

インタビュー

工学の克復とシンセシオロジー

日本工学アカデミーは工学に関するさまざまな事項を高い見地から検討・議論し提言をまとめているが、その中の「工学の克復研究会」は現代における工学のあり方をさまざまな角度から検討しています。工学のあり方はシンセシオロジーの理念とも深く関係していますので、研究会メンバーの一人である長井寿さんに本誌小野編集委員長がインタビューして「工学の克復」に関する考えを伺い、シンセシオロジーとの関係話を話しました。

シンセシオロジー編集委員会

長井 寿：日本工学アカデミー工学克復研究会 物質・材料研究機構

小野 晃：シンセシオロジー編集委員長 産業技術総合研究所

今なぜ、工学「克復」研究会なのか

小野 日本工学アカデミーの「工学の克復研究会」は、私たちのシンセシオロジーと同じ思いがあるのではないかと考えています。困難な状況を乗り越えるという“克服”ではなく、あえて元の状態に戻すという“克復”にされた意図は何でしょうか。

長井 昨今、「理科離れ」とか「さらば工学部」といわれますが、工学というのは非常に大事な分野なのに、なぜ若い人たちから見捨てられていくのか、おかしいではないかと思っていました。それともう一つ、日本工学アカデミーの会員は日本を代表する方々ですが、高齢化しています。日本の伝統ある学会は総じて会員数は増えず、高年齢化している。「このままで本当にいいのだろうか？」という意味で、オーバーカムの“克服”ではなく、病気になって、そして元の健康体を取り戻すという意味の“克復”を使っているわけです。もう一度健全な形に戻らないといけないのではないかという意味で、若い人たちにきちんと評価され、工学の価値が広まるきっかけをつくりたいという問題意識を持っています。

イノベーションの本質を研究者はもう一度考えるべき

小野 今、世界的にイノベーションに高い関心が持たれていますが、「工学の克復」はイノベーションとつながるところがあると思うのです。日本の産業界や社会・国民にとってのイノベーションをどのように捉えていらっしゃいますか。

長井 技術のブレークスルーは大事なことですが、日本ではある種のブレークスルーをイノベーションと同義語と捉え過ぎるという面があります。

産業界の方々は、手持ちの指導原理というか、科学の原理原則の限界が見えてきて、2020年～2030年くらいに全部利用し尽くしてしまうといっています。世界の変化や新しいニーズに対応するために手持ちのものでは限界だということがわかっているので、本格的なイノベーションを起こす手だてを求めています。

社会・国民にとっては、昨年のような資源・エネルギー価格の高騰はアメリカの経済破綻で何となく鎮静化しましたが、この流れは変わらないだろうという、むしろ確信が強まっています。資源・エネルギー、地球環境の社会的制約条件をどのように克服して、安心して暮らせる豊かな社会をつくるのかということが社会・国民からいわれているイノ



小野 晃氏(左)と長井 寿氏(右)

バージョンです。

一方、これは自己批判にもなるのですが、今、第4期科学技術基本計画の策定が始まろうとしています。科学技術に対する期待が高まり、大きな投資をされた。国民に還元され、産業も発展するという、具体的な投資効果を見なければいけないのではないかと非常に強い意見が技術政策サイドから出ています。これはある意味では当然だと思うのですが、研究者のレベルまで戻ると、先ほど申し上げたような「ブレイクスルーがイノベーションだ」と思っているようでは、これには応えられない。研究者は「自分は頑張っ、こんなにすばらしいものを発見・発明した」かもしれないけれども、あまりにも先端すぎて、日本の今の産業技術がそれを利用する力がないという、ギャップを埋められないときがある。うがったいい方をすれば、世界にはその先端シーズを利用できる力やマインドを持っている企業があって、日本から出たものが真っ先に他の国で利用されてしまうという問題も出てきてしまう。

一人ひとりの研究者のレベルまで戻って、どこにどう力を加えたらほんとうに国民の税金を使って日本の国のためになるのか、ということをもう一回考え直さないという形で、私は「イノベーション」といわれていると感じています。

