

久留米工業大学における全学的 AI リテラシー教育

小田まり子^{*1*3}, 八坂 亮祐^{*2}, 原 迅^{*3}

*1 久留米工業大学 AI 応用研究所 *2 久留米工業大学 PC サポートセンター

*3 久留米工業大学 IR 推進センター

University-wide AI Literacy Education at Kurume Institute of Technology

Mariko Oda ^{*1*3}, Ryosuke Yasaka^{*2}, Jin Hara^{*3}

*1 Kurume Institute of Technology, Applied AI-Research Laboratory

*2 Kurume Institute of Technology, PC Support Center

*3 Kurume Institute of Technology, Center for the Promotion of Institutional Research

AI Strategy 2019 aims that AI, data science literacy and related abilities should be acquired by all university students regardless of their majors. AI Education Support Department of the Applied AI-Research Laboratory, which was established in April 2020, is in charge of the development and promotion of university-wide AI education programs. A compulsory common education course entitled “Introduction to Artificial Intelligence (AI Gairon)” was initiated in 2020 to provide all the freshmen AI literacy and related abilities. This paper overviews the practical AI literacy education offered in the course above mentioned. We also analyzed the relationship between students' computer operation skills, their scores on the placement test for mathematics, the writing test for programming and their motivation to take the course.

キーワード: 人工知能, AI リテラシー教育, PC スキル, データサイエンス教育, チャットボット, e ラーニング

1. はじめに

近年, 大量のデータや計算能力の向上を背景として, 機械学習や深層学習が飛躍的な進化を遂げ, あらゆる分野で人工知能 (AI: Artificial Intelligence) 技術が応用されるようになった. 内閣府は未来の超スマート社会 Society5.0⁽¹⁾の実現を通じて世界に貢献し, 日本における課題をも解決するために, AI をとりまく教育改革あるいは研究開発, 社会実装などの総合的な政策として AI 戦略 2019⁽²⁾を策定した. AI 戦略 2019 では, 2025 年を目標年度として, 「文理を問わず全ての大学・高専生 (50 万人卒/年) が数理・データサイエンス (DS)・AI の初級レベルの能力を習得すること」という人材育成に関する具体的な数値目標を掲げており, AI 時代に対応した人材育成が全ての大学に課せられることとなった⁽³⁾. 文部科学省では, これらの人材育成目標を実現するために, リテラシーレベルの数理・DS・AI 教育の基本的考え方, 学修目標・スキルセット, 教育方

法などを体系化したモデルカリキュラムを策定し, 全国の大学などへの普及・展開を推進している⁽⁴⁾. また, 大学・高専における数理・DS・AI 教育プログラムを政府が認定する制度が構築され, 2021 年度に初回の認定・選定が行われる⁽⁵⁾ため, 近年, DS・AI 教育の全学的な導入を検討する大学が拡大している状況にある⁽⁶⁾.

このような背景のもと, 久留米工業大学 (以下, 本学) は, AI 人材の育成と AI 技術による地域課題の解決を目的とし, 2020 年 4 月に AI 応用研究所を設立した. AI 応用研究所の AI 教育支援部門が本学における全学的 AI 教育プログラムの開発・推進を担っており, 2020 年度後期からは全 1 年生を対象に全学必修共通教育科目「AI 概論」を開始した. 本学は福岡県久留米市にある工学部 5 学科 (機械システム工学科, 交通機械工学科, 建築・設備工学科, 情報ネットワーク工学科, 教育創造工学科), 大学院工学研究科修士課程 3 専攻 (エネルギーシステム工学専攻, 自動車システム工学専攻, 電子情報システム工学専攻) で構成される工

学系大学であり、1966年の建学以来、「人間味豊かな産業人の育成」を建学の精神としており、「知・情・意」の調和のとれた実践的教育を行うことを教育理念としている。本学では全学的AI教育により、地域課題の解決ができるAI応用力を持つ人材の育成を目指す。

本論文では、本学における実践的AI教育プログラムの概要について述べる。次に、後期から始まった「AI概論」におけるプログラミングを重視した教育内容、教育方法について紹介する。最後に、我々が実施した学生のコンピュータ操作能力や「AI概論」を学ぶ動機についてのアンケート調査結果と、数学のプレースメントテストやプログラミング筆記テストの得点との関係からAI教育の内容・方法について考察する。

