

### 1. 担当 PM

五十嵐 悠紀（お茶の水女子大学 理学部 情報科学科 准教授／  
東京大学 先端科学技術研究センター 准教授）

### 2. クリエータ氏名

品川朝陽（北海道情報大学 経営情報学部 システム情報学科）  
柴田登麻（北海道大学 工学部 情報エレクトロニクス学科）

### 3. 委託金支払額

2,880,000 円

### 4. テーマ名

生徒の興味に基づいた教材を動的に生成するプログラミング教育支援システムの開発

### 5. 関連 Web サイト

なし

### 6. テーマ概要

本プロジェクトでは、生徒一人ひとりの日常に潜む「好き」や「興味」を起点として、それらを教材やプロジェクトとして自動生成し提供する教育支援システムの開発を行った。本システムにより、生徒が自身の興味とプログラミング学習を結びつけながら、主体的に学習を進められる環境を実現した。

### 7. 採択理由

本提案は、プログラミングを学ぶユーザが自身の興味・関心を題材に、主体的に学習を進められるプロダクトの開発を目指すものである。本プロダクトの特徴は、ユーザ自身が習熟度や単元間の関係を可視化し、それらをもとに自ら学習方針を決定できる点にある。これは、ユーザが自発的に学習を主導する教育モデルの実現を目指すものであり、非常に革新的である。このような仕組みは、プログラミング教育にとどまらず、情報技術に関心を持つ層を拡大させる可能性を秘めていると評価した。プログラミング教育の普及が進む一方で、

「学ばされている」と感じているユーザ層も存在する。本プロジェクトが提供する仕組みによって、そうしたユーザに対し主体的に学べる機会を創出できる点は、情報教育の現場における大きな革新につながると考え、採択した。本提案が想定するターゲットはプログラミング教育ではあるが、その教育モデルは他分野への応用や展開も期待できるものと考えている。

## 8. 開発目標

本プロジェクトでは、生徒の興味・関心と学習内容を結びつけ、主体的なプログラミング学習を支援するシステムの実現を目標とした。具体的には、以下の機能の開発を行うこととした。

- 生徒の興味・関心に基づき、学習テーマやプロジェクトを自動生成する機能
- 生徒の学習進捗や習熟度に応じて、次に必要な知識や関連単元を視覚化する機能

これらの機能により、生徒が自身の興味を起点として学習課題を設定し、次の学習ステップを主体的に選択・実行できる環境を構築することを目指した。また、「興味」と「プログラミング」の関係性を可視化することで、学習意欲の向上に加え、日常生活の多様な分野におけるデジタルトランスフォーメーションや新たな学習効果の創出につなげることを目指した。

## 9. 進捗概要

本プロジェクトでは、生徒の興味・関心を起点としたプログラミング学習を支援する pre-Learning Management System (preLMS) として、Web アプリケーション「UnPixel.io」を開発した。本システムは、興味を言語化できない段階からでも制作課題を着想し、具体化し、実装に至るまでの一連のプロセスを一貫して支援することを目的としている。

まず、アイディエーション機能では、マインドマップを用いた興味の探索と、LLM による制作課題の生成を組み合わせることで、学習者の興味を多角的に拡張しながら具体的なアイデアへと導く仕組みを実現した (図 1)。特に、対話型遺伝的アルゴリズム (iGA) を導入することで、学習者の評価を反映しながら嗜好に適合したアイデアを継続的に提示する機能を実装した。

