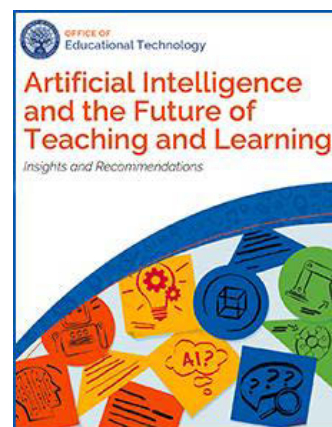


教育・学習の未来と人工知能

洞察と提言

([Artificial Intelligence and the Future of Teaching and Learning](#))

OFFICE OF Educational Technology(米国教育省), 2023 年 5 月



ミゲル・A・カルドナ (教育学博士)

米国教育省長官

ロベルト・J・ロドリゲス

企画・評価・政策開発部次官補

クリスティーナ・イシュマエル

教育技術部次長

<目 次>

はじめに

倫理的で公正な政策を共に構築する

AI とは何か? § 1, p. 2

学習 § 2, p. 10

教育 § 3, p. 19

アセスメント

研究開発

提言 § 4, p. 27

一般的な頭字語及び略語 § 5, p. 39

謝辞

参考文献

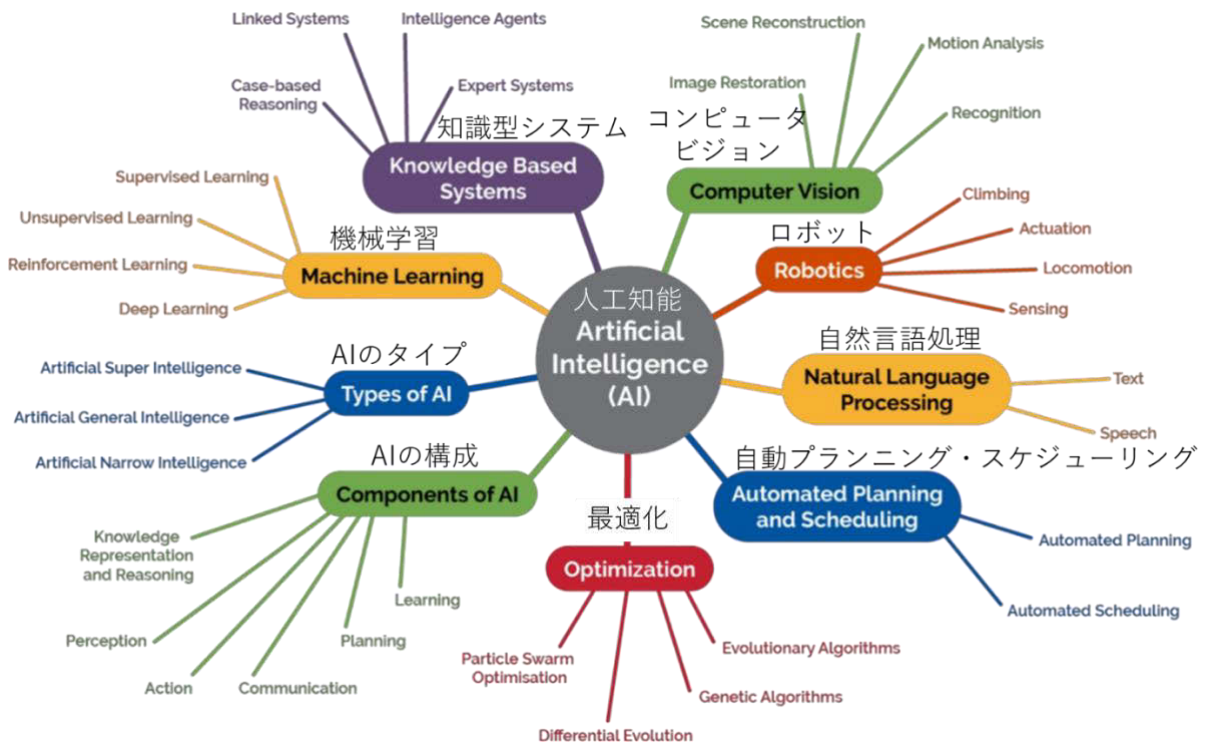
※上記の目次のうち翻訳者が便宜的に番号を付与した § 1 ~ § 5 の各セクションを主に抄訳した。また、p. 2 などは本抄訳文章における頁数を示す。

§ 1 AIとは何か？

私たちが AI と聞いて自然に連想する一義的な AI の定義には、より詳細な説明が必要である。以下では、AI を構成するものについて、次頁からの三つの視点を取り上げる。教育関係者は、これらの異なる視点が AI の機能の商業利用において、また、AI を組み込んだ Edtech システムを評価する際に理解することが重要であることに気づくであろう。教育用 AI の用語集としては、[CIRCLS Glossary of Artificial Intelligence Terms for Educators](#)（教育者のための人工知能用語集）¹が有用である。

AI は一つのものではなく、図 3 に可視化されているように、枝葉が広がる一連のモデリング能力の包括的な用語である。

図 3 : Regona et al (2022)に基づく AI の構成要素、タイプ、サブフィールド²



¹ "AI Glossary Educators"で検索すると、他の有用な定義が見つかる。

² Regona, Massimo & Yigitcanlar, Tan & Xia, Bo & Li, R.Y.M. (2022). Opportunities and Adoption Challenges of AI in the Construction Industry: A PRISMA review. *Journal of Open Innovation Technology Market and Complexity*, 8(45).
<https://doi.org/10.3390/joitmc8010045>.

視点1：人間らしい推論

“画像認識、音声認識、学習、意思決定、自然言語処理など、通常は人間の知性を必要とするタスクを実行できるコンピュータシステムの理論と開発。”³

AI が文化的に広く認知されるようになったのは、1968年に公開された映画『2001年宇宙の旅』がきっかけだろう。この映画では、“*Heuristically-programed Algorithmic* (ヒューリスティックにプログラムされたアルゴリズムによる)”コンピュータ、通称 “HAL” が宇宙飛行士のフランクと会話をする。

HAL は、フランクが自分ひとりではできないような宇宙の旅を操縦する手助けをする。しかし、フランクはやがて宇宙船の外に出てしまい、HAL が操縦を引き継ぐ。HAL は、推論したり、話したり、行動したりといった人間のような行動を示す。AI の全ての応用と同様に、HAL は人間を助けることができるが、予期せぬリスクももたらす。

「人間のような」という考え方は、コンピュータが現在、初期の Edtech アプリケーションの能力とは全く異なる能力を持っているという考えを表す略語として役立つであろう。教育アプリケーションは、生徒や教師と会話し、教室でどのような活動が展開されるかを共同操縦 (Co-pilot コパイロット) し、生徒や教師に広く影響を与える行動をとることができるようになるだろう。現在よりもはるかに優れたことができる可能性と、予期して対処しなければならぬリスクの両方が存在することになる。というのも、AI の情報処理は人間の情報処理とは異なるからだ。人とコンピュータの違いに目をつぶると、教育における AI の政策が的外れなものになる可能性がある。

視点2：ゴールを追求するアルゴリズム

“理論からの推論やデータのパターンに基づいて、目標に向かって独自に行動するように作られた計算手法”⁴

この二つ目の定義は、AI システムやツールがパターンを識別し、与えられた目標を達成するための行動を選択することを強調している。このようなパターン認識能力と自動化されたフィードバックは、生徒の学習や教師の指導上の意思決定など、教育プロセスに影響を与える方法で使用される。例えば、今日のパーソナライズされた学習システムは、生徒が苦戦している兆候を認識し、別の指導順序を推薦するかもしれない。パターン認識と自動フィ

³ IEEE-USA 理事会.(2017年2月10日)。人工知能の研究、開発、規制 IEEE <http://globalpolicy.ieee.org/wpcontent/uploads/2017/10/IEEE17003.pdf>

⁴ Friedman, L., Blair Black, N., Walker, E., & Roschelle, J. (November 8, 2021) Safe AI in education needs you. Association of Computing Machinery ブログ、<https://cacm.acm.org/blogs/blog-cacm/256657-safe-ai-in-education-needs-you/fulltext>

ードバックの範囲は拡大するだろう。

それに応じて、人間は教育プロセスの中でテクノロジーに与える責任の種類と程度を決定しなければならないが、これは新しいジレンマではない。

何十年もの間、教育とコンピュータの役割の境界線が議論されてきた。例えば、「コンピュータ支援型教育 (CAI)」、「ブレンド型教育」、「個別化された学習」といった言葉を使っての議論である。しかし、人間とアルゴリズムの両方を含むシステムにおいて、指導の選択はどのようになされるのだろうか？今日、AI システムやツールは、例えば数学の問題解決や外国語学習において、生徒にフィードバックやヒントを与えるなど、生徒のニーズに合わせて指導の順序を適応させることをすでに可能にしている。教室での教育法や生徒の学習における AI の活用に関するこのような議論は、AI を活用したシステムやツールの能力が向上し、ユビキタス性（いつでもどこでも存在するという遍在を表す言葉）が高まるにつれて、新たなものとなり、激化していくだろう。

別の簡単な例から始めよう。教師が「教室のスクリーンに古代ギリシャの地図を表示しなさい」と言ったとき、AI システムは授業の目的、似たような教室でうまくいったもの、生徒の学習に望ましい特徴を持つ地図に注目し、何百もの地図の中から選ぶかもしれない。この場合、AI システムが教材リソースを提案したり、幾つかの選択肢の中から選択を提供したりすることで、指導者は時間を節約し、より重要な目標に集中することができる。しかし、授業担当者が拒否する可能性のある AI による自動化の形態もある。例えば、AI システムやツールが、歴史的出来事に関連する生徒にとって最も適切で関連性の高い読み物を選択できるようにする場合などである。この場合、教育者は、AI が虚偽の事実 (Hallucination: ハルシネーション「幻覚」) を作り出したり、インターネット上で発見された歴史的出来事の不正確な描写に生徒を誘導したりするリスクを考慮し、AI 対応のシステムやツールを利用しないことを選択することができる。教育者は日々、このようなメリットとリスクを天秤にかけていることだろう。

コンピュータは人間とは異なる理論やデータを処理する。AI の成功は、AI モデル開発プロセスでアルゴリズムに提供されるデータから見出される関連性や関係性に左右される。ある関連性は有用かもしれないが、他の関連性は偏っていたり不適切であったりする。データから不適切な関連性を見つけることは大きなリスクであり、アルゴリズムによる差別につながる可能性がある。保護者であれば誰もが経験する問題である。「私たちのデータでは、あなたの生徒はこのクラスに入るべきでしょう。」というのに対して、保護者が「私は自分の子供のことをよく知っている。」と抗弁するような状況である。この問題は、AI システムやツールに限ったことではないが、コンピュータがデータを使って推薦を行う場合、AI モデルの使用は、たとえそうでなくても、より客観的で権威があるように見えるため、問題を増幅させる可能性がある。

主体性、目標の追求、推論に関する人間的な見方には、複数の文脈を理解する人間の能力が含まれる。例えば、教師は三人の生徒がそれぞれ同じ数学的ミスをするのを見たとしても、

一人の生徒は視力の問題に対処するための個別教育プログラムを受けており、もう一人は数学的概念を誤解しており、三人目は運動場でイライラするようなやりとりを経験したばかりであることを認識する。しかし、AI システムは多くの場合、パターンを検出し、決定を自動化する際にコンテキスト（文脈）を適切に含めるためのデータと判断力を欠いている。さらに、ケーススタディによれば、テクノロジーは、文脈が少しでもずれると、安全から危険へ、あるいは効果的から非効果的へと、すぐに脱線する可能性がある。

このような理由やその他の理由から、人々は目標設定、パターン分析、意思決定に関与しなければならない⁵。

視点3：知能拡張（インテリジェント・オーグメンテーション）

"知能拡張とは、学習、意思決定、新しい経験などの認知パフォーマンスを高めるために、人と人工知能 (AI) が協力し合う人間中心のパートナーシップモデルのデザインパターンである。"⁶

基礎その1（上記）は、人間をループに入れ、AI システムとツールが人間の推論をサポートするように位置づける。「インテリジェンス・オーグメンテーション（Intelligence Augmentation）：知能拡張」（IA）⁷ は、「知性」と「意思決定」に人間を専念させるが、人間は時に負担が大きく、支援ツールの恩恵を受けることもあると認識している。AI は、教師が見落としがちなパターンに気づくため、教師がより良い判断を下すのに役立つかもしれない。例えば、教師と生徒が、AI による生徒に対する注意喚起が必要で場合、AI システムは、教師の負担を増やすことなく、生徒が好きな形で注意喚起を行うことができる。知性を自動化するという意味での AI は IA と同じ基本的な機能を使用し、データの関連付けを利用してパターンに気づき、自動化によってそのパターンに基づいた行動をとる。しかし、AI がコンピュータにできることに注目しがちなのに対し、IA は、教育や学習といった人間の活動を支援することに正面から焦点を当てている。

"モデル"の定義

上記の視点は、AI を理解するための扉を開くものである。しかし、AI を有意義に評価するためには、有権者が具体的なモデルとその開発方法を検討する必要がある。日常的に使わ

⁵ Russell, S. (2019). Human Compatible: Artificial Intelligence and the Problem of Control. Viking. ISBN 978-0-525-55861-3.

