

Wolframオープンセミナー 2020 Doshisha
Wolfram|Alpha × 大学基礎数学

大学(講義)での Wolfram|Alpha の活用事例



伊藤利明



概要

- 背景
 - 高大接続講義・GIGAスクール構想
 - Wolfram|Alpha Pro
- 方法
 - 実施方法, 授業・反転授業
- 実施結果
 - アンケート結果・考察
 - 対策
- まとめ・今後の課題

背景（ICT進化世界に向けた教育）

- 今後、学生は小中高で展開されるGIGAスクール構想の中で育ってくる
 - ICT進化世界で活躍する人材育成
- このような背景から、小中高**大学の基礎教育は変化するべき**
-  **WolframAlpha** はこのような変化に役に立つ環境と思われる

大学で身に付けるべきことは？

- 現在，データサイエンスが脚光を浴びている
 - すぐわかるが，本当に価値のあるのはデータの発信源になること
 - データサイエンスはデータがあってこそ！
- データ発信元とは何か？ 創造(独創性)！
 - では創造の源は何か？
 - 歴史を振り返り(教養を豊かにし：データサイエンス)，過去を超えること
- 大学の基礎(教養)数学ではどうあるべきか？

背景(大学 [入試改革, AO, 自己推薦入試の増加])

- (私立)大学では, 多様な入試方法を採用し, 受験性に多くの入試(受験)科目を課さない傾向にある
 - 大学入学後にその不足を補う講義が必要となる
 - 初年度入学学生の基礎学力に非常に大きな広がりがある
 - 本学には高大接続講義に関心のない専任教員がほとんど
- 学部・学科により基礎教育がバラバラ
 - 教養としての基礎科目の内容・授業構成の軽視
- 何か思い切った基礎教育環境の導入の試行
 - ラーニング・コモンズ等での自主的学習(AL)の推進(LC)
 - 進んだ情報技術の導入による学習支援環境の改善(W|A)

W|A紹介：ステップごとの解説は 注目すべき機能の1つ

問: $\frac{x}{x^2+2x+1}$ の部分分数分解 を求めよ.

コピー

$x/(x^2+2x+1)$ の部分分数分解

結果:

$$\frac{x}{x^2+2x+1} = \frac{1}{x+1} - \frac{1}{(x+1)^2}$$

ステップごとの解説

ステップ 2

展開された多項式を約分した比として表す

$$\frac{x}{x^2+2x+1} = \frac{x}{(x+1)^2}$$

ステップ 3

部分分数展開は次の形式になる:

$$\frac{x}{(x+1)^2} = \frac{\theta_1}{x+1} + \frac{\theta_2}{(x+1)^2}$$

ステップ 12

解を取り出す:

$$\theta_1 = 1$$

$$\theta_2 = -1$$

ステップ 13

ゆえに:

解答:

$$\frac{x}{x^2+2x+1} = \frac{1}{x+1} - \frac{1}{(x+1)^2}$$

応用・発展

$x/(x^2+2x+1)$ の積分

不定積分:

$$\int \frac{x}{x^2+2x+1} dx = \frac{1}{x+1} + \log(x+1) + \text{定数}$$

(複素数値の対数を仮定しています)

