

数理・データサイエンス・AI教育の紹介

数理・データサイエンス教育への 北海道大学の取組み

北海道大学数理・データサイエンス教育研究センター 大鐘 武雄
副センター長



1. はじめに

すでに数理・データサイエンス・AI教育の意義はご理解のことと思います。本学では、数理的思考および、データを分析し活用する能力を用いて社会における諸問題の解決や、新しい課題の発見、そして、データから価値を生み出すことができる人材を育成することを目的として、数理・データサイエンス・AI教育プログラムを策定しました。このプログラムは、現在も、数理・データサイエンス教育研究センター（MDSセンター）とともに発展を続けています。

幸いなことに、数理・データサイエンス・AI教育に関する取組みに対し、文部科学省「数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度」において、2021年度に認定教育プログラム（リテラシーレベル）プラス^[1]、2022年度には認定教育プログラム（応用基礎レベル）プラス^[2]の認定を受けることができました。本稿では、これらの認定を受けることとなった教育プログラムと、それを支えるいくつかの取組みや、最終的な人材育成までシームレスに繋げる仕組みについて簡単に紹介いたします。

2. 学部教育プログラム

政府の「AI戦略2019」（2019年6月策定）にて数理・データサイエンス・AI教育に関し、大学・高専卒業生全員に必要なレベル（リテラシーレベル）と、大学・高専の半数程度の学生に必要なレベル（応用基礎レベル）などの段階に分け、修得すべき目標を示しました。これを受けて、数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアム^[3]は、各大学・高専にて参照可能な「モデルカリキュラム」として、2020年4月に数理・データサイエンス・AI（リテラシーレベル）モデルカリキュラム^[4]を、2021年3月には数理・データサイエンス・AI（応用基礎レベル）モデルカリキュラム^[5]を策定・公開しました。同拠点コンソーシアムの拠点校の一つである本学は、カリキュラム策定に関わるとともに、このモデルカリキュラムに合致するように教育プログラムを策定しました。

本学における数理・データサイエンス・AIに関する学部教育プログラムは、一般教育プログラム、専門教育プログラム、実践教育プログラムの3つに分けられます（図1参照）。以下にこれら3つのプログラムを簡単に説明いたします。

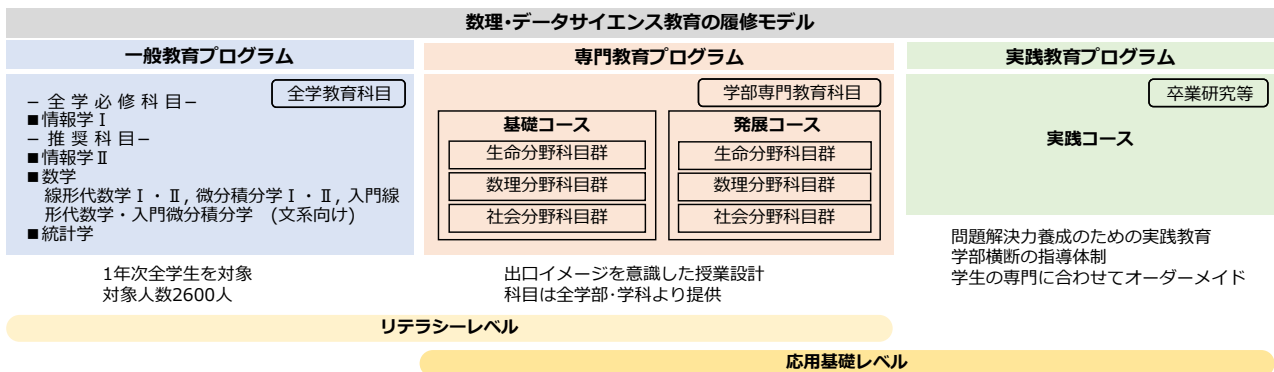


図1 学部教育プログラムの全体概要

(1) 一般教育プログラム

一般教育プログラムは、前述のモデルカリキュラム（リテラシーレベル）に該当します。その主眼は、文系理系を問わずあらゆる専門に必要な数理・データサイエンス・AIの基礎力を身につけることにあります。学部1年生を対象とし、全学教育科目中の9科目を、このプログラムに充てています。中でも情報学Ⅰは必修科目であり、文系理系すべての学生が、数理・データサイエンス・AI教育に触れるように設計されています。

