

アジア太平洋地域の持続的発展と「課題先進国」日本の役割

東京大学、サステナビリティ学連携研究機構特任教授 村沢義久

概要 資源貧乏国土狭小の日本は世界第2経済大国、目前它也是「面临着各种各样前沿问题的国家」。如果日本能成为解决前沿问题的发达国家，在世界范围内发挥其模范作用，那就会使日本获得新的竞争力源泉的同时也能给人类的持续性发展做出很大贡献。

为解决可持续发展问题，作为大学，责任重大。但是目前的学术体系被划分的过于细致，很多要素都纠缠在一起，不容易适应和协调。东京大学为了能将划分过细的知识再集中到一起，目前正在积极实施「知识构造化」这项计划。

「課題先進国」日本

国土面積世界 60 位、人口 10 位、GDP2 位、これが世界における日本のプロフィールである。資源の少ない狭い国土に住む国民が、世界第2位の経済力を持つに至った。それは、国民の努力によるところが大であるが、同時にかなり無理を重ねてきたことも事実である。そのため、一時は「Japan as Number One」ともてはやされたが、すぐに「つけ」がまわってきた。多くの問題が次々に顕在化してきたのである。

まず、高度成長時代には、環境汚染の問題が深刻化し、様々な公害病を引き起こした。それから、90年代に入り経済に急ブレーキがかかった。1992年以来、日本の成長率がアメリカを上回ったのは、2001年の1回だけであった。それは例の9.11同時テロのあった年のことであり、アメリカ経済が一時的に落ち込んだからであった。21世紀に入ってから最初の5年間の平均成長率はアメリカの3.0%に対し、日本は1.2%でしかない。更に、日本は元々天然資源の乏しい国である。エネルギー自給率が低く、今後、化石燃料資源の枯渇が顕在化すると、その影響を最も受ける国の一つである考えられる。

日本が直面する問題の中で、特に少子高齢化は世界のどの国も経験したことのない「前人未到」の問題である。このような日本のおかれた状況を、東京大学の小宮山総長は「課

題先進国日本」と称している。つまり、無理を重ねた日本は、上述のような問題が他国に先駆けて現れてくる国である、という意味である。

少子高齢化の実態

2006年の「新成人」の数は143万人であった。前年に比べて7万人減。総人口に占める比率は1.17%で、過去最低であった。143万人のうち、男性が73万人、女性70万人である。現在の出生率（2004年の合計特殊出生率=1.29）で考えると、今年成人式を迎えた彼女達が一生に生む子供の数は90万人程度ということになる。

つまり、今年と同じ状況がずっと続くと、今から20数年後の「新成人」の数は90万人程度になる。更に、その半分の45万人が女性で、出生率が現在と同じとすると、そこから更に20数年後の「新成人」の数は60万人を切ることになる。将来に対しては不確定要素が多いが、このままのトレンドが続けば、日本の人口は計算上21世紀後半には4000万人程度になる。実際、様々な機関がそういう予測をしている。

人口4000万人の日本を想像するのはちよつと難しいのだが、実は、西暦1900年の日本の人口は4400万人であった。バブル崩壊では「失われた10年」とか「失われた20年」と言われたが、人口的には「失われた100年」、ということになるのだろうか？ ちなみに、戦後最初のベビーブーマーが20歳になった1968年の「新成人」数は236万人であり、当時の出生率は2.2人程度であった。これらの数字だけ見ていけば、今とは全く別の国としか思えない。

世界の問題。

さて、これらの問題は日本だけのものではなく、今後世界の多くの国々が経験することになる。資源大国アメリカでさえ、最近の原油高騰の大きな影響を受けている。中国とインドがこのまま成長を続ければ世界中が資源不足になり、環境への影響も地球規模になる。

