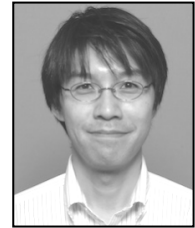


AIリテラシーのカリキュラム

徳島文理大学 林向達



<抄録>

生成AIが社会的な衝撃を与え、教育分野もこれに対応せざるを得ない状況に至った。人工知能に対する国の方針はAI技術に対応できるデジタル人材の育成や利用者のAIリテラシーの向上を狙っている。すでに大学等では数理・データサイエンス・AI教育の導入が始まっており、今後は小中高段階でも取り組みが進められていくと考えられる。

本稿では、AI教育基準作成の参考として作成されたAI4K12のガイドラインについて紹介する。

<キーワード>

AI教育、AIリテラシー、AIカリキュラム

1 AIの社会的影響

人工知能研究や機械学習技術の成果（以下、AI技術）を積極的に応用しようとする動きが加速している。

画像識別や機器制御におけるAI技術の進歩が話題になるにつれて、産業や労働市場の変化に関心が集まり、それに対応する教育の必要性について意見が交わされてきた。人間の雇用が置き換えられていく懸念が先行してきたが、OECD調査研究では「AIを効果的に利用するスキルを持つ労働者とそうでない労働者との間の労働市場格差が拡大する可能性」が示唆され、AI技術が産み出す雇用に順応していくことの重要性が指摘されている。

直近、画像や言語などを生成するAIの技術的挑戦が著しく、これらを「生成AI」と呼ぶようになっている。

高性能なAIチャットサービスが一般の人々でも利用できるようになり、学校教育への直接的影響について真剣に考えざるを得なくなってきた。

2 学校でのAI利用

2023年7月4日に文部科学省から「初等中等教育段階における生成AIの利用に関する暫定的なガイドライン」が公表された。

生成AIをとりまく状況を総合的に勘案し、次のような基本的考え方を示している。

①現時点では活用が有効な場面を検証しつつ、**限定的な利用から始めることが適切**である。生成AIを取り巻く**懸念やリスクに十分な対策を講じることができる一部の学校**において、個人情報保護やセキュリティ、著作権等に十分に留意しつつ、**パイロット的な取組を進め、成果・課題を十分に検証し、今後の更なる議論に資する**ことが必要である。

②その一方、学校外で使われる可能性を踏まえ、**全ての学校で、情報の真偽を確かめること（いわゆるファクトチェック）の習慣付けも含め、情報活用能力を育む教育活動を一層充実させ、AI時代に必要な資質・能力の向上を図る必要がある。**
③**教員研修や校務での適切な活用**に向けた取組を推進し、**教師のAIリテラシー向上や働き方改革**に繋げる必要がある。

諸外国では、たとえば2022年10月にはEUが「Ethical guidelines on the use of artificial intelligence (AI) and data in teaching and learning for educators」（教育者のための教育・学習における人工知能（AI）とデータの利用に関する倫理ガイドライン）、2023年5月には米国が「Artificial Intelligence and the Future of Teaching and Learning: Insights and Recommendations」（人工知能と教育と学習の未来：考察と提言）と題して教育分野におけるAI利用指針が示された。

