

広島県公立大学法人 叡啓大学
ソーシャルシステムデザイン学部
ソーシャルシステムデザイン学科 教授

下ヶ橋雅樹氏を訪ねて

モデリングで環境問題の解明に
取り組む

個性あふれるリベラルアーツの大学



「数学を使って化学をやりたい」と進んだ東京農工大学で、故・細見正明教授と岡田光正助教授（元・放送大学副学長）に巡り合い、環境工学の道へ。民間企業を振り出しに、その後多くの大学・研究機関で経験を重ねた後、2021年に開学した叡啓大学教授として赴任した。その大学はリベラルアーツを掲げ、アクティブラーニングと徹底した英語教育でこれからの時代の人材を育成するという個性あふれる大学である。研究の中心は環境モデリング。モデリングの究極の事例は、IPCCによって示されている気候変動予測である。モデルは合意形成のツールであり、その成否は「合意」であるという、スケールの大きい帰結となった。

（水道ネットワーク通信 有村源介）

一学部一学科で2021年開学

—まず、叡啓大学の紹介をお願いします。
下ヶ橋 本学は3年前の2021年の4月に開学した県立大学です。広島県には別に「県立広島大学」があり、1法人2大学という形になっております。大学としては別で、法人としては一つ、という形です。叡啓大学の一番大きな特徴は、リベラルアーツの大学であるということです。専門家養成ではなくて教養を身につけるということがキャッ

チフレーズで、社会の課題を発見して新たな価値をデザインするという目的で、1学部1学科でスタートしました。学部と学科が同じ「ソーシャルシステムデザイン」という名前で、社会課題の発見を学生に促しながら、新しい社会を作っていくということから始めております。

社会での問いを自分で設定して、回答を自ら探求するための方法論を身につけさせるということを目的に、システム思考とデザイン思考からイノベーションを生み出すということから始めました。少子化の時代の現在、学生さんが減少している中で、こういった大学が認可されたということは、今までにない形で学生教育を進めていくということがお認め頂けたのではないかと考えています。

もう一つの大きな特徴は、アクティブラーニングを取り入れていることです。理工系の場合、座学の後に研究室という形で、分野によっては実験や現地調査があり、これはかなりアクティブラーニングだと思いますが、うちの場合はそもそもの授業で、アクティブラーニングを取り入れています。まず、少人数制のクラスを元にしており、授業も通常ですと90分ですが、100分にし、それをさらに連続にして200分の授業にしています。

—凄いですね。

下ヶ橋 アクティブラーニングを実際にやって貰おうとした場合、200分でも足りない位になりま



東京農工大学環境リーダー育成プログラムでの国内実習
(2011年12月、長野)

す。最初に座学で概念を教えて課題を与え、学生たちがそれについて議論をしながら何かをまとめていくという形をとります。これがアクティブラーニングの基本モデルです。その授業の中で、こういう形で学生たちが話して手を動かし、場合によっては人に教えるということをトレーニングさせる、という形ですので、やはり90分1コマだと時間が足りません。2週にわたれば可能かもしれませんが、そこで途切れてしまいます。こういった形を取っているのは珍しいと思います。

それから、英語教育という特徴があります。これは留学生の数にも関係することですが、同じ科目を日本語と英語の両方で開講しています。これは二つ意味があり、一つは学生に英語でものを考え英語で発言をすることを促すということです。もう一つは、留学生にとっては全ての授業を英語で受けられるというメリットがあります。

そういうことを含めて、例えば私の場合だと「環境学入門」、「都市環境論」、「環境工学」といった授業を日英両言語で受け持っています。またクォーター制なので、1年間を4つに分けた上で、授業を7週間で実施しています。クォーターに時間割が集中した場合、1日の授業が6～7時間連続で実施されるという日もあります。一方的な講義ではとても出来ないことで、アクティブラーニングだから可能なことです。特に英語開講クラスについては、学生同士が英語でディスカッションしてもらっています。

—ホームページを拝見した時、非常にはっきりした方針を持っておられ、少子化時代の大学は



東京農工大学環境リーダー育成プログラムでの海外実習
(2011年9月、ガーナ)

