

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

～ データ思考の涵養 ～

2020年4月

数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアム

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～データ思考の涵養～

● 背景

政府の「AI戦略2019」（2019年6月策定）にて、リテラシー教育として、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を習得する、とされたことを踏まえ、各大学・高専にて参考可能な「モデルカリキュラム」を数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアムにおいて検討・策定。

● 学修目標・カリキュラム実施にあたっての基本的考え方

今後のデジタル社会において、数理・データサイエンス・AIを日常の生活、仕事等の場で使いこなすことができる基礎的素養を主体的に身に付けること。そして、学修した数理・データサイエンス・AIに関する知識・技能をもとに、これらを扱う際には、人間中心の適切な判断ができ、不安なく自らの意志でAI等の恩恵を享受し、これらを説明し、活用できるようになること。

1. 数理・データサイエンス・AIを活用することの「楽しさ」や「学ぶことの意義」を重点的に教え、学生に好奇心や関心を高く持つてもらう魅力的かつ特色ある教育を行う。数理・データサイエンス・AIを活用することが「好き」な人材を育成し、それが自分・他人を含めて、次の学修への意欲、動機付けになるような「学びの相乗効果」を生み出すことを狙う。
2. 各大学・高専においてカリキュラムを実施するにあたっては、各大学・高専の教育目的、分野の特性、個々の学生の学習歴や習熟度合い等に応じて、本モデルカリキュラムのなかから適切かつ柔軟に選択・抽出し、有機性を考慮した教育を行う。
3. 実データ、実課題を用いた演習など、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、現実の課題と適切な活用法を学ぶことをカリキュラムに取り入れる。
4. リテラシーレベルの教育では「分かりやすさ」を重視した教育を実施する。

● モデルカリキュラムと教育方法

導入	1. 社会におけるデータ・AI利活用		● データ・AI利活用事例を紹介した動画（MOOC等）を使った反転学習を取り入れ、講義ではデータ・AI活用領域の広がりや、技術概要の解説を行うことが望ましい。 ● 学生がデータ・AI利活用事例を調査し発表するグループワーク等を行い、一方通行で事例を話すだけの講義にしないことが望ましい。
	1-1. 社会で起きている変化	1-2. 社会で活用されているデータ	
基礎	1-3. データ・AIの活用領域	1-4. データ・AI利活用のための技術	● 各大学・高専の特徴に応じて適切なテーマを設定し、実データ（あるいは模擬データ）を用いた講義を行うことが望ましい。 ● 実際に手を動かしてデータを可視化する等、学生自身がデータ利活用プロセスの一部を体験できることが望ましい。 ● 必要に応じて、フォローアップ講義（補講等）を準備することが望ましい。
	1-5. データ・AI利活用の現場	1-6. データ・AI利活用の最新動向	
心得	2. データリテラシー		● データ駆動型社会のリスクを自分ごととして考えさせることが望ましい。 ● データ・AIが引き起こす課題についてグループディスカッション等を行い、一方通行で事例を話すだけの講義にしないことが望ましい。
	2-1. データを読む	2-2. データを説明する	
選択	3. データ・AI利活用における留意事項		● 本内容はオプション扱いとし、大学・高専の特徴に応じて学修内容を選択する。 ● 各大学・高専の特徴に応じて適切なテーマを設定し、実データ（あるいは模擬データ）を用いた講義を行うことが望ましい。 ● 学生が希望すれば本内容を受講できるようにしておくことが望ましい（大学間連携等）。
	3-1. データ・AIを扱う上での留意事項	3-2. データを守る上での留意事項	
選択	4. オプション		
	4-1. 統計および数理基礎	4-2. アルゴリズム基礎	
	4-3. データ構造とプログラミング基礎	4-4. 時系列データ解析	
	4-5. テキスト解析	4-6. 画像解析	
	4-7. データハンドリング	4-8. データ活用実践（教師あり学習）	
	4-9. データ活用実践（教師なし学習）		

目 次

I はじめに	P 1
II 数理・データサイエンス・AI リテラシーレベルの教育の基本的考え方	P 3
III 数理・データサイエンス・AI リテラシーレベルのモデルカリキュラム	P 6
1. 社会におけるデータ・AI利活用	
2. データリテラシー	
3. データ・AI利活用における留意事項	
4. オプション	
IV 数理・データサイエンス・AI リテラシーレベルの教育方法	P 18
1. 講義・演習等による授業上の工夫	
2. オンラインプログラムの導入	
3. 外部機関のオンラインコンテンツを授業で活用	
4. 他大学における学修を単位認定（単位互換等）	
V 数理・データサイエンス・AI リテラシーレベルの実施展開に向けた取組	P 25
1. 実施展開に向けた今後の取組	
2. モデルカリキュラム策定を受けた各分科会との連携・検討	
VI 参考資料	P 28

I はじめに

はじめに

インターネットの社会への広範囲な浸透、情報通信・計測技術の飛躍的発展によって、従来とは質・量ともに全く異なるビッグデータが産み出されるようになった。ビッグデータや人工知能（AI）技術の活用領域は予測、意思決定、異常検出、自動化、最適化など多岐に亘つて急速に拡大しており、自動運転、画像認識、医療診断、防犯、コンピュータゲームなど、従来の社会システムの在り方を大きく変えつつある例は枚挙に暇がない。近年は、ビッグデータやAIの利活用に関し、米国や中国の巨大企業等を中心とした競争が激化しており、国内外の経済成長の要因も従来の労働力・資本・技術革新から、データから価値を生み出す産業領域へと大きくシフトしている。

政府の「AI戦略 2019」（令和元年6月統合イノベーション戦略推進会議決定）では、「我が国が、人口ベースで、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されるための仕組みが構築されること」が第一の戦略目標とされた。同戦略では、日常生活ではAIに関するリテラシーを高め、各々の人が、不安なく自らの意思でAIの恩恵を享受・活用することを目指し、デジタル社会の基礎知識（いわゆる「読み・書き・そろばん」的な要素）である「数理・データサイエンス・AI」に関する知識・技能など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ために、高等教育段階のリテラシー教育として「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」することが具体目標に設定された。

これを踏まえて、本コンソーシアムでは、公私立大学、産業界の協力を得て「モデルカリキュラム（リテラシーレベル）全国展開に関する特別委員会」を新たに設置し、数理・データサイエンス・AIに関するリテラシーレベルの教育内容について検討を行い、各大学・高専が参考可能な「モデルカリキュラム」の策定を進めた。今後のデータ駆動型社会において、全ての大学・高専生はどのような数理・データサイエンス・AIの具体的な素養を備えるべきか、という重要な問い合わせに対して、それは「データ」をもとに事象を適切に捉え、分析・説明できる力を修得すること、すなわち「データ思考を涵養すること」であると考えている。これは、この専門分野を志す学生の基礎教育としてではなく、全ての学生が、今後の社会で活躍するにあたって学び、身に付けるべき新たな時代の教養教育（リベラルアーツ）であり、数理・データサイエンス・AI教育を実施するにあたって共通する重要な考え方である。

