

KeTCindyJS による HTML 教材の開発と学習支援の構築

沼津工業高等専門学校 鈴木正樹¹

1 はじめに

沼津高専では、2019年度のカリキュラム改定により第1学年から第4学年までの一般選択科目として「課題研究」が開講されている（前身となる「ミニ研究」は、2012年度から2018年度まで、第2学年の一般必修科目として、原則全教員が担当する形で開講されていた）。これは、教員が設定した課題について、学生が自ら調査・研究・製作等の計画を立て、実施することで、創造的思考力を養成することを目的としたPBL型の授業である。年度始めに開講を希望する教員がテーマを提示し、受講者を募り、履修登録を経て、概ね6月から最長で翌年の2月まで活動が続く。修得可能単位数は原則各年度1単位で、4学年を通じて最大3単位まで修得することができる。

著者は2023年度より、KeTCindyに関する課題研究を開講している。これは、新型コロナウイルス感染症によるオンライン授業期に、KeTCindyJSを用いて作成した動的なHTML教材を授業で活用していたことがその契機となっている。コロナ禍が収束して対面授業に戻ったのち、これらのHTML教材に興味を持った学生らが自然と集まり、2022年度には「KeTCindy研究会」が立ち上がった。こうした学生の主体的な活動を後押しする形で、課題研究として開講し、今年度で3年目を迎える。本稿で扱うKeTCindyとは、動的幾何ソフトウェアCinderellaをGUIとしてグラフィックコードを生成するツールであり([3])、KeTCindyJSとは、CinderellaのプラグインであるCindyJSでKeTCindyのライブラリを利用して図やグラフを作成し、それらをHTMLファイルとして生成できるシステムのことである([4])。これらは、高遠節夫氏を中心としたグループにより開発された数学教材作成支援システムであり、現在も継続的に更新されている([6])。

本稿では、沼津高専にて学生らとともに実施しているKeTCindyJSに関するこれまでの一連の取り組みについて、3年間の活動内容と得られた成果について報告する。

2 活動報告

2023年度は、オンラインで活用できるHTMLベースの教材作成を目的として、課題研究「数学HTML教材の開発」を開講した。受講者は11名（1年生2名、2年生2名、3年生7名）であったが、専攻科生を含む上級生らも参加したことで総勢20名程度の学生が関与し、KeTCindyJSによる教材作成を行った。また、中学生を対象としたKeTCindyスクリプトの解説講座や数式送受システムKeTLMS([5])を授業にて試行した。

2024年度は、作成したHTML教材の活用とKeTCindyの利便性向上を目的として、課題研究「数学オンラインプラットフォームの開発」を開講した。受講者は12名（1年生1名、2年生4名、3年生3名、4年生4名）で、上級生の関与者3名らと、高校・高専入試

¹E-mail: m-suzuki@numazu-ct.ac.jp

対策用として HTML 教材を作成し、教材を活用した出前授業や KeTCindy の認知度向上のための体験授業を行った。また、KeTCindy の Web ドキュメントを作成し、さらに、数式入力により課題をやり取りできる e-learning システムの開発に着手した。

2025 年度は、これまでの活動を深化する形で、課題研究「数学オンラインプラットフォームの整備」を開講した。受講者は 8 名（1 年生 1 名、2 年生 2 名、3 年生 4 名、4 年生 1 名）であるが、スクリプト指導と Web ページ作成の補助として、5 年生 4 名、専攻科生 1 名が関与している。学生自らがこれまでの活動を踏まえて課題を定め、数式処理システムと連携した教材作成や e-learning システムを組み込んだ学習サイトの整備、さらに、KeTCindy 専用の ChatBot の開発とその精度向上を目指してそれぞれが活動に取り組んでいる。

この 3 年間の活動は大きく次の 4 つに分けることができる。KeTCindyJS による教材作成と教材作成環境の整備、作成した教材を活用した各種講座の実践と学習環境の整備である。図 1 は、それぞれの活動に関する年度別の概要である。本節以下では、これらの各取り組みについて紹介する。