⁶ Gartner (n.d.) Gartner glossary: Augmented intelligence. Gartner.
<https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/augmented-intelligence>.

⁷ Englebart, D.C. (October 1962). A conceptual framework. SRI Summary Report AFOSR-3223. <https://www.dougenelbart.org/pubs/augment-3906.html>

れる「モデル」という言葉には複数の定義がある。以下では、「数学的モデル」に似た意味である、我々の意図する意味を明らかにする(逆に、「AI モデル」で使用される「モデル」は、「モデル校」や「教育モデル」での用法とは異なり、AI モデルは、模範となるために専門家によって作成された特異なケースではないことに留意されたい)。

AI モデルは金融モデルのようなもので、パターンを特定したり、予測を立てたり、代替的な決定を分析したりするのに役立つ現実の近似である。典型的な中学校の数学のカリキュラムでは、生徒たちは数学的モデルを使って二つの携帯電話プランのどちらが優れているかを分析する。ファイナンシャル・プランナーは、退職後のポートフォリオについてガイダンスを提供するためにこの種のモデルを使用する。AI の核心は、モデルを構築し使用するための高度な数学的ツールキットである。実際、よく知られたチャットボットでは、複雑なエッセイがたった一語でまとめられる。基礎となる AI モデルは、これまでに書かれた文章に続きそうな次の単語を予測する。AI のチャットボットは、非常に大規模な統計モデルを使って可能性の高い単語を一つずつ追加し、驚くほど首尾一貫したエッセイを書く。

AI の核となるモデルについて考え始めると、「そのモデルは現実のどのような側面をよく近似しているのか?」、「そのモデルは、下すべき意思決定に対してどの程度適切なのか?」という答えが得られ始める。同様に、アルゴリズム (AI モデルが入力から出力に至るまでに使用する特定の意思決定プロセス) についても尋ねることができる。また、モデルを構築するために使用されたデータの質、例えば、そのデータはどの程度代表的なものなのか? モデル、アルゴリズム、データという三つの用語をスイッチしながら考えようとしても混乱を招くだろう。これらの用語は密接に関連しているため、我々は AI モデルの概念に焦点を当てることにした。私たちは、全ての AI モデルは不完全であり、AI モデルが私たちの関心を寄せる現実にはどの程度適合しているのか、モデルがどこで破綻するのか、そしてどのように破綻するのかを知ることが重要だという考えを前面に出したい。

神秘性を演出するために、モデルの具体的な話を避けることがある。AI がその潜在的な能力において無限であり、現実にはほぼ完璧に近似しているかのように話すことで、未来の可能性に対する興奮を伝えることができる。しかし、未来は売られすぎてしまうこともある。同様に、あるモデルが一般的に使われるようになると、人々はそのモデルを AI と呼ばなくなる可能性がある。私たちは、AI モデルが、いつ、どこで、教育と学習のビジョンに合致しなくなるのかを正確に知る必要がある。

洞察：AI システムが可能にする新しいインタラクションの形

AI モデルは、計算プロセスが提案や計画を立てることを可能にし、また、アシスタントに話しかけるような、より自然なインタラクションの形態をサポートすることを可能にする。AI を活用した教育システムは、教育や学習においてより自然なインタラクションをサポートする能力により、望ましいものとなるだろう。古典的な Edtech プラットフォームで

は、教師や生徒が Edtech と対話する方法は限られている。教師や生徒は、メニューや多肢選択式の問題から項目を選ぶことができる。短い答えを入力することもできる。画面上のオブジェクトをドラッグしたり、タッチジェスチャーを使ったりする。コンピュータは、テキスト、グラフィック、マルチメディアを通じて、生徒や教師にアウトプットを提供する。このようなインプットとアウトプットの形態は多様であるが、このようなインタラクションのスタイルを、二人の人間が互いにインタラクションする方法と勘違いする人はいないだろう。AI を使えば、コンピュータとのインタラクションは、より人間同士のインタラクションに近いものになるだろう（図4参照）。教師が AI アシスタントに話しかけると、AI が話し返すかもしれない。生徒が絵を描くと、コンピュータはその一部をハイライトする。教師や生徒が何かを書き始めると、コンピュータがその文章を仕上げるかもしれない。

さらに、AI ツールが実行できる自動アクションの可能性も広がっている。現在のパーソナライゼーション・ツールは、学習経験の順序、ペース、ヒント、又は軌跡を自動的に調整することができる⁸。将来のアクションは、生徒の宿題を手助けする AI システムやツール⁹、又は教師のニーズに適合し、教師が以前に気に入った授業プランに類似した授業プランを推薦することで、教師の作業負担を軽減するティーチング・アシスタント¹⁰のようになるかもしれない。さらに、AI を活用したアシスタントは、共同課題と一緒に取り組む生徒の小グループに、追加の「パートナー」として現れるかもしれない¹¹。

このツールは、教師が生徒をクラス全体のディスカッションから小グループに移動させ¹²、各グループが作業を開始するのに必要な教材を確実に持っていることを確認するのに役立つかもしれない。¹³

⁸ Shemshack, A., Spector, J.M. (2020) A systematic literature review of personalized learning terms. *Smart Learning Environments*,7(33). <https://doi.org/10.1186/s40561-020-00140-9>

⁹ Roschelle, J., Feng, M., Murphy, R. & Mason, C.A. (2016). Online Mathematics Homework Increases Student Achievement. *AERA Open*, 2(4), 1-12.doi: 10.1177/2332858416673968

¹⁰ Celik, I., Dindar, M., Muukkonen, H. & Järvelä, S. (2022). The Promises and Challenges of Artificial Intelligence for Teachers: A Systematic Review of Research. *TechTrends*, 66, 616-630. <https://doi.org/10.1007/s11528-022-00715-y>

¹¹ Chen, C., Park, H.W. & Breazeal, C. (2020). Teaching and learning with children: Impact of reciprocal peer learning with a social robot on children's learning and emotive engagement. *Computers & Education*, 150, <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103836>

¹² Holstein, K., McLaren, B.M., & Alevan, V. (2019). Co-Designing a Real-Time Classroom Orchestration Tool to Support Teacher-AI Complementarity. *Journal of Learning Analytics*, 6(2). <https://doi.org/10.18608/jla.2019.62.3>.

¹³ Roschelle, J., Dimitriadis, Y. & Hoppe, U. (2013). Classroom orchestration: Synthesis.

図 4.未来のテクノロジーで教師と生徒が経験する可能性のある違い

	既存の技術機能	未来の技術機能
入力	タイピング	会話
	クリックしてドラッグ	描画
	タッチやジェスチャー	画像やビデオの分析
処理	情報やタスクの表示	生徒や教師の支援
	学習活動の順序付け	活動の計画と適応
	宿題の点検	生徒の学習成果における パターンの明示
出力	テキスト	会話
	グラフィック	注釈とハイライト
	マルチメディア	提案と推奨
	ダッシュボード	情報の整理とガイド

重要な提言：ヒューマン・イン・ザ・ループ AI

この文書の下書きに使われているようなワープロで文章を完成させるために、正確にパーソナライズされた製品、曲、あるいはフレーズのように感じられるものが推薦される不思議な能力で、多くの人がテクノロジーに驚かされた瞬間を経験している。この章の残りで、AI システムが教育に価値（あるいはリスク）をもたらす可能性のある、具体的で焦点を絞ったアプリケーションについて述べる。AI が教師、保護者、あるいは生徒の学習の管理者としての教育リーダーに取って代わるとほのめかすつもりは毛頭ない。私たちは、AI におけるモデルの限界と、教育関係者が AI モデルにどのような資質を求め、どのように使用すべきかについて会話する必要があることについて述べる。

「私たちは AI を使って、効果的な学習アプローチの多様性、多重性を研究し、様々なモデルについて考えることで、様々な異なるコンテキストにおいて、効果的で有意義な取り組みとはどのようなものかをより広く理解することができる。」

-マルセロ・アロン・ボニーリャ・ウォーズリー博士

これらの限界から、私たちは、人間がループの中にあるような AI のビジョンを追求することを最初の提言とする。つまり、人間が教育システムのパターンに気づき、そのパターン

に意味を与えるプロセスの一部であるということだ。それはまた、教師が主要な指導決定の舵取り役であり続けることを意味する。つまり、形成的評価には教師の意見や意思決定も含まれるということである。一つのループは、生徒の行動のパターンを認識し、次のステップや学習をサポートするリソースを選択するサイクルである。他のループは、教師が授業を計画し、振り返ることである。レスポンス・トゥ・インターベンションもよく知られたループの一種である。

ループの中の人間という考え方は、教育における AI だけでなく、AI と社会について起きている幅広い議論の一部である。興味のある読者は、人間中心の AI、責任ある AI、価値に敏感な AI、社会的善のための AI、そして "人間中心の AI" のような、ループの中の人間と呼応するような他の類似語について、さらに探してみたい。

AI システムやツールの使用において、判断力と制御力を行使することは、全ての生徒に最高の学習機会を提供するために不可欠なことである。AI には、人間のような幅広い状況判断能力はない。したがって、子どもたちの健康と安全のため、全ての生徒の教育の成功と将来への準備のため、より公平で公正な社会を作るために、人は責任を持ち続けなければならない。

§ 2 学習

生徒たちは理解を深めるためにディスカッションに参加し、実世界に関連する概念を説明するために視覚化やシミュレーションを使用し、学習する際に役立つヒントやタイムリーなフィードバックを活用する。生徒たちは、人々がどのように学ぶかについて、このような研究結果や他の研究結果に基づいて理解し、それを基にしたテクノロジーを望んでいる。教育者は、米国科学・工学・医学アカデミー（National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine）が出版した『How People Learn（人はいかに学ぶか）』と『How People Learn II（人はいかに学ぶか）』という2冊の本を参考にすることができる¹⁴。そして、学習者が将来、地域社会や職場で生活する上で、最も有益な学習形態をしっかりと見据えていかなければならない。

このセクションの学習原則をサポートするAIの例には、以下のようなものがある：生徒が数学の問題を解く際のAIによる個別指導（認知学習理論に基づく）、特別なニーズを持つ学習者への適応（「学習のためのユニバーサルデザイン」の枠組みと関連理論に基づく）、効果的な生徒のチームワークのためのAIによるサポート（「CSCL：コンピュータ支援型協調学習」と呼ばれる分野の理論に基づく）。

洞察：AIは学習における適応性を可能にする

適応性は、テクノロジーが学習を向上させる重要な方法として認識されている¹⁵。AIは、Edtechの適応性を向上させるためのツールセットとなりうる。AIは、生徒の現状に合わせ、生徒の長所を伸ばし、生徒の知識や技能を向上させる技術の能力を向上させることができる。

AIは、自然な入力形式とAIモデルの基礎的な強み（「AIとは何か」のセクションで説明したとおり）により、生徒に提供される適応性を拡大するための特に強力なツールキットとなりうる。

しかし、特にAIの場合、適応性は常に、「生徒のいる場所で生徒を満たす」というような大雑把な表現が示唆するよりも、より具体的で限定的なものである。核となる限界は、特定のAI対応システムの核となるモデルの性質から生じる。モデルは現実の近似である。人

¹⁴ National Research Council.2000. Brain, Mind, Experience, and School: Expanded Edition. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/9853>; National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine.2018.How people learn II : Learners, context, and cultures. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/24783>

