

「数理・データサイエンス教育のゆくえ」



齋藤政彦さん

(神戸大学副学長／数理・データサイエンスセンター長)に聞く

IoT、ビッグデータ、AI、ロボットといったキーワードで語られる第4次産業革命。インダストリ4.0とも呼ばれるこの変化はとても急速に起こっています。あらゆる産業がICT化するとも言われています。これからの数十年の動きをどう予測し、日本の若者たちにどのような教育を提供し、どのような人材を育成していく必要があるのか。教育もまた大きな変革を迫られています。今回は、理工系人材育成を旗印に、2017年12月に「数理・データサイエンスセンター」を立ち上げ、世界で活躍するための数理・データサイエンスリテラシー教育を推進しておられる、神戸大学副学長で数理・データサイエンスセンター長の齋藤政彦教授に語っていただきました。

インタビュアー：CIEC 会誌編集長 横川博一（神戸大学）

急がれる理工系人材育成

横川 今日は、今、大きな動きとなっている「数理・データサイエンス教育」について、その現状と将来像についてお話を伺いたく思い、神戸大学副学長で数理・データサイエンスセンター長を務めておられる齋藤先生を訪問させていただきました。どうぞよろしくお願いいたします。

齋藤 こちらこそどうぞよろしくお願いいたします。

横川 今、第4次産業革命と言われていて、文科省の数理データサイエンス関連事業や採択事業なども動いていますけれども、AIを始めとしてビッグデータの扱いをどうするか、社会の産業構造自体も変革していくような、そういう動きの中にあるのですけれども、その中で大学での数理データサイエンス教育の動きがありますね。神戸大学では齋藤先生がその中心となって進めておられるわけですが、どのようなビジョンを持っておられるのでしょうか。

齋藤 そうですね、まず、基本的なことになりますが、「大学の機能強化」というのが第二期中期計画の終わりからありまして、第三期中期計画に向けて機能強化案を大学全体で考えていました。神戸大学でも2013年にミ

ッションの再定義というのがありまして、各部局ごとにどういうミッションをもっているかということを明確にせよということで、作業をさせられたわけです。そのときに、理工系の重要性、これは理工系の学部だけではなくて、理工系的な教育が日本では足りないのではないかなというようなことが言われておりました。それで、これは決して人文的な教育の軽視ではなくて、理工系の基礎教育といったものが欧米やアジア諸国に比べて遅れてきているのではないかな、というような話もあったんですね。

横川 その当時は、齋藤先生はどのようなお立場だったのでしょうか。

齋藤 私は当時、理学研究科長で、ミッション再定義、それからそれに続く機能強化というのに関わってきました。その中で理工系人材育成というのがどうあるべきか、STAMS（スタムズ）というんですが、自然科学系の理学研究科、工学研究科、農学研究科、システム情報学研究科、それから海事科学研究科という5つの研究科と先端融合研究環の部局長の集まりがあり、そこでこれからどういうふうに理工系人材を育てていくかを考えはじめました。一つは、やはりグローバル化というのがありまして、神戸大学の場合は人文・社会系ではいろいろなグローバル教育の取り組みがあって、その中に入れて

いなかったもので、そちらの方のグローバル教育をぜひやりたいということで、グローバル教育の方面と、それからやはり専門性にとらわれずにもう少し横断的な教育ができないかというようなことも話をしていたわけです。

横川 「専門性にとらわれずに横断的」というところがいいですね。そのことが、数理・データサイエンスセンターの設立にどうつながっていったのでしょうか。

求められる数理・データサイエンス教育

齋藤 今でも日付をはっきり覚えているんですが、2016年4月11日、首相官邸産業競争力会議があり、ここで第4次産業革命に向けた人材育成総合イニシアティブというのを、文科大臣が提案されました。その内容がまさに数理データサイエンス教育の強化だったのです。初等中等教育から大学教育、それから大学院教育と、こういった具合に一貫通貫に数理データサイエンス教育を強化しなさいということを言われました。これを機能強化に活かそうということで、2016年度に数理・データサイエンスセンターとして、教育を前面に出し組織整備の概算要求を行いました。

