

数学的な表現を用いて、説明ができる生徒の育成

—クラウド型ソフトウェアによる思考カードの活用と

共有された思考カードを基に手直しをする時間の設定を通して—

前橋市立木瀬中学校 天沼 和之

I 主題設定の理由

中学校学習指導要領（平成29年告示）解説数学編では、「数学的な見方・考え方」が「事象を数量や図形及びそれらの関係などに着目して捉え、論理的、統合的・発展的に考えること」として整理されている。また数学科では、言葉や数、式、表、グラフなどの数学的な表現を用いて、論理的に考察し表現したり、その過程を振り返って考えを深めたりする学習活動を重視している。「前橋市各教科等指導の努力点（算数・数学）」では、「自他の考えを数学的な表現を用いて説明し合い、考えを深める活動の充実」が求められている。しかし、全国学力・学習状況調査の結果からは、中学校において、「数学的な表現を用いた理由の説明」に課題があることが分かっている。本校の生徒は、学習活動に積極的に取り組み、問題に対し解決方法や意見を考えられる生徒が多い。また少人数グループで話し合ったり、タブレット端末に自分の考えを書いたりすることを得意とする一方で、解決方法や考え方を説明することをためらってしまう傾向がある。そのため、意見交流によって新たな考えを発見したり、そこから更に発展させて考えを深めたりする経験が少なく、数学的な表現を用いて説明することへの必要性を生徒があまり感じていない様子が見られる。このような実態を踏まえ、本研究では、生徒の意欲や関心の高いタブレット端末の活用やグループでの交流を取り入れながら、数学的な表現を用いて、自力解決をしたり、自らの考えを再構築しさらに深めたりすることができるような活動を設定していく。本研究を通して、自分の考えを言葉や数、式、図、表、グラフなどを用いて説明ができる生徒の育成を図りたいと考え、主題を「数学的な表現を用いて説明ができる生徒の育成」と設定した。

II 研究のねらい

数学的な表現を用いて説明ができる生徒の育成のために、「クラウド型ソフトウェア（以下、オクリンク）による思考カードの活用」や「オクリンクで共有された思考カードを基に手直しをする時間の設定」を取り入れたことが有効であることを、授業実践を通して明らかにする。

III 研究の見通し

- 1 「オクリンクによる思考カードの活用」を取り入れることで、生徒は自分の考えをもち、自力解決を行い、数学的な表現を用いて説明できるようになるであろう。
- 2 「共有された思考カードを基に手直しをする時間の設定」を取り入れることで、生徒は自らの考えを再構築し、数学的な表現を用いて説明できるようになるであろう。

IV 実践内容

中学校第3学年（32名）の数学科「4章 関数」において授業実践を行った。

1 手立て1「オクリンクによる思考カードの活用」

(1) 実践の概要

生徒は関数 $y = x^2$ のグラフと一次関数 $y = x + 2$ のグラフの交点A、Bと原点Oでできる $\triangle OAB$ の面積の求め方を考えた（図1）。前時までの授業で、交点A、Bの座標は連立方程式を使って求めることを学習したため、本時ではその後の面積の求め方を追究した。個別追究の場面において、オクリンクで教師が作成した思考カード（p.113資料1参照）から、生徒は自分が考えた解法のカードや自分にできそうな解法のカードを選択していた。生徒は選んだ思考カードを活用して自力解決し、解決方法の説明を考えた。思考カードは言葉や数、式、グラフなどを用いて問題

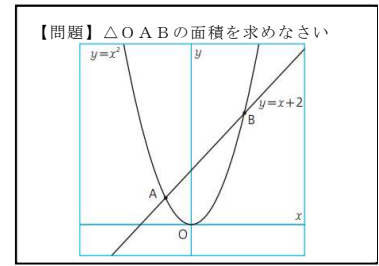


図1 グラフの交点と原点でできた三角形の面積を求める問題

種類	用途	保存場所
思考カードA	問題を解く 説明をする	Myボード
思考カードB	ヒントにする	カードBOX

が解けるように、グラフを簡単に大きくできるように設定したり、解くときに必要な点を打っておいたりするなど工夫した。思考カードは（表1）の通り、二つの種類に分け、生徒に提示した。思考カードAは事前に生徒のMyボードに

送り、すぐに問題が解き始められるようにし、思考カードBはオクリンクのカードBOXに入れておいて、生徒が自由に選んで取り出せるようにした。また、思考カードは、解決方法ごとに背景色を変えており、自力解決の際に解決の見通しがもてず、つまづいてしまった生徒が、自身に取り組もうとした解決方法と同じ色のカードを頼りに思考カードBを取り出せるようにした。思考カードBは生徒が、キーワードである「底辺」や「高さ」に注目し既習の面積の公式を想起して思考できるよう工夫した。

