

3. データサイエンス・AI全学教育プログラム

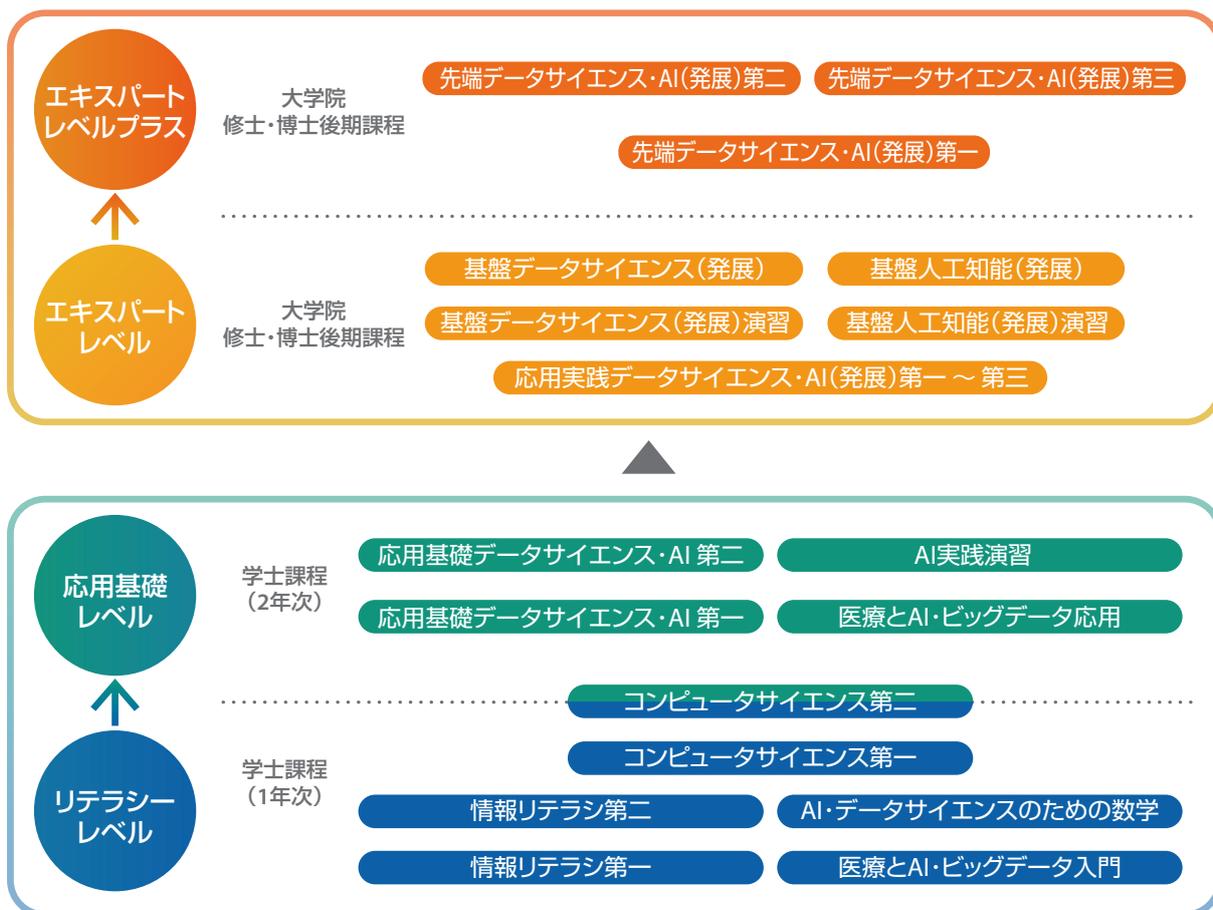
3.1. データサイエンス・AI全学教育プログラムの考え方と取組

データサイエンス・AI全学教育プログラム(以下、DS・AI全学教育プログラム)は、今日のデジタル情報化社会において大きな役割を担うDS・AIの技術を学び、それらを駆使し、さらには専門分野の垣根を越えて交流し、多様な社会的課題を解決できる人材を育成することを目的としたプログラムです。

本学は数理・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、医学・歯学・薬学分野における自然科学系の特定分野校として、教育カリキュラム設計や教材開発などを通して、他大学のDS・AI教育水準の向上に取り組んでいます。