小野 今のお話はシンセシオロジーの編集の立場からも非常に共感できるところです。「研究者一人ひとりのところまで戻って」というところは大変重要だと思います。

長井 産業界、社会・国民、技術政策サイドでいっているイノベーションはそれぞれ微妙に違いますが、新しい方向を求めて、いろいろなブレイクスルーが合わさった形でパラダイムが全く変わるということがまさに期待されています。日本でいえば、資源やエネルギーをどう確保していくのか。世界にとって邪魔者にならず、歓迎されるような方向やしっかりと見通しが必要です。そういう意味でも、工学がこれから活躍すべきときなのに、「理科離れ」とか「さらば工学部」といわれているのは、いかにも情けないということに戻るのです。

「工学」を「問題解決する科学」と定義しよう

小野 日本の工学といますか、技術は良かったはずなのに、それがどこで失われてきたのか、という思いがあります。「工学の克復」というとき、工学とはどのようなものとお考えですか。技術でもない、科学とも違う、工学独自の科学のようなものがあるとお考えでしょうか。

長井 「科学技術」という四字熟語もありますが、これ

をどう定義するかは結構難しい。工学と科学と技術をそれぞれの熟語で考え、今日的な意味を見直し、それから「科学技術」の意味を再定義したほうがいいのではないかと考えています。「日本的曖昧さがいい」という人もいますが、曖昧さを持った指導原理が敗北につながることもあります。

小野 まずは言葉の定義をしっかりとしないと。

長井 工学は、英語で「engineering」といい切ってもいいと思いますが、「science と technology と engineering」もしくは「science of engineering」を工学だという言い方もあって、私はいずれもわかるのですが、そういう意味でいうと「工学は問題解決する科学」だと理解しています。

ただ、私は工学の定義が日本の中では少し揺らいでいるのではないかと思うようになりました。こういうと叱られるかもしれませんが、日本の工学部はサイエンス寄りになり過ぎた嫌いが強い。「工学」という言葉の意味が拡散してしまっ、工学の牙城たるべき工学部が工学から実は離れていっているという指摘が産業界の方々からあります。最近、いろいろな報告書であからさまに「工学部が工学ではなくなっている。亜理学部や理学部の工学部になってしまっている」という人が増えています。問題解決するということで工学部を目指していた学生たちが、それだったら理学部や医学部や経済学部に行こうというふうになるのは、工学部が本来のあるべき姿を見失ってしまっているからではないか、といわざるを得ません。工学部は理学部から生まれ出たもので、実は工学部を世界で初めてつくったのは日本なのです。

「技術」と共に発展する「科学」が求められる時代

小野 本来の日本の工学というのがあったはずではないか、ということですね。工学のあるべき姿を目指すということは、まさに工学の克復の原点です。

科学と技術ですが、この二つは融合しつつある時代だといわれますが、その一方で、未だに相互に独立していて、互いに別々に発展している面もあります。融合と独立について、どのようにお考えになりますか。

長井 東洋における科学史や技術史は意外と勉強されていません。西洋で西洋技術史もあまり勉強されていないのですが、西洋科学史は非常によく研究されています。

東大名誉教授の村上陽一郎先生がわかりやすい説明をされていますが、「西洋には神様が作りたもうた二つのものがあって、一つは聖書であり、もう一つは自然である。ここに神の啓示がある。この神の啓示を解明するのが学問の目的であるということから西洋の科学は生まれている」。

小野 西洋科学の源流の一つにキリスト教の神の世界を実現する、あるいは探求するということでしょうか、神学と非常に結びついていたということですね。

長井 はい、大陸では科学者は王家に支えられていたが、技術者は比較的卑しい身分だった。それに対して、イギリスでは科学者がお高くとまっていてあまり役立たないというので技術者・技能者が優遇されていたようです。その後、ルネッサンス時代に、「神様は非常に系統的に自然をつくったのではなく、気まぐれでいろいろなものをつくられた。気まぐれにつくられたものをすべて理解すれば、神様に近づく」という形で百科全書ができました。このあたりから、例えばガリレオ・ガリレイが、望遠鏡がないと科学ができないとか、いわゆる考えて科学をするのではなく、実験をして科学をするということで道具との結びつきが科学史を読んでも明快に見えてきます。

村上先生によれば、なぜ西洋科学が変化を遂げたのかということ、イスラムと戦ったからです。イスラム教徒が残したものを勉強して吸収したことから、実は自分たちはソクラテスやヘレニズム文化をきちんと吸収していなかったということがわかり、異文化を勉強し直すことによって、大きな転換が起こった。これは、まさにシンセシオロジーの起源のようなものですね。そして、神学の一部から百科全書という形に、系統性がなくてもいいのだという形になったわけです。

