

「数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度  
（応用基礎レベル）」の創設について  
（案）

2021年3月  
数理・データサイエンス・AI教育プログラム  
認定制度検討会議

## 目次

1. はじめに	2
1.1 数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度の創設	2
1.1.1 これまでの経緯	2
1.1.2 レベル別の人材育成目標	6
1.2 大学等における応用基礎レベルの数理・データサイエンス・AI教育について	7
1.2.1 あるべき姿	7
1.2.2 現状と問題意識	8
2. 数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度(応用基礎レベル)案	11
2.1 基本的考え方	11
2.1.1 認定教育プログラム(応用基礎レベル)の学修目標	12
2.1.2 認定教育プログラム(応用基礎レベル)が具備すべき要素	12
2.1.3 認定教育プログラム(応用基礎レベル)+(プラス)	18
2.2 認定要件	19
2.2.1 「認定教育プログラム(応用基礎レベル)」の要件	20
2.2.2 「認定教育プログラム(応用基礎レベル)+(プラス)」の要件	32
2.3 認定主体・スケジュール	33
2.4 申請者が提出すべき情報	34
2.5 審査方法	35
2.5.1 「認定教育プログラム(応用基礎レベル)」の審査方法	35
2.5.2 「認定教育プログラム(応用基礎レベル)+(プラス)」の審査方法	35
2.6 認定後のプロセス(実施確認、更新、情報公開)	36
2.6.1 認定後の実施確認	36
2.6.2 認定の更新	37
2.6.3 教育プログラムの情報公開	38
2.7 数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度(応用基礎レベル)の見直しについて	39
3. 認定制度の活用	40
4. 今後の課題	45
5. おわりに	50

(参考資料 1)「数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度検討会議」の開催について

(参考資料 2)数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度検討会議 開催概要(2020年度)

## 1. はじめに

### 1.1 数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度の創設

#### 1.1.1 これまでの経緯

現在、私たちの社会は、デジタル・トランスフォーメーション(以下、「DX」という)により大転換が進んでいる。その変革の大きなきっかけの1つとなっているのがAIであり、今後益々AIを作り、活かし、新たな価値を生み出すことができる人材が求められている。

政府は、2019年3月に「人間中心のAI社会原則<sup>1</sup>」を、2019年6月に「AI戦略2019<sup>2</sup>」をそれぞれ取りまとめた。これらは我が国の進むべき方向性及び国が直ちに実行すべき施策を示しており、ともに人材育成を重要な柱として位置付けている。

「人間中心のAI社会原則」では、AIを有効かつ安全に利用できる社会を構築すること、すなわち「AI-Readyな社会」への変革を推進する必要があることとし、3つの理念、7つのAI社会原則が示されている。その7つの原則の1つとして、「教育・リテラシーの原則」が次のように掲げられている。

#### (2) 教育・リテラシーの原則

AIを前提とした社会において、我々は、人々の間に格差や分断が生じたり、弱者が生まれたりすることは望まない。したがって、AIに関わる政策決定者や経営者は、AIの複雑性や、意図的な悪用もありえることを勘案して、AIの正確な理解と、社会的に正しい利用ができる知識と倫理を持っていないといけない。AIの利用者側は、AIが従来ツールよりはるかに複雑な動きをするため、その概要を理解し、正しく利用できる素養を身につけていることが望まれる。一方、AIの開発者側は、AI技術の基礎を習得していることが当然必要であるが、それに加えて、社会で役立つAIの開発の観点から、AIが社会においてどのように使われるかに関するビジネスモデル及び規範意識を含む社会科学や倫理等、人文科学に関する素養を習得していることが重要になる。

このような観点から、我々は、以下のような原則に沿う教育・リテラシーを育む教育環境が全ての人に平等に提供されなければならないと考える。

<sup>1</sup> <https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/jinkouchinou/pdf/aigensoku.pdf>

<sup>2</sup> <https://www.kantei.go.jp/jp/singi/tougou-innovation/pdf/aissenryaku2019.pdf>

- 人々の格差や弱者を生み出さないために、幼児教育や初等中等教育において幅広くリテラシー等の教育の機会が提供されるほか、社会人や高齢者の学び直しの機会の提供が求められる。
- AIを活用するためのリテラシー教育やスキルとしては、誰でもAI、数理、データサイエンスの素養を身につけられる教育システムとなっているべきであり、全ての人が文理の境界を超えて学ぶ必要がある。リテラシー教育には、データにバイアスが含まれることや使い方によってはバイアスを生じさせる可能性があることなどのAI・データの特性があること、AI・データの持つ公平性・公正性、プライバシー保護に関わる課題があることを認識できるような、セキュリティやAI技術の限界に関する内容を備えることも必要である。
- AIが広く浸透した社会において、教育環境は、一方的かつ均一的に教える教育の在り方から、個人々の持つ関心や力を活かす在り方へと変化すると考えられる。そのため、社会は、これまでの教育環境における成功体験に拘ることなく、常に最適な形へと柔軟に変化し続ける意識を全体として共有する。教育において、落伍者を出さないためのインタラクティブな教育環境や学ぶもの同士が連携できる環境がAIを活用して構築されることが望ましい。
- このような教育環境の整備に向けて、行政や学校(教員)に負担を押し付けるのではなく、民間企業や市民も主体性をもって取り組んでいくことが望ましい。

※人間中心のAI社会原則から引用

また、「AI戦略 2019」では、研究開発体制の再構築、社会実装、データ関連基盤等とともに、教育改革が第一番目の項目として整理され、次に示す戦略目標・大目標が掲げられている。

#### <戦略目標1>

- 我が国が、人口比ベースで、世界で最もAI時代に対応した人材の育成を行い、世界から人材を呼び込む国となること。さらに、それを持続的に実現するための仕組みが構築されること

#### II-1 教育改革

##### <大目標>

デジタル社会の基礎知識(いわゆる「読み・書き・そろばん」的な素養)である「数理・データサイエンス・AI」に関する知識・技能、新たな社会の在り方や製品・サー

ビスをデザインするために必要な基礎力など、持続可能な社会の創り手として必要な力を全ての国民が育み、社会のあらゆる分野で人材が活躍することを目指し、2025年の実現を念頭に今後の教育に以下の目標を設定：

- 全ての高等学校卒業生が、「理数・データサイエンス・AI」に関する基礎的なリテラシーを習得。また、新たな社会の在り方や製品・サービスのデザイン等に向けた問題発見・解決学習の体験等を通じた創造性の涵養
- データサイエンス・AIを理解し、各専門分野で応用できる人材を育成(約25万人/年)
- データサイエンス・AIを駆使してイノベーションを創出し、世界で活躍できるレベルの人材の発掘・育成(約2,000人/年、そのうちトップクラス約100人/年)
- 数理・データサイエンス・AIを育むリカレント教育を多くの社会人(約100万人/年)に実施(女性の社会参加を促進するリカレント教育を含む)
- 留学生がデータサイエンス・AIなどを学ぶ機会を促進

※AI戦略2019から引用

さらに、上記を実現するため、次のような具体目標が定められている。

#### <具体目標>

- 文理を問わず、全ての大学・高専生(約50万人卒/年)が、課程にて初級レベルの数理・データサイエンス・AIを習得
- 文理を問わず、数理・データサイエンス・AIを専門分野としない学生も含む一定規模の大学・高専生(約25万人卒/年)が、自らの専門分野への数理・データサイエンス・AIの応用基礎力を習得
- 大学・高専の卒業単位として認められる数理・データサイエンス・AI教育のうち、優れた教育プログラムを政府が認定する制度を構築、普及促進

※AI戦略2019から引用

特に、数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度(以下「認定制度」という。)の創設に向けた取り組みとして、「企業・大学・高専・高校等の関係者による議論の枠組みを設置し、認定方法やレベル別の認定基準、産業界での活用方策等を検討(2019年度)」が定められた。

これらを踏まえ、認定制度の創設に向けた検討体制として、2019年10月に「数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度検討会議」(以下「本会議」という。)が設置され、認定方法や認定基準、産業界での活用方策等について検討してきたところである。

本会議では、2019年度、特に「初級レベル(以下「リテラシーレベル」という。)」における認定制度に焦点を絞って議論を行い、2020年3月にその検討の結果を『「数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度(リテラシーレベル)」の創設について』と題する報告書を取りまとめた。

引き続き、2020 年度においては、文理を問わず、数理・データサイエンス・AIを専門分野としない学生であっても、自らの専門分野等において数理・データサイエンス・AIの活用を活用し、課題を解決できるようになる、より実践的な応用基礎力の修得に向けた一段高い教育レベル(以下「応用基礎レベル」という。)の認定制度について検討し、本報告書はその検討結果を取りまとめたものである。

本会議において 2019 年度に取りまとめた「数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度(リテラシーレベル)」については、その後、文部科学省において、内閣府、経済産業省との連携のもと、具体的な制度設計が行われ、以下のようなスケジュールで認定制度創設初年度の申請、認定等が行われることとなっている

- ・ 2021 年 2 月 24 日: 実施要綱等を公表
  - ・ 2021 年 3 月 3 日: 公募説明会開催
  - ・ // 3 月 17 日～5 月 14 日(予定): 申請受付期間
  - ・ // 5 月～7 月: 審査期間
  - ・ // 7 月末: 認定大学等決定
- (以後、毎年認定等を実施)

### 1.1.2 レベル別の人材育成目標

数理・データサイエンス・AIに関する想定される人材レベルとして、「AI戦略 2019」では、前述及び図 1 に示すとおり、「リテラシーレベル」については、「全ての大学・高専生(約 50 万人卒/年)」が身につけるべき「デジタル社会の基礎知識(いわゆる「読み・書き・そろばん」的な素養)」であるとされている。また、「応用基礎レベル」は、大学の理工農系・医歯薬系学部の 1 学年当たりの学生数(約 16 万人)及び人文社会系学部の 1 学年当たりの学生数(約 37 万人)の 30%程度(約 11 万人)を念頭とした「一定規模の大学・高専生(約 25 万人卒/年)」が、文理を問わず、数理・データサイエンス・AIを専門分野としない学生であっても習得することを目指す「自らの専門分野への数理・データサイエンス・AIの応用基礎力」とされており、数理・データサイエンス・AIの知識を、様々な専門分野へ応用・活用することができる人材が育成されることが期待されている。さらに、「エキスパートレベル」の人材としては、実課題にAIを活用してイノベーション創出に取り組む能力を有するものとして、大学院生や若手研究者の育成が主に想定されている。

また、「AI戦略 2019」では、こうした各レベルの人材の育成促進策の一つとして、「リテラシーレベル」及び「応用基礎レベル」については、優れた教育プログラムを政府が認定する制度の構築に取り組むものとされている。

