

データサイエンスのあるべき姿とは —高等教育・研究機関における取り組みを通じての 意見交換会—

木島 正明, 竹村 彰通, 長谷山 美紀, 椿 広計, 蓮池 隆

滋賀大学を初めとして、“データサイエンス”という名称の付いた学部・学科が続々と設置されている昨今において、『データサイエンス教育を実施することで、どのような人材を輩出していくべきか』といった教育的課題から、『オペレーションズ・リサーチ (OR) そのものをデータサイエンスの中でどのように位置づけるか』、あるいは『データサイエンスの中で OR をどのように位置づけるか』といった OR とデータサイエンスとの関係性について、将来的な展望とともに議論することが、OR の研究者・実務家にとっても必要となっているのではないだろうか。そこで、現在、データサイエンスに関する積極的、かつ先進的な取り組みを行っている拠点大学・研究機関から先生方をお招きし、データサイエンス教育について議論・情報提供を行っていただきながら、OR が果たすべき役割についても触れ、最終的に将来のデータサイエンスのあるべき姿とはどのようなものかという結論へと進む形式で、意見交換会を実施した。

キーワード：データサイエンス教育、データサイエンスにおける OR の位置づけ、データサイエンスのあるべき姿

「参加された先生方（敬称略，50 音順）」

- ・木島 正明（広島大学情報科学部 教授）
 - ・竹村 彰通（滋賀大学データサイエンス学部 教授）
 - ・長谷山 美紀（北海道大学数理・データサイエンス教育研究センター センター長）
- コーディネーター・司会進行：椿 広計（統計数理研究所 所長）
- オブザーバ、文字起こし：蓮池 隆（早稲田大学創造理工学部 准教授）

当初の予定では、上記の先生に参集いただき、対面での意見交換会を実施する予定であったが、COVID-19 の影響により、オンラインでの Web 会議形式での開催となった（図 1）。あまり経験のない形式での意見交換会で、大学教育においても、オンライン・オンデマンド講義が積極的に実施される（実施せざるを得ない）状況もあり、時節柄やむを得ない開催となったが、対面での意見交換会と同様に、非常に活発かつ有意義な意見交換がなされた。各先生の発言を極力そのまま掲載する形とすることで、意見交換会の雰囲気を感じていただければ幸いです。

1. データサイエンスが重要になってきた社会背景

【椿】まず今日お集まりいただきました先生方それぞれの大学、高等教育の拠点においては、データサイエンスのかなり積極的な、あるいは非常に先進的な取り組

みを教育・研究機関として行っているという認識がありますので、その部分の議論・情報提供を行っていただきまして、最終的に将来のデータサイエンスのあるべき姿的なところにむしろ結論部分でもっていきたいと思います。最初に自己紹介も兼ねながら、データサイエンスが、今まさに日本の大学・大学院などで重要になってきた社会背景、一種のチャンス・機会というものについて、まずお考えをうかがいたいと思います。

【木島】データサイエンスが高等教育で重要になった社会的背景ですが、デジタルデータが大量かつ即時的に取得可能になったということに尽きると考えています。いわゆる GAFA に代表されるいくつかの企業が、プラットフォームビジネスの中で、膨大なデータを取得・活用して支配的な地位を占めることに成功しました。これがきっかけになり、いろいろな分野で革新的な変革が起こって、あるいは起こることが期待され、いわゆる第 4 次産業革命というものにつながるという理解になっていきました。この結果、わが国の将来を担う大学生に対して、基礎教育として数理・データサイエンス・AI 教育の重要性が大学でも増してきたと思います。

【竹村】データがどんどん取得できるようになって、それを活かしている企業が成功したり、特にアメリカや中国など、データの取得が進んでいる国が急速に発展している中で、日本が遅れているということがあって、この分野が日本でもようやく注目されるようになって



図1 オンラインによる意見交換会の様子（左上より，竹村，蓮池，樺，長谷山，木島）

きました。ビッグデータがキーワードですが、必ずしもビッグデータだけではないし、またビッグデータにバイアスがある場合もあるので、日本としてはどうするのか。自分は滋賀大学に来たので、地方にいると地方創成をどうするかということが気になります。データを活かして地方創成を進めようという意識があり、大きな流れとしてはグローバル化だけではなく、ローカリゼーションにも可能性があると感じます。

【長谷山】 GAF A のビジネスにも見られるように、通信インフラの強靱化と、センサーの低廉化で IoT がわれわれの生活に浸透し、2004年に提唱された『デジタルトランスフォーメーション (DX)』が、現実のものとなったと考えています。インターネットだけでなく実社会がデータの融合炉になる動きが世界中で起こっていると感じます。

そのような中、大学もその役割が旧来のものから、大きく変化していると感じています。多様な専門領域がデータを中心として連携し、知識や技術の融合が進み、インベンションからイノベーション創出への発想の転換が求められるときに、大学の果たす役割が大きくなったと感じています。教育から人材育成、そして社会貢献という多様なミッションを担っている大学だからこそ、社会変革の時代にその重要性が一層大きくなってきたのではないかと考えています。

2. 高等教育機関が育成しようとしている人材像

【樺】 社会状況が変わってきた、トランスフォーメーションが起きている現状の中で、今むしろデータサイエン

ティスト育成ということ、たとえば、データサイエンティスト協会が推進してきています。「統計が20世紀のセクシージョブだ」と2008年にGoogleのハルバリアンが言ったわけですが、その後、2012年くらいにダベンポート（経営学者）が、むしろビッグデータをきちっといじれる能力、エンジニアリング的な能力というものを強調して、それから実際にデータサイエンティスト協会などではマネジメント能力、要するにアナリティクスの能力、エンジニアリングの能力、マネジメントの能力、ソリューションを得る能力をそういうものをセットにしてきたということがあるわけです。