これ位特色を持っていなければ、生き残れないという印象が強かったんです。

下ヶ橋 いやいや、我々もそういう意味で、他の大学にないやり方を試行錯誤といますか、ディスカッションしながら進めています。

—特にリベラルアーツについては、かねてから注目されているけれども、なかなか定着しないという印象でした。ここにきてもう1回見直されているのではないのでしょうか？

下ヶ橋 そうかもしれませんね。元々の経緯を見ると、かなり限られた方々が知識を身につけることを目的にリベラルアーツが始まったと思うのですが、社会で使える知識といますか、もっと強く言うと、耐えられる能力を、リベラルアーツという手段を使って見つけていくのかなと思っています。もちろん色々な学生がいて、色々な思考を持っていますので、若干の色付けはしています。

入学したら即、英語漬け

—つまり、ある程度の専門性は学ばせるということですか？

下ヶ橋 言ってしまうとそうなのです。専門という言葉は多分使っていないので、例えばこのコースであれば、その人達はこれが選択必修ですよ、とか、そういう授業を選択する幅をそれぞれ設定しているということです。その中で、私は「エコシステムデザイン」という分野の教員で、環境系を教えています。

ですので、リベラルアーツといっても、基礎科

目を入れているというよりは、応用科目を散りばめている印象かと思います。もちろん基礎科目もあるのですが、専任教員は皆さんそれぞれのバックグラウンドで、可能な教育をして頂き、バリエーションはあります。

私は環境の授業の中で、環境学は学際的な学問分野だと学生に伝えています。法学、経済学、生態学、理学など等いわゆる環境に多かれ少なかれ関連する、と言え、ほぼ全ての学問分野に関係すると思うんですけども、特に密接な関係と言われるところの先生方もいらっしゃいます。例えば学生が環境というキーワードで何かしたいって言った場合、私の授業を受けながらも、そちらの違うフィールドで環境の仕事も出来るということになっています。IT、文化人類学、平和論、ファイナンス、心理学、倫理学、日本文化論などかなり幅広いです。

もう一つの特徴の英語ですが、入学して半年間、英語漬けの環境を整えます。入学してから直ぐに「実践英語」という科目があって、1年生の夏まではもう英語の授業をびっちり入れて、その後「リベラルアーツ科目」に入っていくことになっています。

——学生は当然、そのことを理解していて入学して来る訳ですね。

下ヶ橋 入学時には一定の英語力（例えば英検2級合格）を出願要件にしています。うちは総合型選抜がメインなのです。グループディスカッションや面接が入っており、大学入学共通テストを利用する入試は、入学定員の1割程度です。それも国公立の前期・中期・後期日程とずらしており、国公立としては他の大学とは違ってきます。

そして、2、3年生はフラットに授業を履修しますが、途中で海外に行ったり、国内ボランティアに参加したりといった体験・実践プログラムがあります。3年生が終わって、4年生に進み、これがまた特徴的です。「卒業プロジェクト」と言って、学生が自分で解決すべき課題をデザインして、原因究明から解決策の提案までを一貫して実施します。

「ポート」で先輩後輩の繋がりを

——これは海外に行くこともあるのでしょうか？

下ヶ橋 まずは計画書を読んでからの話になりますが、海外に行くこと自体は、今の段階では想定していません。費用の問題もありますし。卒業プロジェクトでは、それぞれ担当教員を決めて、学生自身が設定したテーマについて進めていきます。ただその教員の指導を受けるとか、教員と進めるというより、その教員が相談役になるような形です。

これも特徴なのですが、1年生から4年生まで「ポート」というグループを作って、そこでいわば自主的に先輩後輩の繋がりを作りながら、何か困ったことがあったら、その「ポート教員」に相談するというような形になっています。まだ新しい大学という事で、「ポート教員」と卒業プロジェクトとの整合性といった課題については、今後の課題だと思いますが、いずれにしても学生が主体的にやっていく、というモットーで進めたいと思っています。

——地方大学では大学院への進学が減少しており、留学生でかろうじて大学院を維持できているという実情があります。そういう先輩後輩という繋がりや、コロナ感染症の影響で、横の繋がりが出来なくなったという問題が深刻化しています。その意味で良い制度だと思います。

