

# 「持続性科学の使命」(抜粋)

吉川 弘之 (産業技術総合研究所理事長)

「人間の行動が地球環境を破壊する危険性を持つ原因は、人間の知識の構造の中にある」

技術によってその問題を解決しようではないかと言うのです。

## はじめに

ご紹介いただきました吉川でございます。ただいま小畑学長から大変包括的な興味あるお話を伺いましたので、私の話はその続きというふうにお考えいただければ結構かと思えます。いただきました題名は「持続性科学の使命」です。私の専門は機械工学という分野ですので、持続性科学の主として工学の話を後半でしてみたいと思っております。

最初に私のいま考えているパラダイムをお話しておきます。現在、地球環境を破壊する危険性というのが盛んに言われています。温暖化というのはその最大のものです。なぜそういうことが起こるのかというと、今の学長のお話にございましたように、人間の贅沢だとかいっばい、いろいろな問題があるのですけれども、私は基本的に人間の知識の構造の中に存在していると思えます。

## 持続可能な開発

こういうように私は書いていますけれども、よくご存じのように持続可能な開発 (Sustainable Development) というのは、1987年に国連がやった環境と人間に関するコミッション (Brundtland 委員会) という会議で議論され、87年に出版された『我らが共通の未来 (Our Common Future)』という本の中で定義されています。それは、地球環境を持続することと低開発地域に重点を置いた開発というものを同時に実現する。そういうことですね。

国連は、低開発という、いわば開発のおくれた貧困地域とか病苦に悩んでいる地域の生活水準をどうやって上げるかという非常に大きな課題を持っているわけですが、それをやると経済活動によって温暖化が起こるという矛盾にぶつかってしまった。それをどう解決するかということとは前から言われてはいたのですが、非常に明快な形で Brundtland 委員会が表現したということになります。すなわち環境を持続しようとするならば、開発速度を下げなければいけないということです。開発しようとする、どうしても環境が悪くなってしまふ。しかしながら私たちは悲観的になる必要はない、そうではなくて科学



図1

私は製造科学みたいなことをやっていたのですが、開発と環境がどういう関係にあるか、こういう平面でものを考えていかなければいけないでしょう (図1)。先ほどの Brundtland が言っていることは、この線上しか動けないじゃないかということです。すなわち環境を良くしようと思えば開発を下げなきゃならないし、開発を向上しようすれば環境が悪くなってしまふ。

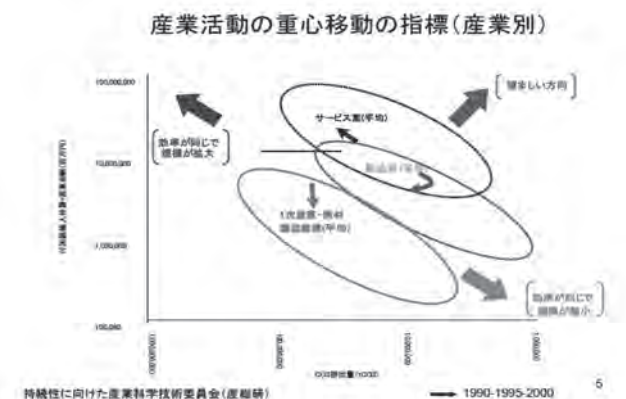


図2

現実の産業はどの辺に居るのだろうかという問題提起をして、私たちの研究所のグループでそれを調べてみると、こんなふうになっているのです (図2)。何をもって開発とし、何をもって環境とするかというのはなかなか難しい問題ですが、最も単純な例で製造業の付加価値というのを y 軸にとる。これは特に製造業 (産業活動)

に限っているわけです。x軸に炭酸ガスの排出量をとると、これは逆数ですね。こちらはよくなるわけですから。

そうしますと確かにBrundtlandが指摘したように、大體においてこの線上に乗っているのですね。もちろんサービス産業は全体として排出量は少なくなりますから、右上に来ます。サービス業があって、製造業があって、一次産業があります。ここでは省略してありますけれども、たくさんの産業がほとんどこういうところに入ってくるのです。

かといって、これを全部サービス産業にするわけにはいきません。サービス産業というのは、製造業が作ったいろいろな道具を使ってやっているわけですから、そんなことはできないと。このバランスというのは崩せないとすれば、全体としてこちらに持っていく方法があるかということを考えなければいけない。

ところが残念なことに、1990年から2000年までの十年間に日本では何が起きているかと考えると、これは小さな矢印ですが、サービス産業はこちらに行っている。ですから、まさにこの線上に乗っている。製造業はこの十年間というのは全体としてアクティビティが落ちているのでこっちに来ているのですが、実は悪い方向へ戻ってきているのですね。一次産業は真っすぐに落ちてしまっている。

## 従前の科学

どうすればいいかということになるのですが、そこで知識の問題になるわけです。私たちが持っている知識というのはどういうものなのか。開発性という名前をあえて今、付けるわけですが、従前の科学というのはどういうふうにして生まれてきたのか、我々が手にしている科学というのはどうして生まれてきたのかということを見ると、生きるためにいろいろ苦労したとか、自然の不思議に感動してものを考えたといったことが多く言われます。人間の科学的知識というのは、そういうものから生まれてきた。

二十一世紀の持続性の科学は、後でもう少し詳しく考えるのですが、動機は自然に対する不思議とか生存ももちろんあるのでしょうけれども、現実問題として環境劣化にどうやって対抗するかということ。真理の探究というよりは地球の持続という直近の大問題に我々は向かわなければならぬということ。方法は、観察・分析ではなくて将来どうなるのかということに関心があるわけですから、主として予測しなければならぬということです。

こういうやや違う目的を持った科学というものは、現

在我々が手にしている科学とは、やや違うのではないかということが問題提起の出発点になっています。しかもその何々学というのは新しい人工化をどんどん進めるために開発するというのではなくて、地球を持続するための持続的行動に役に立たなければいけないという、知識をつくる目的ともそれを使ったときにどういふものに役に立つかという効果とも違う。そういう何とか学というのをつくらなければいけないというわけです。これが実は持続性科学であり、持続性工学である。これは現在の科学とか工学と同じものなのだろうかというのが今日の大きな話題になっていくというわけです。

もう一回、知識はどういうふうにしてできたのでしょうか。先ほど生存のため、あるいは自然の不思議のためと言いました。例えば中世という時代を考えると、知識創出の動機というのは当時の邪悪なるものとの戦いであったというふうを考えられます。人間というのは非常に弱体なのですが、大きな嵐が来るとか、病原菌が来るという邪悪なるものに対していろいろ戦って勝つわけです。人類は勝ってきたから、こんなに地球で威張って存在しているのです。

しかし勝利を収めただけではなくて、同時に人類というのは知識を蓄積してそれを次世代に伝達するという方法を身に付けたのです。これが科学で、科学というのはずっと前の世代に蓄積している知識というのを比較的簡単に学ぶことができますよね。そういう蓄積された領域的な知識が、我々が持っている科学(領域科学)です。あるいは工学というものもみんなそういうものです。そういうものをたくさん持っているのです。それは具体的にはどういうものとの戦いだったか。

