

広島大学学術情報リポジトリ

Hiroshima University Institutional Repository

Title	単元全体の理解へつなげるための数学的活動：概念図をつくる活動と生徒による相互評価
Author(s)	甲斐, 章義
Citation	中等教育研究紀要 / 広島大学附属福山中・高等学校, 62 : 142 - 147
Issue Date	2022-03-31
DOI	
Self DOI	10.15027/53480
URL	https://ir.lib.hiroshima-u.ac.jp/00053480
Right	
Relation	



単元全体の理解へとつなげるための数学的活動

－概念図をつくる活動と生徒による相互評価－

甲斐 章義

概念図を用いた学習活動は私が知る限りでも20年以上前から理科を中心に行われている。当校でも1999年度から中高6カ年を見通した総合的な学習の時間のカリキュラム化に取り組み、中学1年の総合的な学習の時間の「学び方を学ぶ」の中で、文章や学習内容などをまとめる方法の一つとして概念図の作り方を学んでいる。今年度は各単元の終わりに、その単元の内容を振り返り内容を1枚の概念図にまとめる活動を数学の授業に取り入れたので、本稿ではその活動について報告する。

1. はじめに

この度の取り組みを進めるにあたって私が考えていた5つの課題意識について述べたい。

1つめは総合的な学習・探究の時間の内容を数学に応用できないかということである。当校に総合的な学習の時間が導入されて来年度で24年目となり、もう四半世紀が経とうとしている¹⁾。その間、教科横断的・複眼的思考・多面的思考・クリティカルシンキングなど様々なキーワードの下でカリキュラムマネジメントを持続的に行ってきた。特に多くの場面で生徒の発達段階や学習状況に応じて各教科の内容を教科横断的に組み込んだ内容を作り上げてきたが、逆に総合的な学習の時間で学んだ内容を数学の授業に取り入れるという場面はほとんどなかったといってよい。総合的な学習・探究の時間で育まれた力を数学の授業で使うことができないか、または総合的な学習・探究の時間で育もうとしている「将来の進路先（大学や就職など）で実際に役立つ力」を数学の授業でも育むことはできないかということを考えたのである。

2つめは数学の授業においていかにして生徒に問いをたたせるかである。これまで総合的な学習・探究の時間や海外研修における探究活動において、課題設定のために「質問づくり」²⁾の活動を実施し、生徒に本質的な問いを考えさせてきた。一方で教師は授業の中でいかに効果的な発問をするかを常に考えており、その結果として教師の数学への理解が深まる。そこでふと考えるのは、効果的または本質的な質問や発問を考えるのは果たして教師であるべきなのか、生徒こそ効果的または本質的な質問や発問を考えるべきなのではないかということである。これまでもこの考えから、各単元の終わりにその単元の理解を深めるための、または理解していることを確認するための問題を生徒が作る活動を取り入れたりもした。しかし、実際にはそのためには基本的な知識や理解だけでなくその単元全体の構成や流れなどをつかんでお

かないとその単元の中で何がキーとなるのかわからないので、本質的な問題を作ることができずに、単なる不通の問題のコピーで終わってしまう。

3つめは数学の授業において将来に向けて必要とされる力を生徒につけさせるにはどのようなことが可能かということである。社会人がビジネスで必要とされる力として、「虫の目・鳥の目・魚の目」というものを聞くことがある。「虫の目」とは物事に近づいて様々な角度から詳細をきちんと見て物事を分析すること。「鳥の目」とは俯瞰的に全体を俯瞰すること。「魚の目」とは流れの先がどこに行くのかを読むと同時に変化や異常に目を凝らすことと言われている。これらの本当の意味での多角的視点を持つことが必要であるということである。さて、これを数学に当てはめてみるとどうであろうか。日頃の授業や問題演習などは、その状況を分析し様々な性質を導いたり問題を解いたりする行為は上記でいう「虫の目」にあたると思われる。一方で数学の授業の中で、その単元全体を俯瞰したり、流れや関連性を考えたりすることはあまり行われていない。また数学全体の中でその単元がどのような位置づけにあるのかを考えさせることもあまり行われていない。このような活動は上記の「鳥の目」や「魚の目」にあたると思われる。このような活動も数学の中で取り入れられるべきなのではないかと考える。

