

環境学は総合格闘技?

FUJIKURA, Ryo / 藤倉, 良

(出版者 / Publisher)

法政大学人間環境学会

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

The Hosei journal of humanity and environment / 人間環境論集

(巻 / Volume)

16

(号 / Number)

1

(開始ページ / Start Page)

71

(終了ページ / End Page)

85

(発行年 / Year)

2015-11-30

環境学は総合格闘技？

Is environmental science Mixed Martial Arts?

藤倉 良

オープンキャンパスに出ると、次のような質問を受験生や付き添いの親御さんから受けることがよくあります。

「人間環境学部に入ると、どのような専門性が身につくのでしょうか？」

あなたが聞かれたら、どう答えますか？

1. 専門性とは

「専門性」とは何でしょう。インターネットで調べてみると

「特定の分野についてのみ深く関わっているさま。高度な知識や経験を要求されること、またはその度合い。『専門性が高い職種でスキルを磨く』などのように用いられる。」(実用日本語表現辞典)

人間環境学部の場合、「特定の分野」は「環境」でしょう。「高度な知識や経験」はどうでしょうか。「高度な知識」を大学卒業レベルとしましょう。大学の学部で身につくものが「高度な知識」でなければ、大学で「専門性」は身につかないことになりますから。

大学はどのような「高度な知識」を提供してくれるのでしょうか。学部の名称

からおおよその判断はつきます。古くからの学部であれば、名称と身につく学問とは一致しています。法学部であれば法学、文学部であれば文学、経済学部であれば経済学と、それぞれの名称を冠した学問分野があります。それぞれの学部でそれぞれの学問分野について「高度な知識」が提供されていると考えていいでしょう。

では、環境学という学問分野はあるのでしょうか。人間環境学でもいいのですが、ここでは環境学について考えます。

「環境」という熟語がついた学会や教科書はたくさんあります。環境工学、環境化学、環境経済学、環境法学、環境社会学、環境倫理学、環境教育学などなど。環境の文字が入ってなくても、衛生工学や生態学は環境と密接な関係がある学問分野です。それぞれの分野には深い専門性があり、研究を深めれば修士号や博士号を得ることができます。

例えば環境工学なら、下水処理場で使われている活性汚泥法に適した微生物群を詳細に分析した研究で博士号をもらう人がいます。環境経済学であれば、環境にやさしい商品を購入するともらえるエコポイント制度が消費者の動向にどのような影響を及ぼすかについて市場データを用いて分析した研究があります。どちらも、専門性の高い研究です。

では、環境学を深めたいと思う人は、活性汚泥もエコポイントもどちらも完璧に理解していなければいけないのでしょうか。両方とも大丈夫と自信満々に言いきれる人は、現役の研究者にもまずいないでしょう。活性汚泥の人はエコポイントは専門外だと言うでしょうし、逆もそうでしょう。環境学の世界には様々な「専門性」を持つ人たちが共存しているのです。

私が所属している学会の一つに環境科学会があります。環境学会と言い換えても良い学会で、幅広い分野の研究者が所属しています。活性汚泥もエコポイントもあります。2014年までの会長は環境経済学者でしたが、2015年からの会長は環境工学者です。環境法学者が会長の時もありました。そのような学会ですから、ここが出版する『環境科学会誌』にはありとあらゆる分野の研究論文が掲載されます。そして、学会員であれば掲載されている論文を全部読みこなせるかといえばそうではありません。私には理解できない論文がたくさんあります。論文の出来が悪いのではなく、私に理解できるだけの十分な知識がないからです。

『環境科学会誌』に掲載されている学術論文を見てみましょう。J-STAGE というインターネット上で公開されている一番新しい号は2014年に刊行された第27巻第3号です(環境科学会はちょっぴりケチなところがあって、最新号はネット上では公開されません。どうしても読みたい人は入会して会費を払うか、ハードコピーを買うしかないのです)。そこには3本の学術論文が掲載されています。

- ① 気候変動の影響実感と緩和・適応に係る意識・行動の関係 –長野県飯田市住民の分析–
- ② 定量NMRによる多環芳香族炭化水素市販試薬の純度決定
- ③ 建設廃棄物削減要因に関するデータ分析

