

今井むつみ 「学力喪失—認知科学による回復への道筋」
(岩波新書、2024年9月20日出版予定)の終章

終わりに—生成 AI の時代の子どもの学びと教育

認知科学と人工知能研究の関係

1960年代から70年代における認知科学の創成期においては、認知科学の中心にあったのは人工知能研究だった。人間の思考や学習プロセスを、言語で抽象的に記述するのではなく、科学として、詳細に、再現可能な形で理解したい。「人間の知性とは何か」を科学的に解明するための研究者たちの飽くなき知的探究の対象として人工知能があった。それはまさに認知科学が目指すところと完全に重なっていた。

人間の頭なら簡単にできる計算や推論が、その当時のコンピュータでは難しかった。当時の人工知能研究のネックは、コンピュータの記憶能力と計算能力の制約だった。その後、コンピュータのハードウェアは飛躍的に進化した。同時に、計算の方法も、認知科学の創成期の記号処理のアプローチから、脳の神経細胞の活動を模したニューラルネットが主流となった。その結果、人間には及びもつかない大量のデータを瞬時に計算することができる「瞬間計算機」の開発が進んだ。このあたりから、人工知能研究と認知科学は互いの道を分かれて進むようになった。人工知能研究は、産業界と一体になって、人間の思考の解明から、チェス、囲碁や将棋の人間のトッププレーヤーを打ち負かすプログラム（アルゴリズム）の開発や、人間では到底できない大量のデータから人間の目では発掘できないようなパターンを発掘（＝マイニング）するデータマイニングに主軸を移していった。例えば、個人をターゲットに購買の可能性が高い商品を推測したり、クリックの確率が高い広告を配信するアルゴリズムが開発され、実世界、あるいはネット上のバーチャル世界で実用されるようになった。

人工知能と言語の壁

急速に進化する人工知能の中で、もっとも困難だったのは、人間の自然言語の理解と生成だった。そしてその先に、異なる言語の間の機械翻訳の壁も屹立していた。言語は人間の知の集大成ともいえるもので、言語を使うためには、文法、単語、語用（言語を使うための慣習）などの言語に関する知識の他に、多くの概念知識も必要だ。それらを統合させた推論も必要だ。言語はAIにとっての最大の「壁」と考えられていて、実際、研究の進歩の速度は他の分野に比べてずっと遅かった。機械翻訳によって、異なる言語を話す人たちとコミュニケーションが可能になることは多くの人が望み、夢見ていたことだったが、相手の言っていることを自分の言語で自然と感じられ、容易に理解できるレベルに翻訳してくれる機械は長い間現れなかった。ChatGPTが出現するまでは。

ChatGPTは人々を熱狂させた。プログラミングなどの特殊な技能がなくても、コンピュータと自然な言語で対話ができ、質問ができるようになった。コンピュータはこちらが自然に理解できる言語で質問の答えを教えてくれる。日本語を英語にも翻訳してくれる。しかも、文法や単語の選択には間違いがほとんどない、質の高い英語で。雨後の筍のように、

ChatGPT の他にも様々な生成 AI が発表された。このような空前絶後の生成 AI ブームの中で、人間の存在意義があらためて脚光を浴びるようになった。AI に仕事を奪われる。どういう職種が社会から必要なくなるか。そういう議論も盛んに論壇やメディアを賑わせるようになった。

生成 AI の苦手な領域

2024年の7月に、オランダで国際認知科学会が行われ、筆者も出席した。この学会でも、生成 AI を扱った研究が多数報告された。しかし、「認知科学」という学問の性質上当然なのであるが、研究のほとんどは、生成 AI を通して人間の思考、学習、発達を改めて理解しようという意図で行われたものだった。人間に同じ推論や学習の課題をさせて、人間と AI の思考、推論のパフォーマンスを比較し、そこから生成 AI の限界が何かを考え、人間の知性の特徴を改めて考えるというものだ。多くの発表で共通して指摘していたのは、ChatGPT は、解決に至る道がひとつに決まらない、オープンエンドな問題ほど、パフォーマンスが低くなり、人間のパフォーマンスと離れていくということだった。オープンエンドとはいえ、認知科学の研究で扱うのは、実世界でよくあるような、だれにも正解がわからない問題ではない。人間の大人ならほとんどの人は「正解」ができる類推やアブダクションの課題で、大人にとってはそんなに難しいものではない。それでも、ChatGPT は、科学の仮説形成に必須である、オープンエンドの類推課題などは難しいことが報告されていた。例えば第 6 章で紹介した、「かんがえるたつじん」大問 6 のように、問題で与えられたモノ同士の関係と同じ関係のモノのペアを、たくさんのモノの中から見つけることを求めるような問題は、オープンエンドの類推課題の一例である。