本会議においては、こうした「AI戦略 2019」に掲げられる目標の実現を目指し、検討を行ってきている。

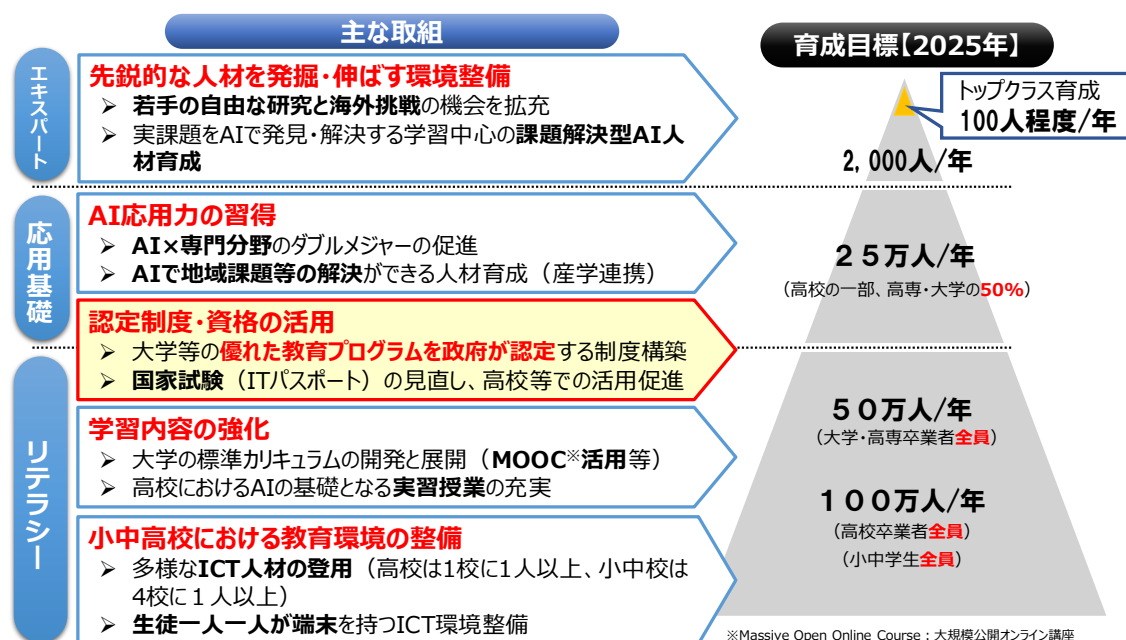


図 1 「AI戦略 2019」で想定される人材レベル

## 1.2 大学等における応用基礎レベルの数理・データサイエンス・AI教育について

### 1.2.1 あるべき姿

「人間中心のAI社会原則」において示された7つ原則の1つである「教育・リテラシーの原則」や現在既に取り組みが始められている大学における教育プログラム等を勘案すると、大学等(大学(大学院を除く)、短期大学、高等専門学校(専攻科を含む)。以下同じ。)における応用基礎レベルの数理・データサイエンス・AI教育のあるべき姿は、以下のとおりであると考えられる。

- 自身の専門分野での研究や卒業後の就業に際して、数理・データサイエンス・AIを活用し、課題を解決できるようになること。
- そのために以下のような素養を身につけておくこと。
  - ・ 数理・データサイエンス・AIが社会でどのように活用され、どのように新たな価値を生んでいるのかを理解すること
  - ・ 一方で、AI・データにはバイアスが生じうる特性があり、使い方によって公正性に関する問題があること、プライバシー保護・セキュリティに関わる課題等があることを理解すること
  - ・ 実際に取得できるデータは、そのままデータ分析をできる状態にはなく、データ分析をできるようにするための工程(データクレンジングなど)に多大な労力が必要となることを体得すること
- このため、全ての大学等が数理・データサイエンス・AI教育の必要性・可能性を十分に理解し、自らの特色を活かして取り組むリテラシーレベルの当該教育の基盤の上に、文理を問わず多くの大学、学部、学科等において自らの専門分野や数理的な習熟度等に合った、より発展した内容の教育が適切な方法で受けられること。
- また、より高度な人材に成長していく基礎となること。

このように、応用基礎レベルの数理・データサイエンス・AI教育は、デジタル時代の「よみ、かき、そろばん」であるリテラシーレベルの素養のもとに、DX が進展する現代社会の中で生き抜く力を身につけ、様々な課題に対して数理・データサイエンス・AIを活用できる人材の育成を目指すべきである。

また、教育プログラムの中では、大学等が「何を教えるか」ではなく、学生が「何を身につけ、どのような人材に育つか」のアウトカムを各大学等が設定し、そのために何を行うかが重要である。



## 1.2.2 現状と問題意識

数理・データサイエンス・AI教育は諸外国でも活発に取り組まれており、既に様々な対象・レベルの教育プログラムが、e-learning 等の手法を活用されながら広く提供されている。米国が1990年に、データサイエンスに基づく自律的問題解決能力育成の国家方針を固めて以来、英国、中国などの各国が大学での数理・データサイエンス・AIの教育プログラムの改革、高大連携活動などを強化してきた。

例えば、米国では、科学及び経済におけるリーダーシップの維持・強化を目指すことを目標に掲げた大統領令(Executive Order 13859)<sup>3</sup>のもと、5つの原則、目的、施策方針である「The American AI Initiative」が策定され、これを踏まえた、人材育成施策を各連邦機関が展開している。また、既存の教育関連施策においても数理・データサイエンス・AI領域を優先とする方針が取られている。さらに、コンピュータサイエンス履修者の増加に係る教育リソース不足を背景に、複数大学による学際的なアプローチをとる学部教育プロジェクトに対する連邦政府からの支援が行われている。

英国では、「AI Sector Deal<sup>4</sup>」が策定され、政府、大学、産業界が協力してスキルの供給を改善する方法や、優秀で多様性に富むグローバルな人材を英国に誘致する方法を示している。

中国は「次世代人工知能開発計画<sup>5</sup>」を策定し、6つの重点任務のうちの一つとして「開放・協働型の人工知能科学技術イノベーション体系の構築」を掲げ、世界のトップレベル人材の誘致、AI分野の教育課程の拡充、AIに他の専攻分野を融合した「AI + X」の複合専攻育成の新モデルの形成や、産学研(企業・大学・研究機関)連携等を通じて、人工知能高度人材の早急な育成・集積に取り組むこととしている。さらに、教育部が「次世代人工知能開発計画」を受けて策定した工程表では、2020年までに学部生と大学院生向けの世界一流レベルの教科書50冊、AI分野での国家レベルのオープン型オンラインカリキュラム50コースを作成する方針が示され、実際にオンライン教育とオフライン教育を併用した人工知能プロフェッショナル養成プログラム「人工智能专业培养方案」が始まっている。当プログラムでは、基礎理論科目の体系性を重視しつつも分野融合的な最新の応用成果を示すことで、学生の興味関心を高める工夫がされている。特徴的な取組の一つとして、小中高の段階でのAI関連の教育の強化が挙げられ、香港に本社を置くAI企業のSenseTimeは、上海の華東師範大学と協力して、2018年4月に「人工知能基礎」と題する中国の高校生に向けた教科書を出版した。本教材は、AIの歴史から、画像認識、音声認識、動画像などへの深層学習の適用のほか、GAN(Generative Adversarial Networks: 敵対的生成ネットワーク)といった最新動向まで含み、清華大学附属高校や華東師範大学第二附属高校、上海交通大学附属高校などを初めとする全国40校の高校で使用されてい

<sup>3</sup> <https://www.federalregister.gov/documents/2019/02/14/2019-02544/maintaining-american-leadership-in-artificial-intelligence>

<sup>4</sup> <https://www.gov.uk/government/publications/artificial-intelligence-sector-deal/ai-sector-deal>

<sup>5</sup> [http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content\\_5211996.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm)

ると公表されている。また、SenseTime は、2019 年 5 月に「人工知能入門」と題する中国の中学生及び中学生以上の読者を対象にした教科書も出版した。本教材は、AI の概要からマシンビジョンの概要、画像認識入門、音声認識入門、自然言語処理、簡単な機械判断などについて、9 章構成で図解付きで解説されており、実生活と関連付けることを意識したコンテンツになっていることに加え、各章では簡単なプログラム演習やプロジェクト演習が用意されていると公表されている。

シンガポールでは、国際的AIエコシステムの中心になることを目指して、国立研究財団(NRF)が開始した国家AIプログラム「AI Singapore(AISG)<sup>6</sup>」を進めている。主として大卒者等(特にプログラミング経験等を有する者を推奨)を対象とする「AI Apprenticeship Programme」、ビジネスマン等を対象とする「AI for Everyone」、ソフトウェア開発者等を対象とする「AI for Industry」、中学・高校・大学生等やその教員を対象とする「AI for Student」、主に 10~12 歳程度の子供を対象とする「AI for Kids」など、高等教育内外の幅広い層に対して実務を重視したプログラムが政府支援の下で提供されている。

イスラエルでは、AI分野の専門家不足や流出に伴うAI技術の優位性を失うことを将来的な課題と捉え、実務分野への支援と学術分野への支援が計画されており、学術分野では、「高等教育におけるデータサイエンス推進国家プログラム」のもと、大学におけるデータサイエンス研究センターの設立、博士課程の学生や博士研究員を対象とする奨学金の支給等の支援策が予算承認されている。<sup>7</sup>

一方、日本においては、国民が広くアクセスできる教育プログラムの整備はまだ充分とはいえない。現時点では、日本の後期中等教育の数理教育の水準は高いものの、データサイエンス教育については、後期中等教育並びに大学等教育においては、OECD諸国に比して高い水準にあるとは言えないとの指摘もある。

学校教育においては、高等学校では、全ての生徒がデータの分析に関する内容を学習しているものの、数理・データサイエンス・AIの基礎となる内容を含む選択科目の履修状況には大きなばらつきが生じるなど、数理・データサイエンス・AI教育を推進するに当たって課題がある。

こうした中、令和 2 年度から順次実施されている新学習指導要領<sup>8</sup>では、小・中学校、高等学校を通じて統計教育や情報教育に関する内容の充実が図られることとなっており、初等中等教育段階から、数理・データサイエンス・AI教育の基礎となる内容について学習することとなっている。

また、大学等においても、関連領域の学部等が次々と設置されるとともに、「数理・データサイエンス・AI教育の全国展開<sup>9</sup>」等の事業によって数理・データサイエンス・A

<sup>6</sup> <https://www.AIsingapore.org/talentdevelopment/>

<sup>7</sup> [https://innovationisrael.org.il/en/sites/default/files/2018-19\\_Innovation\\_Report.pdf](https://innovationisrael.org.il/en/sites/default/files/2018-19_Innovation_Report.pdf)

<sup>8</sup> 小学校は 2020 年度、中学校は 2021 年度から全面実施予定であり、高等学校は 2022 年度から学年進行で実施予定となっている。

<sup>9</sup> 詳しくは文部科学省『令和 2 年度予算(案)のポイント』を参照のこと。( [https://www.mext.go.jp/content/20191220-100014477\\_01.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20191220-100014477_01.pdf) )

I教育が進展しつつある。しかし、教員リソースの確保困難、ノウハウの蓄積不足等といった問題を依然として抱えているほか、本会議において検討した「数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度(リテラシーレベル)」についても、来年度7月末に初の認定がなされる予定であるなど、全ての大学等の学生に対してリテラシーレベルの数理・データサイエンス・AI教育を提供できる状態にまでは至っていない。

以上のように、海外では様々な先進的取り組みが存在する一方で、日本では初中等教育から高等教育に至る各所の取り組みは始まったばかりであり、多くの課題を抱えている。このままでは、日本の数理・データサイエンス・AI教育は、諸外国に大きく差をつけられてしまいかねないという危機感をもって、様々な対応等を講じていくべきと考えられる。

## 2. 数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度(応用基礎レベル)案

### 2.1 基本的考え方

数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度(以下「認定制度」という。)は、「AI戦略 2019」等に示す「リテラシーレベル」及び「応用基礎レベル」の人材を育む質の高い教育を普及促進するものとして、以下を実現するものとするべきである。

- 大学等において正規課程として実施されている数理・データサイエンス・AI教育プログラム(以下「教育プログラム」という。)のうち、優れた取り組みについて、政府だけでなく産業界をはじめとした社会全体として積極的に評価する環境を醸成すること。
- これによって、大学等における教育プログラムの構築・改善を促し、大学等における教育プログラムの普及及び質向上が図られること。
- こうした教育プログラムにより育成された人材が輩出され、社会の各所で活躍すること。

また、各大学等の状況や学修目標は多様であることから、画一的に教育プログラムを認定することは適切ではなく、むしろ多様な取り組みを奨励していくことが重要である。これらを踏まえ、本認定制度は、以下を備えていることが重要である。

- 大学等が学部・学科等を問わず、全学を対象として実施することを求める制度であること。
- 大学等が機関としてコミットし、様々な環境の変化を捉えて、教育プログラム及びその実施体制の不断の改善をすることを求める制度であること。
- 社会の要請に応え、受講する学生、産業界や地域などのステークホルダーに支持され、実践されている教育プログラムを評価する制度であること。
- 各大学等の特徴(理念、教育目的、分野、規模、地域、学生の習熟度等)を踏まえた教育上の多様な工夫・取り組みを評価する制度であること。
- 教育プログラムの普及に貢献する取り組みを評価する制度であること。