本報告書では、分野を問わず、全ての大学・高専生を対象にしたリテラシーレベルの教育の基本的考え方、学修目標・スキルセット、教育方法等を取りまとめている。各大学・高専において、数理・データサイエンス・AI教育のカリキュラムを具体化するにあたり、本モデルカリキュラムの中から適切かつ柔軟に選択・抽出して頂ければ幸いである。今後、本コンソーシアムでは、リテラシー教育の実施展開に向けて、教える側の体制強化、教育コンテンツの作成・普及の強化に取り組むとともに、各大学・高専からのフィードバックを受けて、更に必要な検討を行っていく。

II 数理・データサイエンス・AI リテラシーレベルの教育の基本的考え方

数理・データサイエンス・AI リテラシーレベルの教育の基本的考え方

世界ではデジタル化とグローバル化が不可逆的に進み、社会・産業の転換が大きく進んでいる。「数理・データサイエンス・AI」は、今後の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）として捉えられ、大学・高専の全ての学生が身に付けておくべき素養である。このため、数理・データサイエンス・AIのリテラシーレベルの教育にあたっては、

- ・なぜ、**数理・データサイエンス・AI**を学ぶのか、理解すること
- ・社会でどのように活用され**新たな価値**を生んでいるのか、理解すること
- ・**AIの得意なところ、苦手なところ**を理解し、人間中心の適切な判断が出来ること
- ・**社会の実データ、実課題**を適切に読み解き、判断できること

など、日常の生活、仕事等の場で、これらを実際に道具として上手に活用することが出来る基礎的素養を修得させることが重要である。この専門分野を志す学生の基礎教育としてではなく、全ての学生が、今後の社会で活躍するにあたって学び身に付けるべき、新たな時代の教養教育とも言うべきものである。

これを基本として、「数理・データサイエンス・AI教育（リテラシーレベル）の学修目標」、「数理・データサイエンス・AI教育（リテラシーレベル）のカリキュラム実施にあたっての基本的考え方」を以下に取りまとめた。

〈数理・データサイエンス・AI教育（リテラシーレベル）の学修目標〉

今後のデジタル社会において、数理・データサイエンス・AIを**日常の生活、仕事等の場で使いこなすことができる基礎的素養**を主体的に身に付けること。そして、学修した数理・データサイエンス・AIに関する知識・技能をもとに、これらを扱う際には、**人間中心の適切な判断ができ、不安なく自らの意志でAI等の恩恵を享受し、これらを説明し、活用できる**ようになること。

数理・データサイエンス・AI リテラシーレベルの教育の基本的考え方

＜数理・データサイエンス・AI教育（リテラシーレベル）のカリキュラム実施にあたっての基本的考え方＞

- (1) 数理・データサイエンス・AIを活用することの「楽しさ」や「学ぶことの意義」を重点的に教え、学生に好奇心や関心を高く持つてもらう魅力的かつ特色ある教育を行う。数理・データサイエンス・AIを活用することが「好き」な人材を育成し、それが自分・他人を含めて、次の学修への意欲、動機付けになるような「学びの相乗効果」を生み出すことを狙う。
- (2) 各大学・高専においてカリキュラムを実施するにあたっては、各大学・高専の教育目的、分野の特性、個々の学生の学習歴や習熟度合い等に応じて、本モデルカリキュラムの中から適切かつ柔軟に選択・抽出し、有機性を考慮した教育を行う。
- (3) 実データ、実課題を用いた演習など、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、現実の課題と適切な活用法を学ぶことをカリキュラムに取り入れる。
- (4) リテラシーレベルの教育では「分かりやすさ」を重視した教育を実施する。

なお、各大学・高専において、数理・データサイエンス・AIのリテラシーレベルの教育カリキュラムの検討、実施にあたっては、オンライン教材や民間企業等（スタートアップを含む。）が開発・提供する教材の活用を含め、他大学、民間企業等の優れた取組を大いに参考とし、活用することを奨励する。

また、本モデルカリキュラムは、高校学習指導要領の改訂や今後社会で求められるリテラシーの変化などを踏まえ、概ね**4年後（2023年度）**を目途に見直しを行う。

III 数理・データサイエンス・AI リテラシーレベルのモデルカリキュラム

リテラシー・レベル モデルカリキュラムの構成

- モデルカリキュラムの構成を以下のとおり「導入」「基礎」「心得」「選択」に分類し、学修項目を体系的に示した。
- 「導入」「基礎」「心得」はコア学修項目として位置付ける。「選択」は学生の学習歴や習熟度合い等に応じて、適切に選択頂くことを想定している。
- 次頁よりそれぞれの分類における「学修目標」「学修内容」「スキルセット（キーワード）」をまとめた。

導入

1. 社会におけるデータ・AI利活用

- | | |
|-------------------|----------------------|
| 1-1. 社会で起きている変化 | 1-2. 社会で活用されているデータ |
| 1-3. データ・AIの活用領域 | 1-4. データ・AI利活用のための技術 |
| 1-5. データ・AI利活用の現場 | 1-6. データ・AI利活用の最新動向 |

基礎

2. データリテラシー

- | | |
|-------------|---------------|
| 2-1. データを読む | 2-2. データを説明する |
| 2-3. データを扱う | |

心得

3. データ・AI利活用における留意事項

- | | |
|-----------------------|--------------------|
| 3-1. データ・AIを扱う上での留意事項 | 3-2. データを守る上での留意事項 |
|-----------------------|--------------------|

選択

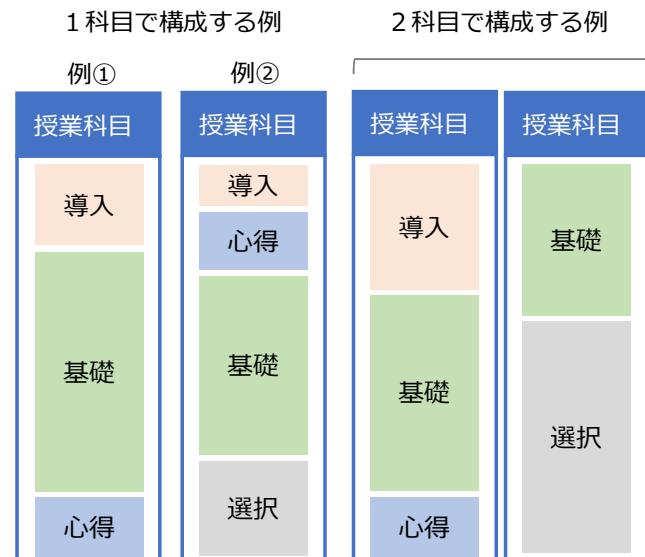
4. オプション

- | | |
|----------------------|----------------------|
| 4-1. 統計および数理基礎 | 4-2. アルゴリズム基礎 |
| 4-3. データ構造とプログラミング基礎 | 4-4. 時系列データ解析 |
| 4-5. テキスト解析 | 4-6. 画像解析 |
| 4-7. データハンドリング | 4-8. データ活用実践（教師あり学習） |
| 4-9. データ活用実践（教師なし学習） | |