注目!  WolframAlpha

計算したいことや知りたいことを入力してください。

 数学

 ステップごとの解説

 高等学校 数学

x^2-1 代数

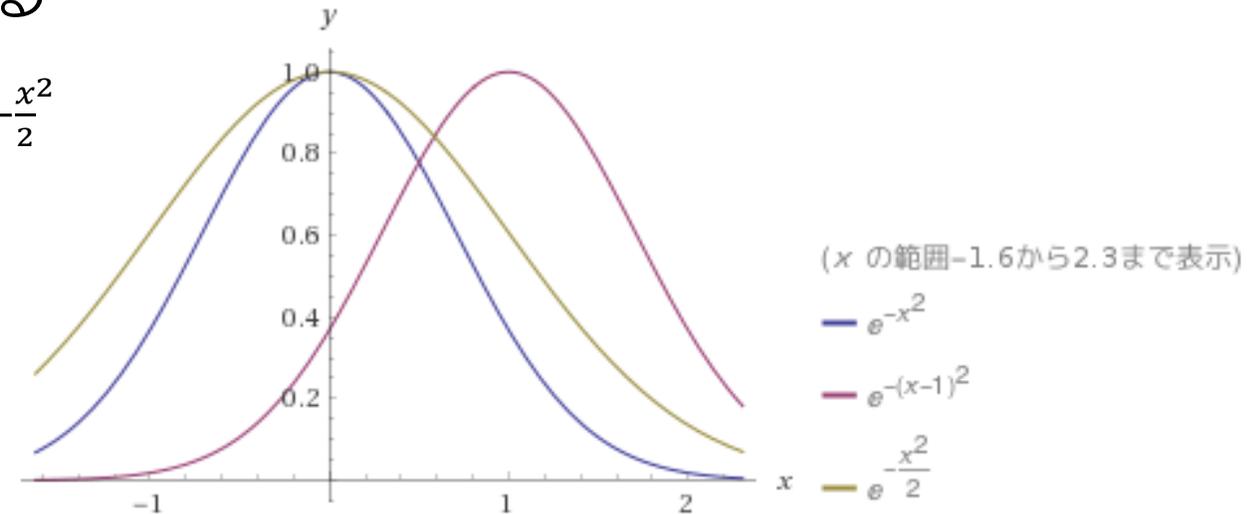
W|A [教材例 1] (開発教科書の内容例)

• 数学の広がりが身近になる

問： $y = e^{-x^2}$ と $y = e^{-(x-1)^2}$ および $y = e^{-\frac{x^2}{2}}$ のグラフを重ねて描きなさい。

exp(-x^2), exp(-(x-1)^2), exp(-x^2)/2 のプロット

↑ WAへの入力例



数学の広がり

問： Wolfram Alphaの入力域内に文字 error function, 文字 Gaussian integral, 文字 normal distribution を入力しその内容を鑑賞しましょう。

学生の反応： 「その内容を鑑賞しましょう」という問は、どのようなレポートすればいいですか？

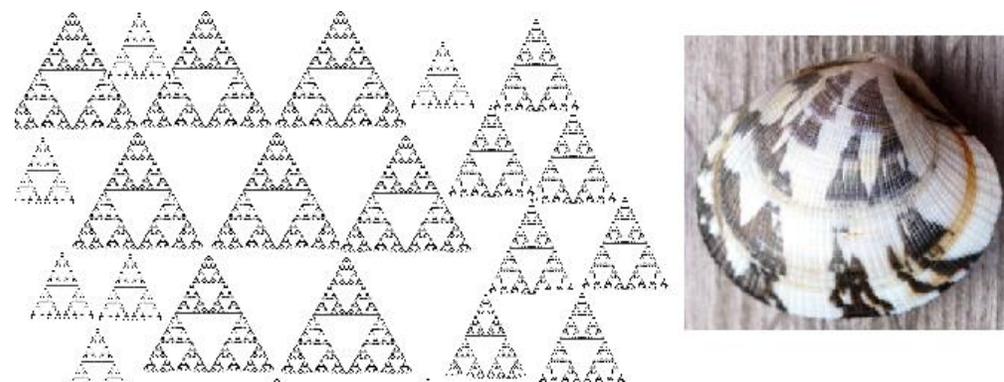
W|A [教材例 2, 例3]

