

数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアム 北海道大学での実践～数学からの視点～

北海道大学大学院理学研究院数学部門／

北海道大学数理・データサイエンス教育研究センター・副センター長
大本 亨

1. はじめに

周知のとおり、来たるべき高度情報化社会—Society 5.0—に向けて、文科省は国内の大学・大学院における数理・データサイエンス・AI 教育基盤強化を進めている[1]（以下、MDS・AI 教育と略記）。本稿では、北海道大学における取組事例の概要について報告する。ただし、本稿の読者は数学関係者に限定されることから、数学サイドからの視点とそれに関連する本学の取組を切り出して紹介する。統計学と情報科学の業界間で綱引きしている感もある当該事業のなかにあつて、ニュートラルな立ち位置の数学関係者が絡むとすれば、基礎教育に関するものが中心になるだろう。そこで、特に MDS・AI 教育の「基礎」部分にかかる e ラーニング／オンライン教育支援（MDS プラットフォームの構築と運用）と数学専攻院生を含めた MDS・AI 教育人材育成という独自のアプローチに焦点を絞ってお話する。したがって、従来のデータサイエンス教育全般とはやや趣向を異とすることを予めお断りしておく。

私と行木氏の二人が、理学研究院数学部門から数理・データサイエンス教育研究センター（以降、MDS センターと略記）の兼務教員として当該事業に協力しているが、国内で（統計や情報でなく）数学教室自体が大学全般の MDS・AI 教育にコミットしているところは珍しく、主だった総合大学では北海道大学のみではなかろうか。はじめに我々の根本的な考えを述べておくと、この MDS・AI 教育事業の《本線》は、10 年先を見越した《理系基礎教育のテコ入れ》（文系向けリテラシー含む）であつて、文理を問わず、数理的な思考力とデータに基づく合理的な判断力を育む実践的な教育である、と位置づけるものである。基礎を飛ばして表層的にデータ解析手法のコピペに終始するのであれば、いずれ無意味だと悟るだろう。そうではなく、数学・統計学

の基本の上に立って、如何に今日の ICT 環境に持続可能なかたちで適合させて各学部諸分野（ドメイン知識）の修学と連携させていくかという、今までも教育現場ですつと認識されていた本来的な課題を取り上げる。なお、データサイエンスはサイエンスか？データサイエンティストとは何を指す？といった議論には立ち入らない。この種の用語は日々意味合いが変わり、業界によってレベルもニュアンスも異なり得る。ここでは、特定の産業種で求められる IT・AI 人材という意味よりも、自然科学、工学、医療、疫学、農畜水産、金融、経済、人文科学...等、今日的なデータ解析を必要とする幅広い分野での大学レベルにおける人材養成を念頭に置いている。

2. MDS・AI 教育～北海道大学における教育プログラム

平成 29 年、北海道大学は文科省「数理及びデータサイエンスに係る教育強化事業」の全国 6 拠点校のひとつに選定され、さらに平成 30 年には、修士レベル対象の「超スマート社会の実現に向けたデータサイエンティスト育成事業」および博士レベル対象の「データ関連人材育成プログラム (D-DRIVE)」において本学の申請が採択された。すなわち、文科省が主導する学部・大学院博士前期課程（修士）・大学院博士後期課程（博士）のすべての MDS 関連教育事業が採択されたことになる。単独校で 3 種の事業採択を得たのは全国で本学のみである。上述の学部と修士向け事業のミッションは大きく分けて 3 つあり、東大を幹事校とする 6 拠点コンソーシアムでデータサイエンス教育の全国標準カリキュラム・モデルを策定し教材作成やデータベースの整備を行うこと（行木氏の原稿参照）、各拠点校自身で新しい教育事業の取組みを展開すること、さらに全国 6 ブロックそれぞれにおいて拠点校が中心となって当該事業の普及を進めることである[1]。産官学の協働や大学と企業の連携下での PBL プログラム開発等は MDS・AI 教育の大きな柱であるが、本稿の趣旨とやや離れるのでここでは触れない。