4つめはコンピュータ1人1台体制の活用である。GIGAスクール構想によって中学校ではコンピュータが1人に1台ずつ割り当てられている。高校でも多くの学校で全生徒がコンピュータを携帯する動きになっているようである。数学の授業とコンピュータの活用は比較的相性がよいと考えられるので、是非とも積極的な活用をしていきたいと考えている。

5つめはこうして発表する取り組みが誰にでも実践できるものである必要があるということである。すばらしい実践、すばらしい授業を発表することも大事だが、そ

それぞれの学校の実情にあわせて容易に実践できると思えるような取り組みでない、こうして発表する意味も薄くなるし、受け手も「よし自分も」と思えないのではないかと考えているからである。

2. 概念図をつくる活動について

以上の5つの課題意識から、今年度は各単元の終わりに概念図を作成するという活動を実施した。

当校では総合的な学習のカリキュラム化を始めた当初から、中学1年の総合的な学習「学び方を学ぶ」の中で、ある内容を箇条書きで整理し、さらにその内容やそれに対する自分の捉え方を概念図で表現するという活動を取り入れてきた。1つめの課題意識から総合的な学習での活動を数学に取り入れようとしたのである。

また、2つめの課題意識から単元全体を俯瞰しその流れやつながりを意識する必要があると考えて、その単元の概念図をつくることにした。

この活動は3つめの課題意識である「鳥の目」を養うこと、単元ごとに概念図をかく際に単元間のつながりを意識させることで「魚の目」を養うにも役に立つと考えている。個人的な見解であるが、数学が苦手な生徒ほど、個々の問題を解くのに悪戦苦闘するあまり、その内容がその単元の中でどのような位置づけにあるのかわかっていないように思う。逆に数学が得意な生徒ほど、その問題の位置づけや単元の流れといったものを自然に理解しているように思える。概念図を作成することでこのような位置づけや流れを半強制的に意識させようとしたのである。

概念図の作成は実はコンピュータととても相性がよい。もちろん手書きで概念図を描かせてもよいが、手書きではデザインを変更するにはかなりの手間がかかる。一方コンピュータで作成すると、教科書やノートを見ながらキーワードを先にテキストボックスか何かでキーワードを列挙しておけば、あとはそれを移動させながらデザインを考えることができるし変更も容易である。このことから4つめの課題意識である授業でのコンピュータの積極的な利用につながると考えた。

最後に、5つめの課題意識についてである。概念図を作る活動自体はそれほど難しいことではない。概念図とは何かということ簡単なサンプルを出しながら説明すれば、後は生徒自身が教科書やノートを見ながら作っていくからである。コンピュータが苦手な生徒であればもちろん手書きでもかまわない。生徒にとっても教師にとっても実践しやすい活動ではないかと思う。また、実際に作成した概念図をお互いに評価し合うことで、新しい気づきも生まれ、生徒間の相乗効果も期待できる。

3. 取り組みの具体

今年度は中学1年と中学3年の授業を担当しているのでこれらの学年の担当クラスで概念図を描く取り組みを行った。当校では中学生に Chromebook を配布しているので、概念図を描くのに Google Jamboard を用いた。

Google スライドを用いてもよかったが、コロナ禍の中、オンラインでグループディスカッションをする可能性もあったので Jamboard を使うことにした。図を使う場合は geogebra web 版で描いたものを図としてダウンロードし Jamboard に挿入、グラフを使う場合は grapes-light web 版で描いたグラフを「名前をつけて画像で保存」でダウンロードし Jamboard に挿入、数式を使う場合は online latex equation editor で数式を描き、ダウンロードしてから Jamboard に挿入するようにした。geogebra web 版も grapes-light web 版も授業で使っているので、概念図を描く際はダウンロードして Jamboard に挿入する方法だけを指導するだけですんでいる。

完成した概念図は Google Classroom の提出用に作成した共有フォルダに Jamboard のファイルを提出するようにした。作成した概念図を「PDFにして保存」する方法もあったが、挿入した図が時にずれてしまいせっかく作った概念図の配置が壊れてしまうことがあるので、Jamboard のファイルのコピーを作成させて、そのコピーを提出するようにした。

