

突撃インタビュー

白田由香利先生に聞く

恒例の突撃インタビューも18回目となりました。今回は、学習院大学経済学部の白田由香利先生にお話を伺ってきました。インタビューは3月に行い、研究のお話だけでなく白田先生が学生を指導する際に心がけていることや力を入れていることなど、高校でも役に立つようなお話を伺うことができました。

1 現在に至るまで

コンピュータに魅かれて

高校1年の頃には既にコンピュータに興味をもちまして、とにかく計算機が扱いたかったので大学では物理学科に行こうと思っていました。ちょうどその頃というのがLSIでマイクロコンピュータを作る黎明期だったんですね。大学に入った時から、ずっと計算機センターでプログラムを組むアルバイトなどをしており、「あっ、世の中にこんな面白いものがあるのか」と思いまして、どんどんコンピュータの世界にはまっていきました。また、秋葉原にアイオーラボラトリーという伝説の店があり、そこが研究所のような不思議な交流の場になっていて、よく通っていました。そこでマイコンのはんだごての修行もし、ロボットを作ったりもしました。

リケジョのはしり

それで修士までは学習院大で学び、物理学科では理論物理学を、特に計算機による結晶成長のシミュレーションを研究していました。その後、コンピュータを学問として勉強したいと思い立ち、東大の理学部情報科学科の大学院に進学して、そこでもう一度理学修士と、理学博士を取りました。

東大の理学部情報科学科に他の大学から入った女子学生は初めてだったり、そこで女性でドクターを取ったのは初めてだったりしたので、今で言う「リケジョ」のはしりだった

たのでしょうか。とにかく面白いことがやりたい、最先端のことが見たいと思っていただけで、ロボット作りにしても、情報科学科にしても、まったく抵抗はなかったですね。



大学院修了後も大学に残りたいとは思っていましたが、狭き門だったこともあって、企業の研究所や郵政省のプロジェクトカンパニーで研究をしていました。その後、運よく「学習院の経済学部で公募があるけど応募しないか。」と声をかけてもらい、現在の職を得ました。企業の経験は、現在、学生の就活の指導で役に立っています。

学習院の数学教育

これまでを振り返ってみると、東大に行っても数学で困らなかったのは、学習院大の理学部の数学教育が本当に懇切丁寧できちんとしていたからだと思います。物理学科の学生するとき、エンドレスゼミと言って、物理数学の演習を夕方5時頃から夜中の10時頃まで、少人数で先生がついて徹底的にトレーニングされました。そのような理学部の数学教育の

素晴らしさのおかげで、私は今、数学の先生をやっているのかなと感じています。きちんとした数学教育を受けてきたことは本当に有難いことです。

2 数学に対する思い

日本の数学力の凋落

私が危機を感じているのは、日本の数学力が凋落の一途をたどっているのではないかとことです。高校の先生方も勿論感じていると思いますが、矢面に立っている私のような大学の教員は危機感を抱いています。私は自分の足元から、つまり、うちの学生をなんとかすることに注力しています。

マネーゲームに負けないために

世界では、米国等が金融工学の流れを作っています。そのような中で日本人も、きちんと数学を勉強して、車作りなどで稼いだお金を取っていかれないよう対抗できる人間を養成する必要があると思います。私の金融工学のクラスではお金の儲けをすることを教えているのではなく、お金の取っていかれないようにするために、どのようなルールで行われているのか、その数学を理解してほしいと思っています。リーマンショック後の損失を評価するにも数学が必要ですが、計算を論理で追いかけていくことができなければ損失評価額さえも計算できなくなってしまいます。オリンピックでも、ルールを知らないことには勝てません。金融工学のルールは数学で書かれているので、やっぱり数学を分かっている方がいいのです。

数学を理解してほしい

AI の分野でもベイズ推論などの研究は盛んですし、便利なツールもたくさんあるのですが、その数学をきちんと理解して使っている人が少ないかもしれないことも問題です。

機械学習¹⁾が流行りなのでツールはたくさんあるのですが、きちんとその数学を理解していないと正しい分析は出来ないし、モデルの拡張も出来ません。ですからきちんと教えることが必要です。しっかり教えないと学問としての発展が停滞します。この数学を理解できる人をたくさん養成しておかないと、日本が世の中の流れについていけなくなると思います。

