



|              |                                                                                     |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Title        | サステイナビリティ社会を支える技術と評価手法                                                              |
| Author(s)    | 石井, 善明                                                                              |
| Citation     | GLOCOLブックレット. 2009, 2, p. 30-42                                                     |
| Version Type | VoR                                                                                 |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/48303">https://hdl.handle.net/11094/48303</a> |
| rights       |                                                                                     |
| Note         |                                                                                     |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

# サステイナビリティ社会を支える技術と評価手法

サステイナブルな技術が生まれ、その技術が普及し、サステイナビリティ社会が実現するためには、社会をそこに導くための仕組みが必要だ。技術と社会をつなげる道筋づくりをめざす。

**石井 善明** 大阪大学サステイナビリティ・サイエンス研究機構特任教授

石井です。私は長く荏原製作所<sup>1</sup>という企業にいて、企業の中でサステイナブルに関係のある技術の開発、あるいは利益追求とは直接関係ない評価手法の開発に関わってきました。まずそれを紹介します。今は大阪大学サステイナビリティ・サイエンス研究機構(RISS)にも勤務しているので、そこでやっている話に結び付けたいと思います。

経済の発展と地球環境の保全、資源の枯渇は、グローバルトリレンマといわれます。私どもは、この中で資源の枯渇の問題とか環境保全の取り組みをしてきました(図1)。企業は利潤を追求する組織ですが、そういうこととは関係ない社会貢献活動として、私どもは「荏原環境基金」という基金を設け、環境保全に役立つということで、「環境配慮型の製品が世に出ていくための仕組み

- 1 荏原製作所  
総合的な環境エンジニアリング事業、半導体製造装置用の機器装置の製造をする日本の会社。
- 2 グリーンコンシューマー (Green Consumer)  
環境に配慮した行動を取る消費者を表す言葉。
- 3 環境負荷 (Environment Load)  
簡単にいうと人間の活動が環境に与える負担のことを指す。環境基本法に明確な定義がある。環境負荷物質とは環境負荷を作り出す物質(原因)を指す。

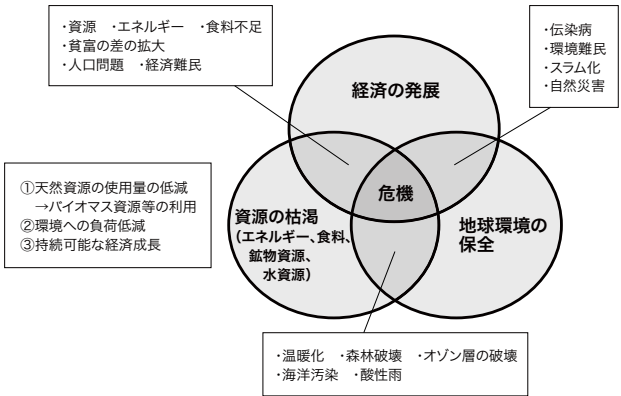


図1 グローバルトリレンマ

づくり」の研究を助成してきました。

ここで上がった成果を国際的に認めてもらうために、同じ基金で、国際会議を自らドネーションして、すでに三回ほど開いています。オランダのライデン大学がマネジメントをしています。

## 環境配慮型製品の普及に向けて

われわれは、「イニシャルコスト」(初期費用)、最初にお金がいくら要るかということでものを購入します。最近は「ランニングコスト」(機器やシステムの保守・管理に必要な費用)、運転するのにどれだけ費用がかかるかということも加味してものを購入します。さらに「グリーンコンシューマー」<sup>2</sup>といわれる、環境保全に役立ちたいという方々は、環境に負荷をあたえないということも考慮して、ものの購入行動を取ってきました。ただ、そういうことは非常に定性的なので、定量的に分析する仕組みはできないかということに、私どもは研究助成を行ってきました。その成果が「マージナル・アベイトメント・コスト手法」というものです。

ものが製造される、売られるということは、当然環境規制を守っているわけですが、守っていても必ず環境負荷<sup>3</sup>物質は外に出ています。それは、製品A、B、Cで同じとは言えません。同じ値段でも、環境に負荷を与えていない製品もあれば、非常に多い場合もあります。しかしそのことはだれもわからないというなかで、A、B、Cの製品のどれが一番環境保全に寄与しているか、あるいは環境に負荷を与えていないかということを定量的に調べられないかという発想で始めたものです。私どもは、それを最終的にコストというカタチでお金に換算できないかという発想を持ちました(図2)。

