

# インタビュー「科学と社会技術の未来」

## 吉川弘之（産業技術総合研究所理事長）

聞き手：社会技術研究システム ミッション・プログラム I 研究統括補佐 堀井秀之

**堀井** 先生が座長をお務めになられた「社会技術の研究開発の進め方に関する研究会」の提言に基づいて社会技術研究システムが設置されました。その下で、これまで約2年間活動してまいりましたミッション・プログラム I の成果をご説明させていただきました。

**吉川** 知識の構造化というのは、大変興味深い。これまでもやってこられた知識の構造化を社会的な諸事象まで広げてきたのですね。ちょっと質問してもいいですか？ その社会技術というのは、科学技術に対応する言葉なのですか？

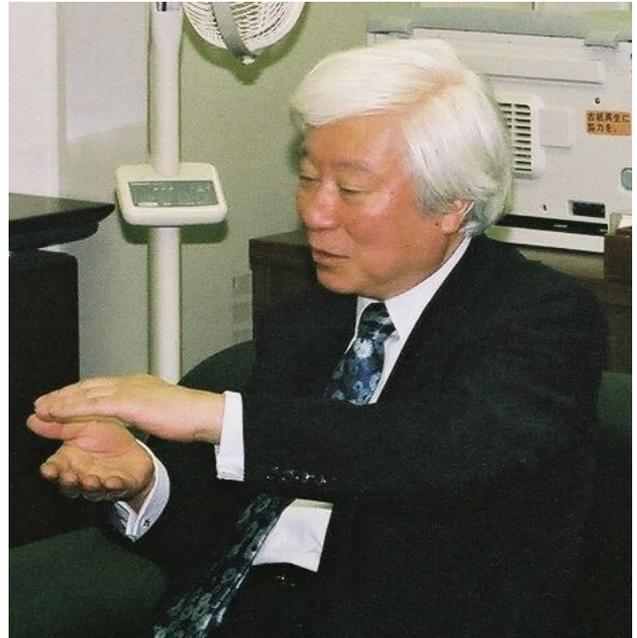
**堀井** これは私の理解ですけれども、対置するとすれば、産業技術に対する社会技術ではないかと考えております。産業のための技術が産業技術であるとすれば、社会のための技術というものが、社会技術と。当然、社会技術は、科学技術の成果も使い、また、社会科学の成果も使うわけです。社会問題の解決を知の総力をあげて取り組む試みである、と理解しております。

**吉川** なるほど、そういうことですね。

**堀井** まず最初に、社会技術というものが生み出された経緯と背景について、特に吉川先生がずっとやってこられた設計学や人工物工学との関連でお話いただけますか。

**吉川** 科学というものの大前提を申し上げると、科学とは、学問あるいは学術において、その文理を問わず、エビデンスすなわち確認可能な現実に関する基礎的な知見や知識をもとにしています。そして、それをいわば論理的な形で展開していくものです。そこにはもちろん、アブダクションというものが入ってきます。その場合、アブダクションしたものが証明（ベリフィケーション）を通じて正当性を獲得していく、というようなループもあります。そのようにして、特に19世紀以降から20世紀を経て現在までに、科学は大変に巨大なものとして成長してきました。また、人類の知識はそのほとんどが、科学として保存されてきました。科学は、ある意味では非常にデモクラティックで、誰にでも使える形の知識体系を作ってきたわけです。

では、我々の知識が科学に集約されているとすれば、科学は一体どのように使われるのでしょうか。そこが体系的な知識になっていないのではないかと私は思います。



学問を構成しているのは、基本的には対象に関する知識、つまり、自然なら自然の対象、社会現象なら社会現象に対する知識ですが、ではその結果生まれてきた知識をどう使うのか。

そこをやったのが、私の設計学です。設計学というのは、すでに存在している知識、法則、論文などを統合し、現実へ持ってくる。狭義の私学的研究が「現実を法則化」するのに対し、設計では、法則群をもとにして「法則の現実化」を行なうのです。こういう行きと帰りの道であるわけですが、人間の行なうその過程は非対称になっています。

現実から法則をつくるのは、狭義の科学がやっています。科学の研究において、体系的かつエビデンスベースの論理的な手法によって客観的に認知可能なものを並べていき法則をつくっています。ところがその逆は、社会に放り出してしまっている。つまり、産業にしても、社会にしても、個人にしても、そういった法則をもとにして自分で行動していくということです。そこにはなんら体系的なものはありません。したがって、世代を通じた蓄積もないわけです。でも、これはおかしいのではないのでしょうか。

科学の場合、人間が経験したこと、失敗もし成功もしたことが、科学という方法によって次世代へ伝わるよう

な構造をせっかく作ってきたのに、その実際の行動のほうは世代間に全然伝わっていかない。その結果何が起ってきたのかというと、社会における諸矛盾というものの、結局、利害の対立とかあるいは価値観の対立といった、狭義の科学によって体系づけられた学問では解けない問題を前にして、いろいろな行き詰まり現象が起こっているのではないか、という認識でした。