具体的には、主に統計や数理基礎を学ぶ科目として、線形代数学Ⅰ、線形代数学Ⅱ、入門線形代数学、微分積分学Ⅰ、微分積分学Ⅱ、入門微分積分学、統計学を開講し、主にデータの取扱いやアルゴリズムなどを学ぶ科目として情報学Ⅰ、情報学Ⅱを開講しています。前半の科目については、皆さんも様子が見えるかと思えますので、後半の科目について少し説明させていただきます。

情報学Ⅰは、前述の通り1年生全員の必修科目であり、文系と理系の多様な学生が受講するため、数理・データサイエンス・AIに関する非常に基礎的な内容を基本としています。前半部分では、情報倫理・情報セキュリティ等、情報社会に関わる基礎知識から、マークアップ言語や表計算ソフトを用いた問題解決例を学びます。後半部分は、数理・データサイエンス・AIの代表的なツールであるPythonについて学びます。基礎的な内容とはいえ、特に文系は初めて取り組む学生も多いと思われます。そのため、Pythonプログラミング演習の進捗状況をリアルタイムにチェックするシステムを導入しました。これについては、後ほど説明します。一方、理解度の高い学生には、少し高度な演習課題も用意し、レベルに応じて学習できるよう工夫されています。

情報学Ⅱは、情報科学の基礎となるハードウェア・ソフトウェアおよびネットワークのしくみを学ぶとともに、数理・データサイエンス・AIが社会問題解決に役立つ実例を学ぶ内容になっています。特に後半の社会実装に関しては、地方自治体や産業界から講師を招いて、学生に最新の活用例を紹介して頂いています。詳細な技術内容は理解できなくても、数理・データサイエンス・AIが社会の問題解決に必要不可欠であることを1年生

の段階で学ぶことが大切と考えています。

一般教育プログラムは、必修1科目を含む9科目から4単位以上を修得すると修了となり、令和元年度から令和3年度までに約6,000名が修了しました。本学では、修了者のうち希望者に修了証を交付しています。

(2) 専門教育プログラム

専門教育プログラムは、モデルカリキュラム（応用基礎レベル）に合致するように設計されています。モデルカリキュラム（応用基礎レベル）では、データサイエンスおよびデータエンジニアリングの基本的な概念と手法、応用例を学ぶことで、データから意味を抽出し、現場にフィードバックするための方法を理解するとされています。本学では、文系理系を問わず多様な専門分野で必要とされる数理・データサイエンス・AIのスキルを身に付けることで、自身の専門分野を強化できるよう、分野横断型の科目群（2022年度117科目）が各学部から提供されています。これにより、履修者のキャリアデザインや、社会が求める専門性に合わせて、必要なスキルを選択的に修得することが可能です。

なお、学生が出口イメージを掴みやすいよう、各科目を大きく3つの科目群：生命分野科目群・数理分野科目群・社会分野科目群に区分しました。また、各科目群は基礎コースから発展コースに進む形式となっており、一般教育プログラムも含めると、数理・データサイエンス・AIの基礎から応用までシームレスに修得できる構成になっています。

基礎コースは、一般教育プログラムを修了した上で、基礎コース科目から6単位以上を修得することが修了要件となっています。ただし、数理・データサイエンス・AIを十分に修得した人材であると認定する目的で、要件に参入できる単位のGPに3.0以上という制約を設けています。

発展コースは、基礎コースを修了した上で、応用コース科目から6単位以上を修得することが修了要件となっています。要件に参入できる単位のGPは同じく3.0以上としています。

