

**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
検討状況**

2021年3月

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）案に関する意見公募

令和3年2月16日（火）～令和3年3月15日（月）【必着】

数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアム

ホーム | コンソーシアム概要 | 分科会活動 | トピックス | 成果物 | リンク

数理・データサイエンス教育が 未来社会を拓く

数理・データサイエンス教育強化を目的として国立大学に設置されたセンターが結集して、各大学内での数理・データサイエンス教育の充実のための取組成果を全国への波及させるための活動を推進し、数理・統計・情報を基盤として未来世界を開拓できる人材の育成を目指します。

意見募集

モデルカリキュラム
（応用基礎レベル）

意見募集

「モデルカリキュラム（応用基礎レベル）
～AI×データ活用の実践～（案）」意見募集

この度、分野を問わず、一定規模の大学・高専生（約25万人卒／年）を対象にした応用基礎レベルの教育の基本的考え方、学修目標・スキルセット、教育方法等について整理し、取りまとめました。

数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアム

ホーム | コンソーシアム概要 | 分科会活動 | トピックス | 成果物 | リンク

モデルカリキュラム（応用基礎レベル）案に関する意見募集

「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
～AI×データ活用の実践～（案）」に関する意見募集の実施について

令和3年2月16日
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・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアムでは、「大学の数理・データサイエンス教育強化方策について」（平成28年12月21日 数理及びデータサイエンス教育の強化に関する懇談会）及びA1戦略2019（令和元年6月11日 統合イノベーション戦略推進会議）等の提言を踏まえ、データサイエンス教育の全国の大学への普及・展開に向けた活動を実施してまいりました。

この度、分野を問わず、一定規模の大学・高専生（約25万人卒／年）を対象にした応用基礎レベルの教育の基本的考え方、学修目標・スキルセット、教育方法等について整理し、「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～AI×データ活用の実践～（案）」を取りまとめましたので、下記のとおり意見募集を実施します。

記

1. 案の内容

[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～AI×データ活用の実践～（案）](#)

2. 募集期限

令和3年2月16日（火）～令和3年3月15日（月）【必着】

<http://www.mi.u-tokyo.ac.jp/consortium/index.html>

http://www.mi.u-tokyo.ac.jp/consortium/mc_ouyoukiso.html

数理・データサイエンス・AI 応用基礎レベルの教育の基本的考え方

世界ではデジタ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。2020年4月に公表した「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～」では、数理・データサイエンス・AIを「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言うべきもの」とし、活用することの「楽しさ」や「学ぶことの意義」を重点的に教えることなどを基本的考え方として示した。

本モデルカリキュラム（応用基礎レベル）では、応用基礎レベルの教育を**リテラシーレベルの教育と専門教育とを繋ぐ「ブリッジ教育」**として位置づけている。今後のデジタル社会において、基礎的な数理的素養、領域を超えて繋ぎデザインする力は、専門分野を問わず修得することが期待される。特にAIがどのような未来を引き起こすのかを理解した上で、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・活用し（AI×専門分野）、現実の課題解決、価値創造を担う人材を幅広く育成することが必要である。

これを基本として、「数理・データサイエンス・AI教育（応用基礎レベル）の学修目標」、「数理・データサイエンス・AI教育（応用基礎レベル）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（応用基礎レベル）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）の教育を補完的・発展的に学び、**データから意味を抽出し、現場にフィードバックする能力、AIを活用し課題解決につなげる基礎能力**を修得すること。そして、**自らの専門分野に数理・データサイエンス・AIを応用するための大局的な視点**を獲得すること。

【参考：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 応用基礎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（応用基礎レベル）のカリキュラム実施にあたっての基本的考え方>

- ① 基礎的な数理的素養を含め**リテラシーレベルの「選択（オプション）」をカバーする内容**としたうえで、データサイエンス、データエンジニアリング、AIに関する知識・スキルを適切に補強することにより、**自らの専門分野において数理・データサイエンス・AIを応用するための大局的な視点**を身に付ける。
- ② 実データ、実課題を用いた演習など、**社会での実例**を題材とした教育を行うことで、現実の課題へのアプローチ方法および数理・データサイエンス・AIの適切な活用法を学ぶことを組み入れる。
- ③ 主に**学部3、4年を想定**しつつ、個々の大学の実情、専門分野や進路等の多様性、意欲・能力のある学生の学修機会の確保を考慮し、柔軟にカリキュラムを設計する。
- ④ 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**。
- ⑤ 各専門分野の特性に応じた**演習やPBL等**を効果的に組み入れることにより、実践的スキルの習得を目指すことを推奨する。