特に教育プログラム(応用基礎レベル)においては、当該プログラムを履修した学生が自らの専門分野等において数理・データサイエンス・AIを活用し、課題を解決できるようになり、より実践的な応用基礎力を修得することを目標としていることから、認定制度(応用基礎レベル)としては、下記 2.1.1 項の学修目標及び 2.1.2 項に示す具備すべき要素を実践する教育プログラムを認定し普及促進すべきである。

### 2.1.1 認定教育プログラム(応用基礎レベル)の学修目標

認定制度(応用基礎レベル)において認定となる教育プログラム(以下「認定教育プログラム(応用基礎レベル)」という。)においては、いわゆる「データサイエンティスト」だけではなく、様々な専門分野の学生が、自らの専門分野の研究や卒業後の就業に際して、数理・データサイエンス・AIを活用して課題を解決できるようになる実践的な応用基礎力をもつ人材になることを学修目標とすべきである。

これにより、

- ビジネス課題の解決のために、どのような結果を得たいか、そのためにはどのようなデータが必要か、そのデータはどこにあるか、なければどうするかを判断できる。
- 就職先の企業等において、商品開発やデータ駆動型経営を行う過程で、ツールとしてAIや統計を活用できる。
- 人文社会系の研究において、人の行動・心理を読み取るために、SNSなどの大量データを活用できる。
- データにもとづいた合理的判断を求められる産業界での様々なシーンにおいて、業務を適切にマネジメントできる。

といったこと等ができる人材が多く育つことが期待される。

### 2.1.2 認定教育プログラム(応用基礎レベル)が具備すべき要素

認定教育プログラム(応用基礎レベル)においては、上記の学修目標を実現するため、以下のような要素を備えている必要がある。

- 別途公表される数理・データサイエンス・AI(応用基礎レベル)のカリキュラム例<sup>10</sup>の学修目標、スキルセット等を参考にしつつ、大学等の状況に合わせて適切に科目設定がされていること。
- 学生の習熟度、専門性に応じて、講義及び演習の内容が選択的であること。
- 「分かりやすさ」のほか、魅力的かつ特色のある内容であること。
- 数理・データサイエンス・AIが、自らの生活にも深く関与していること、すでに様々な分野で活用されている社会の現状を理解する内容が含まれていること。
- 数理・データサイエンス・AIは万能ではないが、身近な課題や社会の課題を解決するために有用なツールであること、その活用にあたってはその特性を踏まえた判断が重要であることを理解する内容が含まれていること。
- 数理・データサイエンス・AIは、その対象となる適用領域の知見と組み合わせ

---

<sup>10</sup> 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/>)  
「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」

せて、課題の発見と定式化からデータ収集およびモデル化を経て得られた分析結果を活用することにより、当該領域の価値を創出し得ることを理解する内容が含まれていること。

- 公正性、セキュリティ対策、個人情報の取り扱いやプライバシー保護に関する課題に加え、AI活用における倫理的側面についての課題を理解する内容が含まれていること。
- 実データ、実課題(学術研究データ等も含む)を用いた演習など、社会での実例を題材に数理・データサイエンス・AIを活用することを通じ、現実の課題に対する基本的な活用法を、実践等を通じて学ぶ内容が含まれていること。
- 課題解決等にあたっての「課題の発見と定式化」、「データの取り扱い」、「モデル化」、「結果の可視化」、「検証、活用」と一連のステップを学ぶ内容が含まれていること。
- 数理・データサイエンス・AIの基盤には統計学等の数理科学や情報科学が存在していること及びその役割を理解する内容が含まれていること。

特に、数理・データサイエンス・AIの応用基礎レベルの修得のためには、「データ分析」を通じて、「課題の発見と定式化」、「データの取り扱い」、「モデル化」、「結果の可視化」、「検証、活用」と一連のステップを広く学修することが重要となる。

また、対象とする学生の高次教育課程における当該分野の素養に開きがあること、学生の各専門分野における数理・データサイエンス・AIの活用度合いが多様であること等を踏まえ、学生の学修状況に応じて選択可能な修得内容であることが求められる。

については、認定教育プログラム(応用基礎レベル)では、データ分析をその中核とする必須項目である「応用基礎コア」と、学修の状況に応じて選択可能とする「選択項目」とに大別することで、共通に必要な最低限の要素と各大学等の多様性や独自性を両立しながら、それぞれの異なる学修目標や育成人材像に即した自由度のある教育プログラムを適切に構成することを促し、それらを認定することを目指すべきである。

## (1) 応用基礎コア

応用基礎コアは、必須要件として以下に示すとおり、「Ⅰ.データ表現とアルゴリズム」、「Ⅱ.AI・データサイエンス基礎」及び「Ⅲ.AI・データサイエンス実践」の学修項目群によって構成される。

それぞれの学修項目群は、教育プログラム(応用基礎レベル)を通じて学生が修得すべきである知識や技能の他、体験すべき事項などを示したものであり、学習手段や方法、履修順を指定するものではない。

また、応用基礎コアでは特に、「Ⅲ.AI・データサイエンス実践」を重視していることに加え、Ⅰ～Ⅲまでの学修項目群を複合的に学習することを妨げるものでなく、それぞれの学修項目群の要素が教育プログラム(応用基礎レベル)内で実践されていること

が重要である。そのため、例えば、「Ⅲ.AI・データサイエンス実践」を実施する過程で「Ⅰ.データ表現とアルゴリズム」及び(または)「Ⅱ.AI・データサイエンス基礎」の学修目標を満たす教育プログラムとすることや、「Ⅲ.AI・データサイエンス実践」を始めに実施することで「Ⅰ.データ表現とアルゴリズム」や「Ⅱ.AI・データサイエンス基礎」の導入理解を促す教育プログラムとすることなどが考えられる。

さらに、大学等の申請主体の特色に応じて、各大学、学部、学科等における全体の学習体系や教育プログラム(応用基礎)の具体的な学修目標等は異なるものと考えられることから、認定に当たっては、特に応用基礎コアとして示した「Ⅰ.データ表現とアルゴリズム」及び「Ⅱ.AI・データサイエンス基礎」の学修項目群を構成する要素に関しては、教育プログラム(応用基礎レベル)内での学修によらず、既存の他の教育カリキュラム等により学修がなされていることを、いわゆる「読み替え」として認めることが適当である。

以下に、それぞれの学修項目群の構成要素や学修目標を示す。

## 1) 「Ⅰ.データ表現とアルゴリズム」

データ通信の高速化、大容量化、低遅延化の進展により、画像や音声、テキストといった多様な構造のデータを扱う機会が急速に増加している現在の社会においては、データ構造に関わらず活用できること、その上でさらに複雑な処理を施すことによって価値を見出すこと等が求められる。

このように社会に対応するための基礎となる素養を身に付けるべく、「Ⅰ.データ表現とアルゴリズム」では、「データサイエンス」として、データ処理に関する数学的な知識である「数学基礎(統計数理、線形代数、微分積分)」に加え、AIを実現するための手段として「アルゴリズム」、「データ表現」、「プログラミング基礎」の概念や知識の習得を目指すものである。

なお、「プログラミング基礎」に関しては、教育リソース確保の困難性も考慮し、プログラミング教育の実践を必須要件とするものではなく、「データ表現」や「アルゴリズム」において、いくつかの例を用いてプログラミングの概念を習得することでも差し支えないものとする。

## 2) 「Ⅱ.AI・データサイエンス基礎」

「Ⅱ.AI・データサイエンス基礎」とは、受講者自身の専門分野での研究や大学等を卒業した後の就業の場面等で実際に活用することを想定し、「Ⅰ.データ表現とアルゴリズム」で習得した知識を素地とした具体的技術や分析手法に関する知識の習得や理解を深めることを目指すものである。

そのため、AIの歴史、多岐に渡るAI技術や応用分野、実際にAIを活用する際の

構築から運用までの一連の流れを知識として習得する基礎的なものに加え、[データサイエンス基礎]、[機械学習の基礎と展望]及び[深層学習の基礎と展望]から構成される。

「データサイエンス基礎」では、データ分析そのものの設計の他、データ分析を実行するためのデータ観察や加工、分析、可視化といった一連のステップに関する知識として習得するものである。

「機械学習の基礎と展望」及び「深層学習の基礎と展望」では、機械学習の先端的な知識と、機械学習の一つである深層学習が既に実世界ではありとあらゆるシステムにおいてモジュールとして組み込まれている現状を踏まえ、その原理、数理的基礎、主たる応用例や典型的モデル、実世界にもたらしているイノベーションの事例などの習得を目指すものである。

### 3) 「Ⅲ.A I・データサイエンス実践」

「Ⅲ.AI・データサイエンス実践」とは、実践の場を通じた学習体験を行う学修項目群として、人や社会にかかわる具体的な課題の解決に活用できる能力を育成するうえで応用基礎コアのなかでも特に重要な学修項目群であり、[データエンジニアリング基礎]及び[データ・AI活用 企画・実施・評価]から構成される。

「データエンジニアリング基礎」において、データエンジニアリングにおけるデータ収集・加工、学習、評価といった一連の流れを習得し、「データ・AI活用 企画・実施・評価」では、実践する場の体験を通じて数理・データサイエンス・AIの活用における一連のプロセス(「課題の発見と定式化」、「データの取り扱い」、「モデル化」、「結果の可視化」、「検証、活用」)の理解を深めることを目指すものである。

また、「データ・AI活用 企画・実施・評価」においては、学修・履修用のモデルデータを使用した学習に留まらず、ビジネスや研究領域の各分野における実データを使用することで、データ活用に取り組むまでの前処理に係る労力を実感するなど「手触り感」も含めて学修することが必要である。その際、例えば、4～5名程度の履修学生とメンター学生(過年度履修した学生)から成るチームとして履修を進めることで、指導教員を最小限に抑えた形で運用することなどが想定される。そのほか、数値解析、画像認識、音声認識など全てのテーマに取り組むのではなく、個々のチームに異なるテーマを割り当て、他のチームのプレゼンテーションを見ることで、割り当てテーマ以外についても理解を深める機会を与えることができると想定される。

## (2) 選択項目

選択項目は、以下に示すとおり、「Ⅳ.数学発展」、「Ⅴ.AI応用基礎」、「Ⅵ.データサイエンス応用基礎」及び「Ⅶ.データエンジニアリング応用基礎」といった学修項目群によって構成される。



選択項目は特に、申請主体それぞれが自身の理念・学修目標に沿って定めた教育プログラムに関する学修目標を達成するために必要な授業内容として選択されるべき学修項目群の例である。

それぞれの学修項目群は、教育プログラム(応用基礎レベル)を通じて学生が習得すべきである知識や技能の他、体験すべき事項などを示したものであり、学習手段や方法、履修順を指定するものではない。また、各申請主体の学修目標を達成するために、本選択項目以外の項目を教育プログラムの中に取り入れることを妨げるものではない。

以下に、それぞれの学修項目群の構成要素や学修目標を示す。

### 1) 「Ⅳ.数学発展」

「数学発展」とは、データやAIの利活用に必要な統計数理、線形代数、微分積分の中でも、正規分布等の確率分布、点推定や区間推定などの推定、さらにベイズ定理などを含む発展的な統計数理の内容、逆行列や固有値・固有ベクトルなどを含む発展的な線形代数の内容、さらには2変数関数の微分法・積分法などを含む発展的な微分積分の内容からなる学修項目群である。

前述の「応用基礎コア」における学修項目群や「Ⅴ.AI応用基礎」、「Ⅵ.データサイエンス応用基礎」及び「Ⅶ.データエンジニアリング応用基礎」の理解度・習熟度をより高めるべく、数学的知識の習得を目指すものである。