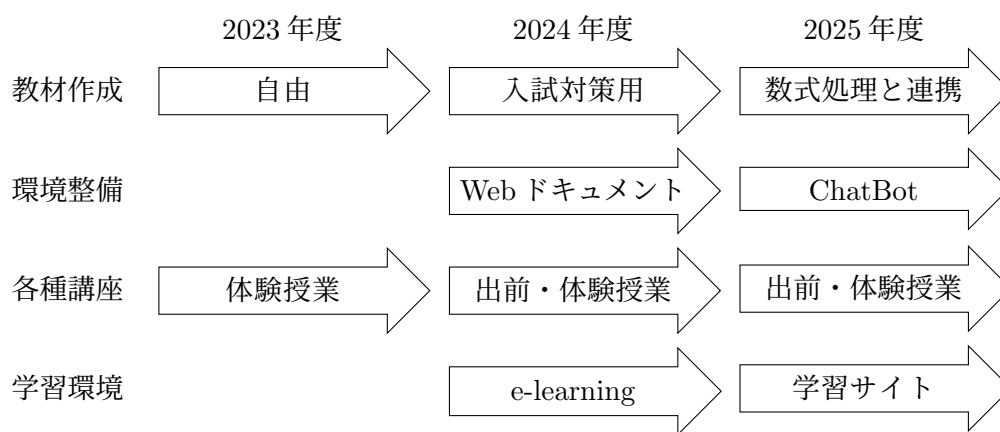


図 1: KeTCindy に関する活動の年度別展開

2.1 HTML 教材の作成

課題研究として活動を開始した当初は、パソコンに不慣れな学生が KeTCindy を使用するために必要な各種ソフトウェアのインストールと設定に苦労した。それ以前はパソコンに詳しい学生のみが集まっていたため、各々で済んでいたが、対象学生の幅が広がったことにより、これらの作業を著者が対応せざるを得ない状況が生じた。このことから、KeTCindy の活動を展開していく上で、その導入に課題があることを認識した。

HTML 教材の作成については、基本的には各自が KeTCindy リファレンスを参照しながら Cindy スクリプトを理解する形で進めている。一方、ボタンや入力窓の作り方、独自の構文である if 文や for 文などは、著者や上級生らが講義形式で解説したり、個別に対応している。活動開始の 2023 年度は、特に教材のテーマは指定せず、各々自由に、としたところ、図 2 のように、関数のグラフといった数学の授業に関連したものが作成された一方、星形正多角形の表示や状態方程式の数値計算、さらにグラフアートなど想定外の教材も作成された。これらの一部は Web サイトにて公開している ([8])。それから 2 年を経た

現在、図2を作成した学生は自らテーマを、中学生を対象とした高校や高専入試問題の解説と設定し、図3のように、中学校への出前授業に役立つ教材をWeb上で実現できるまでに成長している。この変化は、KeTCindyJSによる教材作成を通じて学生の主体性や表現力、構成力が着実に育まれていることを示している。

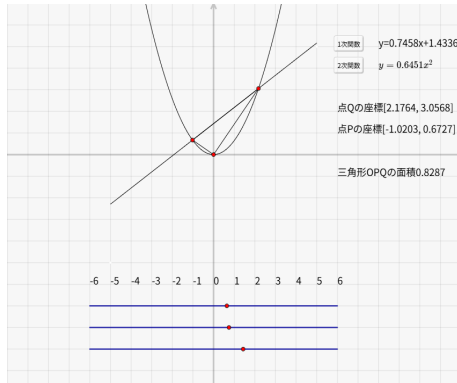


図 2: 2023 年度

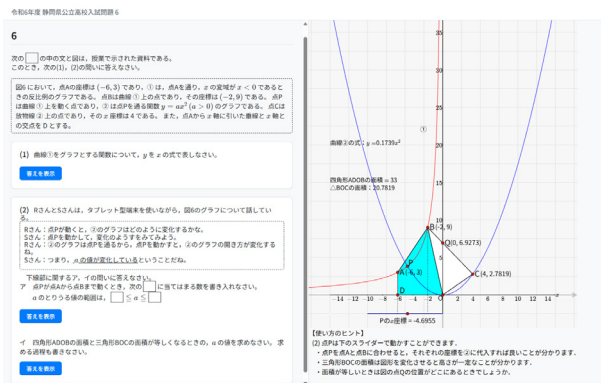


図 3: 2025 年度

2.2 教材開発環境の整備

2023年度の課題研究を踏まえ、KeTCindyの活動を継続して発展させていくためには、インストールの他、プログラミングに不慣れた学生はCindyスクリプトによる教材作成そのものが困難である、という課題を解決する必要があると考えた。これを受けて、2024年度の課題研究では、制御情報工学科の2年生4名（現3年生）が、Web上に「KeTCindy WebDocs」として、自動インストーラー、Webリファレンス、KeTCindyChatBotからなるWebドキュメントを整備した([7])。これらについては[1]にて報告済みであるため、本小節では、2025年度の課題研究の学生らが改めて一から作り直している「KeTCindyChatBot」について、その開発環境や進捗状況について報告する。