2. 本学におけるAI・DS全学教育プログラム

2.1 地域連携課題解決型AI・DS教育プログラム

本学では2020年度から次世代技術者にとって必須となるAI・DS教育のための全学共通教育科目「AI概論」（1年後期2単位）と「AI活用演習」（2年前期2単位）を新規科目に加え、図1のような地域連携課題解決型AI・DS全学教育プログラムを導入した。本教育プログラムの講義・演習は正規の教育課程において、学生の所属学科を問わず、全学生が履修可能な科目群として設置している。AIリテラシー科目「AI概論」とAI応用基礎科目「AI活用演習」の新規2科目はと

もに全学必修科目である。1年次に共通の全学AIリテラシー教育を実施することにより、AIが身近で必須の技術であることを、学科を問わず早い段階で学生は理解する。本学は工学系大学であるので、「AI概論」でも知識の獲得だけを目指した講義のみとせず、演習形式にて課題に取り組み、最終的には機械学習の一連の流れをプログラミングにより体験する。その後、2年次にAI応用基礎力を「AI活用演習」で修得したのち、高学年の社会実装プロジェクトを通して、段階的にステップアップしながらAIの応用技術を学び続ける。

図1に示すように「AI概論」と「AI活用演習」は全学共通教育科目「地域連携I・II」などのAIによる地域課題解決を行う産学連携のプロジェクト型学習やインターンシップにつながる仕組みを用意している。「地域連携I・II」では、他学科の学生や社会人と交流しながらAIやDSの知識・技術を生かした地域課題解決に取り組む。全学科の専門的なゼミ「就業力育成セミナー」においても、地域社会に実在する課題の解決に取り組む社会実装型の教育手法を導入する。同様に、各学科の卒業研究においてもAI基礎力を生かした社会実装を奨励しており、例えば、AI応用研究所に寄せられた技術相談の中から学生が解決できそうな地域課題を選択して与え、課題解決に向けた卒業研究に取り組む学生をAI応用研究所所員が支援する体制も構築していく。

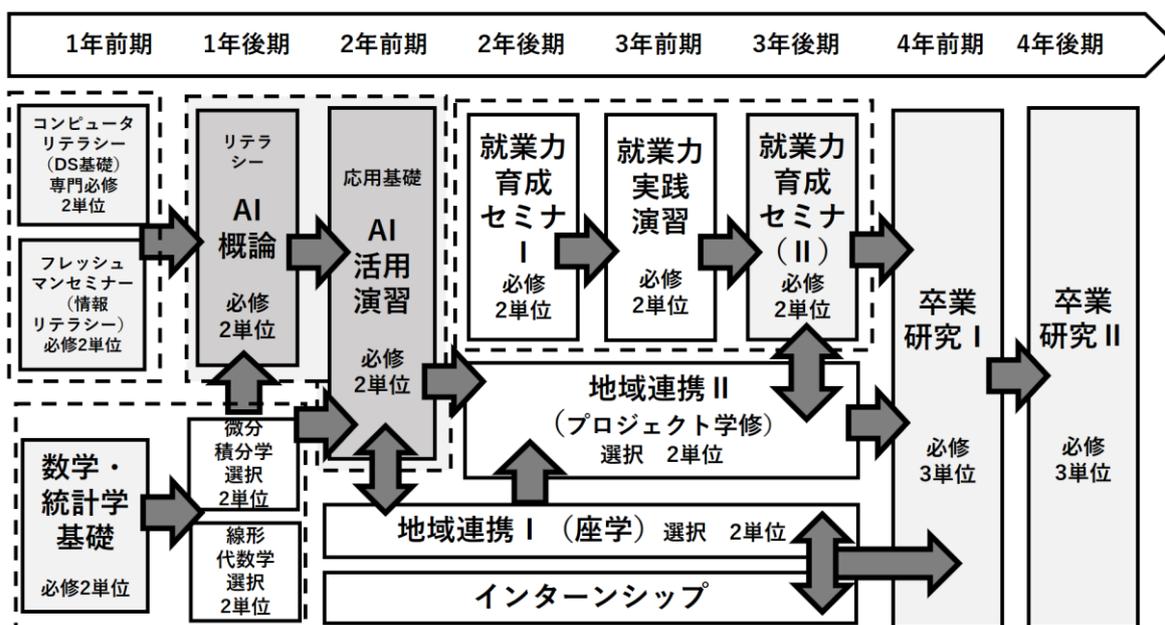


図1 地域連携課題解決型AI・DS教育プログラム

最終的には、学士としての専門技術に加え、AI 時代に対応できる AI・DS 基礎力、産学連携による地域課題解決活動を通して培った AI 応用力、実社会で必要な知識・技能・思考力・判断力・表現力・発信力を併せ持つ人材の育成を目指す。