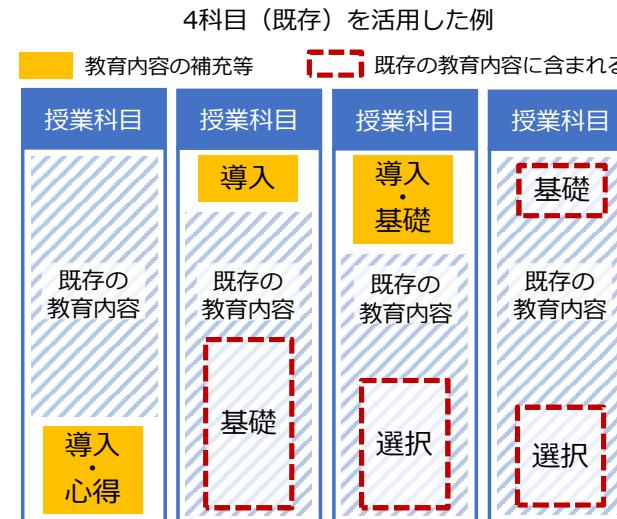
数理・データサイエンス・AI（リテラシーレベル）モデルカリキュラムの活用イメージ

- 各大学・高専の教育目的、分野の特性、個々の学生の学習歴や習熟度合い等に応じて、本モデルカリキュラムの中から**適切かつ柔軟に選択・抽出、有機性を考慮**
- 導入・基礎・心得等の順序は**固定されたものでなく**、各大学・高専の創意工夫によるカリキュラム編成が可能
- 数理・データサイエンス・AIを活用することの「楽しさ」や「学ぶことの意義」を重視する観点から、導入（「社会におけるデータ・AI利活用」）を含む内容については早期に取り入れることを期待
- コア学修項目の学修量は概ね2単位相当程度を想定しているが、各大学・高専の実情に応じて柔軟な設計が可能

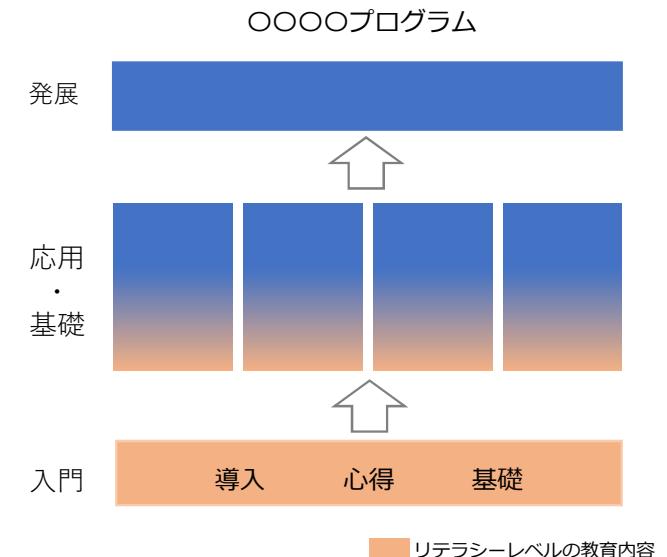
ケース1 1～2の独立した授業科目でリテラシーレベルの教育を学生が履修



ケース2 複数の（既存の）授業科目でリテラシーレベルの教育を学生が履修



ケース3 大学独自の体系的な教育プログラムの一部としてリテラシーレベルの教育を学生が履修



これらは考えられるケースの例示であり、自律的な教育改善を図りつつ、**各大学・高専の創意工夫による多様な教育が展開されることを期待**

注) 数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアムでは、各大学・高専における具体的なカリキュラム構成の検討に資するため、コンソーシアム関係大学等の協力を得て、数理・データサイエンス・AIのリテラシーレベルの教育に概ね相当する授業科目等の参考事例を提示する予定。

1. 社会におけるデータ・AI利活用

○学修目標

- ・データ・AIによって、社会および日常生活が大きく変化していることを理解する
- ・「数理/データサイエンス/AI」が、今後の社会における「読み/書き/そろばん」であることを理解する
- ・データ・AI活用領域の広がりを理解し、データ・AIを活用する価値を説明できる
- ・今のAIで出来ること、出来ないことを理解する
- ・AIを活用した新しいビジネス/サービスは、複数の技術が組み合わされて実現していることを理解する
- ・帰納的推論と演繹的推論の違いと、それらの利点、欠点を理解する

1.社会におけるデータ・AI利活用	学修内容
1-1. 社会で起きている変化	社会で起きている変化を知り、数理・データサイエンス・AIを学ぶことの意義を理解する AIを活用した新しいビジネス/サービスを知る
1-2. 社会で活用されているデータ	どんなデータが集められ、どう活用されているかを知る
1-3. データ・AIの活用領域	さまざまな領域でデータ・AIが活用されていることを知る
1-4. データ・AI利活用のための技術	データ・AIを活用するために使われている技術の概要を知る
1-5. データ・AI利活用の現場	データ・AIを活用することによって、どのような価値が生まれているかを知る
1-6. データ・AI利活用の最新動向	データ・AI利活用における最新動向（ビジネスモデル、テクノロジー）を知る

1. 社会におけるデータ・AI利活用 <スキルセット>

1.社会におけるデータ・AI利活用	キーワード（知識・スキル）
1-1. 社会で起きている変化	<ul style="list-style-type: none">・ビッグデータ、IoT、AI、ロボット・データ量の増加、計算機の処理性能の向上、AIの非連続的進化・第4次産業革命、Society 5.0、データ駆動型社会・複数技術を組み合わせたAIサービス・人間の知的活動とAIの関係性・データを起点としたものの見方、人間の知的活動を起点としたものの見方
1-2. 社会で活用されているデータ	<ul style="list-style-type: none">・調査データ、実験データ、人の行動ログデータ、機械の稼働ログデータなど・1次データ、2次データ、データのメタ化・構造化データ、非構造化データ（文章、画像/動画、音声/音楽など）・データ作成（ビッグデータとアノテーション）・データのオープン化（オープンデータ）
1-3. データ・AIの活用領域	<ul style="list-style-type: none">・データ・AI活用領域の広がり（生産、消費、文化活動など）・研究開発、調達、製造、物流、販売、マーケティング、サービスなど・仮説検証、知識発見、原因究明、計画策定、判断支援、活動代替、新規生成など
1-4. データ・AI利活用のための技術	<ul style="list-style-type: none">・データ解析：予測、グルーピング、パターン発見、最適化、シミュレーション・データ同化など・データ可視化：複合グラフ、2軸グラフ、多次元の可視化、関係性の可視化、地図上の可視化、挙動・軌跡の可視化、リアルタイム可視化など・非構造化データ処理：言語処理、画像/動画処理、音声/音楽処理など・特化型AIと汎用AI、今のAIで出来ることと出来ないこと、AIとビッグデータ・認識技術、ルールベース、自動化技術
1-5. データ・AI利活用の現場	<ul style="list-style-type: none">・データサイエンスのサイクル（課題抽出と定式化、データの取得・管理・加工、探索的データ解析、データ解析と推論、結果の共有・伝達、課題解決に向けた提案）・流通、製造、金融、サービス、インフラ、公共、ヘルスケア等におけるデータ・AI利活用事例紹介
1-6. データ・AI利活用の最新動向	<ul style="list-style-type: none">・AI等を活用した新しいビジネスモデル（シェアリングエコノミー、商品のレコメンデーションなど）・AI最新技術の活用例（深層生成モデル、敵対的生成ネットワーク、強化学習、転移学習など）