• 数学が身近になり広がる

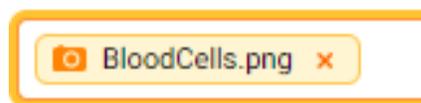
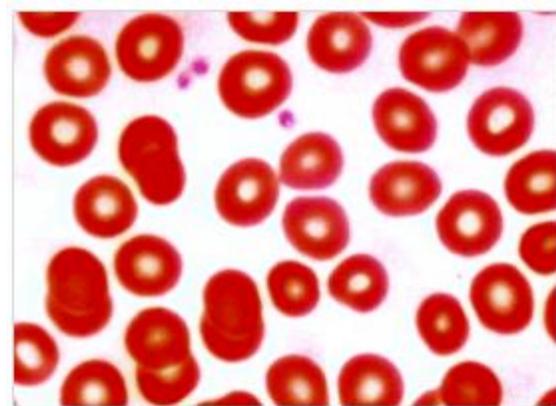
W|Aの入力にSierpinski gasket と入力し実行してみます。… 途中省略…

このように幾何学的な描画のルールを繰り返して得られる対象をフラクタルといいます。図左は、今皆さんが作ったもの、右はよく知る「あさり」貝の表面です。

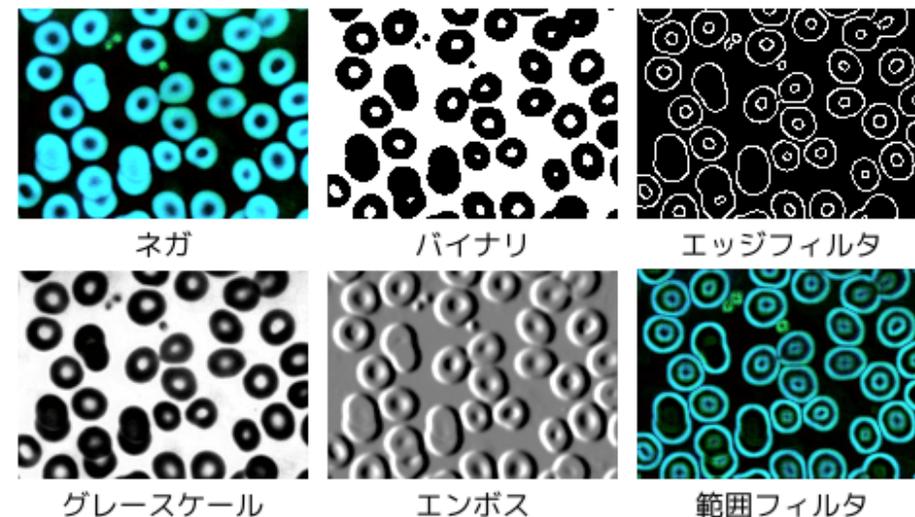
貝殻模様は幾何学？



画像変換:



元画像を画像処理した結果を表示させる



算数・数学はどこでもある という
情報・経験・知識を得るには

- W|Aは便利 …しかし…
- ユーザの希望に合うよう現在も改良・発展中
… 機能がもっと必要 …それでも…
- W|A は，高校大学接続講義？授業？演習？
に大変有効な機能を有するはず
- この有効な機能を十分利用した大学の基礎教育
の方法は？ 文理融合の授業展開もできそう…

実施方法・いくつかの試行

- 試行 1 反転授業と従来の講義演習の授業の比較
- 試行 2 講義教科書の補足資料・課題
- 試行 3 入学前教育
- 試行 4 過年度学生向け課題評価単位認定
- 試行 5 新たな教科書の開発とその利用
- 試行 6 ラーニング・コモンズでの自主的勉強会
- 特例 自宅学習用教材(休校期間対策など)

試行 1 : 反転授業と従来の講義演習の授業の比較

高大接続講義へのW|A の導入

- 数学基礎教育で試行（入学初学年対象，高校大学数学接続目的）
- 講義：演習型と反転型の2種で学生の反応を調べる，
学生からの無記名の意見・感想の受付実施
 - 講義・演習型(7週間)
90分=35[講義]+30[演習]+20[解説]+5[自己採点]
 - 反転型(7週間)
学生へのWA ライセンス発行+簡単な使用法説明
 - 毎週発行の課題提出+相談，提出期限：講義終了まで
 - 期末試験(持ち込み一切なし，筆記)
- 期末試験後アンケート実施（上記2型の比較）