¹⁵ Aleven, V., McLaughlin, E. A., Glenn, R. A., & Koedinger, K. R. (2016). Instruction Based on Adaptive Learning Technologies. Mayer, R.E. & Alexander, P.A., Handbook of research on learning and instruction, 522-560. ISBN: 113883176x

間の学習の重要な部分がモデルから外されていたり、十分に開発されていなかったりすると、結果として適応性も制限され、学習支援も脆（もろ）くなったり、狭くなったりする。そのため、この「学習」のセクションでは、一つの重要なコンセプトに焦点を当てる：学習に関するあらゆるビジョンに適合する AI モデルを目指すこと、そして AI が現在うまくモデル化できるものに学習を限定しないことである。

AI モデルは、"大規模言語モデル"あるいは時には"基盤モデル"と呼ばれるものの進歩により、より高い能力を発揮している。これらの非常に一般的なモデルにはまだ限界がある。例えば、主要なニュースで取り上げられている生成 AI モデルは、様々なトピックについて説得力のあるエッセイを素早く生成することができる一方、他のモデルはわずかなプロンプトに基づいて信頼できる画像を描くことができる。基礎的なモデルについての興奮にもかかわらず、専門家は公聴会（listening session）で、AI モデルは人間の学習ビジョンよりも狭いものであり、この限界を念頭に置いた学習環境の設計が非常に重要であると警告した。また、モデルは脆（もろ）く、文脈が変わるとうまく機能しない。さらに、AI には人間のような「常識的」な判断力はなく、しばしば不自然な、あるいは正しくない反応をする¹⁶。基礎となるモデルが予想外の形で的外れな結果を出すことを考えると、人間をループの中に入れておくことは、依然として非常に重要である。

Intelligent Tutoring Systems (ITS) 知的個人指導システム：AI モデルの一例

初期の成功例として、科学者たちは、人間の専門家が数学の問題を解く方法の正確なモデルを構築することができた¹⁷。出来上がったモデルは、コンピュータ上で数学の問題に取り組む生徒の問題解決を観察するシステムに組み込まれた¹⁸。例えば、生徒が専門家モデルから逸脱した場合、システムは生徒が軌道修正できるようにフィードバックを与える。¹⁹ 重

¹⁶ Dieterle, E., Dede, C. & Walker, M. (2022). The cyclical ethical effects of using artificial intelligence in education. *AI & Society*. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00146-022-01497-w>

¹⁷ Mousavinasab, E., Zarifsanaiey, N., R. Niakan Kalhori, S., Rakhshan, M., Keikha, L., & Ghazi Saeedi, M. (2021). Intelligent tutoring systems: a systematic review of characteristics, applications, and evaluation methods. *Interactive Learning Environments*, 29(1), 142-163. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1080/10494820.2018.1558257>

¹⁸ Van Lehn, K. (2011) The relative effectiveness of human tutoring, intelligent tutoring systems, and other tutoring systems. *Educational Psychologist*, 46(4), 197-221. <https://doi.org/10.1080/00461520.2011.61136929>

¹⁹ Ritter, S., Anderson, J.R., Koedinger, K.R. & Corbett, A. (2007). Cognitive Tutor : Applied research in mathematics education. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14, 249-255/

要なのは、このフィードバックが正しいか間違っているかを超えていることで、その代わりに、モデルは解決プロセスの特定のステップについてフィードバックを提供することができる。したがって、AI の重要な進歩は、ステップ・バイ・ステップのレベルで適応性を提供する能力と、それを適度なコストで大規模に行う能力であるといえる。

ITS を発展させるための研究開発 (R&D) 分野が出現するにつれて、その研究は数学の問題にとどまらず、段階的な問題解決にとどまらない、さらに重要な問題へと進んできた。初期の研究では、幾つかの限界が見られた。ITS がサポートできる問題の種類は論理的又は数学的なものであり、解決策や解決プロセスがどのようなものであるべきかについて明確な期待を持った、閉じたタスクであった。また、初期の AI モデルにおける「現実の近似」は認知に関連するものであり、人間の学習の他の要素、例えば社会的側面や動機づけの側面には関連しなかった。時間の経過とともに、こうした初期の限界は二つの方法で対処されてきた。AI モデルを拡張することと、人間をループに参加させることである。例えば、ITS が生徒の練習のフィードバックに特化したものであったとしても、人間の教師は、指導の他の側面とともに、生徒のやる気を引き出し、自己規制を促す役割を担うことができる。他の現代的な例では、コンピュータ ITS は問題解決の練習に焦点を当て、教師は少人数のグループで生徒と協力する。

さらに、「オープン・ラーナー・モデル」(生徒のセルフモニタリングや振り返りをサポートする情報を提供する AI 対応システムの一つ) のように、生徒が AI をループに参加させることもできる²⁰。

ITS に沿った研究開発によって、何が可能であるかが制限されるべきではないが、このような例が有用なのは、ITS のアプローチについて非常に多くの研究と評価が行われているからである。研究者たちは、利用可能な全ての質の高い研究をメタ分析し、ITS アプローチが効果的であると結論づけた²¹。現在、多くの学校システムが、学習が未完了の生徒を支援するために、高強度の人間による個別指導に注目している。人間の個人指導は非常に高価であり、十分な質の高い人間の個人指導者を見つけるのは難しい。大規模なニーズに関して、もし ITS が人間のチューターが行っていることを補完することが可能であれば、人間が生徒

<https://doi.org/10.3758/BF03194060>

²⁰ Winne, P.H. (2021). Open Learner Models Working in Symbiosis with Self-Regulating Learners: A Research Agenda. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 31(3), 446-459. <https://doi.org/10.1007/s40593-020-00212-4>

²¹ Kulik, J.A., & Fletcher, J.D. (2016). Effectiveness of intelligent tutoring systems: a meta-analytic review. *Review of Educational Research*, 86(1), 42-78; Ma, W., Adescope, O.O., Nesbit, J.C. & Liu, Q. (2014). Intelligent tutoring systems and learning outcomes : A meta-analysis. *Journal of Educational Psychology*, 106(4), 901-918.

<http://dx.doi.org/10.1037/a0037123>

に提供できる個別指導の量を超えることができるかもしれない。

AI ベースの適応性を拡大するための重要な方向性

AI の適応性は「パーソナライゼーション」と呼ばれることもある。ある教育者にとっては、パーソナライゼーションとは学習者に「声 (voice) と選択 (choice) 」を与えることであり、またある教育者にとっては、学習管理システムが各生徒に個別の「プレイリスト」を推奨することを意味する²²。このような不正確さに隠れているのは、パーソナライゼーションを行う多くの Edtech 製品が、限られた方法でしかパーソナライゼーションを行えないという現実である。レッスンの難易度や教材の順番を調整することは、Edtech 製品が適応する最も一般的な二つの方法の一つである。しかし、学習支援には、教材の難易度や順番を調整する以上の方法があることは、教師なら誰でも知っている。例えば、優れた教師は、生徒自身の過去の経験と結びつけて、生徒を引きつける方法を見つけることができる。「学習者の現状に合わせてそのニーズを満たす」と私たちが言うとき、人間の教師は、利用可能なほとんどの Edtech よりも、はるかに包括的で完全な学習者像を持ち込んでいる。教師はまた、(学習者が興味を示した教材だけを提示するアルゴリズムのように)「パーソナライズしすぎる」こともなく、それによって生徒が新しいトピックに触れる機会が制限されることもない。人間の教師が把握する "teachable moments" の性質は、今日の AI モデルが把握できる "teachable moments" よりも幅広い。

公聴会では、AI システムのコア・モデルをどのように拡張しなければならないかについて、多くの意見を聞いた。以下、これらについて説明する。

1. **欠損ベースから強み志向へ。** 公聴会の出席者は、適応性をめぐるレトリックは、しばしば「欠損ベース」であると指摘した。テクノロジーは、生徒に何が欠けているかを正確に指摘し、その特定のギャップを埋める指導を提供しようとする。教師はしかし、生徒の強みも重視する。生徒が持っている資質・能力や資産としての「強み」を見つけ、それを使って生徒の知識を組み立てるのである。AI モデルは、生徒一人一人の能力の源泉を認識したり、それを活用したりすることを怠りながら、完全に公平であることはできない。強みをより志向した AI モデルができれば、それは進歩であろう。
2. **個人の認知から、社会的・その他の学習側面を含む学習へ。** 既存の適応性のレトリックは、個別化された学習の認知的要素にばかり焦点を当て、動機づけやその他の要素は認知的な学習目標をサポートするためにのみ持ち込まれる傾向にあった。出席者は、彼らの学

²² Plass, J.L., & Pawar, S. (2020). Toward a taxonomy of adaptivity for learning. *Journal of Research on Technology in Education*, 52(3),275-300.

<https://doi.org/10.1080/15391523.2020.1719943>

習に対するビジョンは「認知」だけよりも広範であると述べている。例えば、社会的学習は、特に生徒が理由づけ、説明、正当化を学ぶために重要である。英語を学んでいる生徒にとって、カリキュラムの内容を学びながら言語能力を向上させるための、カスタマイズされた適応性のあるサポートが重要であることは明らかである。自己調整能力の育成も重要である。現代的な学習観は、個人主義的なものではなく、生徒がグループや共同体でも学ぶことを前提としている。

3. **定型発達学習者からニューロダイバーシティな学習者へ。** AI モデルは、ニューロダイバーシティな学習者（「定型発達」の生徒よりも一般的ではない方法で世界にアクセスし、処理し、相互作用する生徒）が異なる学習経路や、彼らの強みに合った表示や入力形式から恩恵を受けるのに役立つ可能性がある。有権者は、神経障害のある学習者や学習者の学習をサポートできる AI モデルを求めている。そのため、学習への複数のパスと複数のインタラクション・モダリティに対応できる AI モデルを求めている。そのようなモデルは、「個別化」されたにもかかわらず不十分な学習リソースが割り当てられる生徒がいる可能性を防ぐため、有効性をテストされるべきである。さらに、神経障害のある生徒のためのシステムの中には、現在のところ十分に活用されていないものもあるため、意図された利用をサポートする設計も重要になる。
4. **固定的なタスクから、能動的でオープン、そして創造的なタスクへ。** 前述したように、AI モデルは歴史的に、数学の問題を解くようなクローズドなタスクや、ゲームをプレイするような論理的なタスクを得意としてきた。私たちは、生涯を通じた機会という観点から、学習者の長期的な関与を必要とする、オープンエンドで創造的なタスクで成功する方法を学ぶことを重視している。私たちは生徒たちに、革新的なアプローチを発明し、創造することを学んでほしいと考えている。私たちは、生徒がオープンで創造的なタスクについて成長できるような AI モデルを求めています。
5. **正解から付加的な目標へ。** 現在市販されている多くの適応性アプローチの核心は、テクノロジー内部のモデルが生徒の不正解を数え、スピードアップするか、スローダウンするか、あるいは別のタイプの学習サポートを提供するかを決定するところにある。しかし、正解と不正解だけが学習目標ではない。例えば、難しい問題に粘り強く取り組んだり、助けを求める方法やタイミングを知ったりするなど、学習が困難になったときに自己調整する方法を学んでほしい。私たちは、学習者がチームワークに長け、チームを率いることができるようになってほしいと願っている。生徒が成長するにつれ、主体性（agency）を養い、自分の学習目標に向かって自ら行動できるようになってほしい。

公聴会でお聞きした拡張可能性についてのあらゆる側面を列挙することは、本報告書の

範囲を超えている。以下の「教育」、「評価」、「研究」の各セクションで、幾つかの追加的な側面が紹介されている。例えば、「研究」では、人間が容易に把握し考慮することができるコンテキスト（文脈）について、AI システムがそれを苦手とするあらゆる在り方について議論する。

全体として、公聴会に参加した有権者は、今日の学習者が直面する未来に対応するためには、学習に対する野心的な見通しが必要であると認識していた。参加者は、AI が学習を狭める可能性を懸念していた。例えば、AI を教育に取り入れることで、生徒の創造的で自由な課題に対するスキルや、チームを率いて協力する能力への関心が薄れれば、学区は、地域社会や職業で評価されるコミュニケーション他のスキルに秀でた卒業生のポートレートとの関連で、生徒の成長を実感できなくなる可能性がある。