この3論文のタイトルだけを見ても、『環境科学会誌』がどれだけ幅広い分野の研究論文を掲載しているかわかるでしょう。①は市民が地球温暖化を実感しているかなどについて住民アンケートを行った研究。②は環境中に含まれる微量物質を測定する方法の研究。③はどのような制度を導入すれば建設廃棄物発生量が減少するのかを検討した研究です。

環境学あるいは環境科学は文系・理系の学問が集まったごった煮のような世界です。

私自身は学生時代に化学を専攻しました。化学の世界にも、有機化学、無機化学、分析化学、物理化学、工業化学、生物化学など様々な分野があります。けれども根元をたどれば全部、高校で習う化学にたどりつきます。周期表に書かれた元素記号と元素の性質や重さ、そして、それらがどのように反応するかを知ることが化学の基本です。化学はそこから深化したひとつの学問体系です。

では、どう見てもごった煮で、基本なんかなさそうにない環境学に学問としての体系があるのでしょうか。環境工学と環境経済学の基本が同じであるようには思えません。

基本の違う学問がごった煮になっているならば、環境学を学びたい人、研究したい人はどうすれば良いのでしょうか。化学の世界の周期表に相当するような基本、誰でもそこから学び始めるというスタートラインは環境学にもあるのでしょうか。

そもそも環境学という学問分野があるのか。あるとすれば学生はどのようにし

て環境学を修めればよいのか。そのような問いについては、ずっと前から議論が戦わされてきました。ある人はこう言います。

「環境問題を学び研究するためには、大学院の修士までは工学、理学、経済学など（基本がしっかりある）分野の専門知識を身に着けなければならない。環境の研究をしたいなら、少なくとも修士号をとってから始めるべきだ」

別の人はこう言います。

「環境問題に関連するすべての知識を一人の人間が習得することは不可能。高校レベルの科学の知識を前提として、必要となる知識を幅広く吸収しながら問題の解決を図っていくしかない」

どちらが正しいのでしょうか。あるいは両方とも正しいのでしょうか。結論はないのですが、ここでは後の人の意見に従いましょう。人間環境学部では後者の考えに従ってカリキュラムを組んでいますし、山積する環境問題に対処するためには、前者のキャリアを進む研究者が育つのを待っているだけでは間に合わないからです（前者のキャリアを持つ人が不要だと言っているわけではないです。念のため）。ちなみに、後の意見を言っているのは、その分野では世界的にも著名な日本の環境科学者です。

2. 環境学とは

では、どうするのか。高校レベルの知識を持っていることが前提なのですが、それをベースにして必要な知識を吸収しながら、環境学を学び、研究していこうというアプローチです。荒っぽく言えば、その時々役に立ちそうな知識を仕入れて、つなぎあわせながら問題解決の道筋を付けていくというやり方です。

とはいうものの、高校レベルの知識はとても高度です。センター試験の問題に挑戦してみれば、よくわかります。私も化学はなんとか解答できますが、生物や地学は自信がないです。まして、世界史ともなるともうお手上げです。ですから、ここで言う「役に立ちそうな知識」には高校で習ったけど忘れてしまった知識も

含まれます。

このようなアプローチを、もう少し偉そうな言葉で言えば、システム科学といえます。環境システム工学とか環境システム科学という分野は工学の世界では確立した分野として認められています。

さて、システム科学とはどのような学問なのでしょう。ウィキペディアには、次のように書かれていました。

システム科学（英語:systems science）は、学際的な学問の領域の1つであり、自然、生命、医療、社会科学にわたる広範な領域で、複雑な対象を"システム"として把握し、対象固有の領域知としてではなく、認識装置 (epistemic device) としてのシステムモデルやシステムの性質 (systemic properties) によって、対象を把握・分析し、またそれらを人工物としてデザインし、或は合成・分解・制御・マネージしようとする学問体系である。(ウィキペディア)

よくわからないですね。キーワードは「学際的」「複雑な対象」「制御」「マネージ」でしょうか。

そのキーワードを使って言い換えてみれば、環境システム科学とは、環境という「複雑な対象」を様々な学問分野の知識を総動員して「学際的」に分析し、「制御」し、「マネージ (管理)」しようということになります。

具体的な例を使いながら、環境システム科学のアプローチを見てみましょう。

(1) 廃油石けん

みなさんの家では揚げ物をしたあとの天ぷら油はどうしていますか。そのまま流しに捨ててはいけません。新聞紙や専用のスポンジのようなものに吸収させるか、専用の薬剤を入れて固めるかして、燃えるゴミとして出すのが普通だと思います。