普通の統計を必要とする人が 100 人いたとすると、ブラック=ショールズ方程式²⁾を必要とする人は 1 人かもしれない。さらにギブズサンプリングの条件付き確率の数式を必要とするのは、0.01 人くらいかもしれない。この式を必要とするのは、日本の中でも限られた人ですが、そんな人を多く養成していかないと日本は停滞してしまう可能性があるでしょう。

3 専門家としての取組

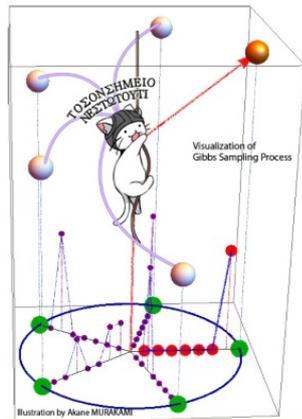
経済学を支える数学

私はコンピュータサイエンティストなので、コンピュータのプログラミングは自分でやっています。最新の自信作は、「ベイズ推論のギブズサンプリングのシンプルトピックモデルのクラスタリング」³⁾です。それでスライダーを動かすと猫さんがくるくる回るイメージです。玉の高さがグループの ID を表していて、それぞれの文章がクラスタリングされており、徐々に収束していく様子が見えるのです。

¹⁾ 人間が自然に行っている学習能力と同様の機能をコンピュータで実現しようとする技術や手法のこと、応用例として画像認識やスパムメール判定など様々な事例がある。

²⁾ 金融工学においてオプションなどの値付けを決定するための確率偏微分方程式

³⁾ <http://www-cc.gakushuin.ac.jp/~20010570/mathABC/SELECTED/> 参照。フリーソフトウェア Wolfram CDF プレーヤをインストールすると、グラフィクスツールが動かせるようになっている。



ギブズサンプリングのコンセプトイラスト

現在 AI の世界で必要とされている数学は、ベイズ推論によるクラスタリングだと考えています。例えば、これは Google などの画像検索で、犬と猫の写真を見たときに、犬なのか猫なのかをどう判別するのか、そういう画像のパターン認識に応用されています。画像の持つ特徴量を例えば 200 個ほど持ってきて、どちらに属するかを学習させて、パターン認識をする方法なのですが、そこに使われているのがベイズ推論です。このベイズ推論のアルゴリズムを、経済物理学の最先端では、株価などでどのような経済主体がいて、どのような買い方をしているのか、そのグループを割り出す手法として使えます。適切なデータが入手できれば、ヘッジファンド⁴⁾なのか、証券会社がどう動いたのかなどをベイズ推論でクラスタリングできるのです。

経済の分野ではもちろん、経営などのマーケティングの分野でも消費者行動のパターンを分析するときに利用可能です。また、テキストマイニングなどでも使えます。ウェブの自由アンケートのデータを大量に (ビッグデータです) 集めてきて、例えば消費者がこの洗濯機についてどのようなクレームがある

⁴⁾ 機関投資家や富裕層などから大規模な資金を集め、金融派生商品などを活用すること

のかを分析する。その際に、一つ一つのアンケートを人間が全て読むではられません。アンケートの文章を全て入力し、テキストマイニングでトピック抽出するのです。テキストマイニングでもこのギブズサンプリングは広く使われています。

ギブズサンプリングとは、マルコフ過程モンテカルロ法 (MCMC) のシミュレーションの手法のひとつです。そのアルゴリズムを使って、図では 5 つの文書の中で、猫がぐるぐる回りながら、文書の属するグループを探しています。残りの $n-1$ 個の文書の情報から、その文書のグループを決めるのです。ある文書が属するグループを見つけるために、残りの $n-1$ 個を使ってグループの確率密度関数を計算することによって、その値からグループを特定していく方法です。難しい内容ですが、猫のヘッドセットに $n-1$ 個の情報が入ってきて、文書のグループが何番であるのかを決めているということを図で見せながら説明して、それから数式を見せると、数式を理解してくれるんですね。