Edtech の AI に何を達成させたいかを構想するとき、私たちは人間中心の学習ビジョンをスタートさせ、常に見直さなければならないことを、有権者は私たちに気づかせてくれた。

二重性：AI とともに学び、AI について学ぶ

AI が学校に導入されるにつれ、教育における AI について、（1）生徒の学習を支援する AI、（2）AI や関連技術についての学習支援、という二つの大きな視点が生まれる。これまでは、数学や作文といった教科の学習や習得を支援する AI システムやツールについて述べてきた。しかし、生徒が AI について学び、教育や社会における AI の存在を批判的に検討し、自らの生活やキャリアにおける AI の役割や価値を判断することも重要である。本レポートでは、各セクションのリスクについて述べている。ここでは、生徒が、偏見や監視のリスクなど、生活のあらゆる要素に現れる AI のリスクを意識し、それに精通することが重要である。近年、学校は生徒のサイバーセキュリティに対する理解を支援してきた。AI は新たなリスクをもたらし、生徒たちはそれらについて学ぶ必要がある。

私たちは、生徒たちに AI の仕組みについて学ぶ機会を与え、同時にプライバシーやセキュリティなどの関連トピックについて議論する機会を与えるような取り組みが進行中であることを心強く思っている²³。その他の学習目標は、K-12 Computer Science Framework に

²³ Forsyth, S., Dalton, B., Foster, E.H., Walsh, B., Smilack, J., & Yeh, T. (2021, May). Imagine a more ethical AI: Using stories to develop teens' awareness and understanding of artificial intelligence and its societal impacts. 2021 Conference on Research in Equitable and Sustained Participation in Engineering, Computing, and Technology (RESPECT). IEEE. <https://doi.org/10.1109/RESPECT51740.2021.9620549>; Zhang, H., Lee, I., Ali, S., DiPaola, D., Cheng, Y., & Breazeal, C. (2022). Integrating Ethics and Career Futures with Technical Learning to Promote AI Literacy for Middle School Students: An Exploratory Study. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 1-35. <https://doi.org/10.1007/s40593-022-00293-3>

記載されている。我々は、生徒が小学校、中学校、高校で AI について学び始めることができることを確認している。

生徒たちは AI を使って、自分たちがワクワクするようなシミュレーションや製品をデザインすることができる。また、生徒たちは日常生活で経験する製品の倫理について話したり、学校で見たい、あるいは見たくない製品の種類について多くを語ったりしていることがわかった（後の「研究」の項では、AI を活用した次世代の Edtech の作成に生徒を参加させる共同設計プロセスへの要望を述べている）。全体として、学習をサポートするために AI を使用することと、生徒が AI について学ぶ機会を与えることに注意を払うことのバランスが重要である。

挑戦：教育における AI のシステム思考

AI が教育制度へと拡張するにつれ、AI は現在機能不全に陥っているその部分や場所に入り込むことになるだろうと、公聴会の参加者は私たちに思い起こさせた。AI は確かに壊れた制度を修復するものではない。制度の文脈が不安定であったり不確実であったりする場合には、さらに慎重に使用されなければならない。

“何よりもまず、すでに分断され、破壊され、不平等になっている教育現場に、テクノロジーが導入されようとしている。テクノロジーが差別をするのではなく、私たちが差別をするのです。ですから、このような新しいシステムの応用について考えるとき、私たちは AI の文脈に応じた応用について本当に考えなければならないのです。”

-ニコール・ターナー博士

前述したように、AI システムやツールは学習の目標と完全に一致するわけではないため、教育者やその他の大人がこれらのツールを教育や学習に効果的に活用できるような、適切な場所に AI を配置する教育環境を設計しなければならない。ITS の例では、AI が数学の問題演習による学習をより効果的なものにする可能性があることがわかった。カリキュラム全体のアプローチには、議論やモデリングのような数学的実践を重視する教師の役割が含まれるかもしれない。さらに、少人数グループの学習も重要であることに変わりはない。生徒たちは、現実的な課題への対応に取り組みながら、少人数のグループで数学を使って予測したり、正当化したりするかもしれない。現在のところ、AI ではなく人間にとって「適切な場所」の一つは、学習がどのように文化に敏感であり、文化を持続できるかを理解することである。なぜなら、AI は生徒の共同体（community）や家庭の独自の強みに学習を結びつけることにまだまだ準備ができていないからである。

学習用 AI についてのオープンクエスチョン

AI の基礎が進歩するにつれ、学習支援に AI を活用する機会は急速に拡大している。これ

らの機会を探るにあたり、以下の未解決の問題は継続的な注目に値する：

- AI はどの程度まで生徒の長所への適応を可能にしているのか？ AI は障がいのある学習者や英語学習者への支援手段を改善することは可能か？
- 学習用 AI の選択と活用に、若者の声（voice）はどのように関わっているのか？
- AI は、生徒の活動の幅を狭めているのか（例：手続き的な数学の問題）、それとも、個別化学習、プロジェクトベースの学習、視覚化、シミュレーション、仮想現実からの学習、学校、地域社会、家庭の環境を超えた学習などの特徴を強調する全米エドテックプラン（NETP）で強調されている活動の幅を広げているのか？
- AI は、生徒が小グループ学習や協調学習に積極的に参加できるようにするなど、学習の社会的側面を含め、学習者全体をサポートしているか？ 例えば、AI は、共有された注意、相互関与、仲間同士の助け合い、自己管理、お互いの貢献への積み上げ（build on）などに貢献しているか？
- AI を使用する場合、生徒のプライバシーとデータは保護されているか？
生徒とその保護者は、自分たちのデータがどうなるかについて知らされているか？
- 学習者による AI 利用の障害、偏見、その他の望ましくない結果について、生徒の AI 利用を監視するプロセスやシステムはどの程度強固か。突発的な問題にはどのように対処するのか？
- 生徒の学習に AI システムを使用した場合の影響について、質の高い研究や評価が行われているか？ システムが機能するかどうかだけでなく、誰にとって、どのような条件下で機能するかについてもわかっているのか？

鍵となる提言：学びのビジョンに沿った AI モデルを求める

私たちは、AI の進歩が適応性にとっていかに重要であるか、また、適応性がモデル固有の品質によって制限される方法について注意を喚起した。私たちは、Edtech の先行する波が「パーソナライズされた」という用語を様々な方法で使用しており、特定の製品やサービスにとってパーソナライズが何を意味するのかを明確にすることが重要だと指摘した。したがって、鍵となる提言は、これから登場する Edtech 製品内の AI モデルの長所と限界を見極め、望ましい学びのビジョンに近い AI モデルに集中することである。AI は現在急速に進歩しており、単純な AI のような機能を内部に持つ製品と、より洗練された AI モデルを持つ製品を区別すべきである。

研究開発で起きていることを見ると、これらの限界を克服するための多大な努力と後押しが見て取れる。「人工一般知能（AGI）」は存在しないため、意思決定者は学習の視野を狭める可能性のある AI モデルの選択には注意する必要があると指摘した。また、AI のモデルは常に現実世界の経験よりも狭いものであるため、特定の教育システムの長所と短所を考慮した上で、人間を輪（loop）の中に入れるようなシステム思考で進める必要があ

る。私たちは、学習のための完全なシステムは、AIの構成要素よりも広範であると考え
る。

§ 3 教育

教師は長い間、テクノロジーが教師や教室、生徒のために可能にする多くのことを思い描いてきたが、最近のパンデミックがもたらした変化はそうではなかった。今日、ほとんど全ての教師が、誰も予想していなかったような指導 (instruction) へのテクノロジーの利用を経験している。そうした経験の中には、肯定的なものもあれば、そうでないものもある。どの経験も、教育とテクノロジーについてさらに考える上で、重要な文脈を与えてくれる。

教師が経験する課題への取り組みに焦点を当てることが非常に必要である。教師がいつもしている素晴らしい仕事を、もっと簡単にできるようにしなければならない。また、人々が教職を選ぶ理由を忘れず、重要な仕事ができるようにしなければならない。本セクションでは、このようなコンセプトも含めて、AI が教師や授業をサポートする事例について説明する：日常的な指導の負担を軽減する AI アシスタント；生徒のニーズに対する推奨事項を教師に提供し、生徒との仕事を拡張する AI；教師が実践を振り返り、計画し、改善するのを支援する AI などである。

“AI を使うことで、事務的なことに気を配る必要が減り、教室で学習が必要な生徒に注意を向けることができるようになります。だから、AI が教師としての私をサポートしてくれる可能性にもものすごく期待しています。”

-ヴィドゥラ・プランテ

常に教育者を指導のループの中心に据える

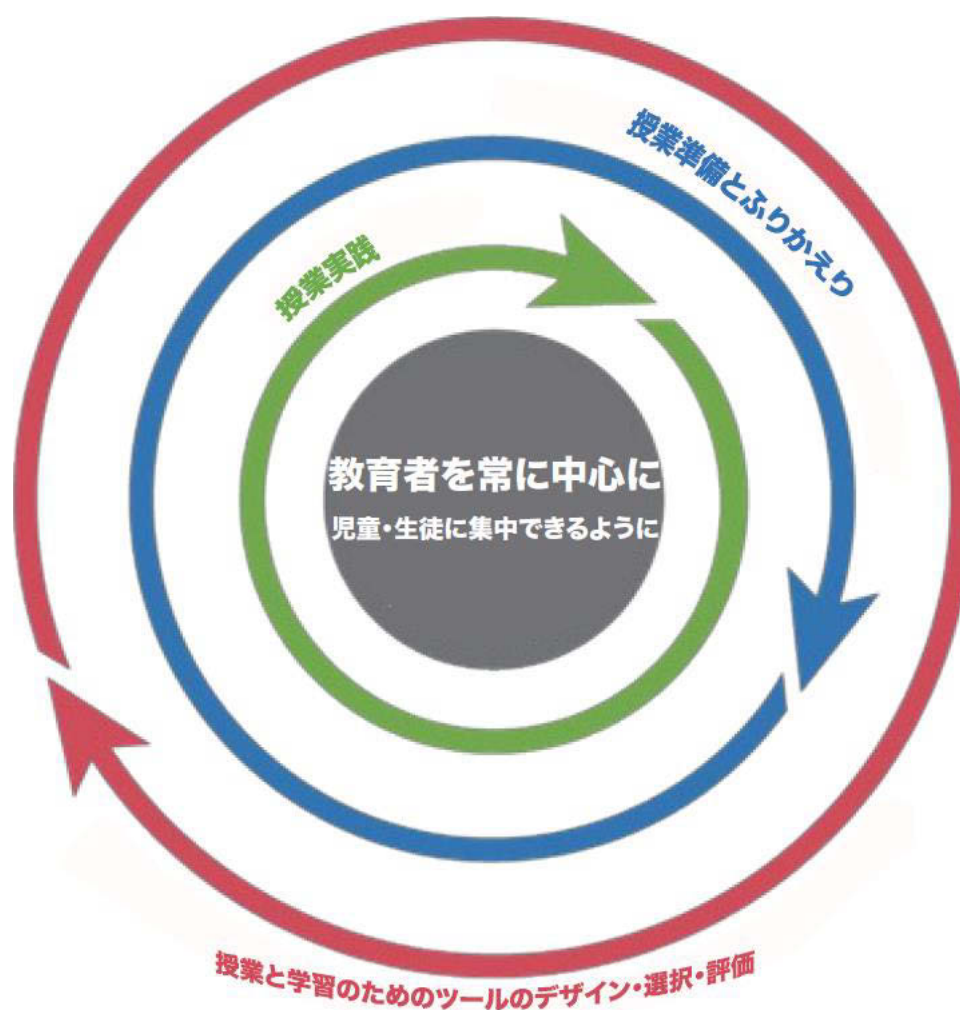
学習と教育の質を向上させる AI を実現するには、常に教育者を中心に据える Always Center Educators (ACE) が必要である。実践的に言えば、“ACE in AI”を実践するということは、人間主義的な教育観を前面かつ中心に押し出すということである。ACE は、“AI は教師に取って代わるのか？”という質問に対して、自信を持って “ノー”と答えられるように当部門 (the Department) を導く。ACE は単に教師の仕事を楽にするだけでなく、多くの教師がやりたいと思っていることを可能にする。例えば、生徒をより深く理解し、教えられる瞬間 (teachable moments) に創造的な方法で対応できるような時間を増やすことなどだ。

