

数理の学習支援における Julia 言語と Pluto 環境の活用

高 香滋[†]

金沢工業大学[†]

1. はじめに

数理工教育研究センターでは、数理科目のための学習支援を課外の講座としてこれまで開講してきている。コロナ禍における遠隔での課外支援の方法として、Web での資料配信や遠隔会議システムでの配信を進めた。遠隔会議システムでは、書画カメラを使用して手書き資料も利用した。この Web 資料は、Jupyter 環境で Python 言語を活用しそれを HTML 化したものである。

この研究では、学習者側では、気づきや動機づけに役立たせるため簡単な環境、わかりやすさ、同時に教員側では作業負荷を軽減させるために教材作成のしやすさを検討している。今回の内容では、Julia^[1]言語と Pluto^[2]環境を利用した場合における教材作りを進めることで、より分かりやすく簡単に作成できる教材の事例について報告する。

2. 数理の学習支援について

正課の科目の学習支援内容は、1 学年の線形代数、微分積分学、微分方程式の範囲について、対象となる学生募集の案内している。講座への参加は自由である。以下に例として微分積分演習 A B 講座での募集の概要を示す。

対象科目：建築のための数理工 III・IV

対象学科：建築学科

講義時間：60～80 分

微分積分演習 A：不定積分、定積分

微分積分演習 B：1 階線形同次微分方程式，1 階線形非同次微分方程式

申込方法：事前申込不要

3. 講座の進め方について

講座を対面で行う場合でも遠隔で遠隔会議システムを利用して行う場合でもほぼ同じ方法で講座を行った。事前に作成した資料は全て Web から配信し、書画カメラも同時に利用した。

書画カメラでは、講座のテキストや手書き内容を PC の画面に表示させて、講座での解説や質問に即時答える方法とした。対面では、その PC 画面を教室のスクリーンに投影し、同時に会議システムの画面共有することにより、遠隔でも同様な方法で行った。

4. Jupyter 環境での資料作り

これまでは Python 言語における数式処理ライブラリーの Sympy を利用して、数式のままで問題を解く方法により、演習用の問題資料作りをした。これにより解答を自動で計算し表示する資料として構築することができた。Jupyter 環境で作成した演習問題とその解答付きの講座資料は、Web 資料に変換して配信して利用した。

しかし、Jupyter で作った Web 資料の問題点として、学習者が実行環境を自前で準備することが必要となる。ソースをコピーしてペーストすることが必要、もしくはソースのダウンロードを別に準備する必要がある。また数学的な数式の表現とプログラム内での処理表現の対応が分かりにくい点も問題である。この問題の改善として、Julia 言語を利用することにした。

5. Julia 言語と Pluto 環境

5.1 Julia 言語の利用について

色々な特徴のある中で特に選択した理由は以下のようなことである。

- 1) 数学表現に近い文字コードの利用ができる。
- 2) 数式処理ライブラリー SymPy の利用ができる。
- 3) ソースコードが短く、配列操作も簡単である。
- 4) 実行環境も REPL の他に Pluto, Jupyter, Visual Studio Code などが利用できる。
- 5) インストールも容易である。

5.2 Pluto 環境について

実行環境として、Pluto 環境を利用した理由は以下の点である。

- 1) 起動するには Julia 環境のみで行えること。
- 2) セルの順序に関係なく実行する。
- 3) 変数を変更すると自動的に参照するセルを再

Using the Julia Language and Pluto Environment to Support Mathematical Learning

[†]Taka Koji, Kanazawa Institute of Technology

実行する。

6. 学習教材の作成例

1) 線形代数の演習の例を図1に示した。線形代数演習の内容は、ベクトル、内積、外積、行列の演算、行列式、固有値、固有ベクトルである。ここではライブラリーとして、LinearAlgebra を利用している。

線形写像と1次変換

平面の1次変換

例

```

- using SymPy ✓
- using LinearAlgebra ✓

▶ (x, y, k)
- @syms x y k

A1 = 2x2 Matrix{Int64}:
 1  0
 0 -1
- A1 = [
 1 0
 0 -1
]

V = ▶ [x, y]
- V = [
  x
  y
]

▶ [x, -y]
- A1 * V

```

図1 線形代数演習のサンプル

Pluto 資料は HTML 形式で保存をして web から利用する。HTML 資料の右上には、ソースコードをダウンロードするボタンが自動的に付いている。2) 微分積分演習のサンプルを図2で示した。ライブラリーとしては、SymPy は数式処理用、PlutoUI は GUI 用として利用した。

微分積分演習UIのサンプル

```

- begin
- using SymPy ✓
- using PlutoUI ✓
- end

y =
      sin2(x)
- y = sin(x)^2 # y = f(x) を定義する
- ys = Sym(y);
- @syms x ;

      2 sin(x) cos(x)

ここで微分と積分の切り替えをします [微分]
定積分の計算 [0] [π/4]
Enter cell code...


$$\int_0^{\frac{\pi}{4}} \sin^2(x) dx$$


```

図2 微積分学演習のサンプル

3) 演習以外の例として物理の斜方投射を図3に示した。投げ上げ時の変数をスライダーで変更できるようになっている。スライダーにより

変数を変更すると自動で直ちにグラフに反映される特徴がある。これは、Pluto の特徴によるものである。

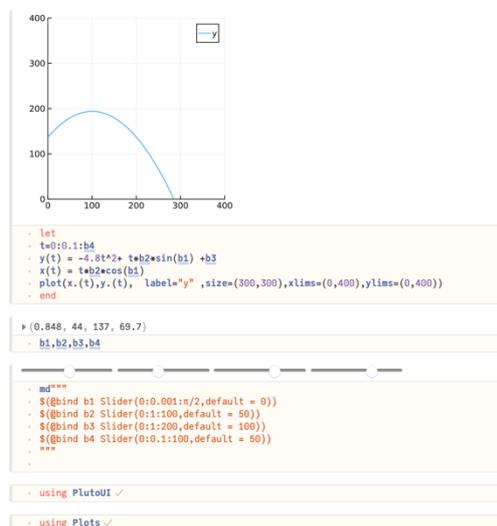


図3 斜方投射

7. 学習資料の特徴

微積分や微分方程式については、数式処理の部分はSymPyを利用することで簡単に自動解答が行える。線形代数については、配列の使い方もMATLABと同程度に簡単に行えて、結果の出力も簡単である。グラフやGUIなども簡単なコードにより出力が可能である。変数の内容を変更すると関連する内容の部分が自動的に再計算されるのでグラフなども自動で変化し分かりやすい特徴がある。Plutoのファイルは読み込むと全て実行するため、ライブラリーの読み込みなどの初回は時間が必要となる。Pluto形式でファイルを保存しても、実行結果が保存されないので注意が必要である。

8. まとめ

学習支援用の資料作成として、言語をPythonからJuliaへ変更し、Jupyter環境からPluto環境に変更して学習支援の資料作成を試みた。そしてその資料の特徴についての報告をした。今回はWebから静的資料の配信を行い、学習者側ではダウンロードしたソースを実行して活用できることを確認した。

参考文献

- [1] The Julia Programming Language <https://julialang.org>
- [2] Introduction to Computational Thinking <https://computationalthinking.mit.edu/Fall122/>