろいろ議論がなされています。

#### CO<sub>2</sub> 排出量比較とエネルギー資源量

図 1 は発電電源別の 1kWh あたりの CO<sub>2</sub> 排出量です。これはライフサイクルアセスメント上でのエネルギーコストで、色分けはプラントコストの部分です。原子力は非常に低くなっています。いわゆる



図 1 各種電源別の CO<sub>2</sub> 排出量比較



講師 千田 二郎 氏

化石系資源を使うものは稼動時にCO<sub>2</sub>が多く出ます。新エネルギーといわれるものもゼロではありません。最近の報道では原発はいろんなコストを入れると、火力に近いくらいに大きくなっています。環境エネルギー政策研究所の飯田哲也所長は、2050年には原発や化石資源利用をなしにして、自然エネルギーと省エネだけにすべきと主張していますが、私はそういうことはありえないことだと思います。いずれにしても現在、政府のもとで検討が進められているということです。

化石燃料の可採年数はいろんな説がありますが、世界エネルギー会議(WEC-2007)の資料によると、原油41年、天然ガス63年、ウラン79年となっています。

#### IEA-World Energy Outlook による石油生産動向

IEAが数年前に既にピークオイルは過ぎたと言っています。2030年代から2040年代にかけて、石油生産量が半分になる。これは埋蔵量がなくなるということではなく、コストの話や省エネ、代替燃料へのシフトの効果からこのようになるということです。いずれにしても原油の状況が厳しくなって、化石燃料では石炭、天然ガスへのシフトが起こるとしています。

#### 自然エネルギー・再生可能エネルギー概観

図2に自然エネルギーの特質を示します。自然エネルギーの特徴の中で、最重要なのは間欠性だと思います。いわゆる「not on demand」、人間の文明生活にリンクしないため何らかの蓄エネルギーが必要です。バッテリーで大電力は貯められないというのが私の感覚です。自然エネルギーは資源量が豊富

**自然エネルギーの特徴**

(1) プラントコスト、装置寿命と廃棄コスト(LCA) - CO<sub>2</sub>排出量の収支は?  
 (2) 資源量、エネルギー密度(一般に極めて低い)  
 (3) 間欠性 - (文明活動利用時にリンクせず・on demandでない)

- ★水力発電  
 建設コスト・自然系破壊⇒小規模化・分散型へ
- ★太陽光・太陽光発電(PV)・太陽熱利用(温水・ソーラーヒーティング)  
 ⇒サンベルト地帯の大規模太陽熱発電も(on demand)  
 プラントコスト・Si資源・発電効率の問題・今後広く展開される
- ★風力発電  
 EU諸国で発展・今後は大規模から小規模も
- ★バイオマスエネルギー(バイオエタノール・バイオディーゼル)  
 植物系資源から林産系資源をベースに、エネルギー密度小
- ★地熱・海洋温度差発電など - 地域特性に依存

水素・電気は2次エネルギーであることに留意

図2 自然エネルギー / 再生可能エネルギー概観

だとしても、エネルギー密度は非常に低いと考えられます。あとは稼動時におけるゼロエミッションですが、現状の発電所に対し優位性を持っているかについて、インベントリーをもっとニュートラルな観点から見る必要があると思います。日本は自然エネルギー分野が遅れていましたが、やっと規制緩和策を背景に小型水力、地熱なども動き出してきました。世界的には風力が発展、サンベルト地帯ではEUが北アフリカで大規模な太陽熱プラントをつくっています。EUでは太陽光も風力もたくさん導入しており、要するに「not on demand」の不安定さを太陽熱発電でカバーする相互補完のアプローチをしているのではないかと思います。また、バイオマスエネルギーは植物からだけでなく、第2世代の木質系資源を含めた、広義のバイオマス展開をしようとしています。

#### 自然エネルギーの設備容量(2010)

一方で2011年5月の朝日新聞に、世論の風潮が脱原発にあるという前提で記事が載っていました。ワールドウォッチ研究所の報告では、2010年に世界の原発と同等の自然エネルギーがあったという内容でした。日本でこんなことは考えられませんが、こうしたデータもあるということです。