教育者をどのように中心に置くかをより正確に考えるため、私たちは、「人間がループの中にいる AI」の提唱に戻り、教師が中心に来るべきループは何かと問う。図 5 は、三つの重要なループを示唆している (適応性のループに関する研究からヒントを得た²⁴) :

²⁴ Alevin, V., McLaughlin, E.A., Glenn, R.A., & Koedinger, K.R. (2016). Instruction Based on Adaptive Learning Technologies. Mayer, R.E. & Alexander, P.A., Handbook of research on learning and instruction, 522-560. ISBN: 113883176x49

1. 教師が教えるという即時的な仕事を行う際に一瞬一瞬の判断をするループ。
2. 教師が授業準備、計画、ふりかえりを行うループ。職能開発（PD）にもつながる。
3. 教師が AI を活用したテクノロジーのデザインに関する決定に参加し、テクノロジーの選択に参加し、テクノロジーの評価も方向づけるというループ。自分たちの教室だけでなく、同僚の教師の文脈も創ることになる。

図 5：「人間がループに入る AI」の概念で教育者を常に中心に据える三つの方法



洞察：AI を活用した教師の仕事の改善

教師の仕事は複雑で、毎日何千もの意思決定を下している。教師は、教室のプロセス、教室を越えた生徒との交流、同僚の教師との仕事、管理運営的な仕事に参加する。また、地域社会の一員でもあるため、家族や養育者との交流も求められる。

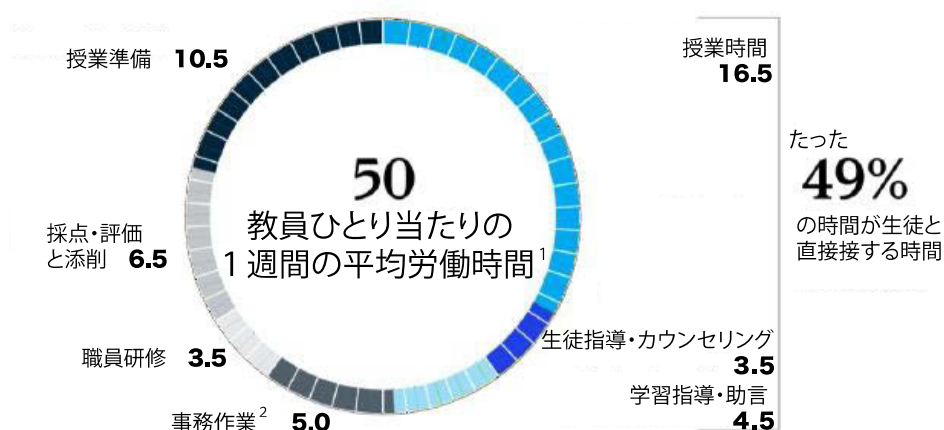
もし教師が、クラスの生徒が出す様々な答えの範囲を効率的に予測し、理解することができ

れば、その斬新な答えについて創造的に考え、生徒がどのように、なぜその答えを出したのかを考えることが可能になる。²⁵

我々はこれまで（AI 等により）日常的なタスクがどれほど楽になったかをいくらかでも考えることができる。イベントに関するアラートや通知を要求し、受け取ることができる。聴きたい音楽を選ぶのも、以前は（デジタル音楽であっても）何段階ものプロセスが必要だったが、今では聴きたい曲の名前を言うだけで再生される。同じように、以前は旅の地図を作るには面倒な地図調べが必要だったが、今は携帯電話で目的地に着くのに幾つかの交通手段の中から選ぶことができる。なぜ教師は、変化する生徒のニーズに気づき、テクノロジーに富んだ授業計画を実現するためのサポートを受けることができないのだろうか。なぜ、もっと簡単に生徒の学習計画を立てられないのだろうか。教室で何か物事が起きたとき、なぜ教室のツールは、教師がその場で生徒の長所やニーズに適応することを容易にしないのだろうか。

図 6：教師は週に約 50 時間働き、生徒と直接接する時間はその半分以下である。

教師の労働時間の内訳



¹ 中国、シンガポール、英国、米国の回答平均

² "その他"のカテゴリも含む

出典：Mackinsey Global Teacher and Student Survey

マッキンゼーの報告書²⁶は、AI の最初の利点は、管理業務や事務作業における低レベル

²⁵ Hammerness, K., Darling-Hammond, L., & Bransford, J. (2005). Preparing teachers for a changing world: What teachers should learn and be able to do. Jossey-Bass. ISBN: 0787996343

²⁶ Bryant, J., Heitz, C., Sanghvi, S., & Wagle, D. (2020, January 14). How artificial intelligence will impact K-12 teachers. MaKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/industries/education/our-insights/how-artificial-intelligence->

の負担を軽減することによって、教職を改善することであると示唆した（図 6）。

同レポートはまた、AI を活用したテクノロジーによって回収された時間を、さらに次のようなことに振り向けるべきだと提言している。特に、週平均 11 時間の授業準備をわずか 6 時間に減らすといった成果が挙げられる。以下に、これらと他の二つの好機を紹介する。

1. 指導の負担を軽減し、生徒への集中力を高めるために、低レベルの細部を扱う。

優れた教師は、大小全てのレベルの詳細をマスターしなければならない。ある生徒を指導しているとき、教師は後でその生徒に役立つ学習教材を送りたいと思ったとしよう。どうやってそれを送るか覚えているだろうか？ 音声アシスタントや他の形態の AI アシスタントは、教室でのセッションが終わった後、教師がフォローアップするための簡単な音声メモを分類することで、整理整頓を容易にすることができる。AI 対応の音声アシスタントは市場に出始めており、教師が生徒に集中できるよう、多くの簡単なタスクをこなすことができる。これらのタスクには、記録管理、活動の開始と停止、教室内の資料提示、スピーカー、その他のテクノロジーの制御、リマインダーの提供などが含まれる。多くの労働者が、いずれは仕事を楽にするためにアシスタントを使うようになるだろう。

2. 教師が生徒と接することができる時間を超えても、教師の意図を伝え続けること。

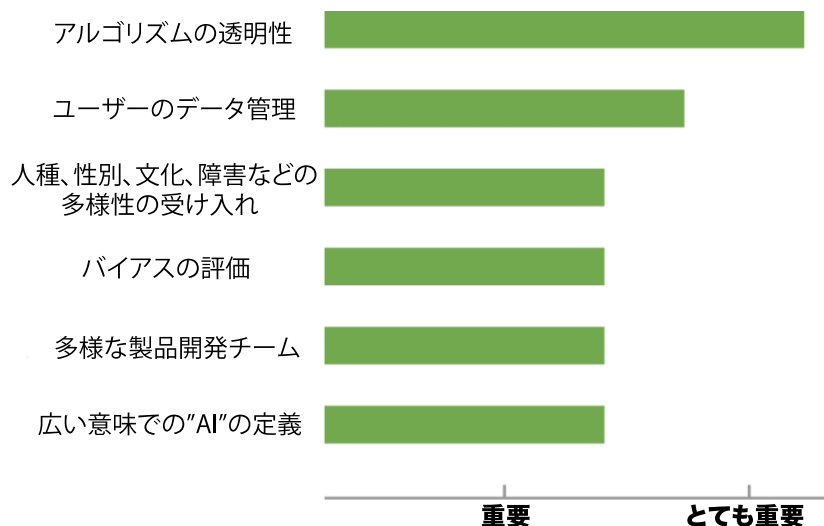
次の登校日までの限られた時間を考えると、教師はほとんどの場合、生徒一人一人にできる以上のことをしたいと思うものだ。教師は、生徒がさらに 10 問の数学の問題を練習している間、生徒と一緒に座り、継続的なサポートとフィードバックをしたいと思うかもしれない。もし教師が生徒と一緒にいられるのが 3 問だけなら、残りは AI 学習システムに任せることもできるだろう。教師は、宿題を手伝うために四六時中待機しているのではベストを尽くせないが、放課後に勉強している生徒にどのような種類のサポート、ヒント、フィードバックを受けさせたいかを示すことはできるだろう。AI アシスタントは、生徒がいつでもどこでも宿題をしたり、自分でスキルを練習したりする際に、そのようなサポートを受けられるようにすることができる。教師は、家族や保護者に、より広範な個人的メモを提供したいと思うかもしれない。AI アシスタントは、生徒の最近の授業に基づいた草稿を提供できるだろう。教師は AI が生成したコメントを確認し、必要な箇所を素早く編集してから、生徒にメモを返すことができる。AI ツールは、教師が生徒の保護者や介護者全員と協力できるよう、言語翻訳を手助けすることもできるだろう。AI ツールは、教師の意識向上にも役立つだろう。例えば、次のセクションの「形成的評価」では、教師は各生徒や各生徒グループの状況を常に把握できるわけではないことを述べている。

3. 教師の職能開発をより生産的で実りあるものにする。

すでに教師の授業記録を可能にし、職能開発のコーチと共に振り返るべき授業中のディスカッションをハイライトしてくれる製品も生まれつつある²⁷。授業中に教師が計算するのが難しい、生徒の発言が多いか少ないかといった指標を計算することもできる²⁸。生徒の学習意欲を高めたい教師にとって、こうした指標は貴重なツールとなる。シミュレーターは、参加者の顔や声を変えながら、実際の教室での指導例を再現できるため、身元を明らかにすることなく、教師間で指導状況を共有し、議論することができる²⁹。

公聴会のパネリストであるサラ・ハンプトンが、人間的な触れ合いについて述べたことに注目してほしい。教師は、指導に必要な（しかしあまり意味のない）負担が軽減されれば、AI が生徒との人間的なつながりを重視した指導に役立っていると感じるだろう。下の図 7 は、公聴会で教師が AI について挙げた懸念を示している。

図 7：AI を活用した授業に関する公聴会での懸念事項



²⁷ Chen, G., Clarke, S., & Resnick, L.B. (2015). Classroom Discourse Analyzer (CDA) : A discourse analytic tool for teachers. *Technology, Instruction, Cognition and Learning*, 10(2), 85-105.

²⁸ Jensen, E., Dale, M., Donnelly, P.J., Stone, C., Kelly, S., Godley, A. & D'Mello, S.K. (2020). Toward Automated Feedback on Teacher Discourse to Enhance Teacher Learning. In *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. (CHI '20)

²⁹ Ersozlu, Z., Ledger, S., Ersozlu, A., Mayne, F., & Wildy, H. (2021). Mixed-reality learning environments in teacher education: An analysis of TeachLivE™ research. *SAGE Open*, 11(3). <https://doi.org/10.1177/21582440211032155>.