過去の邪悪なるものと私は前から呼んでいるのですが、例えば嵐、早魃、洪水、地震、病原菌です。ペストは人類の歴史では4回大流行(パンデミック)を起こして、人間をたくさん殺してしまうわけです。あるいは害虫が襲ってきたり、猛獣がいる。それから人間ですから、邪悪なる人間ということですが、善良な人々にとっては海賊とか強盗とか専制君主とか、邪悪なる欲望というのはみんな邪悪であった。さらに、もちろん貧困というのは非常に大きな邪悪である。

こういったものとどうやって戦うか。先ほど申し上げたように、人類というのは生き物としては決して強くないわけですから、猛獣にやられてしまいますし病原菌が来れば病気になってしまいます。こういう非常に弱いものがどうやって生き延びてきたのかということ、そういう戦いを続けてきたからですね。

よく考えてみると、確かにそのとおりになっているわ

けで、嵐というものに対してはそれにただ甘んじているのではなくて一種の防風の技術というものを作り上げて、その結果が気象学になってきたということです。それから地震というものに対しては、耐震構造で壊れないようにしようという知識を作った。これは技術ですね。そういう、いろいろな対抗技術をつくる。

その技術を作るだけではなくて、同時に現在我々が持っている気象学、構造力学、微生物学、法律学、論理学、工学といったような科学の領域。論理学というのは何かというと、専制君主に対しては、ギリシャの時代あるいは大昔に弁論術というのをつくって、どうやって言論で専制君主を倒そうかとする一群の哲学者がいたわけです。そういった人たちが作り出した論理学というものがあった。こういった多くの私たちが手にしている学というものの出発点は、人類に襲いかかってきた過去の邪悪なるものの戦いを通じて生み出したものだというふうに考えて、ほぼよいのではなかろうかと思えます。

そしてその次が問題です。これは非常に難しいことで簡単には言えないのだけれども、物理学などは典型であります。細菌学でも物理学でもいいのですが、一つの学問ができてくると、例えば細菌学というのはペスト菌との戦いでただだけれども、それが抽象化された知識として次世代に伝えられていくということになりますと、一つの領域をつくっていくのですね。その領域の知識を学べば、その領域の知識だけで新しいことができる。そういうふうな知識になっています。

## 領域の自立

これは、我々はあまり気がついてないのですけれども、みんなそうです。何々学を学校で学ぶのです。経済学を学んだ人は、経済学という世界でいろいろなビジネスを経営していくことができる。別に物理学の知識とか鉄の構造なんて知らなくても鉄工業のビジネスはできますよね。そういったように、経済学を知っていればビジネスができるようになるわけですから、全部の知識を知らなくても、ある特定の切り口の知識を知っていれば社会の中で行動ができる。あるいは、その中で新しい知識を生産できる。行動できるということは、実はその学問領域の中で新しい知識を作れるから行動ができるということです。これを領域の自立とここで呼んでおります。

それは堅いことを言えば、抽象度を高めて中立性を獲得すると、かつての戦いの相手とは関係のないところまで拡大していくということなのです。現在の微生物学、これはバイオサイエンスなのですけれども、ペストと戦ったという人類の歴史をみんな忘れてるわけですね。

そんなものを忘れても、我々はバイオサイエンスを学ぶことができるということです。

そうすると、いま言ったように内部知識の操作だけで新しい知識を生産する。これが領域の自立ですね。その結果、さっきと同じですけれども、例えば嵐について気象学をつくと、気象予測という新しいことができるようになる。あるいは一番わかりやすいのは病原菌で、見事にペストをつぶしたのと同時に製薬技術というものを生み出していく。最もおもしろいのが、専制君主に対して論理学をつくってみたら、それが計算機になった。計算機の専門家は、専制君主と戦ったなんていう歴史は学びませんよね。そんなことはもはや学ぶ必要はないので、論理学というものを学べばコンピューターの専門家になれるということになっているわけです。

我々は、知識のオリジン（もと）というのをもう忘れてもいい。このように学問的知識というのは出発点から自立しています。実際の行動から自立しています。これが科学の客観性とか中立性ということです。ですから学びやすいわけです。もう体験しなくてもいいと。もう一回ペストと戦わなきゃだめだなんてことを言われたら、なかなか微生物学は発展しなかったわけですから、そうじゃなくてどんどん発展することができるようになったということです。

さて、次に具体的にどうやって、どういう形で学問を作ったのか、というちょっと別の視点から考えてみます。先ほど来、「自立、自立」と言っていた領域というのはどうしてできたかという問題についてちょっとここで触れておきたいと思えます。

## ニュートン形式

領域というのはどういうものかということ、ニュートンが領域をつくったのではないかと私は思っているわけです。それは、まず視点を定める。あの頃は神の存在をどうやって証明するかなんていうのが非常に大きな議論になっていたのですが、ニュートンは神というものを天体の運動から説明できると思うんですね。

そういうことで天体の運動を精緻に数式化していくという努力をしているうちに、そこにニュートン力学というものを発見し、天体の運動と地上のリンゴの落下というものは同じ原理で説明することができるとした。これは大発見ですよ。あの遠い天体で起こっていることと、地上の物体の運動というのが同じ原理でできる。彼はまさに説明によって全宇宙性を獲得し、神の存在というものを力学的な世界ということの説明しようとしたのです。

ですから彼の場合は邪悪なるものというよりも、むしろ

る自然の不思議さに動かされたのかもしれませんが。あるいは、自分の思想に襲いかかってくる他の派閥の神学者たちだったかも知れません。そういったようなことを通じて、結局彼は一つの理論をつくるのです。ところが、ニュートン力学というのには光というのはいりませんよね。これは彼の偉大なところなのですけれども、力学だけでは世界は説明できないということに気がつくやと光学という領域を、彼はまたつくるわけです。有名なニュートン・リングなんていうのがありますように、*Optics* という本を著します。

そのほかに、これはついに日の目を見なかったのですけれども、光とか物体の運動だけでは説明できないもの、例えば、錬金術というのが当時非常に盛んだったのですが、錬金術というものを説明するためには、今で言えば物性論、ケミストリー、あるいは金属学が必要になります。そういったものも彼はやって、物質学と称していました。

これはある歴史家から聞いたのですけれども、彼の物質学というのはほとんど錬金術に等しかったんですね。後にイギリス人がロイヤル・ソサエティーという学会をつくるんですけど、この本をそっと隠してしまって世の中に出さなかったなんていう逸話があるくらい、彼は物質学においても成果を上げたわけです。

しかしここで言いたいのは、彼は力学では説明できないということを知って光学の世界をつくり、その次に、物質学をつくらうとしたということです。まさに我々の世界というのは一つしかないのですけれども、それを力学の視点、光の視点、あるいは物質という視点で見るとさまざまな体系が出てくるということを彼は教えたんですね。発見したと言ってもいい。そうすると結果的には、こういう領域という概念がニュートンによって作られたのじゃないでしょうか。