世の中で自分の価値を高めるために数学を
ブラック＝ショールズ方程式は難しいので、学部学生には教えていません。学部生には外国債券の経過利子付きの値決めの計算まではやらせています。実際の証券会社のウェブサイトなどを使います。例えば、外国の債券で 3 年もので、実際の満期利回りに基づいて半期の複利計算で計算させて、計算結果と証券会社の掲示している結果が一致することを確認させます。もし銀行に就職したときには、こうした計算の意味が理解できるように教えています。

これは単なる複利法の計算ですが、学生の中には、難しいと考えている人もいるでしょうね。うちの学生の就職先は、金融関係、銀行やカード会社などが多いのですが、その会社の中で自分の価値を高めるために、お金

の計算はできたほうがいい。お金の計算ができるようになると思うと、今まで数学Iしかやってこなかった学生や高校3年間ほとんど数学をやってきていない学生でも元気が湧いてくるようです。「計算ができるようになりたい」という気持ちが高まり、数学を勉強してくれるのです。

2つの方策「可視化」と「演繹推論」

難しい数学を分かるようにどう教えるかということを日夜考えながら様々な手を打っているのですが、方策として私には2つのポイントがあります。1つは「可視化」を重視すること。もう1つは「演繹推論」をきちんと教え、使った公式を明らかにしながら、今日解けた問題が明日解けなくなることがないようにすることです。

「可視化」に関しては、すべてウェブ⁵⁾で公開していて、日本語と英語でビデオ解説したものを載せています。その代表作としては、「中心極限定理」をグラフィックスで動かしながら教えるというものがあります。「演繹推論」に関して、今までで最も大きなものとしては、ブラック＝ショールズ方程式の解を求めるといったものがあります。

基本的な考え方として、学生に数式をそのまま見せても「難しい！」とって理解してもらえないので、まずはグラフィックスで見せて、後から数式で追いかけていく手法を取っています。

「演繹推論」の教材作り

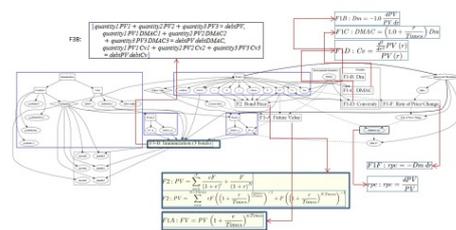
お金の計算は随分とやらせますね。そうでないと、例えば円高になった時に外貨預金をしていても、どのくらいまでいったら赤字になるとかということがわからずに損してしまいます。例えば銀行のチラシで、「始め2か月年利率10%」とあった場合、それがどれだ

け効いてくるのかがわかっていない人が少ない。2か月ということは、その後はまた通常の年利率0.03%とかになるということに気がついていないんですね。だから、お金の計算では国語力と、そのあと式が立てられるのかと、計算が間違えないできちんとできるのかという要素があります。そこで、それらを鍛えるために演繹推論を徹底的に学生には教えています。

大学の演習問題が少ないので、学生の「もっと練習しておきたい」という要請に応えるために、演繹推論の教材自動作成システムは自ら作っています。それから、金融工学の債券数学の分野で公式を整理してみたら、十数個しか使う公式がなかったんですね。それをきれいに整理して、その公式間の関係をダイアグラムにしました。このダイアグラムがその道の人から見るとTシャツの図案にしたいくらい凄く価値がある図なんです。こうした公式のデータベースシステムを作って、途中の計算は数式処理システムに任せて、個々の文章題の解答の演繹推論プロセス図を自動生成するシステムで演習問題をどんどん作っています。