それではもったいないからと、天ぷら油を石けんに変えてリサイクルする人たちがいます。天ぷら油をディーゼルエンジンの燃料に変えて利用する人たちもいます。いったい、どれが「環境にやさしい」のでしょうか。

このような問いに答えようとするのが環境システム科学です。

まず、どうして天ぷら油を台所に流してはいけないのかです。都市部の家庭な

らば、台所に流された油は排水と一緒に下水処理場へ流れます。直接、川や海に流れないのだから構わないのでしょうか。その問いに答えるためには、下水はどのようにして下水処理場に運ばれ、下水処理場で排水はどのように処理され、処理された後、何が残るかを知らなければいけません。衛生工学とか土木工学と言われる分野です。

天ぷら油を石けんにするためには、どうするのでしょうか。そもそも、石けんとはどのような化学物質で、なぜ、油よごれが落ちるのでしょうか。油を水酸化ナトリウムと混ぜて熟成させると石けんができるのですが、どのような化学反応が起きているのでしょうか。こうした問いに答えるためには高校の化学の知識が必要です。また、この作業は危険を伴うので、実際にやる場合には、事前にしっかりと学習しておく必要があります。

一方、天ぷら油をディーゼル燃料にするためには、どうすればよいのでしょうか。この工程を理解するためには化学工学の知識が必要になります。ディーゼルエンジンはどのようにして動くのかという機械工学の知識も知っておいた方が良いでしょう（ディーゼルエンジンとガソリンエンジンとの違いがわかると、フォルクスワーゲン社が2015年9月に発覚するまで自社の自動車排ガス処理をなぜごまかしてきたのかも理解できるようになります）。

そして、天ぷら油を燃えるゴミにするのと、石けんに変えるのと、ディーゼル燃料にするのでは、どれが本当に「環境にやさしい」のか。それを明らかにするためには、ライフサイクルアセスメントという環境工学で良く用いられる手法が使われます。

それだけではまだ足りません。環境にやさしいからといって、大変なお金や手間がかかるのでは、現実的な選択肢とは言えません。使用済み油は、誰がどのようにして回収すればよいのでしょうか。出来上がった石けんやディーゼル燃料は商品になるのでしょうか。利益の出る価格で販売できるのでしょうか。製造は持続的に続けられるのでしょうか。そうした問いに答えるためには、経営学や社会学の知識も動員しなければならないでしょう。

(2) 原子力発電

もうひとつ例をあげてみましょう。原発です。ここでは原発そのものの是非ではなく、日本が脱原発したときに、どのようなことが起きそうかを考えてみましょう。

日本が脱原発できれば、それにこしたことはないでしょう。太陽光や風力などのクリーンなエネルギーの開発も進むでしょうし、そうした技術を世界に売り込むこともできます。

でも、脱原発した場合に起こりうる問題点もいろいろと考えられます。

まず、コストです。2015年8月に川内原発が再稼働し、9月から営業運転が始まりました。3・11以来、長いこと原発ゼロの期間が続いていました。その間、日本は原発の穴を埋めるために石油や天然ガスなどの化石燃料を使った火力発電に頼ってきました。

資源エネルギー白書によれば、燃料の輸入のために追加的に増えた費用は、2013年度で3.6兆円、2014年度では3.4兆円でした。毎日およそ100億円が脱原発の費用として海外に流れ出ています。日本の貿易収支は長いこと黒字でしたが、2011年に13.8兆円の赤字に転じ、2014年度も9.1兆円の赤字でした。原発ゼロの費用は貿易赤字のかなりの部分を占めていることとなります。

さらに、化石燃料を使えば二酸化炭素が放出されます。気候変動対策の観点からすれば、これ以上、火力発電を拡大するべきではありません。山口県宇部市で進められてきた大型石炭火力発電所の建設計画について、2015年6月、環境相はこの観点から「是認しがたい」という意見を出しました。

原発も火力もダメということなら、次は水力になるわけですが、水力が全発電量に占めるシェアは9パーセントしかありません。日本では水力発電の適地はすでに70%まで開発されていて、伸びは期待できません。