(3) 実践教育プログラム

モデルカリキュラム（応用基礎レベル）では、課題解決型学習を効果的に取り入れることが推奨されています。本学の実践教育プログラムは、主に卒業研究に取り組む学生を対象に、数理・データサイエンス・AIを専門とする教員が個別指導を行う課題解決型学習です。全学を対象とした希望調査とエントリー審査を経て、選抜された受講生と教員とのマッチングを行い、学生の研究テーマに合わせたオーダーメイド型プログラムとなっています（図2参照）。学生の専門性に数理・データサイエンス・AIを掛け合わせることで、専門分野と数理・データサイエンス・AIのダブルメジャーを促進できると考えています。

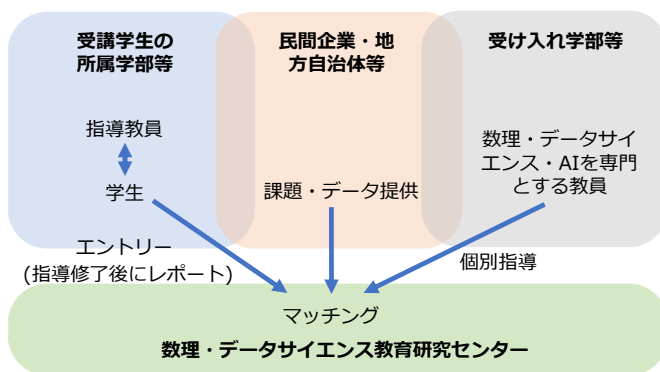


図2 課題解決型学習

3. 大学院教育プログラム

「AI戦略2019」において、大学・高専の最終的な目標は数理・データサイエンス・AIのエキスパート人材を輩出することです。学部教育からエキスパート人材育成へシームレスに展開するために、大学院生向けの教育プログラムも構築しました。学部教育プログラムの専門教育プログラムと実践教育プログラムの同様の構成となっています。以下ではそれぞれについて簡単に説明します。

(1) データサイエンス基礎力養成プログラム

このプログラムは、文系理系を問わず、多様な専門分野で必要とされる数理・データサイエンス・AIスキルを大学院で学び、自身の専門を強化することを目的としています。提供科目は目的に合わせて大きく二つの科目群に分かれています。

専門教育科目は、各分野においてデータサイエンスのスキルを養成する科目群であり、個々のキャリアデザインや、社会が求める専門性に合わせ

たスキルを養成することを目的としています。学部生向け専門教育プログラムと同様に、三つの科目群：生命分野科目群・数理分野科目群・社会分野科目群に分かれ、37科目が提供されています。

もう一つのDS応用科目は、数理・データサイエンス・AIの社会問題解決の際に必要な社会展開力やコミュニケーション力の基礎を養成することを目的とし、プロジェクトマネジメント特論や科学技術コミュニケーション特論、科学技術政策特論などで構成されています。

どちらの科目もエントリーの必要はありません。それぞれ4単位以上の修得で修了となります。希望者には修了証が発行されます。

(2) データサイエンス実践力養成プログラム

このプログラムは、企業や地方公共団体から提供される課題、あるいは修士論文研究等をテーマにしたPBL（Project Based Learning）演習を行い、実社会で解決すべき課題を体験するとともに、社会問題解決に向けた数理・データサイエンス・AI実践力を育成することを目的としています。これに加えて、プレゼンテーションに関する指導も行い、研究成果を社会に展開するための発想力や、専門分野が異なる研究開発者や市民に伝えるためのコミュニケーション力の養成も行っています。

このような企業・地方公共団体連携型PBLを修了した優秀な学生の中から、企業や地方公共団体との共同研究に参画する学生が現れることを期待しています。そして、できるだけ共同研究機会を設けてシームレスに人材育成を進めたいという目的から、産学連携型人材育成プログラムも用意されています。これについては、「5.」で説明いたします。

4. 学生の学びサポート

前述の一般教育プログラムは、基本的に文系理系問わず1年生全員が履修する情報学Iを必修科目としています。1学年約2,600名がPythonプログラミング演習を効果的かつ効率的に学べるよう、MOOC（Massive Open Online Course）として北海道大学数理・データサイエンス教育プラットフォーム（MDSプラットフォーム）を整備しました。