なお、各大学・高専においては、本モデルカリキュラムに倣い追加的に独立した数理・データサイエンス・AI教育を用意するということではなく、各大学・高専が主体的にカリキュラムを検証し、専門科目との融合等を図ることが求められる。加えて、オンライン授業のメリットを活かすなど、ウィズコロナ・アフターコロナにおける教育内容・方法の工夫や新たな可能性を模索することが期待される。

また、本モデルカリキュラムは、高等学校学習指導要領の改訂やリテラシーレベルの教育の進展、社会環境や求められる人材像の変化などを踏まえ、概ね**4年後を目途に見直し**を行う。

数理・データサイエンス・AI(応用基礎レベル)の位置づけ

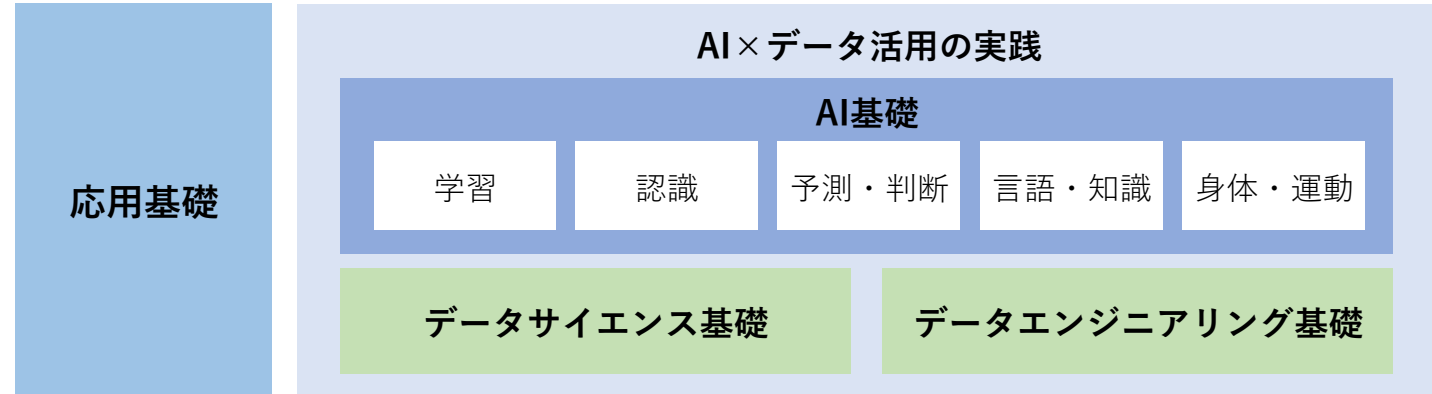
エキスパート

2,000人/年
(トップクラス100人/年)

エキスパート

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

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



数理・データサイエンス・AIを活用するための基礎的な知識・スキル

リテラシー
(選択項目)

統計および
数理基礎

アルゴリズム
基礎

データ構造と
プログラミング基礎

...

初級レベルの数理・データサイエンス・AIを習得

リテラシー
(コア学修項目)

導入：社会における
データ・AI活用

基礎：データ
リテラシー

心得：データ・AI利活用
における留意事項

リテラシーレベル
モデルカリキュラム

応用基礎

25万人/年
(高校の一部、
高専・大学の50%)

リテラシー

50万人/年
(大学・高専卒業生全員)

数理・データサイエンス・AI 応用基礎レベルの学修内容と教育方法

応用基礎レベルの学修内容

- ▶ 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
- ▶ AIの基本的な概念と手法、応用例を学ぶことで、**AI技術を活用し課題解決につなげるとは何かを理解する**