### 2) 「Ⅴ. A I 応用基礎」

「AI応用基礎」とは、ホールドアウト法・交差検証法などのデータテスト方法や、モデルによる予測において汎化誤差の最小化を目指す取り組み(バイアスやバリエンス、ノイズの概念とそれらの関係性の他、過学習の理解)、さらには家庭用ロボット、産業用ロボット、サービスロボットなどを通じて人間の知的活動(身体・運動)に関わるAI技術について学ぶ発展的な機械学習の内容、畳み込み型や再帰型などのニューラルネットワークや深層強化学習などといった発展的な深層学習の内容、さらには自然言語処理、画像認識、音声認識など、人間の知的活動(言語・知識・認識)に関わるAI技術について学ぶ発展的な応用内容からなる学修項目群である。

### 3) 「Ⅵ.データサイエンス応用基礎」

「データサイエンス応用基礎」は、標本調査や実験計画法といった発展的な分析設計の内容、データのバラツキを加味したデータ観察の内容、単回帰分析や重回帰分

析から主成分分析などのデータ分析の内容、目的に応じて図表化を行うデータ可視化の内容に加えて、決定木や混同行列などによる分析評価の内容、予測や判断のための数値シミュレーションの内容、さらには連続最適化問題や組合せ最適化問題などの最適化の内容からなる学修項目群である。

応用基礎コア「Ⅱ.AI・データサイエンス基礎」として習得することが必須とされている一連のステップ(データ分析そのものの設計の他、データ分析を実行するためのデータ観察や加工、分析、可視化)に関する発展的な内容を知識として学習することに加え、分析評価やシミュレーション、最適化といったデータ分析のサイクルを回すためのステップを学ぶことを目指すものである。

#### 4) 「Ⅶ.データエンジニアリング応用基礎」

「データエンジニアリング応用基礎」とは、Web サイトやエッジデバイスなどからデータを収集・蓄積する方法、蓄積したデータベースからデータを抽出する方法などデータ収集・蓄積の内容、収集したデータを使えるようにするための工程として必要な演算処理やクレンジング処理などデータ加工の内容といった、応用基礎コア「Ⅲ.AI・データサイエンス実践」として習得することが必須とされているデータエンジニアリングにおける一連の流れ(データ収集・加工、学習、評価)に関する発展的な内容に加え、ITセキュリティや個人情報の取り扱いに関する内容を知識として学習する内容や、人の行動や機械の稼働に関するログデータやソーシャルメディアデータなどのビッグデータ活用が進む環境整備の背景として、AIクラウドサービスや機械学習ライブラリ、ディープラーニングフレームワークなどを知識として学習する内容からなる学修項目群である。

### 2.1.3 認定教育プログラム(応用基礎レベル)+(プラス)

認定制度(応用基礎レベル)は、多くの大学等において、質の高い数理・データサイエンス・AI教育が行われ、自らの専門分野等において数理・データサイエンス・AIを活用し、課題を解決できるようになる、より実践的な応用基礎力を修得した人材の育成を促進することを目的としている。

当該目標の達成をより推進するため、リテラシーレベルの認定制度と同様、応用基礎レベルの認定制度においても、「認定教育プログラム(応用基礎レベル)」のうち、特に他大学等の規範となり、かつ受講する学生、産業界や地域などのステークホルダーから支持される、先導的で独自の工夫・特色のある教育プログラムを「認定教育プログラム(応用基礎レベル)+(プラス)」として選定することとすべきである。

これにより、認定の申請主体においては、自らの特徴を活かしたより質の高い教育プログラムの実施を志向するようになること、また学生等は、より質の高い教育プログラムを積極的に選択していくようになることで、本認定制度の普及と質の向上において好循環を生み出すことが期待される。

また、「認定教育プログラム(応用基礎レベル)+(プラス)」の選定にあたっては、+(プラス)として認定された教育プログラムを他大学等がそのまま模倣するのではなく、認定の申請主体自らの特徴を活かした教育プログラムとして構築されたものであることを重要視すべきである。

## 2.2 認定要件

2.1 項の「基本的考え方」を踏まえ、認定制度における「認定教育プログラム(応用基礎レベル)」及び「認定教育プログラム(応用基礎レベル) + (プラス)」の要件を以下のとおりまとめました。

なお、政府における具体的な制度設計においては、これらの内容を可能な限り取り入れるとともに、各大学等の教育プログラムの普及状況や実施内容等に応じて適宜見直しを図ることが必要である。また、AI等の技術や社会実装の進展、初等中等教育における数学活用力の育成の充実等に伴う環境の変化を捉え、教育プログラム及びその実施体制の不断の改善に取り組むことも必要である。

## 2.2.1「認定教育プログラム(応用基礎レベル)」の要件

### (1) 申請資格(申請主体)等の基本的要件

- 大学等(大学(大学院を除く)、短期大学、高等専門学校(専学科を含む)を含むものとする。)、又は大学等の一部の学部、学科等单位による申請であること。(なお、複数の大学等の共同による申請も可能。)
- 教育プログラムが、正規課程として全学に向けて開講していること。
- 教育プログラムを人文・社会科学分野等を含む複数の専門分野の学生が履修していること。
- 教育プログラムに関して、1年以上の実施実績があること。
- 申請する大学等において履修すべき学生数及び履修率の目標をその根拠とともに示し、かつ、その目標を達成するための具体的な計画を年限とともに示すこと。
- 申請対象の教育プログラムと、リテラシーレベルの数理・データサイエンス・AI教育プログラム、または大学等が取り組む教育体系全体における当該プログラムの位置づけや妥当性が明確であること。

#### 【解説】

認定制度(応用基礎レベル)の趣旨は、文理を問わず多くの大学等の学生(約 25万人卒/年)が、正規課程として自らの専門分野への活用を可能とする数理・データサイエンス・AIの応用基礎力を修得することを目標としている。

教育プログラム(リテラシーレベル)の認定においては、大学等の全学生を対象としたものであることを担保するため、申請主体として、大学等における機関としての申請のみを認定の対象としたが、教育プログラム(応用基礎レベル)の認定においては、リテラシーレベルを基礎としたうえで、[より自らの専門分野における研究や企業での分析等において実践的に数理・データサイエンス・AIを活用できる能力の習得]等を目指したものであること、また[教職員や教育環境の確保、学修目標の多様性等]の大学等の独自性を確保することの重要性に鑑み、大学等の機関による申請のみとはせず、大学等の一部の学部、学科等を申請主体とした申請も可能としたものである。

ただし、申請主体の学部、学科等に限らず、申請対象の教育プログラム(応用基礎レベル)を受講したい他の学部等の学生に対しても広く門戸を開放すべきと考えられることから、「全学に向けて開講していること」を要件としている。なお、「全学に向けて開講していること」は、必ずしも全ての講義について全学による聴講を可能とするような環境を整えることを求めるものではない。また、このように大学として責任を持った取り組みとすることを踏まえると、学部、学科等单位での取組であっても、大学を通じ

での申請も可とすることが適当である。

また、デジタル社会を生きるための知識を確実に身につけさせるという目的を踏まえ、大学等が自らその意義を十分に認識した上で、責任をもって教育プログラムを設計・開設・編成することが求められる。

さらに、学生や企業等が「認定された教育プログラムか否か」を参考として活用していくことを考慮し、計画段階のものではなく実践されている教育プログラムであること、また申請主体自らの状況に合わせた学生の履修者数・履修率の目標を示し、その目標を達成するための具体的な計画を立てて実行していくことを求め、これらを評価するものとしている。

教育プログラム(リテラシーレベル)との関係性については、多くの大学において、「リテラシーレベル」及び「応用基礎レベル」の両方で認定を取得した質の高い教育プログラムが実施されることが望ましいと考えるが、一方で、教育プログラム(応用基礎レベル)においてリテラシーレベルの教育内容を含むものとして構成する場合や、教育プログラム(リテラシーレベル)の教育内容を別のカリキュラムでカバーする場合など、大学等ごとに「リテラシーレベル」と「応用基礎レベル」のそれぞれがカバーする教育内容の多様性も含め、様々なケースが存在するものと考えられる。

このように、大学ごとに多様な教育体系が構成される可能性を踏まえ、認定教育プログラム(応用基礎レベル)の申請においては、認定教育プログラム(リテラシーレベル)の認定取得を要件としない一方で、大学等が取組む教育体系全体における当該教育プログラムの位置づけや妥当性を把握する必要があるため、例えば、認定教育プログラム(リテラシーレベル)の認定要件との関係性を示すなど、リテラシーレベルの教育プログラムの教育内容等との関係性の明確化を要件としている。

なお、理工学系の学部のみ大学や単科大学等においても、複数の専門分野の学生が履修していること等を意味しており、本認定制度の趣旨に鑑み、申請主体の状況に応じて判断すべきものである。

## (2) 学修目標

- 教育プログラムに関する明確かつ実現可能な学修目標を定めていること。
- 教育プログラムの学修目標を学生、教職員並びに社会に周知していること。

### 【解説】

応用基礎レベルの数理・データサイエンス・AIの教育が社会から求められていることを踏まえ、申請対象の教育プログラムの学修目標が、申請主体の理念・学修目標に沿って定められていることが必要である。

また、申請対象の教育プログラムの学修目標の周知により、将来の活用の機会や就くことのできる職業が明らかになることで学生のモチベーションの向上につながるのみならず、産業界、自治体等社会からフィードバックを受けることで、真に必要とされる人材の育成に資することが期待されることから学生及び教職員並びに入学希望者、産業界、自治体等社会に周知されていることが必要である。

### (3) 教育プログラムの修了要件

- 教育プログラムの学修目標に基づき、応用基礎レベルとして修得すべき知識・技能などの修了要件を定めていること。

#### 【解説】

大学等の教育プログラムの実施主体(申請主体)において、自らの特色を踏まえて掲げる教育プログラムの学修目標を明確化し、応用基礎教育として修得すべき知識・技能など、正規課程の単位を授与するにふさわしい修了要件を定めていることが必要である。



#### (4) 教育プログラムの編成・実施方針

- 学修目標に基づき、教育プログラムの体系、教育内容、教育プログラムを構成する授業科目区分、授業形態等を示した教育プログラムの編成・実施方針を定めていること。
- 教育プログラムの編成・実施方針に基づき、教育プログラムを体系的に編成していること。
- 当該教育プログラムを設置する大学等の特色(分野、規模、地域、学生の習熟度等)を踏まえた編成・実施方針であること。

#### 【解説】

教育プログラムを適切かつ体系的に編成するため、その編成・実施方針は、修了要件を達成し得るような形で定めていることが必要である。

その際、教育プログラムの編成・実施方針の基づく体系的な教育プログラムであること、分野、規模、地域、学生の習熟度等についての教育プログラムの特色を明確化することが必要である。

## (5) 教育プログラムの内容・要素

- 教育プログラムにおいて目指すべき人材、修得すべき知識・技能を考慮し、以下の要素をすべて含むものであること。
  - I. データ表現とアルゴリズム: データサイエンスとして、統計学を始め様々なデータ処理に関する知識である「数学基礎(統計数理、線形代数、微分積分)」に加え、AIを実現するための手段として「アルゴリズム」、「データ表現」、「プログラミング基礎」の概念や知識の習得を目指す。
  - II. AI・データサイエンス基礎: AIの歴史から多岐に渡る技術種類や応用分野、更には研究やビジネスの現場において実際にAIを活用する際の構築から運用までの一連の流れを知識として習得するAI基礎的なものに加え、「データサイエンス基礎」、「機械学習の基礎と展望」、及び「深層学習の基礎と展望」から構成される。
  - III. AI・データサイエンス実践: 本認定制度が育成目標として掲げる「データを人や社会にかかわる課題の解決に活用できる人材」に関する理解や認識の向上に資する実践の場を通じた学習体験を行う学修項目群。応用基礎コアのなかでも特に重要な学修項目群であり、「データエンジニアリング基礎」、及び「データ・AI活用 企画・実施・評価」から構成される。
- 別途公表される数理・データサイエンス・AI(応用基礎)のカリキュラム例における学修目標、スキルセット等を参考に、目指す学修目標を達成するために必要となる上記の要素を含む授業内容とすること。