DS・AI全学教育プログラム構成



3.2. リテラシーレベル: 学士課程1年次相当

数理・データサイエンス・AIの基礎的素養を修得し、利活用できる能力を身につけることを目標とします。データ・AI利活用や情報・コンピュータに関するリテラシーを学び、データの特徴を見極める力を涵養し、Pythonによるデータ処理などを扱います。理工学系教育では、実例演習重視の授業や、自動採点システムによるプログラミング自習環境の提供、TA(ティーチング・アシスタント)のサポートにより、情報系だけに留まらない全学教育を実現しています。医歯学系教育では、最先端の医療系データサイエンスを学び、多様な医療系データセットを活用したプログラミング演習を通じて、医療AIを体系的に修得します。本プログラムは文部科学省数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度(リテラシーレベル)に認定され、さらに特に優れたプログラムとして、リテラシーレベルプラスに選定されています。

● 修了要件(理工学系)

理工学系教養科目(情報)の4科目

「情報リテラシ第一」

「情報リテラシ第二」

「コンピュータサイエンス第一」

「コンピュータサイエンス第二」

を履修・単位取得

● 修了要件(医歯学系)

「医療とAI・ビッグデータ入門」

「AI・データサイエンスのための数学」

を履修・単位取得



「情報リテラシ第一」授業風景

3.3. 応用基礎レベル: 学士課程2年次相当

リテラシーレベルの素養を基に、エキスパートレベルにつながる能力を身につけることを目標とします。統計処理・機械学習などの手法を学び、プログラミングを通して実践します。ChatGPTなどの生成AIで利用される自然言語処理についても概要を学びます。理工学系教育では、数学的基礎を重視した授業が行われています。また、データ分析における問題点について、オープンデータをPBL(問題解決型学習)形式で分析して理解を深めます。医歯学系教育では、深層学習プログラミング演習を通じて、リテラシーレベルの「体験」から「学び」へと発展させます。また、グループ演習や医療応用例により実践的な理解を深めます。本プログラムは文部科学省数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度(応用基礎レベル)に認定されています。

● 修了要件(理工学系)

「コンピュータサイエンス第二」

「応用基礎データサイエンス・AI 第一」

「応用基礎データサイエンス・AI第二」

を履修・単位取得

● 修了要件(医歯学系)

「医療とAI・ビッグデータ応用」

「AI・実践演習」

の2科目のうち、「医療とAI・ビッグデータ応用」を履修・単位取得



「コンピュータサイエンス第二」グループワーク風景



3.4. エキスパートレベル:大学院相当

理工学系では、2019年度より「データサイエンス・AI大学院全学教育」を全国に先駆けて開始しました。これをさらに発展させ、DS・AI技術で社会的問題を解決する力、DS・AI技術を他分野とつなげる力、DS・AI技術を教える能力を身につけ、「共創型エキスパート」人材となることを目標とします。数理やアルゴリズムに関する深い知識や実践スキルを修得する機会を広く修士課程・博士後期課程学生に提供しています。リテラシーレベルや応用基礎レベルよりもさらに深くDS・AI技術の理論的・数学的背景を学ぶ基盤系科目、DS・AI技術を活用する演習科目、企業での活用事例などを学ぶ応用実践系科目など、多くの科目が設定されています。2025年度からは、企業においてより実践的な学びの場を提供する授業科目「DS・AIインターンシップA～C」(2024年度第4クォーター開講)を、エキスパートレベルの修了要件に追加する予定です。

● 修了要件【修士課程学生】

科目群 (A) から2単位、科目群 (B) から2単位を取得

科目群 (A)

基盤系科目: 「基盤データサイエンス」

「基盤人工知能」

科目群 (B)

基盤系科目: 「基盤データサイエンス演習」

「基盤人工知能演習」

応用実践系科目: 「応用実践データサイエンス・

AI第一～第三」

● 修了要件【博士後期課程学生】

科目群 (A') から2単位、科目群 (B') から2単位を取得

ただし、修士で修得した科目群(A)や科目群(B)の単位も組み込み可能

科目群 (A')

基盤系科目: 「基盤データサイエンス発展」

「基盤人工知能発展」

科目群 (B')

基盤系科目: 「基盤データサイエンス発展演習」

「基盤人工知能発展演習」

応用実践系科目: 「応用実践データサイエンス・

AI発展第一～第三」



「応用実践データサイエンス・AI」の授業風景(大岡山キャンパス)



「応用実践データサイエンス・AI」の授業風景(すずかけ台キャンパス)



「基盤データサイエンス演習」の授業風景



3.5. エキスパートレベルプラス:大学院相当(2024年度開始)