下ヶ橋 ただ現実には、開学した2021年にはまだ新型コロナウイルスの最中だったこともあって、最上級生が「ポート」の運用にほとんど携われなかったのです。その後、コロナが下火になって来ても、実際に「ポート」によく足を運ぶのは1年生だけという状態になっています。「ポート」という物理的なボックスの先輩である3年生がコロナで十分に使えなかったため、後から入った後輩が活発に利用している。しかし、段々とオープンになって来て、一部、盛んに来て勉強したりする学生が増えてきたので、これからメリットが発揮されるのではないかと思います。

——ユニークな大学のお話をお聞かせ頂きました。それでは、ご経歴について伺いたいと思います。まず、どちらのご出身ですか？

下ヶ橋 栃木県の小山市の出身で、1968年(昭和43年)1月生まれです。小山市自体、新幹線の停車駅でもあり、そこそこ賑やかなんですが、小山市の中心地からだいぶ離れた田舎です。「結城紬」



3rd IWA Developing Congress & Exhibitionに参加
(2013年10月、ナイロビ)

で有名な地域です。

——東京から100キロ圏内で、人口急増で話題になったことがあった市ですね。

下ヶ橋 鬼怒川流域で、宇都宮市内を流下する田川という川の近くに住んでいました。

——宇都宮市が洪水と水質改善に取り組んでいた川ですね。

下ヶ橋 川の傍に棲んでいたの、小さい頃から川や水というのは、かなり身近な存在ではありました。高校は石橋という小山と宇都宮の中間ぐらいにある県立高校です。余談ながら2023年夏の甲子園に21世紀枠で出場した高校です。そこを卒業し、1986年(昭和61年)東京農工大学の工学部化学工学科に進みました。

数学を使って化学で何かやりたい

——最初から化学工学分野に進まれた動機は？

下ヶ橋 元々数学が好きで、数学で何かやりたいなと思っていました。同時に、実践的な化学も好きだったので、数学を使って化学をできるのでちょうど良いなと思ったのです。高校生の考えることですから、深く考えてなかったんですが、数学を使って化学に取り組みたいと思い、工業化学ではなくて化学工学を選びました。それから、当時の流行りもあって、限られた情報源だったのですが、「マイクロカプセル」が流行っていたんですよ。それは物として非常に興味がありました。それこそ、「赤本」に載っていると、そのレ

ベルでしか手元に情報がない時代でしたが、そういう物作りには興味がありました。数学と化学、というのがコンビネーションで、その当時としてはぴったりだなと思ったという経緯だったんですが、今思うと恥ずかしくなるんですけど。

——いやいや、高校生でそういうことを考えるというのは、志は高かったと思いますよ。ご経歴で、農工大と聞いて細見正明先生と岡田光正先生をイメージしていました。

下ヶ橋 実は正にそういう事で、岡田光正先生が助教授でいらっしゃって、講義を聞いて非常に面白いなと思いました。コンピュータープログラミングの講義でしたが、その当時、パソコンが流行り始めた時代でした。

そういったきっかけもあり、当時、村上先生という教授がいらっしゃって、村上・岡田研と言っており、その研究室に入りました。最初は生活雑排水を嫌気・好気処理で行う研究に携わり、それが初めて水環境という、水の研究に携わったものです。現場の面白さとか、解析もありましたので、そういった面白さをそこで感じ、農工大の大学院のマスターコースに進みました。そこで今度は新しいテーマとして、「アレロパシー」に取り組むことになり、これが凄く面白かったのです。

大学院研究テーマは「アレロパシー」

——これはどういうものですか？

下ヶ橋 非常に簡単にいうと、水草が繁茂している所は、水が透明であり、水草が無いところは植物プランクトンが豊富にいる、という現象があります。このことから、水草が何か増殖を阻害する物質を出して、植物プランクトンの増殖を抑えているというのを「アレロパシー現象」と呼んでいます。もう少し広い意味で、植物同士がそういう作用をすることをアレロパシーというんですが、大型水生植物と植物プランクトンの関係を解明しようというのが新しい研究でした。そのことにより、水道水源の水質問題にも関係して来る訳です。これを契機に水源水質の分野に足を踏み入れることになりました。