ですから、設計学というものが必要だという認識は、社会において我々が問題として解決しなくてはならない様々なものが爆発的に増えている、という現実に対応してのものなのです。それはサステナブルディベロップメントといわれる、環境問題、国際的な秩序の崩壊、南北格差などを含む深刻な問題が中心にあります。それらをどう解決するか。

解決するためには、今持っている知識があるわけですからその知識を使えばいいんですが、使い方の体系もなければ、人々の中の合意もないためにうまくいっていません。たとえば、今のような状況を解決するために学問の体系を見ると、やっぱり「社会についての知識」が不足していることに気付く。環境問題というのも、結局は人間の諸活動の結果です。特に、地域紛争……というか世界紛争にも近いのだけれども、そういった地球上の様々な社会的な秩序の崩壊というのは、すべて社会現象なわけです。

そこで、「じゃあ社会学をやろう」あるいは「人文社会科学を使って解決しようじゃないか」という意見がある。しかし私は、「それは自己矛盾だ」と言いました。何故かといえば、人文社会科学がどんなに進歩しても、今の理学、理系の知識のように「こういう紛争だ」という解析はできますが、いざ紛争をやめようといったときに、また同じ問題に遭遇するのです。しかし、「人文社会科学を歩かせよう」という声が、非常に強かったのです。そこには要するに、「問題は社会的だが、科学という観点で先を行なっている理学では応用に成功しているから、社会的な知識を科学として進めていけば、いずれ問題は解決する」という仮説がありました。

しかし、そうではないと思うのです。知識は統合して使っていかなければ、問題解決になりません。知識を統合して使う、それは技術ですから。そこで、社会技術という話になってくるわけです。

問題は社会的なものである。しかしながら、一般に科学技術というときには、科学的な知見を集約して技術をつくる。これは、ある程度習慣的に出来ています。たとえば、力学を使えば機構ができる。材料学を使えば望みの性質をもつ材料が、化学反応に関する知識を使えば新物質ができる。こういうような数々の経験がある。もちろんこれらはローカルな部分的な知識にとどまっていて、大きな体系にはなっていない。しかし少なくとも、個々

の学問的知識から有用な知識を生み出す方法は経験として蓄積されており、それらはいずれできる知識利用の体系の重要な要素です。そこで、この経験を「社会にまで応用しよう」というのがひとつの動機だったんです。

さて、そういうことになってきて、では社会技術とは一体何か。これは、堀井先生がおっしゃっているような「知識の構造化」、私はそれをもっと厳密に「臨時学問領域」の創出と呼んでいます。そういう方法ということになるのでしょうか。両者は似ているような気がします。しかし、堀井先生に今ご説明いただいた社会技術研究のなかで、私から見ると明快でないことがあります。それは、「一体誰がやるか」ということです。「知識の循環」と言いましたでしょうか？ アブダクションがあって、ディダクションがあってインダクションがあるのでしたか。こういう3つの循環というのをやるということですが、では、「誰がやるのか」ということが、一番大事なことなんですね。

私は、「科学による情報循環」という社会的なモデルを提案し、最近それを日本学術会議で議論をして、受け入れられました。その中心は、狭義の科学というのは、基本的に分析者だったということです。たとえば、今話題になっている温暖化問題を取り上げましょう。地球温暖化というのは、すでに19世紀の終わりから問題意識がありました。炭酸ガスが増えれば地球は暖かくなるということは、科学者はみんな想像していたのです。その想像に刺激されて、現実に20世紀の前半にそういう研究が行われ始め、地球の炭酸ガスの測定と温度測定の精度が上がってきました。そして1960年代に、その間に明らかに相関があるというのがわかったのです。

そのデータは深刻な内容を持っていました。20世紀初頭には、「地球は暖かくなるから、暖房がいらなくなって非常によろしい」なんて言っていましたよ。しかし、実はそうじゃないと気づきました。温暖化が始まれば、まず病原菌の移動があって病気の分布が変わってしまうとか、あるいは、水位があがって島が沈んでしまうとか。「有害な病原菌だけでなく有用な生態系も変わってしまう、果たして人類にとっていいのか」という様々な問題が起こってくるというのがわかってきました。そういうことを科学者はいっせいに警告していました。科学者は警告者だったのです。

今日のお話だと、まるで科学者は何かやるかのようにみえますね。ところが、科学者というのは、そういうことは出来ない人たちなのです。では、いったい科学者は何をすればいいのか。結局、1960年代以降、1970年代においては、警告に終わっていました。それが80年代になると、科学者は、政策立案者、ポリシーメーカーと直接対話をするようになっていったのです。アメリカでいえばDOEや大統領府、世界的にはOECDなどから人