トップレベルの研究者・技術者として社会で活躍する上で、問題解決のために有用なDS・AI技術を幅広く修得すると共に、AI倫理、情報法制度、及び責任あるAIを実現するための技術を修得することを目的とします。「基盤データサイエンス」や「基盤人工知能」で扱えなかったDS・AIの先端的な手法およびAIの社会的な課題を学修する機会を大学院生に提供しています。

● 修了要件【修士課程学生】

- 「先端データサイエンス・AI第一」
- 「先端データサイエンス・AI第二」
- 「先端データサイエンス・AI第三」
- 計3科目を履修・単位取得

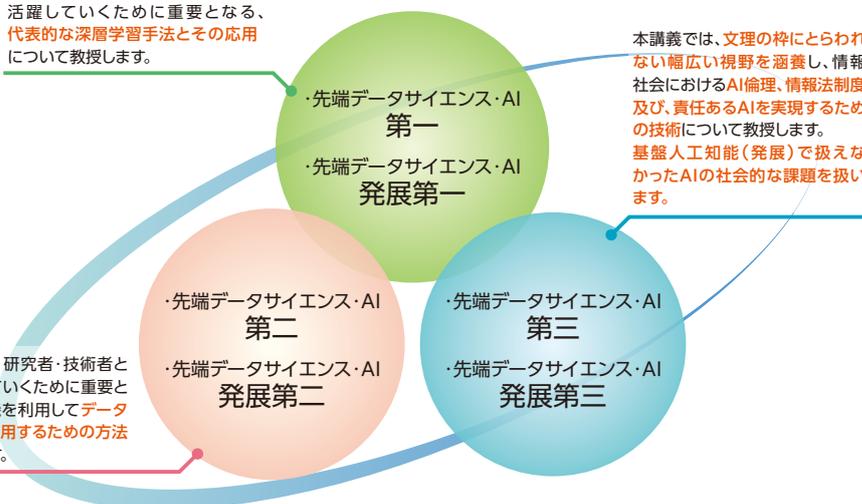
● 修了要件【博士後期課程学生】

- 「先端データサイエンス・AI発展第一」
- 「先端データサイエンス・AI発展第二」
- 「先端データサイエンス・AI発展第三」
- 計3科目を履修・単位取得

本講義では、研究者・技術者として活躍していくために重要となる、**代表的な深層学習手法とその応用**について教授します。

本講義では、**文理の枠にとらわれない幅広い視野を涵養し、情報社会におけるAI倫理、情報法制度、及び、責任あるAIを実現するための技術**について教授します。**基盤人工知能(発展)で扱えなかったAIの社会的な課題を扱います。**

本講義では、研究者・技術者として活躍していくために重要となる、**計算機を利用してデータを解析・利活用するための方法**を教授します。



3.6. 修了者認定とオープンバッジ付与

「東京科学大学データサイエンス・AI全学教育機構におけるオープンバッジの利用に関する内規」に基づき、DS・AI全学教育プログラムの修了認定者に修了証としてオープンバッジを発行しています。2024年度は、リテラシーレベル修了認定者1097名、応用基礎レベル修了認定者180名、エキスパートレベル修了認定者134名、エキスパートレベルプラス修了認定者19名に対してオープンバッジを発行しています。

オープンバッジは、ブロックチェーン技術を活用したデジタル証明書で、受講者のモチベーションを喚起し、インセンティブを高め、本学の履修証明の国際通用性の向上およびデジタル化の促進に寄与する目的で、本機構が本学では初めて導入しました。



オープンバッジ

3.7. 自己点検・評価

本学では、教育の質向上を目的として、授業終了時に各授業科目の学修成果を把握する取組を行っています。理工学系では、1年間を4つの期に分けたクォーター制を導入しており、各クォーター終了時に全授業科目を対象とした「授業学修アンケート」を実施しています。授業の難易度、理解度、関心度、到達度、講義内容、授業の進め方などについて調査を行い、結果は担当教員にフィードバックされ、教育改善に活用されています。医歯学系の学部では、前期・後期制のもと、全学科・専攻共通の科目別授業評価アンケートを通じて、科目の到達目標に対する達成度(自己評価)や満足度、学修の自己評価などを把握しています。得られた結果は、理工学系では理工学系教養科目(情報)実施委員会と、医歯学系では統計・データサイエンスWGと連携して可視化・分析し、教育プログラムの評価・改善に活用しています。さらに、理工学系・医歯学系ともに、よりきめ細かな対応として、各授業回での課題レポート提出と併せて授業の感想を提出してもらい、学生の理解度を確認しながら授業を進めています。また、理工学系では、2022年度からは本機構独自のアンケートを各講義の最終回に実施し、所属学院、授業の満足度、講義の履修前後における個人のDS・AI能力自己評価を調査し、教育プログラムの質向上に取り組んでいます。