これも現場に行ったり、色々面白かったのです。ただ、若干ミステリアスというか、中々道筋を立てるのが難しくもありました。実験系のデザインでは、フラスコの中に大型水生植物とプランクトンを入れて培養し、その増殖曲線を取ってみると、もう本当に綺麗に水生生物の有無の違いが出たんです。やっぱり事実だろう、と。それは付着の状態とか、遮光するとか、色々な要因が関係するんだらう、ということ自分なりに考えながら、要因を1個1個潰していきました。次にこれを、粉碎して抽出すると生物抽出になるかなと思ひ、まず粉碎抽出液を試す、メタノールやノルマルヘキサンで抽出するなど、いくつかの習性の違う溶媒で試して研究をすすめました。ただ、私はマスターを修了して就職したので、その後、私の二学年下の人がこの成果をまとめて論文にし、水環境学会誌に掲載されました。

就職したのは呉羽化学工業(当時、現・クレハ)という会社で、4年間お世話になりました。

——世界的な化学メーカーの開発部門ですか？

下ヶ橋 研究部門です。本配属は医薬品の研究を行う生物医学研究所でした。研究所は新宿にありました。

——そこで研究に従事しながら、研究者の道を志望されたのですね。

下ヶ橋 はい、可能であれば、と思ひ東京大学の博士課程を受験したところ、幸い合格しましたので。それで会社を辞職し、そちらに行くことになりました。1996年(平成8年)です。東大生産技術研究所の鈴木基之先生、迫田章義先生の研究室で博士課程の学生としてお世話になることになりました。

——という事は、生研がまだ六本木にあった頃ですね。

下ヶ橋 六本木の生研に居た最後の世代です。ご存じかと思いますが、六本木の生研は建物が迷路というか、どこにいるか分からない構造で、初めて訪問した人は、方向感覚を失って元に戻ってしまうような構造したね。

生研でいわゆる数理モデルに初めて取り組むことになりました。テーマは湖のプランクトンの増殖抑制で、「バイオマニュピレーション」という方法について研究しました。簡単にいえば、動物

プランクトンを沢山生存させれば、植物プランクトンを食べてくれるから、生態系を健全な状態に戻して、水質が浄化されるというもので、方法論として当時新聞にも載ったりしました。

博士論文は、そういう事も含めた生態系モデルを作るというものでした。当時の新日本気象海洋さん、現在の「いであ」さんのご協力のもとで、静岡にあった環境創造研究所に実験池を作っただけ、データを取り、それを基にモデルを作るという仕事に取り掛かりました。またしばらくの間、社宅に住み込みでお世話にもなりました。そのデータを基に、物質循環の数理モデル、物質フローモデルを作成に取り組みました。例えば、そのバイオマニュピレーションとして動物プランクトンを餌とする魚の除去によって、どのぐらいの効果があるかとか、どういったことが起こるか、ということ計算できるシミュレーターを作りました。それにより学位を頂きました。その後、2000年の4月から広島大学の岡田先生のところで、ポスドクとして1年間過ごし、今度は2001年の4月から東大生研で迫田研究室の助手に就任しました。鈴木基之先生が退官されるタイミングだったんです。

生研の「迫田研」では吸着とバイオマス

——この時代は短期間で異動されているので、研究は苦労されたのでは？

下ヶ橋 そうですね。モデルに関しては、広大時代に、石油による砂浜の汚染に関して、その挙動についてのモデリングを論文として1本出しました。数理モデルという意味では、これまでの研究と共通性がありました。

迫田研に行ってから、吸着とバイオマスが研究のメインになりました。迫田先生は吸着をご専門とされていたので、助手として学生と色々やりながらお手伝いと言いますか。又、迫田先生はその頃、バイオマスを始められ、「バイオマス・ニッポン」というプロジェクトにも関与して、水環境とバイオマスを半分ずつ取り組むという感じでした。その後、東大の本郷の方で特任准教授ポストがあり、そちらに異動しました。