応用基礎レベルの推奨される教育方法

- ▶ データサイエンス、データエンジニアリング、AIを学ぶ過程において、**演習や課題解決型学習（PBL：Project Based Learning）**等を効果的に組み入れることにより、**実践的スキルの習得**を目指す

学修内容

AI基礎

学習

認識

予測・判断

言語・知識

身体・運動

データサイエンス
基礎

データエンジニアリング
基礎

×

推奨される教育方法

AI・データサイエンス実践 (演習や課題解決型学習)

- ▶ 各大学・高専の教育目的、分野の特性に応じた**適切なテーマ設定**
- ▶ **社会での実例**（実課題および実データ）を題材とした演習
- ▶ 学生自身が実際に手を動かして**AIを体験**

応用基礎レベル 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「データサイエンス基礎」「データエンジニアリング基礎」「AI基礎」に分類し、学修項目を体系的に示した。
- ▶ ☆はコア学修項目として位置付ける。それ以外の項目は各大学・高専の教育目的、分野の特性に応じて、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。
また応用基礎レベルを超える内容ではあるが、より高度な内容を学修する場合に備え、参考として「オプション（高度な内容）」を記載した。

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 ～ AI×データ活用の実践 ～

3. AI基礎

3-1. AIの歴史と応用分野（☆）

3-2. AIと社会（☆）

3-3. 機械学習の基礎と展望（☆）

3-4. 深層学習の基礎と展望（☆）

3-5. 認識

3-6. 予測・判断

3-7. 言語・知識

3-8. 身体・運動

3-9. AIの構築と運用（☆）

1. データサイエンス基礎

1-1. データ駆動型社会とデータサイエンス（☆）

1-2. 分析設計（☆）

1-3. データ観察

1-4. データ分析

1-5. データ可視化

1-6. 数学基礎

1-7. アルゴリズム

2. データエンジニアリング基礎

2-1. ビッグデータとデータエンジニアリング（☆）

2-2. データ表現（☆）

2-3. データ収集

2-4. データベース

2-5. データ加工

2-6. ITセキュリティ

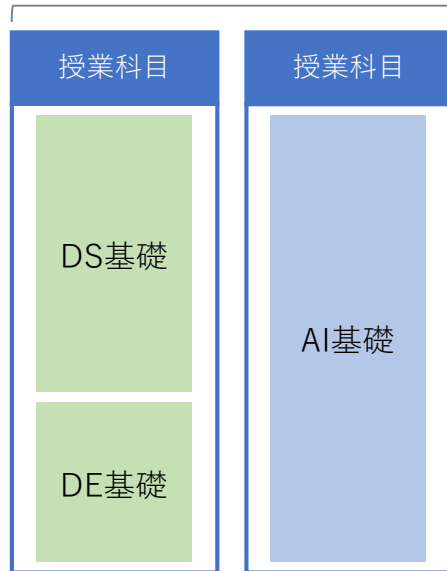
2-7. プログラミング基礎

応用基礎レベル 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**
- データサイエンス基礎、データエンジニアリング基礎等の**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
- 学生が**自らの専門分野**へ数理・データサイエンス・AIを応用することを見据え、学修項目を適切に選択・抽出することを期待
- 既存のカリキュラムで必要な知識・スキルを十分に習得できている学修項目については、**既存のカリキュラムで読み替え可能**
- 応用基礎レベルの学修量は概ね**4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