2.2 「AI 概論」のカリキュラムと教育方針

「AI 概論」は 2020 年度から導入された 1 年生後期開講の必修共通教育科目である。対象となる受講者は 5 学科の 1 年生全員であり、ICT スキルもモチベーションも大きく異なる学生 400 人に対し、一様に AI 教育を施す必要がある。「AI 概論」のシラバスは、数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアムが定める数理・DS・AI（リテラシーレベル）モデルカリキュラムに準拠したカリキュラム構成とした。しかしながら、モデルプログラムではメインに割り当てられている【導入】【基礎】【心得】からなる必須項目は押さえつつも、15 回の講義の半分程度にとどめ、残りは【オプション】に含まれる工学系学生にとって重要と考えられる内容を重視した実践的プログラミング教育（演習・実技）とする（図 2）。また、「AI 概論」では【基礎】に挙げられたデータ解析、統計量の算出、データの可視化についても全てプログラミングで実装する。

「AI 概論」は AI リテラシー科目であるとともに全学共通の一般教育科目・初年次教育であることを鑑み、以下の教育方針を掲げ、実践することとしている。

1. 全学的プログラミング教育という位置づけ

初等中等教育におけるプログラミング教育の必修化が決まり、小学校は 2020 年、中学校は 2021 年、高等学校では 2022 年から新しい学習指導要領が実施される⁽⁸⁾。また、総務省でも「若年層に対するプログラミング教育の普及推進事業」⁽⁹⁾が 2016 年度から

展開されており、小中高を含む全ての若年層を対象として、プログラミング教育を通じた ICT に関する基礎知識・スキルの定着が図られている。政府はプログラミング教育の充実を IT 戦略の一つとして位置づけており、今後ますます推進されることが予想される。本学は工業系大学であることから、「AI 概論」ではプログラミングを重視した教育を実践する。

2. 必携 PC の有効活用

プログラミング重視の教育を行うにあたり、対面講義ではまず、自宅でいつでもプログラミングや AI（機械学習）の勉強ができるように、学生各々のパソコン（必携 PC）に Python プログラミングの実行環境（Anaconda⁽¹⁰⁾）をインストールするところから始めた。通常、「情報」を専門とする学科ではプログラミングの演習は 2 コマ連続で設計され、正規授業（演習）の時間内で課題のプログラムを作成し、理解を深める。「AI 概論」は 1 コマ開講であるため演習時間の確保が難しく、課題演習の不足を自己学習で補う必要がある。特に今年度はコロナ禍での開講となり、遠隔講義と対面講義を隔週で実施する講義形態をとったこともあり、必携 PC を用いた自宅での予習・復習なしでは講義・演習は成立しない。

3. ICT スキルの向上に向けた支援

政府が AI 教育やプログラミング教育の充実を推進する一方、高校までの学習履歴により、本学にも PC の基本操作スキルが不十分な学生が多数存在する。学習履歴（中等教育までの基礎力・操作スキル）や専門分野（学生の数理的なレベルや関心事項）が多様な学生への対応が必要であるため、前期期間中に情報ネットワーク工学科 3 年生（AI 教育に興味があり GPA が高い学生）7 名に対して「AI 概論」での学習内容を学ぶ研修を実施し、SA（スチューデント

【導入】	◆人工知能とは何か ◆社会におけるデータ・AI 活用（グループワーク） ◆AI 利活用における最新動向（ビジネス・テクノロジー）
【心得】	◆データリテラシー・AI 利活用における留意事項 ◆データを守る上での留意事項 ◆グループ発表
【基礎】	◆データリテラシー（データ解析）・統計量 ◆プログラミングの基礎 ◆Matplotlib（ヒストグラム、箱ひげ図、相関関係・データの可視化）
【オプション】	◆Python プログラミング ◆AI のための基礎数学（統計の基礎、微分、線形代数の基礎 等） ◆単回帰分析の実装 ◆Python による機械学習の実装（画像の分類、回帰予測等）