小野 事実の収集がまず大事ということですね。

長井 はい。産業革命のころに科学と技術が本気で出会います。技術は“もの”さえ作ればいいのです。印刷術にしろ、火薬にしろ、羅針盤にしろ、一説によれば水車も東洋から生まれたといわれていますが、つくれて使えばいい、理屈なんかなくてもいい。これは技術のすばらしいところだと思います。

一方の科学は、神様が作りたもうた深遠なる真理を追

求するのですから、ある意味では成果がなくても構わない。これもすばらしいと思うので、両方とも無理やり自己規制する必要はないと思うのですが、ただ百科全書派からも一回変わろうとしていると思います。

まず、今の時代をどのように規定するかという話ですが、一つは大衆グローバル化といわれるように、フラット化したことです。そして、交通手段や通信手段の発達によって、世界は非常に小さくなっています。情報はあつという間に世界に広がってしまう。そういう点でも、新しい時代になってしまったといえます。

2050年くらいに、世界の人口は今の1.5倍くらいに膨らむといわれていますから、資源やエネルギーは今の2倍くらい必要でしょうし、二酸化炭素の排出量も2倍以上になってしまうでしょう。資源やエネルギーの残寿命は縮まり、人口はピークの2050年を過ぎると世界的に平均寿命が高くなってきます。地球自体が年をとっていくというのが21世紀です。

その一方で、科学や技術の発展速度は今よりもっと速まります。

小野 科学や技術の発展を速めなければいけない、ということでしょうか。

科学に裏付けられた技術が産業に求められる

長井 いえ、速まってしまうということです。研究論文の発表数を見ても、中国やインドが参加することで格段に増加しました。参加人数が増えれば増えるほど、すごいスピードで世界の新しい情報が出てくる。セレンディピティの確率がそれほど変わらず、数を撃てば当たるということであれば、新しいものがどんどん出てくる。それを先に利用したものが勝ちだという時代になるわけです。まさに科学者とか技術者といわれている人たちが大儲けできるかもしれないけれども、社会や人類に対してとんでもないことをしてしまうかもしれない。科学や技術が非常に重要な役割を果たさざるを得なくなるという意味では、全く新しい時代が来



長井 寿氏



小野 晃氏

るかもしれない。

小野 技術と科学がより接近していく時代ということでしょうか。

長井 新しい科学的な知識や技術が生まれ、それを習得するスピードはどんどん速まっていくでしょうから、優れた技術で、最初からそれが科学的に裏付けられたものでないと産業的には弱くなります。必然的に技術は科学に裏付けられていなくてはいけないですから、科学と技術は接近せざるを得ないと私は思います。しかし、科学の立場から見ると、技術と接近しなければいけないというつもりはあまりないのです。科学を縛りたくないですし、小柴さんのように、何千年たっても、好きなことをやっていたほうがいい、というのはかなり納得します。

日本の科学と技術そして工学

小野 日本の科学と技術、それから工学教育も含めて伺いたいのですが、一時、「ものまね技術」といわれていた日本の技術ですが、世界で技術革新が最も成功している国として評価されています。

長井 海外では日本の技術が非常に優れていると評価されていますが、これは三つくらいの側面があると思っています。軍事技術は、アメリカが圧倒的に優れており、日本は優れていません。そういう点で、いわゆる民生技術といわれているものは、世界や国内のコンペティターから厳しい目で見られるという環境があり、それに日本もしくは日本人が対応する能力を持っている限り、圧倒的にすごいものをつくっていく、ということです。

小野 日本はユーザーの意識が高いということも寄与していると思いますが。

長井 はい。二つ目は、世界に向けて日本の商品を売っていくというマインドが非常に高い。三つ目は、これは意外と見落とされているのですが、私は金属材料屋なので、そういう観点からいうと、日本ほど人が多く住んでいて、地震の被害が大きい国はありません。だから、そこで使う材料は世界一強い。

必然的に日本の技術はやはり強くならざるを得ない幾つかの要因を持っていると思いますが、それが事故に対しても強いとか、ロバスト性が高いという効果を持ち、そして日本ブランドができたという構図が今まであったし、これからはあると期待しています。

