AI for Math を研究から教育まで地続きに考える

—— 知識グラフを土台に ——

横山 重俊

国立情報学研究所

1. 研究と教育は地続きである

研究と教育は，別のものとして語られる．AI for Math でも，研究支援と教育支援は別の話になりがちである．本稿は，この二つを一本の線で結ぶ．

筆者はこの半年，二つのことを並行してきた．素数の偏りをめぐる実験数学を AI エージェントとともに進め，その過程を知識グラフとして残すこと．中学生が素因数分解や糸かけから数学に入っていくハイブリッド実験数学教材を作ること．両方をやって気づいたのは，研究者がしていることと学習者がしていることが，同じ形をしていることである．

違いは知識の側にある．研究では，知識はまだ誰にとっても確立していない．教育では，知識は確立しているが，その学習者にとってはまだ確立していない．向かう先が未知か既知かの違いであって，回しているループは一つである（図 1）．



図 1　知識グラフ土台のループ

2. 知識には確立度がある

論文は結果だけを残し，途中を捨てる．筆者らの研究基盤は，その途中を知識グラフとして残す．ノードは問い，実験，主張．各ノードは二つのものを持つ．どこまで確かめられたかを示す確立度（予想した／観察した／確認した／証明した）と，それを支える根拠へのリンクである．

知識を「できあがったもの」としてではなく，「どこまで確かめられたか」の状態として表す．この表し方が，そのまま教育に持ち越せる．

3. 確立した知識を，研究モードで探究する

教科書の知識は確立済みである．しかし学習者にとっては，まだ未知である．そこで，学習者にも研究者と同じループを回してもらう．問い，試し，観察し，主張し，確かめ，自分のグラフに書く．

教科書のグラフと，学習者自身のグラフを区別する．学習者のグラフの各ノードには，その人自身の確立度（聞いた／観察した／説明できる／証明できる）と，自分で試した根拠が付く．二つのグラフの差が現在地であり，差の縮小が成長である．一致度で採点はしない．教科書を超えてもよい．観察と証明は区別する．AI はグラフを作らず，問う側に回る．いずれも研究側の規範をそのまま写したものである．

ただし，知識グラフを見せるだけでは，今井むつみ氏のいう「死んだ知識」を効率よく配る装置になる．だから入口は，佐藤卓氏のいう「魅力的な分からなさ」に置く．分かりたい，という衝動から，もっと試す・自分で作る・誰かに見せる・グラフに書く，へつなぐ．

4. 過渡期が地続きを現実にする

研究と教育を隔ててきたのは，構造の違いではなく，それらを回す道を作るコストの大きさである．実験を設計して走らせる．根拠を揃えて確かめる．途中を記録し続ける．どれも，訓練を積んだ研究者でさえ日常的には回しきれなかった．論文が結果だけを残してきたのも，途中を残すコストが高すぎたからである．

AI がいま，その三つのコストを同時に下げている．言葉で述べれば，実験ノートの大半は AI が書く．「それは観察か，説明できるか，証明できるか」と問い返す役を，AI が担える．確立度と根拠を更新し続ける手間を，AI が引き受ける．壁は認識論的なものではなく，道具のコストだった．だから過渡期の今，地続きが現実になる．

過渡期には危うさもある．AI に先回りして説明させれば，研究でも教育でも，死んだ知識を高速に配る装置ができあがる．ここで確立度が効く．AI が出した結果は，どれほど正しそうでも「観察した」までである．「理解した」へ上げるのは，研究者であれ学習者であれ，人の仕事として残る．

5. おわりに

研究と教育をつなぐのは，確立度と根拠を持つ知識グラフである．それを回せるようにしたのが，AI である．学習者は確立済みの知識を研究モードで探究し，研究者は未確立の知識に同じループで向かう．違うのは知識の確立度だけで，手続きは一つでよい．