

KeTCindyJSを用いた探求型動的幾何HTML教材の開発

Development of Exploratory Geometry HTML Teaching Materials using KeTCindyJS

沼津工業高等専門学校 制御情報工学科 楠 和徳, 荒井 良斗, 荻野 壮, 片山 謙信
 NIT, Numazu Collage Department of Control and Computer Engineering, Kazunori KUSUNOKI, Yoshito ARAI, Sou OGINO, Kenshin KATAYAMA

1. 背景と課題

現在の数学教育の課題について、各種調査結果、これまでの経験、社会情勢という三つの視点で見ると、各種調査結果からは、

- ① 児童・生徒の算数・数学に対する苦手意識は高い（学習到達度）
- ② 関数および図形領域の理解度が低い（国際数学理科教育動向）
- ③ 問題解決の過程や振り返りの考察に課題（全国学力学習状況）

が得られ、これまで数学を学んできた私たちの経験からは、

- ④ 抽象的なグラフでは理解が難しい
- ⑤ グラフや図形を正確に見やすく描くことが難しい
- ⑥ グラフの動作を視覚的に理解することが困難

が挙げられ、コロナ禍を経て教育のデジタル化が進んでいる今、

- ⑦ 充実したオンライン教材の不足
- ⑧ アクティブ・ラーニングに対応できる探求型教材の不足
- ⑨ クロスプラットフォームに対応する教材の要請

が考えられる。

以上のことから、自らが積極的に問題を解決できる探求型のオンライン幾何教材が求められていると考えた。

2. 課題解決のアイデア

三つの視点による九つの課題解決に向けて、アイデアを整理したところ、**KeTCindyJS**を用いて探求型数学HTML教材を開発するという着想に至った（図1）。

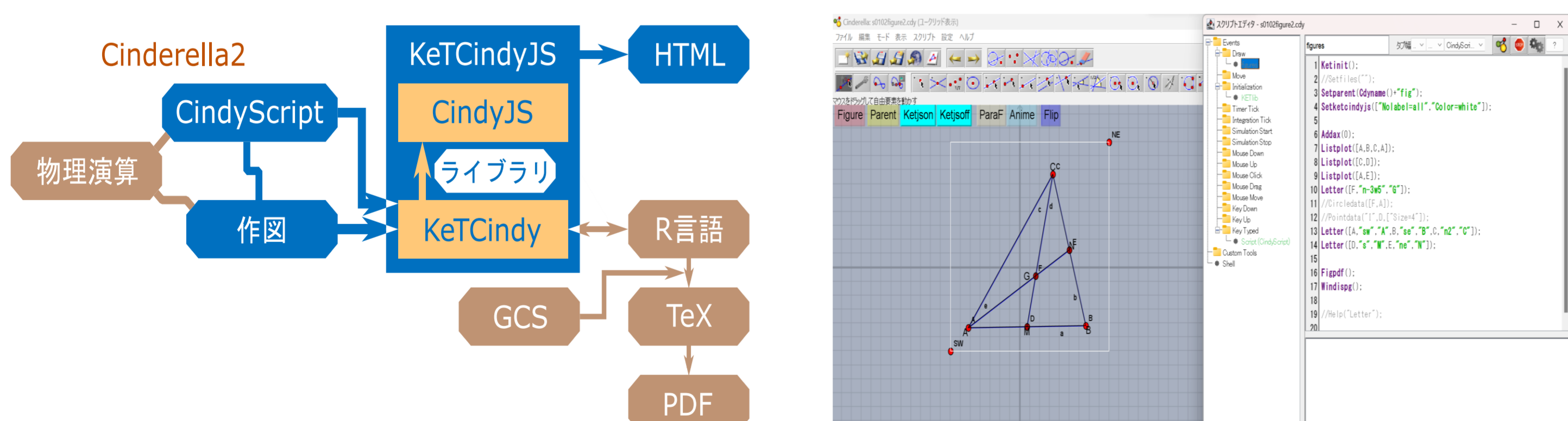
	【各種調査から】	【自身の経験から】	【社会情勢から】
課題	① 数学が苦手、嫌い ② 関数、図形の理解度低 ③ 過程・考察が不得意	④ 抽象的なグラフが多い ⑤ 正確な描画が困難 ⑥ 視覚的な理解が困難	⑦ オンライン教材の不足 ⑧ 探求型の教材がない ⑨ 環境に寄らない教材
アイデア	① 動く 楽しさ ② グラフ と 図形 を扱う ③ 探求可能 な教材	④ 具体的 に表現 ⑤ 正確 に見やすく ⑥ 視覚的 に表現	⑦ 大量 に作る ⑧ 探求可能 ⑨ OS に 依存しない
解決	環境に依存しないHTML上で、視覚的に分かり易い動的で具体的で探求的な幾何教材を、可能な限り大量に作り、公開する。 ⇒ 公開した教材を学習者が使用することで、上記の課題が解決される。		

