

木を見て森も見る ～私の環境学～

白木 裕斗
環境政策・計画学科

はじめに

私の環境学という題目で、滋賀県立大学で初めて文章を書く機会を頂きました。書いてみると、「私が滋賀県立大学に至るまで」的な内容になっていました。振り返ってみると、個別の技術から世界スケールのシステムまで研究対象にしてきました。特定の対象に向かって一直線に進んできたわけではないですが、こんなキャリアパスもあるんだ、こんな研究テーマもあるんだという感じで参考になれば幸いです。

犯人は僕の家

私が環境問題に関心を抱いたきっかけは、小学校高学年の授業で、実験キットを使って身近な水環境のpHを測定するという宿題をしたことでした。

私の出身地は田園地域で、至る所に農業用水路や川があり、測定対象となる水は比較的容易に採取できました。先生からの宿題は、河川などの水や、可能なら家の排水など、2～3ヶ所で水を採取して、キットの色の変化（たしか、酸性だと赤く、アルカリ性だと青くなる）を記録するということだったので、私は近くの川や田んぼの用水路、自分の家の排水を採取してpHを測りました。後日、クラス全員が測定結果を報告したのですが、家庭の排水を採取するのが大変だったのか、みんな、川や用水路の水だけを測定してきており、家の排水を測定してきたのは私だけでした。それぞれの測定結果を色シールを使って地図上に記録していったのですが、川や用水路に中性の黄色や緑色のシールが貼られる中、私の家だけが赤色になっており、自分の家が水質汚染の犯人になったような感覚を抱いたことを鮮明に記憶しています。黄色や緑のシールに囲まれながら、燦然と赤く光る我が家のシールを見て、自然環境の中に自分の生活が存在していること、自分の生活が環境に負荷を与えることを否応なく気付かされました。

紆余曲折

上記の経験から、環境問題に対して漠然とした関心は持つようになっていたものの、本格的に学校で

学びたいとか、将来の仕事にしたいという思いにまでは至っていませんでした。高校進学時には、あまり深く考えないまま工業高等専門学校（高専）を選び、電気情報工学を学びました。高専といえばNHKでも放送されているロボットコンテスト（ロボコン）が有名ですが、私の入った高専も例に漏れず、ロボコンに熱心に取り組む同級生が何人も居ました。また、プログラミングの知識も豊富で、学習用のポケットコンピューターを使って、独学でテトリスのようなゲームを作る学生も居ました。中学校出たての15～16歳の頃です。衝撃的でした。志の違いを痛感しました。入る学校を間違えたのではないかという不安も覚えながらも、入ったからには仕方がないと開き直り、工学が得意な友人たちに大いに助けられながら卒業までたどり着きました。

ちなみに、高専は高校と短大がくっついたような5年制の学校で、5年次には卒業研究も経験します。私の研究テーマは、レーザー光で硬化する樹脂を使って構造物を作成するというものでしたが、実験センスがあまりないのか、なかなか酷い出来でした。高専を卒業する時点では、まさか研究を仕事にするとは夢にも思っていませんでした。ただ、卒論の執筆の過程で、指導教員から「きれいな日本語を書く努力をすることの大切さ」を教えていただいたことは、現在の研究生活の大きな助けになっています。

深く考えないままに進んだ道でしたが、振り返ってみれば、電気工学や情報工学を体系的に学べたこと、比較的早い段階から卒論を書く経験ができたことは、現在、数値シミュレーションモデルでエネルギー問題を研究する際の基礎になっています。

環境学にフェードイン

高専卒業後の進路には、大きく分けて、就職、大学編入、高専専攻科への進学の3つがあります。高専専攻科というのは、5年間の本科の過程を過ごした後、より高度な知識を身につけるためにさらに2年間高専で学ぶという仕組みです。私は、大学編入か専攻科で迷っている間に大学編入学試験の時期を逸してしまい、高専専攻科へ進学しました。

高専の専攻科では、2年間で一つのテーマを研究します。私は、高専本科時代の反省を踏まえて、実験をしない研究テーマを探していました。また、当時は、気候変動に関する政府間パネルの第4次評価報告書の発表などで温暖化ブームのような状況にあり、私も、これからはただ便利だけでなく、より環境負荷の低いものが求められると考えていました。そんな中で出会ったのがライフサイクルアセスメント(LCA: Lifecycle Assessment)という概念でした。LCAは、製品やサービスを対象に、原材料の採掘から廃棄まで(「ゆりかごから墓場まで」と言われたりします)の全ての過程で投入されるエネルギーや水、資源の量、それらによって排出される環境負荷の量を計算して評価するという手法です。工学を学び、また、環境問題に興味を抱いていた私にとって、非常に関心を寄せられる概念でした。当時、私が入学した専攻科にはLCAを専門にしている教員は居ませんでしたが、所属した研究室の先生を通じて、LCAの研修やソフトウェアの販売を行っている企業でのインターンシップに参加させて頂くことができ、企業の中でLCAの概念や実施方法を学ぶ機会を頂きました。実際の現場でLCAを体験させていただくと、どの製造過程でどのような材料を何グラム使っているか、製造機器の定格電力は何ワットでそれをどの程度稼働させているかなど、詳細なデータを集めることが何よりも大変で、“実験をしない研究”の難しさを実感しました。