A Concept Model of Bond Mathematics

copyright 2011 Prof. Yukari Shiota, Gakushuin Univ. All Rights Reserved

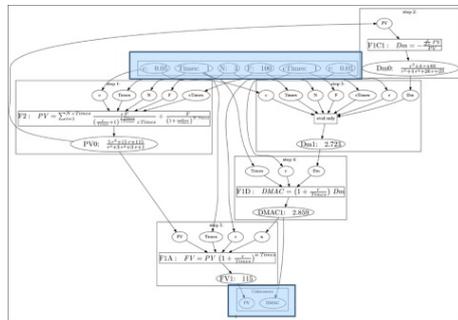


債券数学の公式間関係ダイアグラム

そうして作った公式間関係ダイアグラムで、「与えられたデータはこれで、皆が計算したいのがこれです。ここからここへ行くにはどの公式を使えばどり着けますか？」というように教えます。そうすると「どの公式を使うべきか、あ、わかった。」となって、そ

⁵⁾ <http://www-cc.gakushuin.ac.jp/~20010570/> 参照

の公式を順番に当てはめていくのですが、それが単純にはたどり着かないんですよ。あっちの公式使って、こっちの公式使ってと経路を見つけていくのが本当に面白い。その手順を公式間関係ダイアグラム上に付箋を貼りながら、「ここからここへ行く path を見つけましょう。」って教えるんです。そして、個々の問題の解答の演繹推論プロセス図によって、どのルールをどれに適用したかをビジュアルで示してわかるようにしています。



文章題の解法の演繹推論プロセス図の例

海外での活動

国内だけでなく、国外でも英語で統計を教えています。一番頻繁に行っているのがインドネシア国立大学の工学部です。インドネシア国立大学は日本でいうところの東大です。大臣や首相もよく出ています。

私は動物が好きなので、インドネシアの動物のことを案じていて、私が数学を教えた人達が論理的に物事を考えてくれて、結果として少しでもインドネシアの動物がハッピーに暮らせたいなと思っています。動物が絶滅してしまうと人間だって危ないんですよ。それで地球の未来を握っているのは、熱帯雨林の量と動植物の量ではないかと考えると、やはりキーマンになるのはインドネシアとブラジルあたりだと思うんです。それらの国のリーダーがどのように考えるのかが非常に重要だと思います。私は数学で頭を鍛えた人間は、論理的に物事を考えて正しい判断をして、人類が絶滅しない方向に指示をしてい

てくれるのではないかなと思うんですよ。ですから、彼らがインドネシアの動物の行く末も含めて、人類にとって良い方向に意思決定していってくれたらいいなと願っています。私ができることはあまりに微力ですが、何もしないよりはずっといいと思います。私が一生懸命教えると彼らもちゃんと感じてくれていますよ。日本でも同様に、「自分の家族のために意思決定を間違わないようにね。そのために数学を勉強しましょう。役に立ちますからね。」と教えています。

現在の研究について

私が今、研究で興味があることの 하나가 株価分析です。これについてはインドネシア大学のムハンマド先生とリリー先生と一緒に論文を書いています。2011年にタイで起きた大洪水の影響で、タイのアユタヤ地方に工場を進出していた日本企業が大打撃を被ったんですね。そのときに、日経 225⁶⁾の上にガンと急激な変化が起こったんですよ。それで主成分分析のような SVD という手法で、日経 225 の会社の株価、それから横軸にその時系列という行列データを分析していくんです。この行列は正方行列ではないので、特異値分解⁷⁾で主成分分析するんですね。そうすると横軸が 80 日とすると、 $80 = \min(225, 80)$ なので、主成分が 80 個出てくるんです。この主成分のうちの、ガンと衝撃を受けてしまったグループは何番目のグループかというのをあぶり出すんですよ。影響の大きさはその固有値の絶対値でわかります。それで、例えば 9 番目の主成分の絶対値が大きかったとします。9 番目の主成分の固有ベクトルの 225 個の要素を見てみると、A 社が下に行っていて、他にも B 社や C 社や D 社も同様に下の方に

⁶⁾ 日本を代表する企業 225 社の株価の平均値を加工したもの。日経平均株価。

⁷⁾ SVD. 任意の $m \times n$ の行列 A を $A = U\Sigma V$ のような行列の積で表すこと。信号処理や統計学の分野で用いられる。