20世紀は爆発的発展の世紀であった。その100年間に世界人口は3.5倍に増加。主たる食料である3大穀物—米、小麦、トウモロコシ—の生産は7.5倍に、20世紀の産業発展の象徴である鉄鋼の生産は実に20倍に増えた。これらの大成長を支え、かつ、その恩

恵を享受するためにエネルギー消費も 20 倍に増加した。問題のひとつは、この膨大なエネルギーのもとがほとんど化石燃料によつてまかなわれてきたことである。その結果、エネルギー資源枯渇の問題が現実化したのみならず、大気中の炭酸ガス濃度が 1.23 倍に増加し、すでにその影響が地球温暖化という現象となつて現れつつある。

地下資源の枯渇、地球温暖化の程度とその影響などについては様々な議論があるが、人類は重大な危機を迎えつつあることは間違いない。

20 世紀は爆発的発展の世紀であり、人類繁栄の世紀であつたが、反映の代償として多くの負の遺産が残された。現在我々が直面している問題は、物質的には前述の資源枯渇と地球温暖化のほか、廃棄物の増大を加えた三重苦と考えられる。それ以外に、貧富の格差の拡大、少子高齢化の進展というソフト面の問題がある。

このような危機に際しては世界の様々な機関が協力し、我々がこれまでに蓄積した知識を結集して問題に対処することが必須である。

サステナビリティへの取り組み—循環型社会の形成

環境省のデータによれば、世界の廃棄物発生量は 2000 年の約 127 億トンから 2050 年の約 270 億トンに倍増すると予想され、特に途上国では、今後経済成長に伴い、廃棄物発生量が急増すると予想される。このことから廃棄物の循環は人類のサステナビリティにとって、非常に重要な課題である。

最初に日本での取り組みについて概観する。循環型社会とは、2000年6月交付の「循環型社会形成推進基本法」によれば、廃棄物等の発生抑制と適正な循環的利用・処分により、天然資源の消費を抑制し、環境への負荷をできる限り低減できる社会である。

日本では、この法律に基づき、いわゆる 3R イニシアティブが推進されている。3R とは、廃棄物の発生抑制 (Reduce)、再使用 (Reuse)、再生利用 (Recycle) への取組であり、小泉前総理が、平成 16 年 6 月に米国ジョージア州シーアイランドで開催された G 8 サミットにおいて発表している。

現在、3R のそれぞれの面で技術開発が行われ、効果を挙げ始めている。まず、Reduce の面では、新たな素材の開発によりペットボトル等の軽量化が進められ、約 1 割から 4 割の容器軽量化が実現されている。家庭用消耗品などでは詰め替え商品の販売などの工

夫が行われ、容器の使用減少に貢献している。また、家電業界では、部品の軽量化、梱包材の小型化のほか、製品に破断しやすいスリットを追加すること等による分離し易い製品の設計を行っている。

リサイクル面では、例えば、非鉄金属の精錬所において、高度な製錬技術を活用し、金属・蒸気回収炉の整備を通じて環境負荷物質の無害化処理と同時に稀少金属の回収・リサイクルを行っている。ここでは、廃電子機器や廃基盤等からの金やインジウム等の稀少金属の回収・リサイクルや自動車触媒からのプラチナの回収が行われており、世界的にも高い水準での稀少金属の回収が実現している。そのほか、家電リサイクルプラントでは、家電リサイクル法に基づき回収された家電製品から回収したプラスチックのうち、従来は焼却、埋立てされていた混合プラスチック等を、高度選別技術等により家電製品の部品に利用するというプラスチックの自己循環リサイクルを実現している。

日本はすでに 60 年代から公害問題に悩まされ、アジアの中では廃棄物問題における先進国である。現在は問題解決の先進国を目指しており、これらの技術はアジアをはじめとする各国でも活用されることが望まれる。しかし、本格的な循環型社会実現のためには、3R イニシアティブだけでは不足である。