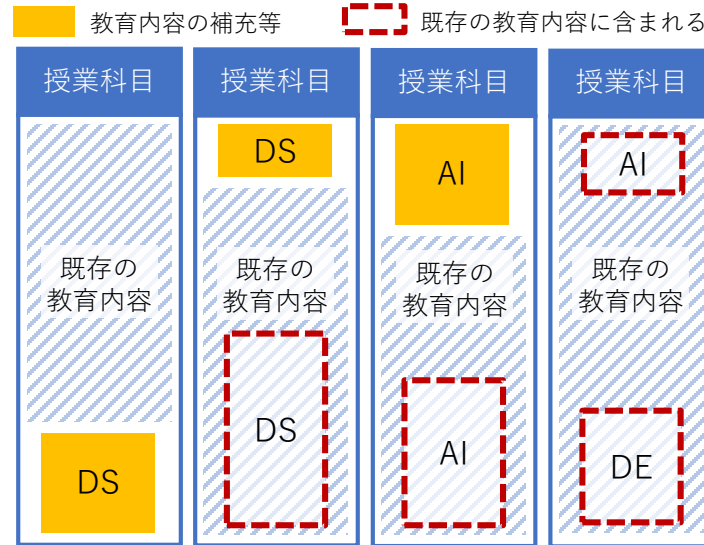
ケース1. 2~3の独立した授業科目で応用基礎レベルの教育を学生が履修

2科目で構成する例



ケース2. 複数の（既存の）授業科目で応用基礎レベルの教育を学生が履修

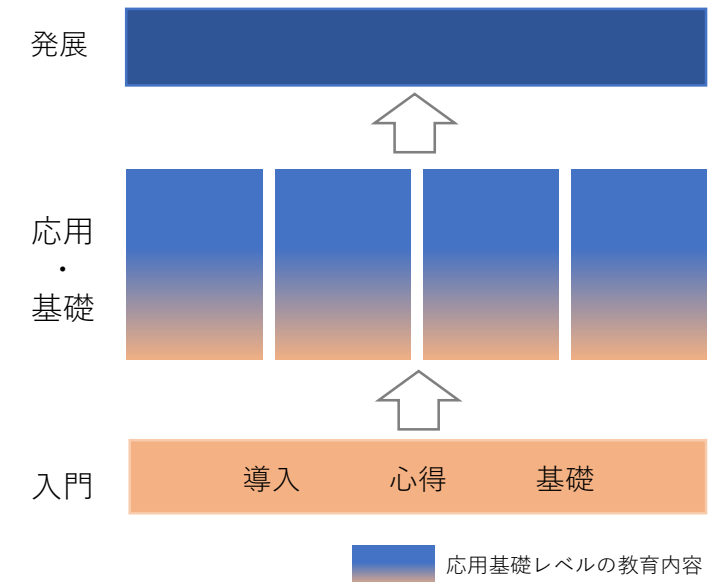
4科目（既存）を活用した例



*数理・データサイエンス・AI（応用基礎レベル）の履修をディプロマポリシー、カリキュラムポリシーで明確に位置付けていくことが望ましい

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応用基礎レベルの教育を学生が履修

○○○○プログラム



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

数理・データサイエンス・AI 応用基礎レベルの教育方法

➤ 数理・データサイエンス・AI（応用基礎レベル）の実施において、推奨される具体的な教育方法を以下のとおりまとめた。

- データサイエンス基礎、データエンジニアリング基礎、AI基礎を学ぶ過程において、**演習や課題解決型学習**（PBL：Project Based Learning）等を効果的に組み入れることにより、実践的スキルの習得を目指すことを推奨する
- 各大学・高専の教育目的、分野の特性に応じた適切なテーマを設定し、**社会での実例（実課題および実データ）**を題材とした講義を行うことが望ましい
- AIクラウドサービス等を利用し、学生自身が実際に手を動かして**AI技術を体験**できることが望ましい
- 課題解決学習（PBL）では、異なるスキルセットを持つ複数の学生でチームを組むことで、専門領域の異なるメンバとの**コミュニケーションやチームワーク**について学べることが望ましい
- 個々の学生の学習歴や習熟度合いに応じて、数学基礎やプログラミング基礎を学ぶ補講等を準備することが望ましい

課題解決型学習（PBL）の実施項目例 <データ・AI活用 企画・実施・評価>

企画

- ・ 問題および背景の理解、課題定義
- ・ 課題解決方法の検討、仮説立案
- ・ 分析設計、AI技術選定
- ・ データ・AI活用の目標/ゴール設定
- ・ データ・AIを扱う上での留意事項の確認（個人情報保護、プライバシー保護など）
- ・ データ・AI活用の実施計画作成

実施

- ・ データ収集およびデータ加工
- ・ データ分析の実施（仮説検証、知識発見、原因究明、計画策定、判断支援、活動代替など）
- ・ AI技術の適用（学習、認識、予測・判断、知識・言語、身体・運動など）
- ・ 簡易的な試作品（プロトタイプ）の開発