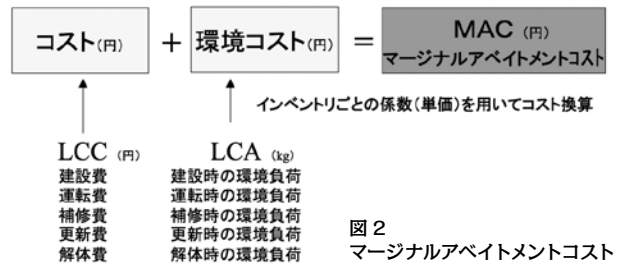
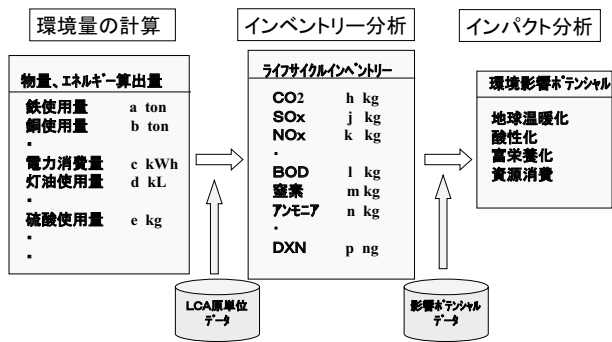


図2 マージナルアベイトメントコスト



以上の各項目を施設ごと、ライフステージごとに計算

図3 ライフサイクルアセスメント (LCA)

そういう手法の一つとして「ライフサイクル・アセスメント」<sup>4</sup>があります(図3)。ライフサイクル・アセスメントでは、その製品の資源が採掘されてから廃棄されるまでの一生の間の環境負荷量を全部計算します。「インベントリー分析」<sup>5</sup>と言いますが、「CO<sub>2</sub>をいくら出すか」、「SO<sub>x</sub>をいくら出すか」、そういうことを全部計算します。普通のライフサイクル・アセスメントは、これに「インパクト分析」<sup>6</sup>ということで、地球環境ににどういう効果を与えるかということをやりますが、われわれの場合はここで作業を終えて、この環境負荷物質がCO<sub>2</sub>だったら、それはお金で計算していくらなのかということを求める手法です。

例えばある環境負荷物質の削減目標を決めると、それに適合する削減装置が選ばれます。例えばNO<sub>x</sub>の場合、一番安いものとしては「低NO<sub>x</sub>バーナー」、要するに、燃料を燃やすとサーマルNO<sub>x</sub>が出ますが、そういったものが生成されにくいバーナーの構造があるので、そういうものをまず見つけます。さらに削減目標値を厳しくすれば、ほかの脱硝装置が必要になるわけです。NO<sub>x</sub>の場合に今一番コスト的に高いものは、自動車の触媒型の脱硝装置です。この費用を求める手法が「限界削減費用法」です。

「限界削減費用法」は、ある製品をつくるときに、規制値は満足しているが、排出している環境負荷物質がいったいいくらなのかをつかみたいときの方法です(図4、表)。すでに世の中に負荷物質が出ているわけですから、その値は今世の中にある一番高い値に限りなく近いのではないかという発想をします。世の中を

- 4 ライフサイクル・アセスメント (Life Cycle Assessment = LCA)  
製品の原料採取、製造、使用、廃棄、輸送など全ての段階を通して環境に与える影響を定量的、客観的に評価しようとする手法。いまは国際標準化が進められている。
- 5 インベントリー分析 (Life Cycle Inventory Analysis)  
簡単に説明すると製品やサービスの生涯にわたる物質の定量的に把握する手法。
- 6 インパクト分析 (Life Cycle Impact Analysis)  
環境影響領域ごとに、対象とする製品がどれだけの負荷を与えるかを定量的に分析する手法。例えば「人間の健康」や「生態系の影響」など。

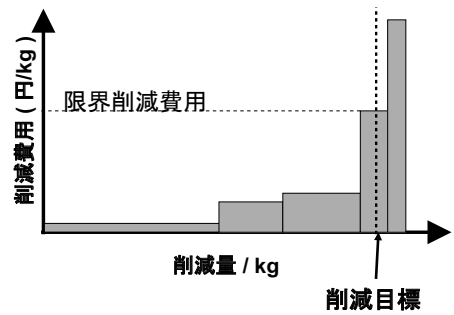


図4 限界削減費用法 (MAC)