2. データリテラシー

○学修目標

- ・データの特徴を読み解き、起きている事象の背景や意味合いを理解できる
- ・データを読み解く上で、ドメイン知識が重要であることを理解する
- ・データの発生現場を確認することの重要性を理解する
- ・データの比較対象を正しく設定し、数字を比べることができる
- ・適切な可視化手法を選択し、他者にデータを説明できる
- ・不適切に作成されたグラフ/数字に騙されない
- ・文献や現象を読み解き、それらの関係を分析・考察し表現することができる
- ・スプレッドシート等を使って、小規模データ（数百件～数千件レベル）を集計・加工できる

2.データリテラシー	学修内容
2-1. データを読む	データを適切に読み解く力を養う
2-2. データを説明する	データを適切に説明する力を養う
2-3. データを扱う	データを扱うための力を養う

2. データリテラシー <スキルセット>

2.データリテラシー	キーワード（知識・スキル）
2-1. データを読む	<ul style="list-style-type: none">・データの種類（量的変数、質的変数）・データの分布(ヒストグラム)と代表値（平均値、中央値、最頻値）・代表値の性質の違い（実社会では平均値 = 最頻値でないことが多い）・データのばらつき（分散、標準偏差、偏差値）・観測データに含まれる誤差の扱い・打ち切りや脱落を含むデータ、層別の必要なデータ・相関と因果（相関係数、擬似相関、交絡）・母集団と標本抽出（国勢調査、アンケート調査、全数調査、単純無作為抽出、層別抽出、多段抽出）・クロス集計表、分割表、相関係数行列、散布図行列・統計情報の正しい理解（誇張表現に惑わされない）
2-2. データを説明する	<ul style="list-style-type: none">・データ表現（棒グラフ、折線グラフ、散布図、ヒートマップ）・データの図表表現（チャート化）・データの比較（条件をそろえた比較、処理の前後での比較、A/Bテスト）・不適切なグラフ表現（チャートジャンク、不必要的視覚的要素）・優れた可視化事例の紹介（可視化することによって新たな気づきがあった事例など）
2-3. データを扱う	<ul style="list-style-type: none">・データの集計（和、平均）・データの並び替え、ランキング・データ解析ツール（スプレッドシート）・表形式のデータ（csv）

3. データ・AI利活用における留意事項

○学修目標

- ・個人情報保護法やEU一般データ保護規則(GDPR)など、データを取り巻く国際的な動きを理解する
- ・データ・AIを利活用する際に求められるモラルや倫理について理解する
- ・データ駆動型社会における脅威（リスク）について理解する
- ・個人のデータを守るために留意すべき事項を理解する

3.データ・AI利活用における留意事項	学修内容
3-1. データ・AIを扱う上での留意事項	データ・AIを利活用する上で知っておくべきこと
3-2. データを守る上での留意事項	データを守る上で知っておくべきこと

3. データ・AI利活用における留意事項 <スキルセット>

3.データ・AI利活用における留意事項	キーワード（知識・スキル）
3-1. データ・AIを扱う上での留意事項	<ul style="list-style-type: none">• ELSI (Ethical, Legal and Social Issues)• 個人情報保護、EU一般データ保護規則(GDPR)、忘れられる権利、オプトアウト• データ倫理：データのねつ造、改ざん、盗用、プライバシー保護• AI社会原則（公平性、説明責任、透明性、人間中心の判断）• データバイアス、アルゴリズムバイアス• AIサービスの責任論• データ・AI活用における負の事例紹介
3-2. データを守る上での留意事項	<ul style="list-style-type: none">• 情報セキュリティ：機密性、完全性、可用性• 匿名加工情報、暗号化、パスワード、悪意ある情報搾取• 情報漏洩等によるセキュリティ事故の事例紹介

4. オプション

○学修目標

- ・データ・AI利活用に必要な道具としての数学および統計を学ぶ
- ・アルゴリズム基礎、データ構造とプログラミング基礎を学ぶ
- ・時系列データがもつトレンド、周期性、ノイズについて理解する
- ・文章（テキスト）や画像がデータとして処理できることを理解する
- ・データ処理言語（SQL/Python等）を使って、大規模データ（数万件レベル～）を集計・加工できる
- ・データ利活用のための簡単な前処理（データ結合、データクレンジング、名寄せ）を実施できる
- ・教師あり学習と教師なし学習の違いを理解する
- ・データ・AIを活用した一連のプロセスを体験し、データ・AI利活用の流れ（進め方）を理解する
例）仮説検証、知識発見、原因究明、計画策定、判断支援、活動代替、新規生成など
- ・課題設定、データ収集、分析手法選択、解決施策に唯一の正解はなく、様々なアプローチが可能であることを理解する

4. オプション	学修内容
4-1. 統計および数理基礎	数学基礎および統計基礎を学ぶ
4-2. アルゴリズム基礎	アルゴリズム基礎を学ぶ
4-3. データ構造とプログラミング基礎	データ構造とプログラミング基礎を学ぶ
4-4. 時系列データ解析	時系列データ解析の概要を知る
4-5. テキスト解析	自然言語処理の概要を知る
4-6. 画像解析	画像解析の概要を知る
4-7. データハンドリング	大規模データをハンドリングする力を養う
4-8. データ活用実践（教師あり学習）	データ利活用プロセス（教師あり学習）を体験し、データを使って考える力を養う
4-9. データ活用実践（教師なし学習）	データ利活用プロセス（教師なし学習）を体験し、データを使って考える力を養う