具体的には、真の循環型社会実現のためには、人工物の物質循環系の形成にとどまらず、自然生態系との統合が必要という点である。人間を自然の一部と捉えるアジアの循環思想は、そのような高次の循環型社会を構築する際の哲学的な基礎として尊重されるべきと考えられる。

その好例は、バイオマス系廃棄物のリサイクルである。従来は、堆肥化などの単純な活用しかなかったが、現在ではメタン回収・利用のほか、エタノール化による自動車燃料としての利用、廃食用油のバイオディーゼル燃料化といった、バイオマス系廃棄物の利用に向けた高度な技術が開発されている。このような技術は、地球温暖化対策にも貢献するものとしても注目されている。

さらに、日本・中国・韓国などならなる「東アジア循環圏」について考える必要がある。環境省などのデータによると、有害廃棄物等の国際移動量は過去 8 年間で約 5 倍に増加、日本からの循環資源輸出量も過去 10 年間で約 9 倍に増加している。特に、日中韓 3 国間の移動が非常に大きくなっている。したがって、ここにおいても製造物と廃棄物を一体的に捉えた循環型社会のあるべき姿を展望することが必要になる。

サステナビリティへの取り組み—新エネルギー源の開発

エネルギーおよび環境の問題は人類にとって極めて深刻な課題であることは確かであるが、世の研究者も為政者も過度の悲観論に支配されているのではないだろうか。もちろん楽観主義は禁物である。しかし、過度の悲観論からは何も生まれないことを肝に銘じる必要がある。

我々は、21世紀の環境およびエネルギー問題解決のために、人類の全ての活動にかかわるエネルギー効率の大幅な改善、金属、コンクリート、ガラスを含む主要資材のリサイクル・システムの確立、および、再生可能エネルギーの使用の増が必要と考えている。これらのゴールを達成できるなら、エネルギー、素材の両面において、人類の生存可能性に大きく貢献できることになる。

こういう構想に対しては必ず反対意見が出る。「それは机上の空論である」「技術的に不可能である」「コスト的に見合わない」、等々。実は、それらは全てもっともな意見である。だから、「あつたら便利」というレベルのものなら無理して実現しようとするのではない。しかし、これらゴールは人類の生存のために、「やらねばならない」ことなのである。

エネルギーと環境の問題にかかわらず、一般的に過度の悲観論の原因は、将来の課題に対して、現在のパラダイムを基準に予測 (Forecast) していることにつきて。つまり、将来の状況の変化を加味していないことである。

例を挙げてみる。様々な研究機関で、将来のエネルギー源として、バイオマス（生物由来のエネルギー源）を有望視している。例えば、サトウキビから作ったエタノールなどある。それに対して、上述のような反論がなされているが、それらの反論は、今日の技術、今日の石油価格、今日の作物生産の状況、今日の政策をベースになされることが多い。しかし、技術は日進月歩であり、しかも、戦争の時に見られるように、人間が「死活問題」に直面したとき、技術は飛躍的に向上することは歴史が証明している。「火事場の馬鹿力」である。

コスト問題も、これまでのような安い原油価格のもとでは、確かに多少技術が向上したぐらいでは、石油、ガスを中心とした化石エネルギー体系に勝てるものではなかった。しかし、原油価格が 70 ドル、80 ドルとなり、アメリカのガソリン末端価格がガロンあたり 3 ドル（10 年間の 3 倍）を越えるような時代になると、バイオエタノールがコスト

的に十分見合うようになってくるし、今後の電力価格の高騰を考えるなら、太陽光発電によるソーラーハウスも非常に魅力的になってくる。

バイオマスについて、もうひとつ重要なことは、現在食料として魅力ある作物を作れないために使われていない土地でも、「燃料作物」栽培のためなら農地化できる可能性があることである。更に、規制により化石燃料の使用を制限すれば、バイオマスを中心とする代替エネルギー源を使用せざるを得なくなる。