今回集まっていただきました三つの大学に関しては、非常にデータサイエンスの教育に関して積極的、組織的に取り組んでいただいています。学部教育・全学教育といったいろいろな位置づけはあるかと思いますが、データサイエンスとは何かということと同時に、データサイエンティストないしはデータサイエンス人材を、各大学でどういう人材を、何を目的としてどういう人材を育てていこうとしているかについて、ぜひおうかがいしたいです。

【竹村】 データサイエンスについて、コンピュータ、統計・分析、応用（価値創造・ビジネス応用）が3要素と言われており、それらを滋賀大学のデータサイエンス学部としては、ある程度バランスをとって教えるということをやっています。分野を取り巻く状況がどんどん変わっていて、技術的にはたとえばディープラーニングがどんどん進展しており、世の中もどんどん変わっています。そのような中で、滋賀大学の学生は、データサイエンス学部を出たということで就職していかな

くてはいけないので、世の中に動きに合わせて、企業側でどのような人材を求められているかを考えつつ教育していかなければなりません。そういう意味で、単にコンピュータと統計ができるというだけでは、なかなか日本の普通の企業ではやりづらいところもある。プレゼン力があり、企業の中で実際に価値創造に役に立つ人材を育てなければならない面があります。社会からは非常に期待されていますが、やや期待過剰の部分もあって、大学としてバランスのとり方が難しい部分もあります。

一方で、長い目で見て、データサイエンティストとしてやっていくには、基礎力が必要です。もちろんコンピュータを使えなければ話になりませんが、それより教育に時間がかかるのは統計というか数理モデル、もう少し言うと数学です。そのような基礎力もある程度ないと、長い間データサイエンスで専門性をもつにはつらい部分がありますので、そういうバランスが非常に難しいかなと感じています。ともかく当面は就職しなくてはいけないので、社会から求められていることに対応できなければいけません。一方で、それぞれの卒業生の長いキャリアという点、基礎力をつけておかないともたないと思うところもあり、そのバランスが一番難しいところかなと感じています。

【椿】 いわゆる統計とか数理、モデリングみたいなもの、アナリティクスと言っている部分に、モデリングみたいなところが非常に重要なのではないかということでしょうか。

【竹村】 そうですね。数学がそれほどできなくても、そういった数理的なセンスがないと、単にツールを使うだけになってしまい、長いキャリアとしては続かないところもあるので、そのあたりもしっかりとやりつつということですね。

【椿】 人材像に関しまして、長谷山先生からもお願いいたします。

【長谷山】 本学の数理・データサイエンス教育研究センターでは、育成を目指す人材像を、『問題の所在の明確化から解決方策のデザインまでを可能とするデザイン力を有する人材』としています。もちろん、学部・修士・博士、各々の課程で、その難易度は異なっていますが、どの課程も、各々の専門性に加えて、データをエビデンスとして語ることでできる力を身に着けるよう教育プログラムが設計されています。プログラムを通して、データを共通言語として扱うスキルを身につけ、

異分野の最先端技術と融合することでイノベーション創出に貢献する、問題解決に取り組むことが可能になります。思考過程の見える化、他者へ伝える協働と表現、そしてツールも使いこなすことによって、デザイン力を養成する構成になっています。これは、昔からよく言われている「読み・書き・そろばん」、海外でいえば3R's (reading, writing, arithmetic) を未来志向型の次世代に必要なスキルに置き換えたものです。このような計算論的思考や、プログラミング的思考の育成は、初等・中等教育でも始められていますが、本学の教育においても、社会のニーズをより意識した形で発展させ、思考過程の見える化、他者への展開力、さらにはデータを共通言語とする社会創造力の養成を目指しています。

【椿】 デザイン力、先ほど竹村先生からはコミュニケーションの能力ということもあったわけですがけれども、そういうところもいろいろな意味で作り上げようというところですね。木島先生いかがでしょうか。

【木島】 広島大学の情報科学部は滋賀大学のデータサイエンス学部の1年後にできたわけですが、もともとは情報工学をベースにつくられていますので、一般的なデータサイエンス学部とは少し異質ではありますが。しかし、その異質なところが大きな特徴でもあるので、それを強みにしていこうというふうに考えています。特にプログラミング教育であるとか、ICT だとか、計算機科学に強いといったところが強みになっていることが特徴だろうと考えています。教育目標としては、情報工学をベースにしたほうをインフォマティクスと呼び、それに加えて、統計学および周辺の先生方にお集まりいただいたデータサイエンスというコース、この二つのコースから情報科学部は成り立っています。教育目標は、そういった二つのコースの融合を掲げており、その二つのコースに共通して必要とされる知識であるとかスキルを広く・浅く学ぶだけではなく、両方の分野にまたがるハイブリッドな素養を土台にしながら、それぞれの領域において深い理解と能力を発揮できるようなスペシャリストを養成するといったことをディプロマポリシーに掲げています。実際にどういう教育をすればそういった目標が達成できるかはなかなか難しいですが、ただわれわれとしてはプログラミングが基礎中の基礎だととらえており、実際に8週間程度の長期インターンシップを企業でやっている学生が何名かいますが、そういった長期インターンシップ先の企業からはプログラミングができるということを通

常に高く評価していただいています。

3. 教育プログラムの特徴と社会に役立つ人材とは

【椿】 ある程度こういう人材像が目標ということをはっきりとしたいうえで、どういう教育をするかというメソッドのほうはなかなか難しい問題で、これからのチャレンジングな話も多々あるとは思いますが、ぜひ先に先生方の大学・学部などでどういう教育プログラム、それからむしろ実践的な部分（インターンシップも含めて）、問題解決、そもそも学内環境としてどういうものを整備して、どうやって育成しようとしているか。特に先生方の大学で、これは自分たちの特徴ではないか、他も参考にしてほしい点とか、今後データサイエンスは世の中で重要になっていくとして、その卒業生や修了生の質というところちょっと語弊があるかもしれませんが、どうやって担保して、社会に役立つ人間として出していくか、それぞれの大学に関して確認させていただきたいと思います。

