

# ～自動作問Webアプリが拓く、新たな数学学習と教育支援のカたち～

令和6年度地域政策研究センター 地域協働研究【ステージⅠ】採択課題

課題名：数学基礎力と自律的学習の定着を図るアプリケーションの開発と探究学習による数学への興味喚起に関する研究

研究代表者：ソフトウェア情報学部 田村篤史

課題提案者：岩手女子高校

研究メンバー：児玉英一郎（ソフトウェア情報学部）

技術キーワード：Webアプリケーション, 自動作問, 教育工学, 個別最適化学習

## ▼研究の背景と目標

高等学校の数学教育では、一部の生徒が基礎学力定着に困難を抱え、教員の個別指導の負担も増大している。調査の結果、効果的な学習支援には以下の3点が必要だと考えられた。

1. 反復による技能の「体得」
2. 学習者に応じた「質の高い反復」の実現
3. 個別指導における教員の負担軽減

【目標】これらの課題を統合的に解決するため、本研究では自動作問機能を持つWebアプリケーションの開発を目標とする。

1. 数学基礎学力の育成と自律的学習の促進：「質の高い反復」学習で、生徒が自身のレベルに応じて技能を体得できる仕組みを構築する。
2. 持続可能な支援ツールの提供：教員の専門知識を問わず直感的に利用でき、問題作成等の負担を軽減するツールを提供する。

## ▼研究の内容（方法・経過）

1. 知識体系の階層化：単元内の知識要素（例：2次関数の「平方完成」「頂点」等）を構造化・階層化し（図1）、学習者の習熟度に応じた出題制御の設計基盤とした。

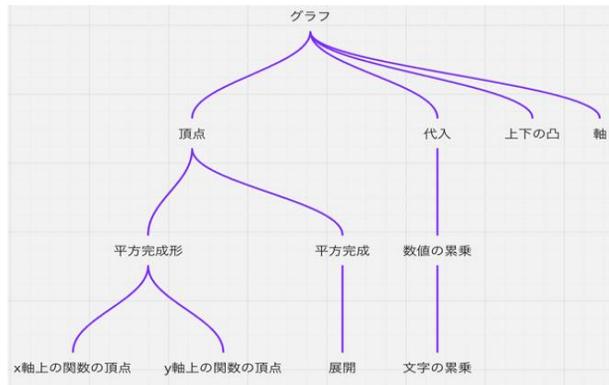


図1 単元の構成



図2 ユーザーインターフェイス

## ▼研究の成果（結論・考察）

1. 2次関数を対象としたプロトタイプシステムを開発した。
2. 学習者の心理面に配慮した設計思想を確立した。当初、誤答選択肢を正解と酷似させる案もあったが、数学が苦手な生徒の観察から、かえって混乱を招き学習意欲を削ぐリスクが懸念された。
3. 「解くことができた」という成功体験の積み重ねを重視し、あえて正解と識別しやすい誤答を配置する設計を採用した。これは、技能の体得と学習継続を促すための教育工学的アプローチである。

2. 動的な問題生成アルゴリズム：Pythonのライブラリ（SymPy, NumPy）を活用し、整数解の基本問題から分数解の応用問題まで、無限に近いバリエーションの問題を自動で生成する。また、解が学習に適しているかを自動検証する仕組みも実装した。
3. 学習者支援機能の設計：**質の高い反復学習** 数値を変えるだけで本質的に同じ構造の問題を何度でも出題可能にし、技能の体得を促す（図2）。**意図的な誤答選択肢** 生徒が陥りやすい典型的な誤答（例：符号ミス）を選択肢に含めることで、自らの誤解を客観的に認識し、修正する機会を提供する。

## ▼おわりに（まとめ・今後の展開）

1. 本研究で、質の高い反復学習と教員負担軽減を両立するアプリケーションの基本設計とプロトタイプ開発を達成した。
2. 今後はAI技術を導入し、学習者の解答履歴（正答率、時間、誤答傾向）を分析。個々の理解度や躓きに応じて、問題の難易度や種類を動的に最適化する機能を実装する。
3. より精緻な個別最適化学習を実現し、アプリケーションの教育効果を一層高めることを目指す。本研究にご協力いただいた岩手女子高校の関係者の皆様に深く感謝申し上げます。