これは東大と三菱総研による講座でした。「未

来ビジョン」を策定する内容で、ここでは水分野から離れて調査研究に携わっていました。

その任期が終わったところで、細見先生のところに採用頂いて、農工大に戻って再び水関係の研究を始め

ました。細見先生がその頃取り組んでおられたのは窒素除去でした。飼料稲の育成をキーワードにした水処理と、バイオマス生産をテーマに取り組んでおられました。

研究では安定同位体も使ったりして、かなり盛んにやっていました。ここで、水環境への復帰というか、水環境の仕事として少し出来ていたのかな、という気持ちでしたが、その中で「環境リーダー育成プロジェクト」と言うのが出て来たのです。これは全国の大学の大学院生対象だったと思いますが、アジア・アフリカを対象に、途上国で環境問題に取り組む若手研究者を育成しようというものです。

そのプロジェクトに農工大の提案が受理されて、代表が高田秀重先生だったんです。高田先生が提案された「アジア・アフリカの現場立脚型環境リーダー育成プログラム」があり、募集があったのでアプライしたところ認めて頂いて、「環境リーダー」の教員になったのです。

実はこれが英語教育との出会いでもあったのです。留学生教育も含めてなんですが、英語で授業をやるのが面白いなと思ったのです。

英語教育の面白さに出会う

——ここで英語が出てくるわけですね。これまでも英語が使われてあったんでしょうが。

下ヶ橋 学会参加とか東大の時にはJICAでブルガリアを訪問したりはしましたが、それは単発的なもので、日常の仕事として英語を使うのは、



WHO本部へ短期派遣(2013年12月、ジュネーブ)

これが初めてでした。留学生を受け入れるとか世界に通用する学生を育成するという意味で、非常に興味を覚えて応募したという事です。環境リーダー育成プログラムでそういった仕事をさせて頂いた後、東日本大震災が発生した1年後の2012年1月、国立保健医療科学院に採用頂きました。そこから2018年の10月まで勤務しました。

——6年間ですから、結構長くおられたんですね。

下ヶ橋 科学院では特に水道の気候変動対策と災害対策に取り組んでいました。最初は気候変動の仕事で、滝沢智先生がリーダーだった研究プロジェクトに協力させて頂きました。ここでもモデルを活用し、数理モデルを作って、これは水道協会の有効賞を頂くことができました。内容は、将来、大雨が降ることにより濁度がどのぐらい上昇するのかを、仙台市の水源である釜房ダムを事例に推計しました。濁度上昇により、浄水処理費用はどのぐらい高くなるのかを、仙台市水道局の方と一緒にやりました。

その後、引き続きモデルの仕事もやりながら、神奈川の水源地の将来の濁水のリスクの評価を計算をしたモデルも作成しました。これは横浜市水道局の方が筆頭で論文を出しました。

他に、全国から原水を頂戴し、活性炭の2-MIBの吸着能について、阻害因子について何が違うのかということの研究しました。新潟市水道局や阪神水道企業団の方々の協力を頂きました。

ユニークだったのは、「特別養護老人ホームの水利用と断水対策の研究」でした。要は、断水が

起こった時に、特養でどのぐらいの水を準備する必要があるのか、その基礎データが必要だろうということで秋葉道宏先生(前・科学院水道工学部長、現・特任研究官)とやらせて頂きました。東京都を対象とした研究が日本のJournal of Water and Environment Technology誌に、全国を対象とした研究が海外のJournal of Water Supply: Research and Technology-AQUA誌に掲載されました。

特別養護老人ホームの水利用を調査

——これは興味深いです。どんな結果だったのでしょ？

下ヶ橋 1人当たりの原単位で言うと、ホテルの1人当たりの水利用量と、普段の生活の水使用量の間ぐらいの数字になりました。特養の場合、入居されてる人の原単位と、職員とか訪問される人の原単位があるので、色々計算をしたんですが、大体イメージとしてはシティホテルと普段の生活の間ぐらいでした。

——普段の生活というと200Lから250L/人/日とされていますが、それよりも多いという事ですか？

下ヶ橋 場合によっては300から400L/人/日の間でした。ホテルはもう少し多いです。恐らく特養も、実際に飲み食いなどの水量は変わらなくて、多分、トイレとか清掃ではないかと思っています。ただ、給食を外部に委託しているとか、色々ファクターがあると思うんですが、全国の特養のリスト全部にアンケートを送って回収したんですよ。回収率は13%程度でした。その時に、建築系の先生が隣にいたことが大きな切っ掛けでした。一緒にやりましょうと言ってきて。