図 2 「AI 概論」カリキュラム

ト・アシスタント)として育成した。演習中はSAが演習を支援し、講義時間外はAI応用研究所とPCサポートセンターが連携して学生の質問に対応した。

4. 実践力の育成・機械学習の実装

本学は工業系の大学であり、AIの基礎的な知識だけでなく高学年次専門教育段階での学びに活かせる技能を修得してほしいと考える。そのために、「データ活用実践」を重視し、「AI概論」の後半では機械学習の実装に取り組む。最終的に、機械学習(教師あり学習:画像分類・近未来予測)のプログラミング実装を通してAIを体感してもらい、2年前期の「AI活用演習」につなげる。

5. プログラミング経験者を考慮した教育内容

現状では高等学校までにプログラミングを授業で教える高等学校の割合は高くない⁽¹¹⁾。本学は工業大学であり、工業高校からの入学者には高校時代に既にプログラミングを経験している学生が15%程度いる。また、情報ネットワーク工学科(全員)や交通機械工学科(一部)の学生は、大学1年次にプログラミングの講義を受講している。従って、初学者にもわかりやすい内容に終始すると、プログラミング経験者やICTスキルの高い学生にとっては既知の内容ばかりとなるおそれがある。そこで、PCスキルが不十分な学生にはSAが支援をする一方、対面講義における演習内容はスキルの高い学生に合わせ、難易度、授業スピードは下げない方針とした。

3. コロナ禍における「AI概論」教育方法

2020年度は新型コロナウイルス感染症の流行に伴い、全1年生を30人規模の14クラスに分けた少人数教育による対面講義(AIプログラミング演習)と遠隔

ビデオ講義(オンライン動画学習)を隔週で実施した。

2週間に一回(隔週)、大学で行う対面講義では、初回にプログラミング実行環境をインストールした必携PCを用いてプログラミングの演習を行う(図3(左))。プログラミング(Python)の基礎を学んだ後、ライブラリを用いたデータ解析、データの可視化、機械学習の前処理、行列計算などについて勉強し、最後の2回で機械学習の実装(教師あり学習:画像分類・近未来予測)を行う。全学科を対象としており、プログラミング初学者も多いため、学生がスムーズに学べるように先輩学生SAが演習をサポートしている(図3(中)(右))。学生自身の必携パソコンを用いた演習講義を通して全学的なICT能力、ならびにプログラミング基礎力の向上をも目指した。また、1年生がいつでも「AI概論」の講義やプログラミングに関する質問できるように「AI概論」用LINE⁽¹²⁾チャットボット⁽¹³⁾も開発し、受講生に公開した。PCサポートセンターとAI応用研究所が協働し、「AI概論」の演習の質問にもできる限り対応するようにした。

遠隔ビデオ講義では「人工知能の歴史」「機械学習とは何か」など、AI時代に必須の基礎知識について学ぶ。図4のように、遠隔講義動画は、黒板に板書しながら説明するような手書き・音声解説動画、パワーポイント・音声解説動画、プログラミング画面と解説音声の画面キャプチャー動画の3種類を用意した。遠隔講義動画は本学eラーニング(Moodle)から視聴できる。当初は座学的内容の講義動画のみを予定していたが、課題提出状況や学生から寄せられるコメント、質問内容から演習についていけない学生がいると判断した場合には、対面講義での演習を解説する動画を追加作成し、復習や自己学習をしやすい学習環境を構築した。



(左) 実行画面投影と白板での説明

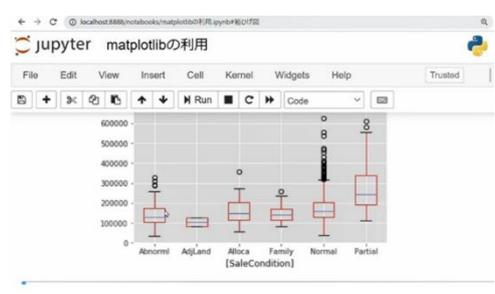
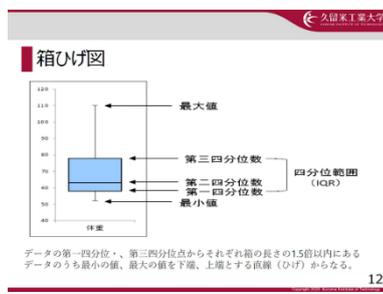