表 汚染物質の限界削減費用法

| 環境負荷項目          | 限界削減費用 (単位:円/kg) |
|-----------------|------------------|
| CO <sub>2</sub> | 7                |
| NO <sub>x</sub> | 2,500            |
| SO <sub>x</sub> | 43               |
| SPM             | 27,000           |
| TOD             | 1,700            |
| TCE             | 15,000,000       |
| PCE             | 15,000,000       |
| 重金属             | 20,000           |
| ダイオキシン          | 19,000,000,000   |

$$BTOD = 2 \cdot COD + (21 \cdot T-N + 310 \cdot T-P) / 2$$

岡 敏弘 *et al.*, 「環境影響物質の限界削減費用法を用いた環境配慮商品の社会的効果の測定」  
環境経済・政策学会2002大会 (2002年9月,北海道大学)

観測して、今一番高いものを見つめます。それを見つけて出すことによって、そのコストを単位量としてインベントリー分析した量に、掛け算してコストを求める手法です。

例えば私どもが求めた数字では、CO<sub>2</sub>の場合はキログラム当たり7円です。今の排出権取引等で3円とか4円とか議論されていますが、私どもの計算では大体7円、NO<sub>x</sub>の場合は2500円です。ダイオキシンの場合は、今のダイオキシンの処理装置だと、1キログラム当たり190億円という値が出てきます。こういったものを設けて、インベントリー分析に掛け算する手法です。

荏原製作所はポンプをつくっていますから、従来型のポンプと環境配慮型のポンプを比べると、環境配慮型のポンプは重量も5分の1ぐらいですし、インバーターモーターを使っているのが最適値で運転できるということで、非常に省エネ型です。軸受けなども磁気軸を使って、非常に効率のいいものを使っています。そういったことを配慮してつくったものですが、イニシャルコストが高いのでなかなか売れません。そこで環境コストに換算する手法に思い至りました。それで研究を委託したのが出発点でした。

インベントリー分析では、製造、使用、廃棄でCO<sub>2</sub>など環境負荷物質がどのくらい出るかということを分析しているわけですが、最終的にどうなったのかを見たのが図5です。先ほどの手法で二つの製品を比較すると、それぞれの環境負荷物質に対するコストが求められます。

これをトータルして考えていくわけですが、従来型のポンプと

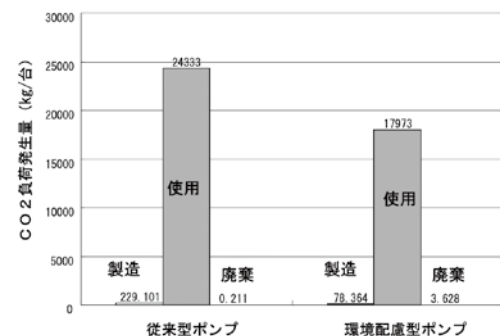


図5 従来型ポンプと環境配慮型ポンプのCO<sub>2</sub> 負荷発生量

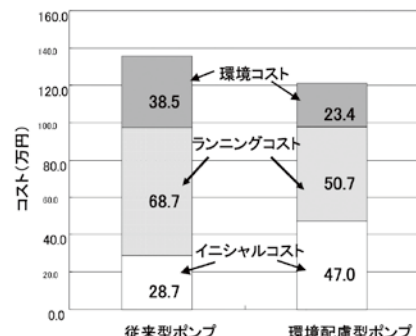


図6 限界削減費用法によるポンプのLC 環境負荷のコスト化

環境配慮型ポンプを比べた場合に、イニシャルコストは残念ながら環境配慮型のポンプのほうが高いです。企業ですから、これはコストダウンの努力をしていかなければいけないのですが、現在のところはこういう結果です。

ランニングコストを比べると、非常に省エネ型にできていて電力費等は安いのでこの幅は狭いのですが、トータルではほぼ同等で、購入行動としてはどちらを選択されるかわかりません。今まで使ってきたので従来型を選ぶ人もいれば、環境配慮型のポンプを選ぶ人もいます。ただし、イニシャルコストが高いので、これに目が行くと購入行動としては従来型のポンプが購入されてしまいます。そこで環境コストを計算すると逆転して、環境配慮型が非常に安くなります(図6)。

こういうものはどう役立つかというと、今は「グリーン購入法」<sup>7</sup>という法律もできていますが、例えば公共部門等で製品を購入するときに、A製品、B製品、C製品のどれを購入するかという場合、こういう手法で定量的に評価することで購入するものを決めるという手法が、一つは考えられます。ある自治体で聞いたところによると、「環境配慮型の製品があった場合に、それが10%ぐらいまで高かったら環境配慮型の製品を購入してもいい。それは住民に対しても説得できる」という話がありました。環境に配慮しているのだから10%くらいならいいということで、ものの選択を定量的に分析すると非常に説得力があるということが一つメリットです。