を呼んできて、この問題を議論する。それがきっかけになって、国連にその話がのぼっていき、1992年のリオデジャネイロで開催された地球サミットで温暖化問題が正規に取り上げられました。

では、それ以後を見てみましょう。今何をやっているかという、国連のなかにFCCC (Framework Convention for Climate Change) という仕組みが出来、その下にIPCC (Intergovernmental Panel for Climate Change) というのが作られました。これは科学者の集まりですね。まず、科学者が分析をして、こういうことが起こるぞということをFCCCに出します。FCCCでは、COP (Conference Of Parties) というFCCCに入っている条約締結国が持つ会議が何回も行われます。実はそこは政治的な会議ですよ。そこで、二酸化炭素の温暖化をどう止めるかという行動を取ったわけですね。これが社会技術です。

すると社会技術は、やっている時には科学者はもうそこにはいないわけですね。科学者は、本当に大事な問題を、いわば刺激したのです。私は、それが一種の「情報循環」だと言っているわけです。科学者は観察し、人々が考えてもいなかったような新しい問題点を発掘します。それは、たとえば地球温暖化のような危険に対する警告の場合もあるし、あるいは、遺伝子組み換えによって良い食品が出来ますという話もあります。

科学者は、そのようなインプットを持っていますが、彼ら自身は直接の加担者にはなりません。科学者は、忠告や警告、助言というものを出し、一方で、それらを受け取る人がいます。私は、その存在を社会の行動者(「アクター」あるいは「アクトレス」と呼んでいます。しかし、考えてみると、全部「アクター」なんですね。政治家も、産業も、産業の経営者もそうですし、教育者もそうですよね。マスコミ、ジャーナリストも然り、芸術家も、医者もそうですよね。そういった人たちというのは皆、科学からの情報を取り、その科学の知識を使って行動する人たちです。そこが、「知識の構造化」よりも「社会の構造化」というものがないと、実は社会技術というのは出来ないことを表していますよね。この構造化が今欠落しているという問題提起をしているのが、情報循環です。

たとえば、産業技術はうまくいっていますよね。大学の理学・工学の研究結果が論文という形で発表され、その論文は現実として製品になるまでに別の開発研究が行われ、そして製品になりますね。それは、工業製品という一種のマーケットがもうすでに社会に存在していることだし、そこを通じて一般の人に恩恵を施しているわけです。そこには完全なループというものがあるんです。人々が買えば、産業はその技術を良いと言うし、買わなければその技術は廃れてしまうというループですね。完全に循環系が存在しているわけです。

ところがそれ以外では、製造業にのっかって製品になりマーケットで取捨選択されるという進化的な構造を持っているものは、他にありません。少なくとも今の社会では工業製品だけなんですね。それ以外はそうならないわけです。

そこで、社会技術というのは、サステナブルディベロップメントを中心とするさまざまな社会的問題を前にして工業製品に起こっているような「社会的な情報循環」と「物質循環」というふたつを実際に起こした時、いわば、理学だけではなく技術が社会に存在することになります。こういう問題提起になっています。ですからやはり、担い手というものをもっとしっかりこのお話に入れていただければ、我々の考えと非常にマッチする感じがしています。

**堀井** 先生がおやりになられたAGS、これも問題解決型の研究活動であり、社会技術もやはりそうです。ここには共通の課題があり、それは先生のおっしゃられたことだと思いますけれども、「開発した問題解決策を、どうやって社会に実装するのか」ということです。その仕組みが出来ていない、そういうことですよ。それを実現するためには、当然政治ということも入らなければいけないし、行政が政策提言のようなものを第三者組織から受け付けるような仕組みを作っていくかなくてはならないと思います。

**吉川** そういうことですね。ですから、「情報循環」というのは、それを抽象的に言ったものですね。温暖化の場合は、国連というものを通じて各国政府が動き、そして実は、産業に戻ってきたわけです。そして今、「どうやって炭酸ガスの排出を減らすか」ということにアクターたちが非常に苦しんでいる、そういう状況なのですね。

もう少し詳しく情報循環の話をしめすと、社会というのがここにあります。これは産業も含めた大きな社会です。この社会……環境的な面を考えると自然も当然入ってきますが、地球あるいは社会というのはそういうものなのです。それを観察しているわけですよ。自然の部分を自然科学者が観察しているし、社会の部分を社会学者が観察しています。そこには、ある種の分析の結果として「知識」が生まれてきて「論文」が出来ます。それを私は、「分析型の科学者」と呼んでいます。

その次に、本当は「設計型の科学者」というのが欠落しているのではないかと思います。「分析型」の科学者が論文を世の中にどんどん放り出していけば、世の中は「それはありがたいから使おう」というかといえば、それは使えないわけですよ。産業ではあたかも使えるように見えていますが、それは実は、「設計型」科学者というものが、産業にも工学部にもいるからです。