内容・課題

- 講義・演習型
 - 講義：高校数学の教科書内容
行列 + (I, II, III, A, B)
 - 演習：講義内容の復習・類題
- 反転型
 - 高校数学の教科書内容 + 行列
 - 実験・経験数学
 - 数学の広がり(教養数学・自由課題)
自分の解法を大事にすることを強調し理解させておく

アンケート結果[1]：自由記述

学生側からの評価

- 講義・演習型と反転型について
 - 講義・演習型の方が良かった。W|Aは補助として使いたい。
 - 反転型の講義は数学の広がりを感じて知識を得ることができた。しかし、講義・演習型ほうが数学の復習になる。
 - 講義・演習型では解説があってわからない点を理解し帰れた。しかし反転型はわからずにそのままが多かった。ただし自分で調べ学ぶ力がついた。
 - 講義・演習型は退屈だが、反転型は自らの頭で考えることが多くやりがいがあった。
 - 反転型の授業は効率よく学ぶことができ良かった。
 - 反転型の方が苦労はするが頭に入る。
 - 時間を有効に使うにはW|Aの方が良い。

アンケート結果[2]：自由記述

- W|Aが役立ったと思ったのはどんな時？
 - 答え合わせのとき、解き方の照らし合わせのとき、
 - 他の教科書や参考書の問題に解説がなくて困ったとき、
 - 計算方法がわからないときに役立った、
 - 図形の概形を正確に知りたいとき、グラフを書きにくいとき、
 - 複雑すぎる計算のとき、
 - 統計学の複雑すぎる数値計算に役立った、
 - 自分で勉強する力が身についた、家でも学びやすい、自習用に、
 - 自分の考えた問題の答えを確認する、
 - 数学の広がりにも役立った、今後の学科の専門分野にも使えるかも、

実施におけるメモ

教員側からの評価

- 自分の解法を大事にすることを強調して理解させておく。
- アプリの性質上，学生がこのアプリで課題の内容をすべて処理することができる，完ぺきに結果を得ることができるかと勘違いする。
課題内容の全てが，このアプリで対応できることはなく，自己解決が必要と事前に学生に説く。
- 課題はこのアプリで処理できるか，教員側で十分調べ，処理できない課題には自習のヒントや自己解決策のヒントなどを，豊富に与えておくべき。
- 日本語による自然言語入力が可能，しかし入力方法が柔軟すぎ，多くの入力例を準備・例示しておく必要がある。例：数式の基本的な型（べき乗，行列の要素，複雑な分数の指定の記述ルール）など。

実施結果・考察

講義・演習型または、反転型を好む2グループに学生が分かれた。

- 講義・演習型学生グループ(2/3程度の割合)
 - 講義・演習は理解しやすい。
 - 馴染みがあり良い。
- 反転型学生グループ(1/3程度の割合)
 - 講義・演習は簡単すぎてつまらない。
 - 自分のペースで考え学習する方法が身についた。

高校・大学接続授業としては、受験勉強でなく、自分で考え学ぶ勉強法を身に付け、また広く数学が関係する教養も身に付けてほしい。

対策

- 講義・演習型と反転型の講義を大学初年度に準備し、学生は2つの講義から自主的に選ぶ

以上は理想，負担増から実現性は低い

- 従来型と反転型を1つの講義時間に実施
 - 2つの講義で同じテキストを用い
 - 反転型指向学生には，W/A ステップ毎の解説等での自主学習必要な時のみ，講義・演習に参加
 - 従来型指向学生は，講義＋演習に参加
 - 新しい教科書が必要？ 従来の教科書の補足・拡張とし利用
- 実施には講義の初めに教員から学生に十分な説明をし、間違った選択や学習法をしない対策をする