AIの主な出来事年表

1956	● 米ダートマス大学で研究専門家会議（「人工知能」の呼称登場）
1997	● IBM ディープブルーがチェス世界チャンピオンに勝利
2006	● ディープラーニング研究 本格化
2011	● IBM ワトソンが米国クイズ番組でチャンピオンに勝利 ● Siri (Apple)
2012	● 画像からネコを認識できる AI (Google) ● AlexNet (ニューラルネットワーク利用) が画像認識コンテストで優勝 (トロント大学)
2013	● 論文「雇用の未来 The Future of Employment」(Frey and Osborne)
2015	● 「日本再興戦略」改訂 2015 (内閣府)
2016	● ディープマインド Alpha Go が囲碁トップ棋士を破る
2017	● Transformer 論文「Attention Is All You Need」 ● K-12 Computer Science Standards (CSTA)
2018	● BERT を検索エンジンに導入 (Google) ● GPT-1 (OpenAI) 言語モデル ● AI for K-12 guidelines (AI4K12)
2019	● 人間中心の AI 社会原則 (内閣府) ● 人工知能と教育に関する北京コンセンサス(UNESCO) ● AI 戦略 2019 (内閣府)
2020	● GPT-3 (OpenAI)
2021	● 数理・データサイエンス・AI 教育プログラム ● DALL-E (OpenAI) 画像生成モデル ● 報告書「Artificial intelligence and employment: New cross-country evidence」(OECD)
2022	● GPT-3.5 (OpenAI) / ChatGPT (OpenAI)
2023	● Bing Chat (Microsoft) / GPT-4 (OpenAI) / Bard (Google) ● 初等中等教育段階における生成 AI の利用に関する暫定的なガイドライン (文科省)

AI技術に対する世界的な関心と影響のもとで、AI開発者や提供者などのデジタル人材を育成する要請が高まり、利用者に対してもコンピュータはもとよりAIに関するリテラシーの向上が一層求められている。単なる利用指針だけでなく、AIそのものを学ぶためのカリキュラムや枠組みも提起されているのである。

3 AI教育のカリキュラム

日本では「日本再興戦略」改訂2015で人工知能に関する言及が始まってから、「第5期科学技術基本計画」「人工知能技術戦略」「AI戦略2019」などでAI人材やAIリテラシーの育成が主要な課題として扱われてきた。

たとえば、一定規模の大学・高専生に数理・データサイエンス・AIの応用基礎力を習得させることが掲げられ、2021年にはそのための教育プログラム認定制度が創設された。一方、小中学校でもデータサイエンス・AIの基礎となる数理分野の視点から授業改善や現職教員のデータサイエンス・AIリテラシー向上が取り組み課題として挙げられたものの、GIGAスクール構想実現事業によるICT環境の整備は進んだが、体系だったAI教育カリキュラムが用意されるには至っていない。

UNESCOは、2019年の「人工知能と教育に関する北京コンセンサス」にもとづき、各国に対しAI教育のサポートを行っており、2022年には調査報告書「K-12 AI curricula: a mapping of government-endorsed AI curricula」でAI教育カリキュラムの状況や、設計、内容、実施方法について分析している。

各国の取り組みの中から本稿では、UNESCOの調査報告書にも取り上げられた、米国の「AI4K12」イニシアティブによるK-12向けAI教育ガイドラインについて紹介する。

4 AI4K12 - AI教育スタンダード

米国の人工知能推進協会(AAAI)が2018年から取り組み始めた「AI4K12」イニシアティブは、K-12向けにAIを教えるための国家ガイドラインを開発したものである。

AI4K12による「K-12のためのAI教育ガイドライン」は、CSTAのK12 CSスタンダード2017(コンピュータサイエンスのガイドライン)で十分取り入れられなかったAI技術に関するギャップを埋めるものとして始まった。AI項目はCSスタンダード2017の高学年(11-12)には含まれていたが、低学年には難しいとの判断で扱われなかった。AI4K12のAI教育ガイドラインはそこを補完するものだといえる。

したがってCSTAのCSスタンダードの学年帯に準拠しつつ、すべての生徒がAIについて知っておくべきこと、AIを使って何ができるようになるべきかを、AIに関する5つのビッグアイデアとして構成したものになっている。以下が5つのビッグアイデアである。

- ビッグアイデア1「知覚」
- ビッグアイデア2「表現と推論」
- ビッグアイデア3「学習」
- ビッグアイデア4「自然な対話」
- ビッグアイデア5「社会的影響力」

各ビッグアイデアの学習項目群はセクション(A~D)に分類されており、K-2、3-5、6-8、9-12の各学年帯にまたがる学年帯進行表として構成されている。逆に言えば、各学年帯で5つのアイデアにわたって学習項目群が配置されており、発達段階に応じて低学年でも多岐にわたる項目が示されたものになっている。