概念図提出後は、Google Form を利用して作成した概念図の相互評価を行った。Form の評価項目は以下の通りである。

- 評価する人の名前
- 評価する概念図の作成者の名前
- 概念図を5点満点で評価してください
 - 単元の内容が一目でわかる
 - デザインがすばらしい
 - いろいろな関連性が十分表現されている
- どのような点が特に役立ちましたか
- どのような点を改善した方がよいと思いますか

1年比例・反比例の概念図アンケート

このアンケートは、比例・反比例の学習状況を把握し、授業の改善に役立てたいと考えています。ご回答をお願いいたします。

このアンケートは、匿名で集計されます。ご回答いただいた情報は、個人情報は一切公開されません。

評価する人の名前

評価する概念図の作成者

概念図を5点満点で評価してください

	1	2	3	4	5
単元の内容が一目でわかる	<input type="radio"/>				
デザインがすばらしい	<input type="radio"/>				
いろいろな関連性が十分表現されている	<input type="radio"/>				

どのような点が特に役立ちましたか

どのような点を改善した方がよいと思いますか

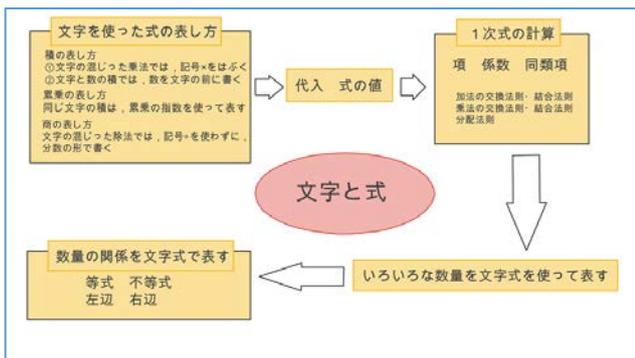
4. 中学1年での取り組み

正の数・負の数および文字と式

当初中学1年の「正の数・負の数」の単元では「正の数・負の数の加法について、その理解を深めることができる（と考えられる）問題を作りなさい。」という課題に取り組みさせてみた。しかし生徒は適切な問題をなかなか作ることができず、単元全体を俯瞰して考える必要があるように感じて、その次の「方程式」の単元から概念図の作成を始めた。

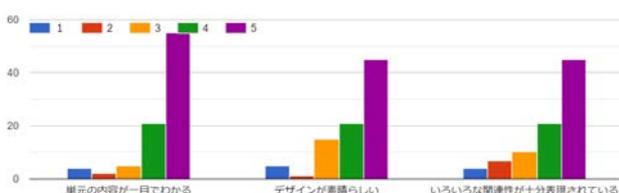
方程式

概念図を作成するにあたり、まずは次の図のような一つ前の単元「文字と式」の概念図の簡単なサンプルを用意した。まだこの時点では総合的な学習の時間で概念図の取り組みを実施していなかったため、次の図のようなサンプルを用意して概念図について説明をした。サンプルはあまりに簡単すぎてもいけないがあまりにも出来がよいものでもよくないので、故意に少しだけ下手な概念図を準備した。

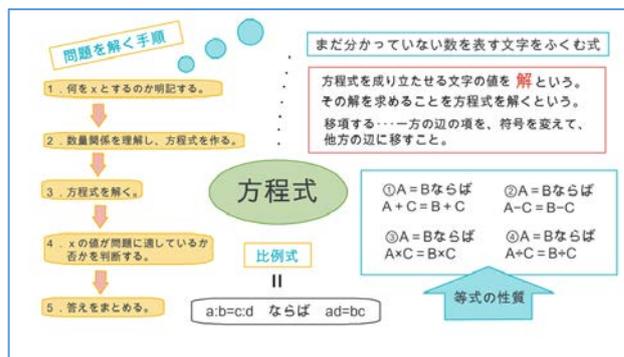


概念図の作成にあたり、まずは教科書やノートを見ながらキーワードを列挙し、次にそれらの関連性をもとに配置を考え概念図を完成させるように指示した。概念図の作成に2時間をとった。時間内で完成しなかった生徒には家庭で作成してくるように指示した。時間内で完成した生徒には Google Form による相互評価をするように指示し、完成しなかった生徒には完成後に Google Form による相互評価をするように指示した。次のグラフは Google Form を利用した5点満点評価の集計結果である。