(中) SAの教室巡回



(右) SAのプログラミン個別指導

図3 必携PCを用いた「AI概論」の対面講義風景



(左) 手書き解説動画

(中) パワーポイント解説動画

(右) プログラミング実行画面解説動画

図 4 3 種類の遠隔講義動画 (VOD) (Moodle からのリンク・ダウンロード視聴)

また、久留米・筑後地域の社会人の協力により、地元企業における AI 応用技術について紹介する動画教材を作成し、Moodle から視聴できるようにしている (図 5)。この動画教材は、学生に AI 技術を身近に感じてもらう、AI 学習へのモチベーションを高めること、AI ビジネスについての興味・関心を喚起することを目的に制作した。「AI 概論」の最終課題は、AI を用いたビジネスのアイデアを学生ビジネスプランコンテスト様式にまとめたビジネス企画書の提出とした。



図 5 久留米・筑後地域企業の AI 活用紹介動画例

4. LINE チャットボットによる学生支援

4.1 チャットボットの概要・導入の背景

「AI 概論」では講義形式の座学だけでなく、本学で必携化している学生自身のノートパソコンを用いた Python プログラミングによる体験学習 (ハンズオン) 形式で学習する。1 年生後期の段階では、多くの受講生が 1) プログラミングの基礎を学んで (理解して) いない、2) コンピュータリテラシーとして習得しておくべきコンピュータの扱いに慣れていない、3) 大学の講義システム自体に慣れていない上に講義に必要な情報を自分で得ることができない、4) 対面授業と遠隔授業が混在した複雑な講義形態への対応が困難、などの理由から、AI 応用研究所や PC サポートセンター訪問による質問、メールでの問い合わせが数多く寄せられ

た。ハンズオン学習の性質上、プログラミング初学者はプログラムの実行時エラーが発生するたびに戸惑うことになる。講義中であれば教員やスチューデント・アシスタント (SA) にエラーの原因を尋ねることが可能であるが、予習や課題に取り組む際にはプログラムエラーの自己解決が求められる。プログラミングやパソコン操作を苦手とする受講生の中には、毎回、課題プログラムの作成に苦勞し、プログラムのエラーが発生するたびに自分で解決できず、AI 応用研究所や PC サポートセンターを訪問するリピーター学生も増えた。そこで、我々は「いつでも」、「すぐに」そして「気軽に」「AI 概論」の講義・演習に関する問い合わせができるチャットボット (人からのメッセージに対し、アプリケーションプログラムである「ボット」が自動的に返答・対話を行うプログラム) を導入することとした。

4.2 LINE チャットボットの導入

本チャットボットは、多くの受講生が日頃慣れ親しんでいる LINE 上に組込んだ。チャットボットには AI による学習機能を設け、問い合わせと回答のデータを蓄積すれば、回答の精度が上がるようにしている。チャットボットに AI を搭載したのには、学生に AI の応用例であるチャットボットを実際に体験し、「AI 概論」の講義内容の理解を深める一助とするとともに AI を身近に感じてほしいという理由がある。AI を導入することにより、ユーザの言葉の揺らぎを吸収し、メッセージの意図を汲んだ精度の高い返答・対話が可能となっている。

AI を搭載するにあたり、IBM Cloud が提供するクラウドサービスである IBM Watson® の Watson Assistant および Node-RED を利用した。Watson Assistant とは機

機械学習が可能なチャットボット開発を主な目的として利用される Application Programming Interface (API) である。また、Node-RED は Node.js 上に構築されたフローベースのプログラミング開発ツールである。本 LINE チャットボットのシステム構成の全体図を図 6 に示す。