小野 技術は世界の各地域でそれぞれ発展してきましたから、それぞれの論理を持っています。日本は、地震などの自然環境プラス少子高齢化という社会的状況、エネルギーの課題によって技術が育てられるという仕組みがあって、そこにもう一つマインドが乗り、今まで非常にうまく回ってきたということですね。

技術がすばらしいのに対して、日本の科学はいかがでしょうか。

長井 「何のために科学をするのか」というところが非常に難しいところがあって、世界の一流科学と戦うという意味では、日本はあまりいいポジションにいません。今のところ、材料分野は1位だと思うのですが、中国などから追い上げられています。

世界は大衆グローバル化時代になり、すべての情報が行き渡るようになったといいましたが、最適なソリューションを目指していくと、地域性が非常に重要になると思うのです。他の国のまねをしていては問題解決ができない。これは科学においてもそうです。しかし、「他の国のまねをするな」というと、まねをしない人ばかりになるので、まねもしなければいけないし、多様性があるべきですが、日本の技術の優れたところをもう一回見つめ直したら、いろいろ新しいテーマが出てくるのではないかと考えています。

小野 日本の技術に関しては、それがすばらしいことの要因は幾つか説明ができるけれども、それと同じことを科学に求めても見つからない。今のところ、「まねをしない」ということだけくらいしか出てこないというのが、ちょっとつらい現実ですね。

日本の工学ですが、かつて輝いていた時代がありました。

長井 日本の戦後の工学の一番優れたものは何かを我々の研究会で分析したのですが、自信を持っていえるのは工場です。サプライチェーンというか、工場の管理、運営、操作技術トータルですが、これは完璧にすごい。世界から見ても、日本の工場技術はお手本中のお手本です。

小野 産業用ロボットを入れるとか入れないとかいう話だけではなく、ということですか。

長井 逆にいうと、産業用ロボットを入れるのに何のためらいもないという、それだけの見識というか土壌を持っています。産業用ロボットを入れることによる労働者の削減等々は別の問題として捉えなければいけないのですが、もともと技術革新というのは非常に苛酷なものであり、必

ず犠牲者を出すという必然もあります。これからも技術革新がすべての人を幸せにするという事はあり得ないと思うし、必ず被害をこうむる人がいるのですが、社会トータルのウェルフェアを考えて、この方向でいいのだという見極めの見識が必要とされます。

工学教育とは「科学」を勉強させるのではなく「科学とは何か」を勉強させること

小野 日本の工学教育について、今は「さらば工学部」といわれ、非常に憂うべき状態であるというお話を伺いました。では、なぜかつて工学部は輝いていたのでしょうか。

長井 工学部を世界で初めてつくったのは日本というお話をしましたが、明治の初頭、工部省が工部寮をつくって、そこでまさに世界初の工学部をつくったとき、スコットランド人のヘンリー・ダイアーが日本に招かれて、教育の設計をしました。当時、各省が大学的なものを持っていた時代があって、今でいうと経済産業省が大学を持っていたという形になります。

ヘンリー・ダイアーの最初の卒業式での記念講演が東京工業大学の図書館にありましたので読んだのですが、「大陸では科学の地位が高く、技術が下に置かれていて、あまりいいものが出てこない。イギリスでは技術が非常に高い地位を持っているが、科学と無縁で、非常にいいものを出しているけれども試行錯誤を無限に行うため開発コストは高いという問題点がある。両方のいいところをとって新しい教育をしたいと思って日本に呼ばれて来た」ということでした。そして、技術の伝承と世界最先端のサイエンスを教えるという新しい大学教育をしたいということで、実習と講義を非常にうまく組み合わせ、6年間のうち最後の5年生と6年生は工部省の現場に行き実際に仕事をして、それを卒業論文にするという形で実践されました。

その講演の中には、図書館や資料室を大学がきちんと整備して、学生がいつでも先人の残した一番いいものをすぐ勉強できるような体制をつくっておかなければいけないとか、学会をつくらなくてはいけないとか、外国語を勉強するのは先端的な知識を身につけるという意味で当たり前だが、文学や宗教を積極的に勉強しないとイケないと。何のために自分たちが勉強しているかを考えるには、そういうことなしにはできないし、もっといえば、「あなた方が仕事について、よその国の人たちと会ったときに、その国の文学作品を一つでもいえるといえないのでは、相手の対応が違う」といわれています。