いる。これらはタイに工場を持っていて被害を受けた企業だというのがわかるんです。こういう研究をしていて、学部生にもやらせています。

この結果で面白かったのが、9番目の主成分の中でA社は確かに具合が悪かったというのがわかる。他にも4つの建設会社が落ちているんですね。これらの建設会社はタイの治水工事の洪水のコントロールのために、タイ政府から大きな仕事を受注したりしているのです。だからその関係で、洪水が起って、何か壊れて、ドンと株価が下がったのではないかと推測ができる。まだ裏はとってないのでわかりませんが、ここに座って、日経の株価を見て、それで特異値分解するだけで、そういう分析ができるというのがデータの分析の面白いところなんです。でもこの面白さを高校生に伝えるのはちょっと難しいかな。しかし、興味のある高校生だったら、ビジュアルで見せて、「こういうことの裏で数学が動いてるのよ。」という話はできると思います。よく「何のために数学が必要なんですか。」なんて言い方がされますけれど、数学は世の中で役に立っています。数学ができないとそういう分析もできないですよ。

4 学生に対する取組

経済学部志望の高校生に望むこと

まずは社会に興味を持ってもらうのが第一で、数学が得意でなくても構いません。身近なところでは、自分の家族や何かのお金を守ろうという時には、銀行の外貨預金だとかのその辺のチラシを見て、そこに書いてあることが何であって、どんな計算をしているのかということを知る必要があるわけです。実際にチラシをもらってきて、それを教材にして数学を教えている先生が学習院大にはいるんですよということを分かってもらいたいです。「住宅ローンで毎月いくら払ったらいい

んですか?」「リボ払いはどういう計算をしているんですか?」とか、そういうところで社会に興味を持ってくれば、それを導くために必要な数学を教えます。

リアリティのある数学

講義では学生さんたちの興味を高めるために、役に立つ数学を教えています。住宅ローンの計算やリボ払いの計算などの文章題を小説風に仕立てて「さて問題です。」と入れ込んだ教材を作っています。⁸⁾そうすると、学生ものめり込んできて、「あの話に出てきたお姉さんは離婚した後どうなったのか。」と質問されることもあります。その小説から「人生を真面目に生きなければならないと感じました。」という感想をもらうこともある。学生にファミリーの一人としてファミリーのために、リボ払いや住宅ローンを理解してほしいんです。そのため、できるだけ具体的な例で教えています。リアル感のある小説ストーリーを書かないと共感してくれないのです。よく「そこまでやるのか?」と言われるますが、そこまでやった方が効果があるんです。教室での学生を見ていて、役に立つ数学の方が効果があるなど感じて、次第に実用面にシフトしてきました。

テキストになっている文章は、小説の得意な千葉商科大学の橋本隆子教授が書いてくれています。橋本先生は、当時学習院大学でも非常勤講師をしていていましたが、橋本先生の書く小説は本当に面白い。日経ビジネス関連の女性に「数学を教える」という企画で、私と橋本先生で女性向けの金融に関する講義をやったこともあります。

問題としては、「24万円のブランドバッグを買いました。リボ払いで、年利率15%です。毎月1万円ずつ払っていきます。何か月で完済できるでしょうか。」とか、「ある

⁸⁾ 白田他「大学生のための役に立つ数学」、第9章、共立出版、2014。

塾で 5000 人規模の全国模擬試験がありました。中山ジョジョ太郎君は国語で偏差値 20 を取ってきました。お父さんは『お前の下に何人いると思っているんだ!』と怒鳴りました。お母さんはどうしようと泣いています。母集団は 5000 人でした。正規分布を仮定します。ジョジョ太郎君の下に何人いますか」とか、全て実学です。

本物のチラシを持ってきて、参考資料としてベタッと貼り付けて期末試験で出したこともあります。ローンの問題で、「今住宅ローンの借り換えをしたらマグロの寿司何貫分お得になりますか」というチラシが駅前にあったので、それをアレンジして期末試験にしました。