あるいは、環境報告書<sup>8</sup>やCSR報告書<sup>9</sup>に活用します。あるいは

- 7 グリーン購入法  
2001年4月に施行された「国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律」の略称。国が物品を購入する際には環境に配慮されたものを購入しなければならないという規定。
- 8 環境報告書(Environment Report)  
環境レポートともいう。企業等が環境に配慮して行った内容を環境業績としてまとめ発表する報告書。
- 9 CSR(シーエスアール)報告書  
CSRは、Corporate Social Responsibilityの略語で、企業の社会的責任を指す。この社会的責任に環境に対する配慮が含まれ、法令の遵守、人権擁護などもっと広い意味が含まれている。

は、環境施設の投資に対して、A、B、Cの案があったときに、どれに投資をするのが一番社会的効果があるかという判断に使うことも考えられます。

われわれはサステイナブルなことをやっていますから、「サステイナビリティ指標」ということに結び付けて言えば、これは環境だけしか考えていません。例えば、資源の枯渇の問題、リサイクル性の問題、最終処分量が非常に少ないといったことについては、ほかの考え方を導入しないとサステイナビリティ指標にはつながっていかないということです。

公明性とか透明性とか、だれがやっても同じ値に行き着くということでは、ベストではないかもしれませんが、こういう手法が一つの考え方としては有効ではないかと思います。

## 資源の有効利用

次に資源の枯渇の問題です。私は、最初にこの「鉱石量に占める既採掘量」のグラフ(図7)を見たときは非常にショックでした。100%はそれぞれの金属の埋蔵量で、濃い色は既に掘られた量です。水銀、銀、すず、鉛などは、もう70%から80%が掘られてしまっています。これは大変だと思いましたが、よくよく考えてみると地下にあったものが地上に出てきただけだなのですね。地上に出てきたものをいかにうまく回していくかという仕組みさえ作れば、完璧ではないまでも、少しはサステイナブルに近付くということので安心した記憶があります。

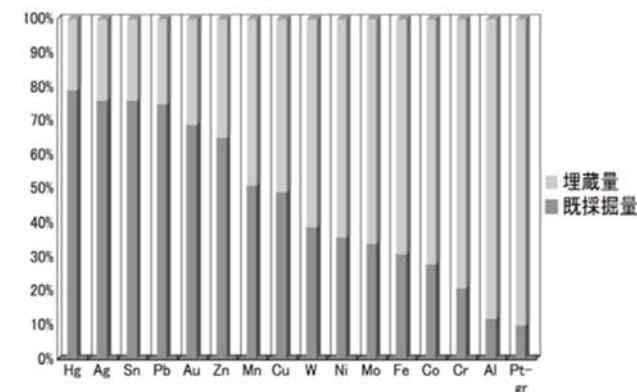


図7 鉱石量に占める既採掘量の割合

荏原製作所は廃棄物とか排ガス、廃水処理というところで食べさせてもらっています。実は、1992年のリオデジャネイロの環境サミット<sup>10</sup>以来、「クリーンテクノロジー」<sup>11</sup>とか「クリーナー・プロダクション」<sup>12</sup>とかいった概念が出てきました。それを聞いたとき、私どもは非常にショックでした。それはどういうことかというと、環境規制値<sup>13</sup>があるから、それを満足するようにいろいろな処理装置をつくり、そこで私どもは食べさせてもらっています。廃棄物、廃水、排ガスを規制値を満足するよう処理再資源化すること、再資源化できない最終廃棄物を適正に処理することは、物品の開発から最終廃棄に至るライフサイクル全体を一つのパイプになぞらえて、エンド・オブ・パイプの取り組みと言われます。しかしながら、「クリーンテクノロジー」という概念は、廃棄物そのものを出さないようなプロセスを最初から使っていく手法です。つまり、いままでの処理装置が要らなくなるということです。あまりにも環境規制値が厳しくなってくるために、廃棄物処理に投資する金額が非常に高くなってきて、プロセス自身を変えなくてはいけないという考えです。

私どもはこういうことについてどうしたらいいかをいろいろと考えた結果、あるセクターから出てきた廃棄物などを、ほかのセクターの産業での原料とか燃料に転換するということで、培ってきた技術を駆使することで生き延びられるのではないかと思います(図9)。次に、サステナブルの社会をつくるにあたって、完璧ではありませんが一つの技術を世に出すための問題提起ということで紹介します。

私自身はリサイクル技術の開発に若いときから従事してきました。リサイクルのひじょうにいい技術ができていたのですが、リサイクル品を売って、その費用でコストが削減できます。しかしそのリサイクル品が売れないと高いものになってしまうわけです。そういうなかなか世に出ていけないという苦しみ、悩みを味わってきました。