#### 最近のエネルギー関連情報から

最近の情報ということで、新エネルギーが今後スマートグリッドに進化したとしても系統からの安定した電力は必要であり、そのベース電源、ミドル電源、ピーク電源をどのように実施するのかという話が議論されています。また、東工大の柏木先生は2030年を想定したイメージとして、原発最大で25%、分散型電源30%、地熱・水力10%、天然ガス・石炭火力35%と発言しています。そのほかに政府のコスト等検証委員会が発足し、ベース、ミドル、ピークというところで、原子力ではプラントコスト、廃炉コスト、再処理コスト、地下埋設のどのコストを入れようかという考え方のようです。火力においてはCO<sub>2</sub>削減コストなどをどのように入れていくのかを含め、議論が進められています。そういう中で、日本ではやっと潜在的資源のあるその他分野の自然エネルギー開発に目が向けられ、規制緩和などいろんな施策が動き出しているというのが現状であります。

2. LCA から見た今後の (自動車)・家庭内省エネルギー機器の方向性

民生分野 (オフィス・家庭) での省エネルギーシステム、Evaluation Procedure in LCA

図3に示すように、民生分野としてオフィスや家庭を考えた場合、太陽光発電、エコキュート、エコジョーズ、エコウィル、エネファームという高効率機器が商品化されています。そのイニシャルコスト、補助金、性能などを緻密に算定・計算し、実際の家庭の中でどれだけのCO<sub>2</sub>が低減されるのか、あるいは電力、ガス使用量が下がるかを出してみました。LCAのいわゆる廃棄、リユース、リサイクルのプロセスは今回算定できなかったのですが、車で言うところの「Well to Wheel」のうちの「Wheel to tank」と「tank to Wheel」の2つに分けて算定しました。使用時に相当する「tank to Wheel」は高効率機器の性能によって計算できるわけです。その計算によってCO<sub>2</sub>排出量を全電源平均CO<sub>2</sub>排出係数で出してみました。あとはイニシャルコストから補助金を差し引いて、ランニングコストの削減分で割ってやるとPay-back timeが出ます。これで仮想的に、いわゆるプラントコストみたいなものを見積もろうというものです。

機器	特徴	買値合計 (取引可能額)	エネルギー効率	特徴	今後の動向
太陽光発電 (PV)	50種類 住宅用 設置補助型	約600,000円 2008年11月 (2008年)	15~20%	15~20%	多岐状・多色
エコキュート (オール電化) (HP)	CO <sub>2</sub> 冷媒ヒートポンプ型	1,700,000円 (2008年11月)	電気	COP3.0	実稼働によるCOP改善
エコジョーズ (GWH)	層燃型 ガス燃焼型	1,000,000円 (2008年11月)	天然ガス	燃費66%	—
エコウィル (Gas-CCG)	ガスエンジン型 コージェネ	225,000円 (2010年度実 買値)	天然ガス	総合効率28% (発電効率22%)	—
エネファーム (FC-CCG)	燃料電池型 コージェネ (PEFC)	—	天然ガス	総合効率28% (発電効率30%)	コスト削減 SOFCの普及

図3 民生分野 (オフィス・家庭) での省エネルギーシステム

住宅の需要線図

図4は京都府南部の実際の4人家庭の電気と熱のデマンドを示しています。横軸が時間です。熱デマンドは電気デマンドの3倍くらいです。夏、冬、中間期ということで、これを積分してやり、実際のデマンドをあてはめて、省エネ機器を最適にオペレーションした時の結果を図5に示します。