### 【解説】

教育プログラムの具体的な内容・要素については、申請主体における教育プログラムの編成・実施方針・基本的な考え方に基づくものであるが、応用基礎教育の基本的要素として、「I. データ表現とアルゴリズム」、「II. AI・データサイエンス基礎」及び「III. AI・データサイエンス実践」を偏りなく修得できるものとしなければならない。(「I. データ表現とアルゴリズム」、「II. AI・データサイエンス基礎」及び「III. AI・データサイエンス実践」の詳細については、本報告書の2.1.2(1)を参照すること。)

「I. データ表現とアルゴリズム」及び「II. AI・データサイエンス基礎」については、教育プログラム(リテラシーレベル)や他のカリキュラム等でカバーされるなど、申請者の状況に応じた多様性があると考えられることから、他のプログラムやカリキュラム等での読み替えを可能とし、申請時に、応用基礎レベルの教育プログラムへの移行が可能であることを確認できる資料を提出させることで、目指す学修目標に照らした「I. データ表現とアルゴリズム」及び「II. AI・データサイエンス基礎」の履修の充分性を判

断することが適当である。

また、「Ⅰ.データ表現とアルゴリズム」、「Ⅱ.AI・データサイエンス基礎」及び「Ⅲ.AI・データサイエンス実践」の取組む順番は重要ではなく、「Ⅲ.AI・データサイエンス実践」の取組みにおいて「Ⅰ.データ表現とアルゴリズム」や「Ⅱ.AI・データサイエンス基礎」を実施するなど、申請主体の独自性、独創性に基づく、多様なプログラムの実践方法が認められるべきである。

さらに、「Ⅰ.データ表現とアルゴリズム」、「Ⅱ.AI・データサイエンス基礎」及び「Ⅲ.AI・データサイエンス実践」は必須要件であるが、「Ⅳ.数学発展」、「Ⅴ.AI応用基礎」、「Ⅵ.データサイエンス応用基礎」、「Ⅶ.データエンジニアリング応用基礎」といった選択項目を含むことも何ら差支えはなく、申請主体が目指す人材像を実現する(学修目標を達成する)うえで、十分な教育内容になっていることを示すことが重要である。

なお、その具体的な内容・要素については、別途公表される数理・データサイエンス・AI(応用基礎レベル)のカリキュラム例を参考することが有益と考えられる。大学等は自らの状況や特徴に合わせ、学修目標、スキルセット等を自ら柔軟に選択、抽出または創り出すことが求められる。

## (6) 教育方法

- 教育プログラムが複数の科目で構成される場合は、学生が教育プログラムを体系的に履修できるよう、履修指導を行うとともに、カリキュラムツリー又はカリキュラムマップなどを整備していること。
- シラバスにおいて、授業科目ごとに全体目標、授業概要、成績評価基準・方法等を明示していること。
- シラバスの記載内容を改善する仕組みがあること。
- できる限り多くの学生が履修できるよう十分周知していること(入学後のガイダンスでの周知等)。
- できる限り多くの学生が教育の質の確保と高効率化を両立しながら履修・修得できるよう、学修サポート、学内外の資源利用、ICT環境の活用等において、自らの特徴を踏まえた独自の取り組みを行っていること。

### 【解説】

教育プログラムが複数の科目で構成される場合は、学生が教育プログラムを体系的に履修できるようにするための配慮としてのカリキュラムツリーやカリキュラムマップなどの整備や、授業科目・コマごとの①学修目標を踏まえた到達目標、②各コマでの教育内容、③成績評価方法等について、学生が確実に把握できるわかりやすいシラバスを作成し、教員も全科目の教授内容等を共有できるようにすることが求められる。

また、実施する教育プログラムについて、多くの学生が学修目標を達成できるよう、教育の質向上を確保したうえで、学修サポート、学内外の資源、ICT環境の活用等を図ることにに関して、各大学等の置かれた多様な状況に適した、独自の取り組みを計画・実施することが必要である。特に ICT 環境の活用に大きな重心を置いた形での教育方法を採用する場合においては、学生による履修・修得が受け身の状態で終始することが無いよう、双方性を強く意識した教育環境の構築に努めることが求められる。

## (7) 教育体制

- 申請主体として、教育プログラムの管理運営や質向上に関与できる体制を整えていること。  
(管理運営の責任者として専任教員を配置するなど)
- 学部・学科に関係なく希望する学生が受講可能となるよう、各科目の実施にあたり、必要な体制(担当者の配置等)が取られていること。
- 授業時間内外での学習指導、質問を受け付ける仕組みができていること。

### 【解説】

教育プログラムの実施体制として、申請主体が機関全体として教育の質の向上に責任をもって関与することが必須であり、そのための管理運営を行う教員等を適切に配置することが求められる。

授業を担当する教員やその支援者等の具体的な配置については、十分な教育成果が得られるよう、申請主体の置かれた多様な状況を踏まえて適切に行われることが重要である。(個別の授業担当者は、必要に応じて学外との兼務者、非常勤講師、実務家教員等の活用も考えられる。)

## (8) 質保証（自己点検・評価）

- 教育プログラムについて、以下のような視点による自己点検体制や外部評価体制等を整備・実施していること。
  - ＜学内からの視点＞
    - 教育プログラムの履修・修得状況、学修成果に関する事項
    - 学生アンケート等を通じた、学生の内容の理解度・後輩等他の学生への推奨度に関する事項
    - 全学的な履修者数・履修率向上に向けた計画の達成・進捗状況
  - ＜学外からの視点＞
    - 教育プログラム修了者の進路・活躍状況、企業等の評価に関する事項
    - 産業界からの視点を含めた、教育プログラム内容・手法に関する事項
- 上記の点検・評価の結果をもとに、次の点等に関して**不断の改善・進化に向けた取り組みを行うとともに、その進捗等を点検する体制ができて**いること。
  - 社会において「数理・データサイエンス・AI」を利活用することの重要性を理解させること
  - 内容・水準を維持・向上しつつ、より「分かりやすい」授業とすること
  - 外部・内部環境を踏まえ、より教育効果の高まる授業内容・方法にすること
  - 全学的な履修者数・履修率向上の計画を進捗させること
- 点検・評価の結果や**不断の改善・進化に向けた取り組み等について、ウェブサイト等で公開・発信し、報告する体制を整備し、実施していること。**

### 【解説】

申請主体は、社会のニーズを踏まえ、教育プログラムのさらなる発展のため、不断にかつ柔軟に改善・進化に努めるものであることを示すことが必要である。具体的には、自己点検・評価や外部評価等の定期的な実施等により、社会のニーズを踏まえた教育の質保証体制を構築していることが求められる。

また、教育プログラムは全学的に開講しているだけでなく、より多くの学生が実際に履修できるように取り組むことが期待されることから、点検・評価等において履修者数・履修率の状況や計画の達成・進捗状況を把握し、具体的かつ効果的な改善につなげることが必要である。

さらに、点検・評価等において、学生の履修状況や内容の理解度等の学内の視点に加え、学外（特に産業界）のニーズの収集やプログラム修了者に対する評価の把握、プログラム修了者に対する卒業後のアンケート等による進路・活躍状況の把握等を適切に実施することで、プログラムの不断の進化を図ることが重要である。

加えて、こうした点検・評価等の結果や改善・進化に向けた取り組み状況については、積極的に公開・発信することが必要である。

なお、これらについては、認定制度の評価・改善のため、政府としても適切に状況を把握しておくことが必要である。

## (9) 質保証（情報公開）

- 教育プログラムに関する情報を分かりやすく発信する仕組み(ウェブサイト等)を整備していること。
- 教育プログラムの編成・実施方針、修了要件、教育プログラムの学修目標について、ウェブサイトや大学案内等を通じて、学生、教職員を含め、広く社会に公表していること。

### 【解説】

申請主体は、学修目標に基づいて定めた方針(プログラムの編成・実施方針、修了要件)や教育内容・方法等に関する様々な情報について、教職員、学生等の学内構成員に対して広く周知するとともに、ウェブサイト、大学案内等を通じて社会一般にも広く明らかにすることが必要である。

その際、大学等が数理・データサイエンス・AI教育の普及に貢献していることを示すことも必要である。

なお、教育プログラムに関する情報を積極的に公表することにより、社会からのフィードバックを得ることで、教育プログラムに対する不断の改善・進化につながる効果も期待される。



## 2.2.2「認定教育プログラム(応用基礎レベル)+(プラス)」の要件

- 「認定教育プログラム(応用基礎レベル)」に認定されていること。
- 他大学等の規範となり、かつステークホルダーから支持される、先導的で独自の工夫・特色のある教育プログラムであること。

### 【解説】

「認定教育プログラム(応用基礎レベル)+(プラス)」は、認定教育プログラム(応用基礎レベル)」のうち、特に他大学等の規範となり、かつ受講する学生、産業界や地域などのステークホルダーから支持される、先導的で独自の工夫・特色のある教育プログラムを選定するものであり、例えば以下のようなものが挙げられる。

- ・ 全学部において、認定教育プログラム(応用基礎レベル)を必須としている
- ・ 関連学会や地域コミュニティ、産業界からの要請を受けた教育プログラムである
- ・ 双方向性の高いe-learningの仕組みを導入した実践教育を実現しているうえ、高い学修効果を上げている
- ・ 他大学への教育プログラムの提供等により教育波及効果が得られている
- ・ 海外の先端的な教育プログラム等の活用や連携に取り組んでいる
- ・ 「AI戦略 2019」で位置づけられた「エキスパートレベル」との間の橋渡しとなるような人材の育成に取り組んでいる

なお、「認定教育プログラム(応用基礎レベル)」の認定を取得していることが必須の要件であるが、「認定教育プログラム(応用基礎レベル)」の認定申請と同時に申請することは差し支えない。

また、「認定教育プログラム(応用基礎レベル)+(プラス)」の認定は、認定の申請主体において、自らの特徴を活かしたより質の高い教育プログラムの実施を志向するようになること、また学生等は、より質の高い教育プログラムを積極的に選択していくようになることで、本認定制度の普及と質の向上において好循環を生み出すことが期待される。

他大学等において「認定教育プログラム(応用基礎レベル)+(プラス)」として認定された教育プログラムを参考とする場合においても、そのまま模倣するものではなく、認定の申請主体自らの特徴を駆使した自律的な教育プログラムとして構築されていることが必要である。

## 2.3 認定主体・スケジュール

本認定制度は、国として取りまとめた「AI戦略 2019」に基づき創設されるものであり、その制度運営についても内閣府・文部科学省・経済産業省の3府省が連携して実施することが望ましい。

その際、教育プログラムの審査においては、数理・データサイエンス・AI教育の専門的な知見や大学教育にかかる幅広い知見、さらには、実社会や産業界等のニーズの知見等も必要とされる。当該プログラムの審査業務は、外部機関を含め前述の知見を有する適切な人材を有する組織等において実施されることが必要である。

申請から認定のプロセスは、審査の適切性・信頼性と共に、審査実務の作業量・負荷を十分に考慮し、実現可能性を担保することが重要である。また、各プロセスの実施時期やスケジュールについても、大学等の学事暦や教育プログラムの準備期間等に無理が生じないよう配慮して決定することが重要である。こうした観点から、毎年8月末頃までに審査が終了していることが望ましい。

なお、認定制度の開始初年度においては、説明会の開催等、各大学への周知の機会を図ることが重要であることから、申請受付開始までに十分な期間を設けることが望ましい。

## 2.4 申請者が提出すべき情報

申請に当たって大学等が提出する情報は、円滑に認定業務を進めるため、申請要件・認定基準に照らして審査に必要とされる内容に留めるべきである。また、大学等が提出する情報が、各申請要件・認定基準と明確に対応付けられるよう、申請書類のフォーマットは十分に配慮して作成する必要がある。

また、上記の内容に加えて、申請資格・認定要件の内容を裏付ける根拠資料が併せて提出されるべきである。

提出されるべき根拠資料の例は、以下のとおりである。

(「認定教育プログラム(応用基礎レベル)」の認定申請の場合)