ところが社会科学はそれが出来ていない、ということだと思いますね。ですからそういうものを使うわけです。

すなわち、社会科学系においても、あるいは行政や政治家についても、「設計型」の科学者というのが必要になってくるということなのです。

しかも、その「設計型」の科学者は、自分で設計はするが行動はしないのですよ。ここが大事なところです。何故かという、科学者が自分で設計し行動を起こした途端に、それは科学ではなくなるからです。行動というのはアクションそのもので、科学の一部です。アクションの結果のみに従って行動した場合、客観的なベリフィケーションは、社会に委ねてしまうこととなります。自分の論文、あるいは実験室でやっている限りは、科学的研究の途上ということです。アクションで仮説を作り自分の実験装置で実験したらこうなりましたという、これは科学です。

しかし、アクションの結果が、そのまま人々の行動を起こしてしまうこともあり得ます。たとえば政策を施せば、政策によって人々が動いてしまう。それは、実験室の外へ出てしまうということです。それは科学者のすべきことではない。それをやったのがマルキシズムだったのではないのでしょうか。

マルキシズムというのは、社会を自分の実験室だと考えました。私は実験は許されると思います。しかし、それが人々に強制したり、関係したくない人に知らず知らず影響を与えることは、絶対に許せないことです。これはまさに 20 世紀を通じて、そういうことをしてはいけないんだということを学んだ大きな例だと思います。学問は確かに説得力もあるし、専門用語を使うので一般の人にもわからないから、何か行動しようとするなら非常にしやすい立場にあります。だけどもそれは危険であり、科学者が何か科学的な行動をすれば、それは自分の価値観に基づいているわけで、科学の範囲を越えているのです。科学的な意味でベリファイされていないことによって行動しているんですよ。

そこで、「科学者は助言にとどめろ」と私は非常に強く言っているのです。行動している科学者というのは、それは科学者ではありません。たとえばベンチャービジネスをやっているときは、もはや科学者ではありません。それは、お互いの利害でまさに社会の中にいるのです。決して悪いと言ってないですよ。つまり、周りはみんな見ているけれどその人は科学者の助言を発しているわけではないので、それを聞く必要はないということです。本人が儲けようと思ってやっているわけで、それはかまいませんよね。そういう「行動者」「アクター」というものと、「助言者」というものがきれいに分かれているということ。そして、科学コミュニティあるいは科学者のコミュニティというのは、社会に対し、社会のアクターたちに対して、助言を発信しているのです。それを受けて、アクターたちは行動するわけです。場合によっては、科

学者自身がアクターになります。それはかまわないですよ。ただその時は、自分は「科学者ではなくてアクターなのだ」と言わないといけないのです。実はそこが大事なことです。科学的情報というのは、真理しかないので。それだけでは行動できません。必ずそこには、ある種の判断とか自分の直感や価値観とか、そういったものでそれを彩って、実際の行動をする。これはアクターとして当然許されることです。

このように社会技術というものは、やはり「社会的な構造というものを改変していく」ということを前提にしなければ、またマルキシズムに戻ってしまいます。それは非常に危険なわけですね。そういう意味で、「誰が三角形のやり手になるのか」ということをきっちり理解しないと、社会技術というものはイデオロギーになり、科学と対立してしまうという構造になっているでしょう。

ですから、社会の問題というのは、自然科学よりはるかに難しい。それは実験が実験室でできないからですね。実験に相当するものは、自分が外へ出てやるしかないのです。自然科学の面白さというのは、すべて囲い込まれた中でそういうことが出来、実験でベリフィケーションするまでは社会にいい影響も悪い影響も与えないですむからですよ。社会技術はそうではありません。社会実験がないということは、ますます社会的な仕組みというものに非常に神経を使わなければなりませんね。それは、科学技術と社会技術の本質的な違いであるということには是非認識してもらいたいと思います。

**堀井** 知の活用について、アナリシスからシンセシスとありますが、私自身はシンセシスについて「科学を生む必要はない」と思っています。あるいは、「科学化を目指すということが、必ずしも良いことではないかもしれない」と思っています。一方、吉田民人先生の設計科学やプログラム科学とか、あるいは市川惇信先生の人工科学など、そういった「設計的な方法論の構築」というものも科学になりうるのではないかと、「科学の拡張」といったようなお話がありますが、先生はそのあたりはどのようにお考えでしょうか。

**吉川** それはまさに、三十年前に私が始めた設計学の主題であり、最近でいえば私が吉田さんにお問い合わせしたことです。私は、「日本の計画」と名付けて、日本学術会議で「情報循環を通じて日本の社会に今必要な助言をしよう」と言いました。そこで、科学を助言者として考えたときに、「通常の分析的論文を書く人間とは違う、いわば設計型科学者がどうしても必要だから、そのための科学をつくる必要がある」ということで、「日本の計画委員会」と「新しい学術体系委員会」というふたつを作ったわけですよ。両委員会は相呼応しながら、新しい学術体系は吉田さんと、もう一方は会長になった黒川（清）さん。副会長をやった二人ですね。