これは居住区家庭4人家族相当です。タイプA~Eは先ほどの高効率機器を単体で設置した場合。F

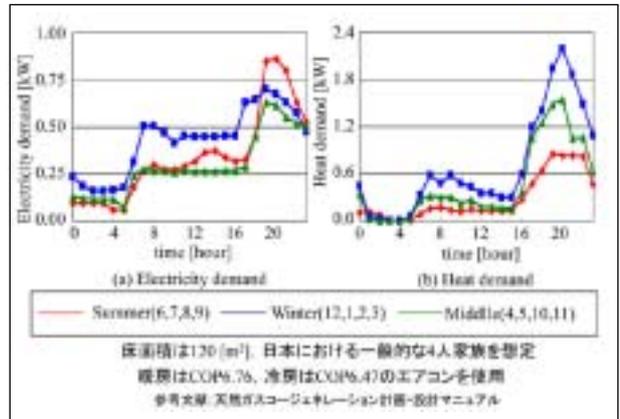


図4 住宅の需要線図

Residence types	Devices	Initial cost [yen]	CO <sub>2</sub> emissions [%]		Running cost [%]	Payback periods [year]
			Marginal conversion	All power conversion		
Standard	—	—	100.0	100.0	100.0	—
Type A	HP	927,156	101.6	83.2	89.2	10.2
Type B	GWH	361,750	80.1	83.1	84.8	11.4
Type C	PV	2,042,920	11.8	47.4	52.4	19.2
Type D	Gas-CCG	666,880	72.7	88.1	74.3	12.0
Type E	FC-CCG	1,865,000	47.7	78.3	83.7	23.8
Type F	HP+PV	2,869,756	13.2	30.6	42.3	15.2
Type G	GWH+PV	2,434,390	4.6	40.5	37.0	17.3
Type H	Gas-CCG+PV	2,729,480	-15.7	36.5	27.9	17.0
Type I	FC-CCG+PV	3,887,920	-40.7	25.7	17.0	21.0

※Marginal conversion 0.59 [kg-CO<sub>2</sub>/kWh] All power conversion 0.41 [kg-CO<sub>2</sub>/kWh]

図5 Environmental and Economical results in Several energy saving device combination

~Iは太陽光発電と高効率機器4品目を組み合わせた場合です。普通のスタンダードの状況に対しCO<sub>2</sub>がどれだけ下がるかという評価、ランニングコストが年間どのくらい下がるかという評価、それによって減価償却がケーススタディとして算定できます。高効率機器を入れるとCO<sub>2</sub>は下がる。ただ償却年数は長くかかるということです。これは各エネルギーシステムの機器、デマンド特性、オペレーションの仕方によって、いろんな解が出てくるので、1つのケーススタディとして見ていただければと思います。

3. ホロニック・エネルギー・パスから見た自動車・都市内エネルギーの最適化

ホロニック・エネルギー・パス概念の適用

図6にホロニック・エネルギー・パスの概念を示します。ホロニックとは、個と全体の有機的調和という概念です。いわゆる私生活において100%近く依存してきた大規模集中システム中心の「ハードパス」と、分散型システム中心の「ソフトパス」を最

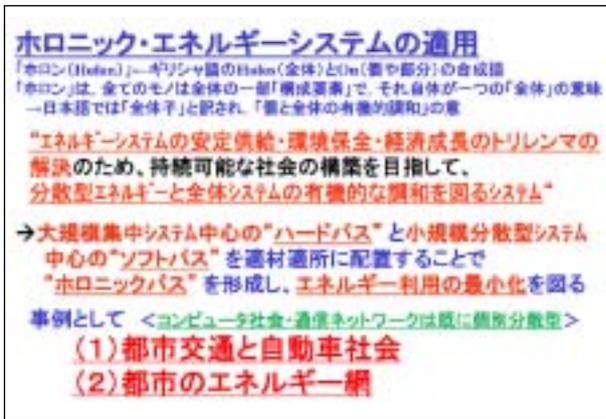


図6 ホロニック・エネルギー・バス概念

適に組み合わせることによって、エネルギーミニマム、CO<sub>2</sub>ミニマムをつくり出そうという概念であります。これをあてはめた「都市交通と自動車社会」「都市のエネルギー網」について、私案を紹介したいと思います。

将来の交通システムと自動車エンジンシステムのマッピング(私案) - 図7

横軸が走行距離、縦軸が利用者密度で、将来のトランスポーターションはどうなるのかのイメージを描いてみました。車というのは、電車・地下鉄・LRTといった電力架線のもとで動くものではなく、自らエネルギーを搭載して走るものです。だからエネルギー密度が問題になります。エネルギー密度は、車の場合にはいわゆる重量あたりの発熱量ということです。

例えばガソリンのエネルギー密度を100とすると、ディーゼルエンジンの軽油は120%くらい、天然ガス・水素エンジンが50~60%。自動車というバッテリーは鉛バッテリーで100分の1と認識していま