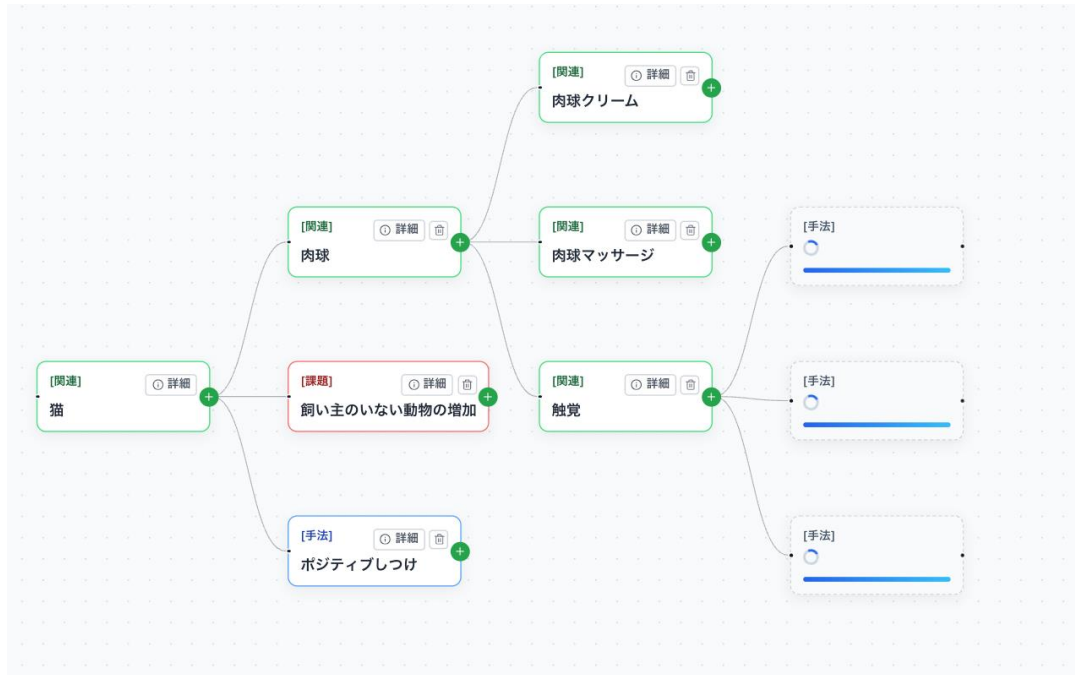


図 1：マインドマップによる興味の探索画面

次に、機能設計機能では、生成されたアイデアを「機能カード」として分解し、依存関係を整理しながら構造化する仕組みを構築した（図 2）。また、図 3 のように LLM が生成する質問に対して選択的に回答することで、学習者は段階的に機能の詳細を具体化できる。

さらに、仕様策定機能では、機能設計の結果を基に技術仕様を具体化し、図解を伴う選択肢を通じて段階的に仕様を決定できるようにした。また、単元グラフとプログラム解析を組み合わせた難易度評価機構を導入し、学習者の既習状況に応じた制作課題の難易度を動的に算出する仕組みを実現した（図 4）。

加えて、仕様書に基づいて必要な技術要素を解説する技術解説生成機能を実装し、背景説明やサンプルコード、図解、確認問題を自動生成することで、実装に向けた理解を支援する環境を構築した。さらに、生成された仕様書を外部の LLM サービスと連携する機能を備え、学習者がスムーズに実装作業へ移行できるようにした。

これらの機能により、学習者の興味の発見からアイデア創出、設計、仕様策定、実装支援に至るまでの一連の学習プロセスを統合的に支援するシステムを実現した。本システムでは、アイデアの構造化と段階的な具体化を通じて、学習者が自身の興味から出発し、目標の発見から仕様の確定に至るまでのプロセスを一貫して支援できるようになった。特に、選択操作を中心としたインタフェース設計により、興味の言語化能力や習熟度に依らず LLM による支援を受けられる仕組みを実現している。これにより、個別指導に伴う人数やコストの制約を受けることなく、多くの学習者に対して興味起点の制作課題設定を支援することが可

能となった。

また、ユーザインタビューや合宿でのフィードバックをもとに機能の優先順位付けと取捨選択を行い、実用性を重視した開発を進めた。その結果、本システムは主体的な学習を促進する基盤として有効に機能する段階に到達することができた。