3.8. 教育プログラム構成科目の紹介

3.8.1. 学士課程1年次向け「医療とAI・ビッグデータ入門」

リテラシーレベルの構成科目(医歯学系)である「医療とAI・ビッグデータ入門」は、学生にデータサイエンスの魅力を伝え、学びの動機付けを行うことを目的とした科目です。当初は医学科、歯学科、検査技術学専攻の1年生を対象としていましたが、現在では全学科(検査技術学専攻のみ選択科目)の1年生が必修としています。

授業は前半の講義と後半のPythonによるプログラミング演習の2部構成です。前半では、本学のM&Dデータ科学センターの講師陣を中心とした講義を行い、最先端の研究事例やデータサイエンスの社会実装例に触れることで、医療分野におけるデータサイエンスの応用や将来の可能性を学ぶ機会を提供します。

後半のプログラミング演習では、Pythonの基本操作から始まり、機械学習や深層学習の基礎を学ぶ3部構成で進行します。プログラミング初心者の学生が多いため、コードを事前に用意し、自分のPC上で実際にデータが変化し、機械学習が動作する様子を体験してもらう形を採用しています。深層学習を用いて肺のX線画像を分類することを最終目標に設定し、データサイエンスの魅力を直感的に感じられるよう授業を構成しました。受講生からは、「初めてのプログラミングでも理解しやすかった」「医療データを通してデータサイエンスの可能性を感じた」といった声が寄せられました。復習用の講義資料や演習動画も提供し、教育効果の向上に努めました。

演習5 患者の歯に関する病院の架空データの説明

	A	B	C	D
	tooth name	tooth record	gender	anonymized id
1	A1	残存歯	男	pt_1
2	A2	残存歯	男	pt_1
3	A3	残存歯	男	pt_1
4	A4	残存歯	男	pt_1
5	A5	残存歯	男	pt_1
6	A6	残存歯	男	pt_1
7	A7	残存歯	男	pt_1
8	A8	残存歯	男	pt_1
9	B1	残存歯	男	pt_1
10	B2	喪失歯	男	pt_1
11	B3	残存歯	男	pt_1
12	B4	残存歯	男	pt_1
13	B5	残存歯	男	pt_1

歯の状態

残存歯：口腔内に存在している歯
喪失歯：抜歯などによって欠損している歯

3.8.2. 学士課程2年次向け「医療とAI・ビッグデータ応用」

「医療とAI・ビッグデータ応用」は、「医療とAI・ビッグデータ入門」で培ったリテラシーレベルの知識を基盤とし、応用基礎レベルでの理解力と実践力の向上を目指す科目です。本科目では、授業の約9割がプログラミング演習で構成されており、学生が深層学習や教師なし機械学習の基礎を修得することを目標としています。

演習では、グループワークを取り入れ、受講生間でランダムにグループを編成、深層学習モデルを構築してグループごとに精度を競う課題を設定しました。また、2023年度以降は生成AIであるChatGPTの普及を受け、自然言語処理に関連した演習を新たに導入しました。この中では、ChatGPTの仕組みや使用方法を解説し、生成AIを活用したテキスト分類タスクを行いました。具体的には、ChatGPTに擬似データを生成させ、がんを疑う所見のテキスト分類演習に活用するなど、実践的な学びを提供しました。

さらに、生成AIの「ハルシネーション」などのリスクについても説明し、学生が生成AIを正しく活用できるよう配慮しています。こうした取組により、生成AIの可能性と注意点を理解し、データサイエンス分野における実践的なスキルを身につける機会を提供しました。受講生からは、「グループでのモデル作成が実践的で楽しかった」「生成AIを使った演習で理解が深まった」といった好意的なフィードバックが寄せられ、満足度の向上につながりました。

「医療とAI・ビッグデータ応用」の概要(令和6年度)