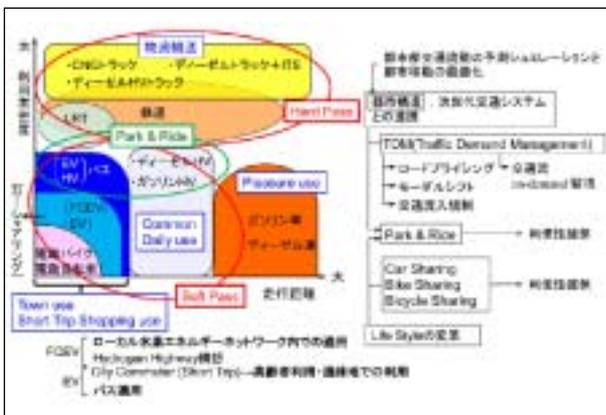


図7 将来の交通システムと自動車エンジンシステムのマッピング(私案)

す。ハイブリッド車で使われるニッケル水素で70分の1、リチウムイオンで50分の1。EVのエネルギー密度は「アイ・ミーブ」が16kWh。車の価格の半分以上がバッテリーではないかと思いますが、車という長距離走行をするものに対して、シティコミュニティあるいはバスなどEV系はショート・トリップ・ショッピングユースなどというように、棲み分けの世界があるかと思います。

そこでパーク・アンド・ライドを介して公共交通機関につなぐ。そうした都市型次世代交通システムが必要になると考えています。こうすることで都市全体で、自動車交通部門においてエネルギーの最小化につながるようになります。

今後の都市社会のエネルギーネットワーク - 図8

都市エネルギーのほうに話を变えます。私はマイクログリッドを広い意味で使っています。ここに示したのはホロニックエネルギーを適用した次世代の都市社会のイメージです。ハードパスに依存していた居住区、都市部で例えば縦型集合住宅では、熱が使えるからコージェネが有利に働きます。そこに自然エネルギーを最適に配置する。熱の面的有効利用は難しいのですが、そうしたソフトエネルギー、あるいはコージェネシステムという高効率機器を導入し、その中で電力や熱を融通しあいながらソフトエネルギーへの依存度を上げていく。その中には地産地消のエネルギー源であるということで、ソフトエネルギーへの依存度を上げることが必要だといえます。

それをスマートグリッドにすることで、デマンドコントロール、デマンドレスポンスを、見える化から始めようというのが風潮になってきています。文

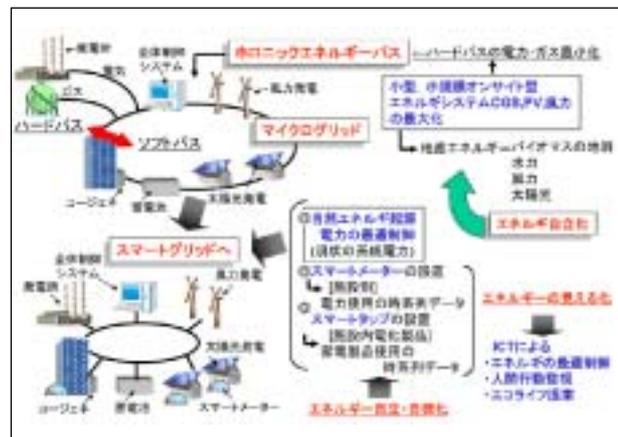


図8 今後の都市社会のエネルギーネットワーク

明社会(都市社会)の1次エネルギー源の動向について、図9にハードパス、ソフトパスの形態と特徴を配布資料にまとめておきました。

	形態	導入割合	一次エネルギー源	特徴	今後の動向
ハードパス	火力発電所	日本では20%	石炭・石油・天然ガス	CO <sub>2</sub> 排出・高効率・低CO <sub>2</sub> 水	再生可能エネルギー等普及促進
	原子力発電所	日本では30%	ウラン・プルトニウム	高効率・低CO <sub>2</sub> ・NRE	福島原子力発電所(高濃縮燃料)の事故
	水力発電所	日本では10%	水	環境にやさしい	小規模化(ポンプ送電)
ソフトパス	ガスパイプライン	燃焼として利用	天然ガス		今後はLNG(液化天然ガス)の普及
	バイオエタノール		穀物		
ハードパス	ディーゼルエンジン		軽油	船舶などで	船舶など
	ガスタービン	オンサイトでの燃焼	軽油・天然ガス	発電効率 70-85%	船舶など
	ガスエンジン		天然ガス		
	燃料電池		水素		
	太陽光発電(PV)	電力では2010年までに1.5%の普及率		エネルギー密度が低い	太陽光発電
太陽熱利用			Nelson-cerand		
風力	エネルギー密度が低い				
地熱	7%目標(2010年)				
バイオマス					