昔の哲学者というのは、領域というのはあまり言わなかったんですね。後でちょっと出て参りますけれども、世界はアトムから出てくるというデモクリトスのような考え方に、領域はないのです。それで全世界を説明したと言っていたわけですから。デモクリトスは、他に別な視点を持てば、別の考えが出るなんてことは言わなかった。

そういった意味で、とにかく視点を定めるなんてことは邪道だったのでしょうか。たった一つの視点で世界を見ることが、正しいと思っていた。ずっと人間はそう思っていたのですが、しかし複数の視点を導入しないとものが見えないというようなことを、ニュートンは言い出したというわけです。

結局、ニュートン形式とあえて呼んでおけば、力学を見るのか材料の性質を見るのか、視点をまず定めることが大事です。そうすると、それに関係する対象が選ばれてきます。非常に飛躍がありますけれども、その対象を操作して、いろいろな法則を発見したり、性質についての記述を定義したりしていくと、その間に定量的な関係というのができてきます。

そういう形で定量的な理論というのをつくる。そうすると我々は、それを矛盾のない定量的理論だと呼んで、これを一つの学問領域と言ったのではなかろうか。大体みんなそういう形で学問領域はできています。特に工学は全部定量化しています。もちろん建築学は、美しさなんて言っていますから定量化していない。美しさも定量化できるのかどうか知りませんが。そういったものが入ってくると途端にわからなくなりますけれども、おおむねみんな定量的ですよ。

そういうように学問を作らうとすることは、定量化しようということです。私たちの生活は決して定量的ではありませんけれども、定量的ではないということは人に言いにくいし、伝えにくいし、教えるのが難しいです。そういった意味では、学問が定量性を獲得したというのは大変強いことだったと思います。これが、どうやって領域が生まれて自立していくかという一つの流れです。

近代的な、科学的な知識を持っている現代の人類が獲得した非常に大きな力というのは、まさに科学という一つの知識の持ち方を発明し、それを決して減衰することなく次世代に伝えることができるということ。教育というのはそういうことですよ。教育というのは、現世代の持っている知識を全部次世代に伝えることができるのです。

これに失敗すると、余談ですけども、人類は滅びるんですね。次世代のほうの知識が少ない、そして、その次の世代はもっと少ないと、だんだん、だんだん弱くなってきて滅びてしまう。それが人類の滅びる方法ですから、これは教育者の責任ということで、私も含めてここにおられる方々の大きな責任です。いろいろありますけれどもそのうちの非常に大きな責任というのが、現世代の知識を全部次世代に受け渡す。これを怠ってはいけませんということですよ。それは歴史から見れば非常に明快に言えることではなかろうかと思えます。

## 持続性社会の実現

さて、問題はそれで現在の知識を次々渡していけばいいのかということですけども、どうもそうではない。現在の人類が抱えている問題は、非常に過去のものとは違

うのではないかということです。ここで指摘しなければならないのは、これも大分前から言っているのですけれども、現代の邪悪なるものということです。それは確かに現在の持続性社会を実現しなければならないという、ある意味では人類の一致した共通の目標だと思います。

例えば、世界の問題ですが、人口爆発と飢餓とか、貧富の格差がどうしてもなくならないとか、巨大都市ができてはそこに新しい貧困層を生んでしまう。現代を特徴づける、特に国連などで指摘しているこういった問題というのは、むしろ拡大しているのですね。もちろん、今、話題にしたいこの地球環境の悪化というのも進行しているわけですし、あるいはあまり気が付きませんが、人工システムが大きくなればなるほど事故が巨大化していくということなんですね。それから新種の感染症が生じてしまう。HIVとか鳥インフルエンザとかBSEはみんなそうですね。それから人間の間の問題でいえば、民族間の紛争とかテロリズムというものも見逃すことができない。

そういったように、現代の邪悪なるものというのが出現しつつあって、それは過去の邪悪なるものと異なる性質を持っているのではないか。その特徴は、可視的な外敵がないということです。これを見ると、ペスト菌や嵐とはちょっと違いますよね。それは深刻な問題として非常に大事なことになってくるのですが、恐らく敵は人の意図とか行動の中にあるのではないか。それが攻撃をかけてくる。

こういった見えない敵と戦うのは非常に難しいわけです。敵があらわれたら、それを倒す。その倒した知識を蓄積すれば一つの有効な知識になり、それを次世代に伝えていく。そうすれば再び病気になるというやり方は、どうやらこういった問題には通用しないのではないかということに思いを致さざるを得ないということです。

実は私たちの工学というのは行動原理を作っています。理学・科学というのは理解原理を作っています。理解のための視点を提供しているのですね。工学というのは、何を作るかということによって分野が違います。機械工学は機械をつくり、建築工学は家を作るわけですから、非常にそれは相似性があるのですけれども、それが故に、我々はほとんどニュートンの方法というのを借用しています。

そして結局、工学だけではなく、医学があったり、経済学があったり、政治学、法律学といったものがありますけれど、これはみんな世界を理解するためというよりは行動を決めるための何とか学です。行動を決めるために必要な体系的な知識を生み出している分野です。です

からこの二つは全く違いますよね。私があえて持続性科学と持続性工学の二つに分けなければいけないと考えているのはそういうことです。ちょっと題名を変えてしまったのは、そこに原因があります。

## 持続性科学と持続性工学

こういう二つの側面は、全く違う知識体系です。そうして結局何が起こったかという、工学があったり、医学があったり、経済学がある。さらに、この工学というのは、いろいろ分かれて機械工学とか電気工学とかになります。実は、学問領域が成熟すると、それは教育領域になるのです。学問領域は教育領域になり、結果として社会的な専門家をつくることになります。機械工学を学んだ人は機械工学者になったり、機械技術者になったりして、機械を作るために働く。機械を作っている人は、電気回路は作らないのですね。そういったように違う。機械工学は、こういう分業体制を取るわけです。

それで結局、社会的分業というものを作ってしまう。これは実は人類がまた再び栄えるための大きな理由なので、一人の人が電気回路も作り、家も作り、機械も作り、そして同時にお医者さんで治療もしているというような社会を考えたら、とても現代のような豊かさというのは創造することができません。それぞれが分業されているからこそ、このように大きな豊かさというものを作った。これは間違いのないことですね。

こういったように、私たちは専門家というものをそれぞれ作ったのですが、その専門家の間にやはり矛盾とか抜け落ちというものをつくりまして、そこを面倒見の人がいなくなってしまうということです。これはいい例ではありませんが、非常にわかりやすい。こういった例を考えれば、本当に領域というのは一体何をやっているのだろうかということになるわけです。

それでは次の問題です。これが今日の本題になるのですけれども、現代の邪悪なるものを克服する知識というのはどういうものなのだろうか。これは、持続性科学と持続性工学をそれぞれ固有の知識体系として確立することが求められます。ここまでは、いま盛んに皆さんが考えているし、大体合意ができてきたと思うのですが、ここから先はなかなか面倒な話になってきて、恐らくさまざまな提案とか議論が出てくる領域ではないでしょうか。