横川 文科省が先導して推進したわけですね。

齋藤 そうです。そして、これを出されたときに、平成29年度の概算要求で全国に数理データサイエンスに関係する10拠点を創るという政策課題の公募がありましたので、そちらの方にも申請させていただいたことです。ですから大学の機能強化による組織整備の概算要求と全国の10大学の拠点の申請を同時に行いました。残念ながら拠点の方には採択されませんでした。組織要求の概算要求で、数理データサイエンスセンターの予算が付きましたので、教員配置や組織整備を進めていきました。

横川 全国的にはどんな動きになっているのでしょうか。

齋藤 全国的な状況で言いますと、北大、東大、滋賀大、京大、阪大と九大、この6大学が拠点に採択されました。平成30年度は残りの4つを決めるというのもあったんですけども、関西地区では、滋賀大、京大、阪大と3つが採択されていたので、地域的にみるとなかなか厳しいかなあという感じではありました。しかし、数理・データサイエンスセンターの予算は付きましたの

で、2017年度に整備していこうということになりました。いろいろありましたが、最終的に2017年12月にセンターを設立することができました。

センターの主な目的は、まず、学士課程に数理・データサイエンスの標準カリキュラムを入れていこうということで、(資料を見せていただきながら)今こういうカリキュラムを作っているのですけれども、理系だけでなく全学的に、文系、社会科学系、理系、それから生命医学系も入れて、こういう数理データサイエンスの標準カリキュラムコースをつくるということをやりました。平成30年度入学生から10学部のうち7学部で導入することができました。

横川 社会全体として、大学であればすべての学生が身につけるべき能力として数理・データサイエンスが位置づけられるということですね。

齋藤 そうですね。しかし、数理・データサイエンスのデータサイエンスというのはなかなか学問としての定義が難しいです。一応ある海外の研究者の定義では次の様になっています。まず、数理と統計の知識ですね。データを数学的に理解する面と、それからプログラミング能力や計算機を活用する能力、それにプラスしていろんな専門の能力が加わりまして、この三つの能力がですね、レンズのようになって重なって、重なったところがデータサイエンスだろうと。すなわちいろんなデータがあるんだけど、それを数学や統計的なバックグラウンドと、プログラミングを自分で実際使って分析し、解釈する、そして自分の専門分野に活かしたり、新たな知見を得る、というこの三つのことがデータサイエンスということの特徴づけるとい人がいます。だから単に統計ができるとか、プログラミングができるだけではだめで、そこから専門的な知識を加えて、価値を産み出すような教育をしなければいけないというのが今いわれているところではないでしょうか。

横川 なるほど。神戸大学は全部で10の学部があって、学部組織だから縦割りになっているわけですけど、そこに横串をさして、自分のそれぞれの専門がきちっとあったらうで、数理・データサイエンスリテラシーを身につけることで新しい価値を創造していった、第四次産業革命に備えていく、ということなんですね。

齋藤 そういうシナリオです。政府の方でも、この数理・データサイエンス教育というのは、内閣府とか経済

産業省の方でも非常に注目されています。ここに Yahoo の安宅知人さんという人の「シン・ニホン、AI × データ時代における日本の再生と人材育成」というレポートがありますが一読をお勧めします。データサイエンスの教育の必要性、世界の中で日本が置かれている状況がわかりやすく、述べられています。安宅さんというのは Yahoo ジャパンのチーフストラテジーオフィサー (CSO) をされている方で、私も滋賀大学のデータサイエンス学部の設立記念のときにこのお話を聞いたんですけど、非常に説得力のあるお話でした。

第4次産業革命のインパクト

横川 「この国はスクラップ&ビルドでのし上がってきた。今度も立ち上げられる。」という「シン・ゴジラ」をもじったものですね。

齋藤 そうです。たとえばこの安宅さんのレポートにはニューヨークのウォールストリートの2枚の写真があります。一枚は1900年で、ここは馬車しか走っていません。ところが、T型フォードが開発されたのち、1913年にはもう車しか走ってない状況になっている。こういう形で、産業革命というのは非常に速い速度で浸透していったということです。情報産業革命という第4次産業革命である現在、まさにそういう時期になっていて、たとえば株価の時価総額では、アップル、グーグル、マイクロソフト、アマゾンとフェイスブックなど、上位5社がすべてアメリカの情報産業になっています。トヨタでも10位には入っていません。ひと昔前、産業の中心が石油だったころ、たとえば20年くらい前はエクソンモービルが1位で、トヨタが7位くらいに入っていたんですけど、今はまさにそういうところが落ちてきて、情報産業、つまりビッグデータを扱っているところが上位をしめています。データというのは21世紀の石油資源だという人もいます。いろいろなデータ資源をいろいろなところから集めてデータから得られる権益を独占しようという動きもあるようです。