（図1 九つの課題に対応するアイデアと解決案）

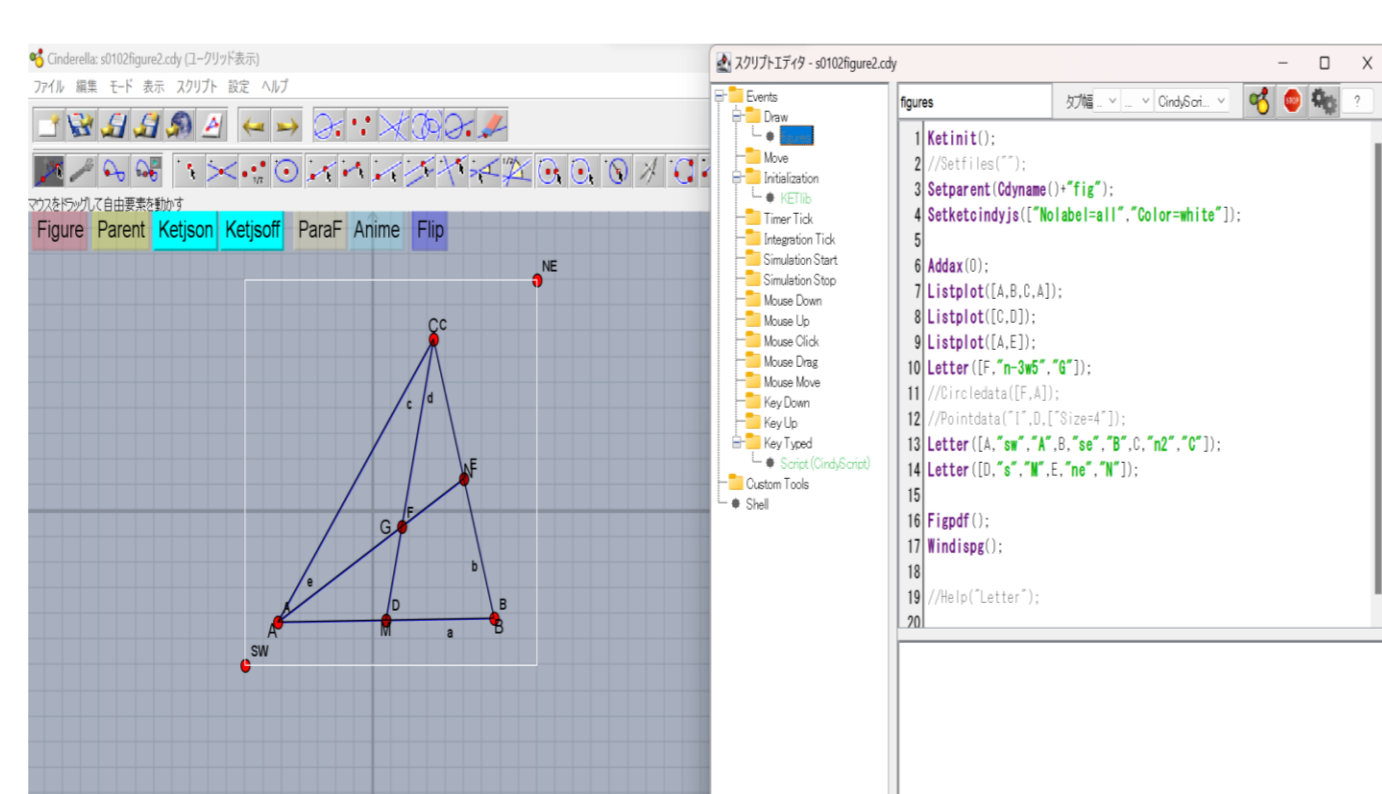
2-1 KeTCindyJSとは

KeTCindyJSとは、動的幾何システムCinderella2のプラグインであるCindyJSで、KeTCindy（Cinderella2をGUIとしてグラフィックコードを作成するツール）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である（図2）。