これから先は、私がいま考えていることをお話しします。持続性工学というのを定義しておきます。工学のほうを先に目標として考えますと、地球の持続性を実現しようとする人々にとって有用な行動規範を提供するものである。持続性とは、自然科学、社会科学、人文科学を

含む広範な分野の概念で定義されなければならないのですが、それを定義するために必要な知識が十分得られているとは言いがたい。したがって、持続性工学とは、既存の科学の応用でもなく、また既存の工学の混合体でもない。

ですから私たちの持っている知識を再編しても、そのまま、すぐ持続性科学とか持続性工学はできないという、出発点としてはややペシミスティック（悲観的）な立場に立たなければならないということです。ですから、覚悟しなければいけない。持続性というのは大事なだけでも、いざ本当に役に立つ学問をつくらうとすれば、それは腰を据えてかからなければいけませんよという話です。

開発性科学というのはなぜこういう名前をつけたかということをお話します。現在の科学は開発性科学ではないか、これからの科学は持続性科学なのだと。違うのですね。二十世紀までは開発性科学です。

## 開発性科学

時代の呼称として、私は、これは大航海時代に発した一つの知識ではないかと思っています。大航海時代というのは調査の時代とも言われますけれども、いわゆる地球の果てまで行けばそこに大変すばらしい財宝があるのじゃなかと行ってみる。そうすると、特にヨーロッパ人にとっては本当に広大なアメリカ大陸があったりアジアがあったりしたのです。そうやって新しい財貨を持ち帰る。こうやって大航海時代というのは命をかけて新しい土地とか宝物を探しにいった時代です。

この命を賭けて物を探す、発見をするというのは、どうも現在も科学者を駆り立てているという言葉が悪いのですが駆動している一つのモチベーション（動機）ではないかと思うのです。そういうことで、私たちは一つの大航海時代のいわば落とし子として科学というものを作ってきたのではないか。それは未知の探求でもありました。時代の精神は、未知の探求と呼ばれました。

現在でも私たちは、科学というのは未知の問題に対する知的好奇心だといって定義をしたつもりになっているわけですがけれども、それはちょっと簡単過ぎるのです。研究対象は何だったかという、不変な存在です。存在そのものが関心だったのです。大航海時代に遠くへ行けば何かあるだろうと思ったように、すでにあるものが大事なのです。

その結果、科学というのは進歩するわけです。生まれた知識というのは、今まで説明してきたような領域化さ

れた知ということで、それは世界を理解する科学であったというわけです。その領域の局所的な人工化をどんどん使って開発した。これが今お話ししたことの科学という側面から見た簡単な整理です。

## 持続性科学における観察

それに対して、現代の持続性科学における観察というのは、巨視的に知らなければいけない。広域を観測するために宇宙全体がどうなっているかとか、地球全体がどうなっているか、例えば地球の温度分布というようなものが必要になります。

過去の研究では、そんなものは非常にマイナーでした。地球の温度分布がどうなっているかなんていうことはあんまりなくて、小さな実験室で熱と温度の関係を調べて熱容量を発見するとか、そういった仕事はずっと科学をつくってきたのですけれども、今はそれだけでは足りなくて、地球の表面はどういう温度分布をしているかということをお調べしなければいけない。従来と違ってくるのです。

しかもそれが、明日、十年後、あるいは百年後にどういうふうに変わってくるかということをお知らせしなければいけない。これは顕微鏡と望遠鏡ではできない仕事です。最近、気象関係の方々がやっているスーパーコンピューターを用いて、シミュレーションで気象予測をするという話がありますよね。そういったことが必要になる。いわばそれは時間のファクターが入ってくるのです。

したがって私は、スーパーコンピューターというのはコンピューターの大きいものというふうを考えていますが、実はこれは私たちに四次元観測ということをお可能にする新しい眼鏡というか、最初は望遠鏡でその次が顕微鏡だったら、その次に来た第三のスコップ、観測手段として位置づけなければならない。すなわちスーパーコンピューターというのは、時間軸を入れ込んだ観測装置なのです。

そういうふうに見ると、これの使い道というのはたくさんあるわけで、もはやスーパーコンピューターの計算速度を争うというだけの話ではないということに気がつきます。

科学者が存在物の不変性に興味を持ったときに物質の局所的性質（局所性）を調べて不変性を理解するのに有効な学問領域というものを創出した。先ほどもちょっと申し上げましたが、デモクリトスがすべての物質はアトムからできていると言ったのは一つの立場だったのです。現実にはアトムとは一体何なのだろうかという研究はずっと進んで、現在は素粒子の研究までできていますよね。

ですから非常にそれは詳しくなってきた。

ところが、デモクリトスのもっと前にヘラクレイトスという人がいて、非常に有名な「万物は流転する（パンタレイ）」という言葉で、要するにここにあった元素というのはなくならないのだと。今では、もちろん放射性を考慮に入れますけれども、自然現象ではほとんどなくならない。したがって、現在この私の鼻にある元素は6000万年前には恐竜のしっぽにあったとヘラクレイトスが言ったと（これは多分嘘でしょうけれども）。

よく考えてみるとそうなんですよね。私の体にある元素というのは、どこかから来たわけですね、食べて身につけたわけですから。あまり考えたことはありませんけれども、一つ一つ私たちにある何十億個という元素をずっと考えてみると、みんな歴史を持っていてどこかにいた元素ですよ。これがまさにヘラクレイトスが言った万物は流転する。それはアトムについて言ったのです。各元素はあるとき山となり川となり、目の前にいる馬となると言ったわけですから、まさにそういう流転という概念は既に作っていたのでしょね。

ところが先ほど言ったように、現代の科学というのは流転については非常に冷たかったのです。デモクリトスのアトムの方にばかり行ってしまったということで、結果的には確かに流転についての学問というのは地質学とか考古学とか古生物学で、そういったものが生起する学問としては、進化論とか地層生成論とか最近出てきた気候変動論があります。これらの学問は今もって自立した領域をつくることができていません。すなわち科学とか化学とか物理学の借用で何とか説明をつけているのです。領域としての完成度は非常に低い。

しかし現代の環境時代の科学というのは、そちらに力点を置かなければいけないはず。この不平衡（アンバランス）というものが問題で、持続性科学というのは両者が対等の完成度を持つことが必要であるということです。

今度は工学の話です。これもなかなか面倒な話ですけども、要するに持続性工学というのを作りたいということです。これは恐らく持続性科学というものと非常に関係があるのですけれども、私もそこまで整理できてないので、今日は、まだ、お話をする段階ではありません。少なくとも持続性工学というものをつくり出すためには何が必要かを考えようというのが現在の私の関心です。

## 人工物観

今までの話を簡単にまとめればこういうことになるのですが、人工物観という一つの立場というものが必要な

んじゃないかということです。人工物の歴史を概観して、現代の人工物及びこれから求められる人工物の特徴を理解する。その知識を獲得する方法についての手がかりを得る。

人生観とか自然観という言葉は、皆さんもちろんお聞き及びになるわけです。自然観というのがありますよね。中世からの哲学者というのは、大体自然観を持っていると思います。自然とは、人間にとって自然とは、人間と自然の関係とは、自然というのはこういうふうに理解しなければいけないなんていうことを哲学はみんな述べているわけですから、いわば哲学というのはほとんど自然観なのです。万物というか、存在しているものと人間の関係ということです。