【長谷山】 木島先生がおっしゃるように、全国で皆さん大変に苦勞しておられると思います。われわれも苦勞していて、本学では、教育と実践力養成を実現するために、学部・修士・博士の各課程に合わせた教育プログラムを設計しています（図2）。学部における基礎科目として一般教育プログラムを提供し、専門性×（掛ける）データサイエンスとして専門教育プログラムに

つなげています。さらに、実践教育プログラムが同時に提供されていて、全学のさまざまな専門分野の学生のデータを取り扱う課題に対して、情報系の教員が参加して分野横断型の指導を行っています。このような教育プログラムによって、他者との協働力とデータサイエンススキルの両方を教えるような実践教育を行っています。また、産学連携型のPBL (Project Based Learning) によって、デザイン力を養成する教育も行っています。学生は、ボーダレスなPBLによって学際研究の可能性を感じているようですし、教員からは、実践教育を通じて、研究を加速することができたという声も聞かれます。

こうした研究・教育を実際に行うと、指導を行う教員の負荷が高くなってしまいます。そこで、ICTを活用したプラットフォームをデータサイエンスセンターで提供することによって、科目提供の負担を軽減するよう工夫しています。

【椿】 データサイエンスなるものが、情報とアナリティクスとマネジメントの複合体というときに、そもそも教育自体もそういう形の掛け算をやっておられることに関して非常に参考になりました。

【長谷山】 このようなプラットフォームを作ることにより、昨年度は、本学1学年約2,600人全員（約1/3が文系）に、必修科目「情報学I」でプログラミング演習を実施しました。開講回数を抑えるために、200人が収容できる端末室で実施しましたが、それでも、今ま

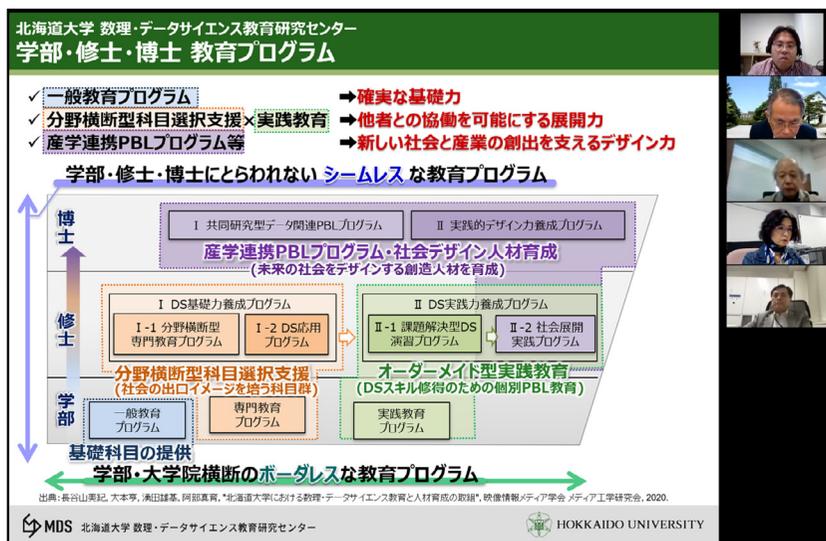


図2 北海道大学 数理・データサイエンス教育研究センターにおける学部・修士・博士教育プログラム

でと同じ数の教員と TA (Teaching Assistant) で対応することは困難でした。そこで、各学生がどこの課題まで進んでいるか、どの学生がどの課題で躓いているのかをリアルタイムに可視化する BI ツールを独自に開発し、これをプラットフォームと連携させることで、200 人の課題進捗を確認することを可能にしました。

【椿】 続きまして、木島先生、教育のメソッドに関してご発言いただければと存じます。

【木島】 情報科学部は新しくできた学部で、今年まだ3年目で設置審¹にからんでいます。設置のための準備を始めたのが4、5年前になります。当時の考え方のとって、先ほど述べたような二つのコースをハイブリッド型で設置したということではありますが、設置審のカリキュラムを変更できないというしぼりがあり、これが結構きついです。たぶん3年前と今のデータサイエンス・AI、特に社会から要求されていることはずいぶん違うというふうに、私自身も肌で感じていて、本来ならばちょっと違うこと・科目・内容を教えたい、こういった科目を付け加えたい、これはいらぬといった修正をどんどんやりたいのですが、それがなかなかできない状況です。北海道大学は一般教養で、設置審とのからみがない教育の話だと思えますが、そういった事情で私自身はフラストレーションがたまっており、設置審が解除されしぼりのなくなる来年再来年を目指して、どういった修正を柔軟に加えたら良いかというような議論を今始めているところです。また先ほど述べたように、うちの強みはどちらかというところと ICT、計算科学寄りなことなので、数理統計については、他大学のカリキュラムと比べて少し弱いかという認識は確かにもっています。ただし、データサイエンス・統計学はかなりバブル的な状況になっているのも否めず、なかなか新しい先生を雇用しようと思っても難しいというのが現状です。

【椿】 やはり、データサイエンス・AI、その他諸々の日進月歩といいますか、非常に大きな変化の時点の中で、4年間なら4年間のしぼりというよりは、もう少し柔軟に動かなければならない部分が、こういう新しい科学の場合にはあるということですね。竹村先生いかがでしょうか。

【竹村】 滋賀大学の場合は、データサイエンス学部は経済学部の一部を独立させる形でできました。就職支

援体制とかは、経済学部のキャンパスのイメージがあり、先輩とのつながりでも経済学部の卒業生の就職先企業に先輩がいるということもあって、データサイエンス学部といえども、金融とか小売りなどのいわゆる文系就職も多いです。それが先ほどのビジネスという価値創造というか、そういうことを学生が在学中に準備して就職していかなければならないということで、データサイエンス学部ではそのあたりをかなり重視してやっています。基本的には、企業とのいろいろな意味でのつきあいが重要で、企業の方に来ていただいて講義していただくとか、インターンに受け入れていただくとか、それから外部資金獲得という観点で企業との共同研究も進めています。その中で学生の教育でも企業と連携した PBL 演習もやっていくということで、学生が就職を意識して勉強していけるような配慮が滋賀大学のデータサイエンスの特徴ということになるかと思えます。あと木島先生もおっしゃられたように、われわれのところも来年の4月に設置審のしぼりが外れるので、カリキュラムを少し変えようということは検討しています。もう一つ、滋賀大学としてデータサイエンス学部だけでなく、イメージとしても少し全学にデータサイエンス教育を普及しようと考えています。今後認定制度も始まるので、そういったことも重視しないといけない。たとえば、教育学部でもデータサイエンスを必修にするとか、経済ですと副専攻の形でデータサイエンスを学ぶことを大学としては進めているところです。