図9 文明社会(都市社会)の1次エネルギー源の動向

同志社大学でのマイクログリッドのケーススタディ - 図10

広義の意味でのマイクログリッドということで、太陽光発電に対してコージェネ系、ヒートポンプ系をどういった条件で置いたら、居住区全体のCO<sub>2</sub>を最小化できるかという解析の研究をしています。詳しい結果には触れませんが、オングリッド、オフグリッド、いわゆる系統として開放する、あるいは閉じるということです。いろいろなソリューションに対して、蓄電池の容量をどの程度にしたら、居住区全体がオン・オフのグリッド化においてどうなるかという解析です。

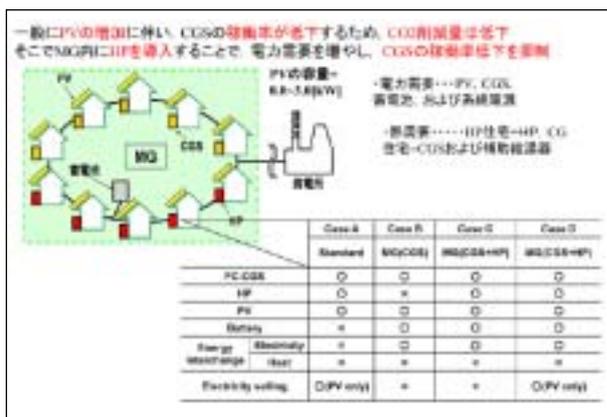


図10 同志社大学でのマイクログリッドのケーススタディ  
コージェネ(CGS)ヒートポンプ(HP)太陽光発電(PV)の機器構成の最適化

4. これからの持続可能な都市社会～低炭素社会の構築に向けて(事例紹介) - 図11

私は同志社大学京田辺キャンパスに勤務しています。これからの持続可能な都市社会ということで、「同志社山手サステナブル・アーバンシティ協議会」による環境共生住宅街区の創生、などについて事例紹介を含めて話させていただきます。

- ① 「同志社山手サステナブル・アーバン・シティ協議会」による環境共生住宅街区の創生  
→「京都府けいはんなエコシティ推進プラン」へ一部採用  
→「けいはんなエコシティ次世代エネルギー・社会システム実証」プロジェクト
- ② Univ. of California – Irvine  
Advanced Power and Energy Program との連携  
→ International Sustainable Institute の形成
- ③ 経済産業省委託事業—低炭素社会に向けた技術開発・社会システム実証モデル事業:「有機性廃棄物エネルギー完全転換装置による低炭素・ゼロエミ社会の構築」実証事業
- ④ 環境省—低炭素地域づくりの対策推進事業:「京都府京田辺環境経済発展推進協議会」
- ⑤ 「けいはんなエコシティ次世代エネルギー・社会システム実証」プロジェクト

図11 これからの持続可能な都市社会～低炭素社会の構築に向けて(事例紹介)

地区の特徴、同志社山手地区の家庭内CO<sub>2</sub>目標排出量とCO<sub>2</sub>削減目標値の設定

同志社山手(図12)は京都府南部の京田辺市にあり、同志社大学、同志社女子大学などのキャンパスの南にあたる65haに計画人口約6,100人、1,800戸の街をつくる計画で、2005年頃からUR都市機構が主体となり我々も協力しています。どうせ街をつくるならコンソーシアムをつくりましょうと検討し、サステナブル・アーバン・シティ協議会を立ち上げました。何をやるかということ、低炭素化のための数値目標をつくらうということです。学生にも



図12 同志社山手 - 環境共生住宅街区

協力してもらい、当時300世帯の家庭からアンケートをとりました。電力、ガス、移動部分のCO<sub>2</sub>排出量についてです。郊外型都市ですから、全国平均に比べて車移動が多いという特徴が明確化されました。これを踏まえて現状からCO<sub>2</sub>を50%削減するという数値目標を立てました。(図13)