掲載した後、リサーチゲートというデータベースがあって、引用はされないんですが、「読んだ」という履歴が他の文献の2桁ぐらい上なんです。読んで貰うのは有難いんですけど、アカデミックでの引用がもっとほしいですね(笑)。

——これからの高齢化社会考えると貴重なデータだと思います。

下ヶ橋 数字として使えるかなと思ったんです。その時に特養を訪問させて頂いて、これは個人的な意見ですけど、重要だなと思ったのは、臭



IWA Water Safety Conference & Exhibition
(2016年4月、フィリピン・パラワン)

いでした。建物に入った時に、施設臭というか、それがするのとなない所の違いは大きかった。あるところではオゾン脱臭しているんですよ。全然臭いがしない、というか、そういうところは雰囲気自体がもう入所施設じゃない、という印象でした。そういう施設だと、家族の方が訪問した時の心理は全然違うだろうな、というのは感じました。そういう試みをされている方々ともお会い出来ました。水とは離れた話題ですが。

——いやもう一体の話ですね。結局、臭いの原因は水が多いですからね。

下ヶ橋 そうですね。その人たちが言っている事で印象的だったのが、「入所者」と言わずに「入居者」と言っていました。呼び方一つとってもそうなんです。入所ではなく、住んでいるんだ、という。そういう試みをされている所にお邪魔させて頂き話を聞けました。

——オゾンを使っているところもあるんですね。

下ヶ橋 多くの場合、特養を建てる場所も難しく、そもそも施設自体が足りないですから、建てるのを優先すると、中々そこまで配慮出来ないというのはあるのじゃないでしょうか。勉強になりました。

かつて広大勤務で馴染の広島市へ

——そして、叡啓大学に赴任されることになる訳ですね。

下ヶ橋 こちらで公募していることを知り、手を挙げたら運良く採用頂きました。先ほどからの話の通り、環境分野で研究と教育が出来るという

ことと、広島大学で1年間勤務していたこともあって街にも馴染があること、英語教育に力をいれようという教育方針が面白いなと思い、それが新しく開学する大学という事ですから、そこでやりたいと思った訳です。

——インタビューの最初に、特徴ある新しい大学で、意欲を持って取り組んでおられるということをお聞きしましたが、改めてどんな学生として育てて社会に送り出したいかについてお聞かせ下さい。

下ヶ橋 リベラルアーツを基本とした大学ですから、いわゆる専門技術を身につけさせる大学ではないという前提があります。ただし、そうは言っても社会に出た時に、環境分野の技術を習得された方々と接する機会が多いと思うんですね。ですから、そういった方々の、立ち振る舞いであるとか考え方を、僕の授業を通じて教えたいと思っています。

環境に関する技術的な事柄を、仮に疑似体験であっても、イチから教えるのは時間的な問題も含めて難しい所です。ただ、例えばアクティブラーニングについては、データの取り方を勉強してみようとか、あるいは現場に興味のある学生には、アルバイトの形で経験して貰う事も出来ます。今は海洋プラスチックの研究もやっていますが、一緒に現場に行くと、アルバイトでサンプリングを経験して貰いながら、手伝ってもらったりしています。

——建物の中にラボはないんですね。

下ヶ橋 ないです。しかし、広島大学の西嶋渉先生のところをご一緒にさせて頂いており、装置をお借りしたりしています。

美術館のように美しい清掃工場

——昨年9月に大阪大学で開催された日本水環境学会の湿地・沿岸域研究委員会で、先生による「黒瀬川から広湾に流入する微小粒子挙動の可視化」のプレゼンを拝聴し、非常に興味深かったです。

下ヶ橋 発表したのは海域を対象にした調査研究ですよ。ああいう計算シミュレーションは、ここでも可能なんですね。ああした取り組みはずっとやってきたということもあるので、研究としてはそれをメインに据えつつ、現場のデータを取り