評価

- ・ データ・AI活用結果の共有
- ・ データ・AI活用結果の評価、改善事項の確認

応用基礎レベル モデルカリキュラムの授業科目設計

応用基礎レベルの授業科目を設計する際は、それぞれの専門分野へ数理・データサイエンス・AIを応用することを見据え、「コア学修項目（☆）」に加え「コア以外の学修項目」の中から必要となる学修項目を適切に選択することを想定。

数理・データサイエンス・AI（応用基礎レベル）授業科目

応用基礎レベル モデルカリキュラム 「コア学修項目（☆）」

DS	1. データサイエンス基礎	
	1-1. データ駆動型社会とデータサイエンス（☆）	
	1-2. 分析設計（☆）	
	コア以外の学修項目から適切に選択	
DE	2. データエンジニアリング基礎	
	2-1. ビッグデータとデータエンジニアリング（☆）	
	2-2. データ表現（☆）	
	コア以外の学修項目から適切に選択	
AI	3. AI基礎	
	3-1. AIの歴史と応用分野（☆）	3-2. AIと社会（☆）
	3-3. 機械学習の基礎と展望（☆）	3-4. 深層学習の基礎と展望（☆）
	コア以外の学修項目から適切に選択	
	3-9. AIの構築と運用（☆）	

選択

選択

選択

応用基礎レベル モデルカリキュラム 「コア以外の学修項目」

1. データサイエンス基礎	
1-3. データ観察	1-4. データ分析
1-5. データ可視化	1-6. 数学基礎
1-7. アルゴリズム	
2. データエンジニアリング基礎	
2-3. データ収集	2-4. データベース
2-5. データ加工	2-6. ITセキュリティ
2-7. プログラミング基礎	
3. AI基礎	
3-5. 認識	
3-6. 予測・判断	
3-7. 言語・知識	
3-8. 身体・運動	

学部系統ごとの応用基礎レベル授業科目設計イメージ (1/2)

情報系 (情報系学部など)

DS	1. データサイエンス基礎	
	1-1. データ駆動型社会とデータサイエンス (☆)	
①	1-2. 分析設計 (☆)	1-3. データ観察
	1-4. データ分析	1-5. データ可視化
DE	2. データエンジニアリング基礎	
	2-1. ビッグデータとデータエンジニアリング (☆)	
②	2-3. データ収集	2-5. データ加工
	④	
AI	3. AI基礎	
	3-1. AIの歴史と応用分野 (☆)	3-2. AIと社会 (☆)
③	3-3. 機械学習の基礎と展望 (☆)	3-4. 深層学習の基礎と展望 (☆)
	3-5. 認識	3-6. 予測・判断
	3-7. 言語・知識	3-8. 身体・運動
	3-9. AIの構築と運用 (☆)	

- ① 実社会におけるデータ (特にビッグデータ) の**分析方法**について学ぶ
- ② 実社会におけるデータ (特にビッグデータ) の**収集/加工方法**について学ぶ
- ③ 実社会で活用が進む**複数のAI技術**について学ぶ
- ④ DS基礎、DE基礎、AI基礎の履修後に、具体的な課題に取り組むPBL等を実施し、データサイエンス・AIを活用した**課題解決プロセス**を体験する

◆既存のカリキュラムに必要な知識・スキルを十分に習得できている場合は、既存のカリキュラムで読み替え可能 (データ表現やデータベース、ITセキュリティなどの学修内容は既存の授業科目で履修していることを想定)

理工系 (理学部、工学部など)

DS	1. データサイエンス基礎	
	1-1. データ駆動型社会とデータサイエンス (☆)	
①	1-2. 分析設計 (☆)	1-3. データ観察
	1-4. データ分析	1-5. データ可視化
DE	2. データエンジニアリング基礎	
	2-1. ビッグデータとデータエンジニアリング (☆)	
②	2-2. データ表現 (☆)	2-3. データ収集
	2-4. データベース	2-5. データ加工
	2-6. ITセキュリティ	2-7. プログラミング基礎
AI	3. AI基礎	
	3-1. AIの歴史と応用分野 (☆)	3-2. AIと社会 (☆)
③	3-3. 機械学習の基礎と展望 (☆)	3-4. 深層学習の基礎と展望 (☆)
	3-5. 認識、3-6. 予測・判断、3-7. 言語・知識、3-8. 身体・運動	
	3-9. AIの構築と運用 (☆)	