安宅さんが言わんとしていることは、大学で教える教養というのも変わってきているんだろうということなんです。僕は基本的にはそれほど変わってないと思ってますけど、日本語で正確に論理的に話す力とか、英語で言うべきことをちゃんと伝える能力だとか、あとは問題解決能力ですね。それからそこに統計、プログラミングなどのデータサイエンス、データリテラシーとかいうのが入っているのだと思います。この4つの力の中に数学も当然入っているわけですが、こういうものが大学における

新しい教養になっていくんじゃないかということと言われています。一方で、今の大学の教養教育の内容が悪いとは言わないけれども、データリテラシーといったような教養教育はやはり不足しているのではないかということで、ぜひ入れていくべきだろうと思っているわけです。

横川 今起こっている第4次産業革命というのは、ICT革命ですね。今見せていただいたニューヨークのウォールストリートの変遷が2枚ほどありましたが、第三次産業革命が起こるまでのスピードとはかなり違って、とても急速に進んでいる。私たちは、まさにその只中にいるということですね。

齋藤 20年前には今日の前にあるような性能のノートパソコンやタブレットもなかったし、携帯電話もなかったのだから、電話も公衆電話を使っていましたが、今それがほとんどなくなってしまいましたね。その違いというのは比べてみればわかりますけど、ほとんど連続的になっていてその変化に気づかないくらいですね。だからもうすでに起きているんだと思っています。まさにスマホとインターネットに世界中のいろんなものが常時繋がっているという状態においては、ビッグデータというのが自然に発生して、それを解析することによっていろんな価値が生まれてくるという状態になっているわけですね。それを人工知能でいろんな解析をする方法も出てきているし、それだけの計算能力も非常に安価に得られるという状態です。だからそういう状態というのは目には見えにくいかもしれませんがね。

神戸大学の数理・データサイエンス教育

横川 とても興味深いですね。ところで、このような状況にあって、神戸大学では数理・データサイエンス教育というのはどのような形でスタートしているのでしょうか。

齋藤 基本的に4つの科目から標準カリキュラムを作ろうと思っています。一つは数理科目。これは通常の数学の科目なんですけれども、神戸大学の場合はすべての学部の入学試験で数学を課しておりますので、一定の数学の素養を持った学生が入ってきていると思います。これは社会系、文系でも同じです。それに加えて線形代数とか微分積分については教えようということです。ここから4単位以上履修することになっています。それから統計科目。統計科目についてはいわゆる数理統計の範囲です

けども、やはりいろいろな平均とか標準偏差とかそういう統計的な基礎ができてないとなかなかデータ解析が難しいので、そういう統計科目を入れます。それから情報科目というのはコンピュータを用いたプログラミングの能力をある程度要するというので、このプログラミングまではなかなかいけないかもしれないんですけども、統計科目と情報科目はそれぞれ2単位以上修得を課しています。後に、まさにデータサイエンスとは何かということで、「データサイエンス入門 A, B」という科目とそれから「データサイエンス概論 A, B」というのを立てさせていただきました。



横川 「データサイエンス入門」や「データサイエンス概論」という科目では、どのようなことを具体的にやられているのでしょうか。

齋藤 「データサイエンス入門」については、データサイエンスがそれぞれの専門分野でどう使われているかというお話をさせていただいているのと、あとは外部から NEC や理研 AIP というプロジェクトがあるんですけども、そこから副センター長の上田先生に来ていただいて、機械学習というのはどういうものかということを教えていただいたりしています。

コーパス言語学が専門の国際コミュニケーションセンターの石川先生は、言語を統計的にとらえて研究されている。医学研究科の大野先生は放射線医学の専門家なんですけれども、レントゲンの写真をみるのが専門なんです。大野先生はレントゲンの写真を30秒で1枚見て、肺炎などの診断ができる放射線医学のプロですが、画像処理、機械学習の手法を取り入れ、東芝メディカルというところと共同で、画像診断システムを開発されています。大野先生が教師となり、教師あり機械学習により肺がんや結核の画像診断の能力を高めた世界的にも最高精度のシステムが開発されていますが、そのお話をさせていただきました。

