

ラーニング・コモンズにおける基礎数学勉強会の試行 Trials of Study Meeting of Basic Mathematics in Learning Commons

澤 宏司† 趙 智英† 伊藤 利明† 金光 安芸子‡
Koji Sawa Cho Jiyoung Toshiaki Itoh Akiko Kanamitsu

1. はじめに

近年、大学において「ラーニング・コモンズ」と呼ばれる施設の設置が進んでいる。ラーニング・コモンズは学生が自由に利用できる自習用の施設である。そこでは PC、LAN 環境、プロジェクタ、電子黒板など先進的な情報機器環境を備える場合が多く、それらを利用した自発的な学びが期待されている。

本稿では、ラーニング・コモンズにおける基礎的な数学の勉強会の試行について報告する。今回の勉強会は教員による講義形式ではなく、相互に学び合うアクティブ・ラーニングの形式を目論んだ。支援ツールとして「Wolfram|Alpha Pro」(以下「W|A Pro」)を利用した。W|A Pro は数式処理が可能な計算知識 Web サービスであり、その強力な機能は数学の自習に適している。

本稿の概要は以下の通りである。はじめに今回の勉強会の 2 つの大きなポイントである、W|A Pro とラーニング・コモンズについての概略を紹介する。次に、勉強会の経緯、様子を報告する。最後に今回の勉強会と数学の学習について論じ、今後の展望を示す。

2. Wolfram|Alpha Pro

Wolfram|Alpha (以下「W|A」) はステファン・ウルフラムが設立したウルフラム・リサーチ社による計算知識エンジンである。W|A は同社のソフトウェア「Mathematica」と同様に数値計算、数式処理に高い能力を発揮する Web ベースのサービスである。W|A は自然言語処理に優れ、あいまいな入力が可能のため、通常の検索エンジンのようにも使うことができる。

Web ブラウザにおいて W|A の入力フォームに「 $\log(x)/x$ のグラフ」や「 $\tan(x)$ の不定積分」と入力すると、それらの回答をブラウザ上に表示する。テクニックを要する積分や、方程式、代数にも対応するので、数学や自然科学の学習の際にとりあえず答えが知りたいときに有効である。同様の理由で、グラフや計算による分析を伴う社会科学にも有益である。

W|A は無料の Web サービスであるが、サブスクリプション型のサービス W|A Pro (Fig. 1) ではさらに進んだ使い方ができる。本研究では W|A Pro の機能「ステップごとの解説」(Fig. 2)を利用する。W|A では「 $\log(x)/x$ のグラフ」の入力に対してそのグラフを出力するのみであるが、W|A Pro では、人間が同様のタスクに取り組んだ時の過程も出力される。プログラムによる数値計算と、数学的な処理の過程は異なることが多いが、W|A Pro では後者のような処理が可能である。数値解を求めるだけでなく、事象や命題間の推論、数的処理の学習に W|A、とりわけ W|A Pro は非常に有効であることが予想される。

3. ラーニング・コモンズ

1990 年代に米国の図書館でその前身となる「インフォメーション・コモンズ」として生まれ、2000 年代に入って日本でも開設の動きが広がった学習施設「ラーニング・コモンズ」は実施設としても概念としても新しいものである [溝上 2015]。そのあらしをひとことで言えば「主として学生を対象とし、あらゆる学習支援のための設備・施設、人的サービス、資料をワンストップで提供する学習支援空間」[呑海 2011]となる。学部や学年に関係なく、その機関の学生であれば自由に利用できるラーニング・コモンズは「教員が教え、学生が教わる」という従来の学習スタイルとは一線を画す。授業等により課された、あるいは自発的な課題を学生同士で相互に教え合い、議論するスタイルは、アクティブ・ラーニング [辻 2015; 2017] やプロジェクト型学習 [中平 2018] と相性が良い。

澤らが所属する同志社大学では 2013 年に今出川キャンパスにラーニング・コモンズ (以下「今出川 LC」) が開設された。2018 年に同学 2 か所目となるラーニング・コモンズが京田辺キャンパスに設置された (Fig. 3。以下「京田辺 LC」)。今出川キャンパスは全学部が文系の、京田辺キャンパスは理系の学部が大半であり、2 つのラーニング・コモンズでのニーズの違いが指摘されていた [木原 2019]。たとえば、今出川 LC ではレポートの書き方、引用の仕方などのアカデミック・スキルズに関する相談が多く、京田辺 LC では理系基礎科目や専門科目、プログラミングや開発環境の具体的な相談が多い。またアカデミック・スキルズに関する同様のセミナーを両 LC で行くと、今出川 LC では多数の参加者が集まるが、京田辺 LC では少数に留まる。今回の勉強会の試行および本研究は、京田辺 LC すなわち理系キャンパスのニーズに対応するものである。また、ラーニング・コモンズの運営に関する報告は文系学部の学生向けのもので多く、理系学生向けの事例報告は [足立 2019] など比較的少数である。さらに、国内のラーニング・コモンズの運営は場の提供、あるいはチュータリング (個別指導) による学習支援にとどまる場合があるとの指摘がある [村上 2015]。以上を理由に、本研究は他機関の理系キャンパス・施設におけるラーニング・コモンズの運営に貢献できる可能性がある。