解法が複雑でオープンエンドの問題に取り組むために、まず必要なものは何か。全体を見通し、ゴールから逆算して、ゴールまでの行程を考える力である。書くのとやさしいことのように聞こえるかもしれないが、これは本書を通じて述べてきた（特に第 6 章、第 7 章）、熟達者の直観が必要なのである。最初から解決までのステップがすべて見通せるような問題は、その分野の知識と熟練があれば解決できる。よい例が、囲碁や将棋をはじめとしたボードゲームだ。AI は、例えばボードゲームのように、問題のゴール（相手を負かす）と探索の範囲がはっきりしていれば（つまりオープンエンドの反対なら）、人間の達人を超えるパフォーマンスを見せる。これらを、すべて確率計算で行うのである。1 ステップごとに、ゴールまでのすべての可能な分岐で「勝つ」確率を計算し、もっとも確率が高い手を選んで次の一手を決める。相手が次の手を指せば、そこからまた確率計算を始める。このように AI はゴール（勝利）に向かってひたすら前に進んでいく。そこに、アブダクションと直観はない。もちろんそれは、人間の脳の情報処理能力ではできないことである。

なぜ直観が必要なのか

しかし、人間が実世界で取り組みたい（あるいは取り組まなければならない）のは、この

ようにゴールがはっきりとわかっていて、そこに至るために必要なステップが事前にわかり、「最良の一手」を確率的に計算できる問題ばかりではない。多くは、もっとずっとオープンエンドの極のほうに針が振れている問題である。ゴールさえぼんやりとしか見えない場合も多い。人によって「正解」が異なってしまう場合さえある（文化や個人の価値観が絡む問題はほとんどそうである）。しかし、複雑すぎて何から始めたらわからない場合でも、ゴールのあるべき姿と進む方向性についてなんらかの直観（イメージ）があれば、最初の一步を踏み出すことができる。ただし、直観に導かれて進んでいきながら、常に自分の状況を確認し、誤っていれば修正していくことも必要である。さらに、手探りで進んで行きながら、自分の道筋が誤っているかどうかを見極める判断にもまた、直観が求められる。

芸術でも科学でも、他のどんな分野でも、ほとんどこのように、確率計算ではなく、達人の直観に導かれて、新たな道が切り開かれ、偉業が成し遂げられてきた。歴史に名を残すような偉業でなくても、もう少し小さいスケールで、私たちは頻繁にオープンエンドの問題に直面している。例えば、ChatGPT 4 が手も足も出なかった東大の数学の入試問題もその一つだ。数学は（少なくとも入試問題のレベルでは）たしかに答えが一義的に決まる。しかし、問題を解く過程はいくつものステップを踏む必要があるし、解答に至るゴールと道筋（論理の進め方）が直観的に見えないと、その行程を始めることができない。ChatGPT に欠けているのは、全体を見通して、問題の本質を把握するための直観力だ。

フレーム問題と乳幼児の言語習得

言語の習得も究極のオープンエンドの課題である。一つの単語の意味を推論するには、乳幼児は、少ないながらも自分のもつ、分野をまたがるありとあらゆる知識と推論能力を統合して、その状況で最もよい推論をする。まさにアブダクション推論である。その推論を素早く、精度よくできるようなるために、語彙全体を見渡し、パターンを分析して、洞察を得る。これは、よりメタのレベルのアブダクション推論だ。洞察によって、自分の知識を自分で引き揚げ、ブートストラップすることで、知識の量と質を向上させる。間違えば、それを修正する。