残る選択肢は、太陽光や風力、地熱などの新エネルギーですが、コストはまだかなり高いです。私たちが毎月支払う電気代には数百円の上積みがなされていますが、それは電力会社が新エネルギーによって発電された高価格の電力を購入するための費用です。ドイツでは、新エネルギーによる発電が盛んですが、コスト上昇分は家庭用の電気代に上乘せられています。2014年に高止まりしたようですが、電力市場の自由化が始まった1998年から電気代はおよそ7割上昇しています。

近年、中国の景気減速やサウジアラビアの石油増産などで石油価格は低下傾向にあります。新エネルギーの発電コストも技術進歩や市場拡大とともに急速に低下してきています。とはいえ当分は、原発なしだと高い電気代を払い続けなければ

ばいけないでしょう。

電気代くらい多少上がってもいいではないかと思う人もいるでしょうが、電気代が製造コストのかなりを占める中小工場にとっては深刻な問題です。日本の中小工場には世界最高の技術水準を持つところが多く、大田区の町工場にはNASAからロケット部品の注文を受けるようなところもあります。日本の産業の屋台骨を支えているのは町工場なのです。ドイツでは国際競争力を維持する観点から、工業用電力は安価に抑えられていて、新エネルギーの代金はもっぱら家庭用に転嫁されています。日本も同じように家庭が高値で電気を買わなければいけなくなるかもしれません。

もうひとつ考えなければいけないのは、日本は脱原発してからも、原子力工学の技術を維持・発展できるかどうかです。脱原発すれば原子力工学科を廃止する大学も増えるでしょう。けれども、廃炉の作業はその後何十年も続きます。原子力技術者の育成は必要です。核廃棄物や使用しないで残された核燃料の処理も同様です。日本人技術者がいなくなれば、外国人にやってもらえばいいと言うのかもしれませんが、断られたらどうするのでしょうか。

そして、日本が脱原発しても、中国や韓国をはじめとする中進国は原発を推進し続けるでしょうし、輸出も進めるでしょう。中国は2016年から原子力発電所を年6～8基のペースで新設し、2030年までに発電能力や稼働数で日米を上回る世界最大の「原子力強国」を目指す方針を固めたそうです。そして、原発を高速鉄道と並ぶインフラ輸出戦略の目玉にしたいと考えています（日本経済新聞2015年10月11日）。日本企業が作る原発の国際競争力はどうなるでしょう。現在の日本メーカーの安全技術は最高水準にありますが、脱原発した後もその水準を維持できるのでしょうか。日本製原発が姿を消し、代わりに中国製が世界にあまねく進出するのでしょうか。すでにイギリスとパキスタンは、中国製原発の導入を決めています。

原発のリスクは地震や津波だけではありません。テロの対象になる可能性もありますし、非常に小さい可能性ながら隕石が直撃するリスクもゼロではありません。だから、原発をどうするかは、再稼働する場合としない場合のリスクとベネフィットを様々な面から考えていかないといけません。原子力工学や放射線医学に留まらず、経済学や国際政治学の観点も必要です。これも、システム科学の事例と言えるでしょう。

(3) 総合格闘技

環境学を環境システム科学とすれば、そこには広範囲の学問分野が関わってくるということが理解できるでしょう。関連する学問を全部完璧にマスターしてから取り組もうとしても無理な話です。必要に応じて知識を習得し、悪い言葉で言えばつまみ食いしてでも身に付けて、問題にあたらなといけません。

2002年に東京大学出版会から刊行された『環境学の技法』に井上真先生がフィールド研究について書かれています。井上先生は国際森林環境学を専門にしておられて、熱帯地域のフィールド研究を多くこなされてきました。空手の師範代でもあるようです。

井上先生は、フィールド研究は総合格闘技であると言われます。私に格闘技の知識はないのですが、総合格闘技の選手（格闘家）がボクシングや柔道の選手とボクシングや柔道のルールで対戦したら勝てそうもないというのはわかります。でも、総合格闘技のルールで戦えば格闘家が一番強い。格闘家はボクシングの選手に関節技を決ることもできるでしょうし、柔道の選手より打撃が強いでしょう。

環境学もフィールド研究と同様に総合格闘技であって、文系、理系の知識を総動員しなければいけません。純粋な経済学では経済学者には及ばないかも知れませんが、環境学の世界では経済学も使えなければだめですし、経済学者が敬遠して手をつけそうもない研究をすることもできます。