つまり、エネルギーと環境の問題は、我々の「意思」によるところが大きい。21世紀は「予測（Forecast）の時代」ではなく、「意志（Will）の時代」である。

「課題解決先進国」日本へ

「課題先進国」であることは、日本にとって大きなハンディキャップであることは間違いない。しかし、よく考えてみれば、日本はこれまで、様々な危機を克服して成長を遂げてきた。戦後の混乱から始まって、オイルショック、ドルショック、円高、等々。そして、それらの危機を克服する過程で日本の強みを築きあげた。

戦前戦中に品質問題で苦しんだ日本は、戦後品質管理手法を取り入れ、世界の品質リーダーになった。オイルショックにより、省エネ技術を開発せざるを得なくなり、その結果、自動車の燃費効率、エアコンの効率などで、日本メーカーは世界のリーダーとなった。更にハイブリッド車になると、現時点では日本メーカーは主役の座にある。このように考えてくると、日本および日本企業は単に危機を克服してきたのみならず、危機をチャンスに変えて成長してきたということが分かる。

では、今後はどうか？ 世界に先駆けて現れる課題を、世界に先駆けて解決できれば、日本がデファクト・スタンダードを作りそれを新たな競争力の源泉とすることができる。その一つは環境問題への取り組みである。炭酸ガス濃度は1900年から100年で1.23倍に増加、正確な因果関係はまだ不明ながら、地球温暖化の脅威をもたらしている。温暖化は世界的な問題だが、危機感の持ち方は国によって大きく違っている。京都議定書に対する取り組みの日米の違いがその例である。「課題先進国日本」では危機感が強く、アメリカでは、少なくとも政府レベルではそれが全く弱いのである。そして、その危機感こそが、問題をチャンスに変える原動力になる。

食の安全・安心に対する考え方も日本は世界をリードしている。例えば、牛の BSE

問題に対して抜き取り検査しかしていないアメリカは、日本の全頭検査を「非効率」と考えている。ここで思い出されるのはかつての半導体の品質問題である。アメリカメーカーは品質管理とコスト低減を相反するものと捉えた。それに対して、日本メーカーは品質管理こそが低コスト化への道であることを証明し、一時は世界市場を制覇するに至ったのである。

このように、一見非効率に見えることを効率よくやることにより、低コスト、高品質を両立させることは戦後日本の得意としてきたところである。ここに日本の将来の展望が開ける。「課題先進国日本」には「課題解決先進国」となり、これまでになかった「持続可能な成長モデル」をアジアと世界に発信するというチャンスが与えられている。

大学の役割

それでは、我々大学人はこれらの問題に対応する準備ができているであろうか。残念ながら答えは「ノー」であるが、それは、必ずしも知識の不足によるものではない。もちろん、我々がまだ知らない領域も多い。しかし、分野によっては知識はむしろ過剰であるにもかかわらず、それらの間の連携が取れていないために実社会の問題に対応できていないのである。

人類のサステナビリティにかかわる問題、つまり、エネルギー、資源、温暖化、少子高齢化、貧富の格差の拡大などに対しては、新しい知識の取得もさることながら、我々がすでに持っている知識を結集させることの方が重要と考えられる。

20世紀は爆発的発展の時代と述べたが、実は何よりも急速に拡大したものがある。それが人類の持つ知識量である。実際、人類全体の持つ知識量の増大のペースは、一人の人間が処理できる知識量の増加ペースを大きく上回ったため、学術の細分化とその結果としての個別化が起った。

今日の人類が直面する多くの問題は全て大変複雑で、多くの要素が絡み合っているが、それに対応すべき学問の方は細分化してバラバラになったままである。そして、多くの研究者がそれぞれ自分の狭い専門分野に閉じこもっているため、せつかくの膨大な知識が人類の助けになる代わりに、むしろ足かせになるという憂慮すべき事態に陥っている。