横川 それはさらに人工知能が自ら学習していったいな、そういう仕組みに変わっていくんですかね？

齋藤 そうですね。ただ、今のところは、よい教師である大野先生がいるから機械による検査が非常に精度が上がっているそうです。これがまさに非常に大事な点だと思っておりますけれども、いわゆるビッグデータ、ものすごくたくさんデータがある場合にはいわゆる深層学習ということでよい解がでるといことがあるんですが、肺のデータはそれほどないので、それについてはやはり教師あり学習を、それもある程度量をこなさなきゃいけないんですけど、教師あり学習を使ってどうやって人工知能を教育するのかというのが次の課題ですね。大野先生はそれを自身のご経験と AI を組み合わせて開発されているので、非常に面白い話になっています。あと、経営学研究科の藤原先生は、今話題になっているフィンテックのビットコインの話がされました。このようにデータサイエンスの話は非常に広がりをもっていて、総合教養科目としてはとても面白くなっているのかなと思っています。「データサイエンス概論」の方は、もう少し技術的な側面の話をしていただこうと思っています。

基礎教養としてのプログラミング

横川 今うかがった「標準カリキュラム」の中で三つ目の柱として出てきたプログラミングというのも、これもやはり文系理系問わず、できればすべての大学生が身につけるべき能力だということでしょうか。

齋藤 そうですね。

横川 私は広く言語学が専門ですが、大学院に入ってからプログラミングを教わったりとか、言語を集めてきてそれを解析するようなプログラムを自分で組んだりといった教育を受けました。統計や機械処理も教わって、最初のうちは道を間違えたかなと思ったくらいでした。こうしたことが特殊な大学院教育ではなくて、大学の全学共通授業科目のような中で教養教育として学ばれるのが当たり前前の時代になってきているということですね。

齋藤 そうなってくるんじゃないかなと思っています。

横川 プログラミング能力みたいなものが果たす役割というのは基礎能力として重要なんでしょうか。

齋藤 僕もそんなに詳しくはないんですけども、私は専

門が数学なんですけども、数学でも Mathematica というソフトもありますし、それを使って実際人間ができないような計算、自分でやるとたいへんな計算もできてしまうので、ある意味でプログラミングと言いますか、プログラミングというのは計算機と人間のインターフェースみたいなものなので、計算機と友だちになるというか、計算機を使いながら教育とか研究していくというのは今後必然の流れじゃないかなと思います。もちろん数学なら数学、言語学なら言語学の本質的な中身自体はコンピュータでは教えられないかもしれないけれども、いったん原理がわかってしまえば、コンピュータの中にあるいろんなプログラムを使えばですね、非常にいろんなことができると思いますね。さらにプログラミング言語自体も Python とか統計であれば R とかというのがありますが、無料であってしかも非常に性能がよくなってきているし、パソコン自体も非常に性能が上がっているのので、昔だったらパソコンでやっていたような計算も自分のパソコンでできてしまうので、これを利用しない手はないんじゃないかなと思います。今、小学校でも、プログラミング教育をしていて、Python を教えていたりするらしいので、日本語や英語といった自然言語と同じレベルでプログラミングも早くにやっておいた方がいいかもしれませんね。決してそんなに難しいことではないと思うんですね。ただ、プログラミングについてはやはり関数とか変数とか構造の話とかいろんな話があるので、そこは一定の論理能力が要りますが、それは数学とかそういうもので鍛えていただければいいので、逆にそういう論理を鍛える面でもプログラミングの教育というのは大事なんじゃないかなと思っています。

横川 日本の国語教育や英語教育でも、新しい学習指導要領では『論理国語』や『論理表現』といった新しい科目も登場して、論理ということでは、論理学や論理数学の考え方に通じるのかもしれないですね。