KeTCindyChatBotは、KeTCindyおよびCinderellaに特有の文法や関数に特化した専用ChatBotであり、ユーザーからの質問に対して、正確なKeTCindyの最小コードを返すことを目的に開発を進めている。一般的な大規模言語モデルではKeTCindy特有の記法や関数仕様を十分に再現することが困難であるため、本システムでは独自にJSONL形式として整備したKeTCindyリファレンスやサンプルコード群を知識ベースとし、検索結果を根拠として応答を生成するRAG（Retrieval-Augmented Generation）型の構成を採用している。図4は、KeTCindyChatBotのシステム構成と処理の流れである。ユーザーインターフェースとしてHugging Face Spacesを利用し、Pythonにより、レイアウトや学習ルールの構成の他、応答生成処理としてOpenAI APIを利用できるように環境を整えている。また、複数の処理過程を統合するためのフレームワークとしてLangChainを導入し、プロンプト設計や検索プロセスの制御を効率化している。さらに、知識ベースの検索および類似度計算にはFAISSを用い、文章や関数説明のベクトル化には埋め込みモデルを適用した。このように、KeTCindyChatBotは、ブラウザ上で対話的にKeTCindyコードを生成できるWebアプリケーションとして実装している。

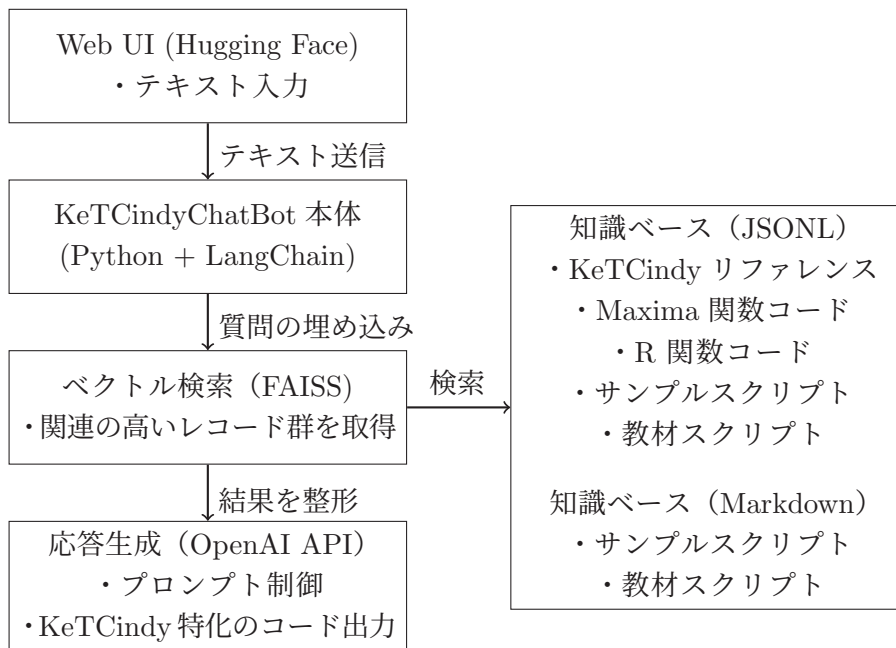


図 4: KeTCindyChatBot の処理フロー図

ChatBot の開発には Web 上の既存資源を活用しているため、著者や学生らの主な作業は知識ベースの構築となる。その中核的作業として、まず KeTCindy リファレンスを JSONL 形式に整理した。当初は PDF ファイルによる学習を試みたが、学習ルールが適切に反映されず、十分な精度が得られなかったため断念した。そこで、図 5 に示すように、JSONL 形式として 1 行に 1 レコード（独立した 1 つの情報）を割り当て、各レコードには、関数名、機能概要、詳細説明、および簡単な使用例を、リファレンスの各節ごとに整理して記述することとした。なお、これらのファイル作成は学生が行ったが、まずいくつかの項目を手動で入力したのち、その記述ルールを ChatGPT に学習させることで自動的にリスト化していた。

```

1  {関数名: "Ketinit(options)", "関数言語": "KeTCindy", "関数機能": "KeTCindy を初期化する。平面図形では Draw スロットに、空間図形では Initialization スロ
2  {関数名: "Intglist(), Setglist(), Addglist()", "関数言語": "KeTCindy", "関数機能": "ketlib スロットで作られる描画データを描画リストに追加する。", "関
3  {関数名: "Sethles(hlename)", "関数言語": "KeTCindy", "関数機能": "出力するファイル名の設定", "関数説明": "出力する Tex のファイル名を指定する。\\n出力する
4  {関数名: "Setparent(hlename)", "関数言語": "KeTCindy", "関数機能": "Parent ポテンで出力するファイル名の設定", "関数説明": "Figobj() を受けて Parent 引
5  {関数名: "Changeosk(パス名)", "関数言語": "KeTCindy", "関数機能": "作業ディレクトリを指定 (変更) する", "関数説明": "作業ディレクトリは、初期設定では、現
6  {関数名: "Addpackage(パッケージ名)", "関数言語": "KeTCindy", "関数機能": "TeX のパッケージを追加する", "関数説明": "プレビュー用の TeX ソースにパッケージ
7  {関数名: "Usegraphics("pic"/"pict2e"/"tikz)", "関数言語": "KeTCindy", "関数機能": "TeX のグラフィクスパッケージを必要とする", "関数説明": "デフォルト
8  {関数名: "Adax(θ または 1)", "関数言語": "KeTCindy", "関数機能": "座標軸の表示", "関数説明": "引数 θ のとき座標軸を x 軸, θ のとき y 軸を引く。初期設定は 1
9  {関数名: "Setax()", "関数言語": "KeTCindy", "関数機能": "座標軸の書式を設定する", "関数説明": "indexella の描画面には反映されない。(座標軸は描かれた)