AI は修正をするだろうか。目標達成への確率の数値は常にアップデートする。それを「修正」というならイエスだ。しかし、「知識の修正」はしないと言ってもよいだろう。AI はそもそも「知識」を持つのだろうか？これを考え出すと、深淵な哲学の領域に突入してしまうので、ここではやめておく。しかし、これだけは言える。AI がもっとも不得意とするのは、「知識を使うこと」だ。人間が知識を与えても、AI はそれをいつ、どこで、どのように使うのかがわからない。複数の分野の知識を自在に組み合わせる新しい知識を創造することも、自分からはしない。人工知能の分野では、このことを「フレーム（枠）問題」と呼んでいる。AI は、過去に学習によって蓄えた知識（あるいは確率の数値）を、まったく別の分野の問題を解くときに、自らその知識を発掘して使うことはしない。知識を人間が外から与えても、その使い方がわからない。この問題は、現在の生成 AI でも解決されているわけで

はない。それにもかかわらず、膨大な言語データに潜む記号同士の関係性の計算だけで自然な言語を紡ぎだすことを可能にした生成 AI の開発者たちには、ほんとうに感嘆するしかないのだが、生成 AI が、人間に与えられた情報から学習した知識を別の問題の解決に自在に使えるようになったわけではないのである。

翻って、言語習得をする乳幼児には、フレーム問題は存在しない。人間は、赤ちゃんのときから、推論によって創成した知識を、別の単語の推論に使うことができる。しかも、驚くほど離れた分野の知識を組み合わせ、知らないことばの意味を推論したり、新しいことばを創り出したりすることができる。このことは、本書でも前著『言語の本質』でも、繰り返し述べてきた。

今直面している問題の解決のために必要な知識が何であるかが（教えられずに自分で）わかる。これは当たり前のことではない。AI にはできない。人間は赤ちゃんのときからこれを自然にしているのだ。「この問題を解決するのに、前に学んだこの知識とあの知識が必要だ（あるいは役に立つ）」。それが直観的にわかるから問題が解けるし、自分もつ知識を自分の力で拡張することができる。そういう本能を持っている、と言ってもよい。

人間にとっての記号接地

国際認知科学会の今年のルーメルハート賞（認知科学のノーベル賞と言われる賞）を受賞したアリソン・ゴプニック(Alison Gopnik)博士の受賞記念講演は、人間の乳幼児がそのような「本能」をもつことを、説得力をもって示すものだった。人間が乳幼児期にすることを一言で表せば、「世界を自分の身体で探索すること」だとゴプニック博士は言っていた。そう、まさに記号接地なのだ。「探索し、探究し、自分を世界に接地しようとする存在」としての人間。その萌芽は、ことばを話すようになる以前にすでに見られるのである。

まだ座ることができず、ハイハイもできない赤ちゃんを紐でモビールに結びつける。脚を動かすとモビールは動く。赤ちゃんは、飽きもせずそれを続ける。すると、モビールのコントロールのしかたがわかってきて、思い通りに動かせるようになる。でも、赤ちゃんはそこで探索をやめない。今度は、わざわざ、自分が会得した「コツ」に反する動きをしてみる。モビールはうまく動かない。しかし、わざわざ自分から、うまく行った方法を壊し、違うやり方を試みる。乳児がしたいのは、「結果がうまく出る方法を見つけること」ではなく、「なぜこうするとうまく行き、なぜこうするとうまく行かないか」、つまり物事の仕組みを発見したいのである。要するに、人間とは、問題解決に成功することだけを目的として探究する生き物ではないのである。モノを身体で触れて、つかみ、動かし、そのモノを理解しようとする。同時に世界の仕組みを理解しようとする。言語はその延長線上にある。抽象を極めた数学や科学の世界、世界を象徴的に表現する芸術の世界はさらにその延長線上にある。これが本書で述べた「人間の記号接地」である。

人間は、AI のように膨大な記憶も、高速で大量な情報をブルドーザのように一気に情報処理する能力も、持つことはできない。しかし、自分で世界を身体に接地させ、アブダクシ

ョン推論をしながら自分で知識を拡張していくことができる。知識を外から与えられるのではなく、自分で世界を探索し、自分の身体を通じて経験し、自分で経験を抽象化して知識を創るから一言い換えれば「記号接地」しているから一人工知能の最大の問題である「フレーム問題」（知識が使えない問題）が人間には存在しないのである。少なくとも乳幼児期には。