リオの環境サミット以来、素材メーカーが非常にリサ

- 10 リオデジャネイロの環境サミット(1992年)  
環境と開発に関する国際連合会議で1992年に国際連合の主催により、ブラジルのリオデジャネイロで開催された。この会議には172か国の代表が参加し、国際連合の史上最大規模の会議となり、世界的に大きな影響を与えた。
- 11 クリーンテクノロジー  
ここでは環境負荷の少ない技術開発を意味する。
- 12 クリーナー・プロダクション  
より安全な化学物質をできるだけ少量使って生産活動を行うこと。
- 13 環境規制値  
環境や人体に悪影響をおよぼす恐れのある有害物質についての各国が設けた基準規定。

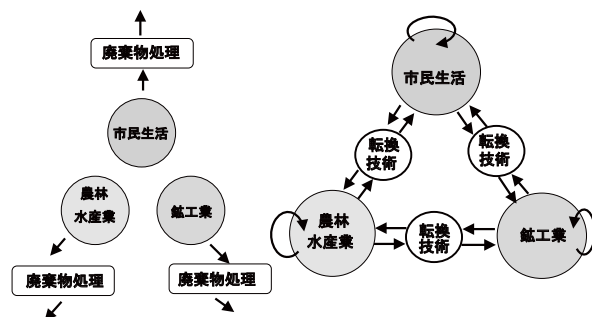


図8 静脈産業から循環産業へ



写真1 プラント全景

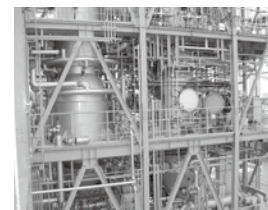


写真2 低温ガス化炉及び高温ガス化炉

#### EUP プラントの概要

- ・プラント所在地  
山口県宇部市  
(宇部アンモニア工業(株) 殿隣接地)
- ・工期  
竣工 1999年11月  
実証運転開始 2000年1月  
商業運転開始 2001年1月
- ・処理量  
容器包装廃プラ 65t/d
- ・製品ガス用途  
NH<sub>3</sub> 原料として使用  
～2002年5月まではボイラ燃料として利用

- 14 ハーバー・ボッシュ法  
鉄を主体とした触媒上で水素と窒素を超臨界流体状態で直接反応させてアンモニアを生産する方法。
- 15 ウッドプラスチック  
木質系原料と石油系樹脂を混ぜて作るプラスチックのような材料。
- 16 ポリ乳酸  
乳酸がエステル結合によって重合し、長くつながった高分子のこと。

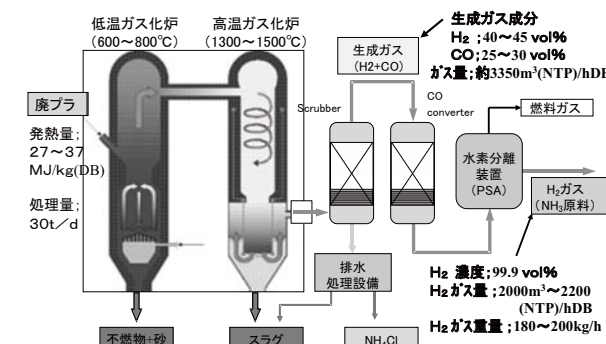


図9 転換技術の実施例：廃プラのケミカルリサイクル

イクルに興味を持ちました。素材メーカーは、自分がリサイクルをした製品などを販売する流通ルートを持っていますから、そこに載せてもらえるということで、「やっとそういう時代が来たか」というのが、1992年、93年ごろです。

そのころから、素材メーカーと「異業種交流」の勉強会をしました。異業種交流の中での一つのテーマは、「石炭の代わりに廃棄物を使えないか」ということでした。宇部興産は、石炭からアンモニアを作る日本で最大のメーカーです。廃プラは石炭と同じように非常に高カロリーですから、それを原料としてアンモニアを作りたいというのが原点でした。アンモニアは「ハーバー・ボッシュ法」<sup>14</sup>と言って、水素と空気中の窒素を超臨界状態で合成して作ります。私どもは廃プラのガス化に取り組みました(図9)。

廃プラをガス化するとメタン、CO、水素などいろいろなガスになります。さらにそれを水素リッチにします。水素をリッチにして、アンモニア合成に使います。水素に水蒸気を吹き込むことによって水素をリッチにできますので、このような水性ガス化反応を応用して水素をつくります。写真1、2が実際のプラントで、1日に65トンのアンモニアを生産しています。今は宇部と川崎でも稼働しています。