- ① 実社会におけるデータの**分析方法**について学ぶ
- ② 実社会におけるデータの**収集/加工方法**について学ぶ
- ③ **自らの専門領域で必要となるAI技術**を選択し学ぶ
- ④ DS基礎、DE基礎、AI基礎の履修後に、具体的な課題に取り組むPBL等を実施し、データサイエンス・AIを活用した**課題解決プロセス**を体験する

◆既存のカリキュラムに必要な知識・スキルを十分に習得できている場合は、既存のカリキュラムで読み替え可能 (数学基礎やアルゴリズムなどの学修内容は既存の授業科目で履修していることを想定)

学部系統ごとの応用基礎レベル授業科目設計イメージ (2/2)

人文学系 (文学部など)

DS + DE

1. データサイエンス基礎 + 2. データエンジニアリング基礎

- 1-1. データ駆動型社会とデータサイエンス (☆)
- 2-1. ビッグデータとデータエンジニアリング (☆)
- 1-2. 分析設計 (☆)
- 2-2. データ表現 (☆)
- 2-3. データ収集
- 1-3. データ観察
- 2-5. データ加工
- 1-4. データ分析
- 1-5. データ可視化

①

AI

3. AI基礎

- 3-1. AIの歴史と応用分野 (☆)
- 3-2. AIと社会 (☆)
- 3-3. 機械学習の基礎と展望 (☆)
- 3-4. 深層学習の基礎と展望 (☆)
- 3-5. 認識、3-6. 予測・判断、3-7. 言語・知識、3-8. 身体・運動
- 3-9. AIの構築と運用 (☆)

②

③

④

- ① 実社会におけるデータを対象とした演習等を効果的に組み入れ、**一連のデータ活用プロセス**を体験する
- ② AIの活用領域の広がりや**AIの社会的受容性**について学ぶ
- ③ 言語・知識など**自らの専門領域で必要となるAI技術**を選択し体験する
- ④ DS基礎+DE基礎、AI基礎の履修後に、具体的な課題に取り組むPBL等を実施し、データサイエンス・AIを活用した**課題解決プロセス**を体験する

◆既存のカリキュラムで必要な知識・スキルを十分に習得できている場合は、既存のカリキュラムで読み替え可能 (個々の学生の学習歴や習熟度合いに応じて、数学基礎やアルゴリズムなどを学ぶ補講等を準備)

社会科学系 (経済学部、経営学部など)

DS + DE

1. データサイエンス基礎 + 2. データエンジニアリング基礎

- 1-1. データ駆動型社会とデータサイエンス (☆)
- 2-1. ビッグデータとデータエンジニアリング (☆)
- 1-2. 分析設計 (☆)
- 2-2. データ表現 (☆)
- 2-3. データ収集
- 1-3. データ観察
- 2-5. データ加工
- 1-4. データ分析
- 1-5. データ可視化

①

AI

3. AI基礎

- 3-1. AIの歴史と応用分野 (☆)
- 3-2. AIと社会 (☆)
- 3-3. 機械学習の基礎と展望 (☆)
- 3-4. 深層学習の基礎と展望 (☆)
- 3-5. 認識、3-6. 予測・判断、3-7. 言語・知識、3-8. 身体・運動
- 3-9. AIの構築と運用 (☆)

②

③

④

- ① 実社会におけるデータを対象とした演習等を効果的に組み入れ、**一連のデータ活用プロセス**を体験する
- ② **AIの社会実装**と**AIの社会的受容性**について学ぶ
- ③ 予測・判断など**自らの専門領域で必要となるAI技術**を選択し体験する
- ④ DS基礎+DE基礎、AI基礎の履修後に、具体的な課題に取り組むPBL等を実施し、データサイエンス・AIを活用した**課題解決プロセス**を体験する

◆既存のカリキュラムで必要な知識・スキルを十分に習得できている場合は、既存のカリキュラムで読み替え可能 (個々の学生の学習歴や習熟度合いに応じて、数学基礎やアルゴリズムなどを学ぶ補講等を準備)