4. オプション<スキルセット>

4. オプション	キーワード（知識・スキル）
4-1. 統計および数理基礎	<ul style="list-style-type: none">確率、順列、組み合わせ線形代数(ベクトル、ベクトルの基本的な演算、ノルム、行列とベクトルの積、行列の積、内積)1変数関数の微分と積分指数関数、対数関数集合、ベン図
4-2. アルゴリズム基礎	<ul style="list-style-type: none">アルゴリズムの表現（フローチャート、アクティビティ図）並び替え（ソート）探索（サーチ）
4-3. データ構造とプログラミング基礎	<ul style="list-style-type: none">数と表現、計算誤差、データ量の単位、文字コード、配列変数、代入、繰り返し、場合に応じた処理
4-4. 時系列データ解析	<ul style="list-style-type: none">時系列データ（トレンド、周期、ノイズ）季節調整、移動平均
4-5. テキスト解析	<ul style="list-style-type: none">形態素解析、単語分割、ユーザ定義辞書、n-gram、文章間類似度かな漢字変換の概要
4-6. 画像解析	<ul style="list-style-type: none">画像データの処理画像認識、画像分類、物体検出

4. オプション<スキルセット>

4. オプション	キーワード（知識・スキル）
4-7. データハンドリング	<ul style="list-style-type: none">データベース（リレーションナルデータベース、SQL）プログラミング（Python、R等）データクレンジング：外れ値、異常値、欠損値の処理データの抽出データの結合名寄せ
4-8. データ活用実践（教師あり学習）	<ul style="list-style-type: none">教師あり学習による予測 例）売上予測、罹患予測、成約予測、離反予測などデータの収集（分析に必要なデータの確認、対象となるデータの収集）データの加工（データクレンジング、サンプリング、簡単な説明変数の作成）データの分析（単回帰分析、重回帰分析、ロジスティック回帰分析、モデルの評価）データ分析結果の共有、課題解決に向けた提案
4-9. データ活用実践（教師なし学習）	<ul style="list-style-type: none">教師なし学習によるグルーピング 例）顧客セグメンテーション、店舗クラスタリングデータの収集（分析に必要なデータの確認、対象となるデータの収集）データの加工（データクレンジング、サンプリング、簡単な説明変数の作成）データの分析（階層クラスタリング 非階層クラスタリング）データ分析結果の共有、課題解決に向けた提案

IV 数理・データサイエンス・AI リテラシー・レベルの教育方法

数理・データサイエンス・AI リテラシーレベルの教育方法

▶ 「導入」「基礎」「心得」「選択」のそれぞれの分類ごとに、推奨される具体的な教育方法を以下のとおりまとめた。

導入

1. 社会におけるデータ・AI利活用

- ・データ・AI利活用事例を紹介した動画（MOOC等）を使った**反転学習**を取り入れ、講義ではデータ・AI活用領域の広がりや、技術概要の解説を行うことが望ましい
- ・学生がデータ・AI利活用事例を調査し発表する**グループワーク**等を行い、一方通行で事例を話すだけの講義にしないことが望ましい

教育方法（例）※

1, 2, 3, 4

1, 4

基礎

2. データリテラシー

- ・各大学・高専の特徴に応じて**適切なテーマ**を設定し、**実データ**（あるいは模擬データ）を用いた講義を行うことが望ましい
- ・実際に手を動かしてデータを可視化する等、学生自身がデータ利活用プロセスの一部を**体験**できることが望ましい
- ・必要に応じてデータハンドリングスキルを埋めるためのフォローアップ講義（**補講**等）を準備することが望ましい

教育方法（例）※

1, 2, 3, 4

1, 4

心得

3. データ・AI利活用における留意事項

- ・身近で起こったデータ・AI活用における負の事例を通して、データ駆動型社会のリスクを**自分ごと**として考えさせることが望ましい（必要に応じてMOOC等の活用も検討する）
- ・データ・AIが引き起こす課題について**グループディスカッション**等を行い、一方通行で事例を話すだけの講義にしないことが望ましい

教育方法（例）※

1, 2, 3, 4

1, 4

選択

4. オプション

- ・本内容は**オプション**扱いとし、大学・高専の特徴に応じて学修内容を選択する
- ・各大学・高専の特徴に応じて**適切なテーマ**を設定し、**実データ**（あるいは模擬データ）を用いた講義を行うことが望ましい
- ・学生が希望すれば本内容を受講できるようにしておくことが望ましい（**大学間連携**等）

教育方法（例）※

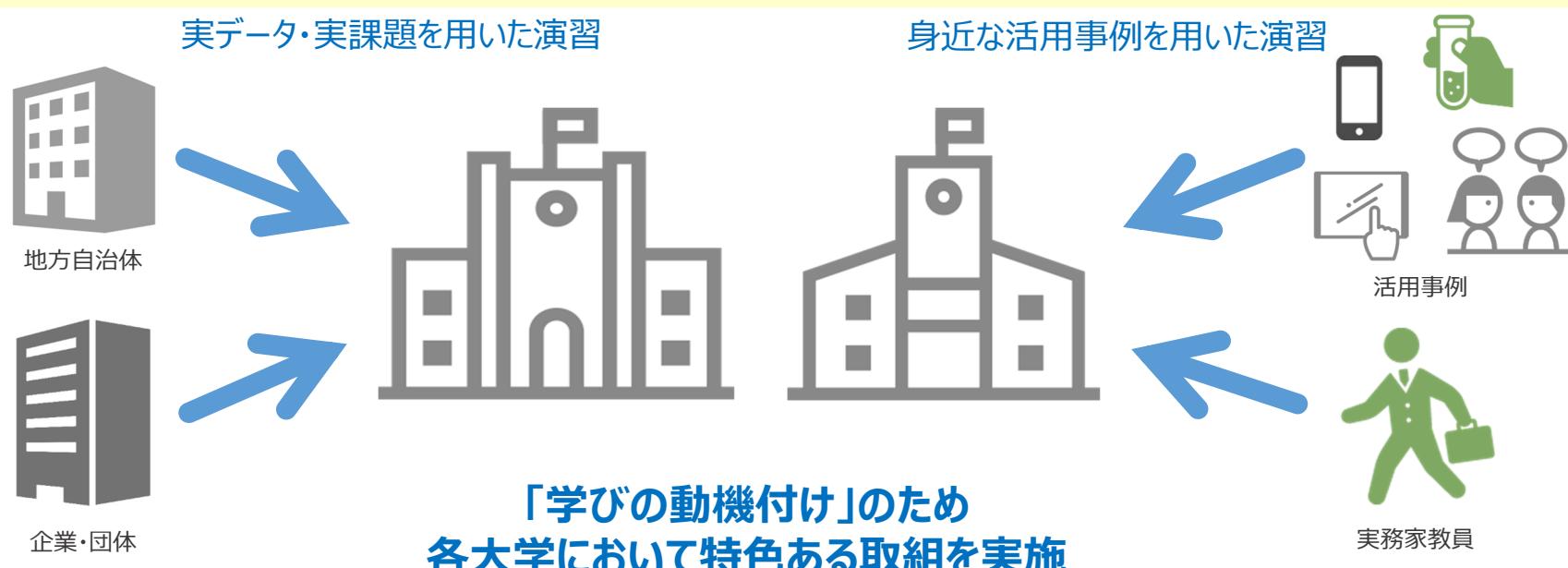
1, 2, 3, 4

※上記の「教育方法」欄の手法・形式 1～4 については次頁以降を参照

教育方法（例）

1. 講義・演習等による授業上の工夫

- ✓ 数理・データサイエンス・AIのリテラシーレベルの教育には「学びの動機付け」が重要であり、身近な活用事例や社会の実データ・実課題を用いた演習やグループワークなどを授業に積極的に取り入れることが効果的と考えられる。
- ✓ 実務家教員の活用や、地方自治体や企業・団体と連携した取組など、各大学の特性に応じた創意工夫が期待される。
- ✓ こうした授業は、大学自らが開設した授業科目について直接の対面方式により実施するほか、次頁以降の2～4の方法により実施することが考えられる。