試行 2 講義教科書の補足資料・課題

- 反転型授業はなじみがないので、従来の講義をしたい
- 従来の講義の資産（教科書）を有効利用したい

対策

- 教科書にある練習問題をW|A Proで解く方法の入力サンプル等の資料を作り配布する
- 教科書の解答の誘導法まで書かれてない章末問題に対する自己学習のための解説副教材とする
- （複雑な）関数例や図形のきれいで正しい表示をW|Aを用い各自で得させ理解を促す。図を手書きで移させる
- 現在勉強の項目が今後どのように専門や他の分野と繋がるか等の学習動機を持たせる話題を、W|Aを使い考察するように課題を数回与える

試行 2 講義の補足資料と自己学習

- 実験・経験数学的な内容の課題を，宿題に課すことで効果が得られる。
- 従来の講義型授業において補助資料が必要な場合に，W|A Proを用い学生本人にその資料を作らせ理解を促す方法を導入する
 - 例えばテ일러展開の収束の可視化や，2次元曲面の分類など，学生が実験数学的な活動からの理解を経験する
- 使用教科書の章末の問題を講師は気軽に宿題にできる
- 学生のアンケートには，教科書の問題の解のみならず解法がW|A Proでわかるので良い，というものが多かった
- W|A Proは従来の講義型教育法に融合が難しい（どう使えばいいのか）と思う教員が多いが…

資産である従来の講義で利用する教科書との相性は（不足を補うには）良い

試行3 入学前教育

- 本学では推薦入試で入学する学生が多い
- 推薦入学生の合格後の大学入学前の自己学習教材とし、別印刷物の教材とともにW|Aを使う
- 入学前の数学の基礎学力の補てんを促すものである
- アンケート結果. 10人中5人の少ない集計結果だが、評価は高く入学後も引き続き使いたい、という結果

試行4 過年度学生向け課題評価単位認定

- 基礎数学科目の取得単位不足が卒業限界年度までである学生、もしくは高校での数学基礎知識が不十分な学生を対象
- この方法は本人に意図を正しく伝え、本人の適性を判断した面談後に行う
 - サボって何もしてこなかった学生か判断する
- W|Aを支援教材に用い教科書の内容を各章毎の課題形式で提出させ評価を行う
- 劣等感が学生生活に影響していることがある

試行 4 過年度学生向け課題評価単位認定

- 過去の自己分析をさせる
- 最適な自習の学習ペースでの基礎数学が扱う内容を習得できるように配慮する
- 期末テストの緊張感が苦手な学生は、W|A Proを使いじっくりマイペースで最後の課題まで楽しく出来たと応答
 - 該当学生からは、学部1年から早くW|A Proを知っていれば、という応答が多く、有効な補助教材である
- 実際に、時間内で正確に答えるテスト形式での評価でなく、時間制限が緩い課題達成型の評価で、やる気を回復する学生が多い

試行 5 新たな教科書(教材)の開発とその利用

- 調べ学習 (レポート[資料]作成, 発表・討論) 副教材
- 経験・実験数学 要素を盛り込む
- 数学の広がり
- 数学以外の分野も○

→別冊教材開発

皆さん，共同開発しませんか！

参加のご連絡をお待ちいたします



サンプル提供できます

試行6 ラーニング・コモンズでの自主勉強会

- グループ学習は効果がある（AL, 協調活動, 多様な考え方 等）
- 知っていることを他人にうまく伝えることは、本当の知る意味になる
- 生の討論ができるグループを自分で開拓する経験・行動力を身に付けるべき！
- 学生主体の運営推進, 次の澤, 趙先生の講演で…

特例 自宅学習用教材(休校期間対策など)