- 過年度の取り組み報告書  
大学等の設置者・設置形態、所在地、教員数・学生数等が把握できるもの
- (少なくとも)過去1年間のシラバスと履修者数・履修率(学部別)  
「1年以上の実施実績」を示せるもの
- 履修者数・履修率の向上に向けた計画
- 翌年度以降実施予定の、教育プログラムのシラバス  
各科目の学修到達目標、単位数、授業計画、担当講師、授業形態、成績評価方法等が把握できるもの
- シラバスの各科目に対応して、具体的な講義内容を確認できる資料
- 当該教育プログラムの教務上のカリキュラム表
- 教育プログラムの運営体制、運営責任者  
教育プログラムの不断の改善を図るための組織、あるいは仕組みがわかるもの
- 既存の教育カリキュラム等による「読み替え」を行う場合は、当該読み替えのカリキュラム等において、2.2.1(5)で示す「教育プログラムの内容・要素」のどの部分がどのように包含されているのかを示す資料。また、当該読み替えのカリキュラム等の履修と本認定申請する教育プログラムとの関係性を示す資料
- 申請主体の「教育プログラム(リテラシーレベル)」の実施に関する考え方及び対応状況。また、「認定教育プログラム(リテラシーレベル)」の申請資格を保有している場合は、それを示す資料

(「認定教育プログラム(応用基礎レベル)＋(プラス)」の認定申請の場合)

- 「認定教育プログラム(応用基礎レベル)」の申請資格を保有していること、または「認定教育プログラム(応用基礎レベル)」の認定申請中であることを示す資料
- 先導的で独自の工夫・特色のある教育プログラムであること(他大学等の規範となり、かつステークホルダーから支持されるものとする事項を含む)の説明資料

## 2.5 審査方法

### 2.5.1「認定教育プログラム(応用基礎レベル)」の審査方法

多くの申請に対し、審査の適切性・信頼性を担保しつつ、審査実務の作業量・負荷を十分に考慮し、原則、外形的に判断可能な基準に基づく書類審査とすることが望ましい。なお、書面では判断できない場合等においては、必要に応じて、ヒアリングや実地調査も含めた審査をすることが望ましい。

### 2.5.2「認定教育プログラム(応用基礎レベル)+(プラス)」の審査方法

「認定教育プログラム(応用基礎レベル)+(プラス)」は、「認定教育プログラム(応用基礎レベル)」に認定されたものの中から、特に他大学等の規範となり、かつステークホルダーから支持される、先導的で独自の工夫・特色のある教育プログラムを選定することとしている。

従って、書面では判断できない内容の評価が必要であり、書面に加え、ヒアリングや実地調査を含めた審査とすべきである。

## 2.6 認定後のプロセス(実施確認、更新、情報公開)

### 2.6.1 認定後の実施確認

認定主体においては、認定内容を誠実に実施することが求められるが、制度として実施を確認する仕組みを構築すべきである。具体的には、認定後の実施状況について、認定主体として自己点検・評価等を実施し、定期的な報告を認定主体に行うことに加え、それを公表・発信することが求められる。また、認定教育プログラムの履修者数・履修率向上に向けた進捗状況についても併せて報告することが必要である。こうした積極的な情報発信が、認定教育プログラムや本認定制度の信頼性を高め、本認定制度の活用が拡大していくことが期待される。

なお、実施状況が認定内容と大きく乖離していると認められる認定教育プログラムに対して、認定の取り消しに至るプロセスについても、併せて検討することが求められる。

ただし、これらはいずれも、大学等(申請側)と認定主体の負荷や業務量を考慮して慎重に決定する必要がある。

## 2.6.2 認定の更新

数理・データサイエンス・AIは技術的な進化を続けており、これらを活用した社会の様相も大きく変化を続けている。こうした状況を踏まえ、認定する教育プログラムが社会変化に対応したものとなるように、リテラシーレベルと同様、応用基礎レベルについても、更新の仕組みを設けることが適当である。具体的には、認定に有効期間を設定し、大学等が認定を取得後、更新がなされない場合は認定を失効させる仕組み等が考えられる。

なお、数理・データサイエンス・AIの変化・進化の速さに合わせて更新は頻繁に行われることが望ましいが、大学等の負担への配慮や、大学等が教育プログラムの教育効果・成果を見極める期間<sup>11</sup>を確保するという観点も考慮し、応用基礎レベルについてもリテラシーレベルと同様、認定の有効期間を3～5年程度とすることが適当であると考えられる。その際、初回認定時は教育効果・成果を十分に見極めるため有効期間を5年間とし、次の更新からは3年程度毎に更新していくという制度の設計も考えられる。

他方、更新の時期に関わらず、大学等は、学术界や産業界等からの要望に対する教育プログラムの有効性等に関わる自己点検・評価等を通じて毎年必ず振り返り、不断の改善に取り組まなければならない。また、その結果は積極的に公表することが求められる。

---

<sup>11</sup> 例えば大学初年次の学生が教育プログラムを受講した場合、その成果とも言える卒業後の進路・就職実績がわかるのは4年後となる。

### 2.6.3 教育プログラムの情報公開

本制度の趣旨が、質の高い数理・データサイエンス・AI教育を多くの大学等に普及・展開するものであることに鑑み、リテラシーレベルと同様、応用基礎レベルの「認定教育プログラム」及び「認定教育プログラム+ (プラス)」に関する情報を積極的に公開すべきである。

情報公開に当たっては、他大学等での活用(教育プログラムを検討する際の参考とする場合、他大学との連携方策を検討する場合等)や、産業界での活用(採用活動の参考とする場合、産学連携の相手先を検討する場合等)といった観点から、真に有益な情報を適切な方法で公開できるようにすることが重要である。例えば、基本的な教育内容・方法、体制、結果・成果(履修者数、修了者の進路等)だけでなく、以下のような情報を積極的に公表することが有効と考えられる。

- 認定教育プログラムの中で学生が実際に取り組んだ課題や扱ったデータ・ツール等
- 認定教育プログラムで用いた教材(e-learning 教材含む)、プラットフォーム等
- 数理・データサイエンス・AIを身近なものとして学生が実感し、それを活用・応用するための工夫・取り組み

## 2.7 数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度(応用基礎レベル)の見直しについて

数理・データサイエンス・AIは技術的な進化を続けており、これらを活用した社会の様相も大きく変化を続けている。こうした状況を踏まえ、リテラシーレベルと応用基礎レベルの区別なく認定制度自体の不断の見直しが必要である。

認定制度の見直しにあたっては、見直しの時期、検討方法(制度見直しに関する検討体を設置する等)をあらかじめ定めておくことが重要である。

なお、認定制度自体の見直しの時期については、制度見直し前までに実施した認定教育プログラムの有効性や、認定の有効期間との関係についても考慮しておくことが重要である。また、制度立ち上げ後の3年程度は、本制度の改善のために随時積極的に見直すこととし、その後は制度の安定性と外部環境の変化への対応を考慮し、制度や認定基準の大枠は5年に1回程度の頻度の見直し、認定基準等の詳細部分は2～3年に1回程度の見直しとする制度設計も考えられる。

また、本認定制度の見直し・改善においては、別途公表される数理・データサイエンス・AI(応用基礎レベル)のカリキュラム例の見直し・改善との連携が期待される。



### 3. 認定制度の活用

応用基礎レベルの教育プログラムの浸透のためには、認定制度(リテラシーレベル)と同様、認定制度(応用基礎レベル)に関しても、運用開始後に、産官学のそれぞれにおける積極的な活用が必要である。

なお、認定制度(リテラシーレベル)において示された産官学それぞれにおける活用方策は、基本的には、認定制度(応用基礎レベル)においても適用されるものであるから、ここでは特に、認定制度(応用基礎レベル)の活用を促進する視点に沿って、その内容について述べる。

#### (1) 大学等における活用

大学等においては、教育プログラムの認定取得にとどまらず、認定教育プログラムの教育の質向上や受講者拡大のため、以下のような積極的な取り組みが求められる。

- 学生自身の興味を引き、目標設定を与え、モチベーションを維持する仕組みの設計

例1) 「やりたいことに対してAIの技術を使うと何ができるか」といった具体例や実際の社会課題の解決例を始めに示すことで、学生が教育プログラムへの参加の興味を持ちやすくする仕組み

例2) 課題・データ・ツールをパッケージとして学ばせることで、学生が何を学べばやりたいことの実現や社会課題の解決に繋がるのかを理解し、学習に対するモチベーション向上・維持へと繋がるような仕組み

その他、認定制度(リテラシーレベル)において示された活用方策に関しても、認定制度(応用基礎レベル)において積極的に取り組まれることが望ましいことから以下に示すこととする。なお、認定制度(リテラシーレベル)の見直しに伴い、内容の変更があることに留意する必要がある。

- 認定教育プログラムに関しての対外的な広報(教育内容・方法、修了者の進路・活躍状況等の情報発信)。
  - 認定教育プログラム修了者に対して学校教育法施行規則第163条の2の規定に基づく学修証明書を発行するなど、certification の仕組みの導入。学修証明書の企業等への情報発信。
  - 認定を契機とした、教育プログラムや実施体制の充実・質向上
    - 例1) 認定教育プログラム修了者に対する卒業後アンケートや、修了者受け入れ企業向けアンケートを実施し、その結果を受けての自己点検、学内フィードバックによる教育プログラムの充実に取り組む。
    - 例2) 認定教育プログラム充実のため、指導できる教員の拡充を図る。
    - 例3) 認定教育プログラム充実のため、大学間地域連携を推進する(教員や学生の相互交流、単位互換等)。
    - 例4) 拠点大学を中心とした大学間ネットワークを発足させ、教育プログラムとして何をどのように教えるか等について、教員間が学べ、互いに協議できる交流の場を提供し、教授の内容や方法論の充実をはかる体制を構築する。
  - 認定された教育プログラムを基にした、学外への展開
    - 例1) 認定された教育プログラムを基に、企業や国、自治体を対象とした社会人向けプログラムを構成して展開する。
    - 例2) 数理・データサイエンス・AI教育の底上げのため、小中高等学校及び大学等の教員を対象としたリテラシー教育の展開を図る。
- その他、教育の質を向上させるための各種取り組み(他大学等による教育プログラムを参考にした、施設・設備のさらなる整備や教育コンテンツの充実等)

## (2) 産業界における活用および連携・協力

産業界においては、大学等における認定教育プログラムに基づく教育の成果を高め、その成果を生かすために、積極的に連携・協力していくことが期待される。

特に、人や社会にかかわる具体的な課題の解決に活用できる人材を育成するうえで実践の場を通じた学習体験を行う学修項目群として応用基礎コアの中でも特に重要であると位置づけている「Ⅲ.AI・データサイエンス実践」を行うにあたっては産業界との連携が不可欠である。

具体的には、以下のような取り組みが考えられる。

- 認定教育プログラムに対する各種の協力(教育用の企業実データ・実課題の提供、技術者の講師派遣、インターンシップ受け入れ等)
  - 例1) 認定教育プログラムで利用できる実社会データを産業界が提供・共有する。
  - 例2) 産業界と共同して、認定教育プログラム修了者向けのインターンシップ機会やコンペティション参加権利等、知識の利活用ができる機会を提供する。
  - 例3) 産業界から派遣された実務家教員(技術者、ビジネスリーダー等)によって最新事例を共有し、認定教育プログラムの内容と実際の業務・ニーズとの関連付けを行う。
  - 例4) 「Ⅲ.AI・データサイエンス実践」の履修方法の1つとして考える異なるテーマを与えた4～5名程度の履修学生から成るチームとして履修を進めた結果のプレゼンテーションの場に産業界から派遣された実務家教員が参加することで履修学生に対してより実務に沿った目線からフィードバック等を行う。
  
- 人材評価における参考情報としての活用
  - 例1) 企業の採用、配属、人材評価等において、認定教育プログラムの修了証や認定教育プログラムの成績、学習ポートフォリオの情報を参考とする。

その他、認定制度(リテラシーレベル)において示された「教育プログラムに対する協力」や「人材評価における参考情報としての活用」以外の活用方策に関しても、認定制度(応用基礎レベル)において積極的に取り組まれることが望ましいことから以下に示すこととする。なお、認定制度(リテラシーレベル)の見直しに伴い、内容の変更があることに留意する必要がある。