フレーム問題と就学後の子ども

しかし、本書が描いた就学後の子どもの姿は、乳幼児期のそれとはずいぶん異なっている。学校に行くようになると、子どもは乳幼児期のように探索をすることが少なくなる。知識は自分で創るものではなく、教えてもらうもの、と思うようになる。効率よく知識を暗記しようとする。テストで高い得点を取ることが「成功」と思うようになり、失敗することを怖がるようになる。すると、子どももコンピュータと同じ様に、フレーム問題に直面するようになる。先生に教えられた「外にある知識」を覚えても、それをいつ、どう使ったらよいのかわからなくなるのだ。それが、本書第2章で紹介した、算数文章題が解けない子どもの姿である。もちろん、この問題は、算数だけの話ではなく、学校で学ぶことになっているすべての教科単元に言えることである。算数ではそれが特に顕著なだけなのだ。

学校で学ぶ目的は何か。多くの人が、知識をもっと増やすためと言う。しかし、その知識が使える知識とはならず、使うことができない知識の断片を覚えただけの「死んだ知識」で終わってしまっていたら？本書で描いたように、フレーム問題が存在しなかった乳幼児から学校で学ぶようになると、覚えた知識を使えなくなるとすると、それは、学校で学ぶことがいけないのか？

もちろん、そんなことはない。**筆者は決して学校不要論者ではない**。学校は先人たちが創り上げてきた文化的遺産としての知識をすべての人間に開放し、共有するための素晴らしい場所だ。言語も文化も生きた年代もまったく異なる時空間において発見され、創造された知識を、後世に生まれた者が受け継ぐことができる。そんなことができる存在は、地球上には人間しかいない。

しかし、呼吸をするのと同じくらいあたりまえに日々世界を探索し、学び続けている子どもたちが、**なぜ学校では自ら知の世界を探索することをしなくなるのだろうか**。教えてもらった知識の断片を「覚えること」が学校ですることと誤ってしまい、その結果、**学ぶ力を喪失してしまっているのだろうか**。このことは、**教育に関わる仕事をしている人たちだけではなく、社会のすべての大人が真剣に問い、考えなければならないことだ**と思う。

「生きた知識」はどう作られていくのか。筆者は発達心理学者として、乳幼児が言語を学び、習得する過程にそのヒントを見出してきた。子どもは言語という巨大な記号の体系を自ら探索し、推論し、使い、身体の一部にすることができる。そのとき、子どもの先達である大人は、単語の意味を、あるいは文法を、説明して教えたりしない。教えることができないからだ。しかし大人ができることが何もないわけではない。大人は、子どもの発達段階、知

識のレベルを察知し、子どもに合わせたサポートをする。その子どもがまったくわからないことばや複雑な文法はその時には使わない。少し成長したら、ちょっと抽象的なことばを使い、ちょっと複雑な文法構造をもつ文を言う。子どもがいまある段階から自力でブートストラップできる絶妙なレベルを直観的に見極めて、足場をかけてやり、子どもの記号接地をサポートする。しかしこれも、人間に、アブダクションの能力があるからこそ可能なことなのである。

生成 AI の教室への導入について

産業界では AI を導入した教材がさかんに開発され、「個別最適な課題設定を実現した学修教材」として学校へ営業攻勢をかけている。すでに多くの学校がそのような教材を自習用に導入している。しかし、筆者が見学した授業で使われていた ICT 教材は、人間の大人が行っている「足場かけ」とはほど遠いものだった。単に、同じ種類の問題の正答、不正答のパターンを確率計算し、続けて正解できていれば難易度を上げ、不正解が続けば難易度を下げるといふ、難易度調整以上のことはしていない印象だった。ただし、この教材は AI による「個別最適化」を謳っていても、生成 AI を使ったものではない。