ながらやっていきたいと思っています。学生には環境シミュレーションの面白さについて、常々言うてはいます。

僕もリベラルアーツを教える意味を考えた時に、その技術を身につけると言うよりは、そこで試されている試行錯誤、つまり、仮説を立ててそれを検証する実験がある、というようなところを、一部でも学生に経験させたいなと思ってんですよ。

例えば、水質分析技術それ自体を身につけるのは無理ですけども、環境工学に携わっている技術者が、実務としてどういうことやっているかという事を知って欲しいと思っています。水インフラについては、普段みられないような大規模な装置を見せてあげようと思って、取水施設の原水水ポンプを見せたりしています。

もう一つ、広島市には「美術館のように美しい」と言われる清掃工場があるんですよ。環境局中工場と言うのですが、広島の平和記念公園も設計した巨匠の丹下健三さんのお弟子さんの、谷口吉生さんが設計した清掃工場、これまで迷惑施設と思われて隠すような設計にしていたものを、「機能を率直に見せる建築」をコンセプトに、凄くきれいな施設です。

沢山の賞を受賞したらしい「ドライブマイカー」って映画のそのロケ地になったりしたそうです。原爆ドームと平和記念公園を結ぶ線の延長線上にあって、工場内を道が突き抜けて海に続くように設計されているということです。清掃工場に観光客がいっぱい来ると言うんですよ。うちの学生を連れて行った時も、担当者の人が何かの取材を受けたりしていたるみたいで、有名な施設です。

——斬新と言うか、歴史を変えた焼却場ですね。

下ヶ橋 でもこれは逆にジレンマだったんですが、いきなりこんな綺麗な焼却場を見てしまったら、学生がすべての施設がこのレベルだと勘違いするのではないかなとも思います。

環境モデリングの大切さを伝える

——今の学生に、衛生・環境工学の原点であるかつての公害問題を教えるのは、本当に難しいと言う人は多いですよ。

下ヶ橋 先日も授業でやったんですけど、昔は眼の前に公害問題があって、それを解決するために学ぶのですから、学問そのものは分かりやすかったのですが、今の時代は「これは問題になるんじゃないか」ということを想像しないといけない時代だということをお話しています。だからこそモデルも必要だし、社会の合意が大切だということをお話しています。

その意味でモデリングは大切で、「僕は今、こういうことをやっているんだよ」ということを教えて、興味がある学生がいれば嬉しいことです。計算であれば、ウェットのラボがなくともできます。一緒にやってみないか、という呼びかけをしています。

——中にはモデリングに対しては否定的で、所詮モデリングと実態と違うんだという人もおられます。

下ヶ橋 いやもう、それは当然、そういうご批判と言うか、多くの場合、それを納得させるって言うか、納得までいかななくても「しょうがないね」と思わせるまでが結構仕事だろうと思いますね。これはずっと以前の話になりますが、ある方に、モデルは「当たるも八卦当たらぬも八卦で、ないよりはいいだろう」というレベルで考える、といわれたことがあり、大変印象に残りました。

僕はモデルについては信念を持っており、当然皆が全員納得できるものは出来ないという前提で取り組んでいます。話は博士課程学生の時に遡りますが、何をしたらかという、モデルのパラメータ値を確率的に分布する不確定なものにしたんです。つまり、あるパラメータ値について、ある文献だと1と言っており、別の文献だと2だと言ってものを集めてきて、各パラメータ値に許容できる幅をもたせ、モデル計算するときランダムに選ぶようにしたんです。

それはモデル計算の手法としてもユニークだったと思います。そこが認められたんだと思います。ランダムサンプリングにより、実験池で取ったデータを再現させるためには、あるパラメータの幅がこのくらいとなる。その結果、予測計算にも幅ができ、例えば植物プランクトン生物量の予測値はこのくらいの範囲とみてほしい、という研究をやったんです。



観啓大学キャンパスの最上階・「観啓トップ」で。素晴らしい眺望で、学生が運営するカフェも(2023年、秋)

今、似たようなものがIPCC(気候変動に関する政府間パネル)が示している将来気温推定値に見られます。世界中のいろいろなモデルの計算結果を持ってきて、それで推定値に幅を持たせているんです。