MDSプラットフォームは他のシステムとの認

証連携機能や利用者管理機能等を有しており、後述するように他機関からの利用も可能です。このプラットフォームで提供しているPythonプログラミング演習は、情報学 I の講義でも使用されており、文系理系問わず、Pythonに初めて触れる学生の導入学習に活用されています（写真1）。



写真1 Pythonプログラミング演習教室の例

ここで特に紹介したいのが履修状況の分析ツールです。文系から理系まで広い範囲に亘る学生が受講するため、演習の進捗状況に個人差が大きいことが予想されました。大きく遅れをとってしまった学生は教員の手厚いサポートが必要です。一方、多数の学生が受講している状況では、その様子から進捗状況を把握することは非常に困難です。そこで、学生の習熟度を評価・分析可能な「履修データ分析ツール」を独自に開発しました（図3参照）。これにより、教員は全ての受講学生

の進捗状況や理解度をリアルタイムに把握することが可能となり、学生毎にきめ細やかな指導を行えるようになりました。

もう一つのMOOCとして、一般教育プログラムに含まれている線形代数学や微分積分学などの数理基礎科目の教育支援システムであるHokudai Mathematics WeBWork¹⁶⁾を整備しました（図4参照）。いつでもオンラインで学べる数学ドリルにより、復習や予習などの独習を広くサポートしています。



図4 Hokudai Mathematics WeBWork

教育コンテンツの整備という観点では、放送大学におけるモデルカリキュラムに準拠した講義科目中、リテラシーレベルに該当する「データサイエンス基礎から応用」に2コマの講義を提供しています。さらに、放送大学との共同研究により、全47番組の動画向け英語字幕を開発し、前述のMDSプラットフォームで公開しています。また、



図3 履修データ分析ツールのイメージ

Pythonプログラミング演習だけでなく、2021年度にはRプログラミング演習も導入されました。リテラシーレベルのモデルカリキュラム「基礎」に対応する「原理がわかる信号処理」（共立出版）も出版しています。

最後に紹介するのが、学生への個別サポートプログラムです。教員が学生からの質問や相談に応じるラーニング・サポートを実施しています。MDSセンター内に設置されているラーニングコモンズ（写真2）での対面相談に加え、オンライン会議ツールoViceを活用した仮想ラーニングコモンズでの相談も行っています。Pythonプログラミング演習などやMDSセンターで実施した「数理・データサイエンス・AIセミナー」に関する質問だけでなく、自分の研究にPythonを活用する方法や、AIに関する話題など、データサイエンスに広く関わる質問・疑問を解決するお手伝いをしています。



写真2 ラーニングコモンズの様子



図5 仮想ラーニングコモンズ

前述のMOOCや仮想ラーニングコモンズなど、オンラインシステムを整備したことにより、コロナ禍の中でも学生の学びを止めることなく実施す

ることができました。また、後述するように、北海道という広い範囲に点在する大学・高専などからも、容易に受講できたことから、これらのシステムが、距離や各種制限によらず効果的な教育支援を達成したことは大きな成果といえます。

なお、成績分析などの教学IRを担う運営組織である総合IR室と連携し、プログラミング能力と語学科目との成績の相関について、数値エビデンスで分析する体制を構築しており、運営組織と教育の現場のシームレスな接続を、国内でも先進的に実現しています。

最後に、数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアム内データベース分科会の令和3年度までの成果の一つとして、実データが27個公開されています¹⁴。数理・データサイエンス・AIの実社会応用の入り口として、ご利用頂ければ幸いです。

5. 地域連携・産業界連携

本学は、数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアムの拠点校の一つです。東北ブロックの代表校が選定されるまでは、北海道・東北ブロックの代表校として、89校にMDSプラットフォーム上Pythonプログラミング演習を提供しました。

特に北海道内の大学や高専に対しては、北海道データサイエンスネットワークを設立・運営し、参画機関にデータサイエンス教育のノウハウのみならず、MDSプラットフォームと教育コンテンツを提供して、各機関のデータサイエンス教育実施を支援しています。