- ・ Google Colaboratoryを使用
- ・ 深層学習がメイン
- ・ 画像分類(MLP、CNN)、自然言語処理(NLP)、教師なし機械学習

MLP(多層パーセプトロン)
CNN(畳み込みニューラルネットワーク)
: MLPは入門の復習
CNNはPBLも実施してグループで
最も良い精度の結果を提出

教師なし機械学習は自然科学系の研究で
頻出の次元削減などを実施

応用もより医療データへ移行
することが今後の課題

NLPはChatGPTを取り入れた演習
架空データもChatGPTで生成したものを使用

3.8.3. 学士課程2年次向け「応用基礎データサイエンス・AI第二」

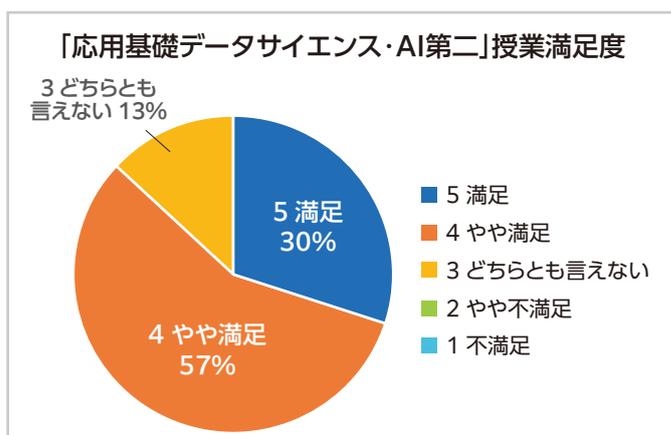
2024年度第2クォーターの「応用基礎データサイエンス・AI第二」では、前年比約6割増の206名が単位を取得し、前年に引き続き単一科目としては比較的大規模な授業となりました。本講義では、データサイエンスおよびAI技術の基礎から応用までを体系的に学べるよう設計し、特に近年急速に発展している生成AIをより詳細に解説しました。講義の後半では、トランスフォーマーや注意機構といった生成AIの中核をなす技術について詳説し、単なる理論理解にとどまらず、Pythonを用いた実装演習を通じて実践的な学びを深めました。また生成AIがもたらす社会的課題にも着目し、偽情報の生成、著作権問題、倫理的側面などについても取り上げ、技術の発展が社会に与える影響を多角的に考察しました。学生アンケートやレポート課題からも、これらのテーマに対する関心の高さがうかがえました。さらに学修支援の強化を図るため、講義後にTAへ相談できる環境を整備し、履修生が随時質問できる体制にしました。加えて自動採点システムを活用し、学生の到達度評価や理解度向上を支援しました。復習支援として講義動画を提供し、講義内容の定着を促進するとともに、時間や場所を問わず学修できる環境のもと、講義を実施しました。

トランスフォーマー

- 注意機構を持つエンコーダ・デコーダ型DNN
 - Transformer* (2017)
 - 主な特徴
 - 自己注意機構 (self-attention)
 - QKV注意機構 (query-key-value attention)
 - マルチヘッド注意機構 (multi-head attention)
 - RNNを含まないフィードフォワード構成
 - 時系列以外にも適用可
 - 自己注意機構 (self-attention)
 - 変換元 (ソース) と変換先 (ターゲット) が同じ系列
 - ソース: $x_1 \dots x_n, x_i \in \mathbb{R}^d, X = [x_1 \dots x_n] \in \mathbb{R}^{d \times n}$
 - ターゲット: $\tilde{x}_1 \dots \tilde{x}_n, \tilde{x}_i \in \mathbb{R}^d$
 - $\alpha_j = \sum_i \alpha_{ij} x_j = X \alpha_i$
 - $\alpha_i = \text{softmax}(X^T x_i)$

→ 自身のベクトルとの内積が含まれ、他のベクトルとの内積の値が小さい場合 $\alpha_i = x_i$ となり注意の意味がない
⇒ QKV注意機構

Tokyo Tech, 2024



3.8.4. 大学院向け「基盤人工知能演習」

「基盤人工知能演習」は、機械学習等の人工知能(AI)に関するプログラムを実際に作成することで、「AIを作れる人」を全学的に育成することを目指しています。本機構の開講する科目の特徴として、座学の「基盤人工知能」でAIの理論的基盤を学び、直後の時間に本科目において実際に手を動かす、という形式をとっています。これにより、理論と実践をセットで学ぶことができます。

学修内容は順を追って高度なものとなっていきますが、最後は、畳み込みニューラルネットワークによる手書き文字認識プログラムを作るなど、受講生にとって達成感のある授業となっています。

さらに、全学を対象としていることから、受講生にはプログラミングに対する経験のばらつきがあるであろうことを考慮し、6名以上のTAを配置して質問に答えられる体制としています。また、例題集を準備して自学自習を促すという工夫も行なっています。2024年度は、第3および第4クォーターに開講し、延べ257名もの学生が履修登録しました。授業満足度についても90%以上が「満足」「やや満足」であり、本機構の根幹を成す科目の1つとなっています。

How do you design a program to find "6"

48

受講生からのコメント

- ・ 演習について、対面でもとても質問しやすく、毎回、丁寧に答えてくださり、ありがとうございます。
- ・ I acquired lots of programming knowledge that is going to help me in my carrier in the future.