生成 AI を子どもの学びの場にどう使うべきか、あるいはどう制限するべきなのかは、認知科学、学習科学の研究者によっても、教育学や教育経済学の研究者によっても、今さかんに議論されているが、生成 AI を教室に導入することによるポジティブ、ネガティブな効果を測る研究は、日本のみならず、他の先進国でも、ようやく動き出そうとしている段階にすぎない。科学の要件を満たしたきちんとした実証研究が行われ、なんらかの結論が研究者たちから発表されるのに、何年もかかるだろう。そしてその何年かの中に生成 AI はさらに進化を遂げ、今できないこともできるようになっているかもしれない。本書第 7 章でも指摘した、AI 業界の人が「ハルシネーション（幻覚）」と呼ぶ間違いも少なくなっているかもしれない。（ただし、現在の生成 AI の原理では、ハルシネーションがまったく無くなることは考えられない。）教材の開発はますます進み、売り込みも激しさを増すだろう。学校現場の方たちはそれらの製品を使うべきか、使うべきではないか、判断に迷うことだろう。

筆者は、生成 AI の学びに及ぼす効果を測定するデータがなく、数字として示された、いわゆる「エビデンス」がない中で、生成 AI を初等、中等教育の現場に導入することの是非について、科学者としては、軽々に発言することはできないと思っている。しかし、先にとんどん進化していく AI がもたらすかもしれない負の影響について、数字がないからと言って、ひたすら口をつぐんでいられないと考えている。筆者は現在このようなジレンマの只中にいるが、筆者なりにこれまで積み重ねてきた認知科学の知見から、これだけは述べておきたい。

まず、生成 AI のもたらす効果（とくにポジティブと目される効果）は、特定の教科、特定の問題に対する正答率が上がったかどうかといったような、**短期のパフォーマンスの変化の指標で評価するべきではない**。教育の本当の効果は、その教育を受けた子どもが 10 年、

20年先にどのような人間になっているかで評価するべきだ。そして、評価の観点でもっとも重要なのは、どういう知識をもっているかということよりは、自走した学び手に育ち、やりがいをもって充実した生活を送っているかどうかだ。

「生きた知識を創る子どもたち」

発達心理学を研究してきた筆者が確信を持って言えるのは、子どもが基本概念に自分で接地をし、アブダクションによって知識を拡張していくことができるならば、何から何まで直接教えてもらわなくても、自分で新たな知識を、それも「生きた知識」を創っていきけるということだ。大人は言語の知識をすべて教えることができず、言語の学びのほとんどを子どもに委ねなければならない。それと同様に、学校で学ぶことになっている教科単元の知識も、先生が教えてくれること、教科書に書いてあることを、子どもが自分で解釈し、自分の知識と結び付け、自分で新たに知識を創っていかなければ、その知識は「生きた知識」にならない。先生がいくら丁寧にわかりやすく教えても、子どものスキーマが誤っていれば、先生の話は、聞き流されたり、スキーマに合うように捻じ曲げられて解釈されたりするだけである。だから、先生は、教科書の内容を完璧にわかどうかりやすく説明することで自分の仕事に満足するべきではない。自分の伝えることを子どもがどのように受け止め、解釈しているか、子どもがほんとうに概念の本質を自分の推論によって掴んでいるか、自分勝手に誤解をしていないかということにこそ、注意を向けなければならないのだ。

学びの「効率性」とは何か

教育カリキュラムや教材などによる教育支援を謳うとき、もっともよく聞く言葉は「効率的な学びを支援する」である。しかし、学びの効率性とは何だろうか？できる限り短い時間で、多くの知識や技能を身につけることだろうか？この問いに対する筆者の考えは、本書や前著『学びとは何か―〈探究人〉になるために』などをお読みいただきたい。いずれにせよ、読者には、何のために時間をつくるのかという目的なしに、やみくもに時間を節約し、効率性を追求すれば、学びが浅くなり、「死んだ知識」をため込むだけになる危険性は意識してほしい。

生成AIは、使い方によっては、非常に重大なネガティブな効果をもたらす可能性があると思う。第7章でも指摘したように、生成AIは、意味を考えて答えを出力しているわけではないので、時にとっても変な（意味が通らない、一貫しない）出力を返す。先ほど述べた「ハルシネーション」だ。「ハルシネーション」は、学びに及ぼすリスクの一つであるが、それよりもっと重大なリスクがある。やみくもに「効率化」のために生成AIを使い、子どもが自分の頭で考えずに、すぐに答えを求めることが習慣になったら、ほんとうに大事なことに記号接地できなくなり、常に情報を求めて情報の海を漂流するだけの人間になってしまう。自分が解決する問題のために、どういう情報が必要なのか。膨大な量の情報の中で、どの情報が重要で、どの情報は棄てるべきなのか。どの情報は信頼でき、どの情報はフェイク