【椿】 今少し議論にありましたように、数理・データサイエンス・AI は全学的に文理を問わず、北大では既に文理を問わずプログラミングの演習を必修化している動きがございましたが、文理を問わず、数理・データサイエンス・AI っていうものが重点化して、既にリテラシーレベルでは、国の認定プログラムが動くとか、6 大学連携でカリキュラム構成が動いており、入口レベル・リテラシーレベルでは、各大学それなりの動きが徐々に始まっていると考えてよいのでしょうか。

【木島】 北大と滋賀大学は拠点校²なので進み具合が全然違ってきます。広島大学は大阪大学の下で協力しているという立場で行っています。

【椿】 その意味では、北大・滋賀大は6 拠点なので、少し先をいっているということですね。

¹ 大学設置・学校法人審議会、https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/daigaku/index.htm

² 数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアム、<http://www.mi.u-tokyo.ac.jp/consortium/>

あともちろん、大学としては最終的な修了生の質の保証という点では、大学院レベルであれば学位という形でどこの大学でもよろしいでしょうか。特に、長谷山先生、あるいは竹村先生のところのようにデータサイエンスセンターだと、データサイエンス自体の能力と同時に、他の学部との協働、つまり他のいろいろな分野において問題解決なり、モデリングなりをしていく、あるいはICT支援でということがあるかと思いますが、全学的な連携の中で、他の学部あるいは学部に限らず産業界へのソリューション支援、メインの知識に対してデータサイエンスないしICTの知識をきちんと導入するっていう動きは、それぞれの大学でプログラムとしてまわっていると考えてよろしいでしょうか。

【竹村】 滋賀大に関しては、データサイエンス学部では、まずスキルを勉強して、そのあとでいろいろな領域・知識の勉強をして応用していくという流れですけども、逆に他の学部、滋賀大学では経済学部と教育学部にあたりますが、そちらはそれぞれの分野をまず勉強する中で、データサイエンス学部との協力で、多くの学生がリテラシーレベルやもう少し進んだレベルでもデータサイエンスを勉強できるように、国の方針にも合わせて、そういった形で進めていこうとしています。

【長谷山】 本学の数理・データサイエンスの教育プログラムは、学部横断型です。一般教育プログラムも、専門教育プログラムも、学生が所属する学部を意識する

ことのない教育プログラムになっています。各教育プログラムを履修すると修了証が発行されますので、就職に役立ててほしいと思っています（図3）。

また、本学と札幌市と株式会社ニトリホールディングス（以降ニトリ）の間に3者連携が締結されていて、社会の実データと課題を扱う教育・研究が進められています。当センターにニトリの寄附講座が設置され、5年間の資金を投じていただきました。この寄附講座で、ニトリの実データのデータを利用して、公募型研究を行うという試みも行っています。寄附講座は一般に、研究を目的として設置されることが多く、本学でも医学系が多かったのですが、本センターのような教育系センターに寄附講座が設置され、公募型研究の形で研究だけでなく人材育成にも資金が提供されるのは、初めての試みです。

【椿】 今かなり各大学の取り組みを挙げていただいたところですが、先生方から見て他の大学の進め方に関して質問がありましたら、よろしく願いいたします。

【木島】 広島大学では全学教育については、もともと情報科学部が協力校として引き受けてきて、それを全学に展開しました。一応、コロナ禍でやり方が難しくなっているのですが、今年度から全学に展開することになっています。しかし一番のネックが、たとえば、教育学部ですと、教員免許を取るために特別な単位を取得しなければいけなくて、そこにデータサイエンス関連の科目を必修にしようとすると、あまりにも単位

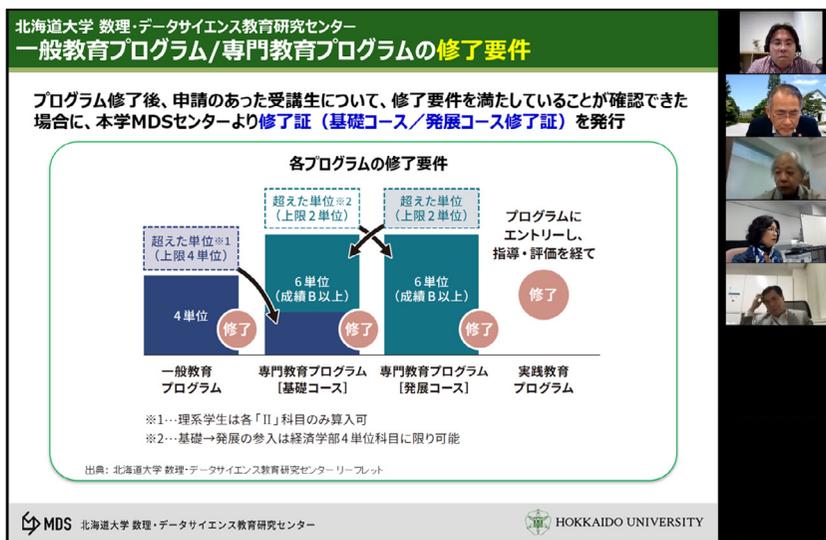


図3 北海道大学 数理・データサイエンス教育研究センターにおける一般教育プログラム・専門教育プログラムの概要

がきつくなってしまうので、教育学部の方が嫌がるということが実際に起こっています。他の学部も似たり寄ったりです。したがって全学連携がいかに重要かとか、データサイエンスや AI が、たとえば教育学部の学生にとっても学習すべき非常に重要な科目であるとかを説明することがけっこう大変な作業になっていますが、拠点校の北大・滋賀大ではそのあたりはどうでしょうか。