ところが人工物観という言葉はないのです。これはお聞きになったことはないかと思うのですが、なぜかというところは私がつくった言葉なので。こんな言葉は誰もまだ認めてくれないんですけども、しかしこれは非常に大事じゃないか。人間として、人工物というのは一体どういうものなのかということを考えていない人ははいはず。しかしそれをまともに言葉として取り上げたことがないのです。

人工物観というのは一体何なのか。自然観と異なって価値と関係します。自然観は、自然の統一的理解を示すというわけです。自然というのはこういうものなのだとすることを一口に言いたい。デモクリトスもみんなそうですよね。ところが人工物観は、自然と人工物との総体です。自然もちろん含むのですが、それを統一的に理解すると同時に価値の最大化を含意している。

それはなぜかというところ、人工物というのは人間が作れますから、自然観と違う。自然というのは、完全に与えられたものです。しかし自然観と人工物観が違うところは、人工物というのは人間が作るものですから、どういうものに価値を置くかということと非常に関係する、いわば自然観なのです。人工物もみんな作ってしまえば環境になってしまうわけですから、昔の哲学者にとっては森林も家も同じものだったのです。全部自然だったわけです。

そういうのをひっくるめて自然観と言っていたのですが、現在を特徴づけている、特に私たちのように産業という、あるいは工学というような世界にいる人間にとっては何を作るかということに非常に関心がありますから、そういった意味ではどうしても価値の最大化ということを含意してしまう。どのような人工物を自然の中に混在させれば価値が最大になるかということを決断する思想だというふうに私は言っているわけです。

哲学者は、見えるものと見ることができないものを含めて自然というものを定義して自然観を作るのですね。見えるものだけじゃないです。一人の人間が見る自然なんていうのは、ごく僅かしかありません。見えないものも含めて一つの自然というものを作った。それに対していろいろな理屈をつくっていく。これが自然観です。

それに対して、「作られたもの・作れるもの」の他に、「作りたいもの」というのも一緒にして人工物観というのを人間は持っているのではないかと思います。まだできないのだけれども、いずれこういうものがあつたらいいなと思う。そういうものも含めて私たちは人工物というものを定義しているのではないか。これを私たち一人一人が持っている人工物観だと呼ぼうというわけです。

私の専門は機械工学ですから、後は少し機械工学の話に近くなってしまいますが、人工物観というのとは一体どこに表現されているかということが問題です。人工物観を書いた哲学者もいませんし、どこにデータがあるかもわからない。例えば私が考えている人工物観というのは、非常に私的なものに思えるのですが、唯一共通なものは機械工学という学問の中に、その背後に機械に関する人工物観は存在するという事です。

機械工学というのは、まだ作っていない機械を想定して知識を体系化したものです。機械工学というのとはある秩序を表現しているのですけど、一見機械をつくるための手段、マニュアルだというふうに見えるけれども、よく調べていけば、それは単なる手続ではなくて人工物を十分に包含している。これは方法論なのですけれど、工学を調べていくと人工物観がわかるという話です。ですからそれは決して単なる抽象的な人工物観があるよという話ではなくて、私たちが目にするたくさんの工学群を調べていくと人工物観がわかるというプログラムが多々あります。

現代における技術の状況というのはこれで、既にお話ししたとおり調和的な人工物ができていないということは、実は調和的な人工物観がないということをお願いです。この辺はやや飛躍したお話をさせていただきますけれども、要するに人工物というもの、例えば家と自動車が矛盾すると申し上げたのは、家と自動車というものを一体化して、組だと考える。そういうふうに想定することを現代人は拒絶されているのですね。我々はみんな、自動車は自動車で、家は家で考えますよね。私の理想の自動車はこんなのだと思ひ、現在の自動車はこんなのだと思う。家もそうですね。しかし全体として調和的な人工物観を持つことができない。この状況は一体何なのだと。

そうすると最初に申し上げた、いわゆる領域化し、自立化してきたその境界が抜けたということは、現代の人工物観ということを考えることによって、それを脱却する一つの手がかりが得られるのではなからうかということになります。そのためには人工物観の歴史的な変遷を考えてみなければいけないということです。もちろん長い歴史において常に人工物を作り続けたわけであるし、地球上での人類の置かれた地位によって人工物をつくる動機はさまざまな変遷をもたらしました。

この動機と可能性としての技術が時代に固有の人工物観—それは何ができるかという想像です。つくるかつかないかは別として、こういうことができるようになったのだから、こういう人工物ができるはずだと思う。そういう一つの想像力みたいなものが人工物観というものを作って行ったということです。

ここに妙な図(図3)が書いてありますけれども、当時は「作られたもの・作れるもの」に比べて、「作りたいもの」がいっぱいあつたんですね。「作れるもの」がなかったのです。ペストでも同じですけれども、どうやって病気を絶滅することができるのかということをお願いしていたのです。初めは祈祷してみたり、ある種のマントを着たりしたのだけれども、そういう人工物はみんな失敗して病原菌を排除することはできなかったわけです。そういったように欲しいものがいっぱいある。すなわち生存型の人工物観というのは、欲しいものがいっぱいあって、できることがそれほどないという時代です。

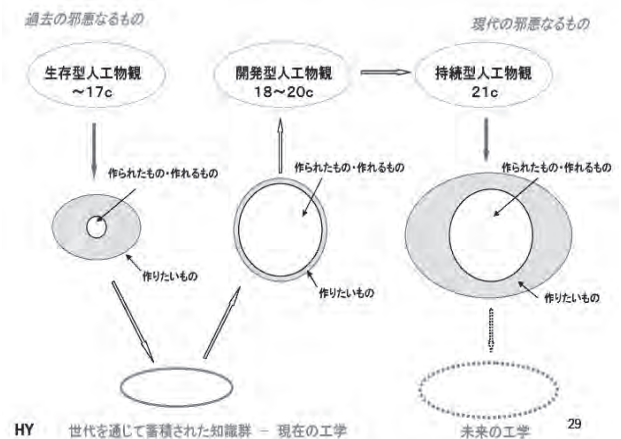


図3

しかし、私たちはいろいろな敵と戦う、邪悪なるものとの戦いを通じて知識を蓄積した結果、まさに近代と言われる科学を生んだときに、その科学は大変体系的になって、自立した領域を作って、どんどん自己増殖的に新しい知識を生み出すようになりました。

その結果、ごく簡単に言えば「作りたいもの」は何で



もできる。これが現代というか20世紀までを特徴づけていた人工物観です。それは「作りたいもの」というよりは「作れるもの」が圧倒的に多くなったという人類の自信ですよね。これが自然を克服した、邪悪なるものを克服したと考えた——実はそうじゃなかったのですけれども、人間のいわば一つの驕りとしての知識体系がこういう人工物観だということは間違いないですね。そして、どんどん新しいものをつくって豊かさを増してきたということです。