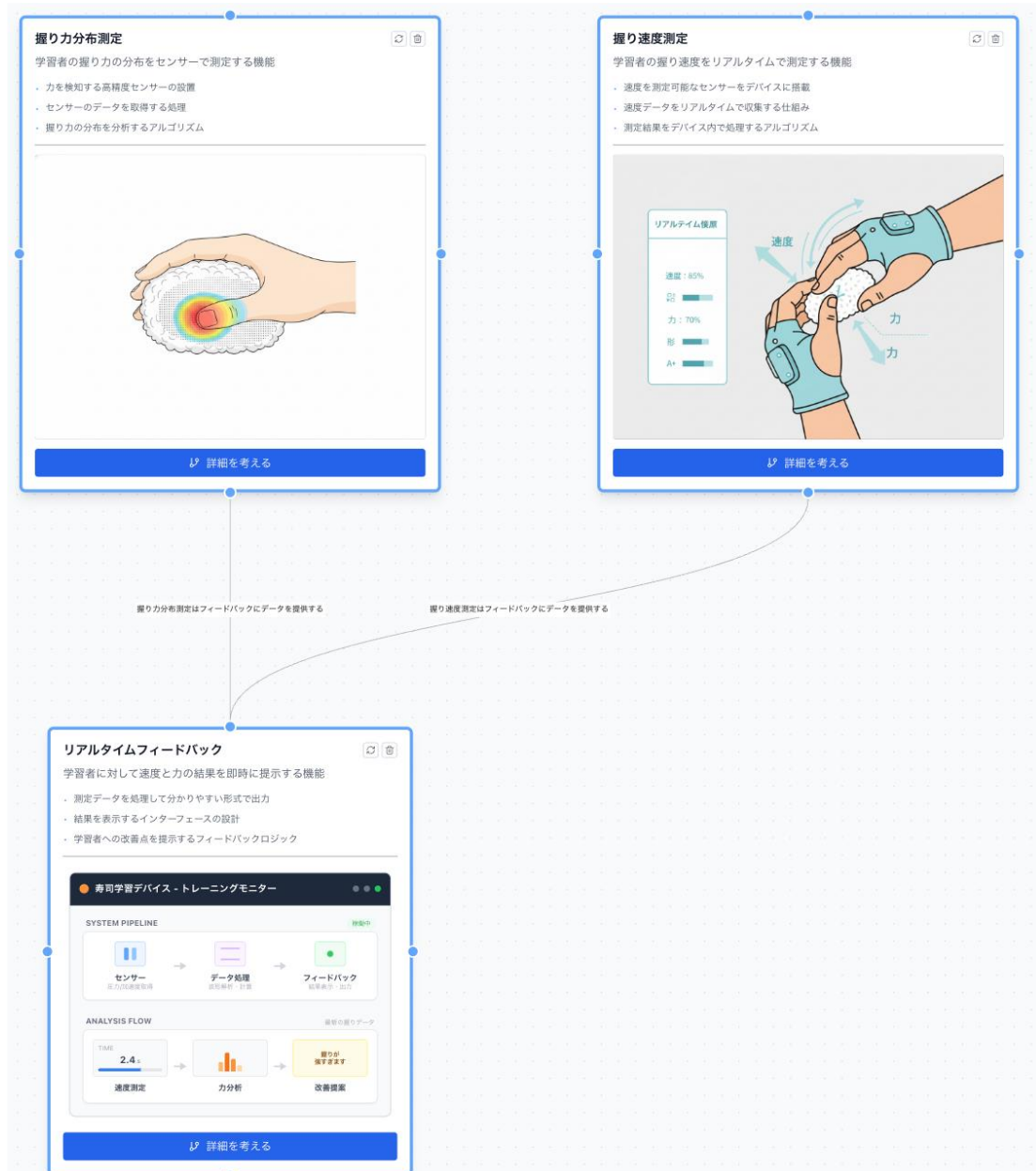


図 2：機能カードの依存関係グラフ

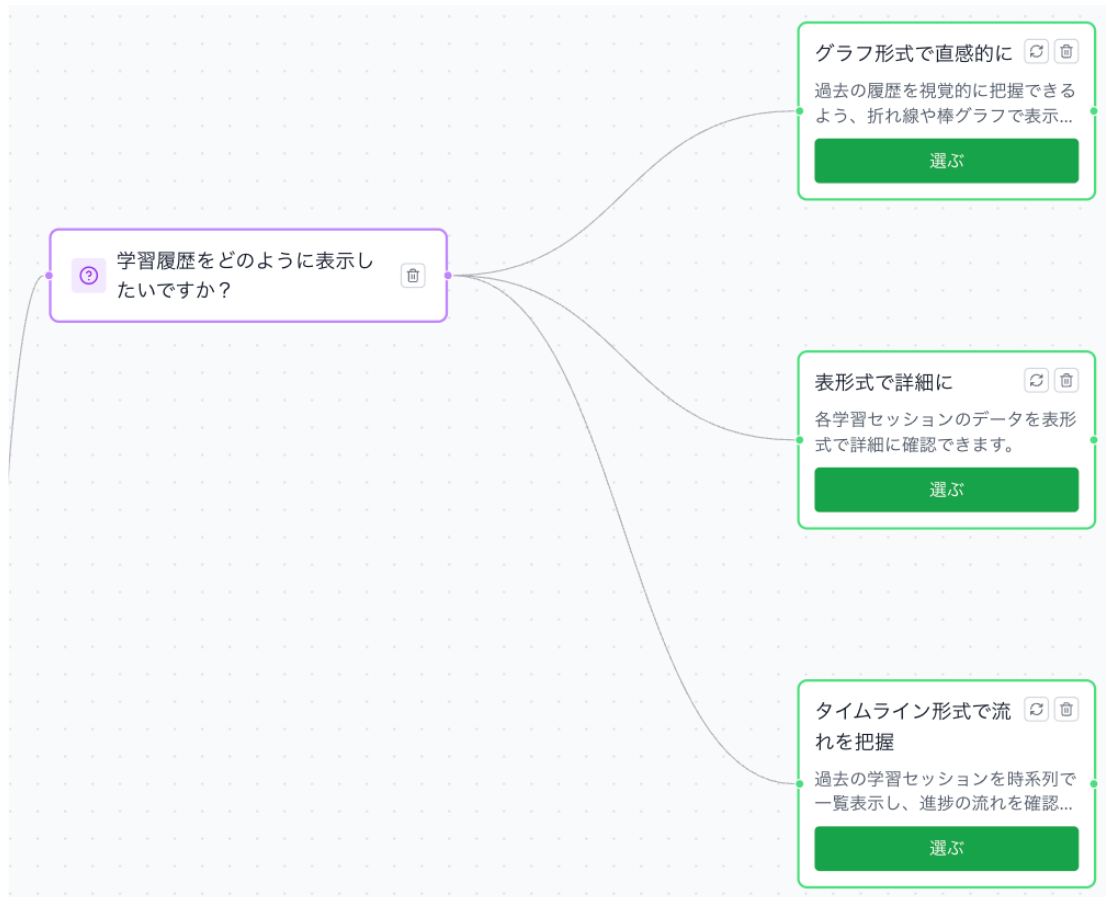


図 3 : 質問ノードと選択肢ノードの例

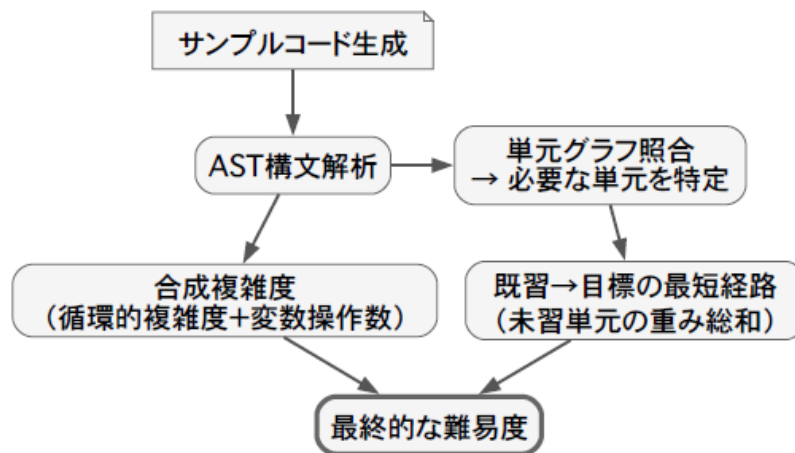


図 4 : 難易度評価のパイプライン

## 10. プロジェクト評価

本プロジェクトは、学習者の興味・関心を起点としたプログラミング学習支援という明確な課題設定に対し、アイデア創出から仕様策定までの一連のプロセスを統合的に支援するシステムとして具体化されており、構想と実装の一貫性

が高い点が評価できる。

特に、選択操作を中心としたインタフェース設計により、言語化能力に依存せずに LLM を活用した学習支援を実現している点は、新規性と実用性を兼ね備えている。また、対話型遺伝的アルゴリズムや単元グラフに基づく難易度評価など、複数の技術を組み合わせて学習プロセス全体を支援する設計は、システムとしての完成度の高さを示している。

さらに、ユーザインタビューや合宿を通じて継続的にフィードバックを取り入れ、機能の優先順位を整理しながら開発を進めてきたことで、実利用を見据えたシステムができあがったことを評価する。

## 11. 今後の課題

実際の学習現場における利用を通じて、ユーザフィードバックの収集と改善を継続的に行い、本システムが学習意欲や学習成果に与える影響を検証することが今後の課題として挙げられる。特に、興味起点の学習設計が主体的な学習行動の促進にどの程度寄与するかなどは重要な検討点として挙げられる。さらに、より多くの学習者に利用されるためには、教育現場への導入や継続的な運用を見据えた普及・展開に向けた取り組みを期待している。