人間環境学部ではコース制を設けてある程度の方向性をつけるようになっています。それでも講義科目のリストにごった煮感がありますね。これで本当に専門性が身につくのかという心配をする人もいるかもしれません。けれども、環境学とはもともとそのような性質をもった学問分野なのです。

(4) 環境学の役割

環境学にはどのような役割が期待されているのでしょうか。

環境学は現実と直結しています。基礎研究も行われていますが、それも現実世界への応用が前提となっています。先ほどの「定量NMRによる多環芳香族炭化水素市販試薬の純度決定」という研究もそれ自体は、市販されている薬品（研究用に使うので試薬と言います）の純度を測定する方法を探るといって基礎研究ですが、最終的に目指すのは、環境中の微量有害物質の濃度をなるべく簡単かつ精度高く測定することです。それができれば、現実をより正確に知ることができます。

理学や文学などでは、現実生活とは関わりがなさそうな研究が多数行われています。生命の起源や邪馬台国はどこにあったのかが明らかになっても、私たちの生活に大きな影響はないでしょう（邪馬台国周辺の観光業界にはビッグニュースでしょうけど）。これらの研究は知的好奇心に基づくもので、まさに学問の真骨頂なのかもしれません。

そういう学問と比べると、環境学は泥臭い学問です。

目指すところは、私たちの住む環境、そして、地球全体の環境をより良いものにしていくことです。けれども、環境を良くする仕事は環境科学者だけがするものではありません。政府、企業、市民、地域社会、NGOなど様々な人たち（ステークホルダーと言います）に取り組んでもらわなければいけません。環境学の仕事とは、あらゆるステークホルダーに納得して行動してもらうための情報提供なのです。

新たな法制度が必要な場合にはなおさらです。民主主義社会で新制度を導入するためには、市民によって選ばれた議会が議決しなければなりません。そのためには、それを導入する根拠が示され、ステークホルダー（利害関係者）が理解することが必要です。それを行うのが環境学の役目です。

環境学は、どのような原因で問題が発生し、どのような解決法があり、対策を行った場合はどれだけの効果があり、逆にどのような不都合が生じてどれだけの費用が必要なのかを明らかにします。

環境問題は総論賛成、各論反対の世界です。誰でも、良い環境の中で、豊かな資源に恵まれて生活したいと思います。環境は良い方がいいに決まっています。だからといって、これまで許されてきた行動が規制されたり、経済的負担が増えたりするのは嫌です。新政策の正負の側面を環境学は示します。提言することもあります。本当にそれを実行するかどうかを最終決定するのは、ステークホルダーであり、環境学者ではありません。

例えば、家庭から排出されるゴミを減らすには、回収手数料を徴収することが効果的です。そして、手数料は高ければ高いほどゴミの減量が進むということも、環境経済学は明らかにしています。でも、手数料を限りなく高くすることはできません。ゴミの回収に喜んで大金を払う人はいません。そもそも手数料を徴収するのか、しないのか。するとすればいくりにするのか。最終的に決めるのは市議会です。

気候変動（地球温暖化）の科学の集大成は、IPCC（気候変動に関する政府

間パネル)が数年おきに発表する報告書です。IPCCは全世界の気候科学の専門家が、前の報告書が作成されて以降に発表された研究論文を精査し、最新の科学的知見を提供します。IPCCには厳格なルールがあり、気候変動政策に関してどのような政策を取るべきかについては言及しません。それは、各国政府や国際機関が決めること、政治家が決めることであり、科学者が決めることではないからです。

科学者は政治家や市民、企業などのあらゆるステークホルダーに対して、最新の知見を誰でもが理解できる言葉で紹介し、説明していかなければなりません。どのような学問分野であっても研究者は税金で研究させてもらっている以上、納税者にその内容をつまびらかにすることは当然のことなのですが、環境学は研究の先に政策が結びついているだけに、説明責任は重いと言えるでしょう。