小野 そういう話は今ではよく聞きますが、当時から既

にそういわれていたのですか。

長井 理想を話されたのだけれども、私はその理想は今でも輝いていると思います。それに、大陸の批判ですが、「工学というのは知識を詰め込めば詰め込むほどいいものをつくれなくなる。“科学とは何か”を勉強させればいいので、“科学”を勉強させる必要はない」と既にいっているのです。大いに納得します。

協調と競合の時代、21世紀に「工学」ができること

小野 日本の工学が2度目に輝いたのは、戦後の工業技術をはじめとする「ものづくり」でしょうか。

長井 「ものづくり」そのものだと思います。「技能の伝承」というと非常に個人的なイメージが付きまとい、私はじっくりこないのですが、ものづくりの魂がないと、技能を伝承しても、たぶん「要らない」といわれるだろう。これは、アメリカの工学アカデミーが使っている「これから科学者を目指す者たちのために」にも書かれているし、ヘンリー・ダイアーもいっていますが、私の言葉でいうと、人間というのは夢というか、こういうものがあつたらいいなという好奇心を持って、それで周りにあるものを使って、そういうものを作り、実現してしまうということが出来る唯一の動物だと思うのです。どういときに好奇心が生まれるかということ、自分のイメージになかった、違ったものや違った考えを見たときです。私の世代だと、鉄腕アトムの漫画で当時の世の中にないものを見せられて好奇心を持ちましたが、違ったものと触れ合い、そして実際に自分で試してみる。試してみても、うまくいくと自分が天才だと思ひ込むところがあるわけですが、それは大事なことで、そうしたら他流試合をするという形で外に出ていかななくてははいけない。「協調と競合の時代」というのはまさにそういうことだと思います。

一つのアイデアで問題を片づけることができない時代になったとき、壁を取り払い、お互いに知恵や力を出し合うことは、人間だけが本来持っているものだと思うのです。もちろん基礎は大事です。知識を詰め込むばかりではだめですが、そのための教育は大事です。

小野 今おっしゃったことは、まさにシンセシオロジーの精神でもあります。これは日本の3度目の工学の成功に結びつくと思いますが。

長井 シンセシオロジーの立場でいうと、そういう仕組みや具体的な行動をあらゆる階層、あらゆる場所で作っていくということだと思いますし、一番のキーポイント

は高校以降の教育の工夫です。違ったアイデア同士が戦い合うという環境をつくるということです。それは「夢」、「好奇心」を持つということです。

デザインこそが人間の本質的能力であり、工学の源泉

小野 今のようなお話は、「デザインこそが人間の本質的能力である」ということと関係があるのでしょうか。

長井 そのつもりで申し上げました。極端ないい方をすると、今の日本の経済学部、法学部と工学部をひっくり返して新しい工学部をつくってもいいのではないかといいに思います。

小野 それを総称してデザインということになるわけですね。

きょうのお話の中で、科学と技術の対比が非常に興味深かったです。西洋の科学は神のためという明確な目的があるが、日本では科学は何のためにあるか明確には語られていないし、面白いというだけではこれからもたないだろう。しかし、日本の工学はこれまで2度輝いてきたし、3度目

を目指しているという、優位な位置にあるという状況がよくわかりました。これを明確な言葉にし、旗幟鮮明に掲げることが必要ですね。これは戦略作りと同じことかもしれません。

長井 戦略作りは大事だと思います。これは第3の工学の輝ける時代のための課題です。

小野 貴重なお話をありがとうございました。

本インタビューは、2009年8月19日、つくば市にある物質・材料研究機構において行われました。

略歴

長井 寿 (ながい ことぶ)

1977年東京大学工学系大学院修士課程修了後、同工学部助手を経て、1981年金属材料技術研究所(2001年より物質・材料研究機構)に配置換えとなり、その後、力学研究室長、超鉄鋼研究センター長等を経て、現職(領域コーディネータ 環境・エネルギー材料担当)。工学博士(1981年、東大)。日本学術会議連携会員。専門分野は金属材料学(微視組織と力学特性の関係解明、低環境負荷と高機能の両立設計などが基本テーマ)。