10 {関数名: "Drexy(), Drexy(options)", "関数言語": "KeTCindy", "関数機能": "指定する手順で座標軸を縮く", "関数説明": "座標軸は 初期設定では縦横に縮められ
11 {関数名: "Defnecolor(色名, 定義のリスト)", "関数言語": "KeTCindy", "関数機能": "色名を定義する", "関数説明": "ユーザー名の色名を定義する。定義リストは R
12 {関数名: "Setcolor(color,options)", "関数言語": "KeTCindy", "関数機能": "描画色の設定", "関数説明": "引数 color はカラーコードまたは色の名前。(nカラー
13 {関数名: "Defun(関数名, 定義のリスト)", "関数言語": "KeTCindy", "関数機能": "関数を定義する", "関数説明": "関数定義は CindyScript の関数定義 \\n(x):式
14 {関数名: "Defvar(文字列)", "関数言語": "KeTCindy", "関数機能": "変数を定義する", "関数説明": "変数の定義を R と共有する。", "使用例": "【例】Defvar("co
15 {関数名: "FontSize(記号)", "関数言語": "KeTCindy", "関数機能": "フォントサイズを設定する", "関数説明": "次に Fontsize() を実行するまで有効の\\n記号は "t",
16 {関数名: "Ptsize(n), Setpt(n)", "関数言語": "KeTCindy", "関数機能": "表示する点の大きさを設定する", "関数説明": "Ptsize() と Setpt() は同じである。
17 {関数名: "Setmarklen(数)", "関数言語": "KeTCindy", "関数機能": "座標軸の目盛の長さを設定する", "関数説明": "htickmark(), vtickmark() で座標軸に目盛をフ
18 {関数名: "Setorigzn(座標)", "関数言語": "KeTCindy", "関数機能": "描画する座標軸の原点を設定 (移動) する。座標軸は変化しない", "関数説明": "描画する座標軸
19 {関数名: "Setpen(数)", "関数言語": "KeTCindy", "関数機能": "線の太さの初期値を設定する", "関数説明": "listplot() などの描画関数のオプション dr で、個々の
20 {関数名: "Setscaling(倍率)", "関数言語": "KeTCindy", "関数機能": "縦方向の倍率を設定する。倍率は実数またはリスト。実数の場合は縦方向、リストの場合は [横方向,
21 {関数名: "Setuntlen(文字列)", "関数言語": "KeTCindy", "関数機能": "単位長を設定する。初期設定は 1cm。", "関数説明": "この関数は、スクリプトの初めの方に書
22 {関数名: "Unscaling(plotdata)", "関数言語": "KeTCindy", "関数機能": "scaling されたデータを縮小化する", "関数説明": "出力する描画領域は、通常は 2 点
23 {関数名: "Setwindow(x の範囲, y の範囲)", "関数言語": "KeTCindy", "関数機能": "出力する描画領域を設定する", "関数説明": "出力する描画領域は、通常は 2 点
24 {関数名: "Pointdata(name, 点リスト, options)", "関数言語": "KeTCindy", "関数機能": "点のデータを作成する", "関数説明": "与えられた座標の点データを作
25 {関数名: "Putpoint(点名, 座標 1, 座標 2)", "関数言語": "KeTCindy", "関数機能": "点を作る", "関数説明": "識別名が点名の点を、既存でなければ座標 1 に作る。
26 {関数名: "Putinterset(点名, PD1, PD2, [No])", "関数言語": "KeTCindy", "関数機能": "2 曲線の交点を作る", "関数説明": "PD1,PD2 は 2 曲線のプロット
27 {関数名: "Putoncurve(点の名前, プロットデータ, options)", "関数言語": "KeTCindy", "関数機能": "曲線上に点を乗せる", "関数説明": "点が存在しない場合は新