次の技術は、木材からウッドプラスチック<sup>15</sup>とポリ乳酸<sup>16</sup>をつくるプラントです。これは九州工大の白井義人先生、三重大学の船岡正光先生のアイデアをもとに、われわれ企業コンソーシアムで北九州にバイオプラントをつくっています(図10)。

木材はリグニンとセルロースからなっていますが、リグニンは

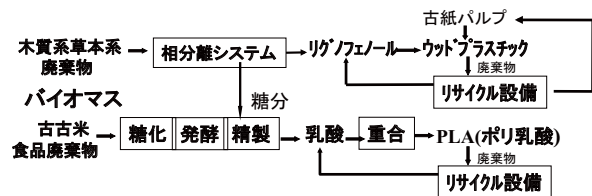


図10 バイオマス資源循環利用システム

3分の1ぐらい含まれているのでそれを抽出して、古紙パルプと合成して「ウッドプラスチック」という再生可能プラスチックをつくります。セルロースについては、糖化して、乳酸発酵をさせて、重合してポリ乳酸をつくっています。

これは、太陽のエネルギーのもとでできるバイオマス<sup>17</sup>を使うてこういうものをつくるわけですから、ひじょうにサステナブルです。もう一ついいところは、できたものがぐるぐる循環できることです。例えばウッドプラスチックの場合には、リグニンがアセトンに溶けるので、廃棄されたウッドプラスチックをアセトンで溶かすことによってもう一回リグニンを回収して、もちろん歩留まりはありますが、新しい素材として何回も使えます。

ポリ乳酸にしても、廃棄されたポリ乳酸を熱分解するといった手法で乳酸にもう一回戻します。さらにもう一度重合させてポリ乳酸をつくることが可能です。新しい製品をそれでつくることができます。いままでのカスケード型のリサイクルは品質が悪くなりますが、素材として戻すことによって品質が保てることになります。

## 技術と社会システム

つぎにご紹介するのは石炭発電ボイラーです(図11)。中国の多くの場合は石炭を使って発電しますが、石炭の質が悪くて硫酸酸化物がかなり出ます。その硫酸酸化物の処理をどうするかということで、私どもがやってきた開発装置では、電子線を照射してアンモニアを加えます。電子線を照射することによって活性化するので、アンモニアとNOxあるいはSOxが反応して、硫酸アンモニウムと硝酸アンモニウムがそれぞれできます。

それらは、「硫安」「硝安」という肥料になります。ですから、環境への負荷を減らせると同時に、さらに排ガスから、肥料がつくれるということで、中国では非常に普及するのではないかと思います。

### 17 バイオマス(Biomass)

もともとは生物(bio)の量(mass)のことだが、今までは再生可能な生物由来の有機性エネルギーや資源を表現する場合が多く見られる。基本的には草食動物の排泄物を含め1年から数十年で再生産できる植物体を起源とするものを指す。

ことで成都にプラントをつくりました。

結果的には普及にはつながらなかったわけですが、それはなぜかという、マーケット調査が十分ではなかったということです。われわれの装置は、できた肥料を売って、それで回収してほかの装置より安くなるという代物ですから、肥料が売れなければ何の意味もないということです。

ランニングコストという点では、中国では特にアンモニアガス代、電力代が高い。もう一つ悪いことに、肥料の価値を認めてくれない。肥料を使う文化ができていませんから、肥料を高く買おうという発想もない。従って、肥料の市場が拡大できないということで、ほかの装置と比べて運転費として非常に高いものについてしまったのです。ですから普及しませんでした。環境負荷物質から有用物をつ造るということで非常にゼロエミッション的な技術だと思っていますが、うまく拡大できませんでした。

こういった一つの技術開発をしたわけですが、こういうものがうまく世に出ていかないという点では、技術がよければいいというわけではなくて、社会的な仕組みをどう作るかというところに話が行かないといい製品が出ていかないという現実がぶち当たったわけです。再生可能な物質・エネルギーを使用するという事から、ここに示されるようなバイオマスを活用した技術が必要です(図12)。

こういう技術的な開発をして、よりサステナブルな技術に仕立て上げるときには、部分的変更ではある程度までは行けるけれども、革新的なものをつくりあげるのはなかなか難しいのです。