専攻科での研究は、同じ専攻科内で最新の研究開発が行われていることを踏まえて、色素増感型太陽光発電という新しいタイプの太陽光発電のライフサイクルアセスメントを行うことにしました。太陽光発電の研究をしていた研究室から太陽光発電の製造時に使用する資源やエネルギー量などのデータを頂き、どの程度エネルギー投入量や資源投入量を減らせれば環境負荷を低減できるかを評価しました。物事を評価する際には、対象となる個別の事象だけでなく、その事象のライフサイクル全体やその事象を含むシステム全体を捉えて考えること(システム思考)が重要であるということ、この研究から学びました。

“最適化”モデルとの出会い

専攻科で環境問題をシステムとして捉えることの重要性や研究の楽しさを感じ始めていた私は、もう

少し環境分野の研究をしたいとの思いから、大学院に進学し、環境学を学びました。大学院では、研究の対象範囲を広げ、日本の電力システム(修士)、世界全体のエネルギーシステム(博士)を対象にしました。どちらも、数値シミュレーションモデルを用いて、温室効果ガス排出削減目標の下での将来の電力システム像やエネルギーシステム像をシミュレーションするという研究でした。エネルギーシステムモデルには、様々な種類がありますが、私は最適化型と呼ばれるモデルを開発し、使用していました。最適化型モデルではエネルギー問題を、特定の指標(例えば、総費用、効用、温室効果ガス排出量など)を最小化、または、最大化するような変数の組み合わせを見つける最適化問題として、数式を使ってモデル化します。私の場合は、温室効果ガスの排出削減目標を満たすようなエネルギー機器やエネルギー源の組み合わせを総費用最小化の下で解くような形でモデル化していました。

“最適化”という言葉は非常に便利で強力であるため、安易に使いたくなりますが、使い方を誤ると誤解を招きます。修士課程の初めの頃は、研究目的として「温室効果ガス排出削減目標下での“最適な電源構成”を推計すること」としていた時期がありました。しかし、指導教員や専攻の先生方から、“最適”という言葉の使い方を注意深く考えるように助言されました。冷静に考えてみれば、私のモデルは「ある制約条件を満たす中で“総費用を最小化する最適化問題を解く”モデル」であり、「最適な電源構成」を推計するモデルではありませんでした。そもそも最適な電源構成は人それぞれ異なります。例えば、電力会社や製造業の方からすれば、停電しにくい安定した電源の比率が高いことが“最適”かもしれないですし、環境保護意識の高い人からすれば、温室効果ガス排出量が限りなく低い電源の組み合わせが“最適”かもしれません。全員が納得する“最適な電源構成”などというものは存在しないのかもしれない。この研究を通じて、立場の違う人々の多様な視点を考えることの重要性に気付かされました。この視点は、環境問題やエネルギー問題のような多様な利害関係者が存在する問題を研究する上では、極めて重要で、避けては通れない視点だと認識しています。

環境問題の現場

博士課程を修了してからは、国立環境研究所で特別研究員（いわゆるポスドク研究員）として働きました。研究所では、市町村を対象にしたエネルギーモデルの開発、家庭の電力消費量の統計分析や省エネルギー実証研究などに携わりました。

市町村を対象にした研究では、ただシミュレーション分析を実施するだけでなく、モデルの分析結果を自治体の方に共有する機会を頂きました。はじめは自治体の方も関心が低かったものの、議論を重ねるにつれ少しずつ政策形成の過程で参考にして頂けるようになり、実際に同自治体でエネルギー事業の実現可能性調査が進められるなど、研究成果が社会に実装されていく過程に携わることができました。

また、家庭を対象にした省エネルギー実証研究では、実際に生活されている家庭を対象にした電力消費量の測定・分析や、省エネルギーキャンペーンの効果の検証を行いました。現場では、測定機器のトラブルが起きたり、突然の来客などで不規則に電力消費量が増えたりと、予測できない問題が起こります。また、同じ家電機器を使っている、世帯によって全く電力消費量が異なる場合があるというような、現場だからこそ得られる発見もありました。実験系の研究をされている方にとってはごく当たり前の経験だとは思いますが、実験から遠ざかりパソコンの前でシミュレーションモデルを回していることが多かった私にとっては、現場で研究を進める経験ができたことは、新しい財産になりました。

滋賀県立大学に

このような経歴を経た後、2016年の10月に滋賀県立大学環境科学部に着任いたしました。振り返ってみると、電気工学からスタートし、太陽光発電のような個別技術の評価から世界スケールのエネルギーシステムの分析まで、行き当たりばつりに（良く言えば、柔軟に）進んできたことを実感しますが、現時点での自分の専門はエネルギーシステム学で、得意な研究手法はモデルシミュレーションだと思っています。環境問題を考える上では、システム思考や多様な視点が非常に重要であると考えており、モデルシミュレーションは、このような俯瞰的に考える際には非常に有用なツールであると考えています。他方で、環境問題は現場で起きているため、

シミュレーションだけではわからないことがたくさんあります。滋賀県立大学環境科学部は、授業にフィールドワークを取り入れており、特定の地域を対象に深く調査するような“現場のある卒業研究”が盛んに行われています。モデルシミュレーションと現場のある研究がうまく組み合わさることで、より深く、より広く、環境問題を理解できると考えています。

タイトルの「木を見て森も見る」という言葉は、学生時代に座右の銘を聞かれて半分ふざけながら考えた造語ですが、今でも割と気に入っています。木も森も見るような研究を通して、環境問題解決の一助となれればと考えています。