```

図 5: KeTCindy リファレンスの JSONL ファイル

次に、サンプル教材やこれまでに作成してきた教材のスク립ト情報を抽出し、リファレンスと同様に JSONL 形式に整理することとした。しかし、1 つの教材ファイルに含まれ

るスクリプト量は多く、その構造も多様であることから、手作業によるデータ整備には膨大な作業負担が伴う。加えて、教材ごとに記述形式や構文の傾向が異なるため、統一的な形式での整理が困難であるという課題も生じた。そこで、スクリプト情報については JSONL 形式ではなく、Markdown 形式として学習させる方式を採用することとし、ChatBot が内容をより適切に理解できるよう、現在は構造化されたテンプレートの設計を模索している段階にある。具体的には、関数定義、処理意図、使用例などを明示的に区分した記述形式の検討を進めている。

生成 AI に関する著者の知識が十分でなく、本 ChatBot が実用に足るにはまだ時間を要する見込みであるが、試行錯誤を通じて段階的に改良を重ねていく予定である。一方、ChatBot の開発を通じた成果として、主担当の学生はプログラミング技能が大幅に向上しているだけでなく、問題解決力や主体的に学ぶ姿勢においても明確な成長が見られる。後述する ChatBot を活用した出前授業や体験授業は、当該学生の発案により実施したものであり、自ら開発したツールが他者の学習を支援する経験は、技術の社会的役割への理解を深め、エンジニアとしての責任感や他者志向の姿勢が育成されていると考えられる。

2.3 出前授業・公開講座・体験授業の実施

3年間に実施した KeTCindy に関する講座は以下の通りである。作成した教材の活用を目的に開始したが、実施にあたりアンケート調査を行い、教材の効果測定および活動に対する評価を受けている。表 1 は、2024 年度および 2025 年度のプログラミング入門として実施した教材作成に関する体験授業のアンケート結果である。

1. 公開講座「数理モデル入門 – 感染症の数理 II –」
2023 年 9 月 24 日, 13:20 ~16:00, 多目的教室, 一般 8 名
2. 中学生のための体験授業「数学 HTML 教材の開発」
2023 年 10 月 15 日, 10:30 ~12:00, 多目的演習室, 中学生 13 名
3. ミニミニ体験授業 in 沼津
2024 年 6 月 9 日, 13:30 ~16:00, 大教室, 中学生 50 名, 保護者 74 名
4. KeTCindy 体験会
2024 年 8 月 3 日, 9:30 ~16:30, 無音学修スペース, 中学生 100 名程度
5. 出前授業「探求型数学 HTML 教材を活用した高校入試対策講座」
2024 年 9 月 7 日, 10:00 ~12:00, 静岡大成中学校, 3 年生 20 名 × 2 クラス
6. ミニミニ体験授業 in 浜松
2024 年 9 月 21 日, 13:30 ~16:00, アクトシティ浜松, 中学生 24 名, 保護者 26 名
7. 中学生のための体験授業「KeTCindy によるプログラム入門」
2024 年 10 月 13 日, 10:30 ~12:00, 多目的演習室, 中学生 14 名, 保護者 10 名
8. ミニミニ体験授業 in 沼津
2025 年 5 月 11 日, 13:30 ~16:00, 大教室, 中学生 97 名, 保護者 127 名