図6 北海道データサイエンスネットワーク

また、産学連携型人材育成基盤「北大モデル」による人材養成プログラムの一つに、「データ関連人材育成プログラム (D-DRIVE)」が採択されています。これにより形成された産学コンソーシアムで実施された共同研究では、博士課程学生がリサーチアシスタントとして雇用されながら実社会での課題解決に数理・データサイエンス・AIを応用するという実践的スキルの修得が行われています。このような仕組みは、モデルカリキュラムに基づいた教育プログラムを修了した学生の出口の一つになっており、導入から実践までシームレスな教育・育成環境が整っています。

「AI戦略2019」で重要視されている社会実装の課題解決を学ぶ上で、このようなコンソーシアムは重要な役割を果たしています。本学の教育プログラムは企業や地方自治体からも高く評価され、札幌市・ニトリ・本学の連携協定に基づき、令和元年8月にデータサイエンス教育研究に関連する寄附講座「ニトリみらい社会デザイン講座」が設置されました。令和3年3月にはニトリ、本学、札幌市、北海道の4者協定が締結されているなど、地域連携・産業界連携にも積極的に取り組み、また、順調に発展しています。

企業人材の学び直しやリスキリングも、数理・データサイエンス・AI教育の大きな役割の一つと考えています。企業が求める数理・データサイエンス・AIに関するスキルセットを整理して、研修コンテンツを設計し、MDSプラットフォームを利用したオンライン研修も行っています。

6. 終わりに

以上、本学における数理・データサイエンス・AI教育について簡単に説明いたしました。筆者は令和4年4月から数理・データサイエンス教育・研究センターの一員となりましたので、先人たちの成果をできるだけ記載したつもりです。不十分な点がありましたら、どうぞご容赦ください。

昨年度の認定教育プログラム（リテラシーレベル）プラス認定に引き続き、認定教育プログラム（応用基礎レベル）プラス認定を受けたことは、本学の教育プログラムや関連する取組みが高く評価されたと素直に喜ばしく思います。ただし、これらの認定プログラムは教育の質を担保するだけでなく、「AI戦略2019」で目標とされる極めて多

くの人材を社会に輩出することが求められています。今後、学生の学びやすい環境をさらに整えることで、数理・データサイエンス・AIの重要性を理解し、一般教育プログラムから専門教育プログラムやその先へと進む学生を今後ますます輩出することが最も重要であるといえます。

本学の教育プログラムは開始されてから4年目を迎えました。少しずつ進化をしているとはいえ、学内においても、また、他大学との連携においても、まだ把握しきれていないニーズがあると思います。2022年度からは拠点コンソーシアムの体制が変わり数理・データサイエンス・AI教育強化拠点コンソーシアムとなりました。拠点校・特定分野校・連携校も着実に増加しています。本学にとって、このコンソーシアムでさらなる教材・プログラムの充実を図ることはもちろんのこと、興味を持たれている大学・高専への宣伝や、隠れたニーズの把握など、取り組むべき課題は多いと思います。数理・データサイエンス・AI教育強化拠点コンソーシアムの拠点校として、また、北海道ブロックの代表校として、今後も数理・データサイエンス・AI教育の充実に努めます。

参考文献および関連URL

- [1] 令和3年度「数理・データサイエンス・AI教育プログラム」の認定・選定について
https://www.mext.go.jp/content/20210804-mxt_senmon01-000016191_2.pdf
- [2] 令和4年度「数理・データサイエンス・AI教育プログラム」の認定・選定について
https://www.mext.go.jp/content/20220824-mxt_senmon01-000188414.pdf
- [3] 数理・データサイエンス・AI教育強化拠点コンソーシアム
<http://www.mi.u-tokyo.ac.jp/consortium/index.html>
- [4] モデルカリキュラム（リテラシーレベル）
http://www.mi.u-tokyo.ac.jp/consortium/model_literacy.html
- [5] モデルカリキュラム（応用基礎レベル）
http://www.mi.u-tokyo.ac.jp/consortium/model_ouyoukiso.html
- [6] Hokudai Mathematics WeBWoRK
<https://webwork.sci.hokudai.ac.jp>
- [7] 教育用データ提供システム
<https://data.mdsc.hokudai.ac.jp>