効果大の演習

「経営数学入門 A/B/C/D」という演習講義があって、1 クラス 10 人以下の少人数で先生と院生がほとんどマンツーマンモードで教える講義があります。履修者には数 I しかやっていないとか、2 次方程式を忘れたとかいう学生もいます。中には数 II をやってきたはずなのに、自信を持って「私は対数なんて学校で教わっていない!」という人もいます。「高校では教えてるはずなんだけれど...」と思いつつも、「初めてでもいい。金融工学では金利の計算で対数と指数が絶対必要だから。はい、覚えましょう。」と言って対数をやるんです。それと、徹底的に微分をもう一度おさらいして、それで金利の複利

計算を教えるんです。指数や対数の計算に慣れていない学生でも、演習を重ねていくと伸び方は大きいですね。そのための可視化の教材もいっぱい用意してあります。誰でも金融数学は初めてですので、皆同じところから始めたような感じになります。

元気を与えて、褒める

学生に対して私が取り組んでいるのは、難しい数学を楽しくわかるようにどう教えるかということです。数式だけ見たら元気がなくなってしまう学生さんに、元気をもらいたい。ビジュアル教材で概要をつかんでもらって、先生が言っていたのはどこだろうと考えてもらって、難しいテキストを読む元気を与えます。また、私が教えるのは文系の学生ですから、何度も励ましています。「先生わからない」とか「駄目だ」と言って泣きそうになって質問に来る方にも「勉強を始める前に比べれば三步前進しています。大丈夫大丈夫。」と、褒めています。

数学 7 番勝負

私の授業では半期に一度「7 番勝負」という「この小テストで満点を取ると先生が松本楼⁹⁾のカレーランチを奢ってあげます」という企画をやっています。前期が「金融数学 7 番勝負」で、後期が「ラグランジュ未定乗数法¹⁰⁾ 7 番勝負」となっています。学生は「どうしても先生と松本楼でカレーを食べたい!」と言って、それを目指して一生懸命勉強してくれます。そうすると結構ミラクルが起こって、数 I しかやってこなかった学生がテストで 100 点を取ったりするんです。それでカレーを食べて、皆で写真を撮って、賞状をあげるんですね。お父さんから「お前には

⁹⁾ 学習院大学に出店している。

¹⁰⁾ 制約条件 $g(x, y) = 0$ が与えられている関数 $f(x, y)$ の極値を求める方法。 $f(x, y) - \lambda g(x, y)$ の偏微分を用いる。

無理だろうから、お父さんが日比谷の松本楼でカレー食べさせてやるよって言われたんだけど、それを断って勉強してきた」と言う子がいて、そういう子には「偉い！」と言いなから賞状授与です。そうやって自分で一生懸命勉強して100点を取って、親に「どうだ！」と言ってドヤ顔して、それでカレーを食べたときには、そのカレーの味は自分で勝ち取った味だから本当に美味しいと思います。

復習ビデオ教材作り

また、期末の他に年6回小テストをやっている、その度にすぐ速報で分布図を出しています。分からないところは「How to solve it」という私が開発した教材システムのビデオで確認できます。これは学内だけで見られる解説ビデオです。ビデオもテストの度に作っています。学生が質問状を出してきたのに対してビデオを作ります。「How to solve it」がないと学生がやっていけないのをよく分かっているの、このビデオは家でも見られるようにクラウドシステムになっています。

全ての学部向けの統計のクラス

全学向けのクラスでも統計を教えている、そこでも可視化教材を使って効果を上げています。大学の全学向けの統計でどんなことを教えているかという、平均と分散から始めて、正規分布、 t 分布、 χ^2 分布を教える、 F 分布、分散分析のところまで行って終わりです。 F 分布、分散分析だどちょっとわからない人がいますが、 t 分布は実際にデータを取って演習をやらせるので理解してくれます。

仮説検定も、エクセルでいくつかの数値だけ見ても、エクセルだと片側だとか両側だとかわからなくなってしまうと思うんですね。私の場合はビジュアルで確率密度関数を見せながら、「95パーセントでここだから帰無仮説棄却」というようにやるんです。絶対ビ