4. 勉強会「ますぴた！」の開催

京田辺 LC をとりまく上記状況への対応策として、以下のイベントおよび勉強会を企画、開催した。

4.1 周知イベント「Wolfram|Alpha Pro を活用しよう！」

勉強会の前段階として、W|A Pro が数学そのもの、あるいは数学を使う分野の学習の助けになることの周知を目指し、2019 年 6 月にイベント「Wolfram|Alpha Pro を活用しよう！」を行った。イベントでは、ウルフラム・リサーチ社

†同志社大学, Doshisha University

‡ウルフラム・リサーチ社, Wolfram Research Asia Limited

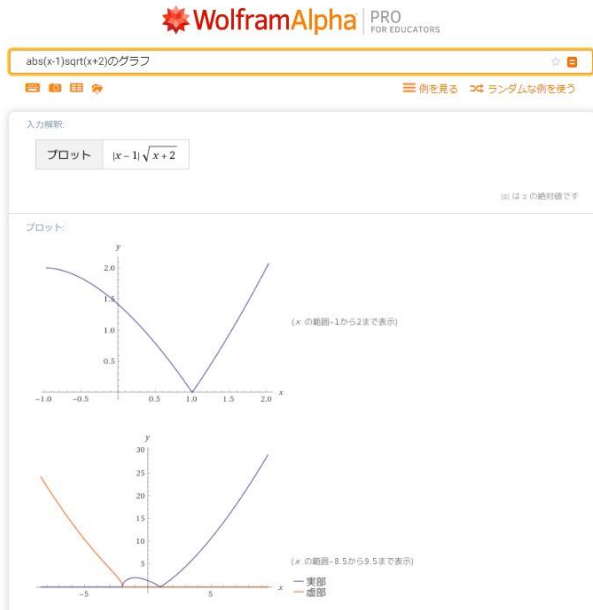


Fig. 1: W|A Pro の実行画面。PC のブラウザ上に表示。

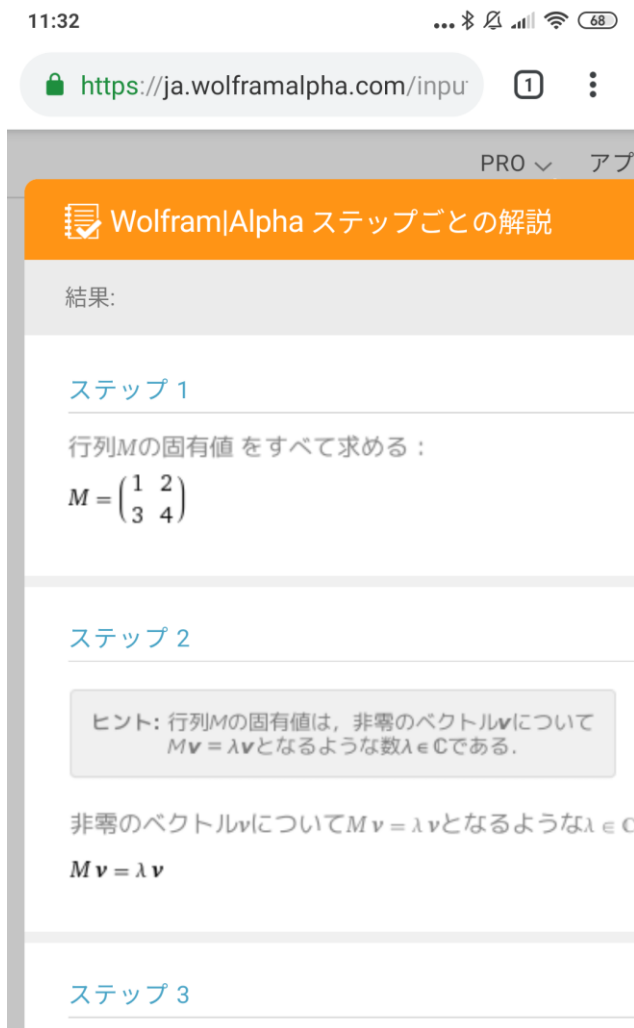


Fig. 2: W|A Pro の「ステップごとの解説」機能で固有値を求めているところ。スマートフォンのブラウザ上に表示。



Fig. 3: 同志社大学京田辺キャンパスのラーニング・コモンズ（正式名称は「ラーネード記念図書館ラーニング・コモンズ」）。

の開発者による紹介、筆者による活用方法の説明を行った。学生や教員・職員など約 50 名が参加し、盛況であった。W|A Pro への登録や京田辺 LC での相談・問い合わせが促進され、上々の反応であった。