計画立案と振り返りにおける教師の準備と支援

ACE はまた、上記のような可能性やそれ以上の可能性を活用できる教師を育成することも意味している。「研究」のセクションでは、教員養成（現職前教育）がいまだにテクノロジーというトピックを区分けし、不適切に扱う傾向があることを強調している。このセクションでは、教員研修プログラムにテクノロジーを深く統合する方法についての研究に投資する必要性を示唆している。現職教員もまた、「教授法」のセクションで紹介されているような、AI が提供できる機会を活用するための専門的な能力開発を必要としている。

専門家育成は、機会について議論するだけでなく、新たなリスクについて教師に知らせ、AI の落とし穴を回避するためのツールを提供するというバランスの取れたものでなければならないだろう。

AI ツールのデザイン、選択、評価

教師は既に使いやすさと実現可能性に力点を置きながら、AI ツールのデザイン、選択、評価に関わることができている。その効果に関する証拠を調べ、その結果を管理職と共有できている。またテクノロジーの実装についても洞察共有できる。

残る問題は、バイアスや公平性に関するアルゴリズムの差別である。教師はこうした問題を理解するための時間と支援を必要とする。

教育用 AI について問う価値のある質問

教員養成のための教育、現職教師のための研修の指導者たちが（政策立案者、開発者、研究者たちとともに）AI がどのように授業を改善できるかを考えている今、このエコシステムに携わる全ての人たちに、このような問いを立てることにもっと時間を費やすことを強く求めたい：

- AI は教育者の日々の仕事の質を向上させているだろうか？ 教師たちの負担は軽減され、生徒たちに集中して効果的に教えることができるようになっているのだろうか？
- AI がある種の教育負担を軽減する一方で、AI の潜在的な利点を否定するような形で、新たな責任や追加的な仕事が教師に転嫁されたり割り当てられたりするのを防いでいるのだろうか？
- 授業での AI の活用は、生徒のプライバシーを守りつつ、生徒とその長所についてより詳細な洞察を教師に提供しているのだろうか？
- 教師は学習者に使用される AI システムを監督しているか？ AI を活用したツールやシステムの使用において、教師は適切なコントロールを行使しているのか、それとも不適切に意思決定をシステムやツールに委ねているのか。
- AI システムが教師のサポートや指導の強化に使われる場合、監視に対する保護は十分か？

- AI を活用したツールやシステムの利用において、公平性を向上させ、偏見を減らし、文化的対応力を高めるために、教師はどの程度まで発言力や意思決定力を発揮できるのか。

重要な提言：検証可能、説明可能、オーバーライド可能な AI

「はじめに」では、AI をシステムに組み込む場合、AI の中核となるのはモデルであるという考え方について述べた。「学習」の項では、モデルが私たちの思い描く学習と合致するように注意する必要がある（例えば、モデルが狭すぎないように）ことを述べた。ここで、教師（及び生徒とその家族／保護者）のニーズに基づいて、優れた AI モデルの基準にもう一つのレイヤーを追加する³⁰。それは「説明可能性」である。幾つかの AI は世界を判断して適切なアクションを取れるが、どうしてそうするか（パターンと行動の関連性）を説明できない。しかし、教師は、AI モデルがどのように生徒の作業を分析したのか、なぜ AI モデルが特定のチュートリアル、リソース、次のステップを生徒に推奨したのかを知る必要がある。

したがって、AI システムの判断の説明可能性は、教師がその自動化された判断を判断する能力の鍵となる。このような説明可能性は、教師が AI に対して適切なレベルの信頼と（どこから信頼できないのかという意味での）不信を抱くのに役立つ、特に AI モデルが判断を誤る傾向がある場所を知るのに役立つ。説明可能性はまた、AI システムが間違った情報に基づいて不当に行動している可能性がある場合（つまり、バイアスがかかっている可能性がある場合）を教師が監視する能力の鍵でもある。

説明可能性という考え方の背景に、教師は AI モデルが何をしているのかを検証できる必要がある。例えば、どの生徒に対してどのような指導が推奨されているのか？ 終わりのないループの中で、どの生徒に補習が課せられているのか？ どの生徒が進歩しているのか？ 現在の製品のダッシュボードはこのような情報の一部を提示しているが、AI を使えば、教師はどのような決定が誰のために行われているかをさらに調査し、AI モデルが特定の決定に達したときに利用できた生徒固有の要因（そしておそらくどの要因が影響したか）を知りたいと思うかもしれない。例えば、今日のアダプティブ・クラスルーム製品の中には、生徒が過去 3 回の数学の問題で成功したかどうかだけを考慮し、教師が考慮すべき他の変数を考慮しない限定的な推奨モデルを使用しているものもある。

私たちが AI モデルを評価する際に公平性への配慮を呼びかけるには、特定の AI システムで差別的バイアスがどのように生じる可能性があるのか、また開発者はそれに対処するために何をしてきたのかについての情報が必要である。これは、ツールがどのようにデータ

³⁰ Khosravi, H., Shum, S.B., Chen, G, Conati, C., Tsai, Y-S., Kay, J., Knight, S., Martinez-Maldonado, R., Sadiq, S., Gašević, D.(2022). Explainable Artificial Intelligence in education, Computers and Education: Artificial Intelligence, 3. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100074>

セットを使用して成果を達成するのか、また、どのようなデータが利用可能なのか、あるいは教師が判断に含めることができるがシステムには利用できないデータについての透明性によってのみ達成できる。

教師はまた、生徒が次にどの数学の問題集に取り組むべきかの決定など、自動化された決定を閲覧し、自分自身で判断する能力も必要となる³¹。教師は、AIシステムの決定に対して人間の判断を主張する場合、不利な影響から保護される必要がある。

“このようなシステムは、多くのデータに基づいて予測がなされる、ブラックボックスのようなものとみなされることがあります。しかし、私たちに必要なのは、どのように推薦や相互作用がなされ、どのような証拠やデータが使用されて推薦がなされるのかを明確に示し、教師や関係者全員が、なぜそのようなシステムがそのような情報を提供するのかを理解できるようにすることです。ですから、オープンな学習環境、検査可能な学習者モデル、あるいは関係者がこれらのシステムがどのように意思決定や推奨を行っているかを理解できるアプリケーションを持つことは、教育と学習の将来において重要な側面となるでしょう。”

-ディエゴ・サパタ＝リベラ

³¹ Ruiz, P. & Fusco, J. (2022). Teachers Partnering with Artificial Intelligence: Augmentation and Automation.

<https://digitalpromise.org/2022/07/06/teachers-partnering-with-artificial-intelligence-augmentation-and-automation/>

§ 4 提言

先に、私たちは二つの指針になる質問をした：

1. 人間の主体性を保護し、その中心に置きながら、オートメーションを活用する教育システムについて、私たちはどのようなビジョンを持っているのだろうか？
2. このビジョンを倫理的かつ公平に広く実施するために、必要なガイドラインとガードレール、そしてポジティブな影響に関する説得力のある証拠を、どのようなスケジュールで準備できるだろうか？

最初の問いに対する答えは、「学習」「指導」「評価」「研究」の各セクションを通じて提供されている。この章では、教育リーダーへの行動喚起と提言に移る。当部門の観点の中核は、教育には当部門特有のリーダーシップが必要であるということである。リーダーシップは、安全な AI のための広範な枠組み（「AI 権利章典のための青写真」など）と同様に、Edtech における先行成果（生徒のプライバシーや学校データのセキュリティに関する強力な先行研究など）を認識し、それを基礎とすべきである。リーダーシップはまた、これらの成果や枠組みを超えて、教育における AI の斬新な能力や用途に特有の新たな機会やリスクに対処しなければならない。

洞察：AI を政策目標に合わせる

本政策報告書の各セクションは、学習、教育、評価、研究の四つの分野それぞれについて洞察を示している。これらの洞察は、広範な利害関係者の協議と公聴会から総合されたもので、AI の進歩が同省の政策目標を前進させる機会をもたらすことを示している：

- 教師を引きつけ、定着させるという我々の目的を支援するために、我が国は、教師の仕事をより良くし、生徒と密接に、共感的に働くために必要な情報を教師に提供する AI アシスタントに焦点を当てることができる。教師が輪の中にいることに重点を置くことで、AI を活用した授業テクノロジーは、教師が常に把握し、生徒と接し、重要な指導上の決定をコントロールできるようにすることができる。教師が常に輪の中にいることは、リスクを管理する上でも重要である。
- 公平な学習、特にパンデミックの影響を最も受けている生徒の学習を支援するために、AI は Edtech を現在の「欠陥に基づくモデル」から「強みに基づくオルタナティブなモデル」へとシフトさせることができる。生徒の弱点を発見し、対策を講じるだけでなく、生徒が学習にもたらす長所や、認知的、社会的、自己調整的な人間である生徒全体に適応することで、より多くのことができるようになる可能性がある。パワフルな学習生徒全体への適応には、英語学習者だけでなく、障害のある生徒への支援も含まれるべきである。公平性に関しては、（AI システムの開発方法に内在する）バイ

アスの課題に強く注意を払い続け、公平性を確保するためにしっかりとした行動を取らなければならない。

- 成功するキャリアへの成長軌道に関しては、AIを活用した評価が可能である。生徒と教師は、学習を向上させる情報を提供することに重点を置きながら、より幅広い価値あるスキルに関する形成的指導を受けることができる。人間中心の考え方に沿って、私たちは、生徒、教師、その他の人々が指導の意思決定の中心となるような、評価のシステム的な見方をとるべきである。
- 公平性に関しては、研究が進み、AIにより多くの文脈（情報）がもたらされるようになれば、ニューロダイバーシティな生徒への対応も含めて。学習リソースのカスタマイズをサポートするためにAIを活用することができるようになるだろう。

今後、教育リーダーたちは、AIに関するあらゆる議論のテーブルに、これらの優先事項や彼ら自身の政策優先事項を持ち込み、新しいテクノロジーができるかもしれないという興奮だけでなく、人間の優先事項を中心に会話を進める必要がある。基本的に、AIは目標を達成するためのプロセスを自動化しようとするものだが、自ら目標をセットすることはできない。目標は、教育者の教育と学習に対するビジョンと、生徒の強みとニーズに対する教育者の理解から生まれるものでなければならない。

教育リーダーに行動を呼びかける

政策行動のための七つの提言をまとめた。これらの提言は教育リーダーのためのものである。冒頭では、AIの政策決定に教育関係者を参加させる必要性を指摘した。私たちはまた、公聴会を通して、教育における様々な役割の人々が、情熱、知識、洞察力を持っていることを確認した。私たちの見解では、あらゆるタイプの有権者が教育リーダーになりうる。私たちは、どの有権者の役割が、どの提言を推進する上でより重要であるかを示唆するつもりはない。ただし、幾つかの提言の中で、それが正当化される場合には、具体的な行動の必要性を呼びかける。

提言1：ループの中で人間を強調する

まず、本報告書の中心となる提言から始めよう。この提言は、有権者の明確なお気に入りであった。実際、700人を超える聴講者が参加した公聴会では、AIを活用したEdtechのためのコンセンサス・ビジョンを、人間を中心に置く形でいかにして実現するか、という議論が主流だった。「AIの権利章典のための青写真（Blueprint for an AI Bill of Rights）」は、同様に「自動化されたシステムが失敗した場合、エラーが発生した場合、又はその影響に異議を唱えたい場合、フォールバックとエスカレーションプロセスによって、タイムリーな人間による検討と救済へのアクセス」を求めている。このコンセンサスに基づき、私たちは全ての有権者に、AIを教育的に利用するための重要な基準として「人間がループに入る」こ

とを採用するよう呼びかける。

私たちが思い描くのは、ロボット掃除機のようにではなく、電動自転車のように技術強化された未来だ。電動自転車では、人間は完全に（状況を）意識・制御しているが、その負担は少なく、その努力は補完的な技術強化によって倍加される。これに対して、ロボット掃除機は仕事をし、人間を関与や監視から解放してしまう。

ループに関わる人間は教師だけであってはならないが、図 5 は 3 種類の教師のループの例を示したものであり、「ループの中の人間」の意味を説明するために使うことができる。ここでは、AI チャットボットを例にして、ループの意味を詳しく説明する。

第一に、生徒が AI チャットボットとの長期的なインタラクションに関与するようになると、教師は生徒に対して AI の安全な使用について教育し、その使用を監視し、物事がうまくいかなくなったときに人間的な手段を提供する必要がある。

第二に、教師はチャットボットを使って生徒のための個別指導を計画し始めている。教師は、他の教師と共に、効果的なプロンプトを理解し、AI が生成した授業計画に欠陥がないか分析する方法を知り、AI システムを過度に信頼し、人間の判断を過小に適用するという人間の傾向を避けるためのループに含まれる必要がある。

第三に、教師は、AI システムが教室で使用される前や、改善の必要性が観察されたときに、その設計と評価に関与する必要がある。ある例では、AI が生成する生徒への宿題サポートを設計するために、教師が宿題の内容を深く理解する必要がある。

生徒が必要とする認知的、動機的、社会的サポートは、宿題サポートチャットボットの設計に必要なガイダンスとなるだろう。

教育における AI のフレームワークとして、本報告書では「Human in the Loop AI」という重要な提言を提唱している。どちらかという技術的な分野では、human in the loop は親しみやすく人間味のある基準である。この用語は、AI を活用したシステムやツールが教師に取って代わることを示唆するのではなく、教育における AI の活用について判断し管理する教師の責任を強化しながら、指導者であり指導の意思決定者である教育者の中心的な役割を確固たるものにするものである。これは、人がどのように教え、学ぶかにおいて非常に重要な、フィードバックのループという重要な考え方と共鳴する。また、検査可能で、説明可能で、切断可能で、無効化可能な AI のアイデアとも一致する。

また、保護者、家族、生徒、政策立案者、各制度のリーダーに対しても同様に、自分たちが責任を負う「ループ」を検討し、そのループの中で AI の役割が増大していることを批判的に分析し、教育システムにおける人間の判断の優位性を支持し続けるために何をすべきかを判断するよう求める。