齋藤 ええ。私の大学の恩師の一人がですね、数学の先生なんですけども、理系学部の入試には国語を絶対に入れるべきだと主張していました。私は理学部なんですけど、理学部の入試から国語を外しちゃいかんという話があって、ことばを論理的に話すということがやはり大事だし、そのために国語の試験が大事だというようなことが言われていたような気がします。先ほどの安宅さんのお話にも、明確に考え、表現し、伝え、議論することができるのか、正しく文章を書く、相手が言っていることが理解できるとか、そういった能力が大事だということ

なんですよね。何を言ってるのかわからないような議論をしている人がよくいるとか、問題を提起することができない、問題を出すことができない人がいるといったことはよく言われますね。とにかく日本の教育では、論理立てて議論するというような訓練をあまり受けていないんじゃないかという懸念があると思います。

横川 議論というのは、まあ、なかなか難しいですが、発展していくように、先に進むようにしないとダメですね (笑)。

齋藤 そうそう、そういうことですね (笑)。

ご自身の研究との関連

横川 齋藤先生のご研究の分野のことを最後にうかがいたいと思います。先生は数学がご専門だということのようですが、どのようなご研究をされておられるのでしょうか。

齋藤 私がやっているのは代数幾何学なんです。円がありますね。半径1の円って $x^2 + y^2 = 1$ という式で書けますよね。式で定義されてるような図形を研究する。たとえばどういうものかということ、 $x^2 + y^2 = 1$ というのとあと $y = ax + b$ という直線があると、これが交わるか交わらないかというのはだいたいわかる。直感的にいうと図形でわかりますよね。ですけど、これを問題として解く時には y のところに代入して二次方程式にして、ちょっと難しくなりますが判別式で実数解があるかどうかという判定をするという話になります。ですから、円と直線が交わるかどうかという幾何的な性質と、代数、すなわち方程式を解くというその二つが対応しているわけですね。で、その代数と幾何が対応しているという代数幾何という分野がありまして、そういうことを研究しています。これは日本では非常に歴史がある分野で、数学の分野のノーベル賞といわれるフィールズ賞というのがあるんですけど、小平邦彦先生、広中平祐先生、最近では京大の森重文先生の3人も代数幾何学の分野でフィールズ賞を受賞しているのですが、そういう分野です。

横川 先生は現在、科研費補助金基盤研究 (S) という大型科研に採択されておられるとうかがっていますが、そこでもこのようなご研究に取り組まれておられるということでしょうか。

齋藤 そういうことです。非常にベーシックな分野なんですけど、非常に精密な学問として発展しています。また、数理物理学とかそういう分野とも関係してきています。基礎的であるからこそのいろいろなところに応用できるのではないかと考えています。

横川 そのことはこの数理・データサイエンス教育研究とも関連しているのでしょうか。

齋藤 そうですね。沢山成分があるデータの空間、例えば1次元の空間に分布してるデータの空間を代数幾何的に解析し、機械学習などに応用できないかなと夢想しています。またこれは自分の専門ではないですが、センターとしてはいろいろな企業と連携して共同研究していきたいと思っています。実際のデータを使って研究分野の方と技術を高めていきたいなと思っていますところなんです。

企業との連携・海外への広がり

横川 今日は、数理データサイエンス教育の動き、それから神戸大学での教育についてお話を伺ってきましたが、企業や産業界、もっと言うと社会全体との繋がりも重要になってくるように思います。そのあたりの繋がりとおっしゃるか、広がりといったことについてはいかがでしょうか。

齋藤 今、私たちが立ち上げた数理・データサイエンスセンターには三つの部門がありまして、全学教育部門と研究部門、それから連携部門というのがあります。まさに今言われたように、データサイエンス自体が実は生きたデータがないとなかなか発展しないのではないかと考えています。それで、研究部門の部門長と相談して、何とか企業とタイアップして、企業の生のデータを使えないかなという話をしております。それによって、一つは共同研究して、お互いにノウハウを高めたりという仕組みを作れないかというのが一つあります。

横川 企業側もそういった連携を求めておられるということですか。

齋藤 そうですね。ただ、やはり難しいのが、企業もなかなかデータは出したがらない。個人情報の問題もあるんですが、個人情報がなくともやはりなかなか出すのが難しいようです。その辺がちよっと難しいところなんです。そのデータを使っていろいろな手法で研究したり、