気候変動研究の第一人者であり、過去数百年の地球気温変化を明らかにしてきた米国のマイケル・マン教授は自著(邦訳『地球温暖化論争』化学同人)でこう語っています。

「気候変動をとりまく社会的議論の中で科学者が果たすべき役割とはなんだろうか。研究室に閉じこもり、パソコンに向かい続けるべきなのか。それとも、自分たちの発見を伝える努力をして、その意味を大声で伝えるべきなのだろうか。以前は前者が正しいと信じていた。(略)気候変動政策にわずかでも関わることなど、勘弁してもらいたかった。そんなことをしたら、私の科学研究の正当性が損なわれるような気がした。(略)その後、様々なことを経験するにつれて、それまでの考えが誤っていたことが、だんだんわかってきた。(略)科学知識が社会に及ぼす意味を私たちが正確かつ理解しやすく伝えることほど崇高なことはない、今では確信している。そうして、この10年間、私は時間と努力の多くをそれに費やしてきた。」

3. 不確実性

みなさんは、科学で何でもわかると思いませんか。実は、科学で説明できることはまだまだ限られています。

科学の限界を示す良い例に全身麻酔があります。大きな手術をするときに、患

者は鼻と口にあてられたマスクから麻酔薬を吸入させられます。すると、深い眠りに落ちて、どんな痛みも感じなくなります。全身麻酔を受けたことがない人でも、テレビドラマでそのような場面を見たことがあるでしょう。麻酔を専門に行う麻酔医という専門医もいます。ところが、全身麻酔は経験的に行われているだけで、麻酔薬が体の中でどのように作用して患者を眠らせているのかについては、いまだにわかっていないそうです。

もう一つ例をあげましょう。宇宙には太陽のような恒星、地球や火星のような惑星、月のような衛星、小惑星、さらにはガスなどがあることが分かっています。でも、宇宙全体の安定性を説明するためには、それだけではとても足りないのだそうです。宇宙空間に存在することが知られている物質の質量を全部足し合わせても、理論的に考えられる宇宙の全質量のわずか4.9パーセントにしかなりません。残りの95.1パーセントはダークマターやダークエネルギーと言われる全く未知の存在なのだそうです。

科学が正確に物事を言い当てられるのは、関係している物やその間の関係の数が少ない場合に限られます（「単純な系」と言います）。

2012年5月21日、日本の広範囲で金環日食が観察されました。東京でも見ることができました。私たちはいつ金環日食が起こるかわかっていて、それを見るための特殊な眼鏡が前日までにたくさん売れました。そして、近刊日食は秒の単位まで正確に予想された時刻に、始まって終わりました。しかも、次の金環日食が東京で観測できるのは、ちょうど300年後の2312年4月8日だということまで予測されています。なぜ、ここまで正確に言えるのでしょうか。日食は太陽と地球と月の3つの天体の関係でほぼ決まります。それに金星や火星、木星などの惑星がその3つの天体に及ぼすわずかな引力の影響を加えさえすれば、次にいつどこで日食がおきるのかほぼ完全にわかってしまうのです。

ところが、300年先の金環日食は予測できても、明日の天気を正確に予測することは難しい。降水確率までが精一杯です。全く外れてしまうこともあります。まして、3年後のある日の天気を予測することは不可能です。天気には無数の要因が関わってくるので、それらをすべて考慮に入れて完璧に計算し、予測することは、現在の科学技術では不可能だからです。

環境学は天気予報に似ています。無数の要素が複雑に絡み合っているのです。いつどこで何がおきるかを正確に予測することは不可能です。ある幅で確率を出すところまでが精一杯なのです。

気候変動が良い例です。世界がこのままの調子で温室効果ガスを排出し続けると、産業革命以来の気温上昇は2℃を超えます。そうになると、世界中で異常気象の頻発や水不足、水害、海面上昇、野生生物の絶滅、熱帯病の拡散など様々な悪影響が生じるであろうことがかなりの確からしきで予測されています。

では、日本のどこで、いつ、どのような悪影響が気候変動の結果として発生するのか。それは、3年後の天気と同じように断言することはできません。2015年9月に関東地方や東北地方で50年に一度という大水害がおき、鬼怒川の堤防が決壊して、多数の家屋が流されてしまいました。気候変動の影響なのでしょうか。それとも、気候変動がなくても起きたのでしょうか。断定することは不可能です。科学が言えることは、気候変動が進むと同じような大雨がさらに増えるだろうというところまでです。

世界保健機関（WHO）は、2012年に世界で死亡した8人に1人は大気汚染に関連して死亡したものであり、総死者数を700万人と推定しています。この数字も、各地の大気汚染物質濃度や、死因などから仮定を積み上げて推測した数字であり、絶対にそうであるとは言いきれません。本当は600万人かもしれないし、800万人であるかもしれません。でも、70万人ではないでしょうし、7千万人でもなさそうです。