北大では、MDS センターが中心となってこれらの学部・大学院教育事業を推進する。12 学部と共通教育機構を有する大きな総合大学において、文科省が謳う「全学的な MDS・AI 教育」を設計することは容易でない。本学の独特なプログラムについて

て、以下で手短かに説明する。

[a] 文理を問わず北大のすべての分野のすべての学生に向けて、数理・データサイエンスへの指向性と動機付けを提示し、自ら学ぶ機会を提供する。MDS 一般教育・専門教育プログラム(学部) および基礎力養成プログラム(修士) がこれを担う(HP[2]を参照)。基本、既存科目の活性化と横断的な連携、さらに内容の漸次的更新が目指すところである。北大では多くの学生が2年進学時に学部学科に配属されるため、一般教育プログラム(1年生向け・全学教育)において、文系を含めて、まずは基礎となる数学・統計学・情報学の科目をできるだけ多く履修してほしい。これを踏まえて、2年時以降のそれぞれの学部学科の教育課程のなかで数理・データサイエンス的視点を補強し、各分野の内側からその意味を認識し新しい技術や価値を取り入れていく(もちろん一朝一夕ではなく時間が掛かる—10年先を見越した理系基礎教育のテコ入れ、と述べた点はここにある)。MDSセンターの役割はこの下支えである。まずはその学内インフラ整備として、新しい教材システムおよびデータベースを提供するICT基盤としてMDSプラットフォームを構築し、eラーニングを伴った新しい教育展開を提案している。MDSセンターによる「Pythonプログラミング演習システム」の開発と運用、PythonおよびRベースの「統計学&機械学習eラーニング教材」の開発、数学eラーニングシステム「WeBWorK」の導入(本多氏と牛島氏の原稿参照)、放送大学と共同研究している「映像コンテンツ」のライブラリー化などがある。

Pythonプログラミング演習システムでは、その初級部分を本学の全学教育における唯一の必修科目「情報学I」の3回分ほどで利用している。文系含めて1年生2600名強の全員にプログラミングを課しているのは、国内でもたいへん珍しい事例である。履修実態および成績において実は文系も理系も差がなく、文系学生からも高評価であった。これは今後の教育実践において示唆的である。これに続く後継版のe教材導入も検討中である。Google Colaboratoryなどは一部の授業で使われているし、ベンチャー企業開発のeラーニング教材も見聞するが、成績処理等の作業、安定性、継続性、予算、著作権などの面で、自前のeラーニング・リソースを持っていることのメリットは大きい。WeBWorKはMAA(米国数学教育協会)によるオープンソースの数学

e 計算ドリルであり、海外で広く普及している。東北大と金沢大の先例に続いて数年前に北大数学教室内部で導入したが、一昨年度から MDS センターと協働することで組織的に再編した。この規模の大学における全学的運用は北大が国内初である。特に日本の大学レベルに適した北大オリジナル問題を MDS センターで数百題作成し、今年度のコロナ禍においては全学教育数学科目のすべての開講クラスに投入し（1 学期で 70 クラス）、7~8 割のクラスで本格的に利用されている。周辺の連携校である室蘭工大や道内の高専でも北大 MDS プラットフォームを介して同じ WeBWorK を利用している。リメディアル教材や反転授業の教材としても有用である。これからの全学教育の数学授業では、計算面よりも、言語としての役割や論理性や具体的な応用例がより意識されるようになるのではないか—その際、WeBWorK は適切な授業計画と時間配分を組むための一助となるだろう。