日本の計画委員会のほうはうまくいきました。有用な助言ができたと思います。ところが、学術体系のほうは、結論が出なかったのです。私が人工工学と呼んでいるものに対応して、そこでは人工物科学というのがありますが、それは基本的には、堀井さんもおっしゃったように、シンセティックな話なのです。なぜシンセティックなものは難しいと思いますか。アナリシスのほうが易しいでしょう。アナリシスは、人類が科学的方法を發明しています。まず対象は何なのかを見ます。その対象がどういうカテゴリーに属するかという仮説をたて、そのカテゴリーに入っているものを、あるひとつの視点でみるわけです。たとえば、その視点が材料の強度なら、鉄もセラミックスも植物もみんな強度というもので抽象化されます。そして、強度というものについてのひとつのルールとして、応力とか破壊強度というようなコンセプトが出てきます。すると、理論体系がかっちりしてくる。これがアナリティカルな方法ですよ。

さて、我々もちろんその強度を使って家を造るのだけど、シンセシスのほうは、強度の問題だけでなく錆びるか錆びないかという性質も扱わなければならない。耐蝕性は耐蝕性で強度とは独立の理論を持っていますね。問題は、何か具体的な物を作る時、たとえば機械を作る時には強度と耐蝕性が同時に必要になるのです。ということは、耐蝕性に対する理論あるいは法則と、強度についての法則を同時に使うということです。

ところが、私が長年やってきた設計学からいえば、それは極めて難しいことです。何故かという、たとえば何々学というひとつの領域を持ってきたときに、我々は、そこで様々なことが議論されているように思いますが、実は極めてシンプルなことしか議論していないからです。現象は全部を相手にします。強度だったら、応力と破壊強度しか入っていませんね。耐蝕性であれば、たとえば化学ポテンシャルと反応の速度ということしかやってないわけですよ。量的にいうと、化学ポテンシャルと反応速度とか抵抗と電流というような、極めてわずかなパラメータに関する定量的なものを理論と言っているんですね。しかし、たとえば、機械工学における伸び縮みをあらかずフックの法則と、電気工学におけるオームの法則との間には関係がありません。それを関係づけようとするれば、機械工学や電気工学を忘れて物性論に入っていかなきゃいけないわけです。だけど少なくとも機械工学で機械を作るといった時は、物性論や量子力学を考えなくてもすむようになっているのであって、フックの法則で十分なのです。一方、電気回路を作ったときは、オームの法則。インピーダンスに関する理論ですが、その両者は関係ありません。しかし、物を作るというときは、その両者を関係させることなのですね。そして、関係させた途端に、私たちの極めて高度な定量的方法論という

のは崩壊してしまうのです。

ひとつひとつの相手・対象についてカテゴリーを指定する。たとえば、オームの法則を作るためにそのカテゴリーで分類しているのです。抵抗が大きいもの・小さいものというように。その分類が抽象化し続けていくと、カッシーラーが言ったように、幾何的構造という定量的構造というものに到達するのです。抽象化することによって、定量化が起こってくる。そうなるとその定量的世界というのは、ここに存在しているぐずぐずとした現実世界を見事に説明可能にする、定量的な法則で説明できる、ということになるのです。

ところが、そのカテゴリーの作り方、カテゴリーをサブカテゴリーに分けていくそのやり方というのは、フックの法則を考えている時と電気抵抗を考えている時とは、全然違うわけです。ということは、このフックの法則を考えてサブカテゴリーを作ると、カッシーラーが考察したように定量的なことが可能になる。私がやった一般設計学では、この過程を数学的構造として捉えるのです。思考過程は位相空間上のもので、その位相が距離空間の性質を持つことになる、ということです。機械と電気回路は、別のカテゴリー、別の距離空間です。この二つを合体した位相、たとえばそのカテゴリーを重ねてやったところに、距離空間を作ろうとしてみてください。これはやってみればわかるのですが、出来ないんですね。それほど難しい。たった二つの位相を合体しただけで、いわば距離空間というものが数学的に出来なくなってしまい、そこで我々の思考は停止するわけなのですね。現在は、そういった非常に理論的な難しさがあります。この難しさを克服するのが先にお話しした臨時領域です。

吉田民人さんは数学的方法は使わなかった。しかし、それを文学的な方法で書こうとすると、他の人は理解できないのです。私には吉田民人さんは 100%理解できたので励ましていたのですが、彼が他の人に説明しようとした時には理解不可能ということになり、その議論はまだ途中だと言ってよいでしょう。

