

思考プロセスの構造化による個人適合型学習アプリの提案

Proposal for a Personalized Learning App Through Structuring of the Thinking Process

筒井 友葵
指導教員 細野 繁

東京工科大学 コンピュータサイエンス学部 コンピュータサイエンス学科 先進情報専攻 サービスシステムデザイン研究室

人間の思考の過程を AI を活用して構造化することで、従来の学習方法よりも効果的な AI 学習アプリを提案する。

キーワード: 思考プロセス, AI, CoT, メタ認知, 思考マップ

1 はじめに

近年、教育に ICT や AI を活用する事例が増えてきている。森本 (2021) は、教育に AI を導入することが教育の質の向上に寄与するとしている [1]。教育に AI が活用されている事例としては、「Monoxer」というアプリケーションが挙げられる。これは記憶の定着をサポートするもので、学習者ごとに問題の自動生成を行ったり、学習計画を作成したりする。既に学校や塾などに教育現場に実際に導入されている [2]。

2 研究目的

AI 学習アプリを活用して人間の思考プロセスを構造化し、AI が問題解決の各ステップをガイドすることでユーザの論理的思考能力を向上させる。また、学習の効率化と教育の質の向上を図り、教育格差の是正や学習意欲の向上に寄与する。これにより、AI 技術を活用した新しい学習支援の可能性を示し、教育分野における新たなアプローチを提案する。

3 先行研究

Jason Wei ら (2023) は「Chain-of-Thought(CoT) プロンプティング」という、大規模言語モデルの推論能力を引き出す方法を提唱した。問題を中間的な推論ステップに分解し、それらを順を追って解決することによって最終的な答えに導くプロセスを示す。これにより、モデルが解答に至る過程が明確になり、モデルの挙動を解釈しやすくなる [3]。

また、岡本 (2012) は、メタ認知とは、個人が自分の学習や思考活動についての知識や意識を持ち、その活動を計画、監視、評価、調整する過程を指すとした。メタ認知は熟達化の鍵であり、学習や問題解決を効率的に進めるために重要な役割を果たす [4]。岡本 (1992) は、問題解決を行った直後に自分の解決方法を振り返って反省的に振り返るといったメタ認知活動により、数学問題の解決能

力が向上し、その後の学習や問題解決が促進されることとしている [5]。

また、Novak J.D. ら (2008) は、上位概念から下位概念へと階層的に情報を整理する概念マップを使用することで、個々の概念がどのように関連し合い、どのような役割を果たしているのかが可視化され、学習者は自分の思考プロセスの流れをより深く理解できるようになることを示した [7]。

4 提案手法

4.1 問題をステップに分解する

本研究では、AI を活用した学習アプリを用いて、人間の思考プロセスを構造化する方法を提案する。具体的には ChatGPT が数学の問題を生成し、その問題を解く過程を 3 つのステップに分けてガイドする。アプリケーションの流れを図 1 に示す。

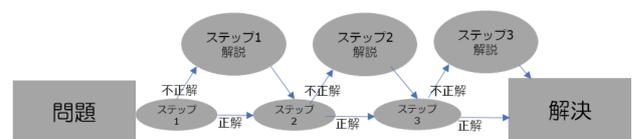


図 1: アプリケーションの流れ

Schoenfeld(1985) は問題解決を「分析」→「計画」→「実行」→「検証」という過程で進められるものとした [6]。数学の問題を解くときの手順をこれに当てはめ、ステップ 1 では、与えられた問題が、自分が知っている分野に当てはまるか、当てはまる場合はどの分野かを分析する。ステップ 2 では、ステップ 1 で特定した分野で使えるような公式を考え、問題を解くための計画を立てる。ステップ 3 ではステップ 2 で立てた計画に基づいて、公式に問題の値をあてはめて計算を実行する。最後

に、ユーザが出した答えを AI が評価し、フィードバックを受けることで3ステップを通して出した答えを検証する。図2に問題の例を示す。問題とステップ1が表示されたところで、ユーザはステップ1に対する回答を入力する形でやりとりが開始するようになっている。

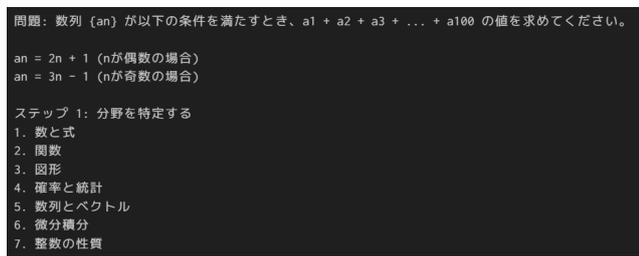


図 2: 問題の例

4.2 思考マップの作成

全てのステップを完了した後、ユーザの各ステップに対する回答を問題の流れに沿った図にした思考マップを AI が作成する。このマップを問題を解き終えた後に見ることで、学習の振り返りができる。また、別のユーザの思考マップと見比べることで、思考の癖や傾向を可視化できる。図3に思考マップの例を示す。