ところが先ほど申し上げたように、現代の邪悪なるものというのが登場してきて、例えば、現在の問題でいえば地球温暖化という新しい敵が来た。これには方法がないですね。方法がないだけではなくて、この敵と戦っていればどんどん知識が生まれてくるかという、そんなもんじゃありません。そうではなくて、いろいろな国際的な取り決めであるとか、それを議論する国連を舞台にした一つのプラットフォームをつくるか、まさに社会科学のいろいろなことをしないとこの邪悪なるものには戦えないということです。

したがって、過去の方法が適用できない現代の邪悪なるものというものに対抗する私たちの人工物観というのは、ちょうど昔と同じようになってしまった。「作りたいもの」はいっぱいあるのだけれども、「作れたもの」は必ずしも十分ではない。これを先祖返り（アタビズム）と私は呼ぶのですけれども、要するに中世と同じような状態になってしまったということです。

先ほど私は、中世から現代へという話をしましたが、むしろ中世と現代というのは、いわば邪悪なるものと戦わなければいけない、しかしその戦いの手段がわからないという意味では同じような状況にあるのではないかと思います。そういう認識で私たちは持続型人工物観というものを持つに至ったのです。この人工物観に基づく工学というのは一体何なのかというのが、まさに持続性工学をつくる一つの契機ということです。

## 持続性工学

さてそこで具体的な話になるのですが、一体どうしたらいいのか。あれは単なる政治的な議論に留めておいてはいけないので、私は私の立場でそれを解決しようと思った時（製造学みたいな製造業にかかわる仕事を専門にしておりますので）、製造業をどうすればいいかということを考えなければいけないということですね。恐らく経済学も政治学もみんな考えなければいけないのですけれども、私なりに考えているその一つの切り口をお話ししようと思います。

もちろん自然を利用するわけですから、自然に触れないことによって不変性を維持するということは止めたほうがいいですね。一切自然はそのままにして、私たちは、先ほどの小畑先生のお話もありましたけれども、製品といっても何もしない製品ではしようがないので、もっと新しい生き方をする。それを本当に求めることができるのかということですね。

一つの考え方は循環ということです。それは自然から人工物をつくり出す作業があるならば、人工物から自然をつくり出す作業が必要ではないかということです。考えてみると、それは非常にわかりやすいというか、そうすれば自然は保存されます。自然をどんどん使いますけれども、使った分をどんどん自然に戻していく。それも経済的なアクティビティだということになればいいですね。それがなるかどうかが大問題なのですけれども、こういうことをできればこれは一つの可能な条件として提案することができるわけです。

いわば新しい人工物観の第一の条件は、自然の大きな循環の中に安定的に組み込まれた人工物。こういう考え方というのは、過去にはなかったのですね。人工物というのは、資源を持ってきて人工的な家にする、自動車にする。それが人間の豊かさなのだと言っていたわけですから、大きな人工物というのが自然の循環の中にどうやって取り込まれているかなんていうことは、一切考えることはなかったわけです。過去の人工物観にないものをこれから新しくつけ加えなければいけないということになります。

そうすると、最終的にはこういうことを私としては考えたい。持続性とは進化の可能性を持つものであるという立場に立つ。持続性というのは進化性がなければいけない。地球が凍ってしまえば、それは凍ってしまった月のように持続的ですよね、変化がないのですから。それでは生物は生きていけないので、現在我々が目の前にいる多くの生物がやっている進化性（エボリューションナリー）という性質を、どうやって私たちの活動の中に取り込むことができるかというふうに考えたらどうかというのが提案です。

## 物質循環と情報循環

進化とはどういうことかという、進化論というのは大変難しい話ですが、ごく簡単に言うと生物が発生する。そこには、物質循環と情報循環という二つの循環性があるのですね。生物が発生すると、生体物質というのが発生すると世界にそれが出て、そこで自然選択が行われて適応したものが子孫を産みますから生き延びる。そこで

物質がぐるぐる回っているのですね。

それに対して、遺伝情報というものが回っているというのが進化の非常に重要なことで、いわば生き延びた、適応したものが親となって子供を産むという構造があるから、進化するのですね。こういう構造を我々のアクティビティーが持っているかどうかというのが大問題なのですけど、持っていない。

ごく狭い領域でいうと、工場生産したものは市場選択ですから、自動車を作ると悪いものは売れないし、いいものは売れるわけです。ちょうど生物の自然選択と非常に似たようなことを市場選択というところでやっています。この意味では、まさに進化性を持っています。現実的に工業製品というのは、非常に進化論的な形で産業革命以後ずっと進歩してきましたよね。現代でも急速に進歩している。情報機器なんていうのはどんどん進歩していますけれども、それもみんな市場選択ということをもとにして進歩しています。

決して私たち買う人間が押し付けられているわけではないので、いいものを買っていくというのがメーカーに伝わって、次にいいものを出そうということでぐるぐる回っているわけです。したがって製品情報が回っていることは確かなのだけれども、実は物質的なリサイクルはない。物質的なリサイクルがないために、廃棄物として外へ捨ててしまっています。そういった意味で、情報循環はあるが物質循環がないために持続性というものが実現していないのだと考えられる。

物質なんかなくても情報循環で進化するということがあるのかというご疑問を持つと思います。ソシールという言語学者は、言語は進化で生まれてきたということをも明快に言っているんですね。それは言語というものが発話されるというわけです。これをパロールとソシールは言ったのですが、発話されたものが社会的に選択されれば言葉の体系として残る。何か言った、その言った意味が通じるから、それは次にまた使われるわけです。

今、言語はやっぱり進化していますね。流行語なんか、何か大きな意味を伝えるような形で出てくるのだけれども、ほとんどは消えていきます。それは言語が進化性を持っているからです。日本語にしても英語にしても、進化の結果として立派な言語体系というのを持つ。それを社会的な結晶とソシールは言っています。言語というのは、こうやって進化します。

したがって情報循環というのは、少なくとも情報に関する限り、こういった言語において、非常にすばらしい進化というのを人類はつくってきたのですね。ですから、この部分だけは進化性があると言ってもいいでしょう。

すなわち製品の個人的な選択である使用と、新しい選択をして新型を出すという社会的な選択というものがグループを作っていて、やっぱり進化していると言っていいでしょう。

しかし進化性はあるけれども、さっき言ったように持続性がないということですね。それでは持続性をつくるためにはどうすればいいかということですが、先ほどの提案になるのですけれども、自然を人工物に変えるという製造に対して、人工物を自然に帰すという、あるいは自然を作るという逆製造というものを作ればいだろうということです。これをバランスさせれば、まさにそれは生物の進化と同じように行きと戻りが同じになるわけですから、閉じた循環ということになって進化性による持続性というものを獲得するはずですよ。

最近で言えば、汚染した土地をどうやって回復するかとか、人工化によって荒廃した沿岸にバイオマスをつくらせて復活させるというアクティビティーが世界中で行われています。それもみんな逆製造というある種の製造、人間の行為です。そういったものがいっぱいあるわけです。廃棄物の処理もそうです。