教育方法（例）

2. オンラインプログラムの導入

- ✓ **オンラインによるオンデマンド型（インターネット配信方式）の授業方法は、教員・学生ともに時間や場所の制約を受けにくいことが特徴。**
(具体的な要件は次ページ参照)
- ✓ 毎週授業を行うには教員確保が困難な場合や、一度に多くの学生が受講する場合などに活用が期待される。

（1）授業内容をインターネット配信形式に編集



スライド資料



実際の授業動画

（2）学生が好きな時に好きな場所で受講



学修管理システム（LMS）
の掲示板等で学生間の意見
交換の機会を確保



（3）インターネット経由で指導・試験・成績評価等



よくある質問はAIに
回答させることも可能



教員・TAなど

＜TIPS＞

- ・毎回の授業終了後すみやかに、教員等が十分な指導を併せ行うことが必要です。
- ・よくある質問とそれに対する答えについてAIに蓄積し、学生から質問があった場合にはAIが回答し、AIが判断に迷う質問については教員や指導補助者がフォローするといった手法も可能です。

参考資料

法令上の規定

○大学設置基準（昭和31年文部省令第28号）（抄）

- 第25条 授業は、講義、演習、実験、実習若しくは実技のいずれかにより又はこれらの併用により行うものとする。
- 2 大学は、文部科学大臣が別に定めるところにより、前項の授業を、多様なメディアを高度に利用して、当該授業を行う教室等以外の場所で履修させることができる。
 - 3 大学は、第一項の授業を、外国において履修させることができる。前項の規定により、多様なメディアを高度に利用して、当該授業を行う教室等以外の場所で履修させる場合についても、同様とする。
 - 4 略

第32条 略

2～4 略

5 前四項又は第四十二条の十二の規定により卒業の要件として修得すべき単位数のうち、第二十五条第二項の授業の方法により修得する単位数は六十単位を超えないものとする。

○平成13年文部科学省告示第51号（大学設置基準第二十五条第二項の規定に基づく大学が履修させることができる授業等）（抄）

通信衛星、光ファイバ等を用いることにより、多様なメディアを高度に利用して、文字、音声、静止画、動画等の多様な情報を一体的に扱うもので、次に掲げるいずれかの要件を満たし、大学において、大学設置基準第二十五条第一項に規定する面接授業に相当する教育効果を有すると認めたものであること。

- 一 同時かつ双方向に行われるものであって、かつ、授業を行う教室等以外の教室、研究室又はこれらに準ずる場所（大学設置基準第三十一条第一項の規定により単位を授与する場合においては、企業の会議室等の職場又は住居に近い場所を含む。）において履修させるもの
- 二 毎回の授業の実施に当たって、指導補助者が教室等以外の場所において学生等に対面することにより、又は当該授業を行う教員若しくは指導補助者が当該授業の終了後すみやかにインターネットその他の適切な方法を利用することにより、設問解答、添削指導、質疑応答等による十分な指導を併せ行うものであって、かつ、当該授業に関する学生の意見の交換の機会が確保されているもの

教育方法（例）

3. 外部機関のオンラインコンテンツを授業で活用

- ✓ 授業の一部で**外部機関等が作成したコンテンツ（MOOC等）を「教材」として活用することが可能**です。
- ✓ 社会変化に応じた最新の内容を授業に取り入れる場合や、既存の科目に一部モデルカリキュラムの内容を入れ込む場合、反転学習などに活用が期待されます。

（1）外部機関が作成したコンテンツ

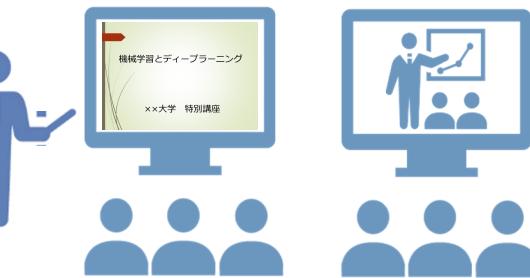


スライド資料



講義動画

（2）自大学の授業で教材として活用



＜TIPS＞ 2. の授業方法と組み合わせ、外部機関のオンラインプログラムをオンデマンド型で受講させることも可能です。



学修管理システム（LMS）
の掲示板等で学生間の意見
交換の機会を確保



教員・TAなど



よくある質問はAIに
回答させることも可能

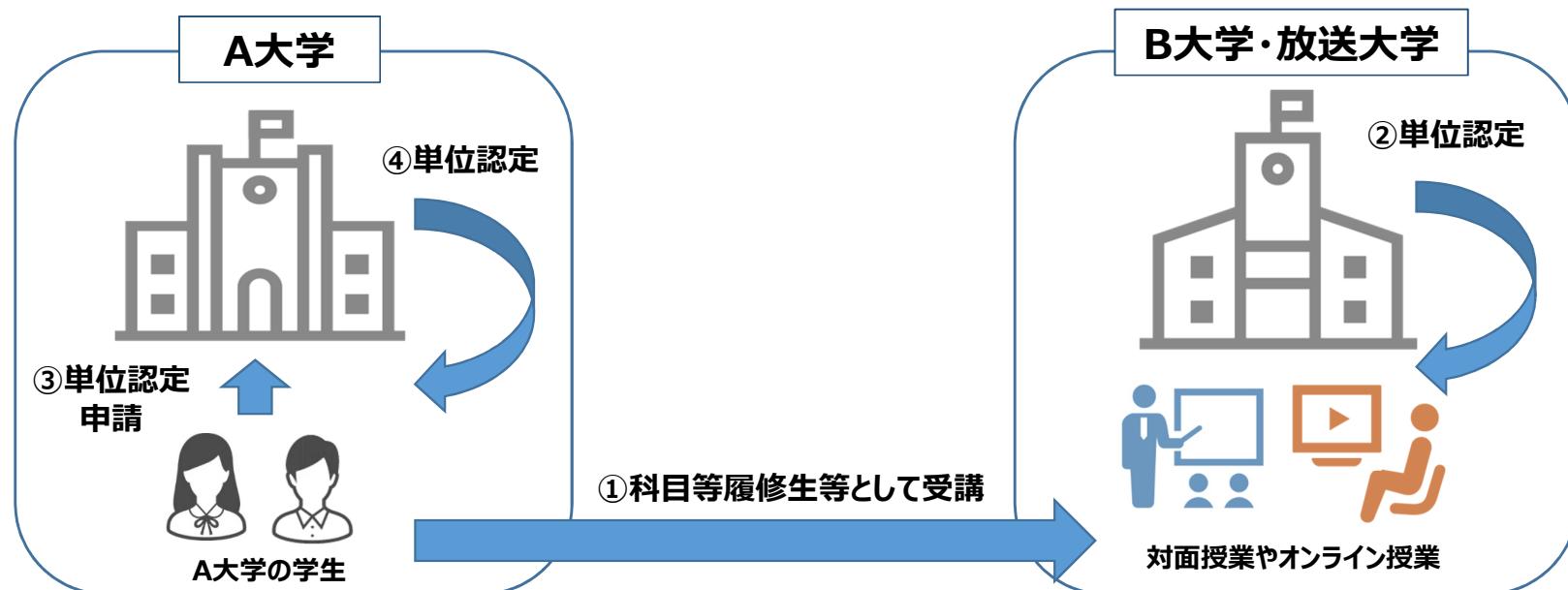
＜TIPS＞ 大学が外部機関等と連携協力して授業を実施する場合であっても、当該大学が主体性と責任を持って、当該大学の授業として適切に位置付けて行われる必要があります。（詳細は平成19年7月31日付け通知（QRコード先）を参照ください。）