9. KeTCindy 体験会
2025年8月2日, 9:30 ~16:30, 無音学修スペース, 中学生 100 名程度
10. 出前授業「ChatBot を用いた数学 HTML 教材の開発」
2025年8月26日, 10:00 ~12:00, 静岡大成中学校, 3年生 20名 × 2クラス
11. ミニミニ体験授業 in 静岡
2025年8月31日, 13:30 ~16:00, グランシップ静岡, 中学生 31名, 保護者 33名
12. 中学生のための体験授業「ChatBot を用いた数学 HTML 教材の開発」
2025年10月12日, 10:30 ~12:00, 多目的演習室, 中学生 14名, 保護者 10名

表 1: 体験授業参加中学生へのアンケート結果 (2025年度は2名無回答)

質問	2024 年度		2025 年度	
	はい	いいえ	はい	いいえ
授業の内容は理解できたか.	14	0	12	0
授業の内容に興味を持てたか.	14	0	12	0
時間の配分は適切か.	12	2	11	1
Plotdata 関数は理解できたか.	14	0	12	0
Slider 関数は理解できたか.	14	0	12	0
Letter 関数は理解できたか.	14	0	11	1
1次関数の動的幾何教材を作ることができたか.	14	0	10	2
2次関数の動的幾何教材を作ることができたか.	9	5	7	5
分数関数の動的幾何教材を作ることができたか.	3	11	1	11
HTML 教材は理解の助けになると思うか.	14	0	-	-
プログラムでグラフを描くことに興味を持ったか.	12	2	-	-
生成 AI を利用したことがあるか	-	-	9	3
ChatBot を用いて図やグラフを作成できたか.	-	-	6	6
この続きの講座を受講したいか.	12	2	11	1
KeTCindy で教材を作りたいか.	11	3	9	3
<p>2024 年度 自由記述</p> <ul style="list-style-type: none"> ・楽しかったです。またやりたいです。 ・最初は難しいと思ったが、やってみると楽しくて面白いと感じた。 ・授業として改めて受けたい。またやってみます。 ・演習の時間が少し短すぎた。スムーズでなかったと思う。 ・問題文を要約する形で表現できるものは作れますか。 ・図形の問題で角度や辺の比を求められる教材があると良い。 <p>2025 年度 自由記述</p> <ul style="list-style-type: none"> ・補助学生のおかげで授業を理解することができた。 ・プログラムによってグラフ等がどのように作られているかが分かった。 ・ChatBot を活用してグラフを作ることができて嬉しかった。 				

母数は少ないものの、本体験授業では、参加者の満足度・理解度ともに非常に高く、プログラミング入門として KeTCindy を取りあげる意義があることが示唆された。一方で、教材作成については、中学生が学習していないという意味で、関数の難易度差により影響があることがみられ、作成を目指す教材設定には改善の余地があることが確認された。また、2025 年度は、ChatBot を活用した教材作成に主眼をおいて実施したが、時間と ChatBot の精度の問題のほか、何を入力すれば良いか分からない中学生が多く、補助学生なしでは教材を作成するまでには至らなかった。しかしながら、中学生がどのような点でつまづきやすいか、またどのような支援があれば主体的に取り組めるかといった具体的な課題が明らかになった点は成果であるといえる。さらに、補助学生の関わり方が学習効果に影響することが分かり、学習者同士の対話や支援を含めた授業設計の必要性が確認された。

2.4 学習環境の構築

2024 年度からの課題研究では、作成した HTML 教材を活用する場として、学習サイトの整備や e-learning システムの開発も行っている。学習サイトについては、図 3 で示した中学生向けの出前授業や体験授業用のサイトのほか、カレッジ級数学を対象に e-learning システムと連携した自学自習用の学習サイトの構築を目指して、現在少しずつ整備を進めている。本小節では、2023 年度後期に実施した KeTLMS (現 KeTLTS) の運用を端緒に開発が進められている e-learning システムについて、開発環境を中心に報告する。なお、開発の経緯やシステム、試験運用については [2] で報告済みである。

図 6 は、e-learning システムの構成図である。TypeScript を言語として構築し、フロントエンドには、Next.js (React) を、バックエンドには Next.js, Server Function を採用している。これにより、フロントエンドとバックエンドを同一サーバ上で統合的に運用する構成としている。また、数式表示には react-katex, ORM には Prisma, データベースには PostgreSQL を利用している。