そういったような問題を現実にはやっていますけれども、問題は、圧倒的に製造のほうが体系化されていて、社会的にいつこちらがまことに小さな活動でしかないということです。このアンバランスですね。ですから、これをどうやってバランスさせるか。一番簡単なバランスの方法というのは、これを一体化してしまうわけで、できてきた人工物は全部自然に戻すという形にする。これを一つの閉回路型の製造と称して、こういう形を一つの理想としよう。そうすれば、私たちは確かに進化性を獲得することによって持続性ができる。それをやろうと私は提案をしております、現実に関わることをやっていることは後でお話しします。

## 逆使用

先ほどは使用がありましたので、社会的選択というのは言葉のごろ合わせで逆使用です。使用の逆は逆使用、製造の逆は逆製造という、うまくわかりやすいですね。一つの詐欺的行為と言ってはいけませんが、言葉の上でわかりやすくしておいて、ものを考えようとしています。

製造というのは、製造業がつくっている製造ですから非常にわかりやすいですね。逆製造も先ほど言ったように、現在は大した仕事をしていませんけれどもイメージとしてはわかりますね。使用というのは、実際に社会的に選択して、それを届けてもらって使う、最後は捨て

ることです。そういう行為が一貫した使用です。

では逆使用とは一体何かというと、これをループで結んでここに逆使用というものを置いたということは（図4）、ここで使われた製品を逆製造というのは自然に戻ってしまうわけけれども、自然に戻すだけではなくて使い終わった廃棄物の中にどのように使われたかという全情報が含まれている。

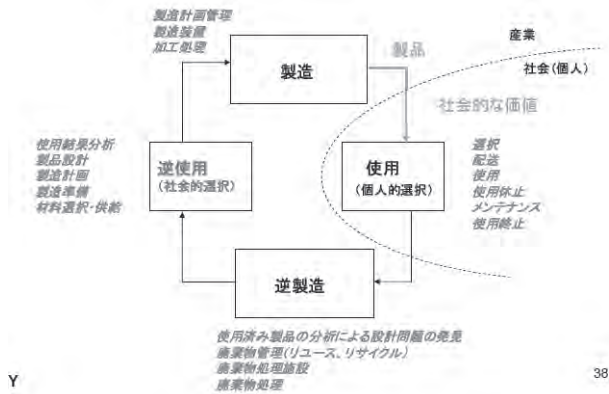


図4

例えば自動車を壊してみたら、このベアリングが摩耗していたとか、車軸が折れそうになっていたということがわかる。そうすれば今度は、車軸を強くしなければいけないとか、このベアリングをもっと性能のいいものにしよう。こういったことを議論する、使用結果の分析というのが逆使用なのです。そう言う、詐欺じゃなくなってきますよね。使用の逆みたいな気がしてきますよね。使用結果をずっと暴いて、それを製品の中から選んでいく調査をする。そして新しい製品設計をするというのが逆使用です。まさにそれは使用の逆であると。使用の逆過程をたどっていくのです。そうすると、それが新しい情報となって新設計ができますから、その新設計で新しい製品を再び社会に投入していく。

そうやってこのループも、先ほど言った情報的な循環と同時に逆製造によって物質も一緒に回っていくということになれば、これは理想的な進化性という生物のやっている進化と同じです。一本の草が生えてきて葉っぱをいっぱい出す。そして、枯れた物質というのは土になって翌年以降の植物の材料として使われますよね。しかも同時に情報的な進化で遺伝子というものを通じてその草はまた生き延び、気候が変化すれば草は変わっていくわけですから、そういう進化性を持っている。それと同じような形が製造業でできるんじゃないかというわけです。

サービス産業というのは、現在は非常に話題になっておりますけれども、サービス産業と製造業というのは全然別物ではなくて、この同じ進化性を伴う一つのループの中の切り口なのです。見方にすぎないということがわ

かります。そうするとサービス業から見てこのループを実現する方法とか、製造業から見てこのループを実現する方法というのが技術開発としては非常に重要になってくるでしょうね。そういったことがこれから築かれるというわけです。

## 最小製造・最大サービス

私どもは製造においては最小製造、すなわち使う物質とエネルギーは最小にして最大の機能を発揮しようということです。こちらは最大サービスです。同じ物質とエネルギーからだったら最大のサービスを取れるようにいろいろな工夫をしよう。そういう二つのポリシーというものが出てくる。これがいわば進化性を可能にするリサイクルの現実的なやり方です。

具体的にどういうことなのかというと、最小製造というのは、最近のハイテクはみんなそれに向いているような気がしますね。ナノ構造なんていうのは非常に小さな物質でたくさんの機能を持たせようというわけです。ナノバイオ材料とかエネルギーの効率のよいとか、そういったさまざまな研究が現実に行われていて、それはいわば小さなものでたくさんの機能を取り出そうとしている最小製造という原則にのっっているのではないかと。

最大サービスということを考えると、今度は全然違う話になってきます。使用時に効率的にサービスを発生させる製品の設計とか、人々が容易に近づけるような低価格での製品分布とか、世の中にどういうふうに製品を置いておけば人が容易に使えかとか、建築家がやるように消費者と建築会社との間に入って、一番いい技術を本当に欲しいユーザーに伝えるための役割とか、そういったような新しい努力がいろいろ必要になってくるんです。これを最大サービスを可能にする要素技術といいます。

こういう一つのモデルをつくと、何をすればいいかということが見えてきます。ここで私は一つの結論を申し上げてしまうのですが、こうやって具体的に何をすればいいかということを探ることでしか持続性工学というものを生むことはできない。持続性工学というのは決して書斎の中でじっと考えて、「あっ、これだ」と言って教科書を書くものではなく、もはやないのです。

これは一つの想像ですが、私たちは自然に対しては自然科学というのを持っている。しかし、いま言ったように、サービスなんかを考えようとする、もちろん自然科学では解けない問題がほとんどです。その場合には、相手が社会だったら社会科学が必要になるでしょう、あるいは人の心だったりすれば人文科学です。

そういうふうにと考えると、結局私たちは自然科学、社

会科学, 人文科学というのを分野として持っていますけれども, 技術というものに非常に偏っていて, 自然科学を使った技術ばかりになっているということに気がつくのですね. 社会技術という学問分野とか, ましてや人文技術なんて言ったら人文科学者に怒られそうですけれど, そういうものはないのです. これがないというのはおかしい. 本当に持続性社会というものを実現しようとするならば, 人類の知識はこの辺が足りないのです.

したがってそういう専門家を育て, 研究者を育て, 現実にそれと戦う人々を職業として設定するという社会的な一つの変革なしには, そういったことは実現できないということが, これを考えただけでも容易にわかります. 技術者というのは 99%が自然科学系の人のことを言っているのですよね. これではおかしいということになります.

### 持続型産業

そして, 多分こういう形になるのでしょうか (図5). 進化論的構造を持つ持続型産業というのはこういうものであり, これは省略しますが周りにいろいろなことが書いてあります.