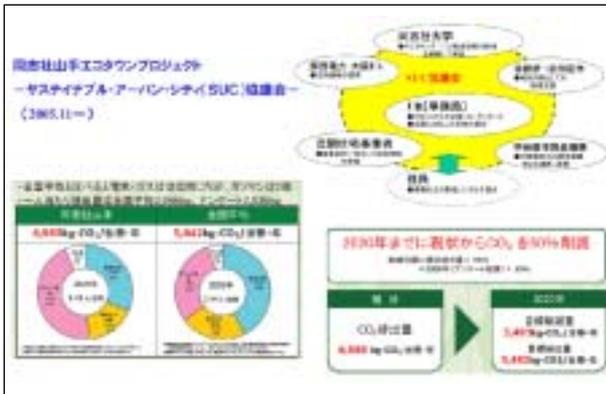


図13 同志社山手地区の家庭内CO<sub>2</sub>目標排出量とCO<sub>2</sub>削減目標値の設定

リーディングプロジェクトの全体構成と平成22年度からの取り組み - 図14

具体的に何を実施するかというのがこのリーディングプロジェクトです。2009年度に策定し、2010年度から動かす予定だったのですが、経産省の「次世代エネルギー・社会システム実証事業」が立上がり、結局は一緒にやることになりました。策定したのが5つのプロジェクトです。「地域ナノグリッドの構築」はCEMS、「低炭素型住宅の建設誘導」がHEMSです。「エココミュニティプラザの整備と住民主体行動の推進」は、同志社山手の特別な内容です。「京都エコポイントを活用した省エネ行動の推進」は、エネルギーの見える化です。そして、「低炭素交通体系の構築」です。膨大で細かいス



図14 同志社山手街区の低炭素化のためのプロジェクト

キームをつくりましたが、我々のコンソーシアムだけではできないので、経産省プロジェクトと一緒に進めています。

Univ. of California- Irvine Advanced Power and Energy Program との連携 - 図15

アメリカでもいるんなことをしています。ロサンゼルスから南へ1時間くらいのアーバインで「Advanced Power and Energy Program」というプロジェクトが動いています。高速道路は片側5車線ありますが、渋滞で動きません。ここの鉄道の駅の駐車場に車を一旦置いて、パーク・アンド・ライドをする。ここにオープンスペースがあってEV充電があり、EV充電をする。西海岸のカリフォルニアでは電気自動車や燃料電池車の実証実験をしています。



図15 Univ. of California - Irvine Advanced Power and Energy Program との連携 - International Sustainable Institute の形成

UC-I : Advanced Power and Energy Program - 図16

もう一つ、このグループが取り組んでいることは自然エネルギーを何らかの蓄エネルギー化するとい

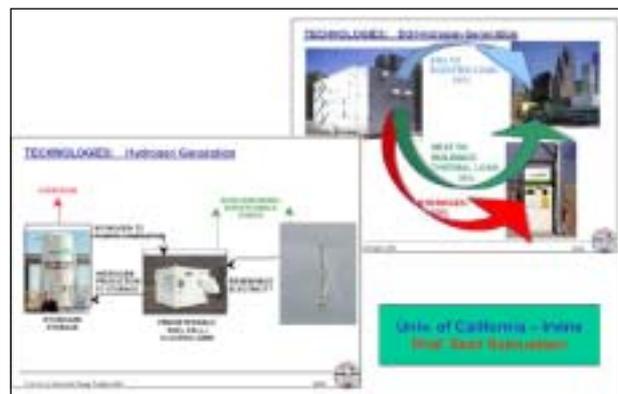


図16 UC-I ; Advanced Power and Energy Program

うことです。彼らの場合は太陽光、風力という自然エネルギーで燃料電池を逆利用して水素というエネルギーキャリアで貯める。そして都市部・居住区に電気やエネルギーのデマンドがたった時に水素を燃料電池に送る。彼らはそのことをトリジェネと呼んでいます。

経済産業省委託事業 - 図 17

これは低炭素社会に向けた技術・発掘・社会システム実証モデル事業という、けいはんなでの経産省委託事業です。家庭からの有機性廃棄物を電気自動車で回収します。一般には大規模ごみ焼却施設で燃やし、排熱でタービンを回して一部電力を回収します。しかし、今後は都市部の小型可能な完全にクリーンな焼却施設が必要になってきます。そこで我々は加熱水蒸気で全てを分解し、完全にクリーンなプロセスで可燃性ガスをつくります。それをガスエンジンコージェネレーションで発電し、熱を戻します。発電した電気は電気自動車に充電。そして電気自動車で再びごみを回収する。これは一種の都市静脈系のごみを基にした循環型エネルギー変換です。現在はこれをさらに進化させ、バイナリー発電への工夫を検討しています。

