

学習院大学理学部数学科における 数式処理プログラミング教育のこれまでとこれから

加藤 克也*

Email: katsuyak@cybernet.co.jp

*: サイバネットシステム株式会社

©Key Words 数式処理システム, プログラミング教育, Education 3.0

1. はじめに

2009年度より学習院大学理学部数学科で全理学部生を対象に数式処理システム Maple の基本操作習得とプログラミングスキル向上を目的とした集中講義「数学講話1」を非常勤講師として担当してきた。本稿では、2015・2016年度に実施した講義の学習効果と学習効果を、大学が実施した授業評価アンケートの結果と学生が提出した課題の到達レベルから分析評価し、改善項目を抽出するとともに2017年度の講義サイクルモデルを新たに構築・提案する。

2. 集中講義「数学講話1」のこれまで

表1に2017年度開講予定の「数学講話1」のシラバス⁽¹⁾、図1にこれまでの講義サイクルモデルを示す。

表1 2017年度のシラバス (一部抜粋)

授業科目: 数学講話1 - 数学的実験のためのリテラシー
受講対象者: 理学部(数学科・物理学科・化学・生命科学)の2~4年生
学期: 集中(連続5日間, 連続3コマ/日, 全15コマ)
授業概要: Mapleの基本操作を通してコンピュータによる数学的実験のリテラシー(数式処理/数値計算/プログラミング等のスキル)を養う
到達目標: Mapleを用いた数学問題(微積分, 線形代数, 微分方程式などの)計算手順とともにプログラミングを通じた課題解決能力等を習得
授業方法: 各トピックの解説とMapleの操作(実習)を交互に繰り返しながら進める
成績評価: 課題(Mapleを用いた数学系補助教材の作成) CBT(Mapleに関する理解度・習熟度を検定) その他平常点と併せて総合的に評価

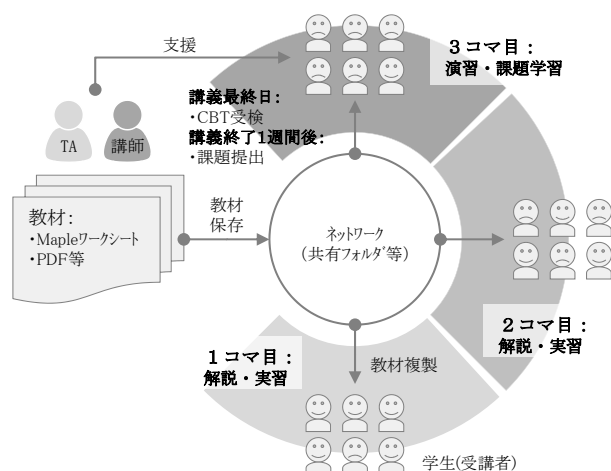


図1 これまでの講義サイクルモデル

表2 授業評価アンケートの結果

年度	設問	5:強く思う 4:そう思う 3:どちらとも 2:あまりそう 1:全くそう				
		5:強く思う	4:そう思う	3:どちらとも	2:あまりそう	1:全くそう
2015 N = 28 n = 26	(1)	84.6%	11.5%	0.0%	3.8%	0.0%
	(2)	46.2%	30.8%	11.5%	11.5%	0.0%
	(3)	30.8%	38.5%	26.9%	0.0%	3.8%
	(4)	26.9%	34.6%	23.1%	7.7%	7.7%
	(5)	57.7%	34.6%	7.7%	0.0%	0.0%
	(6)	50.0%	30.8%	19.2%	0.0%	0.0%
	(7)	42.3%	10.8%	26.9%	0.0%	0.0%
	(8)	56.0%	16.0%	24.0%	4.0%	0.0%
	(9)	61.5%	26.9%	11.5%	0.0%	0.0%
	(10)	36.0%	16.0%	16.0%	0.0%	4.0%
	(11)	53.8%	26.9%	19.2%	0.0%	0.0%
	(12)	48.0%	36.0%	12.0%	4.0%	0.0%
	(13)	60.0%	28.0%	12.0%	0.0%	0.0%
2016 N = 13 n = 12	(1)	75.0%	25.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	(2)	58.3%	33.3%	8.3%	0.0%	0.0%
	(3)	50.0%	25.0%	16.7%	8.3%	0.0%
	(4)	25.0%	33.3%	16.7%	8.3%	16.7%
	(5)	66.7%	16.7%	16.7%	0.0%	0.0%
	(6)	75.0%	16.7%	8.3%	0.0%	0.0%
	(7)	58.3%	8.3%	33.3%	0.0%	0.0%
	(8)	50.0%	8.3%	33.3%	0.0%	8.3%
	(9)	75.0%	25.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	(10)	50.0%	25.0%	8.3%	0.0%	0.0%
	(11)	66.7%	25.0%	0.0%	2.7%	0.0%
	(12)	66.7%	22.2%	0.0%	0.0%	0.0%
	(13)	66.7%	25.0%	8.3%	0.0%	0.0%