【竹村】 滋賀大のほうは、二つの学部しかなかったところで、大学の将来を考えて新しい学部を作ったという経緯があります。数年前に、データサイエンスを大学としての売りとしようという議論があり合意されたので、そういう意味では総論の部分ではあまり問題はありません。教育学部ではカリキュラムの縛りがすごく多くて、実際にはあまりたくさん新しいことはできませんが、総論としてはデータサイエンスを共通としていこうとしているので、教育学部も協力的です。経済学部も、伝統的な経済学だけでは学生に対する魅力がこれからなくなる可能性があり、データサイエンスと掛け合わせた教育も考えているので、そういう意味では協力は得られやすいです。なにしろ小さい大学なので小回りはききやすいです。

【椿】 長谷山先生のほうでも、各専門課程自体で、先ほどのような掛け算みたいなこと、データサイエンス的なものを重視していただく傾向は動き出しているのでしょうか。

【長谷山】 まず、全学教育ですが、こちらについては、本学が『リベラルアーツ 21』という方針を打ち出しており、その中に『情報』を学ぶことが含まれています。この『情報』は、データサイエンスのような、数理・統計も含めた基礎的なスキルです。この方針が打ち出されたことが、全学の必修科目で、データサイエンスを学ぶことを可能にしたと思っています。また、専門教育ですが、既存科目の一部をデータサイエンス化していくという方式を選択しました。というのは、データサイエンスの科目を新たに開講する取り組みも既に着手はしているものの、学生は自身の専門の科目を履修しなければなりませんし、教員の負担を考えてもその数を大幅に増やすことは大変に難しいです。そこで、既存の専門科目をデータサイエンス化することで、専門×(掛ける) AI を実現する方法を採用しました。

【椿】 他にございますでしょうか。

【木島】 北大・滋賀大ともにデータサイエンスセンターなるものが既に設置されていて、非常に活発に活動されておられますが、センターと学部・教育のすみわけはどのようになっておられますか。

【長谷山】 全学教育に関しては、科目企画委員会や実施責任部局が決まっていますので、そちらと本学のセンターが連携することで、科目で学ぶ内容をデータサイエンス化する形をとっています。本学は、文部科学省事業の拠点校に採択され、先ほどのプラットフォームを整備することができましたので、それを活用して、データサイエンス化を進めてきました。専門科目は、センターの兼務教員体制によって実施しています。兼務教員は、部局を問わず、20名が参加していて、多様な分野の専門科目がデータサイエンス化されています。

もう一つ、論点から少しずれるかもしれませんが、このような拠点校としての取り組みは、北海道地域の大学や高専で構成する、『北海道データサイエンスネットワーク』を通して、他大学・高専へ展開を開始しています。本学のセンターで設計・実現したプラットフォームや教育コンテンツ、その利用のノウハウを他大学に展開することが、拠点校の一つの役目と考えています。

【椿】 滋賀大学では、まさにデータサイエンス学部・大学院(研究科)とセンターを設置しておりますが、その関係性についてお教えてください。

【竹村】 実は滋賀大の場合は、データサイエンス学部・大学院(研究科)とデータサイエンス教育研究センターが離れておらず、ほぼイコールです。データサイエンス教育研究センターは企業との連携の窓口になるということで、企業などとの共同研究を担当する教員を外部資金で採用していて、企業連携を主にする若い人たちがセンター専任になっていることが学部との違いになっています。センターとしては、教育のコンテンツをつくるということもミッションにしていますので、オンラインのコンテンツを作って、それを全学の授業に使っているのです。コンテンツの開発もセンターでやっています。コアのメンバーは学部・センターで変わりはないという状況です。

4. データサイエンス教育と OR の位置づけ

【椿】 私としては、統計関連の学会であれば統計はどうなっているのかというところを聞きたいところですが、今回は OR 学会が主催のパネル討論ですので、おそらくデータサイエンス教育・数理データサイエンス・AI

に関しては、応用数理的な側面とか、ORによる問題解決というものが、一つの大きな位置づけがあると思います。もしデータサイエンスの高等教育における教育について、ORや応用数理といった部分の位置づけ・介在がありましたら教えていただけましたらと思います。

【木島】 私はもともとORから出発していますので、OR学会でこういった企画が出ることはいいことだと思っています。ずいぶん昔のことですが、著名なORの先生から、ORというのは美しい高級車ではなくて、ブルドーザーで原野をかけるイメージだという話を聞いたことがあります。言いたいことは、格好悪くても、ソリューションを導き出すことがORの重要な使命だというご指摘だと私は理解しています。冒頭で、椿先生が「データサイエンスにはアナリティック能力、エンジニアリング能力、マネジメント力」の三つのスキルセットが重要だというお話・提起がなされましたが、私個人的には、究極的には何らかのソリューションを導き出すことがデータサイエンスの使命だと思っています。そうやって考えますと、実は統計やAIとかに焦点が合いがちなのですが、データサイエンスというのはOR的な考え方が一番合っているのではないかと、したがって、OR的な教育方法を考えていくことが一番良いのではないかと考えています。

【竹村】 少し狭くなるかもしれませんが、最適化みたいなものが一つのキーワードになると思います。いろいろな共同研究プロジェクトでも、たとえば、企業としては結局売り上げを伸ばしたい、そのためにどのような戦略をとったらよいか、どういう要因があってどうやって最適化していくのか、といった発想がやっぱり必要なので、OR的な考え方は重要だと思います。さらに具体的に言いますと、実は企業の相談案件の中で、簡単には解けそうもない最適化の案件もあつたりするのですけれども、それを担当できる人が少なく、最適化の案件があると、そういった人が欲しいなと思えますが、なかなか人材がないのが現状です。企業の実際の課題としては最適化を一部含むような課題もいっぱいあるのかなという感じを受けています。