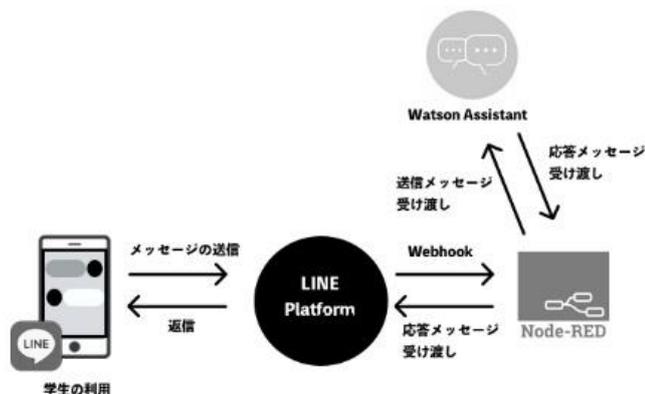


図 6 チャットボットのシステム概要

本チャットボットでは、最初に受講生が LINE でメッセージを送信すると、LINE プラットフォームがメッセージを受け取る。LINE プラットフォームと Node-RED は Webhook で紐付けされ、LINE のメッセージを Watson Assistant に受け渡しする。Watson Assistant はメッセージの意図を汲み、Node-RED 上で適切な応答メッセージを LINE プラットフォームに受け渡す。最後に LINE プラットフォームは受講生の LINE に応答メッセージを送信する。

学生が本チャットボットを利用するためには、スマートフォン、タブレット端末あるいはパソコンで LINE を起動し、「久留米工業大学 AI 概論」の公式 LINE アカウントの友だち登録を行う。学生は講義や課題などで疑問に思ったことを当該アカウントにメッセージ送信にて尋ねる。そうすると、24 時間いつでも、すぐにチャットボットから回答が得られる。

4.3 チャットボットの運用と評価

本チャットボットで応答可能なメッセージ例を表 1 に、実際に利用している様子を図 7 に示す。想定通り、送信したメッセージの言葉の揺らぎを吸収し、応答可能なメッセージの自由度が高いことを確認した。また回答の最後に問題が解決したかを尋ね、受講生からフィードバックを受けることでチャットボットが適切な回答を行えたかどうかを判断した。適切な回答を

行えていなかった場合、設定の見直しを適宜行った。

表 1 チャットボットが応答可能なメッセージ例

チャットボットが応答可能なメッセージ例
「使い方を教えて」
「次回講義をお休みさせていただきたいです」
「課題のプリントを提出し忘れました」
「Python のプログラミング中にエラーが出て困っています」
「Python って何？」



図 7 チャットボットの利用画面

講義にチャットボットを導入した 11 月中旬から 12 月初旬までの期間で「AI 概論」公式 LINE アカウントの友だち登録人数は 161 人（受講生全体の約 35%）であり、チャットボットへの問い合わせメッセージの総数は 107 件であった。内容としては、「プログラムのエラー」、「プログラミング用語の意味」、「アプリケーションの使用方法」に関する問い合わせが多かった。

5. アンケート評価と成績

「AI 概論」では、機械学習を実装する際に最低限必要となるプログラミングの基礎概念(アルゴリズム(順次構造, 分岐, 繰り返し), データ(変数・配列), 流れ図, 関数)について対面講義(1コマ90分)4回で解説し, 1コマの講義内でプログラミングの演習も行った。従来の初年次プログラミング教育では「演習込み2コマ」で設計する講義内容を1コマで実施したため, プログラミング初学者にはスピードが速く, 難易度が高いであろうことは予想できた。そこで, 学生の評価・反応を確認するため, 機械学習実践前のプログ

プログラミング基礎教育(対面講義)4回が終了した時点で、「AI 概論」の難易度、分量、負担感など、「AI 概論」に関する主観評価を行う多選択肢式アンケートを実施した。アンケートは Google Forms で実施し、集計・分析を行った。アンケート実施の際、学生には回答結果は成績とは一切関係しないことを伝えた。

図8は、「AI 概論」の難易度、負担感、学習の分量に関する質問への回答結果である。難易度と負担感の相関は 0.63, 分量と負担感の相関は 0.55 で中程度の相関がみられた。難易度については、やはり高め(難しすぎるとやや難しいとの回答を合わせて 54%)であるが、それと比較すると、負担(34%), 分量の多さ(45%)を感じる割合は低い。

図9は「AI 概論で新しいことを学んだか?」「この科目が必修でなかったら受講するか?」の質問への回答結果である。学生は「AI 概論」におけるプログラミング教育(4回)から多くのことを学んだと考えており、必修でなかったら受講しないと回答する否定派の学生は 15% (絶対受講しない 4%, 多分受講しない 11%) 程度であった。