(1) 私のこの授業への出席率は(5:90%以上 4:80%以上 3:70%以上 2:50%以上 1:50%未満) (2) 私はこの授業に意欲的に取り組んでいる (3) この授業のレベルは適切である (4) この授業を進める速さは適切である (5) 教員は熱意を持って授業を行っている (6) 教員は学生が集中できる授業環境になるように配慮している (7) 教員は理解しやすい授業を行っている (8) 教員の話し方(スピード, 聞き取りやすさ)は適切である (9) この授業によって知的好奇心が刺激されたり, 新しいものの見方が得られたりした (10) この授業は, シラバスに示されていた授業内容と合致している (11) 総合的に見てこの授業は高く評価できる (12) 板書の仕方やスライド提示の仕方は適切である (13) 教材(教科書, 配布資料等)の内容は適切である。

集中講義は5日間・3コマ/日で実施され, 原則1・2コマ目を解説と実習, 3コマ目を演習と課題学習に割り当てている。課題は高校数学向けの補助教材 (Maple ベースの対話型計算アプリ) の作成としており, 講義序盤で「平面内の直線を対話的に操作する計算アプリ」の作成手順とその応用方法を例示している。学生らはこれをリファレンスとして自身の補助教材作成を進める。この過程で学生は総合的なプログラミングスキルを育むことになる。なお, 一般的に数式処理システムはプログラミング教育で重要とされる論理的思考や計算論的思考⁽²⁾ (Computational Thinking) の涵養を妨げることなく, 本質的な問題解決に集中できる利点があり, このような教育に最適な思考ツールと言える。講義最終日には Maple の理解度や習熟度を測る確認テストをウェブベースの数学系オンラインテスト・評価システ

ム Maple T.A.で行っている。このシステムは Maple の計算エンジンを利用しているため、数値だけでなく数学的に等価な式の正誤判定や簡単な Maple プログラムの自動採点にも対応している。なお、講義には数学科の大学院生が TA として毎年1～2名ほど配置される。

3. 授業評価アンケートの結果から

表2に2015・2016年度の授業評価アンケートの結果を示す。ここで設問(4)「この授業を進める速さは適切である」に着目すると「あまりそう思わない」と「まったくそう思わない」と回答した学生が2015年度に15.4%、2016年度に25.0%と少なからず存在していた。これは講師から学生への情報伝達がほぼ一方向にしか行われず、講師が学生の理解度や習熟度を把握しきれないまま講義が進められた結果と考えられる。以上から講義進行を学生本位となるような学習環境あるいは仕組みを検討する。

4. 提出課題の評価結果から

表3に提出課題の評価結果を示す。2015年度は例示した作成手順や応用方法の範囲内に留まる傾向が多く見られたが、2016年度は例示した応用方法の範囲外の知識やテクニックを積極的に用いる補助教材が半数ほど見られた。この年度による相違は講師とTAが学生を支援する総量に依存していると考えられ、この支援が学生の主体性を引き出す大きな要因となっていることが窺える。以上から学生が必要なときに必要な支援を受けられるような学習環境あるいは仕組みを検討する。