作成する図の全体像が動的幾何画面（図3：左）に描画され、インタラクティブに作図ができる他、スクリプトエディタ画面（図3：右）でCindyスクリプト言語を基にしたKeTCindyプログラムを入力し、実行することでも作図ができる。



（図2 KeTCindyJSのシステム概要）



（図3 KeTCindyJSの作図画面）

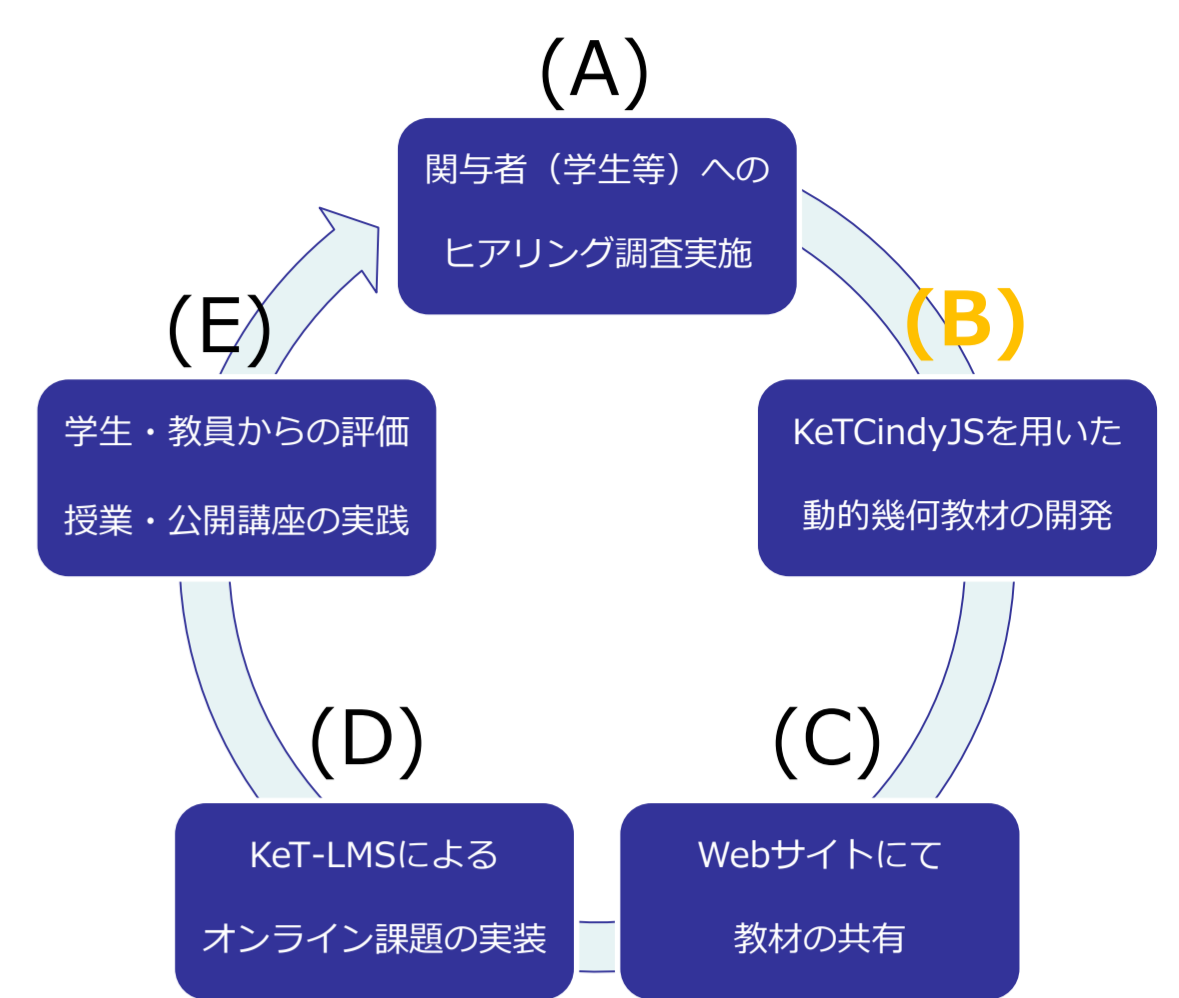
2-2 同種システムとの比較

同種のシステムに、GRAPES, GeoGebra, Desmos, Cabriなどがあるが、Cabriは有料であり導入の敷居が高く、他は、関数の入力や変数の設定など、Web上で動かすという意味でKeTCindyJSと同様の機能を備えているが、総和の扱いや区分求積などの計算処理や繰り返しの処理等が必要な際には、**プログラムの工夫次第で様々な図やグラフを描くことができるKeTCindyJSの汎用性の高さ**が際立つ。