概念図を5点満点で評価してください



次の図は生徒が作成した概念図の例である。



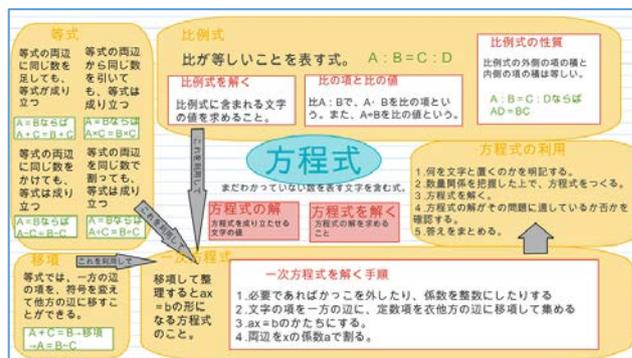
概念図に対するクラスメートの評価例

- ▶ 単元の内容が一目でわかる 5点
 - ▶ デザインが素晴らしい 3点
 - ▶ いろいろな関連性が十分表現されている 4点
- どのような点が特に役立ちましたか。

解くための手順がわかりやすかった。方程式を中心に手順が明記してあるので内容がしっかり頭に入った。言葉の説明があるので、「何だったっけ」と思っても見直せる場所。

どのような点を改善した方がよいと思いますか。

色分けを統一して、解き方は解き方、言葉の説明は言葉の説明で四角で囲むなどすれば見やすくなると思います。



概念図に対するクラスメートの評価例

- ▶ 単元の内容が一目でわかる 5点
 - ▶ デザインが素晴らしい 5点
 - ▶ いろいろな関連性が十分表現されている 5点
- どのような点が特に役立ちましたか。

方程式の説明だけでなく、どのような性質や考え方を利用しているかもかかれていたため、方程式の解き方が把握しやすく理解しやすくなっている。また、矢印が使われていたり色分けがされていたりしたのでとても見やすくきれいにまとめられていてすごいなと思いました。

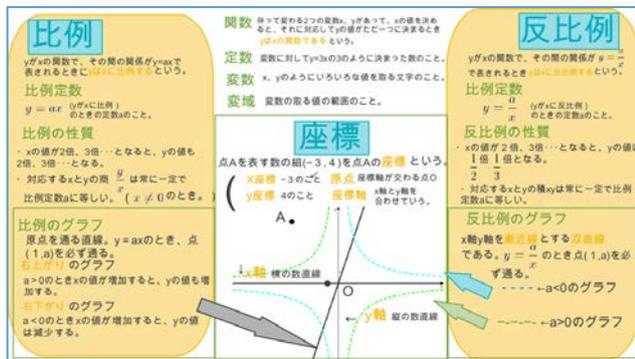
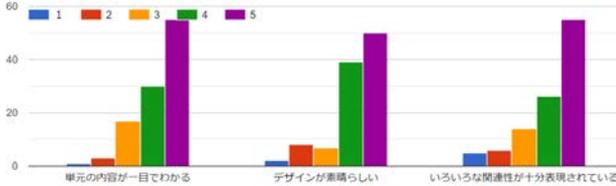
どのような点を改善した方がよいと思いますか。

特にないです。

比例・反比例

前単元で概念図の作り方はある程度わかっているで、生徒もすぐに概念図の作成にとりかかることができた。次は Google Form での 5 点満点評価の集計結果と比例・反比例の単元の内容の概念図の例である。