次に、受講学生のパソコン操作スキルに関する同様のアンケート(主観評価・多肢選択式)を実施した。

アンケート内容は、PC 操作の基本スキル(コンピュータリテラシーレベルの簡単な操作)に関する 79 の質問(例「ファイルを USB メモリに保存できる」「SUM 関数を使って合計の計算ができる」など)とし、受講者は質問に対して「はい」/「いいえ」で回答する形式とする。この PC スキル(79 点満点)は学科により標準偏差、平均得点(PC スキル)に顕著な差がみられた。また、PC スキル調査の得点のレベル(A 群・B 群)により、図9に示した「AI 概論が必修でなくても受講するか」に対する回答得点(5 点:絶対受講する, 4 点:多分受講する, 3 点:迷う, 2 点:多分受講しない, 1 点:絶対受講しない)に有意差があるかどうかを調べた。その結果、PC スキルが高い学生は PC スキルが低い学生に比べ「AI 概論」への受講意欲が有意に高く、PC スキルは「AI 概論」の受講意欲に影響を与えていることが分かった。しかし、「AI 概論」の期末試験におけるプログラミングテストの成績は、PC スキルとの間には相関が見られず(相関 0.21), 1 年後期の GPA(相関 0.77) や入学時に実施した数学や物理のプレースメントテスト成績(相関 0.51)との間には相関がみられた。従って、PC スキルが高くても数学的な基礎学力が低ければ AI プログラミングを理解することは困難であることが示唆された。

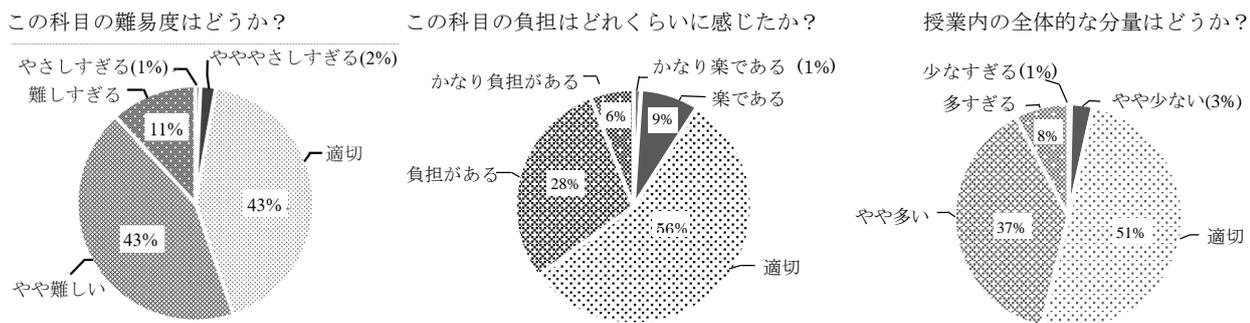


図8 「AI 概論」に関する質問への回答1 (難易度・負担感・分量; 回答数: 288 件)

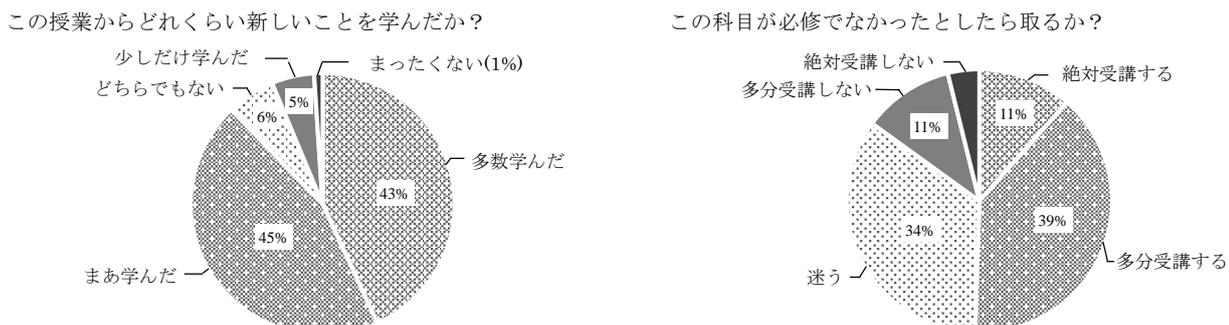


図9 「AI 概論」に関する質問への回答2 (新しく学んだこと・必修でなかった場合の受講意欲; 回答数: 287 件)