また、プログラムによりグラフを描画できるものとして、例えばPythonで2次関数のグラフを描画させると、KeTCindyJSのコード量はその約1/12、ファイル容量は約1/30である。**簡単なコードでプログラムを実装できることやファイルサイズでも優れている。**

3. 課題解決への取り組み

課題を解決するための最終的な目標は『**自学自習可能な数学オンラインプラットフォームの整備**』である。本テーマであるHTML教材を軸に、解説動画や自動採点機能付きのオンライン課題、数式をやり取りできるシステムなどを備えたWebサイトの整備を考えている。これらに向けては図4のサイクルにて取り組む。

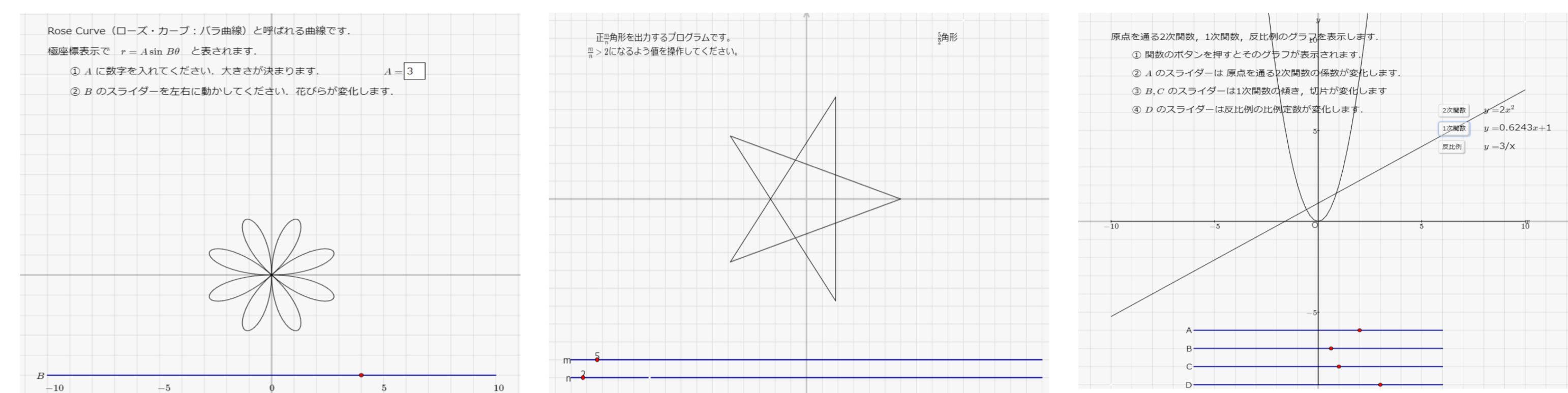


（図4 課題解決に向けたサイクル）

(A) ヒアリング

最初のアプローチとして、まずは楽しめる教材が望まれていることが得られた他、試験に役立つものという声が多く挙げられた。

(B) これまでに作成した動的幾何教材（プロトタイプ）の例



（図5-1 ローズカーブ）

（図5-2 正 m/n 角形）

（図5-3 中学生向け関数）

(C) Webサイト

これまでに作成したHTML教材の一部は、Webサイトを作成（図5）し、アップロードしている。サイトの充実は今後の課題である。



（図6 URL）

(D) 自学自習可能なWebサイトの整備

HTML教材を用いた課題について、Web上で出題・解答できるシステムを開発中である。Tex書式の数式を用い、自動採点まで行うことを考えている。

(E) 体験授業を実施

中学生を対象とした体験授業を10月15日（日）に実施した。

1次関数の傾きと切片を変化させ、グラフを動かす教材（Cindyスクリプト）の解説をした後、2次関数、分数関数などで同様の教材を作成した。参加者13名全員が90分で目標を達成することができた。