なのか。その判断も自分でしなくなってしまう人間ができてしまったら、ほんとうに怖い世界になる。子どもたちをそのような人間にしてしまつては絶対にダメだ。

探究し続ける人間の姿とは

悲観的なことを書いてきたが、筆者は実はそれほど悲観していない。これまでの人類の歴史の中で、「効率性」ということばを辞書にもたない人たちがたくさん存在し、そういう人たちが人類の文明、文化をつくり、科学を進歩させてきたことを知っているからだ。

筆者はオランダの国際認知科学会に参加した時に、帰りのフライトの出発が夜だったので、日中をアムステルダムにあるゴッホ美術館で過ごした。ゴッホは現代でもっとも高く評価され、人気が高い芸術家である。独特の色使い、一筆一筆が生き物のようになめり、躍動するタッチ。人はそこに美と生命力を見出し、熱狂する。しかし、私がもっとも動かされたのは、彼の残した非常に多くの作品から透けて見える、彼の生き方そのものである。

彼は常に探究していた。色の使いかた、筆の使い方の違いが、彼の表現したいもの一彼の眼を通した世界、彼の内面、彼の感情一の表現にどのような効果をもたらすかを見極めるため、毎日実験していた。彼は描かずにいられなかったのだ。同時代人からは評価されず、困窮の中に身を置かれても、向上するために。そして、自分が自分であるために描かずにいられなかったのだと思う。ゴッホは彼の人生の最後の70日でおおよそ80点の作品を描き、私たちに遺してくれた。そこに私たちが見出すものは単なる「美」ではない。単なる「美術の革新」でもない。「生きるために、よりよいものを創造するために、あがきつづけ、失敗を繰り返しながら、探究を続ける人間の姿」なのである。

真の効率化とは何か

現代にも、「探究する人」はいたるところにいる。著名な人に限らない。他者に評価されるためではなく、高収入を得るためだけでもなく、今の自分より向上し、少しでもよい仕事をするために探究を続け、学び続ける。向上することに価値と喜びを見出す。そういう人たちが大勢いる。乳幼児が世界を探索し、言語と生きるための知識を自分で果敢に身につけて行く姿を見る。毎日探究をつづける達人たちの姿を見る。今を生きる人間たちのそういう姿と、これまでの人類が文化や科学を発展させてきた歩みを重ねれば、人類全体が、記号接地をしない方向に歩いていくとは思えない。しかし、個人のレベルでは、生成AIが個人の幸せの達成に影響を与える懸念も払しょくできない。

AIを使いこなす人と使えない人の分断を心配する人は多い。しかし、筆者は、AIの時代に、自らを世界に接地させ、概念を抽象化して、記号接地できる人と、それをAIに任せてしまう人の間の分断のほうがもっと心配だ。後者の人たちには、AIと共存して幸せに生きる明るい未来はないような気がしてならない。

筆者は教育現場で子どもに対して生成AIを使うことをやみくもに否定するつもりはない。テクノロジーを使うリテラシーは、現代を生きるためには大事なことだろう。しかし、テク

テクノロジーを何のために使うのかは、子どもにも大人にも、明確に意識してほしい。効率は大事だ。しかし何のために効率性を追求するのか。それを考えずに効率性だけを追求することが目的になると、大きな落とし穴が待っているように思える。少なくとも、各分野で達人であろうとする人たちは、自分にとって本当に大切なこと、大事なことに対して効率性というものを考えたりしない。大事なことに対して無制限に時間を使えるようにするために、大事でないことを切り捨てるか、簡略化しようとしている。それこそが、効率化なのだろう。

テクノロジーは進化し、変わっていく。パラダイムシフトもまた起こるだろう。そのとき自ら学ぶ力さえあれば、どんな変化にも対応できる。いつ、どういう目的でテクノロジーを使うべきか、どういうときにはテクノロジーに頼るべきでないか。これから生きる子どもたちには、その判断を自分でできる人間に育ててほしい。そのためには、幼少期から、自分の身体で世界を探索し、記号接地することが何よりも必要なことなのだ。