概念図を5点満点で評価してください



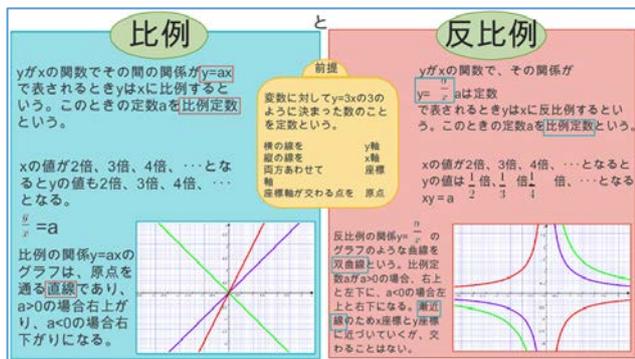
概念図に対するクラスメートの評価例

- 単元の内容が一目でわかる 5点
 - デザインが素晴らしい 4点
 - いろいろな関連性が十分表現されている 5点
- どのような点が特に役立ちましたか。

大切なポイントを、文字の色を変えて強調してわかりやすくしていた点。

どのような点を改善した方がよいと思いますか。

背景が黄色の部分は、文字が黄色だと少し読みにくかった点。



概念図に対するクラスメートの評価例

- 単元の内容が一目でわかる 5点
- デザインが素晴らしい 5点
- いろいろな関連性が十分表現されている 5点

どのような点が特に役立ちましたか。

比例、反比例のグラフの画像が載っていて、1種類だけでなく、それぞれ3種類のグラフがあってわかりやすかったです。また、大切なことを四角で囲ってひと目で分かるようにしてあり良かったと思います。

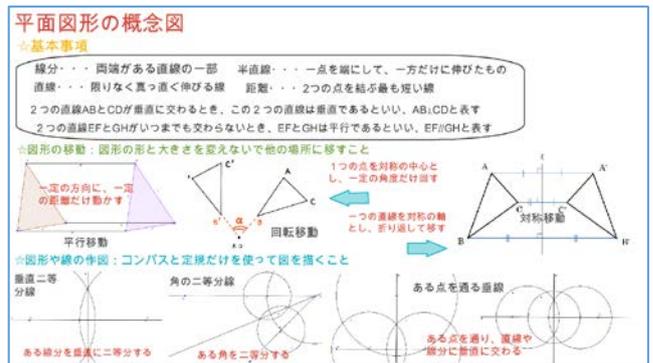
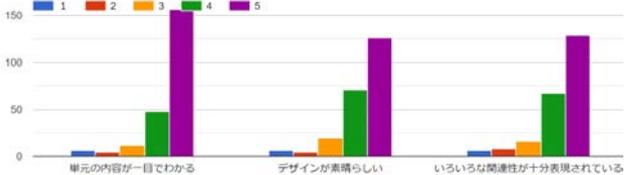
どのような点を改善した方がよいと思いますか。

完璧だと思います！

平面図形

Google Form での 5 点満点評価の集計結果と平面図形の単元の内容の概念図の例である。

概念図を5点満点で評価してください



概念図に対するクラスメートの評価例

- 単元の内容が一目でわかる 5点
 - デザインが素晴らしい 5点
 - いろいろな関連性が十分表現されている 5点
- どのような点が特に役立ちましたか。

どこがどの内容なのかがわかりやすかった(色の配色、記号の振り分けなどで)。また、図が多くて図もみやすかった。

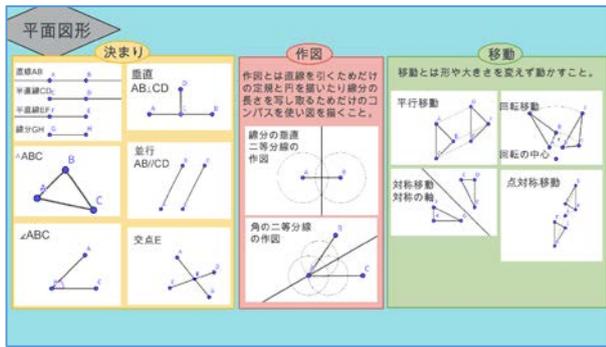
どのような点を改善した方がよいと思いますか。

強いと言うならば、文字と図形が重なっているのは見にくいと思った。

概念図(次頁)に対するクラスメートの評価例

- 単元の内容が一目でわかる 4点
 - デザインが素晴らしい 5点
 - いろいろな関連性が十分表現されている 5点
- どのような点が特に役立ちましたか。

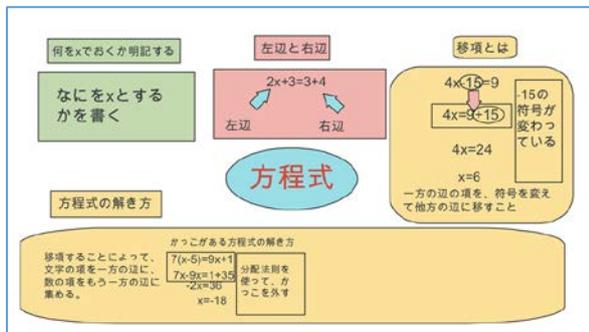
図と説明をまとめていて、図形のボックス、線のボックスに分けているのがわかりやすかった。