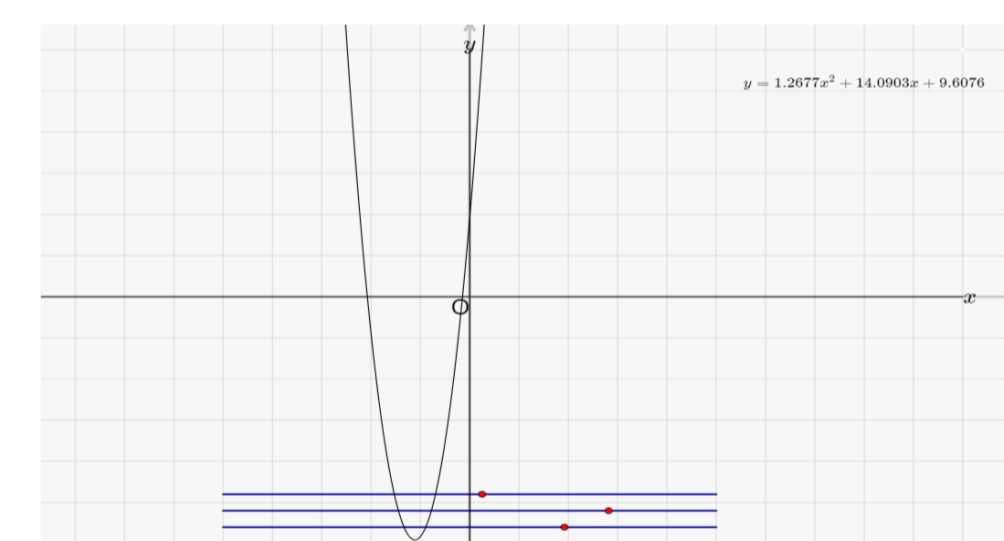


（図7-1 授業の様子）

```

1 KeTinit();
2 Setwindow([-50,50],[-30,30]);
3
4 Letter(["A", "x^2+2x+1"]);
5
6 Slider(["A", [-25,-24],[25,-24]]);
7 Slider(["B", [-25,-26],[25,-26]]);
8 Slider(["C", [-25,-28],[25,-28]]);
9
10 Plotdata(["1", "A.x*x+2*B.x+C.x^2", "x", {"Num": 500}]);
11
12 WIndisp();
    
```

（図7-2 プログラム）



（図7-3 2次関数）

【体験授業の感想】

- ※ HTMLかと思った
- ※ いつも使うことのないもので分からない所もあったが、補助学生の人達が分かりやすく教えてもらって、理解することができた。
- ※ おもしろかったので、家でやってみよう。わからないときに助けてもらえたので、焦らずに進められた。
- ※ とても難しかったのでもっと時間を長くしてもらいたいです。ゆっくり進めてもらえたら、よく理解できたと思いました。
- ※ よく分からない用語が分かりやすく説明されていて分かりやすかった。おもしろかった。
- ※ 高専の授業のふんいきが伝わった。
- ※ 自分がプログラムなどに対する知識が不足していたので、追いつくのが大変だった。困ったときに、教えてくれた高専生の教え方が分かりやすかった。
- ※ 説明がわかりやすく、スムーズにできて良かった。
- ※ 動的なサイトを比喩的に簡単に作れた。実際にプログラムを書いてみることもやったが理解が難しいところもあった。
- ※ 内容が難しく、理解するのに時間がかかったが、分かりやすく説明してくれて理解しやすかった。
- ※ 難しい内容だったが、学生や資料等で理解することができた。だいぶ授業内容を理解できてよかった。

（図7-4 受講者コメント）

4. 今後の展開

同種システムを用いたWeb上の動的教材は他にもあるが、学習者一人ひとり向けのオリジナル教材を作ることが可能なKeTCindyJSを用いたHTML教材開発は、これからの数学教育に合致すると考えられる。それには、一定の技術とアイデアが必要であり、開発者のスキルアップは欠かせない。今後も研鑽を積み、新しい教材を増やしていく。

また、教材開発の視点では、これまで感覚的な理解で終わっていた単元を教材開発のために見直したことにより、その理解が深まった。数学の理解補助のために教材を開発するという目的であったが、本活動そのものが数学の理解に繋がった。プログラミングスキルの習熟にも繋がるため、活動のメリットを伝え、開発者を増やしていきたい。

連絡先： 沼津工業高等専門学校 教養科 鈴木 正樹

〒410-8501 静岡県沼津市大岡3600 Tel/Fax:055-926-5755 E-mail:m-suzuki@numazu-ct.ac.jp