提言 2：AI モデルを教育ビジョンの共有に合わせる

「すべてのモデルは間違っているが、幾つかは有用である。」

-ジョージ・ボックス（統計学者）

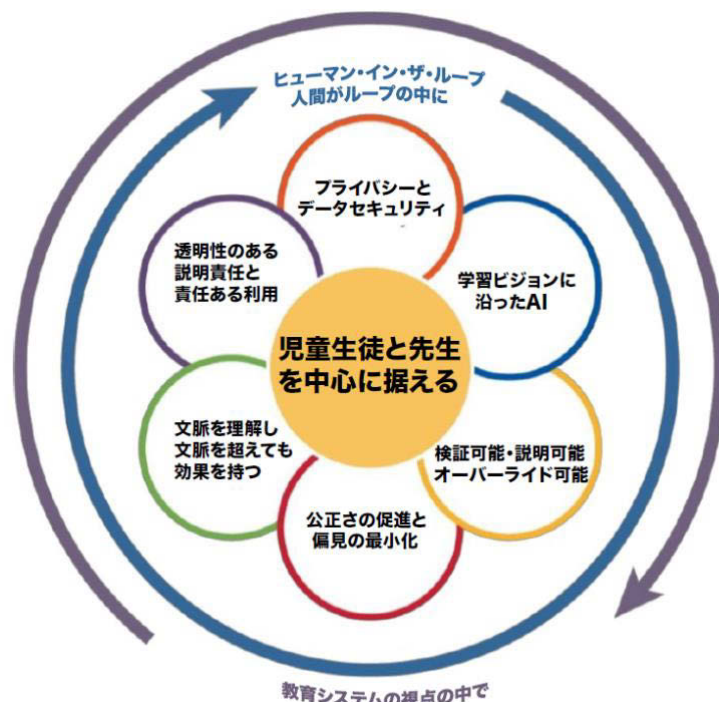
本レポートの各セクションで述べてきたように、AI 技術はモデルに基づいており、これらのモデルは必然的に不完全なものとなる。教育目標を挙げ、モデルがどの程度適合し、有用であるか、あるいは適合せず有害かもしれないかを測定するのは人間次第である。あるツールが教育の優先事項にどの程度役立つかを評価することは、当たり前のことのように思えるかもしれないが、技術にロマンを覚えることは「技術で何ができるか見てみよう」という態度につながり、目標への焦点を弱め、優先事項に合わないモデルを採用する原因となる。

ここでは、地方、州、連邦レベルの教育政策・意思決定者に対し、優先事項、教育戦略、テクノロジー導入の決定を調整し、新たな AI 能力に対する興奮よりも生徒の教育ニーズを優先させるために、その力を行使するよう呼びかける。私たちは、ESSA の 4 段階のエビデンス、FERPA のプライバシー要件、今後強化される方針など、Edtech の導入と利用を導く既存の州、地区、学校レベルの方針への注意を強化したい。地域の教育リーダーたちは、自分たちの緊急の教育優先課題を最もよく知っている。AI（又はその他の新たなテクノロジー）に関する全ての会話は、生徒の教育上のニーズと優先事項を前面に押し出し、そのニーズと優先事項を中心に据えた有効性の評価に関する議論で締めくくべきである。公平性は常に注意を払わなければならない優先事項の一つであり、特に偏った AI モデルがもたらす懸念すべき結果を考えればなおさらである。

私たちは特に指導者たちに、AI の魔法にロマンを感じたり、有望なアプリケーションや成果だけに注目したりするのではなく、AI を活用したシステムやツールが教育環境でどのように機能するのかを批判的な目で吟味するよう求めている。私たちは指導者たちに、大まかな主張を信用せず、以下の図の次に挙げる 6 種類の質問をするよう求めている。

教育における AI モデル使用のどの特徴が、意図された教育目標との整合性を評価する上で最も重要であるか。指導者を支援するために、教育ツールやシステムにおける AI モデルとその使用に関する我々の洞察を図 14 にまとめた。

図 14：教育現場における AI ツール・システムに求める要件の提言



この図では、AI モデルが教育用途に適しているかどうかを検討する際に、教育と学習を中心に据えている。人間は、AI モデルを定義し、改良し、使用するループにとどまる。私たちは、教育用 AI モデルの六つの望ましい特性を強調する（「AI 権利章典の青写真」の原則を、教育システムの特異性に合うように精緻化した）：

1. **教育者の学びのビジョンとAIモデルの整合性**：教育システムでAIを使用することを選択する際、意思決定者は、教育目標、人々がどのように学習するかについて我々が知っていること全てとの適合性、及び教育におけるエビデンスに基づくベストプラクティスとの整合性を優先する。
2. **データのプライバシー**：AIシステムにおける生徒、教師、その他の人間のデータのセキュリティとプライバシーの確保は不可欠である。
3. **説明性**：教師は、AIがEdtechシステムに組み込まれているかどうか、またどのように組み込まれているかを判断するために、Edtechを検証することができる。教育者がAIモデルを推し進めることで、パターンを検出する根拠や推奨を行う根拠を説明することができ、人々はこれらの推薦をコントロールすることができる。
4. **アルゴリズムによる差別の保護**：教育におけるAIの開発者と実装者は、AIモデルの偏

りを最小限に抑え、公平性を促進するための強力な手段を講じる。

5. **安全で効果的なシステム**：教育におけるAIモデルの使用は、（この目的のために教育界ですでに確立されている基準を用いて）有効性の証拠に基づくものであり、多様な学習者や様々な教育環境において機能するものである。
6. **人間による代替案、検討、フィードバック**：教育の価値と原則が優先されるよう、人間をループに参加させることで、教育におけるAIの透明性、説明責任、責任ある利用をサポートするAIモデルとする。

教育システムが AI モデルをどのように利用しているかを調べるといふ私たちの提言は、まずテクノロジーを採用する教育リーダーに向けて行われるが、その他の指導者にも不可欠な役割がある。教師や生徒、そしてその家族や保護者もまた、採用の決定に大きく貢献する。そして、指導者や保護者は、教育者が専門的な知恵に基づいて AI モデルに疑問を投げかけたり、それを覆したりする場合には、それをサポートしなければならない。

技術の開発者は、自分たちが使っているモデルについて率直に説明する必要がある。また、政策立案者は、AI モデルの利点の主張だけでなく、AI モデルに関する情報に基づいて市場が機能するように、情報開示の要件を設ける必要があるだろう。

また、政府の役割の必要性も強調している。AI モデルは人によって作られるものであり、現実との近似に過ぎない。したがって、教育システムに組み込まれている AI モデルについて透明性を要求する政策や、検査可能で、説明可能で、オーバーライド可能なモデルに関する透明性を要求する政策が必要である。公聴会では、大規模な製品に採用されている AI モデルの種類と、そのシステムに含まれるセーフガードを開示する責任を開発者に負わせるために、政府がもっと努力することを求める有権者の声が紹介された。政府のリーダーは、AI システムが調達され、教育現場で導入される際に、信頼を構築できるような市場環境に積極的に貢献することができる。これらのガイドラインについては、信頼構築に関する提言 4 で詳しく述べる。

提言その 3：現代の学習原理を用いたデザイン

私たちは、研究開発部門に対し、製品の設計が、教授と学習の最良かつ最新の原則に基づいていることを保証するよう求める。例えば、学習経験の順序付けや生徒へのフィードバックの方法などである。しかし、その根底にある考え方は、しばしば「欠陥ベースモデル」であった。システムは、生徒の何が問題なのかに焦点を当て、その弱点を修正する可能性のある既存の学習リソースを選択するものだった。今後は、学習者の強みを感知し、それを基に構築する AI の能力を活用しなければならない。同様に、過去 10 年間のアプローチは個人主義的であったが、人間は基本的に社会的な存在であり、社会的な学習は強力であることが

わかっている。今後は、協調的・社会的学習の原理と結びつき、生徒の認知的側面だけでなく人間のスキル全体を尊重する AI の能力を構築しなければならない。

今後、私たちは、文化に敏感で、文化的に持続可能な AI システムを構築することを追求しなければならない。さらに、初期の AI システムのほとんどは、障害のある生徒や英語学習者に対する具体的なサポートがほとんどなかった。

今後、AI を活用した学習リソースは、こうした生徒を意図的に取り込むようにしなければならない。この分野では、複雑化する環境の中で、生徒一人一人の選択能力と自己調整能力を高めるような Edtech を開発するには至っていない。生徒が創造的な方法で学び、議論し、書き、発表し、指導する能力を伸ばすような Edtech を開発しなければならない。

私たちはまた、学習理論や実践からの知識に基づく三角測量なしに、データからの機械学習のみに基づく AI の利用を拒否しようと教育者に呼びかける。効果的で公平な教育システムの実現には、「ビッグデータ」の処理以上のものが必要であり、データからの洞察を活用したとしても、データの人間による解釈は依然として非常に重要である。私たちは、データのパターンがそれだけで何をすべきかを教えてくれるような技術的決定論を否定する。教育における AI の応用は、確立された現代的な学習原理と教育実践者の知恵に基づいたものでなければならない。偏りの検出や公平性の向上に関する教育評価コミュニティの専門知識を活用すべきである。

提言 4：信頼の強化を優先する

テクノロジーは、それを信頼してこそ、教育目的の達成に役立つ。しかし、私たちの公聴会では、Edtech や AI に対する不信感が一般的であることが明らかになった。新興テクノロジーに不信感を抱く理由は複数ある。例えば、プライバシー侵害の経験がある。ユーザー体験が予想以上に負担になる。生徒の学習効果が上がると宣伝されているが、有効性調査に裏付けられていない場合がある。予期せぬ結果を経験したことがある。予期せぬコストが発生する可能性がある。有権者が複雑さに不信感を抱くかもしれない。信頼には、安全性、使いやすさ、有効性を組み込む必要がある。

同省は、有権者は教師をサポートする AI を望んでおり、教師に取って代わる AI のビジョンは拒否するという立場を堅持している。それでもなお、教師、生徒、そしてその家族／保護者は、彼らの仕事に影響を与えるシステムに対して適切なレベルの信頼を築くための支援を必要としている。より広範なエコシステムでは、信頼できる AI は多次的な問題として認識されている（上記の図 14 の次元を含む）。前進する一步一步に信頼構築の強力な要素が含まれていなければ、その不信感ゆえに、AI が実現に貢献したであろう公益に資するイノベーションから逸脱することもあると懸念する。

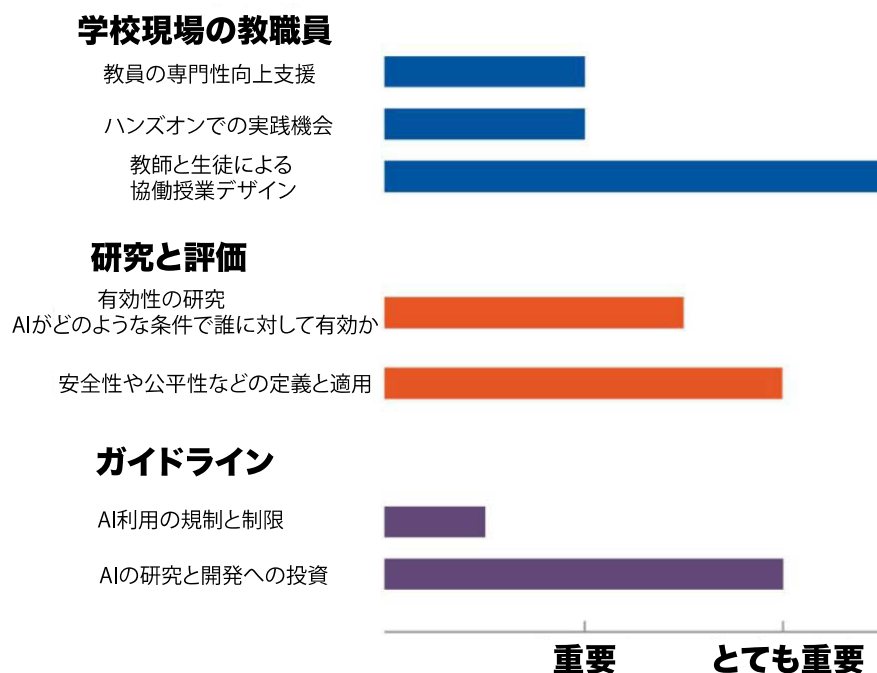
私たちは、信頼関係を強化する上で、協会や学会が重要な役割を果たすと期待している。State Educational Technology Directors Association や Consortium for School Network のような重要な協会は、Edtech のリーダーと協力し、EDUCAUSE のような並行組織は、中等