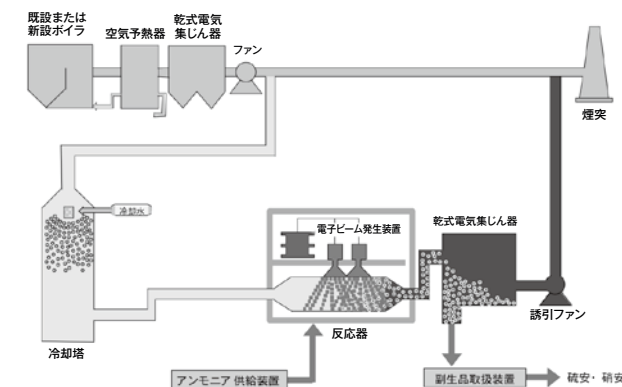


図11 中国成都電子線脱硝脱硫装置

さらにシステムイノベーションということで、例えば自動車においては、ガソリン車等が動いてきたわけですが、燃料電池によって、全く発想の違う、水素を使って動かすようなシステムイノベーションが必要になってきます。

ガソリンを使うレジュールから、水素を使うレジュールへの変更。それにはひじょうに多大なエネルギーと経費がかかるわけですが、そういったことが求められています。大阪大学サステナビリティ・サイエンス研究機構(RISS)はそういったことをいろいろ研究していきたいと思います。

サステナブルに向けていろいろな技術が開発されていくわけですが、それが世の中に浸透していくには、技術だけではなくて移行していくためのシステムが必要になります。そういった移行についてのマネジメントに対する研究なども行おうとしているところです(図13)。それによってサステナビリティ社会に貢献する新たな、より高度な技術ができます。ここでは、単なる工学だけの話ではなくて、いろいろな社会システムづくり等にもつながってきますので、そういう力が必要になってきます。いろいろなシステムイノベーションを起こすためには、いろいろな解があり、手法

図 12  
バイオマス産業コンプレックス

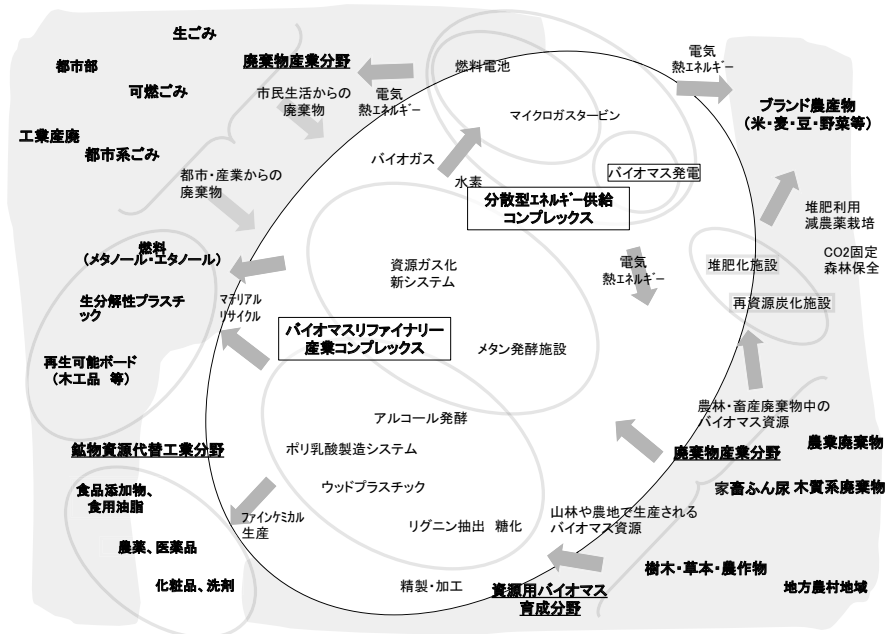


図 13  
Innovation and Sustainability

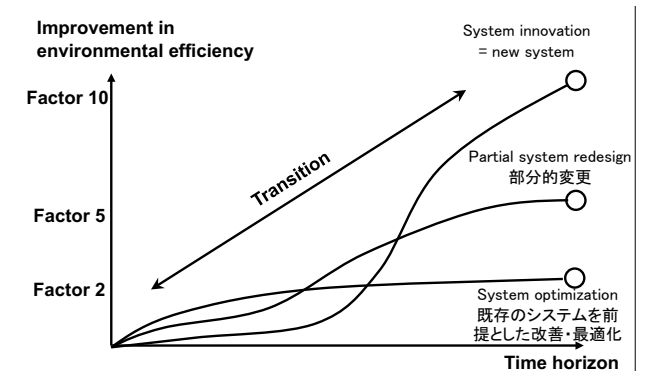
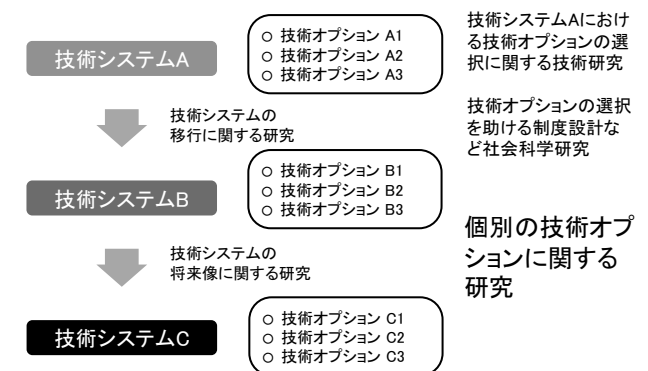