- コロナウイルスで学校の休校が続く
- 自宅で学習できる教材の開発が新たな負担
- 大学初年度学生ならば，自学習テーマを自分で見出すべき
- 見出せない学生はW|Aの「高等学校 数学」
を復習してもらう (1例)
- 反転授業の経験を生かす(調べ学習：数学の広がり)



高等学校 数学

まとめ・今後の課題

- 数学基礎分野での自己学習推進に教材W|A Proは有効
- 引き続き色々なレベル，関係者で色々な試行がこの最新の知的活動支援環境（W|A等）の良さを引き出すよう行われるべき
- この新たな教育法の施行には，同僚の多くが興味を示すが…
- 一般的な認知・普及までには，多くの教員・関係者の理解が必要
- 教育側と開発側の協力関係が大事，同時に教育運営組織・機関も変化が必要
- 基礎学力の有無でなく，入学初年度学生は，過去を仕切り直そうと新たな期待で入学してくる．その期待を裏切らない色々な機会や場があればあるほど良い
- 情報技術の進歩から知識獲得法も進化し，未来の学生の学び方も変わる，この変化を教育に生かす努力を続けるべき

たくさんしゃべりすぎました

- ご質問， ご意見などありませんでしょうか？
- 実際の導入には色々な問題が起こり， 協力・支援・運用体制の形成が重要なプロセスでもあります…
- 現在， これら経験をもとに教科書と利用法のノウハウを開拓中です。

共同開拓しませんか， ご連絡お待ちしております

Wolframオープンセミナー 2020 Doshisha

Wolfram | Alpha × 大学基礎数学

- Life with Wolfram | Alpha
～Empowering the computational generation～
ウルフラムリサーチアジアリミティッド 金光安芸子
- 大学の講義でのWolfram | Alphaの活用事例など
同志社大学 生命医科学部 伊藤利明
- +αとしてのWolfram | Alpha
同志社大学 学習支援・教育開発センター 澤宏司・趙智英