各学習項目は、AIの概念、必須知識、スキルについて「学習目標(LO)」「理解すべき内容(EI)」「具体事例(Unpacked)」「リソース(Examples/Resource)」等が示されており、基準作成者やカリキュラム開発者を支援する枠組みとして作成されている。

以下、各ビッグアイデアと項目分類を紹介する。

4.1 ビッグアイデア1「知覚」

AIが世界を知覚してデータを得て、データから特徴を取り出す処理をして、分類する知識領域に関して知るなどのトピックが扱われる。

K-2段階では、AIがどのように物事を認識するか、生物の感覚器官とコンピュータのセンサーとの比較を通して基本的なゲームや活動などで学ぶ。3-5段階では、AIがどのように画像や音声を解析処理するかを理解し、6-8段階では、より複雑な画像や音声の認識技術や信号から意味への変換について学ぶ。9-12段階では、深層学習などの高度な認識技術を理解し、それを実際の問題解決に適用する際にうまく機能させるための技術的な難しさなどについて学ぶことになる。

1-Perception(知覚):

コンピュータはセンサーを利用して世界を知覚する。

コンピュータはセンサーを利用して世界を知覚します。知覚とは、センサーの信号から意味を抽出するプロセスです。コンピュータが実用に耐えうるほど「見る」「聞く」ことができるようになったことは、これまでのAIの最も重要な成果の1つです。

- 1-A-i 知覚 (生物)
- 1-A-ii 知覚 (コンピュータ・センサー)
- 1-A-iii 知覚 (デジタルエンコード)
- 1-B-i 処理 (センシングと知覚)
- 1-B-ii 処理 (特徴抽出)
- 1-B-iii 処理 (抽象化パイプライン: 言語)
- 1-B-IV 処理 (抽象化パイプライン: ビジョン)
- 1-C-i 知識領域 (知識領域の種類)
- 1-C-ii 領域知識 (包括性)

4.2 ビッグアイデア 2「表現と推論」

AIが学習データをどう表現し、データを検索したうえでどんな推論問題にどんなアルゴリズムを適用させるのかなどのトピックスを扱う。

K-2段階では、AIが情報をどのように表現するかの基本を学ぶ。たとえば、実際の場所や街が「地図」で表現されることや、言葉が記号によって表現されることである。3-5段階では、AIが情報をどのように分類整理されるかを特徴ベクトルやラベル、ツリーなどで理解し、6-8段階では、AIが情報同士をどのように関係付けながらモデリングしているかを学ぶ。9-12段階では、AIが複雑な情報をどのように表現し、推論や探索問題で利用しているかを理解する。大規模な学習データに基づき構築された言語モデルが翻訳や文章生成の仕事において高い精度を発揮している原理についても扱っている。

2-Representation & Reasoning(表現と推論):

エージェントは世界のモデルを保持し、推論に利用する。

AIエージェントは世界のモデル(representations)を保持し、それを推論に利用します。自然の知能、人工知能を問わず、モデルは知能の基本的な問題の1つです。コンピュータはデータ構造を用いてモデルを構築し、これらのモデルは、既知の情報から新しい情報を導き出す推論アルゴリズムをサポートします。AIエージェントは非常に複雑な問題について推論することができますが、人間のようには考えるわけではありません。

- 2-A-i 表現 (抽象化)
- 2-A-ii 表象 (記号的表現)
- 2-A-iii 表現 (データ構造)
- 2-A-IV 表現 (特徴ベクトル)
- 2-B-i 検索 (状態空間とオペレータ)
- 2-B-ii 検索 (組合せ探索)
- 2-C-i 推論 (推論問題の種類)
- 2-C-ii 推論 (推論アルゴリズム)