教育方法（例）

4. 他大学における学修を単位認定（単位互換等）

- ✓ 単位互換が認められる学修は、協定等に基づきあらかじめ定めておくことが原則であるが、あらかじめ協定等で定めていなくとも、学生からの申請に応じて審査の上、教育上有益と認めるときは、単位認定することが可能。
- ✓ 自大学の教育課程との整合性に留意しつつ柔軟な運用を行うことにより、個々の学生の多様な学修ニーズにきめ細かに対応することが期待される。



<TIPS> このような運用を行う場合は、他大学の授業科目の履修と単位認定を希望する場合にはあらかじめ大学に相談するべきことや、大学の判断によっては単位認定がなされない場合もあることなどについて学内規則等で取扱いを明らかにしておく必要があります。（詳細は令和元年8月13日付け通知別添3(QRコード先)を参照ください。）



▼ 数理・データサイエンス・AI
リテラシーレベルの実施展開に向けた取組

1. 実施展開に向けた今後の取組

教える側の体制強化：モデルカリキュラムの策定を踏まえ、教える側の体制強化を図る

- 拠点校（北海道大学、東京大学、滋賀大学、京都大学、大阪大学、九州大学）を中心に、協力校の協力を得て、具体的なKPIのもと、拠点校のブロックごとに以下の取組を行う。
 - ・ 教員の養成（FD等の充実）
 - ・ 国公私立の大学・高等専門学校を通じた教育連携ネットワークの形成
 - ・ 情報の共有・交流の強化を目的としたワークショップの開催
 - ・ ブロック全体の教育展開の方策検討（MOOC活用、単位互換、教員派遣、民間教育事業者の活用促進 等）

教育コンテンツの作成・普及：モデルカリキュラムの策定を踏まえ、教育コンテンツの作成・普及の強化を図る

（教材）

- データ・AI活用事例集の作成・普及
 - ・ 活用事例を解説するMOOC等の動画コンテンツ整備（1事例につき5～10分程度）
 - ・ 教育に活用できるデータ・AI活用の負の事例集作成
 - ・ 関連団体、民間教育事業者などの協力を得て作成
 - ・ 様々な専門分野・業界を網羅
- 放送大学、民間教育事業者と協力して、オンライン授業講座を作成・普及

（データベース）

- 教育に活用可能な社会での実課題・実データの収集・整備
 - ・ 関連団体、民間教育事業者などの協力を得て作成
 - ・ 実課題+実データのセット
 - ・ 様々な専門分野・業界を網羅

2. モデルカリキュラム策定を受けた各分科会との連携・検討

モデルカリキュラム		教育方法	検討事項	連携先
導入	1. 社会におけるデータ・AI利活用	<ul style="list-style-type: none"> データ・AI利活用事例を紹介した動画(MOOC等)を使った反転学習 事例調査グループワーク 	<ul style="list-style-type: none"> 活用事例を解説するMOOC等の動画コンテンツ整備 (1事例につき5分～10分程度) 教育に活用できるデータ・AI活用事例集作成 関連団体、民間教育事業者などの協力を得て分科会を中心に検討・作成 	教材分科会
基礎	2. データリテラシー	<ul style="list-style-type: none"> 大学/高専の特徴に応じたテーマ設定 設定したテーマ/課題に関連する実データ(模擬データ)を用いた講義 データ活用プロセスの一部体験 	<ul style="list-style-type: none"> 教育に活用可能な社会での実データ収集 (実課題+実データのセット) ※ドメインごとにデータ収集が必要 関連団体、民間教育事業者などの協力を得て分科会を中心に検討・作成 	DB分科会
心得	3. データ・AI利活用における留意事項	<ul style="list-style-type: none"> データ・AI活用における負の事例紹介(MOOC等) データ・AIが引き起こす課題についてのグループディスカッション 	<ul style="list-style-type: none"> 教育に活用できるデータ・AI活用の負の事例集作成 ※データ駆動型社会のリスクを自分ごととして考えさせる事例を中心に収集 関連団体、民間教育事業者などの協力を得て分科会を中心に検討・作成 	教材分科会
選択	4. オプション	<ul style="list-style-type: none"> 本内容はオプション扱いとし、大学・高専の特徴に応じて学修内容を選択 学生が希望すれば本内容を受講できるようにしておくことが望ましい(大学間連携等) 	<ul style="list-style-type: none"> 同上 	—

VI 參考資料

数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアムの概要

どの大学・どの学部に進学しても、全ての学生が今後必要となる数理的思考力とデータ分析・活用能力を体系的に身に付けることが出来る環境の構築を目指す

拠点校

北海道大学
数理・データサイエンス
教育研究センター

滋賀大学
データサイエンス
教育研究センター

大阪大学
数理・データ科学
教育研究センター

東京大学
数理・情報
教育研究センター

京都大学
データ科学イノベーション
教育研究センター

九州大学
数理・データサイエンス
教育研究センター

■ 3分科会及び特別委員会を設置して活動

カリキュラム分科会

- 標準カリキュラムの作成

教材分科会

- 共通教材の作成

教育用データベース分科会

- 教育用データベースの構築と公開

■ その他の活動

- センター及びコンソーシアムの成果指標の設定
- 各センターのシンポジウム等の主催・後援
- 調査活動
- 広報活動(ホームページ, ニュースレター)