- 認定された教育プログラムのリカレント教育への活用
  - 例1) 企業人材育成に活用すべく、企業から認定教育プログラム受講者を派遣するとともに、その受講者を介して大学等へ産業界の最新ニーズを提供する。
  - 例2) 認定教育プログラムをカスタマイズして、個別企業向けの社員研修プログラムとして提供する。
  - 例3) ビジネスへのAI活用を促進するため、企業の経営者等意思決定者が認定教育プログラムを受講・活用する。
- 産業界視点での認定教育プログラム等の評価指標（例えば企業等への就職状況等）の作成、および企業からのデータ提供等への協力

上記のような産業界の連携・協力を得るには、制度設計・運営へ産業界を積極的に巻き込むことが求められる。例えば、今後の教育プログラムの審査や認定制度の改善検討において産業界等の有識者が常に関与し、認定制度や認定基準が産業界にとって意味あるものとなり続けなければならない。

認定制度が産業界の人材ニーズと密接に関わっていることを考えると、各教育プログラムに対する産業界からの評価は重要な指標である。当該教育プログラムを受講した学生と受講していない学生の違いを測る指標の開発等の検討が必要と考えられる。

### (3) 国の役割

文理を問わず多くの大学等の学生（約 25 万人卒/年）が、正規課程として自らの専門分野への活用を可能とする数理・データサイエンス・AIの応用基礎力を修得することを目指すことを趣旨とする本認定制度（応用基礎レベル）の社会実装・普及に向けて、内閣府・文部科学省・経済産業省の 3 府省は、全ての大学・学部・学科等が、数理・データサイエンス・AIに関する教育プログラムを導入することの意義や必要性を理解するための取り組みを継続して実施していく必要がある。

全ての大学・学部・学科等における導入・普及のインセンティブとして機能することが期待される本認定制度においては、社会に受け入れられるためのブランディングや啓発に関する活動をより積極的に行うことが重要である。

加えて、上記のような活用や産業界の連携・協力を促進するため、認定制度（リテラシーレベル）において示された役割に関しても、内閣府・文部科学省・経済産業省の 3 府省は、積極的役割を果たすことが求められる。なお、認定制度（リテラシーレベル）の見直しに伴い、内容の変更があることに留意する必要がある。

- 認定制度の改善・見直しに関する検討の場を設け、大学等・産業界の有識者からの意見を反映
- 認定された教育プログラムに関するポータルサイトを設置し、大学等・産業界双方で活用
- 高等学校の進路指導担当者に対して、認定制度の概要及び認定された大学等の情報共有を実施
- 認定制度を産業界に広く周知し、前述の(2)に掲げた産業界の連携・協力についての協力を呼びかけ
- 「AI戦略 2019」を踏まえ<sup>12</sup>、数理・データサイエンス・AI教育の導入やその不断の改善等を後押しするための積極的支援

---

<sup>12</sup> 「AI戦略 2019」において、「カリキュラムに数理・データサイエンス・AI教育を導入するなどの取り組み状況等を考慮した、大学・高専に対する運営費交付金や私学助成金等の重点化を通じた積極的支援」の実施が定められている。

## 4. 今後の課題

本章では、認定制度(応用基礎レベル)の趣旨の実現や更なる発展のために、課題として考えられる事項を記載する。

### (1) 政策過程における数理・データサイエンス・AIの活用機会の増大と専門人材のマネジメント

これからの国や自治体のかじ取りを担う政治家や行政官等政策過程に関わる者は、自らが数理・データサイエンス・AIの素養を有し、政策過程においても、数理・データサイエンス・AIを活用していくことが求められる。特に、各行政官が自身の業務を遂行する過程で数理・データサイエンス・AIを活用することを念頭に置いた体制へと変容させることが必要である。

また、「AI戦略 2019」では、「行政機関において、データサイエンス、統計学、AIに専門性を有するスタッフを配置し、データ収集と解析、AI応用を促進すると同時に、データ・インテグリティを担保できる権限を付与」と明記されている。そのためには、数理・データサイエンス・AIに関する高度の専門性を有した所謂「データサイエンティスト」レベルのスタッフの積極的登用や、認定教育プログラム(応用基礎レベル)を受講した行政官への更なる専門的知識・技能の習得に向けたプログラムの開講等を通じて、数理・データサイエンス・AIに高度の専門性を有した行政官を一定数確保することが重要である。一方で、そのような人材が活躍できるよう適切にマネジメントするための体制を有していることが不可欠である。

上記を実現するためにも、認定教育プログラム(応用基礎レベル)の行政官の受講、認定教育プログラム(応用基礎レベル)をカスタマイズした行政官向け研修プログラムの開発・実施等、認定制度(応用基礎レベル)の素養を備えた行政官を一定数確保する方策も併せて実施される必要がある。

### (2) エキスパートレベル人材育成の取り組み

リテラシーレベル、応用基礎レベルの認定教育プログラムが今後普及されることにより、人文科学系を含む多くの分野で数理・データサイエンス・AI教育の素養を持った人材が育成される(裾野が広がる)ことが期待される。

一方で、応用基礎レベルの認定制度が目指す人材育成像からは、「AI戦略 2019」で「エキスパートレベル」として位置づけられた人材<sup>13</sup>や、「エキスパートレベル」との間の橋渡しとなるような人材(例えば、適切な指導の下でビッグデータ利活用プロジェクトの一部分を担当できる能力を持つ人材(約 5 万人/年))の育成に向けて、大きなギャ

<sup>13</sup> 「データサイエンス・AIを駆使してイノベーションを創出し世界で活躍できるレベルの人材(約 2,000 人/年)」

ップが生まれていることから、応用基礎レベルよりさらにレベルの高い人材の育成に関する検討が今後必要となる。

### **(3) ティーチング・アシスタント(TA)制度の活用**

文理を問わず多くの大学等の学生(約 25 万人卒/年)が、正規課程として自らの専門分野への活用を可能とする数理・データサイエンス・AIの応用基礎力を修得することを目指す本認定制度においては、教育をする側の人員が多く必要となる。限られた教員数を補うべく、ティーチング・アシスタント(TA)制度を活用して、認定教育プログラム(応用基礎レベル)を既に履修した大学院生を登用する等の柔軟な運用が検討されるべきである。

### **(4) 認定制度(リテラシーレベル)の見直し・改善との連携**

本認定制度と2019年度に検討を行った認定制度(リテラシーレベル)と「数理・データサイエンス・AI(応用基礎レベル)」は連携して運用されるものである。したがって、今後は、認定制度(応用基礎レベル)の制度設計の更なる具体化や運用から得られた知見が認定制度(リテラシーレベル)の見直し・改善に際して活用されることが必要である。

その他、認定制度(リテラシーレベル)において、今後の課題として示された内容のうち、共通の内容である課題事項は、以下のとおりである。認定制度(リテラシーレベル)の見直しに伴い、内容の変更があることに留意する必要がある。

## **(5) 数理・データサイエンス・AI(応用基礎レベル)のカリキュラム例についての見直し等の検討**

別途公表される数理・データサイエンス・AI(応用基礎レベル)のカリキュラム例と本認定制度は密接に連携・関連するものであるため、認定制度・認定基準の見直しが必要であることと同様、カリキュラム例についても不断の見直し・改善の検討が期待される。特に、カリキュラム例は具体的な学修目標やスキルセット等にも言及していることから、変化の激しい当該分野においては、定期的に見直し等の検討ができるよう体制を整えておくことが必要と考えられる。

## **(6) 社会人向けリカレント教育への展開**

本認定の対象は「大学(大学院を除く)、短期大学、高等専門学校」と設定した。一方で、現在の日本の社会を支え、活躍している社会人の多くは体系的な数理・データサイエンス・AI教育を受けていない状況であることから、学生に加え、これら社会人に対しても、優れた数理・データサイエンス・AIのリカレント教育の実施が急務である。

「AI戦略 2019」において、「数理・データサイエンス・AIを育むリカレント教育を多くの社会人(約 100 万人/年)に実施(女性の社会参加を促進するリカレント教育を含む)」と明記されていることを踏まえ、社会人向けリカレント教育を推進していくことが求められる。特に、認定を受けた大学等には、その知識やノウハウを社会に還元する観点から、率先して社会人向けリカレント教育へ貢献していくことも期待される。なお、当該検討の際には、リカレント教育を支援する制度との連動に関しても併せて検討されることが望ましい。

## **(7) コンテンツおよびプラットフォームの共有・共用など、e-learning の活用推進**

本認定制度の実現にあたっては、認定された教育プログラムの教育コンテンツ等を、実現可能な形で他大学等に展開していくことが重要である。

教育コンテンツの展開にあたって、まずは、認定された教育プログラムの内容(プログラムを構成する学修項目群、シラバス、授業の実施方法、教材、成績評価方法等)を各大学等において公表することにより、他大学等が同様の応用基礎レベル教育を実施する上で参考とできるようにすることが必要である。

加えて、単なるプログラム情報の共有・共用のみにとどまらず、「認定教育プログラム+(プラス)」に選定されるような質の高い教育コンテンツについては、多数の大学等において実施することができるような環境を整備することが望ましい。具体的には、大学等で実施されている教育コンテンツ(テキストや授業用スライドだけでなく、学生が取り組む課題・データ等も含む)の e-learning 化とその一般公開、e-learning の運



用基盤となるプラットフォームの整備等が挙げられる。

国内外の優れた e-learning 教材等の既存の有用なコンテンツを積極的に取り入れることや、反転学習等の導入を図ることが、質の高い数理・データサイエンス・AI教育の普及を加速すると期待される。

#### **(8) 他大学等との連携プログラムや他大学等における学修の単位認定などの取り組みの推進**

今後、複数の大学等が連携して 1 つの数理・データサイエンス・AI教育を提供する連携教育プログラムや、各大学等で個別に実施されている授業科目の単位認定等による効果的・効率的な教育を後押しできるよう、認定制度や認定基準の改善を検討していくことが必要である。大学・高専生(約 25 万人卒/年)に数理・データサイエンス・AIの応用基礎教育を実施するためには、少なくとも一時的には教育側のリソース(教員等)の不足が起こる可能性が高い。そうした事態への対応のためにも、連携プログラムや単位認定による相互補完・協力の仕組みや複数大学等による共同申請・認定等の制度の構築が求められる。

#### **(9) 外国人留学生等への対応**

今後、多様な習熟度の外国人留学生に対する数理・データサイエンス・AI教育へ取り組むにあたって、今回の認定制度確立を基に、先進諸国水準へ早急に達すること目指して推進することが求められる。

本認定制度が対象とする教育プログラムは外国人留学生等も対象とすべきであるが、現時点では、外国人留学生に対して必要な配慮等について十分に検討できているとは言い難い。しかし、グローバル化が進展する中、依然として増加傾向にある外国人留学生に対して質の高い数理・データサイエンス・AI教育を提供する重要性はさらに高まる。従って、将来的には外国人留学生の多様な習熟度に適合した認定制度や認定基準の継続的改善等についても検討を進めることが望ましい。日本の大学等での数理・データサイエンス・AI教育を受けた外国人留学生が、日本、あるいは母国、さらにはグローバルで活躍していくことが、我が国の教育に対する国際的信頼につながる。

#### **(10) 諸外国への波及・連携**

本認定制度を含む様々な取り組みを通じて、国内の数理・データサイエンス・AI教育を、世界的に見ても高い水準までに引き上げることを目指すとともに、将来的には、本認定制度が数理・データサイエンス・AI領域における国際的な人材育成の重要な

役割を果たすことも期待される。世界的に当該領域の人材へのニーズが高まる中で、日本の教育機関が、積極的に国際的な役割を果たしていることは、今後の日本の国際的な立ち位置を明確にしていく上で極めて重要な事柄である。

米国、英国、中国、シンガポール等では、AI人材の育成や獲得を重要施策とし、産業界を含む社会的要請を反映して施策を展開しており、米英等では、応用基礎レベルに相当するプログラムが進められている。