4.3 ビッグアイデア 3「学習」

学習することで新しい事象に対応する機械学習について扱う。学習とは何か。学習データとニューラルネットワークによってAIがどう学習するのか等を学ぶ。

K-2段階では、人の学習と比べながら、AIが学習する基本的なプロセス(データからパターンを見つける等)を学ぶ。3-5段階では、AIがラベル付きデータやニューラルネットワークをどのように利用して学習するかを理解する。6-8段階では、AIがニューラルネットワークや決定木といったもので過去のデータから新しい情報を学ぶことを理解する。9-12段階では、AIが実世界のデータセットを利用して様々な種類の機械学習アルゴリズムを利用してどのように学習していくかを学んでいく。

3-Learning(学習):

コンピュータはデータから学習することができる。

コンピュータはデータから学習することができます。機械学習は、データの中のパターンを見つけ出す統計的推論の一種です。近年、新しいモデルを作り出す学習アルゴリズムのおかげで、AIの多くの分野が大幅に進歩しています。このアプローチを成功させるためには、膨大な量のデータが必要とされます。「学習データ」は通常、人が提供する必要がありますが、機械自体が取得することもあります。

- 3-A-i 学習の本質 (人間 vs. 機械)
- 3-A-ii 学習の本質 (データからパターンを見つける)
- 3-A-iii 学びの本質 (モデルの育成)
- 3-A-iv 学びの本質 (推論器の構築と使用)
- 3-A-v 学びの本質 (内部表現の調整)
- 3-A-vi 学びの本質 (経験から学ぶ)
- 3-B-i ニューラル・ネットワーク (NNの構造)
- 3-B-ii ニューラル・ネットワーク (重み調整)
- 3-C-i データセット (特徴セット)
- 3-C-ii データセット (大規模データセット)
- 3-C-iii データセット (バイアス: 偏り)

4.4 ビッグアイデア 4「自然な対話」

AIが知性的に振る舞うとはどういうことか理解する。そのために、言語とは何か、人間はどのように対話しているか、AIが知るべきことは何かを学ぶことになる。

K-2段階は、コンピュータやロボットが言葉や感情をどのように扱うのか学ぶ。3-5段階では、AIが文脈のもとで言葉を扱う難しさや感情分析を理解する。6-8段階では、AIが問題について推論するため単語の埋め込み表現をどう利用のかなど学ぶ。9-12段階では、AIが実世界の問題に対応するためどのようなアプローチや知識を用いているのか理解することになる。

4-Natural Interaction(自然な対話):

知性を持ったエージェントは人間と自然に対話するために、様々な知識を必要とする。

知性を持ったエージェントは、人間と自然に対話するために様々な知識を必要とします。エージェントは、観察された行動から意図を推測するため、人間の言語で会話し、表情や感情を認識し、文化や社会的慣習の知識を用いることができなければなりません。これらはすべて難しい問題です。現在のAIシステムは、限られた範囲で言語を使用することはできますが、一般的な推論や会話能力は子供にも及びません。

- 4-A-i 自然言語 (言語の構造)
- 4-A-ii 自然言語 (言語の曖昧さ)
- 4-A-iii 自然言語 (テキストに対する推論)
- 4-A-IV 自然言語 (アプリケーション)

- 4-B-i 汎用的な推論
- 4-C-i 感情の理解
- 4-D-i 心の哲学

4.5 ビッグアイデア 5「社会的影響力」

AIがもたらす社会的影響について多岐にわたる学習項目を扱う。AIの身近な機器や産業での利用、倫理的・文化的側面でAIがもたらす影響、経済的な側面や社会課題に対するAIの責任や貢献についても学んでいく。

K-2段階では、コンピュータやシステムが日常生活にどのように利用され影響を与えるかを学ぶ。3-5段階では、AIが人々の仕事やと社会にどのような影響を与えるかを理解する。6-8段階では、AIが文化的・経済的に何をもたらすか。9-12段階では、AIの社会的影響と倫理的にどのような問題を引き起こすか、AIシステムの公平性について学んでいくことになる。

5-Social Impact(社会への影響) :