——それを先駆的と言うか、戦略的に発想されたのですか。

下ヶ橋 先駆的と言われれば有難いですが、逆に言えば、「やっぱりモデルは信用できない」といわれるという先入観があって、そのパラメータ1個とってもこれは本当に1という一つの値でよいのか、不確定性はどうかとらえるのか、そういう要因をうまく取り込みたいという考えで研究を進めていったという事でした。また、そういった計算を、コンピュータを使って行うのが面白かったんです。パラメータが多数あり、それらすべてを変動させると、その組み合わせは大変な数になってしまうのですが、大学の大型コンピュータを使えたので、そこにデータを入れて一晩で100万回くらい計算させるわけです。そして、別途得られた実験池での実測値のばらつき(幅)を作り、予測値がその幅に入っていたらOK、その幅から出たら駄目という判断基準をつけました。一晩計算をかけて、朝行くと、100万回中の数個がOKであった、という感じでした。それが面白いのです。そういう、若干数学の遊び的な面白さにハマったと言いますか。

（モデルは「当たるも八卦当たらぬも…」）

——遊びとは到底思えないですね。固定値での



キャンパスは広島市の中心地という好立地に

間違いないだろうなと思いつつ、どうやったら説得できるかということを考えてきました。降水確率という言葉を見た時に、結構うまいな、と思ったんですよ。必ず降雨だとか何だとか言わなくて、何%と言っておけば、当たるも八卦当たらぬも八卦になる訳じゃないですか。それを見て、皆が「線」でやっているけど、僕は「幅」でやろうと思ったのです。

また、モデリングをする側でも、その信頼性を示すために色んな手法があります。よく言われることは、決定係数とか相関係数がいくつ以上だったら合っているという、つまり、例えば論文で決定係数0.9だとか言って、それはいいとするのか悪いとするのか、それはもう、当然ケースバイケースなんです。

だけど、それに対して論文見ていくと、レビューをしたら大体このくらいの範囲に、いわゆる評価指標が入っているから、これ以上だったら良いだろうとか、いろんな論文をやっている人たちもいて、そこはもう経験上の話ですよ。

統計学からそういうのはすごく面白いなと思っていますが、モデルは答え合わせというか、占いの答え合わせと一緒にいう面があります。結局、当たる当たらないっていうのは、もう結果、開いてみないと分からないということで、気候変動予測のやり方は、多分、一つの極論ですよ。色んな計算をしてそのばらつきを見ながら合意を形成

モデリングが信用されないのであればランダムサンプリングというものを発想するということが大変なものだろうと想像します。

下ヶ橋 ご指摘の通り、批判を受けるのは

してゆく。そうしたことも、エッセンスとして学生に教えたいと思っています。よく言われることで、気候変動は本当に起こるのかと言いますよね。それが人為的なことに起因するかどうかは分からないですけども、それはもう国際的な合意ということですよ。

（心強いアクティブラーニングの反応）

——そういう授業について、学生さんの反応はいかがですか？

下ヶ橋 環境学に初めて接する学生には、例えば気候温暖化とヒートアイランド現象を区別させるところから始めなければなりません。一つ特徴的なのは、グループディスカッションでは想像以上に積極的な会話がなされ、アクティブラーニングとして成立するし、それは手ごたえを感じます。勿論、全員がそうではなく、個人差はありますが。今の学生はそうなのかもしれませんが、僕の大学時代とは違っていることを実感しています。

——有難うございました。

下ヶ橋雅樹氏のプロフィール

1968年(昭和43年)1月生まれ、栃木県小山市出身、1990年東京農工大学工学部化学工学科を卒業し、同大学院工学研究科物質生物工学修士課程に。1992年大学院を修了し、呉羽化学工業(株)に就職、1996年退職し東京大学工学研究科化学システム工学専攻博士課程に進学(生産技術研究所)、2000年3月修了し、4月から広島大学工学部学術振興会研究員、2001年4月東大生産技術研究所助手、2006年10月東大産学連携本部特任助教授(→特任准教授)、2008年4月東京農工大大学院工学府特任准教授、2010年4月東京農工大環境リーダー育成センター特任准教授、2012年1月国立保健医療科学院上席主任研究員、2018年10月科学技術振興機構低炭素社会戦略センター、2019年9月東京工業高等専門学校非常勤講師、2021年4月観啓大学教授に就任