ジュアルでやった方が分かりやすいと思います。数値だけで帰無仮説棄却と言っても学生の中には頭の中でイメージを作れない子が出てきてしまいますから。

それから共分散の可視化教材も作りました。分散に関しては正方形の和とイメージしやすいのですが、共分散に関して長方形の和だということは、示してはいないですよ。分散はわかるけど、共分散はよくわかっていない学生が多くて、同じ全学の統計を教えている高橋裕教授(専修大学)と私の2人でグラフィックス教材を作りました。そうやって日夜「どういう風に学生に見せたら伝わるだろうか」ということを考えています。

もし高校で授業をするなら

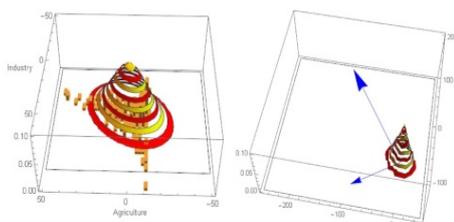
今、大学生に統計を教えている、教材も工夫して作っています。ですからもし、私が高校で出張講義を依頼されたら中心極限定理を面白く教えたいですね。グラフィックスの教材は日本語のものと英語のものがあります。母集団が離散分布でも指数分布でも何でも、標本平均の分布はサンプルサイズが30くらいまでいくと正規分布に近づいていくのが見えます。それを見せたいですね。中心極限定理は教えても教えてもなかなかわからない。でもビジュアルでやるとわかるんです。

5 数学の魅力を伝えるために

大切なのはイメージ

私は世界の線型代数のテキストが全然経済学部向けになっていないのが問題だと思っています。固有値をどう教えるかについても本当に何とかしなくてはいけないと思っています。それで、どうやって我々のチームが固有値を教えているかという、周りにあるどんなデータでもいいので、 x と y のデータを持ってきて、それでまず3次元的なヒストグラムを作ります。それでその分散共分散行列を求めて、それにビジュアルにすると帽子の

ように見える2次元正規分布を被せます。そうするとこの帽子が対称ではなくてある方向に引っ張られているように歪んでいるので、その方向が固有ベクトルの方向で、どのくらいの力で引っ張ったかというのが固有値ですよというように説明しているんですね。そうやってビジュアルを使って教えるとデータ工学の大学院生でも、見ただけで「わかった!」と言って喜んじゃうんです。なぜ、こうやって教えないのかと思うんですね。線型代数のテキストでは行列があって、固有方程式を解いて、固有値を求めて、固有ベクトルを求めてという流れで教えていますけど、ビジュアルで見せれば、それで主成分分析と関連づけてオッケーなのです。



固有値と固有ベクトルの視覚的説明

高校の数学から行列がなくなったことと、もう一つは期待値が削られたこともとてもショックです。

世界の研究者と数学でおしゃべり

前述のムハンマド先生と一緒に研究をしていたときのことで、二人で論文を書いている、「私はこっちのいろんな背景説明の章を書いていますから、先生はこの手法がこっちの経済物理学の論文の手法とアプローチは違うけど結局数学的に同じことをやってるんだという節を書いておいてくれますか?」と言うと、それだけで話が通じるというのがやっぱり数学の醍醐味ですよ。それで同時に論文を仕上げるわけですよ。宗教が違って、国が違って、周りの環境が違って、やっぱり数学は共通言語なんです。その快感は他では味わえないと思います。

教師の一言の大切さ

今回、こうやって一生懸命話しているのは、本当に凄い数学の先生が千葉県の高校の数学の先生方の中にいらっしゃるのを知っているからです。いつもインタビューで数学の話を懸命にしても、削られてしまいます。私は実学に近い、何円とか何オーストラリアドルとか、そういう具体的な応用数学をやっていますが、高校の先生方の中には代数学とかに造詣が深く、一人でずっと抽象数学の研究を続けていらっしゃる方とかいらっしゃると思います。皆さんの学校でも数学の好きな生徒が来て、「先生、ちょっとこの本お借りしてもいいですか?」と言われる先生がいたりだとか、他にも「もっとこの先の数学を勉強したくて、受験勉強とは関係なくもう数学が大好きでたまりません。」っていう生徒の指導をなさってお話聞いてあげたりしている先生がいたりすると思うんですね。そういう先生方が日本の将来の数学の好きなリーダーたちを作っていくんだろうな、学習院大学名誉教授で世界有数の代数幾何学者の飯高茂先生もそうやって初めの段階で高校の先生が本やなにかを貸してあげたから世界の数学者になったんだろうなと思います。やはり、教育は大事ですよ。