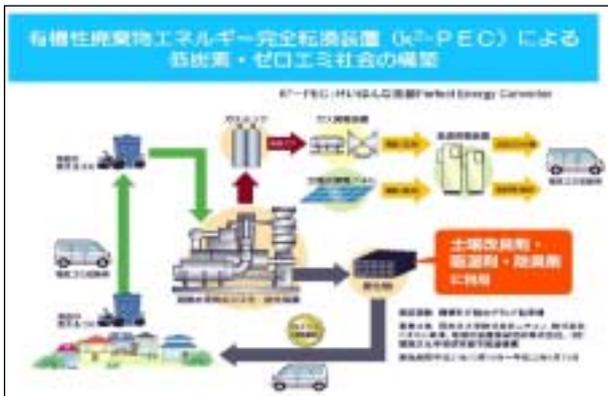


図17 経済産業省委託事業 - 低炭素社会に向けた技術発掘・社会システム実証モデル事業：「有機性廃棄物エネルギー完全転換装置による低炭素・ゼロエミ社会の構築」実証事業

環境省 低炭素地域づくり面的対策推進事業 - 図 18

これは笠置町での取り組みです。森林資源が豊富な過疎地では、森林を放置しておくともCO<sub>2</sub>も吸収しません。シイタケ栽培が有名で、朽ちた木をカスケード的に利用してガス化装置に入れる。そこで電気と熱、CO<sub>2</sub>を回収し、ローテクの植物工場をつく

り、生産された食物を食べる、売る、廃棄物が出る。それを循環させる循環型社会をつくる。過疎地では、こうしたスキームがよいのではないかと考えています。

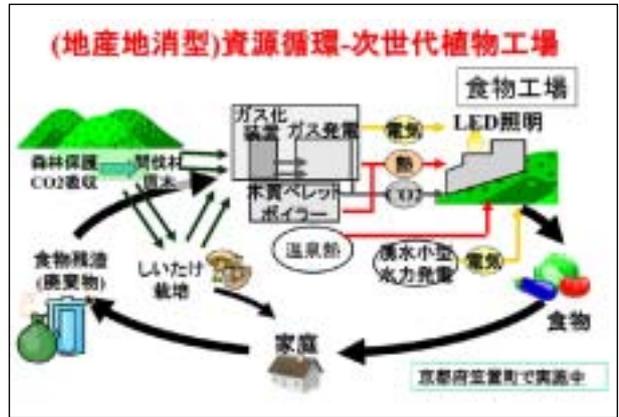


図18 低炭素地域づくり面的対策推進事業：「京都府笠置町環境経済好循環推進協議会」

都市部 動脈系・静脈系・エネルギー融通系の最適化 - 図 19

今の話をまとめると、図19のような都市構造イメージになります。都市があって、ここにインプットされる動脈はエネルギー、食料、水です。そこで文明生活をして出てくるものは、ごみ・有機性廃棄物・汚泥・糞尿。これらをガス化炉で完全に無害化できると、都市の中やオフィスビルの中にエネルギー変換装置が置ける。ここでの問題はガスの発熱量とガスの組成の安定化。都市からの静脈系、バイオマスをクリーンエネルギーにエネルギー変換して、要するに熱と電気の両方を使って、エネルギー自立度を上げていくというのが狙いになります。