6. おわりに

本年度開講した「AI 概論」は、アンケート調査の結果、その講義内容は比較的難しく負担を大きく感じる受講生も多かったが、結果的に多くのことを学び、AI やプログラミングの必要性の認識から必修でなくても「AI 概論」を受講したいと考える学生が多くいるとわかった。自由記述欄に書かれた感想や意見を見ても「難しいけれど役に立つと思うので頑張って習得したい」「授業スピードが上がりましたが振り落とされたくないよう食らいつきます」「内容がよくかみ砕けないことが多いので Moodle 上に課題の詳細を載せる対応をとってもらいたい」「今回の授業の分量が多かったので復習をして、次回に備えたいと思います」等のように「速い」「難しい」「分量が多い」と書きながらも学習意欲の高さがうかがえる前向きなコメントが多くみられた。一方で、AI に興味・関心がないと回答する学生に対する学習の動機付けが今後一番の課題であり、工夫を要する。

PC スキルのアンケート調査結果からは、本学にも基本的 PC スキルが修得できていない学生が少なからず存在することが明らかとなった。近年、スマートフォンの普及に伴い、PC を使えない大学生が増えたという報告⁽¹⁴⁾が散見されるが、本学も例外ではない。「AI 概論」に続く必修科目「AI 活用演習」は、より難易度が高くなるので、PC スキルやプログラミング能力、数学の基礎学力の差が、より問題になると考えられる。今後も講義中には SA が教育を支援する体制を整えるとともに、コンピュータリテラシーや数学の基礎教育との連携・教育内容の見直しを行う。また、AI リテラシー教育の講義・演習をサポートするオンライン動画や学生の疑問に答えられるチャットボットの充実を図り、学生の自主的な学修を支援していく。

謝辞

授業の運営を支援してくれた SA 諸氏に感謝いたします。

参 考 文 献

(1) Society 5.0 - 科学技術政策 - 内閣府,

- https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html
- (2) 統合イノベーション戦略推進会議決定、『AI 戦略 2019 ～人・産業・地域・政府全てに AI～』, 統合イノベーション戦略推進会議,
<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/tougouinnovation/pdf/aisenryaku2019.pdf> (2019 年 6 月)
- (3) 文部科学省 2016 「大学の数理・データサイエンス教育強化方策について」,
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/koutou/080/gaiyou/_icsFiles/afiedfile/2016/12/21/1380788_01.pdf
- (4) 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 ～,
http://www.mi.u-tokyo.ac.jp/consortium/pdf/model_literacy.pdf (2020 年 4 月)
- (5) 数理・データサイエンス・AI 教育プログラム認定制度について(数理・データサイエンス教育強化拠点コンソーシアム・特別企画ワークショップ・スライド資料),
http://www.mi.u-tokyo.ac.jp/consortium/pdf/wssp1_lecturenote.pdf (2020 年 12 月 8 日)
- (6) 数理・データサイエンス・AI 教育 現状調査 (第 2 回) の概要,
<http://www.mi.utokyo.ac.jp/consortium/pdf/report03.pdf>
- (7) 数理・データサイエンス・AI コンソーシアム,
<http://www.mi.u-tokyo.ac.jp/consortium/>
- (8) 新学習指導要領のポイント (情報活用能力の育成・ICT 活用),
https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afiedfile/2019/05/21/1416331_001.pdf
- (9) 若年層に対するプログラミング教育の普及推進事業(総務省), <https://www.soumu.go.jp/programming/>
- (10) Anaconda,
<https://www.anaconda.com/products/individual>
- (11) LINE, <https://line.me/ja/>
- (12) 八坂, 小田, 原, “講義における疑問を自己解決するための AI チャットボット-「AI 概論」での試験的利用-”, 久留米工業大学研究報告 no.43 (2021)
- (13) 高橋尚子, “国内 750 大学の調査から見えてきた情報学教育の現状 : - (3) 一般情報教育編”, 情報処理学会 Vol.58 No.6 (2017)
- (14) 木村修平, 近藤雪絵, “パソコンが使えない大学生”問題はなぜ起こるか -立命館大学大規模調査から考える-, 2018 PC Conference, pp.179-182