[b] 授業（単位認定）とは無関係に、文理を問わず、基礎的素養を身につけた学生の中からモチベーションの高い者を選抜してピンポイントで個別指導を施すことにより、幅広い分野で数理・データサイエンスに関する高い素養を持った人材を育てる。実践教育プログラム（学部）および実践力養成プログラム（大学院）がこれを担う [2]。具体的には、すべての部局から卒業研究時の 4 年生や院生がエントリーし、MDS センターで精査した上で学内の専門家（情報科学ほか）とマッチングして、言わば家庭教師役として短期個別指導を斡旋する。毎年、20 名を超える学部生（卒業研究）および修士院生が利用しており、十分にレベルの高いエントリーでは当該学生とその指導教員と家庭教師役の教員の共同研究に発展する例もある。これには、MDS センターを中心に、関係学部属する兼務教員や若手教員に声がけて緩いかたちで人的ネットワークを構築して対応している。さらに、この個別指導とは別に、言わば学内で開く「少人数制の塾」のような形態の課外セミナーも行っている。たとえば Python 演習コンテンツ（初級～上級）を用いた個々の学生や教職員の自習あるいは研究室単位でのグループ学習のサポート、外国人留学生・研究者向けの Bio-statistics コース（英語）、学生向けの機械学習・AI セミナー、社会人向けのセミナーなどを定期的に関催する。エントリーするにはまだ学力不足な学生を対象にしたり、学部学科の教程

では埋められない隙間（発展的な内容あるいは逆に基礎的なリメディアル）を、草の根的な課外活動によりカバーする。こうした実際的な修学サポートには大いに意味がある。

3. 学びのサイクル・教育者養成・社会との接点～数学系博士院生の登用

上記[a]のコンテンツ開発や[b]のセミナー開催・修学サポートにおいて決定的なのが、これらを回していける教育人材の確保である。事実、全国的に MDS・AI 教育にかかる人材の慢性的な不足が大きな問題としてクローズアップされている。そこで 2 年程前から MDS センターでは、ひとつの試みとして、主に理学院数学専攻の博士後期課程在籍の大学院生から希望者を募って RA 雇用し、学内専門家による協力の下で e コンテンツ開発および学生向けあるいは企業向けの MDS・AI セミナー開催（講師役・チューター役）を行っている—これを逆向きにとって、博士院生向けの「MDS・AI 教育人材養成セミナー」と位置づける（毎年 10 名程度）。彼らの専門は、作用素環、微分幾何、力学系、確率論、数理物理、...等であって自身の研究も順調に進めつつ、一方で今まで無縁であったデータサイエンスや統計学について十分な知見と技能を得ようというものである。将来、アカデミック・ポジションに就くための教育経験や他分野連携の経験だけでなく、それ以外のキャリアパスの可能性も広がる。他方、大学内を見渡して、時間的・業務的な自由度や動機付けの面から、数学以外の他大学院他専攻院生からこのような課外活動・全学サービスへの人員を見出すことは簡単でない。さらに、要所要所を数学・統計学の基礎から正しく教えることは、数学院生のほうが圧倒的に出来るし、機械学習や深層学習における「ブラックボックス」の中身は基本的に数学で書かれているので、数学院生がその気になって集中的に勉強すれば短期間でその本質は習得できる。その理解力は、数学院生は抜群である。以上は、院生諸氏の優れた実践と成果を見ることで、よく実感することができた。一方で数学院生に全く足りないのは、数学以外の領域のドメイン知識であり、実際のデータ解析の経験値である。これらをセミナーの実践を通して補いスキルアップしていくという双方向の活動になっている。これを継続して、上の学年から下の学年に段階的に関わる

ような学生間のサイクルを構築し、毎年、一定数の人材排出に繋げたいものである。

このような経験を通して鍛えられた学生達は、博士課程修了(学位取得)の後には、数学の各分野での自立した若手研究者であると同時に、全学・学部向けの線形代数学や微分積分学さらに統計学の授業が担当できることに加えて、e コンテンツに関する知見や経験を持ち、データサイエンス科目の設計や授業担当も可能である。すなわち、今日求められている「即戦力」の教育人材である。これには我々MDSセンター側も確かな手応えがある。

[1] 数理・データサイエンス教育強化コンソーシアム（幹事校：東大）

<http://www.mi.u-tokyo.ac.jp/consortium/> [2020.12.28 accessed]

[2] 北海道大学・数理・データサイエンス教育研究センター

<https://www.mdsc.hokudai.ac.jp> [2020.12.28 accessed]