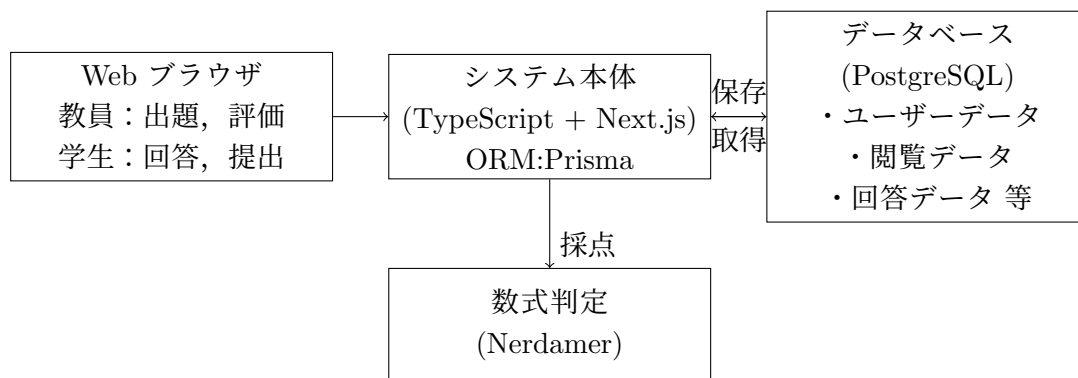


図 6: e-learning システムの構成

採点は、学生の解答とあらかじめ設定された正答との比較により半自動的に行われる。数式の正誤判定には数式処理ライブラリ Nerdamer を用い、単なる文字列の一致ではなく、数式としての等価性に基づいて評価する仕組みとしている。具体的には、まず TeX 形式の文字列について完全一致の判定を行い、一致しない場合は表記のゆれを除去した上で再度

比較を行う。その後、数式を内部表現へ変換し、数学的に同値であるかを数値的に検証することで、「正解」「おそらく正解」「判定不能」の三段階に分類する。判定不能となった解答については教員による手動採点へと移行し、管理画面上で容易に正誤の修正が可能な構成としている。これにより、自動採点の効率性と教員による最終確認の両立を図っている。

本システムを使用する際には、VPS上でWebサーバーとデータベースサーバーを立ち上げる必要がある。試験運用を行った2024年度は、Vercelにシステムを構築して実施していたが、無償プランであるため利用期間に制限があり、継続的な運用が困難であった。そこで、2025年度はさくらのレンタルサーバーを借りているのだが、当該環境では管理者権限が付与されていないため、本システムの環境構築に必要な設定が行えないことが判明し、現在は運用できていない。ただ、2026年1月から、さくらVPSへ移行する予定であり、同環境では管理者権限のもとで柔軟な設定が可能となることから、本システムの安定運用が実現できると見込んでいる。

現在、開発の主軸は制御情報工学科の4年生に引き継がれ、新たに画像ファイルやHTMLファイルを挿入する機能が追加された。図7は機能実装時の動作確認の画面であるが、教員が問題作成時にKeTCindyJSにより作成したHTMLファイルを挿入することで、学生が解答する際にHTML教材を活用して問題に取り組むことができるようになっている。