我が国はこの種の活動と教育改革をデータサイエンス教育先進国の姿を参考に、新たに設計可能な状況にある。実際、今回検討したような認定制度・認定要件を全国の大学等で展開し、国家によりその品質が認められるプログラムを国策的に展開している国は、中国を除いて少数と考えられる。

従って、今後我が国が大学等で階層的カリキュラムを整備し、それを基に海外大学との単位互換や連携教育等を推進することは可能であるし、求められることである。さらに、本認定制度を活用した個人レベルの知識・スキル認証制度の検討・設計を行い、それを国際標準として新規提案するなど、将来的な国際展開について検討することも望まれる。

なお、国際展開戦略検討にあたっては、諸外国へ展開する目的(階層的に質保証された数理・データサイエンス・AI人材の確保、産業競争力の強化、全世界の数理・データサイエンス・AI教育の Good Practices の活用等)を明確にした上で、具体的な方法について議論することが望ましい。

上記のような取り組みにおいては、議論や情報交換を行う場として、例えば産学官が連携したフォーラムの設置を検討すべきである。

## 5. おわりに

2020年度、本会議では、数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度(応用基礎レベル)について検討を行った。

昨年度に検討した「数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度(リテラシーレベル)」では、デジタル時代の基礎知識(いわゆる「読み・書き・そろばん」的な素養)として、数理・データサイエンス・AIのリテラシーレベルの知識や技能を、如何に文理の壁を越えて、“楽しく”、“わかりやすく”、かつ“自らの問題として”取り組んでもらうことができるかといったことの重要性を念頭にしたものであった。

今回の認定制度(応用基礎レベル)の検討にあたっては、我が国では、自らの専門分野の研究や企業等での製品やサービスの企画等において数理・データサイエンス・AIを活用し課題を解決していけるような人材が圧倒的に不足<sup>14</sup>しており、これを解消する施策を直ちにはじめなければ手遅れになるという危機感があった。

また、奇しくも、今般の新型コロナウイルス感染症対応において、行政のデジタル化の遅れなど、様々な課題が明らかになり、今後は社会全体のDXを強力に推進し、我が国が抱えてきた多くの課題の解決や経済成長にも資する「新たな日常」を構築していくことが必要である。今まさに、このDX推進の一翼を担うことができる人材が求められているのである。

本会議は、こうした認識のもと、大学等の正規課程において、各大学等の独自性や多様性を確保しつつ、文理を問わず、学生が、上述のような数理・データサイエンス・AIに関するより実践的な応用基礎力を修得することができる質の高い教育プログラム(応用基礎レベル)が普及・拡大することで、真に社会に必要とされる人材が多数育成されることを目指し検討を行った。

また、認定制度(応用基礎レベル)においても、認定制度(リテラシーレベル)と同様、「認定教育プログラム」の中から、特に他の大学等の規範となる先進性や独創性を有し、大学等の特徴を踏まえ工夫を凝らしたものを「認定教育プログラム+(プラス)」として選定する制度を提案した。これにより、各大学等が特色を生かした質の高い教育プログラムの提供を志向するようになること、また、学生がこうした質の高い教育プログラムを積極的に選定するようになることで、教育と人材育成の質向上における好循環が生まれることを期待している。

政府においては、本年7月に初のリテラシーレベルの認定が着実に実現されるとともに、本年中には、本報告書をもとにした応用基礎レベルの認定制度に係る申請募集が遅滞なく開始されることを希望する。また、「3.認定制度の活用」及び「4.今後の課題」に掲げられている各項目への対応について、引き続き検討を進められることを併せて期待する。特に、認定教育プログラムの実施状況とその有効性に関するフ

<sup>14</sup> 経済産業省によると、IT人材の需要と供給の差は、2030年には約17万人に達するとの試算もある。2019.3「IT人材需給に関する調査」報告書(みずほ情報総研株式会社)

フォローアップ、新学習指導要領にもとづく中学校・高等学校での統計教育・情報教育の実施状況、技術の進展、社会情勢の変化等をとらえた、適時の認定要件や認定制度自体の見直しが重要である。

これらに加え、新型コロナウイルス感染症対応に迫られ続けるであろう今後の教育現場においては、教育の実施方法として、Web会議ツール等によるリモート形式の授業への更なる移行や定常化が求められることになると予想される。これまで当たり前であった物理的な対面・集合での授業形式からの急激な変化により、教える側、教わる側、さらに両者を支える側における負荷増大等のマイナス面が多く残存している一方で、リモート形式にて数理・データサイエンス・AIに関する授業を展開しはじめた教育現場からは「開講した授業がキャンパスだけでなく学部や学科も超えて、より幅広くより多くの学生に受講してもらえるようになった」という事実も確認され始めてきている。これは数理・データサイエンス・AIを学びたいという学生が、学部や学科を超えて潜在的に多く存在していることの示唆であることに加え、認定教育プログラムとそれを学びたい人たちを如何に繋げていくか、その工夫次第で、認定教育プログラムを飛躍的に普及させることができるはずであるとの気づきである。

最後に、DXが進展する社会を生き抜くために真に必要な人材の育成方策として、リテラシー及び応用基礎の両レベルの数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度が有効に機能することを切に期待したい。

## 用語の定義

本資料において用いる用語を次表に定義する。

No	用語	説明
1	大学等	大学(大学院を除く)、短期大学、高等専門学校(専攻科を含む)
2	教育プログラム	一般的な教育プログラムを示す場合の他、本報告書では特に断りのない限り、「大学等における正規の課程であって、数理・データサイエンス・AIに係る科目または学修項目群からなるプログラム」を示している。
3	認定教育プログラム	数理・データサイエンス・AI認定制度において認定された教育プログラム
4	認定教育プログラム+(プラス)	認定教育プログラム(応用基礎レベル)」のうち、特に他大学等の規範となり、かつステークホルダーから支持される、先導的で独自の工夫・特色のある教育プログラム
5	認定教育プログラム(リテラシーレベル/応用基礎レベル)	リテラシーレベル/応用基礎レベルの認定教育プログラム
6	ティーチング・アシスタント(TA)制度	優秀な大学院学生に対し、教育的配慮の下に、学部学生等に対するチュータリング(助言)や実験、演習等の教育補助業務を行わせ、大学教育の充実と大学院学生のトレーニングの機会提供を図るとともに、これに対する手当での支給により、大学院学生の処遇の改善の一助とすることを目的とした制度
7	クレンジング	データの定義や表現形式の違い、異常値の修正、削除などを行う作業

「数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度検討会議」  
の開催について

令和元年 10 月 11 日  
AI戦略実行会議決定

1. 令和元年 6 月 11 日に統合イノベーション戦略推進会議で決定された「AI戦略2019」において、教育改革の具体目標の一つとして「数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度」の構築、普及促進が設定されている。当該認定制度の創設に向けて、認定方法やレベル別の認定基準、産業界での活用方策等を検討することを目的として、AI戦略実行会議の下、「数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度検討会議」(以下「会議」という。)を開催する。
2. 会議の座長、副座長及び構成員は別紙のとおりとする。
3. 座長は会議の会合を招集し、議事を総理する。
4. 副座長は、座長を補佐するほか、座長が不在のときは、座長に代わって会議の会合を招集し、議事を総理する。
5. 座長は、必要があると認めるときは、構成員以外の者に出席を求め、意見を聴くことができる。
6. 会議は原則として非公開とする。ただし、座長が会議を公開することが適当であるとしたときは、この限りではない。
7. 会議における検討の内容等は、議事概要の公表その他の適当な方法により公表する。ただし、座長が検討の内容等を公表しないことが適当であるとしたときは、その全部又は一部を非公表とすることができる。
8. 会議の庶務は、文部科学省及び経済産業省の協力を得て、内閣府において処理する。
9. 前各項に掲げるもののほか、会議の運営に関する事項その他必要な事項は、座長が定める。

(別紙)

数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度検討会議  
構成員名簿(令和2年9月9日改定)

座長	永田 恭介	筑波大学 学長、一般社団法人国立大学協会 会長
副座長	安宅 和人	慶應義塾大学 環境情報学部 教授、ヤフー株式会社 CSO
	安西 祐一郎	独立行政法人日本学術振興会 顧問・学術情報分析センター 所長、AI戦略実行会議 座長
	五十嵐 悠紀	明治大学 総合数理学部 専任准教授
	漆 紫穂子	品川女子学院 理事長
	大谷 紀子	東京都市大学 メディア情報学部 教授
	岡本 和夫	独立行政法人大学改革支援・学位授与機構 参与
	北野 宏明	一般社団法人日本経済団体連合会 イノベーション委員会 AI活用戦略TF 主査、株式会社ソニーコンピュータサイエンス研究所 代表取締役社長、AI戦略実行会議 構成員
	草野 隆史	株式会社ブレインパッド 代表取締役社長、一般社団法人データサイエンティスト協会 代表理事、一般社団法人日本ディープラーニング協会 理事
	孝忠 大輔	日本電気株式会社 AI・アナリティクス事業部 AI人材育成センター センター長
	小谷 元子	東北大学 理事・副学長、東北大学 材料科学高等研究所 教授 兼 大学院理学研究科数学専攻 教授、総合科学技術・イノベーション会議 議員
	坂本 真樹	電気通信大学 教授・副学長
	神成 淳司	慶應義塾大学 環境情報学部 教授、内閣官房 副政府 CIO / 情報通信技術(IT) 総合戦略室 室長代理、AI戦略実行会議 構成員
	杉山 将	理化学研究所 革新知能統合研究センター センター長、東京大学 大学院新領域創成科学研究科 教授
	竹村 彰通	滋賀大学 データサイエンス学部 学部長、研究科長
	田中 邦裕	さくらインターネット株式会社 代表取締役社長
	椿 広計	大学共同利用機関法人情報・システム研究機構 理事、統計数理研究所 所長
	長谷山 美紀	北海道大学 大学院情報科学研究院 研究院長
	松尾 豊	東京大学 大学院工学系研究科 教授
	村田 治	関西学院大学 学長
	八木 康史	大阪大学 産業科学研究所 教授

山中 竹春 横浜市立大学 大学院データサイエンス研究科 研究科長・医学部 臨床統計学  
主任教授、国立がん研究センター東病院 研究企画推進部

ルゾンカ 典子 ソニー銀行株式会社 執行役員



数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度検討会議(令和2年度) 開催概要

<p>第1回 (令和2年9月9日)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 有識者プレゼン (国立大学におけるAI教育の取組紹介)</li> <li>● 数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度 (応用基礎レベル) の対象範囲について議論</li> </ul>
<p>第2回 (令和2年10月7日)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 有識者プレゼン (私立大学におけるAI教育の取組、企業における人材ニーズ紹介)</li> <li>● 外部有識者プレゼン (企業における人材ニーズ紹介)</li> <li>● 数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度 (応用基礎レベル) の基本的考え方について議論</li> </ul>
<p>第3回 (令和2年11月11日)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 有識者プレゼン (私立大学におけるAI教育の取組、「数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアムモデルカリキュラム (応用基礎レベル) の全国展開に関する特別委員会の検討状況」、「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案」紹介)</li> <li>● 諸外国におけるAI教育プログラム事例紹介</li> <li>● 数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度 (応用基礎レベル) の概形について議論</li> </ul>
<p>第4回 (令和2年12月9日)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 「数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度 (リテラシーレベル)」説明</li> <li>● 外部有識者プレゼン (企業における人材ニーズ紹介)</li> <li>● 数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度 (応用基礎レベル) の概形について議論</li> </ul>
<p>第5回 (令和3年1月15日)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 外部有識者プレゼン (大学におけるAI教育の取組紹介)</li> <li>● 数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度 (応用基礎レベル) の概形、申請資格及び認定要件について議論</li> </ul>
<p>第6回 (令和3年2月17日)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 認定要件について議論</li> <li>● 報告書取りまとめ</li> </ul>
<p>第7回 (令和3年3月10日)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 報告書取りまとめ</li> </ul>