シンセティックな問題というのは、まだそのレベルの話です。私自身は数学的構造でその難しさを説明することはできるけれども、やっぱり文科系の人にはトポロジーなんて嫌がるわけですよ。だからそこをもう少しわかりやすい説明あるいは説明手段というものを獲得しないと、まだ説得性はないというところに止まっていますね。ただ学問的に、私はこれに非常に興味持っています。本当のところ今、暇をみつけてはその本を書き始めてはいるのです。シンセティックな問題の位相数学的な問題というのを、どうしても書かなきゃいけないのですよ。理論的に難しいのは覚悟の上で。

今から百何年も前に文芸運動というのが起こったのですが、潰れたんですね。20世紀はシンセシスの時代だと

いうことで、これは文科系の人がいきました。分析の時代は終わり、統合の時代だと。小説を書くのも統合であり、劇場でお芝居をするのも統合です。事実、芝居などが非常に流行っている時代ですから、今度はそういったものに中心が移ってくるというのは一種の宣言だったのですね。

ところが、結局 20 世紀が終わってみると、もう圧倒的に分析の学であって、総合については何も知らないという状況が出てきました。ですから 20 世紀はそういう観点からすれば、大失敗の世紀なのです。1960 年ぐらいから、私は細々とシンセティックなことをやりました。でも学会の世界では、それは受け入れられませんでした。非常にマイノリティだったわけです。しかし、口を開けばみんな、シンセシス、シンセシスとこう言っていますよね。ですから学会も含めて科学者は関心を持ちながら、それについて、怠慢とは言わないまでも、基本的な手法は持っていないという状況で 20 世紀を過ごしてしまったのです。私は、そのことが、まさに今の環境問題を引き起こしているということなのだと考えています。そこまで言うと言い過ぎだという人もいますが、私はこれを 1999 年にブダペストで開催された World Conference on Science で話しました。ディシプリンをリフォームしなければ、環境問題は解決しないと。実は、これは大変受けたのです。それは、その後私が ICSU の会長に選ばれるきっかけになったと聞かされました。ですから、シンセシスの体系についての期待感はあるのです。堀井先生がやっておられるこのシステムが、学問として本当に通じるかと言えば、まだもう一歩というか努力が必要なのではないでしょうか。

**堀井** 先生は、一般設計学についても数学で記述するというをご努力されたということですが、シンセシスというものも、やはり数学的に記述されて初めて。

**吉川** そうそうそう、議論できる対象になるのです。それはまだ観念とか直感ですね。ですから、お話しは出来るけれどもどれが正しくてどれが正しくないかという、いわば科学のペリフィケーションの舞台にはのってこないわけです。したがって「誰々の説」となるでしょう。文芸も哲学もそうですよね。哲学はたくさんのテキストブックを残しましたよね。カントなどいろいろな人が書きました。じゃあ、カントとイデーンを書いたフッサールの関係は一体どうなのか。よく読めば、共通点もわかるし違う点もわかるでしょう。だけど、それを数学によって万人にわかるようには解釈できませんよね。やっぱりその違いを直感で理解するしかありません。すると結果的には、テキストを累々と残しておくのです。

でも、爆発してしまった。今の若い者は哲学を読まなくなっちゃった。これは非常に危険なことです。先人たちの努力が生きてこないわけです。ところが、理系のほ

うはニュートンに始まる膨大なものがどんどん継承されていく。ここに、社会系の科学、つまり人間・知を対象にした科学と自然を対象にした科学の間に、ものすごいインバランスが出てしまったわけですね。

ですから、これはむしろ緊急課題なのです。シンセティックというのは、まさにそのことと関係してくるわけですから。それは急がなくてはなりません。要するに、環境が劣化してきた、人間の行動が矛盾してきた、ということです。したがって、シンセティックに統一的方法が必要なのです。これはマルキシズムじゃいけないのです。「すべてこれで行動しろ」なんていうことは、とんでもありません。自分の行動は一体何なのかということが、客観的に比較できませんから。カントとフッサールの価値が比較できないように、あなたと私の行動の違いは、価値という意味では比較できません。しかし、両者の間にコンフリクトが生じ得る。

そういうようなことが、シンセティックなものについての統合的なひとつの理論、あるいは、それを手段にして相互に対話出来るような方法をどうやったら樹立できるかという点にかかっているということではないでしょうか。私自身は、その理論が必要であるという宣言をし、行動をするというほうへ踏み出しています。ICSU の会長として三年間過ごし、去年リオデジャネイロで総会があったのですが、あれはものすごく苦しかったですね。科学者の集まりですから、アナリティカルな人ばかりなのです。それをいかにして行動について意識させるか、あるいは設計型科学者に変えるかということ、事実上やったんですね。それで、委員会を全部変えました。ICSU は七十年の伝統がありますから、五十年も続いた委員会を潰すなんていうことをやることになってしまったのです。これは大変でしたよ。猛反発を受けました。しかし、三日がかりでそういう総会をやって大改革をしました。これは科学者自身も変わる大きな流れが始まったことの現れだと考えています。