【長谷山】 ORの発想というものとデータサイエンスというものは、先ほど木島先生がおっしゃられたことが根幹をなすものと感じています。小学生からプログラミング的思考を育成するという試みが新たに始まりました。そこで『プログラミング的思考とは何なのか』という定義が書かれておりまして、『目的を達成するため

に、何をどのような順序で進めるのか、それを考えて、表現する力を身につけること』と示されています。われわれも、プログラミングスキルを養うことが、プログラミングの言語を学ぶことにとどまらないとの位置づけで、教育を行っているのですが、そうであっても、文理を問わず教育を進める際に、具体的に何を学ぶのかという議論で、専門領域の障壁を感じるがあります。

データサイエンスに必要なスキルの修得に関しては、ハードスキルやソフトスキルという大きなくりの中で、データエンジニアリングスキルやドメイン知識・専門知識をもちながら、数理統計的な知識をもつことが重要です。これは、専門の異なる他者と連携して、問題を解決に導く力を養う必要があるということを意味しています。木島先生がおっしゃられるように、多様なものが融合し、縦糸と横糸のようにうまく連携しながら、データサイエンスの知識を駆使して、次世代のエコシステムを作り上げることの必要性を考えると、ORは非常に親和性が高く、未来志向であると理解しています。

【椿】 この点については、データサイエンスといいますが、方法論の行きつくところが、やはり目的としては、実際の課題・問題に対するソリューションを提供する、そこに関してはものの見方といえますか、先ほど竹村先生がおっしゃられていたモデリングなんかまさにそうだと思うのですが、そういったものの見方とソリューションに至る筋道というのが、数理・データサイエンス・AI教育においても、最終的な人材像に密接に関連しているということなのかなと思いました。この点も、もちろんOR自体も方法論としては極めて広範なものをもっているわけですが、それを何に使うかということについては、おそらく今回の話もむしろデータサイエンス教育というものの中で、問題解決・ソリューション提供ということが明らかに大きな戦略になってきていることを認識したところで。

5. データサイエンス教育における学会の役割

【椿】 今、データサイエンス・数理データサイエンス、その他諸々、ORも含めてかもしれませんが、今後、どういう方策といえますか、今、世の中的には非常に盛り上がりはしているものの、社会全体として、いったいどういう方策が求められているのか。大学間の連携というものはどういうものなのか。文部科学省あるいはその他諸々の府省がこういうものが大切だという形で人

工知能に絡めていろいろなことを言っているわけですが、府省間の役割とはどういうものなのか。また、実際にソリューションということに関しては、民間が非常にいろいろな意味で協力関係を結ぶということがあるわけですが、それはどのようなものなのか。それから、まさに OR 学会もそうですし、統計関係の学会もそうですが、そういう学会はいったいこういう中で何をしていけばよいのかということ、今後こういう方針で活動しなければならないということに関して、ご意見・提案をいただきたいです。

【竹村】やはりデータサイエンスが注目されているのは、データがどんどん得られる時代になってそれを活用するということなのですが、日本の企業にいる人たちのスキルが、昔風になっていて、追いつけていない。民との協力というときに、社会人・企業人のリカレント教育もかなり求められていて、大学・学会もそういうところをアピールしていかななくてはいけないのではないかと感じます。日本の働き方の改革の議論では、早く帰る、残業しないで帰るといった議論ばかりになるのですが、既に働いている方々のデータサイエンスのレベルを上げていくようなことを、学会や大学が少し果たしていかないといけないことが1点です。

あと、大学の教育に関する大きな課題が、文理融合といたしながら、やはり文理の分断があって、文系の学生をベースに置くと、今の AI の認定制度の議論でも、若干妥協しているというか薄まっていく感じがあります。文系の学生もちゃんと数学を勉強しましょうという議論にはなかなかならず、文系の学生前提だから、リテラシーは数学を使わないでやってくれとつついなくなってしまいますが、文理融合の「理」の部分をやっぱりしっかりやって文理融合するような大学教育は大事なかなと思います。たとえば、日本の数学科のレベルは高いので、数学出身の人がもっととととといろいろな会社にはいって活躍できるはずだと思いますが、そうならないのも文理が分断されている日本の文化のあり方かなと思います。繰り返しますが、企業で既に働いている人のスキルアップと、大学教育では文理融合教育が大事だと感じています。

【椿】大学教育に限らず、高校くらいから、文系と理系を分けるという奇妙な文化が日本には出てきてしまっているの、なかなか根深いものがあるかと思っています。

【長谷山】竹村先生と椿先生のおっしゃるとおりと思い

ます。文系と理系に分けられ、それぞれの科目が分けられることが、意識変革の妨げになっていることは否めません。それをいかに崩すかを考えるとき、大学入試が大きな障壁になっているということは、おそらく否定できないと思います。そう考えますと、われわれは大学人として、特に、情報系・数理系・統計系の教員として、社会のニーズに応える大学教育を行うためには、やはり大学入試が変わらなければならないと感じます。大学だけから言ってもなかなか届きませんので、OR 学会は、社会貢献の出口イメージが明確な学会ですので、社会ニーズにこたえる人材を生み出すために、学会としてメッセージを発信していただくと、良いのではないかと思います。

それから、大学としてやらなければならないことについて、少し発言させていただきます。先ほど、紹介した北大とニトリと札幌市との3者連携で、似鳥国際奨学財団から、博士課程進学の学生に奨学金をいただいています。特にニトリは北海道発ということもあり、地域の問題を解決する取り組みや産業形態を発展させる大きな基盤となるよう考えています。大学が企業と共同研究で連携するだけでなく、人材育成にも予算を投じていただくよう、積極的に大学から働きかけていく必要があるのではないかと考えています。先ほど、公募型の研究の試みについてお話ししましたが、文系の研究室からも応募があり採択されております。文理を問わず、研究そして教育への投資につながると考えています。他にも土木系の企業に賛同いただき、『スマートインフラ管理人材育成コンソーシアム(図4に示すスライドの左)』が設立されています。共同研究費の中に大学院学生の雇用費を含めていただくことで、人材育成に経費を投じることを可能としています。残念ながら、国の情勢から、大学予算の減額は避けられないと予想します。いかにして研究だけでなく教育・人材育成に資金投資を促すのか、大学自身が積極的に社会に働きかけて、制度設計も含めて前進しなければならないと思っています。