あるいは結果を出したりとか。今一番需要が多いのは自然言語処理のようです。テキストデータからいろんなデータをとれないかという話は非常に需要が多いです。金融や製造業からも共同研究のお話がありますので、連携して研究力を高めたいと思っています。

横川 海外との連携もお考えでしょうか。

齋藤 今年の3月上旬にシンガポールの南洋理工大学(NTU)で、AIとデータサイエンスのNTU-Kobe U共同ワークショップを開催してきました。南洋理工大学はQSランキングで2017年アジアナンバーワンとなりましたが、2016年に全学協定を結んでいます。コンピュータサイエンスの分野でも南洋理工大学は非常に高いレベルにあるので、共同研究を通じて研究力を上げていこうという話も今考えています。このように、いろいろなところと連携しながら研究力とか教育力を高めていきたいなと思っています。ついでに財源も、と思っておりますけれども(笑)。

数理・データサイエンス教育のこれから

横川 そこも大事な点ですね(笑)。かなり急速に変化が目に見える形で出てくる、そういう世の中ですから、大学教員の意識もだいぶ変えていかないとはいけませんね。

齋藤 そうですね。私たちとしては、現在の数理・データサイエンス標準カリキュラムで教育された学生さんが、学部高学年になってさらに数理・データサイエンスのスキルを向上させ、大学院に入った時にティーチングアシスタント(TA)として、数理・データサイエンス教育を手伝っていただけるような仕組みを作ることができるといいなと考えています。人材育成のエコシステムというか。とにかく学生、教職員も含めて、大学全体の中にそういう人材を増やしていければと思います。

横川 神戸大学の数理・データサイエンス教育の特色というのはどういった点にあるのでしょうか。

齋藤 特色としては、数理・データサイエンスセンターには、文理融合で、全学部・研究科から教員が参加していただいている点にあります。他大学のセンターというのは、例えばある一つの学部の先生だったりします。そういう取り組みも特色ですね。

横川 滋賀大学では学部という形で作りましたね。

齋藤 はい。滋賀大学の場合は、日本にデータサイエンスというか統計とかそういうものの学部がなかったこと自体がおかしいというのが学部長の竹村先生のお考えですね。それを日本で初めてデータサイエンスの学部を作られたという英断だと思います。アメリカでは非常にたくさんあるということでしたね。

横川 アメリカでもいつくらいからのものなんですかね？

齋藤 どうなんですかねえ。でもずいぶん前からあると思いますね。やはりデータを重視する考え方とかそういうものがアメリカやイギリスでは昔から徹底しているのではないのでしょうか。

横川 そうですね。日本では、言語学の分野でも、たとえば情報工学や数学をやっている人が机を並べて研究する環境にはなっていませんね。

齋藤 ええ。アメリカやイギリスでは数学教室なんかも Math and Statistics の department が非常に多いですね。日本は数学と統計の融合が進んでいないと感じています。今まさにそういう方向に進むべきだと私は思っています。神戸大学のいいところは、各学部に必ず統計やデータを重視した研究を専門にする方がいらっしゃることで。そういう方が横串で支えてくれているので、心強く思っています。今後この連携を大学内だけでなく企業や自治体を巻き込んで実質化していくというのがこれからの大事なミッションになるかなと思います。

横川 数理、データサイエンス、統計、プログラミング

といったキーワードで語られる数理・データサイエンス教育ですが、そのリテラシーを身につけ、これからの社会を生き抜いていくのは、ヒトですね。どういう人材像を描いておられるでしょうか。



齋藤 そうですね。その点がまさに重要だと思います。人材像として、データサイエンスだけができる、さきほど言ったような統計とプログラミングだけができるだけでは不十分と考えます。やはりそこに価値を付けるという能力がなければいけない。その価値の付け方というのは、工学部だったらこう、経済学部だったらこう、文学部だったらこうと、それぞれの専門性を活かした形がいろいろあるだろうと思います。

リテラシーとして教えて、一定のレベルを身につけ、あとは自分の力でそれを伸ばしていき、データサイエンスが好きで、それをビジネスに使いたい人、それから自分の専門分野の研究に活かしたい人、それぞれの学生の多様性を担保した人材育成ができればいいなと思っています。これから、神戸大学での数理・データサイエンス教育の中で、いろいろな成功例をつくっていきたいと考えています。

横川 今日は貴重なお話をありがとうございました。