どのような点を改善した方がよいと思いますか。
図はわかりやすいけれど、そのものの名前だけでどんなものがわからないとおもった。

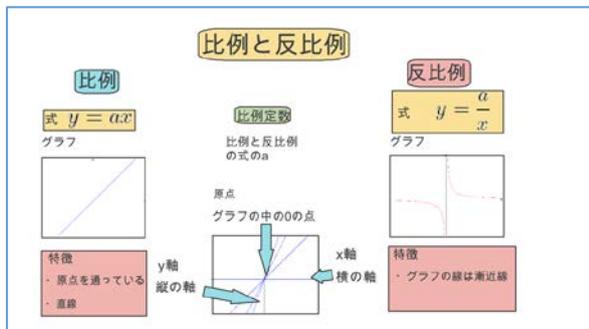
ここである生徒に注目して概念図の変遷をみてみたい。この生徒は当初数学を苦手としていた生徒である。最初の方程式では単元全体を俯瞰する概念図にはなっておらず、かつ具体例を用いた表現となっていた。しかし、次の比例・反比例では具体例ではなく文字を用いた抽象的な表現で単元全体を俯瞰しようとしている。さらに平面図形では実際の図こそないが、単元全体を整理してまとめようとしている事が伺える。実際にこの生徒の成績は年度当初にくらべて伸びてきている。

方程式の概念図



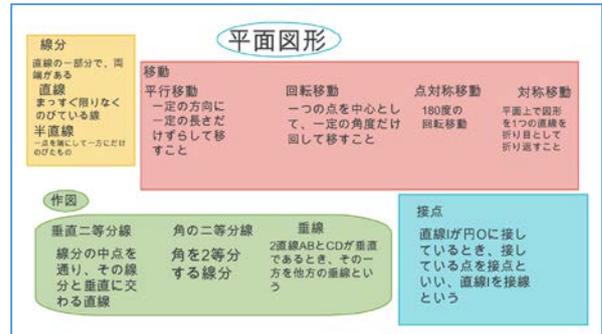
(提出が遅れたため相互評価の対象になっていない。)

比例・反比例の概念図



(提出が遅れたため相互評価の対象になっていない。)