【木島】私は視点が違うのですが、現場で働く企業のデータサイエンティストの方とお話しさせていただくと、データサイエンスには実際の問題に対して、泣きべそをかきながら、試行錯誤してソリューションを導き出すという経験の積み重ねが重要だというお話をよく聞きます。このために、大学におけるデータサイエンス教育において、PBL が有効だと言われているのですが、私の感覚だと、日本ではこういった教材の開発

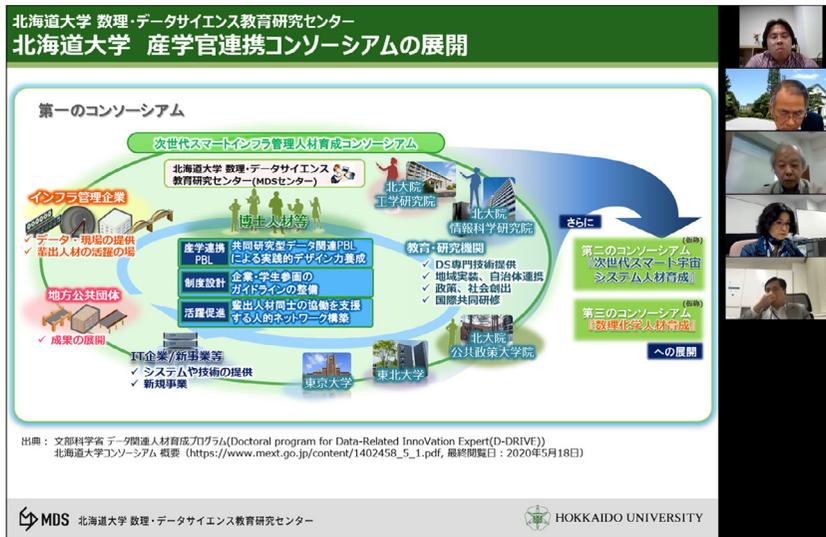


図 4 産学官連携コンソーシアムの展開（北海道大学の例）

があまり上手ではないです。その昔、いわゆるビジネススクールで、ハーバード式のケーススタディがずいぶんもてはやされて、日本の企業からも欧米のビジネススクールにずいぶん派遣で留学していましたが、その目的の一つがそういったケーススタディを勉強することだったかと思います。一方で、日本の大学で独自に開発された・よくできたケーススタディが作られたかという、そういう話は聞いたことがないですけども、PBLも同じで、ただPBLをやれば良いというわけではなく、それなりの教材・よく練られた教材を作っていかなければならないと思っています。一つの大学で、今までいわゆるケーススタディを作るときに、単独の大学で作ろうという動きはありましたが、ことPBLに関しては一つの大学で無理ならば、大学間で連携するとか、学会と連携してPBL教材の開発をやっていく必要があると思っています。それから、さっき長期のインターンシップについて少し話をしましたが、長期のインターンシップも非常に重要で、データサイエンス教育においては有益な核となるやり方かと思いますが、これもただやみくもに、ただインターンシップしました、企業のメンターさんが出てきて指導を受けましたでは効果が低いと思いますので、そういったインターンシップについても、企業と協働しながら、教育としてインターンシップをどうやるかという方法論を開発する必要があると思っています。まとめますと、PBL教材の開発、特に欧米で使われているものが日本で役立つかということかなり疑問が残りますので、日本の企業風土にマッチしたようなPBLの教材、あるい

はインターンシップの方法論を大学・学会が協力して開発していく必要があるのではないかと考えています。

【椿】いわゆる文理融合の問題も出ましたし、大学入試改革も必要であると同時に、企業との関係性、さらに、日本の中でこれからデータサイエンス、おそらくORももっとそうかもしれませんが、実践的な教育PBLとか、本来日本でも関心があったケースによる教育というのを進めていかなければいけない、その方法論に関しては、1大学というよりはもう少し連携した、学会も含めた取り組みが非常に必要なのかなと感じました。

私は、一応日本の中で、プロフェッショナルスクールという動きが必ずしもうまくいったかどうかはわかりませんが、それが始まったときに、ケースを実際に日本でも開発するというプロジェクトが文部科学省でもあったことは承知していますが、やはり日本独自というよりも、アジア諸国のほうがよほどそういうことがたけていたという印象をもっております。これは日本の大学の教育のスタイルが、データサイエンスを経緯にして、変わっていくということがあるのであれば大いに考えていかなければならないと思っています。おそらく高校も、探求型教育という形で、理数の探求、社会の探求というように、探求といった話が出てきた瞬間に、今本当にその教育のメソッドがあるのかというところが重要になってしまいかと思います。いずれにせよ、各先生方の大学は、それぞれそういうことを一種の方法論を導くという形で連携いただくということがあれば非常にありがたいと思います。それぞれ

の大学が一つのカラーというよりもいろいろなカラーをもっている中で、ソリューションを描くためには連携するということになるだろうと思います。

私、文理融合に関しては、もちろん統計関連の学会に関しても、数理・数学系の学会にしても、そういうことを大学入試でやれということ、学術分野としては言えるのですけれども、むしろ OR 学会とか経営・経済系の学会、普段であれば数理を言わない学会が連携して、きちんと社会との接点を形成している学会が言ってくれるほうがインパクトはずっと強いと思います。