**堀井** おそらくそういう変革は、大学にも求められていることだろうと思いますけれども、

**吉川** もちろんです。そうです。

**堀井** そのようなモード 2 のような問題解決型の研究に携わる研究者が社会に定着していくためには、どのような条件が必要でしょうか。

**吉川** 今まさにピークである、いわゆるネイチャーとかサイエンスなどの科学論文によって科学者の価値が評価されるという評価軸に加えて、別の尺度を導入しなきゃいけないわけですね。それは一体何なのかというと、社会的に認められた尺度はないと言わざるを得ない。今、私は産業技術総合研究所というところにいます。ここには基礎研究が二つあります。ひとつは、アナリティカルな研究。これは第一種です。もうひとつは、シンセティ

ックな研究と言っており第二種の基礎研究です。私は、第二種の基礎研究を評価しましょうと言いました。実際3000人いる研究者の間をまわってみると、そういうことをやっている人がいるのですね。ただし下積みみたいなものです。その人がずっと続けて、製品になるような特許を生みベンチャーでもできれば、評価されます。第一種の基礎研究をやって三十年たった人は、学会で多くの評価を受けています。しかし、第二種の研究者は絶対に学会では評価されません。私は第二種の基礎研究を「悪夢の時代」と呼んでいるのですが、その悪夢を見ている人たちを評価するにあたって、論文では評価できないのです。ですからひとつは、「現物を見て評価する」ということ。でも、現物を見るわけにもいきませんから、私は「あらゆる思考過程を記述すること」としています。これは設計学の方法でもあるのですよ。設計学というのは、思考過程を記述します。ですから設計学が進んでくれば、そういったシンセティックな思考をしている人たちは、自分である程度そういう表現を記号を使って書けるようになるかもしれません。それは設計学のミッションでもあります。産総研では、30人いる評価部の人たちがそれを導入するため、その尺度を今一生懸命作ろうとしています。このように設計学というのは、単なる「数学」や「明らかにするもの」というだけではなくて、ひとつの研究所の現実の評価体制などといったことまでもかかってくるのです。それによってそういう人を浮上させるのが目的です。

**堀井** 実は今回このインタビューをさせていただいているのは、社会技術研究論文集という論文集の企画となっています。この論文集は、過渡的かもしれませんが、モード2におけるひとつの方策として、社会問題の解決にいかに関与したかという観点で論文を書いてもらうとしています。また、その論文の評価軸を著者自身に申告していただいております。

**吉川** そうですね。そういう視点で。今までは、そういうこと書くとボツになったのですよね。意図は客観性がない、と。客観的な事実だけが価値のあるものだから。これは第一種ですね。第二種はそうではなくて、どんなことを意図し、そのうちのどれくらいを実現したかということを書いた論文に書く。その中身はもちろん第一種のようなロジカルな視点である、こういうことですね。

**堀井** そうです。

**吉川** それはもはや論文とは言わないでしょう。私はそれを、第二種基礎研究のドキュメンテーションと呼んでいます。とにかく何かアウトプットがなきゃだめですから。ただ、モード2とはちょっと違うと思いますけれども。モード2というのは、むしろ社会目的などが非常にはっきりしていますね。ところが、実際の研究は違います。例えば、バイオでゲノムを作ったとします。これだ

けゲノムの知識が増えてきたら、こういうことも出来るんじゃないかと思って、第二種のステージに入りますね。これはモード2でも何でもありません。ある研究者の心の中で、第一種基礎研究から、次に、現実・社会に対してインパクトを与えるようなプロセスを持っているぞということを考え始めたら、第二種に入っていくんですね。ですから、対象が興味を持って分析しようと思っているときは第一で、ある時、第二種に人は皆移るんです。ところが、大学ではそれは評価されないで、結局みんな途中であきらめて、また第一種に戻ってしまう。こういうことを大学の研究者はやっているんですね。なぜなら、学会がそういうところで評価できないわけですから。研究者は必ず第一種をやっており、それがもしかしたらこう使えるんじゃないかと考える機会がある。そこに、今おっしゃるような評価軸をもしければ、それがきちっと評価されるような道が準備される。そうすれば、研究者は第二種から現実の社会問題へともっと深く入っていけるわけです。それは是非やっていただかないと、と思います。