図 14  
技術システムのイノベーションのための研究



があると思いますが、それを探っていききたいと思います(図14)。

私どもは「シナリオユニット」といって、将来の低環境負荷型社会のデザインをすることによって、どういう時代をつくるかというシナリオの研究をやっています。大阪大学に七つの研究工房を持っていますが、ここでは研究開発をしています。大学内にある研究シーズで研究開発のロードマップを策定しながら、それに応じた新たな研究をして、それを「戦略ユニット」という中で、企画、推進していきたいと思います(図15)。

サステナビリティ学の教育ということでは、私どもは「高度副プログラム」ということで、修士の学生を対象にして昨年の10月からプログラムが動いています。これについては、GLOCOLの皆さんからも支援を得ていますが、さらに発展させて、プログラムを充実させていきたいと思います。

以上が私の話です。ありがとうございました。

Research System - Sustainability Design House:  
技術・産業・社会のマネジメントモデルの提案

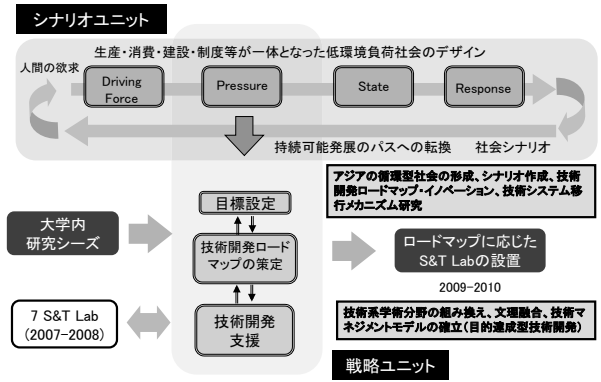


図 15  
技術・産業・社会のマネジメント  
モデルの構築

参考文献

岡敏弘ほか  
2002、「環境影響物質の限界削減費用を用いた環境配慮商品の社会的効果の測定」環境経済・政策学会2002年大会  
新エネルギー・産業技術総合開発機構  
2006、「経済・環境両側面を配慮した簡易な環境影響評価手法(TLCC)の導入可能性調査報告書」(平成17年度成果報告書)

編者によるコメント・感想

周知のように、現代社会がかかえる環境問題は、すべて科学技術と深くかかわっています。科学技術の巨大化は、近代産業社会の特質と密接に関係しています。20世紀においては科学と技術との境界はなくなり、その産業化、制度化に伴い、科学技術は競争原理に大きく左右されるようになりました。イノベーションと商品化がくりかえされる中で、社会と日常生活の隅々にまで科学技術が浸透するようにもなりました。21世紀に生きる私たちは、科学技術が作り上げた人工的な空間のなかで生きていると表現しても過言ではないと思います。

現代の科学技術は政治や政策の影響も大きく受けているが、科学技術そのものの今日までの変化、特にその手法や目的の変化に注目すると、専門分野の細分化、そして自己目的化が特徴として挙げられます。

科学技術が環境問題を引き起こしている一方、環境問題の解決が科学技術に大きく依存しているのも現実ではないでしょうか。

市場がグローバル化し、国際競争が科学技術に一極集中化するなかで問題の解決はさらに複雑性を増しています。しかし、最先端に走る企業さえ地球環境、社会、人々の意思を無視して、商品開発、流通、消費を行うことはほとんど不可能になりました。石井先生のご発表は、環境意識の高揚、制度の中で日本企業(荏原製作所)が「環境配慮(指標)」を内部化した歩み(技術開発、評価手法など)を自分の体験を通じて語られました。その歩みを通じて私たちは文理融合、対話の重要性を感じただけではなく、大きく変化しようとしている時代において、リードできる人材、つまり専門性あるだけではなく、広い視野と多様性に対する理解も備えた人材を教育の目にしなければならないという課題も改めて意識させられました。