AIは社会に良い影響も悪い影響も及ぼす。

AIは社会に社会に良い影響も悪い影響も及ぼします。AI技術は、私たちの働き方、旅行、コミュニケーション、そしてお互いの配慮の仕方を変えようとしています。しかし、私たちは潜在的に起こりうる弊害に留意しなければなりません。例えば、AIシステムの学習に使用されるデータに偏りがあると、一部の人が他の人々よりも十分なサービスを受けられない可能性があります。したがって、AIが私たちの社会に与える影響について議論し、AIベースのシステムの倫理的な設計と展開のためのクライテリアを策定することが重要です。

- 5-A-i 倫理的なAI (利害の多様性と格差の影響)
- 5-A-ii 倫理的なAI (倫理的デザインの基準)
- 5-A-iii 倫理的なAI (倫理的デザインの実践)
- 5-B-i AIと文化 (日常生活におけるAI)
- 5-B-ii AIと文化 (信頼と責任)
- 5-C-i AIと経済 (AIが社会の各分野に与える影響)
- 5-C-ii AIと経済 (雇用への影響)
- 5-D-i 社会貢献のためAI (AI技術の民主化)
- 5-D-ii 社会貢献のためAI (社会的課題解決へのAI利用)

5 ガイドラインの実装

AI教育ガイドラインを実装するため、AI4K12では米国の各州を対象とした普及・実装のためのワークショップを実施する取り組みをしている。AI教育ガイドラインは、そのまま教育実践に適用されるわけではなく、多くの場合、コンピュータサイエンス (CS) のカリキュラムを拡張する形で実装される。そのために州レベルのカリキュラム開発担当者や州代表・学区代表の教育職員などがワークショップに参加して、AI教育プログラム開発に携わるといふ。

AI4K12の取り組みは米国国立科学財団 (NSF) の支援を受けたものではあるが、AI教育への着手の程度は州によって様々であるのが実情のようだ。

6 日本での AI 教育・AI リテラシー

日本の小中高校では、資質・能力としての情報活用能力の育成がようやく学校段階を越えて体系的に扱われ始めようとした段階である。そのため、CS分野に関しては情報活用能力に相乗りする形でICT活用やプログラミング等の学習項目が位置づけられているのが現状である。

今後、AI教育を取り込む際、体系的なCSカリキュラムの導入も合わせて視野に入れるか、あるいは情報活用能力育成を拡張する形をとるのか、諸外国の取り組みを参考にしながら議論し早めに対応を決めることが必要となる。

しかし、各学校での取り組みレベルであれば、先行する諸外国の取り組みの中から興味深い学習活動を積極的に授業の中に取り込んでいくことは可能であり、そうした活動こそがむしろ実効的となる。AI4K12の取り組みの中にもたくさんの学習リソースが紹介されており、示されたリソースによってAIの応用事例に接することがAIリテラシーの育成や向上に役立つだろう。

謝辞

本稿は、オンライン読書会の講読図書『Computational Thinking Education in K-12: Artificial Intelligence Literacy and Physical Computing』(MITpress)の中で、AI4K12が取り上げられていたことを契機に始まった勉強会の成果である。参加者である、大山哲志郎氏、坂井岳志氏、庄ゆかり氏、反田任氏、津下哲也氏、小川裕也氏、稲垣忠氏、各位に感謝申し上げます。各位の協力のもと、筆者(林向達)の責任で本稿をまとめた。

【参考文献】(すべて2023年7月1日確認)

- 文部科学省(2023) 初等中等教育段階における生成AIの利用に関する暫定的なガイドライン, https://www.mext.go.jp/content/20230704-mxt_shuukyuo02-000003278_003.pdf
- European Union(2022) Ethical guidelines on the use of artificial intelligence (AI) and data in teaching and learning for educators, <https://op.europa.eu/s/yROC>
- The U.S. Department of Education Office of Educational Technology(2023) Artificial Intelligence and the Future of Teaching and Learning: Insights and Recommendations, <https://tech.ed.gov/ai-future-of-teaching-and-learning/>
- UNESCO(2022) K-12 AI curricula: a mapping of government-endorsed AI curricula, <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380602>
- AI4K12 <https://ai4k12.org/>