3.8.5. 大学院向け「先端データサイエンス・AI(発展)第三」

「先端データサイエンス・AI(発展)第三」は、大学院レベルの「AIと社会」を学ぶ授業です。AIの急速な進化は私たちの生活の利便性を向上させる一方で、倫理的・法的・社会的な影響をもたらしています。未来の社会を主導するためには、技術だけではなく、社会に対する深い理解や広い視野、そして優れた問題解決能力が求められています。そこで、本講義は、文理の枠にとられない幅広い視野を涵養し、情報社会におけるAI倫理、情報法制度および責任あるAIを実現するための技術に焦点を当てています。到達目標は、現代の情報社会における倫理的・法的・社会的課題を自ら思考できることを目指します。また、説明可能なAIや公平性についての技術を修得することも含まれています。

本講義を担当する市川類特任教授は、経済産業省及び関連機関で30年以上にわたりイノベーション・デジタル・AI政策に従事していました。鈴木健二特任教授は、ソニーグループ(株)にてAI倫理に関する研究開発やコンプライアンスに現在も携わっています。実務にて培った豊富な経験を活かし、世界各国での最先端の議論や動向を踏まえた大学院レベルの「AIと社会」に関する講義を展開しています。

本講義は、2023年度の第4クォーターに始まりました。2024年度からは第2クォーターに日本語での授業、第4クォーターに英語での授業を開講しています。2024年度は約90名の学生が本講義を受講しました。受講生の満足度は4.4、理解度は4.4(共に5点満点)であり、受講生からは「AIと社会」への関心が高まったとの声がありました。

なお、本講義の単位の取得は、「エキスパートレベルプラス」修了要件のひとつとなります。

受講生からのコメント

- ・ AIに対するグローバルな倫理と規制、公平性を評価するための現在の問題と技術が身についた。
- ・ AI開発と利用がもたらす潜在的リスクを学ぶことができた。



市川類 特任教授

AI and Society

- There are two perspectives of "AI and Society"
- With huge impact of AI on society, responsible AI are becoming on focus.

<Two perspective of AI and Society>

- Study on risk and impact to society
- Establish governance system for AI

AI researchers

- Imitate human (brain etc)
- Develop AI systems with human knowledge

Human

- Responsible AI, Trustworthy AI
- Research on "AI Alignment" with human ethics?

Social researchers on AI

- Need for understanding of human and society as well as AI technologies.

AI alignment research aims to steer AI systems towards humans intended goals, preferences, or ethical principles. An AI system is considered aligned if it advances the intended objectives. A misaligned AI system pursues some objectives, but not the intended ones.

鈴木健二 特任教授

Regulatory trends in each country

Why do we need to regulate AI?

Japan	Europe
Self-regulation by guidelines	Regulation by law (EU AI Act, European AI Act, AI Convention)

G7

Making Rules for Global Harmony
G7 Leaders' Statement on the Hiroshima AI Process

What is the Relationship between Regulation and Innovation?
Inhibition and Promotion of Innovation (From Emission Control to Japanese Automotive Technology Progress)?

Copyright 2024. Kenji SUZUKI. All Rights Reserved.

DS & AI
Center of Data Science and Artificial Intelligence

61

3.9. 自動採点システムの活用

本機構では、カリフォルニア大学バークレー校の協力により、Jupyterノートブック形式で出題するプログラミング課題において、自動採点システムを活用しています。このシステムは教員の採点負担を軽減することに加えて、受講生が自分自身の解答コードをセルフチェックしたり間違えた解答を考え直すにあたってのヒントを得たりする目的で利用できるように設計されています。本システムは、2023年度よりリテラシーレベルの授業科目「基礎データサイエンス・AI」およびエキスパートレベルの授業科目「基礎データサイエンス演習」「基礎人工知能演習」を中心として導入されました。多くの受講生が活用しており、教育効果の向上に寄与しています。2024年度からは、他大学への教育展開の一環として、自動採点システムに対応したプログラミング課題を他大学教員へ提供しています。詳しくは、後述の『大学間連携』をお読みください。