我々東京大学も、このような学問の細分化と個別化の波を逃れることはできていない。その結果として、教育と研究の組織が細分化を繰り返してきた。具体的には、20世紀初

頭、1900年には6つの学部しかなかったものが、現在では、研究科、研究所など合わせて、50にも上る組織になっている。この結果、大学が外から見て分かりにくくなってきているのみならず、内部での相互連携も難しくなりつつある。大学において、個々の研究者の独自性を保つことには成功してきたが、全体としてのコーディネーションは大きく無視されてきたと言わざるを得ない。ここでは、東京大学の例を出したが、学術の細分化と個別化はもちろん世界的な趨勢である。

実際、学問が発達すれば、より深く掘り下げるようになる。その一方で一人の研究者が扱える知識量はそれほど大きくはならないので、細分化と個別化は必然の方向であるとも言える。だから、それ自体を防ぐという考えは必要なく、現在必要なことは、社会の現実の問題に対処するにあたり、その目的のために、これまで細分化され、個別化されてきた分野を再組織することである。

知識の構造化の必要性

このような考え方がきっかけとなって、東京大学では、小宮山総長の直接の指導のもとに、いくつかのアプローチによる「知識の構造化」プロジェクトを推進している。

その試みのひとつである「学術俯瞰講義」は、現時点では、東大の1、2年生を主たる対象とし、全学問領域を、哲学・芸術、社会・制度、人類・環境、数学・情報、生命、物質の6つの分野に分けて行っている。この講義の目的は、それぞれの分野において、現在どのような研究がなされているのか、焦点は何か、そして研究の主体は今後どの方向に行こうとしているのかを示そうというものである。

もうひとつのアプローチである、「学術統合プロジェクト」は、個々の分野における個別の科学・技術要素が、他の分野のそれと複数の段階にわたり組み合わせられることにより、最終的にどのような成果が得られるかを探る一種のシミュレーションである。このアプローチにより、人類の役に立つ、様々な製品やサービスが創生されることが期待されている。学術統合プロジェクトは、生命科学、物質、地球、宇宙などの分野で行われている。

21世紀の大学は、世界の公共性に奉仕していくものと考えられる。大学は知識社会の中にあつて、知の構造化を推進しながら、社会との双方向的な連携を深めていかなければならない。大学だから基礎研究を重視することは当然であるが、これから社会との連

携を強化するため、また、研究成果をより直接的に社会に還元することがより一層求められる。

IR3S

現在東京大学は、人類の生存にかかわる、一番大きな「構造化」プロジェクトに取り組んでいる。

2005年8月に、総長直轄の研究教育組織であるサステナビリティ学連携研究機構(Integrated Research System for Sustainability Science: IR3S)を立ち上げた。このIR3Sは、東京大学のほか、京都大学、大阪大学、北海道大学、茨城大学などの参加大学およびその他の協力機関とのネットワークを形成し、21世紀のもっとも重要な学術課題のひとつであるサステナビリティに関する学術の創成を目指すものである。地球持続性の鍵を握る中国、インド、東南アジアなどアジアの現場を重視し、フラッグシッププロジェクトのひとつとして「アジアの循環型社会の形成」を取り上げている。

IR3Sにおける我々の研究は、「地球」、「社会」、「人間」の3つのシステムとその相互関係に焦点を当てている。我々は、現在のサステナビリティ上の危機をこれらシステムおよびその相互関係における障害と捉えているからである。

「地球システム」とは、大気圏、地圏、水圏、生物圏からなる人類生存の基盤そのものである。「社会システム」とは、政治、経済、産業など、人類が築いてきた制度・構造である。「人間システム」は、ライフスタイル、健康、安全・安心および価値観など、人間個人にかかわる要素からなる。

サステナビリティにかかわる問題は、非常に複雑であり、かつ相互に絡み合っている。したがって、これらの解決のために東京大学の推進する「知識の構造化」が必要になる。IR3Sでは、自然科学、社会科学、人文科学のすべての研究成果を問題解決に有効な形で構造化することを目指している。