四大公害病のひとつに1910年代から70年代にかけて富山県の神通川流域で発生したイタイタイ病があります。更年期を過ぎた妊娠回数が多い居住歴30年程度以上の婦人を中心に見られた病気です。被害者とその遺族たちは神通川上流にある神岡鉱山亜鉛精錬所の排水などに含まれたカドミウムが病気の原因物質であるとして、神岡鉱業所を所有していた三井金属鉱業を相手取り、富山地方裁判所に損害賠償請求を起しました。そして、裁判所は、患者がこの地域だけで発生したことや、患者の発生地域とカドミウムの汚染地域が重なっていたこと、神岡鉱業所の亜鉛生産量と患者の発生数に相関が見られることなどから（これらを疫学的因果関係と言います）、カドミウムが原因物質と判断して、被告に賠償命令を出しました。しかし、病気の厳密な発生メカニズムを明らかにするところまでには至りませんでした。もしも、裁判所がカドミウムとイタイタイ病との間の厳密な因果関係を証明することを原告に求めたら、裁判はさらに何年、何十年も続いたことでしょう。

科学には限界があり、環境学（環境科学）は中でも、明確に決めることが

難しい（不確実である）分野です。環境学者の発言はいつも歯切れが悪いです。「○○です！」と言い切る人はいません。「こういう条件なら、こうなる確率が高くなります」と言うのがせいぜいです。それが環境学の正しい結論なのです。むしろ、断定的に環境を語る「学者」がいたら、本当にそうなのかか注意して見る必要があります。その一方で、私たちはどのような環境政策をとるかを決定しなければいけません。不確実性の中で意思決定することが求められているのです。

ところが、すでに述べたように、環境政策は総論賛成、各論反対です。新しい環境政策を採用すれば、必ずどこかにしわ寄せがきます。ゴミを減らしたいからといって、むやみに手数料を上げるわけにはいきません。気候変動対策のためだからといって、ガソリン代や電気代を何倍にも上げるわけにはいかないでしょう。

しわが寄るのは、経済だけではありません。ある規制をすれば、別のところに新たな問題が生じることがあります。

先ほどの原発が良い例です。原発をやめたことで、日本は二酸化炭素の発生量を増やしてしまいました。クリーンなエネルギーであるとされる風力発電は、低周波騒音という新たな環境問題を発生させているようです。

食品の賞味期限や消費期限を厳しく守れば守るほど、食べられずに捨てられる廃棄物は増えてしまいます。

水道水の消毒には塩素化合物が用いられますが、その結果、水道水には発がん性のあるトリハロメタンがごくわずかですが含まれることになります。ペルーでは、理由は不明ですが1991年に塩素消毒を取りやめたことがありました。その結果、コレラが大発生して130万人が感染し、1万3千人が死亡しました。そして、塩素消毒が再開されました。良くないことがおきる可能性をリスクと言います。トリハロメタンによる発がんリスクをゼロにしようとしたら、感染症感染のリスクが非常に大きくなったわけです。

このように、環境学は歯切れよく断定できない上に、100パーセント完璧に何かを行うこともまずできません。さまざまなことのバランスを見ながら、最適解を見つけなければいけません。しかも、どの解を最適だと思うかは人によって違うのが普通です。

4. まとめ

環境学は様々な学問分野が関わるシステム科学の一分野です。関わってくる学問を一人がすべてマスターすることは不可能ですから、必要に応じて知識を吸収して使っていくという総合格闘技のアプローチで臨むのが現実的です。そして、得られた結論には必ず不確実性が伴います。あいまいな結論しか出せないこともあります。それは環境学の宿命です。

環境学から得られた結論を使って、これまでの政策を改正したり、新しい政策を作ったりしようとする場合には、それが目的としていること（例えば汚染物質排出量の削減や有害物質の使用禁止）だけを考えるのではなく、その政策が周辺に及ぼす影響まで考慮しないといけません。ここでもシステム科学のアプローチが必要になります。

環境学にはどうしても、幅広い見識が必要になります。それだから、環境学は難しいのですが、面白いとも言えます。チャレンジング（challenging）という英語がありますが、環境学はまさにチャレンジングな学問だと言えるでしょう。