平面図形の概念図



概念図に対するクラスメートの評価例

- 単元の内容が一目でわかる 5点
 - デザインがすばらしい 5点
 - いろいろな関連性が十分表現されている 5点
- どのような点が特に役立ちましたか。

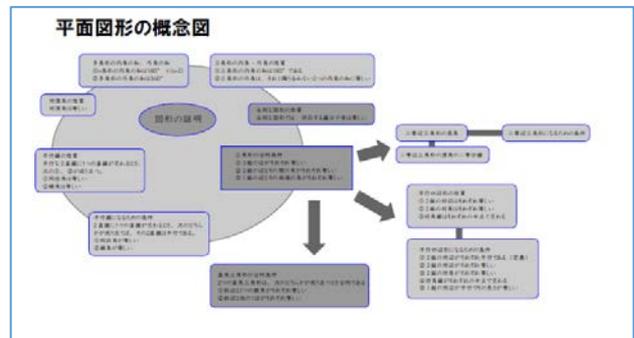
単元ごとに色付きの枠で分けられていてどこがどこかわかりやすい。

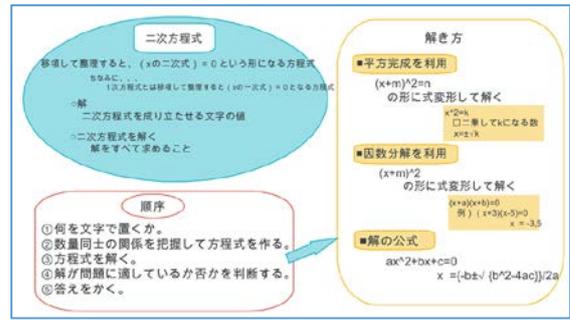
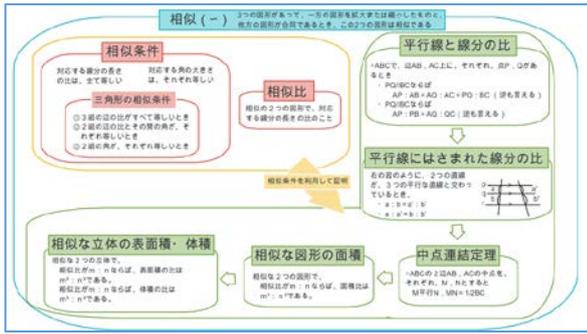
どのような点を改善した方がよいと思いますか。
見出しの色を変えたり、重要語句に色を付けたりするともう少し見やすくなると思う。「作図」の見出しのように工夫してもいいと思う。また、図も加えたほうが見やすくなると思う。

5. 中学3年での取り組み

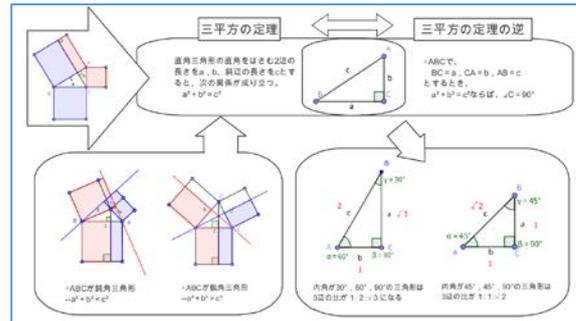
当校の中学3年数学は数量と図形に分けて実施しており、私は数量1クラス・図形1クラスを担当している。

概念図のサンプルとして次図の2年時の「平面図形」の単元の概念図を提示して概念図について説明し、概念図を描く活動を始めた。3年の最初のこの時期はまだGoogle Formによる相互評価の活動は取り入れていない。相互評価を取り入れたのは「円の性質」以降である。また、このときはChromebookでなく手書きも可として概念図を描かせている。次頁に生徒が作成した概念図の例を列挙しておく。

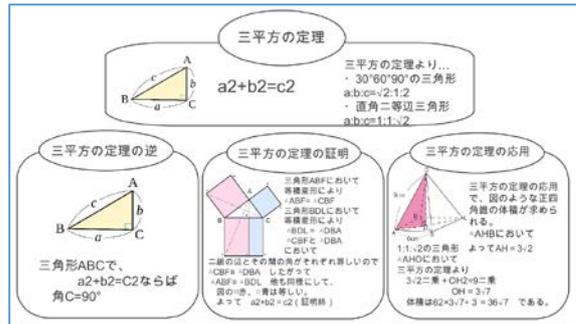
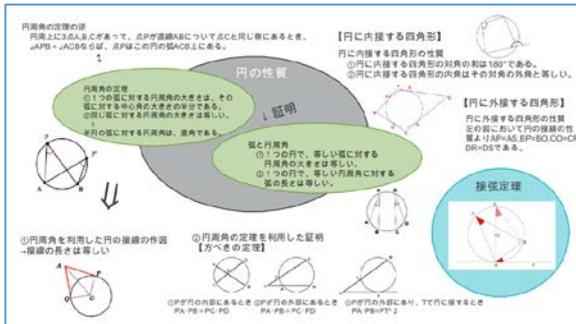




三平方の定理



円の性質



6. まとめ

概念図を描く活動を通して生徒はその単元の内容を振り返り確認することができる。特に数学が苦手な生徒は単元全体を俯瞰してみることができない。このような生徒は概念図を描き、相互評価でクラスメートが描いた概念図を見ることで単元全体を俯瞰し、その流れや構造を理解できるようにする。実は流れや構造が理解できていないことでその問題の位置づけや存在意義の無理解につながり、目的が分からないまま問題を解く状態に陥っている生徒が多いように思う。その意味でこのような活動をするのは大いに意味を持つのではないだろうか。

参考文献

- 1) 教科とリンクする「総合的な学習」のデザインと評価, 広島大学教授角屋重樹監修・広島大学附属福山中・高等学校著, 東洋館出版社 2002年
- 2) たった一つを変えるだけ クラスも教師も自立する「質問づくり」, ダン・ロススタイン, ルース・サンタナ著, 吉田新一郎訳, 新評論 2015年

二次方程式