**堀井** 社会技術研究は、シーズ型の研究に比べれば、当然ニーズ型の研究といえます。そこで、ニーズ型の研究がブレイクスルーを生み得るかということですが。

**吉川** 私は、これからはニーズ型の研究しかなくなると思っています。1999年のブタペストで行われた会議で、「社会のためということ意識しない科学はもはや許されない」ということを、自ら宣言しました。やはり、科学には光と影とがあります。それを野放しで研究すれば、人類にいろんな影響を及ぼします。環境問題もそうだし、生命倫理ももちろんですね。そういうことが予想される以上、研究者自身も人間ですから、自分の研究がどういうふうにどんな影響を人間に与えるかということを考えなきゃいけない。これは大きな意味で言えば、みんなニーズを考えるということですよ。ですから、シーズオリエントの研究をしても、その結果がどういう影響を与えるかということについて考えた途端に、ニーズを考えているということになるわけです。ですから、これからは全部ニーズになるのですね。そして当然ニーズに引っ張られて、シーズ研究だけでは出てこなかったような新しい知見等も出てきます。今の環境研究というのは、まさにその典型的な例でしょう。たとえば、地球における物質循環という概念は昔はありませんでした。地理学者が細々とやっていた。確かに、植物と動物の間に炭素や酸素が循環しているという話はありました。だけど、それが一体どういうスピードで循環しているのか、それが生態系にとってどういう必要な条件なのかについての科学的研究はなかった。それは当たり前で、植物学者と動物学者というのは、大学の学科としてはあまり仲が良くないのです。お互い喧嘩をしているのです。そう

いったような問題が実際あるわけですね。そして地球という問題を考えたとき、動物と植物を分けていることが悪かったのだと気がつくわけです。そこで、「動植物の間の物質循環」という新しいテーマが出てきます。これはまさにオリジナルですよ。シーズオリエントで真に独創的な研究が生まれるのだろうか。なぜかという、シーズは、実は領域化された学問の中でのものだからです。本当のニーズというのは、領域と関係ありません。領域にディペンドしません。ということは、それを考えたときに、さっきのシンセティックというのもそれに近いのですが、領域を壊す作用が出てきますし、これは新しい領域を作り出すということも含まれます。そこで、むしろこれからは、「クリエイティビティという観点からいって、ニーズオリエントのほうがよりよく活躍できる大きな場になっていくだろう」というのが、私の予感です。

**堀井** その時に、キュリオシティ・ドリブン・リサーチというものが消え失せていいのかという意見もあるかと思いますが、そこはいかがでしょうか。

**吉川** キュリオシティ・ドリブンとは矛盾しないのです。ギモンズは、知識生産の社会性という視点でモード2ということを行いました。知識生産の基本は一人一人の科学者だという現場の視点からみると、必ずしも明解でないと思っています。人間のキュリオシティというのは何かと言えば、地球がどうなるかというのがまさにキュリオシティでしょう。地球がもしかしたら滅びてしまうかもしれないという、これほど大きな関心はないでしょう。物質がどんな素粒子から出来ているのかというキュリオシティと、明日の地球がどうなるかというキュリオシティ、どっちがいいキュリオシティか比較も出来ません。人間は、特に若者は、その素粒子がどうなっているかということに対する好奇心よりも、明日の地球がどうなるかということに対する好奇心のほうが圧倒的に大きいのではないだろうか。だから、環境研究も個人の好奇心がドリブンしています。それをモード2と言ってしまうと駄目なのではないか。モード2ではなくて、シンセティックな研究をするんです。好奇心がなくては、第二種の基礎研究だってできないのですよ。この製品を作れと強制するのは、当面の利益を追わねばならぬ会社の中ではあることでしょう。しかし、少なくとも公的な機関の基礎研究では、誰もそんなことは強制していません。全部好奇心でやっている。ただ、第二種の基礎研究では、好奇心の内容が全く違います。科学者の好奇心が、今、大幅に変わりつつあります。科学者に対する要請が変わっているのではなくて、好奇心自体が変わっているのです。それは、人間が変わっているわけですから。だから好奇心が変わる。変わるという意味で、好奇心を絶対に否定するものではありません。好奇心によって研究するしか、やはり基礎研究というのはあり得ないのです。

第一種であろうと第二種であろうと。そう思っています。**堀井** 最後に、社会技術の未来、これからについて、何か一言お願いします。

**吉川** 社会技術は、概念的に必要なことはもう明らかです。いわば外堀はもう完全に埋められています。そこで、社会技術というものは一体どういう学問か、どういう根拠を持つかということについて、少数でもいいから考える人が出てほしいですね。それは大変つらい仕事なので、学問領域をつくる仕事ですから。私は、習ったこともないような位相幾何学を使って設計学を作ってきたのですが、おそらくそういったようなことが必要になるでしょう。従来の微分方程式にのる話でもありませんから。単なる計算機にのるような、シミュレーションができるような話ではありません。既存の方法で解けるようなことをいくらやっても駄目です。そうではなくて、もっと根幹の数学的構造というか、論理的構造について、社会技術の背後にどういうものがあるのかということについて、研究者が100人いたら、せめて2,3人はそういうことをやってほしいと思います。社会技術として、そういう能力のある人をぜひリクルートしてほしいですね。

**堀井** 大変勉強になる話を、今日はどうもありがとうございました。