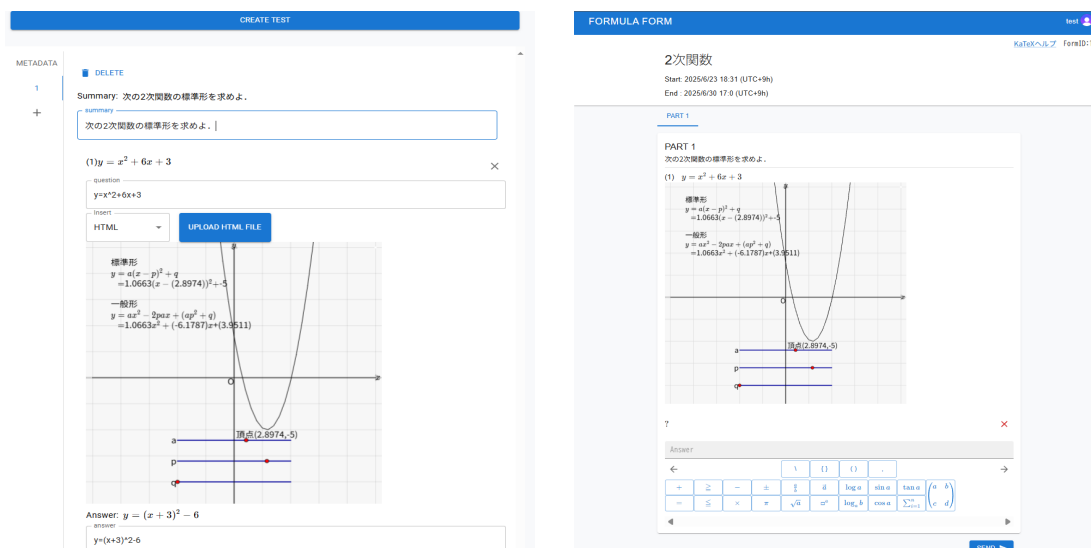


図 7: 教員側の作問画面 (左), 学生側の解答画面 (右)

今後は、セキュリティ面を考慮したログイン認証を実装したうえで、著者が担当するクラスにおける実践と、その結果を踏まえた継続的な改善を往還させることにより、学生主体による e-learning システムとしての完成と運用を目指す。

本システム開発を通じて得られた成果としては、開発に携わった学生に対する教育的効果である。授業や課題での使用を想定した e-learning システムを開発する過程において、学習者としての視点に加え、課題を出し、評価する教員側の立場や意図についての理解を得る機会となっている。学生にとって使いやすいかという視点と同時に、教員にとって公平かつ効率的に評価できるかという視点を意識する契機となり、単なる技術習得にとどまらず、教育実践を支える側としての実務的な視点の形成にも寄与している。

3 まとめと今後の展望

KeTCindyJS により作成した HTML 教材は、3 年間にわたる継続的な取り組みを通して一定の蓄積がなされ、通常の授業だけでなく、出前授業や体験授業、Web サイトにおいて実践的に活用できる段階にまで至っている。これらの活動は、単に数学分野における教材作成や教材活用に留まらず、その過程を契機として学生の主体性が育まれ、教材作成に必要な独自のコードを生成する ChatBot の開発や数式入力可能な e-learning システムの構築へと発展した。KeTCindyJS をテーマとした本課題研究は、教育的広がりを伴う取り組みとして価値のある成果が得られており、かつ情報教育の観点からも意義のある取り組みとして発展が期待される。

今後の展望としては、これまでに得られた知見に加えて教材の効果測定を行い、その結果を改善へと反映させるフィードバックサイクルを構築することで、より教育効果の高い HTML 教材の開発を学生らとともに継続していく考えである。また、数式処理システムの Maxima や Algebrite を組み込むことで、視覚的に分かりやすいだけでなく、正確で汎用性の高い HTML 教材の開発にも取り組む。さらに、HTML 教材と Web システムを有機的に連携させ、自学自習可能な数学オンラインプラットフォームとして発展させることで、時間や場所にとらわれない学習環境の実現を目指す。加えて、KeTCindy スクリプトの記述を支援する ChatBot の精度向上も継続して進めていく。KeTCindy による教材作成は、数学的知識とプログラミングスキルの双方を必要とするため、プログラミングに不慣れな数学教員にとっては導入の敷居が依然として高い。そこで、本活動で得られた仕組みをベースに、AI 支援による新しい教材開発環境を構築したい。

参考文献

- [1] 鈴木正樹, 荻野壮, 小野涼大, 片山謙信, 藤田康佑, KeTCindy の利便性向上と効果的な教育利用に向けて, 京都大学数理解析研究所講究録 **2301** (2025), 82–89.
- [2] 鈴木正樹, 細谷真唯子, 小山田純, 黒岩佑真, 柴田遥陽, TeX 書式で解答する数学 e-learning システム, 京都大学数理解析研究所講究録 **2301** (2025), 90–97.
- [3] 高遠節夫, KeTCindy の開発について, 京都大学数理解析研究所講究録 **1978** (2015), 173–182.
- [4] 高遠節夫, KeTCindyJS の開発と教育利用, 京都大学数理解析研究所講究録 **2142** (2019), 123–132.
- [5] 高遠節夫, 碓氷久, 西浦考治, 濱口直樹, KeT-LMS の開発と授業実践, 城西大学数学科数学教育紀要 **5** (2024), 38–49.
- [6] KeTCindy Home, <https://s-takato.github.io/ketcindyorg/indexj.html>
- [7] KeTCindy WebDocs, <https://ket-cindy-web-docs-with-chat.vercel.app/>
- [8] Project KeTCindyJS in 沼津高専, <https://user.numazu-ct.ac.jp/~m-suzuki/ketcindy/index.html>