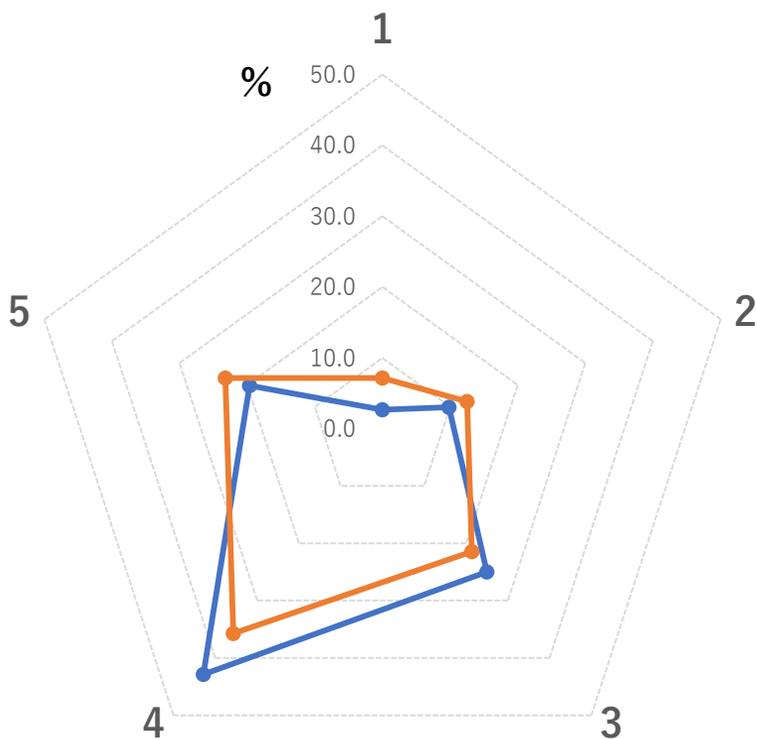
補足資料

アンケート結果[3]：5択

学生側からの評価

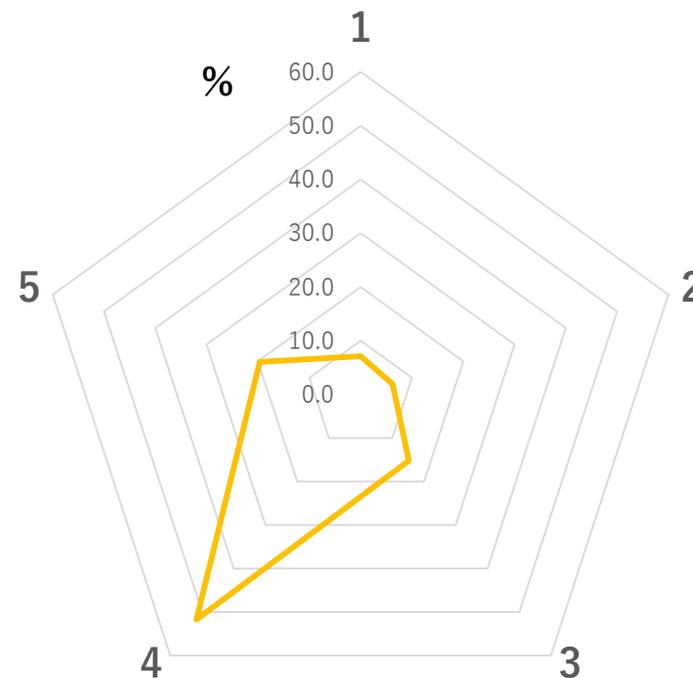
Q1. WA は役に立ったか？ Q2. 今後も使いたいのか？

1. ✖, 2. X, 3. △, 4. ○, 5. ◎



Q3. 「数学基礎」のような高校・大学のつなぎの数学講義・演習は必要か??