6. 「データサイエンス」とは

【椿】 いったい、データサイエンスっていうものに対して、先生方がどういったイメージをもっているか、どういふふうにするかということをあえて避けてきましたが、データサイエンスという言葉に厳密な意味で、まだいろいろな考え方があるということもあって、避けてきました。ただ、逆に数理・データサイエンス・AIという形で、高等教育・研究っていうものをわが国でも立ち上げていかななくてはいけない・作っていかなくてはいけない段階であって、最後にいったいどういうデータサイエンスっていうものを作っていくか、日本において構築していかなくてはいけないのかという認識を、先生方にお聞きしたいと思います。データサイエンスとは何なのだろうか、それを日本は、研究面・教育面でどのように強くしていくのかについて、ご意見をいただければと思います。

【長谷山】 大変に重要で難しい質問だと思います。私自身は、データを読み解く力と広い定義でお話ししています。本日の議論の中でしばしば出てるように、学際的な問題を解決するためには、さまざまな専門領域の連携が必須ですが、専門を越えた共通言語はなかなか見出しにくいものと思います。データを根拠とし、また、データを共通の言語にして問題解決に取り組むところに、データサイエンスの力があるのではないかと考えています。おそらくわれわれが3年後・5年後・10年後にこの議論をするときには、『データサイエンス』というものも変容を遂げていると思いますが、身につけた力の真価が試されるのは、前例のない深刻な事象に遭遇したときと思います。新型コロナウイルスの拡大下において、いかにして前進するのかを考える局面においても、データを根拠にして語る事が多く見受けられます。学生や若い研究者には、現在得てい

る知識や経験は、その後に直面する問題に果敢に取り組むための力の礎であり、データサイエンスは、失敗を恐れずに挑戦するための技術と根拠を示す必須技能と伝えたいと思います。

【木島】 データサイエンスの定義は、いろいろな方がきれいに述べられており、それに異論を唱えるつもりは全くないのですが、現在、特にマスコミなどでフォーカスが当たっているのが GAF A のように巨額な研究資金を使って華々しいビジネスを展開する道具というニュアンスが多いかと思います。これらの AI・データサイエンスに日本が立ち向かうのはほぼ不可能で、とにかく研究資金でかなわないので、日本は見方・方向性・考え方を変えたほうがよいと思っています。個人的には、日本で AI・データサイエンスの威力を発揮するのは、中小企業、特に地方の企業の経営の効率化に資する道具と考えたほうがよいと思います。たとえば、その昔 QC・品質管理がはやったときに、QC 七つ道具なるものが中小企業に浸透して、非常に大きな成果を出したわけですが、QC 七つ道具も今の言葉で言えば、データの見える化に他ならないので、今の世の中、それプラス、デジタルトランスフォーメーション (DX) を利用することで、中小企業にとっても非常に多くのデータが取得可能になっています。したがって、そういったデータを身近な QC 的な発想をもち、データサイエンスの枠組みで再構築すれば、経営の効率化をはかることも意外に容易なのではないかと思っています。

また、よく私は言うのですが、データには方言がある、データは訛っている、地域の特性に合ったデータサイエンスを考えていくべきであろうと思っています。個人的には、こういったことのほうが、データサイエンスの役割をハイライトするうえでは重要とされておりまして、こういった発想に立って、広島大学の数理データサイエンス教育の事業においても、あえて地方創成に資するデータサイエンスの教育をうたっています。特に日本では、零細企業を含めると 99% が中小企業と言われていて、広島は京都と同様に、中小企業が非常に多い地域で、こういった中小企業の経営の効率化が、たとえば仮に AI・データサイエンスを使うことで 10% でも効率化できたとすれば、日本全体あるいは地域にとっては大きな経済の底上げにつながるというわけです。さらに言うと、そういった中小企業・零細企業では、後継者不足に非常に悩んでいて、後継者不足を解決するためには ICT とデータサイエンスをうまく使って、人材の効率化といったものを考えて

いくことが重要で、日本の中小企業には宝物が数多く埋まっているので、データサイエンスやICTをうまく使ってやってやるというのは、日本が進む道なのではないかなと個人的には思っています。

【竹村】私も木鳥先生の言われたことと似た意見で、まずデータの時代で、データを資源として、データを活かしていくということは非常に必要で、データを活かせる人材をちゃんと評価することが大事だと思います。専門性を評価することも、またリテラシーとしていろいろなことにデータを使って議論していくことも、両方とも大事です。ただ、GAFAとかそういうものを真似するだけではなかなか勝ち目がないという面はあるし、一方で、ある意味では日本化して、日本の今までのいいところと組み合わせる「+データ」ということを考えていかないと、GAFAを真似するというだけではうまくいかないし追いつかない。おそらく品質管理でも日本的な部分が成功した経験もあるので、そういったものが出てくればよいかなと思います。データサイエンスを重要視するということと、日本の今までの知恵と組み合わせるといった視点が必要かなと思います。

7. まとめ

【椿】おそらく、今先生方が言っていたこと、長谷山先生がおっしゃられたように、データサイエンス

というものはどういうもので何をやるのかは、日進月歩で3年、4年たてば、大変急速に世の中の状況が変わってくる。その中で、ある意味で、今日、木鳥先生も竹村先生も、地域の具体的な問題を解決するとか、地域の企業活動の生産性を向上するような取り組みを、むしろデータサイエンスの枠組みの中で行っていくということについて、ご提言いただいたと思います。

それから、本当に各大学の取り組み、北大も含めていろいろな取り組みが行われていること、今回OR学会のほうで特集していただいて、いろいろな大学間で、もちろん大学の個性・独自性は極めて重要なのですが、良い取り組みというものをどんどん広げていく・共有していくことは極めて重要なことだと思いますので、竹村先生のところが設置審の完成が今年、木鳥先生のところが来年ですので、またどんどん今日的な役割という形で変容していきますが、そういうことも含めて、できるだけ大学人が共有していくこと、それが非常に重要だろうと思いました。

これ以外にも、これからもデータサイエンスというものについて、今日の中で、これをどう日本がうまく取り入れて、日本的にアレンジして効率的なものにしていくかという部分に関しても頂戴できましたので、全般的な感想には過ぎないのですが、何らかの形で学会の関係者の方々と共有できればと思います。