モデルカリキュラム（リテラシーレベル） の全国展開に関する特別委員会

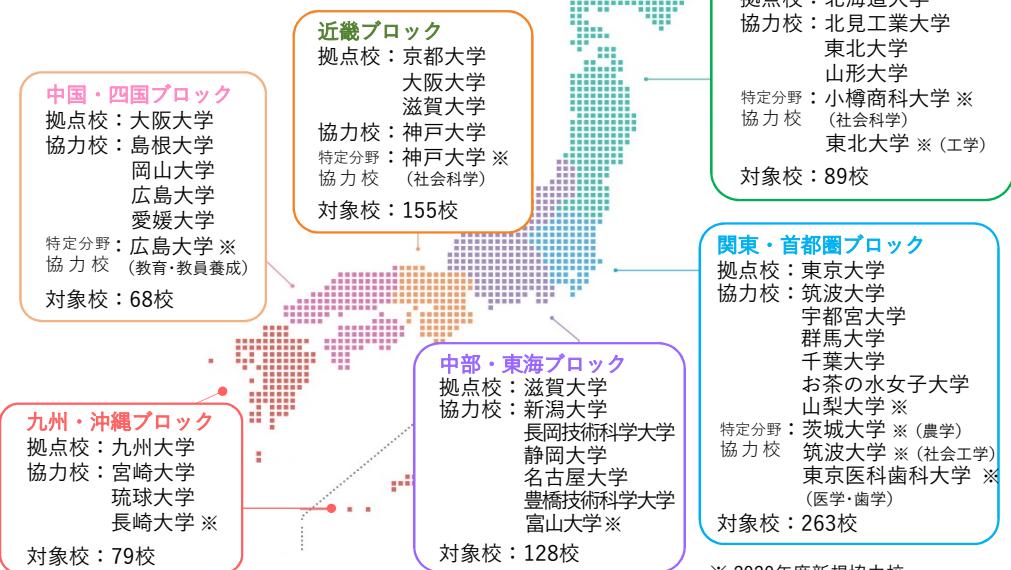
- 産業界・私大メンバーを中心に構成
- 数理・データサイエンスAI教育プログラム認定制度の検討と連携・連動
- カリキュラム分科会の検討を踏まえつつ、産業界、私大の取組状況を反映し、今後の社会で求められるリテラシーとして学修すべきモデルカリキュラムを検討

■ コンソーシアムの主な役割

- 全国的なモデルとなる標準カリキュラム・教材を協働して作成するとともに、他大学への普及方策（例えば全国的なシンポジウムの開催等）の検討・実施
- 各大学のセンターにおける教育内容・教育方法の好事例を共有し、より取組を発展させるための議論を行うなど、センターの情報交換等を行うための対話の場の設定

■ 協力校の選定と全国展開に向けたブロック化

数理・データサイエンス教育強化の全国展開加速のために2019年度より6ブロック化して分担して活動



※ 2020年度新規協力校

数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアム

(議長及び拠点校センター長)

議 長 北川 源四郎	東京大学数理・情報教育研究センター 特任教授
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長
駒木 文保	東京大学数理・情報教育研究センター長
竹村 彰通	滋賀大学データサイエンス教育研究センター長
山本 章博	京都大学国際高等教育院附属データ科学イノベーション教育研究センター長
関根 順	大阪大学数理・データ科学教育研究センター長
内田 誠一	九州大学数理・データサイエンス教育研究センター長

モデルカリキュラム（リテラシー レベル）の全国展開に関する特別委員会

(敬称略・五十音順)

主査 岡本 和夫	大学改革支援・学位授与機構 顧問
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
上林 憲行	武藏野大学 データサイエンス学部 データサイエンス学科 学部長
北川 源四郎	東京大学数理・情報教育研究センター 特任教授 数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアム 議長
孝忠 大輔	日本電気株式会社AI・アナリティクス事業部 AI人材育成センター長
竹谷 祐哉	株式会社Gunosy代表取締役兼一般社団法人新経済連盟幹事
長谷川 亘	一般社団法人日本IT団体連盟 答頭副会長
巳波 弘佳	関西学院大学 学長補佐 理工学部教授
山口 和範	立教大学 経営学部 学部長・教授
中山 竹春	横浜市立大学 学長補佐・医学部教授・データサイエンス推進センター長

カリキュラム分科会

主査 丸山 祐造	東京大学数理・情報教育研究センター、 大学院総合文化研究科教授
副主査 田村 寛	京都大学高等教育院附属データ科学イノベーション教育研究センター特定教授
行木 孝夫	北海道大学大学院理学研究院教授
姫野 哲人	滋賀大学 データサイエンス教育研究センター准教授
高野 渉	大阪大学数理・データ科学教育研究センター 特任教授
増田 弘毅	九州大学大学院数理学研究院教授

教材分科会

主査 清水 昌平	滋賀大学データサイエンス学部教授
副主査 内田 誠一	九州大学数理・データサイエンス教育研究センター長、大学院システム情報科学研究院教授
遠藤 俊徳	北海道大学大学院情報科学研究科教授
寒野 善博	東京大学数理・情報教育研究センター、 大学院情報理工学系研究科教授
中野 直人	京都大学国際高等教育院附属データ科学イノベーション教育研究センター特定講師
朝倉 暢彦	大阪大学数理・データ科学教育研究センター 特任講師

教育用データベース分科会

主査 湧田 雄基	北海道大学数理・データサイエンス教育研究センター 特任准教授
副主査 中澤 崇	大阪大学数理・データ科学教育研究センター 准教授
森 純一郎	東京大学数理・情報教育研究センター、 大学院情報理工学系研究科准教授
梅津 高朗	滋賀大学データサイエンス学部准教授
關戸 啓人	京都大学国際高等教育院附属データ科学イノベーション教育研究センター特定講師
溝口 佳寛	九州大学マス・フォア・インダストリ研究所教授

モデルカリキュラム（リテラシー レベル）審議経過

2018年5月～	数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアムカリキュラム分科会を中心に検討を開始
2019年11月2日	数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアム会合 ・モデルカリキュラム（リテラシーレベル）全国展開に関する特別委員会設置について
2019年11月26日	第1回 特別委員会 ・モデルカリキュラム方針の検討、作業分担の決定
2020年1月13日	数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアム会合 ・モデルカリキュラム検討状況報告
2020年1月17日	第2回 特別委員会 ・モデルカリキュラムの検討 ・数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアム分科会との連携方策等の検討
2020年2月4日	第3回 特別委員会 ・モデルカリキュラムの検討
2020年2月11日	数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアム会合 ・モデルカリキュラム（案）の審議
2020年2月25日 ～3月25日	意見公募
2020年3月31日 ～4月3日	第4回 特別委員会（メール審議） ・モデルカリキュラム（最終案）の検討
2020年4月14日	数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアム会合 ・モデルカリキュラムの（最終案）の審議・決定