表3 提出課題の評価結果

年度	到達レベル	例示範囲内		例示範囲外	
		学科(学年)	個数(%)	学科(学年)	個数(%)
2015 n=28	基礎	数学(3)	5	化学(2)	1
		数学(2)	10		
		計15(53.6)		計1(3.6)	
	応用 (発展)	数学(2)	7	物理学(4)	1
数学(1)		1	数学(2)	1	
			化学(2)	1	
		生命科学(2)	1		
		計8(28.6)	計4(14.3)		
2016 n=12	基礎	数学(3)	2		
		物理(3)	1		
		計3(25.0)		計0(0)	
	応用 (発展)	数学(3)	2	数学(3)	2
数学(2)		1	数学(2)	3	
			化学(3)	1	
		計3(25.0)	計6(50.0)		

5. 集中講義「数学講話1」のこれから

図2に本稿で提案する講義サイクルモデルを示す。本提案では Education 3.0⁽³⁾ (本稿では学習者本位の分散協働型学習を主体としたオンライン教育と定義した) のアイデアを大枠として、反転授業、アクティブ・ラーニング(協働学習)及びゲーミフィケーションの仕組みを緩やかに融合する。これにより講義内コミュニケーションの強化、学生支援の拡充、さらに主体的学習の誘発を実現する。ただし、本講義が短期集中型であり学生の先行知識やスキルにバラ

ツキがあることから疑似的な反転授業と協働学習を検討・導入する。本提案では1日の講義が3コマ構成となっていることを活用して、1コマ目に反転授業の予習(講義内自習)、2コマ目にアクティブ・ラーニング(グループに基づかない協働学習)、3コマ目に従来の課題学習を割り当てる。1コマ目では、2コマ目で必要となる基礎知識の習得を原則学生の自習によって行う。2コマ目では、演習中心とし学生同士の対話(知識や経験あるいは資料等の交換)を既存の情報共有システムを用いて間接的に体現する。また演習は学生が達成感や自信を徐々に積み上げていけるように内容と難易度を調整し、到達レベルを Maple T.A. で随時数値化できるようにする。3コマ目では、学生が1・2コマ目で学習した内容をもとに主体的に補助教材作成を進められるよう十分な支援体制を講師とTAを中心に整える。この講義サイクルモデルにおいて、Maple T.A. は学生の理解度や習熟度を測定する基幹システムとなり、講師にとっては学生の状態を正確に把握するツールとして、他方、学生にとっては自身の知識や能力を確認(改善)するツールとして多角的・複合的に活用される。

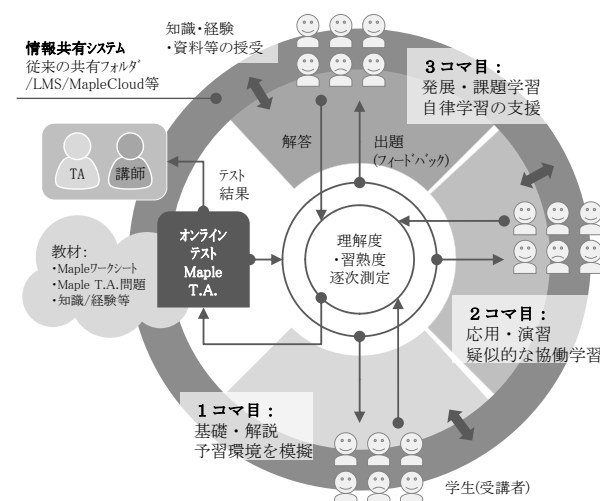


図2 これからの講義サイクルモデル

6. おわりに

これまでの「数学講話1」を授業評価アンケートと提出課題から分析評価することによって、これからの「数学講話1」の講義サイクルモデルを新たに提案した。なお、本提案をもとに2017年度の「数学講話1」の教材等を準備する予定である。

参考文献

- (1) 学習院大学理学部: 選択科目「数学講話1」, <http://syllabus.gakushuin.ac.jp/kougi2017/syllabus/201710543041100100-000.html>
- (2) Wing, J. M. 著, 中島秀之 翻訳: Computational Thinking 計算論的思考, 情報処理, Vol. 56, No. 6, pp. 584-587 (2015)
- (3) Wikipedia: Education 3.0, https://en.wikipedia.org/wiki/Education_3.0