IR3Sでは、また組織上の「構造化」にも挑戦している。IR3Sの組織は東大を初めとする5つのメンバー大学および4つの協力機関による連合体である。地球持続性のような複雑かつ大きな問題を扱うにはひとつの研究機関では不足であり、必然的にネットワークによるアプローチとなる。

しかし、我々は経験上、このような大規模なネットワーク・アプローチの推進が難しい

ことを承知している。世界のサステナビリティへの取り組みの中でもこのような大規模なネットワーク・アプローチはまれである。

この挑戦的なイニシアティブ成功の鍵は二つあり、ひとつは個々のメンバーが明確な役割を認識すること、二つ目は、そのネットワークの束ね役が有効に機能することである。東京大学はハブとしての責任を全うする決意を持っている。

アウトリーチ・プログラム

最後に大学の重要な役割としてアウトリーチが挙げられる。大学が象牙の塔である時代は終わった。基礎研究が重要であることはもちろんであるが、大学で生成された知識の社会への還元により、社会の要求する実際の問題解決に貢献することが重要になってきている。東京大学では、そのための様々な企画を積極的に推進している。

その一環として Web による「東大オープンコースウェア (UT OpenCourseWare: UT OCW)」を展開している。UT OCW は、世界に向けて東京大学の講義資料を公開する「知の開放」プログラムであり、これにより、世界中のどこからでも東京大学の高度な教育活動の成果を無料で共有することができる。

その内容は、東京大学で開講されている授業科目のカレンダー、シラバス、講義ノートや教材などである。公開されている授業科目は、理学系研究科、工学系研究科、医学系研究科、数理科学研究科、新領域創成科学研究科、学際情報学府で開講されている総計 10 の授業科目である。公開は原則として日本語・英語で行い、今後は毎年 10 授業程度を目指してコンテンツを増やしていく予定である。

UT OCW の特徴のひとつは、シラバスを横断的に検索し、俯瞰的に可視化できる「知の構造化ツール: MIMA Search」を実装していることであり、MIMA Search を用いることにより、東京大学で開講されている授業のみならず、OCW 形式で公開された他大学の多くの授業シラバスを瞬時に検索し、各授業科目の関連性を様々な角度から俯瞰することができる。

UT OCW は、東京大学が推し進める「知の構造化」を教育の面から支援する事業の一環として位置付けられており、東京大学教育企画室に設置された e-learning ワーキンググループを母体とする UT OCW 事務局で運営されている。学生のみならず、社会人をも対象としている。

海外向けのアウトリーチ・プログラムのひとつとして、東京大学の学術研究を広く海外に発信し、同時に海外の学術機関との交流を促進する、「UTフォーラム」というイベントをシリーズで展開している。2000年1月にボストンで開催された第1回以来、同年12月のシリコンバレー、2002年11月のシンガポール、そして2004年8月のスウェーデン、2005年4月の中国の北京と、合計5回のUTフォーラムが開催された。

現在の世界において中国の発展のスピードは著しく、政治経済をはじめあらゆる分野において、日本の未来は、隣国中国との健全な協力なくしてはありえない。学術の分野においても同様である。従来、とすれば、東京大学も中国の主要な大学とともに欧米に顔を向けていたが、中国におけるUTフォーラムは、東京大学と中国の主要大学がお互いを見つめ合うことの重要性を改めて確認するという大きな成果をあげた。

結果としては、北京大学で開催された中国学系、清華大学で開催された材料学系、中国科学院で開催された分子医学系、すべてを合わせると420名もの参加者聴講者があり、いずれのフォーラムにおいても活発に討論が行われ、成功裏に幕を閉じることができた。

21世紀は地球規模によるサステナビリティ追求の時代である。持続的な発展を可能にする仕組みの構築に失敗すれば人類に未来はなく、経済発展もないことを再認識する必要がある。