サービス業でいえば, さっきの使用というのはまさにサービスそのものになるのですね. 製造業はサービスという視点で見ると, サービスのためのメディア (媒体) をつくっていることになるのです. サービスというのは何か道具を使います. 例えば講堂というのも一つの媒体です. 講堂だから私のつまらない話も聞いていただけというわけで, これがそうではなくて別の雰囲気だったら全然聞けないですね. こういう場所というものがあって, 一つの行為が成立する. これもサービスの一つの媒体ですよ.

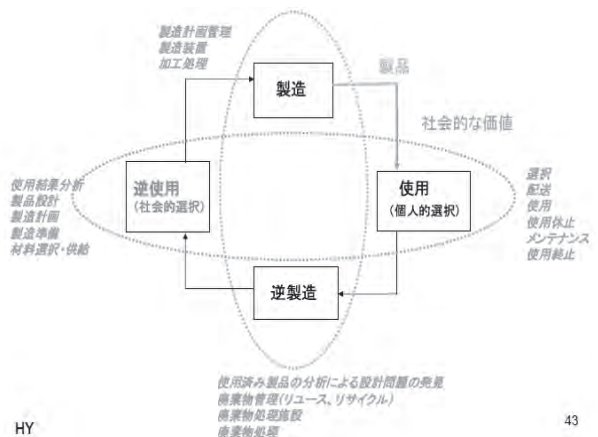


図5

そういった媒体というのは, 言ってみれば製造業がつくっているのです. あるいは建築も, 物をつくることはすべて同じですけども. しかしこちらの視点で考えると, こういったサービスがあり, サービスの効果を判定し, サービスを設計し, それを媒体に込めるという一つのサイクルができます. これがサービス業です. その逆がさっきの, 最初に書きました製造業ではこういうループがある. これは同じものなのですけども, 視点を変えているということです.

果たして, 進化を実現するためには何が重要かということですけども, これは人工物観の中にはここに書いたようなものが入っているということです. 最初に申し上げたように, 人工物観というのは工学という知識体系の中に埋め込まれています. 逆に言えば, 新しい人工物観ができるならば, それを埋め込んだような工学にしなければいけないのですね.

それを教育し, その専門家を育てなければ持続性社会は実現しないわけですから. 一つの手段として学校教育ということになりますけれども, 工学という学問体系をどう変えたらいいのか. これは工学だけではもちろんないですけども, 私たちの場合は工学であり機械工学なのですが, その一つの例を考えてみます.

持続性が社会的に合意されているなんていうことは, 一切機械工学には入っていません. 物質の循環も入っていないのですね. 情報の循環もない. 先ほど申し上げたように, 可能なものを創出するという, いわば二十世紀までのものから, そうではなくて本当に欲しいものをつくること. すなわち, 持続性を実現するために邪悪なものをつくるかという動機の変化. こういったものが現在の工学とは全く無関係です.

### 豊かさと機能

ここが一つ大事なことなのですが, 豊かさというのは物ではなく, 機能なのです. これも多くの工学には入っていないのですね. 機能をつくっているわけですが, 欲しいものは機能なのです. 物なんていうのは, いわば媒体 (メディア) にすぎないのだけれども, 多くの工学にはそういうことも入っていないのです. 人工物は, 本当はサービスの増幅装置に過ぎないのです. こういったことを新しい工学に入れ込むことができるかどうかということです. サービス増幅というような変なことを申し上げたのですが, サービスというのはこういうことです.

例えば, 私が妻にハムエッグをつくってあげたらサービスということですね. これをサービス1と仮に呼びます. サービスの増幅というのは一体何かというと, ハム

エッグをつくる機械を3台買ってきて、ものすごい勢いでサービスしたら何万枚もハムエッグを妻に提供することができる。サービスが何万倍もできるということです。

これはサービスの増幅なのですが、この場合は喜ばれませんね。喜ぶかどうかというのは価値論で、喜ぶ妻もいるかもしれないですが一般に喜ばない。ですからこのハムエッグ製造機というのは、ハムエッグをサービスするという人間関係の根幹を増幅しているものに過ぎないのですね。

そういう観点から機械というものを見なければいけない。これが機械工学にはないわけです。機械工学というのは、機械をきれいに作ることばかりやって、これが人間に対して何を与えるのかということ、皆さん考えて下さいとってしまうんですね。これはやっぱりそもそも工学としておかしいのではないかと。こういう増幅というのが非常に大事な概念になります。

そして最後は、機械工学が変わらなければいけないのではないかと。これは教育問題になるのですが、機械工学というのは力学からずっとあって、その背後にある人工物観はどういうものかということ、世界はユークリッド幾何で記述が可能なんだということ、あるいはニュートン力学的自然観、機械論的哲学、デカルト的人間観、そういったものがずっとあるのですね。

これは機械の具体的なことですが、剛体が一番いいのだという剛体信仰があります。剛体は実在しないのですが、構造力学を見るといかにかして剛体を作るかということをやっているわけです。もちろんそれは一部、耐震性ということで変わりましたが、ほとんどの機械は剛体信仰です。そういったさまざまなプリンシプルが出てくる。これが機械工学で、これでは絶対だとは言えないのですね。

## まとめ

今、新しい人工物観というものに矛盾しないような工学のカリキュラムというのを作るならば、物質循環の科学とか、人工物の進化論とか、人文・社会科学との関連をもっと深く突き詰めるとか、エコシステムサービスという自然に存在している製造です。これはあまり言われていないことですが、実は自然というのは大製造業なわけです。

例えば雨が降って、それを飲み水に浄水するのは山の植物や岩石である。もしそれを人間の浄水場でつくろうとすれば大変なコストなのです。現実にはアメリカでそういうことが言われ始めて、浄水場をつくるかわりに一つの山をもっと植林しようじゃないかという話があって、

そのほうが十分の一のコストでできるということを見つけて実行している町があります。日本にはそういう可能性がある場所はないのですが、アメリカは広いですから。そういうこともあるというようなことで、そういうさまざまなことがわかる。こういうエコシステムサービスというのが何で機械工学に入っていないのは大問題です。そういったさまざまなことをして、私たちは機械工学を変えることができる。

これで終わりなのですが、いわば持続性工学というものをつくらうとしただけで大変いろいろなことを考えなければいけないのです。現在の工学を捨てることはもちろんいけません。もちろん、それに依拠するんですけれども、それを変えていく行き方の手がかりとして私たちは人工物観という一つの視点を重要視したらどうなのか。一体私たちはどういう人工物が欲しいのかというところでしか合意できないのです。機械工学で合意しようとしても、それはごく一部の専門家だけの話です。そうではなくて、人工物観に関する社会的合意というのが工学を生み出すというプログラムを私たちは身につけるべきだというのが今日の提案になるわけです。

あらゆる他の分野でも、こういうことが行われる可能性を期待しながら私のお話を終わりたいと思います。ご清聴ありがとうございました。

(この報告は、2007年6月9日(土)に東京農工大学工学部において行われた大学教育学会第29回大会基調講演の収録原稿から、編者の責任において抜粋したものです。編集責任者：小笠原正明(東京農工大学))