4.2 自主勉強会「ますぴた！」

周知イベントでの反応やアンケートの結果を踏まえ、同年 7 月の 3 週にわたり、毎週月曜の昼休みに自主勉強会「ますぴた！」を実施した。命名は後述する協力学生・院生の発案で「Hospitality Program for Mathematics」、「あなたにピッタリあった数学」などを意味する。

勉強会には筆者らの他に伊藤の研究室および関連の学生・院生の参与・協力があつた。いずれも数学教育を専攻または教職を目指す学生・院生である。勉強会ではこれらの学生・院生が進行役を務めた。教員が進行・解説をする形式では通常の講義と同様になり、標榜した自主性から遠ざかると判断したためである。

第 1 回目には 9 名の参加学生・院生と 3 名の協力学生・院生が集まった。趣旨や形式の説明、今後扱いたい数学の分野や内容、スケジュールの確認を行った。第 1 回の様子から、学生が数学の学習の遅れを問題と感じているもの、そのことを表明する場がなく、言い出しにくい状況にあること、W|A Pro に関しては思いがけないところでつまづくこと、の 2 点が見て取れた。全体としては参加、協力の学生・院生とも熱心な関与が見られ、運営として大きな手ごたえを感じた。

第 2 回は法学部教員 1 名を含む 6 名の参加と 3 名の協力、第 3 回は 4 名の参加、2 名の協力で行われた。順に「微分の定義」、「微分と積分の関係」をテーマとしたが、これらは事前の話し合いで参加者が決めたものである。W|A Pro を投影したプロジェクタ、可動式のホワイトボードなどを使用し、微分を用いる例、微分や積分の直感的な解釈などを相互に意見を述べ合い、議論がなされた。参加者からは次の機会では代数も扱いたいといった感想が寄せられた。



Fig. 4: 「Wolfram|Alpha Pro を活用しよう！」の様子。



Fig. 5: 「ますびた！」の様子。

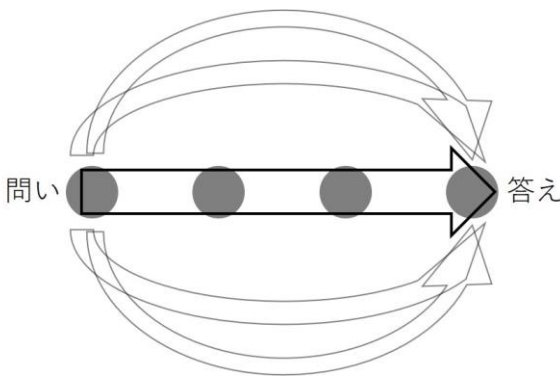


Fig. 6: W|A (Pro) により両端 (問いと答え) が決まるため、限られた数の経路からの選択と、経路中のギャップを埋めることに集中した学習が可能となる。

5. 議論

5.1 数学の学習をめぐる状況

数学の役割の 1 つは、自然や人間社会の事象から個々の事情を取り除き抽象化した世界の記述である。その抽象性ゆえ、数学、特に純粋数学では学習の目的を見いだせないことがあり、1 度目的を失うと復帰は難しい。年次が進むごとにこの傾向は強くなる。実生活ならば四則演算まで、簡単な分析であっても高校 1 年次までの数学で十分と考え、ベクトルや、極限の概念を必要とする微分や積分を学ぶ高校 2、3 年次の数学に意味を見出せない。受験のためと割り切つてしぶしぶ付き合うか、数学の学習そのものを終える。さらには国内の大学受験期を過ぎ、学習自体から遠ざかる者もある。このような経過をたどる学生・生徒が多いのではないか。その一方、社会に出たのち「もっと数学の勉強をやっておけばよかった」と振り返る姿もよく見られる。このように、日本の学生・生徒にとって 10 代中・後半は数学との付き合い方の分かれ目となる時期である。この時期をうまく過ごせば、数学を生涯使えるツールとすることができる。

理系学生が過半を占める同志社大学・京田辺キャンパスでは、大学でも数学を必修科目とする学生が多い。ではあるが、学部・学科によって扱う数学の内容や難易度にばらつきがあり、高校までと異なり、共通の学習のコースはない。よって、わからない場合は個人的に解決する必要があるが、教科書や演習書のすべての問題に詳解があるわけではなく、あったとしても不親切な場合もある。