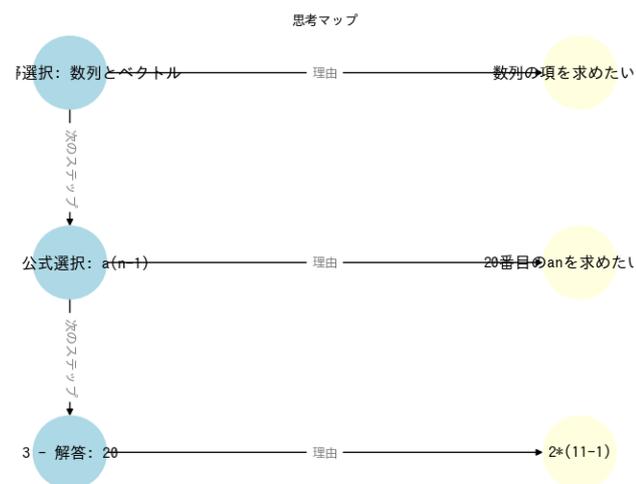


図 3: 思考マップの例

この思考マップを元に、ユーザの思考の傾向を ChatGPT に分析させた。その内容を図4に示す。

このように、思考マップから思考の傾向がわかり、ユーザごとに違いを比べることが可能である。

5 評価

現時点では、数学に限定した問題の生成とステップ分解、思考マップの生成が実現できている。問題の生成は数学以外の分野でも可能だが、適切なステップに分解することができなかった。また、今後はステップ分解と思考マッ

公式の選択：ユーザは一般項 $a(n + 1)$ を選択しています。これは、漸化式や明示的な関係を見つけようとしていることを示唆しています。しかし、問題の定義では、 n が偶数が奇数かに応じた分岐が含まれています。このことから、ユーザは一般的な公式を優先して問題の具体的な条件を見落としている可能性があるか、数列における条件分岐構造に対する意識を高める必要があるかもしれません。

簡略化された理由付け：ユーザの理由付けは簡略化されているように見え、「20番目の a_n の値を求めたい」としています。この特定の問題では、奇数・偶数に基づいて各項を決定することが重要ですが、ユーザはこれらの詳細を明示的には考慮していません。この簡略化されたアプローチは、速度を優先しすぎて詳細な分析を省いている傾向を示唆しているかもしれません。

図 4: 分析内容

プが学習に有効であることを示すために、実際にユーザに利用してもらい、そのデータを収集する必要がある。

6 今後の計画

現在はリロードするたびに問題はリセットされてしまうが、今後は出題された問題、ステップ、ユーザの解答などの履歴を保存し、過去に解いた問題を元に苦手な分野の問題を生成するなど、より個人に特化したものにしていく予定である。また、この実際にアプリを使用したユーザのデータを取り、ステップ分解無しで最初から答えのみを出した場合とステップに分解して段階的に答えを導いた場合の正答率を比較し、解きやすさについてのアンケートを取ることで、思考プロセスの構造化が学習に有効であることを示す。また、生成された思考マップを AI に分析させてパターン分けすることで、各ユーザに合わせた問題を出題する機能を作成していく。

7 まとめ

本研究は、人間が思考をするときに行うプロセスを可視化することが、学習にどのように効果があるかを探求するものである。人間がものを考えるときの一連の流れを概念ではなく構造化するために、対話ベースのやり取りを行う学習アプリを作成した。対話の手段としては、問題を解くというアプローチを取った。

参考文献

- [1] 森本 康彦, 「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた教育 AI 活用の現状と展望, 2022
- [2] Monoxer・解いて憶える記憶アプリ, <https://corp.monoxer.com/> (2024/7/8 参照)
- [3] Jason Wei, Xuezhi Wang, Dale Schuurmans, Maarten Bosma, Brian Ichter, Fei Xia, Ed H., Chi Quoc V., Le Denny Zhou, Chain-of-Thought Prompting Elicits Reasoning in Large Language Models, 2022.
- [4] 岡本 真彦, 教科学習におけるメタ認知-教科学習のメタ認知知識と理解モニタリング-, 2012
- [5] 岡本 真彦, 算数文章題の解決におけるメタ認知の検討, 1992
- [6] Schoenfeld, A, H, What 's All The Fuss About Metacognition?, 1987
- [7] Novak, J. D., Cañas, A. J, The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct Them, 2008