1. ✖, 2. X, 3. △, 4. ○, 5. ◎

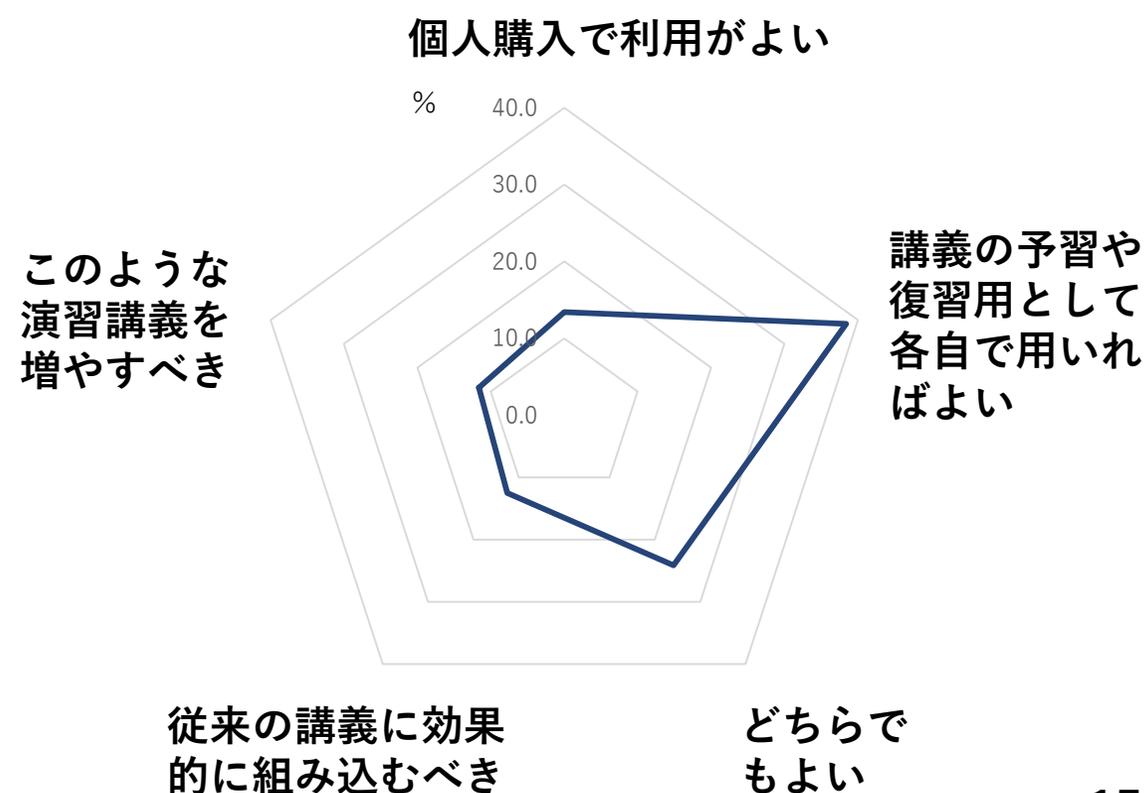
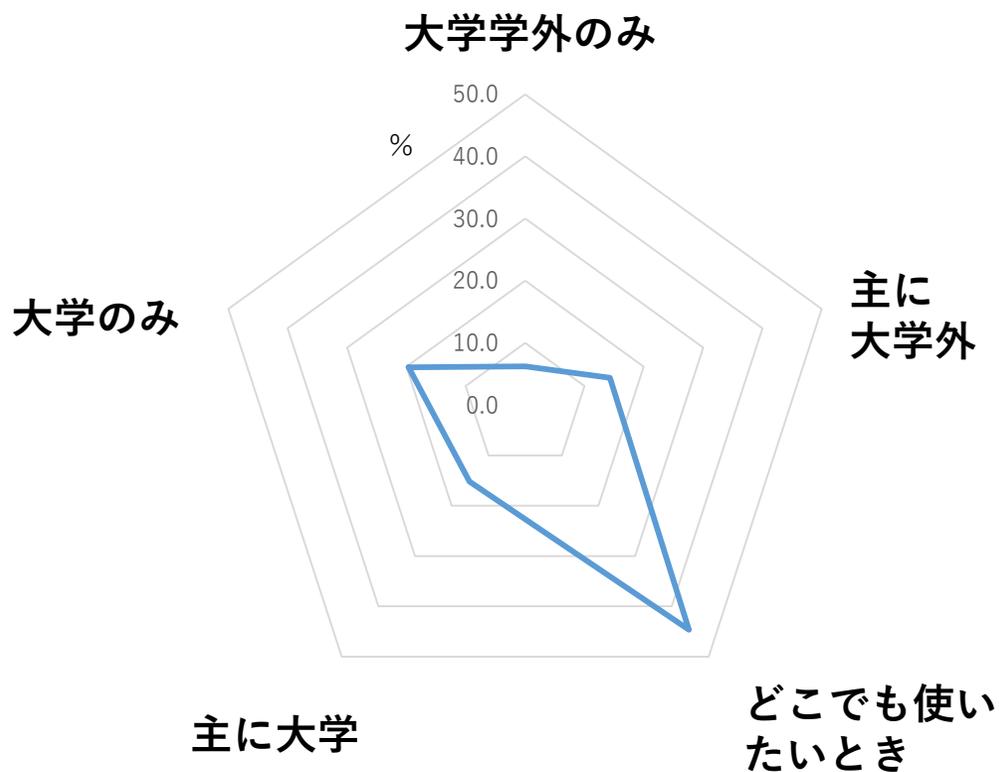


アンケート結果[4]：5択

学生側からの評価

Q4. WA を主にどこで使用したか

Q5. WA の大学基礎教育での利用について



アンケート結果[5]：5択

学生側からの評価

Q6. WA はいつから使えればよいか

Q7. レポート課題「数学の広がり」について