5.2 アクティブ・ラーニング

上記のような状況においては、(1) とりあえず答えがわかること、(2) ひとりで考えすぎないこと、この 2 点が重要であると提起したい。

問いに対する答えを速く正確に導くことが大学の数学のポイントではない。条件や事項、命題間の因果・影響関係を知り、体系立てながら理解する。問いと答えに則して言えば、この両者を収束した両端として様々な経路をたどる能力を得ることが数学を知るということである (Fig. 6)。

だとすれば、問いはあるが答えを知らない状況は、経路の一端のみが固定されている状況となる。問いから答えに至る探索は収束先が見えず、意味の見出しにくいものとなる可能性が高くなる。これは学習として非効率となる。以上が「(1) とりあえず答えがわかること」の重要性の理由である。

固定された両端をもつ探索においても、ひとりで考え続けるよりも、適宜アドバイスをもらうほうが効率的であろう。時間をかけてひとりで解決するということは、ある時点ではわからなかったものが、別の時点ではなんらかのきっかけをもってわかるようになるということである。「なんらかのきっかけ」は、新しい書籍や情報に加え、他人による指摘も考えられる。問いから答えの経路において、つまりポイントが学習者間で異なる場合もあるからである。「(2) ひとりで考えすぎないこと」の妥当性はこのように導くことができる。

(1)、(2)を認めれば、W|A Pro を利用するアクティブ・ラーニングの可能性が示唆される。概ね(1)が W|A Pro の利用に、(2)がアクティブ・ラーニングに対応するが、これらの 2 つは互いに相補的である。

先述の通り、学生・院生が進行役を担当したことは通常の講義形式との差別化を目指したものであるが、より詳しくは、「人の意見を即応的に聞けること」を重視している。正しいか正しくないかと同程度に自分で考えることを重視する姿勢は、演繹、帰納に続く第3の推論と言われる「アブダクション（仮説形成）」とも関連する[米盛 2007; Sawa 2010; 澤 2014]。

6. 結語：今後について

今後は勉強会の定例化を検討している。W|A Pro の活用方法やアクティブ・ラーニングとしての形式などには検討の余地がある。参加者の反応を参考に、改善しながらの運営を企図している。また、ラーニング・コモンズの企画としては、W|A Pro の使用方法、勉強会の方法などを他の理系基礎分野への転用を検討したい。

今回は解析、すなわち純粋数学を扱ったが、W|A の豊富な統計機能、データも活用できる。これらを含めた W|A の機能は文系学部の数理的な分野にも貢献できる。

W|A の学習ツールとしての有効性の検証、特に定量的な検証方法の確立は今後の大きな課題である。たとえば W|A Pro の利用状況を定量的に分析する手法、ツールは数学教育への新しいかたちでの貢献となる可能性がある。

参考文献

- [足立 2019] 足立佳菜. 理系ピア・チュータリングを核とした学習支援者育成ハンドブックの開発—持続可能な組織運営のための知見の言語化—. 東北大学高度教養教育・学生支援機構紀要, 5, 2019.
- [呑海 2011] 呑海沙織, 溝上智恵子: 大学図書館における学習支援空間の変化: 北米の学習図書館からラーニング・コモンズへ. 図書館界, 63.1, 2011.
- [木原 2019] 木原宏子, 浜島幸司: 同志社大学ラーネット記念図書館ラーニング・コモンズにおける学習支援の実践と課題—理系学生の多いキャンパスでのラーニング・コモンズ開設初期の取組—. 同志社大学学習支援・教育開発センター年報, 10, 2019.
- [溝上 2015] 溝上智恵子: 世界のラーニング・コモンズ: 大学教育と「学び」の空間モデル. 樹村房, 2015.
- [村上 2015] 村上正行: 大学の特性を活かしたラーニング・コモンズ的设计・運用と担当者ネットワーク (特集 これからのラーニング・コモンズ). 大学の図書館, 34.8, 2015.
- [中平 2018] 中平一義: PBL(プロジェクトベースド・ラーニング)理論を活用した教材作成方法論研究—社会科教育における「思考力」の育成のために. 明治大学教職課程年報, 40, 2018.
- [Sawa 2010] Sawa K., Gunji Y.-P.: Dynamical Logic Driven by Classified Inferences Including Abduction. AIP Conference Proceedings on Computing Anticipatory Systems, 2010.
- [澤 2014] 澤宏司: 複雑ネットワークによる創発的な論理の表現, JSAI 2014 (2014 年度人工知能学会全国大会(第 28 回))予稿集, 2014.
- [辻 2015] 辻高明: 話し合いとネゴシエーションを通じたアクティブラーニング—大学教育を題材として—. 秋田大学教養基礎教育研究年報, 17, 2015.
- [辻 2017] 辻高明. アクティブラーニングにおける学生間の他者評価の諸相と機能. 秋田大学評価センター年報・研究紀要, 2017.
- [米盛 2007] 米盛裕二: アブダクション 仮説と発見の論理. 勁草書房, 2007.