教育後（大学等）のリーダーと協力する。その他の協会や学会は、教師、教育リーダー、教育スタッフ開発者と連携している。EdSAFE AI Alliance のような業界ネットワークは、業界のリーダーを集め、信頼を育むために協力することができる。さらに、研究者を結びつける学会もある。これらの学会や協会は、教育エコシステムのあらゆる部分を信頼に関する議論に参加させるために必要な参画手段を持ち、また横断的な政策議論において有権者の意見を代表する能力も持っている。

提言 5：教育関係者への周知と関与

私たちの公聴会では、教育リーダーは何をすべきか、という質問について、より具体的な方向性も模索した（図 15 参照）。最も多かった回答は、ガイドラインの必要性、教師の役割の強化、研究開発の再重点化という三つのクラスターに当てはまった。これらは、有権者が求めている活動であり、信頼を拡大しうるものである。以下の提言は、これらの要望に応えるものである。

図 15：公聴会の参加者は、実務家の参加、研究、評価、ガイドラインとガードレールの必要性を優先した。



特に、公聴会で繰り返し出てきた懸念は、AI によって教育者への敬意が薄れたり、教育者のスキルに対する価値が低下したりする可能性であった。全米で今、教職に就くこと、あるいは教職にとどまることへの関心が低下している。今こそ、AI を活用した Edtech の設計、開発、テスト、改善、導入、管理の各段階において、教育関係者に情報を提供し、参加させることで、教育関係者への敬意と価値を示す時である。これには、既存の AI 対応シス

テム、ツール、学校でのデータ利用の見直し、教師の意見に基づく AI の新たな応用の設計、提案された新たな教育ツールの試験的評価の実施、導入されたシステムの信頼性を高めるための開発者との協力、システムの導入に伴うリスクや予期せぬ結果についての問題提起などに教育者を参加させることが含まれる。

全体的なガイドラインを作成し、利用可能な AI 対応システムやツールの具体的な使い方を設計し、懸念事項を洗い出すという課題に、教育関係者が立ち上がるのを私たちは既に目にしている。しかし、AI を活用した製品の将来における教育者の影響力を想定することはできない。各州や地域を代表する一流の教育者からなる全国的な団体を作り、リーダーシップを発揮させることはできないだろうか？ 必要な専門的能力開発支援の開発に取り組むことはできるだろうか？ 教育者が教育の未来を設計する最前線に立つことができるよう、補償する方法を見つけることはできないだろうか？ 私たちの政策は、教育者が AI を活用した教育システムの設計に密接に関与できるようにすべきである。

教育関係者に情報を提供し、関与させる責任は、国や学校のガバナンスのあらゆるレベルで分かち持たなければならないことは承知しているが、教育技術局 (the Office of Educational Technology) は、その鍵となる。報告書、イベント、アウトリーチ、そして将来の NETP を通じて、教育関係者に情報を提供し、参加させる上で重要な役割を果たすことができる。上記の例では、K-12 教師を対象としているが、高等教育の指導者も参加させる必要がある。また、私たちは、Edtech 業界に対し、その設計・開発プロセス全体を通じて教育関係者を巻き込むことを求める。例えば、AI を活用したティーチング・アシスタントは、教師がアシスタントの設計に徹底的に関与して初めて、教師の仕事を手助けすることができる。例えば、教育や学習におけるテクノロジーの活用は、教員養成課程全体の中核テーマであるべきであり、一つのコースでのみ扱うイシューであってはならない。

提言その 6：文脈への対応と信頼性・安全性の向上に向けた研究開発の重視

AI を活用したシステムが、教育アプローチや教育環境全体における文脈 (学習者間のばらつきを含む) にどのように適応できるかに焦点を当てた研究は、"教育において AI の特定のアプリケーションは機能するのか、機能するとしたら、誰のために、どのような条件の下で?" という疑問に答えるために不可欠である。イタリック体のフレーズは、学習者間のばらつきと、学習の場における多様性を指している。私たちは、研究開発のイノベーターたちに、学習の多様性のロングテールに AI を発展させる努力を集中させるよう呼びかける。また、安全で効果的なシステムを求めるブループリントの呼びかけを基礎としながらも、実施や評価だけでなく、設計段階において教師がどのように有意義に関与できるかなど、教育特有の要件も含めて、AI を活用したシステムにおいて信頼を強化する方法を確立することで、研究開発をリードすることを求める。

今日、多くの製品が適応性を備えているが、中には、生徒の問題解決の正確さなど、一つ又は幾つかの尺度でのみ生徒を判断し適応しようとするものがある。教師が知っているよ

うに、生徒の長所やニーズに適応するためには、もっと重要な方法がたくさんある。生徒にはニューロダイバーシティがあり、特定の障害がある場合もある。生徒たちは、家庭や地域社会、文化の中で経験した様々な強み (assets) を持っている。興味や動機も異なる。また、英語を習得するために様々な場所にいる。また、学習環境も様々である。教室と学校は異なるものであり、家庭では、生徒たちは学校での学習を補うような方法で、非公式な場で学習する。私たちは、"誰のために、どのような条件の下で"というフレーズを詳しく説明する際に考慮しなければならない複数の側面を表現する手段として、"文脈"に注目することを推奨する。また、評価の実施における研究者の役割も認める。研究者は現在、有効性だけでなく、どこで危害が発生するかや、AI システムに対する信頼の弱さや過信によって発生しうるシステム上の問題も検討しなければならない。

研究開発は、AI モデルをより文脈に敏感なものにし、多様な環境で多様な学習者に使用できるように、効果的で安全かつ信頼できるものにするために主導権を握らなければならない。AI は、人が通常考えるような限られた変数の数以上のパターンを見つける能力を持っているが、AI は、人が行うような方法でコンテキストを理解し、それを扱うことは特に得意というわけではない。時間の経過とともに、学習科学は個人主義的な認知原理ではなく、まず社会的学習、そして学習において重要なコンテキストの多くの次元をより包括するように成長してきた。教育アプリケーションをサポートするために、私たちの AI の使用は、コンテキストにフォーカスしてきたこの学習科学の軌跡をたどる必要がある。

人間中心のビジョンを実現するためには、技術革新のペースとの間のテンションをどのようにやり繰りするのがベストなのかを模索する時間と自由がチームには必要だと公聴会の参加者は主張した。

信頼と安全のために、より広範な文脈的洞察が必要である。パワー・ダイナミクスのバランスに注意を払いながら、教師と生徒を共同設計者としてよりよく巻き込む新しいプロセスを開拓するための時間と自由が必要である。そして、優先事項の枠組みを旧来の方法 (学力格差など) から、デジタルの公平性を優先する新しい方法へと注意を移す必要がある。私たちは、研究開発資金提供者に対し、学習者のばらつきのロングテール、文脈をよりよく取り込む AI 対応システムの必要性、文脈を正しく考慮するために必要な時間にリソースを集中させるよう呼びかける。私たちは、研究者や開発者に対し、AI を発展させるための作業において、文脈、信頼、安全の課題を優先するよう呼びかける。

提言その 7. 教育に特化したガイドラインとガードレールの策定

最後の提言は、政策立案者にとって中心的なものである。アメリカの教育システムの特徴は、地方での意思決定を重視することである。テクノロジーが急速に複雑化する中、地域の指導者が人工知能の導入について十分な情報に基づいた意思決定を行うことは難しくなっている。これまで述べてきたように、問題はデータのプライバシーやセキュリティだけでなく、偏見、透明性、説明責任といった新たなトピックにまで及んでいる。AI システムに依

存する有望な Edtech プラットフォームを、このような進化しつつある複雑な基準に照らして評価することは難しくなるだろう。

Family Educational Rights & Privacy Act ([FERPA](#))、Children's Internet Privacy Act ([CIPA](#))、Children's Online Privacy Protection Act ([COPPA](#))のような生徒や家族のデータプライバシーに関する主要な法律に関する規制は、学校における新しいテクノロジーや出現しつつあるテクノロジーに照らして、見直しやさらなる検討が必要である。個別障害者教育法 ([IDEA](#))のような法律も、AI を活用した学習テクノロジーに新たな状況が生じた場合に検討される可能性がある。本書全体を通して論じられているように、「AI 権利章典のための青写真」は、この作業を通して重要な枠組みである。

同省は、教育システムのあらゆるレベルの有権者による並行作業を奨励している。すぐ上に引用した主要な連邦法に加え、多くの州でも、教室での教育技術や Edtech プラットフォームの使用を規定するプライバシー法が成立している。さらに有権者は、健康、安全、消費者製品のような並行分野における責任ある AI のための一般的な枠組みは、参考にはなるが、教育特有のニーズには不十分であると予想できる。あらゆるレベルの指導者は、この作業がプライバシーやセキュリティへの影響にとどまらず（例えば、潜在的な偏見や不公平さへの認識を含む）、どのような意味を持つのかを認識し、次のレベルの問題に効果的に立ち向かうための準備が必要である。

次のステップ

私たちは、AI の役割について教育エコシステム全体で活発な議論が行われていることを心強く願っている。私たちは、有権者が以下の三つのタイプの質問について議論することで、私たちがその上に築くことができる進歩が起こっていると見ている：最も重要な機会とリスクは何か？ どうすれば信頼できる教育 AI を実現できるか？ AI 活用の核となるモデルを理解し、教育の願望に合致した要件を持つことを保証するにはどうすればよいか？

本報告書は、様々な組織や団体から寄せられた貢献を意識して作成された。国際的には、欧州連合 (EU)、国連、そして世界中において、AI を検討する並行した取り組みがあることを認識している。私たちは、ユネスコ、EdSAFE AI Alliance、研究機関などの組織が主導している進展を認識していて、例えば、科学技術政策局 (Office of Science and Technology Policy) や他の連邦政府機関と調整を続け、各機関が「AI 権利章典 (Blueprint for an AI Bill of Rights)」に導かれた次のステップを実施する。私たちは、必要な次のステップのために、広範で豊饒な背景があると見ている：

- このような状況の中で、また他者とも協力しながら、同省は、教育関係者がリスクを最小限に抑えつつ、EdtechにおけるAIの機会を実現できるよう、具体的な政策や規制を検討していく。例えば、同省は、政策や規制を評価し強化するプロセスを強化するために、一連のAI利用シナリオを開発している。シナリオが重要なリスクや弊害を確実に軽減するために、「AI権利章典のための青写真」の原則と実践を用いる。

- 教育リーダー、教師、教員、支援スタッフ、その他の教育関係者、研究者、政策立案者、資金提供者、技術開発者、地域社会のメンバーや組織、そして何よりも学習者とその家族／保護者を含む) 関係者と協力しながら、AIに対する理解を深め、これらの新しい技術によって最も影響を受けるであろう人々を巻き込むために、さらなるリソースやイベントを開発していく。
- 教育、イノベーション、研究、政策などのセクターを横断して、NETPを改訂・更新し、米国の教育における安全で公平かつ効果的なAIの実現に向け、教育全体の優先課題に沿って、全ての有権者を導いていく。

§ 5 一般的な頭字語及び略語

- AES：小論文の自動採点
- AI：人工知能
- CIPA：児童インターネット保護法
- [COPPA](#)：児童オンラインプライバシー保護法
- Edtech：教育技術
- ESEA：初等中等教育法
- ESSA：すべての生徒を支援する法律
- [FERPA](#)：家族教育権及びプライバシー法
- IA：知能拡張
- IDEA：障害者教育法
- IEP: 個別教育プログラム
- ITS：インテリジェント・チュータリング・システム
- [NETP](#): 全米教育技術計画（全米エドテックプラン）
- R&D：研究開発

訳者：高見 享佑（国立教育政策研究所）、 監修：白水 始（国立教育政策研究所）

この抄訳は米国教育省の公式な翻訳ではありません。訳の品質や原本との一貫性に対する責任は翻訳者のみにあります。原本と翻訳との間に不一致がある場合は、原本にある記述が優先されます。

より詳細な情報：

報告書: US Department of Education, Office of Educational Technology (2023) “Artificial Intelligence and the Future of Teaching and Learning”

WEB : <https://tech.ed.gov/ai-future-of-teaching-and-learning/>