私自身も趣味でロボット作りなどをしてきて、それが今、天才少年を連れてきた親御さんの相談に乗るというボランティアに役立っています。ボランティアでそういう生徒さんのお話を聞いたりするんですけど、皆凄くできるんですよ。代数学だったら私よりできるんじゃないかなあ。それで親御さんが「この子どういう道に進んだらいいんでしょう?」と、私のところに相談に来るんです。大体そういう数学少年に共通しているのが、もちろん数学ができる。加えて、ロボットが好きとか、天文学が好きとか、作曲しているとか、そういう感じですね。それで「何を読んでいるんですか?」と聞くと「岩波の数学概論」

とか言うので、飯高先生の本や代数学の本を薦めて、それでお話を聞いてあげます。また、「どんな数学を学んでおいたらいいですか?」とか聞かれるので、「どんな分野に進むにしても、フーリエ級数やウェーブレット解析とかやっておけば、いろいろなところで役に立つからいいんじゃないかしら」とか、「大学に来るとあなたのような人たちが集まって数学科で研究していますから。」などと答えたりしています。そうやって来る子たちは皆、自分が考えたことなどを一生懸命ノートに書いて持ってきてくれるんですよ。それには「凄いね」と言って、カレーを奢ってあげて、お話を聞いてあげると皆満足して帰っていきます。そういう方達が将来、数学科の先生になったり、物理学の研究者になったり、経済物理学の道に進んだりするのかなと思います。

こういうボランティアも日本の数学力を高めるのにつながっていて、「日本の将来のために、この先きっと凄い研究をするんじゃないかな」と言って励ますというのも数学教師の役目かなと思っています。

高校の先生方へメッセージ

先生が学生さんに与える影響の大きさといえば、大学はもう大人なのでそれほど影響はないと思うのですが、高校は本当に影響が大きいと思うんですね。最近はメンタルの面で学校を辞めてしまう人とか、学校へ行かなくなってしまったりとか、だんだん多くなってしまっていますよね。そう考えると複雑系の分岐点という意味では、高校の1年くらいでの先生のちょっとした励ましが一番効いて、その子の人生が大きく変わったりするのかなあということを感じます。だから、ちょっとでも数学ができるようになったら、その分褒めてあげてもらえるといいなと思います。私も一生懸命周りの学生に「三步前進したね。エライ!」とか言って、褒めています。

それで、日本人の自尊心がどこで欧米に比べて低くなるかというところ、かなり数学で痛めつけられているところに原因があるのではないかと思うんですね。大学に来て私の周りで何だか人生が明るくなったという学生がいて、はじめ「それって何を大袈裟なことを言っているんだ」と思っていたら、よく考えてみると、自尊心を傷つけられていることのナンバー3のうちの一つには、数学教育で痛めつけられたというのがあるのではないかと思うんです。だからその分、大学に来たらよくわかったとか、先生に褒めてもらったとか、前よりできるようになったとか、良い面を数学教師が発見することが大切だと感じています。それで「数学ってちょっと楽しいな」と思えるように指導しています。そうすると不思議なもので、人生前向きになるのですよ。数学のトラウマが消えるだけで、人生が全般的に前向きになったりしちゃうんですね。学生を見ていてこれが本当に不思議なんですよ。

ですから高校数学教師の皆さんは生徒の人生の複雑系の分岐点のところにいるのではないかと思います。小学校からずっと痛めつけられてきた数学で、ちょっとでも「ここがいい」というように褒めてあげると、その子の人生全部が変わってくる可能性があるのです。数学教育ってすごいパワーがあるなと感じています。自分も毎日頑張りたいと思います。



お忙しいところありがとうございました