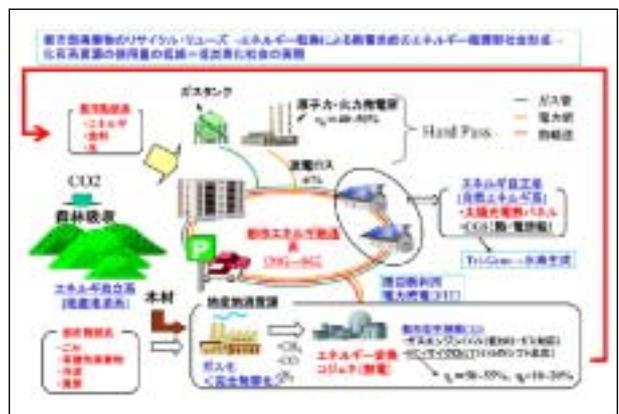


図19 都市部 - 動脈系・静脈系・エネルギー融通系の最適化「都市構造の変革」へ（静脈系の完全エネルギー転換とエネルギー自立系）

けいはんなエコシティ次世代エネルギー・社会システム実証プロジェクト - 図20

「けいはんなエコシティ」の部分ですが、「Do you kyoto? エコしていますか?」という言葉が語られる時代です。「けいはんなエコシティ次世代エネルギー・社会システム実証プロジェクト推進協議会」をつくり、経産省から指定を受けた実証実験を進めています。どこで何をするのか。同志社山手、そして精華町のエコタウン、木津川市のエコタウンで実証実験をします。現在動いているのは同志社山手だけですが、最終的には3つのエコタウンで実証することになります。何をするのか。簡単に言えばQOLを犠牲にすることなく、CO<sub>2</sub>を半減する街をつくるというのが京都府のビジョンです。(図21)



図20 「けいはんなエコシティ次世代エネルギー・社会システム実証」プロジェクト



図21 プロジェクトの全体概要

プロジェクト全体概要

全体の概要ですが、その中にはまずエネルギーの見える化によって、居住者が個々に電力、ガスの量を見る化しながら、ウェブ上でいろんな企画をし

て省エネ行動を推進する。あとは、供給側に対してレスポンスをするようなことがどれだけ人間工学的に可能なのか、それを促進させるためにはどのようなインセンティブが必要か、そうした視点からのホームマネジメントシステム(HEMS)です。

HEMSはスマートハウスを中心とする。これはオール電化型、ウィズガス型など計14棟のスマートハウスを建てて、家のエネルギーマネジメントをする。さらにビルのBEMSを学研プラザという多目的ビルで行う。さらに生活廃棄物(ハイキ)系のエネルギー転換を入れて、そしてEVの充電系、バスの循環、EVのシェアリングなどを含め、世の中で言われているような全てのことを入れてみて、どれだけCO<sub>2</sub>とエネルギー使用量が下がるかという大規模社会実験をしようということです。

全体スケジュール

図22は年次計画です。見える化部分、HEMS、BEMSの部分、EV充電ネットワーク、モーダルシフト、ごみ系をこのようなスケジュールでやろうということです。エネルギーの見える化の部分が始まっていて、メーカーが準備を進めているところです。エネルギーの見える化でどのようにデマンドレスポンスができるのかは、非常に難しいことだと思います。電力料金のダイナミックプライシングも重要なインセンティブだと思います。



図22 プロジェクトの全体スケジュール

まとめ

図23にまとめを示しました。大事なこととして、街というのは最初からコンソーシアムというものをつくり、そして具体的な目標を目指して大きな動きをすることが1つ。そして我々工学分野の者のみで

なく、規制や税制を含む様々な問題が出てきます。すなわち自然科学・社会科学・人文科学という三位一体としての総合科学プロデュースが必要だということです。あとは環境教育という意識改革であり、そして何といっても後世にツケを残さない、持続可能な都市社会の構築ということが重要です。エネルギーだけでなく、水・食料・工業製品のリサイクル過程の有害物質の最小化なども、課題となってくるのではないかと思います。

**低炭素都市生活“サステイナブル・アーバン・シティ”を目指して**

1. サステイナブル・アーバン・シティ建設コンソーシアムの設置  
サステイナブル・エネルギー・デザイン特区としての展開
2. 自然科学・社会科学・人文科学の三位一体としての  
総合科学プロデュース—Civil Engineeringの必要性
3. 住民・市民への子供時代からの環境教育を通しての、環境問題  
の啓蒙促進;住民・市民の意識改革・ライフスタイルの変革  
→Think Globally→Act Locally, Global Social Responsibility (GSR)
4. CO2排出権取引—CDM, Cap & Tradeから居住区CO2排出権?
5. 省エネ促進のための各種インセンティブの公平性の議論(FIT)
6. 後世へ“ツケ”を残さない持続可能型社会の構築  
(エネルギー問題・水問題・食糧問題, 工業製品のリサイクル過程の有害物質の最小化)

図23 話題提供のまとめとして