(2) 結果と考察

個別追究の場面において生徒は色分けされた思考カードを用いて自分なりに解決方法を考えていた（図2）。ここではほとんどの生徒が自力解決でき、三角形の高さがどの長さであるかグラフ上に色ペンを用いて示すなど、必要なことを書き足しながら言葉や数、式を用いて説明を書くことができた。



図2 思考カードで考える様子

事後アンケートの手立て1に関わる結果及び授業の感想を、表2・表3に示す。思考カードを用いることで解きやすくなったり説明がしやすくなったりしたと回答した生徒が多かった。それは、思考カ

表2 手立て1に関するアンケート結果

①「思考カードを用いることで問題を解きやすくなりましたか」	なった 25名（78.1%） どちらかといえばなった7名（21.9%）
②「カードBOXに入っているヒントカードは使いましたか」	はい 19名（59.4%） いいえ 13名（40.6%）
③「はい」と答えた19名の生徒の中、「ヒントカードを使うことで、問題を解いたり、説明したりするのに役立ちましたか」	役に立った15名（78.9%） どちらかといえば役に立った4名（21.1%）
④「思考カードを用いることで説明しやすくなりましたか」	なった 26名（81.3%） どちらかといえばなった 8名（15.6%） どちらかといえばならなかった 1名（3.1%）

表3 実践後の生徒の感想

・難しいところもあったけど、友達のことを聞いて解き方が分かったり内容を理解できるようになった。カードを使って自分の考えを書くのは難しかったけどヒントカードを使うことで求めやすくなっていいと思った。
・数学的表現を用いて説明するのは難しかったけど、やっていくうちに詳しく説明できるようになった。
・数学的説明を入れながら話すことが出来たので良かった。
また、表やグラフに文章や色分けをして分かりやすくすることが出来たので良かった。

ードに図やグラフが入っているため書き込んだり消したりと試行錯誤がしやすくなったこととマーキングや線で結ぶなど色を効果的に使って説明を分かりやすくすることができたためだと考えられる。また、教室のTVに生徒の思考カードをLIVEモニターとして映したた

め、生徒はカードの色でどの解決方法を多くの生徒が用いているかを情報収集したり、近くの生徒と相談したりしながら問題を解決したことや、自分が選んだ思考カードAと同じ色の思考カードBを選び出して問題を解いたことも、その要因の一つであると考えられる。さらに教師がLIVEモニターを見ながら、生徒の説明に足りないところや考え直した方がよいところを生徒の思考カードを見ながら個別にアドバイスをし、他の生徒も自分と同じ色の思考カードに対するアドバイスを聞いて自分の考えを修正できたことも要因であると考えられる（図3）。



図3 LIVEモニターを見ながらの指導

2 手立て2「オクリンクで共有された思考カードを基に手直しをする時間の設定」

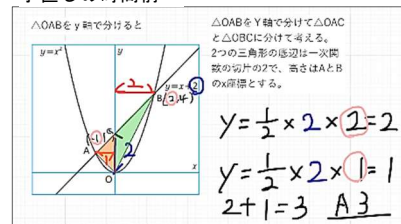
(1) 実践の概要

個別追究後、提出BOXに提出された他の生徒の思考カードを見て、自分の思考カードの手直しをする時間を設定した。自分と同じ解決方法の思考カードから共通点や相違点を見つけ、必要に応じて手直しをするよう生徒に促すとともに、説明するために式に付け加えられている言葉に着目するよう考えるための視点を提示した。手直し後、生徒は自分の解決方法や考え方を、タブレット端末を活用し、数、式、グラフを用いてグループ内で説明した。そして、解決方法ごとに、丁寧に説明していた生徒を教師が指名し、その生徒が全体で発表した。そのとき、教師が、高さがどこの長さなのか等、図、数、式、グラフと関連付けながらクラス全体の生徒に問い返し、視点を明確にすることで、解決方法を確認した。

(2) 結果と考察

手直しの時間において、生徒は同じ色のカードを見て、他の生徒の式を参考に言葉を付け加えるなどの工夫を取り入れ、自分のカードに書き込んでいた。手直しをする前後の生徒の思考カードの変容は少しであるものの、三角形の公式にあてはめた「高さ」や「底辺」という言葉を付け加えている生徒が多かった（図4）。また、手直しの時間中、説明が十分にできている生徒は違う色のカードを見て異なる解決方法を学んでいた。グループでの説明の場面では自らの解決方法について、タブレット端末を指しながら丁寧に説明している姿が見られた（図5）。多くの生徒

手直しの時間前



手直しの時間後

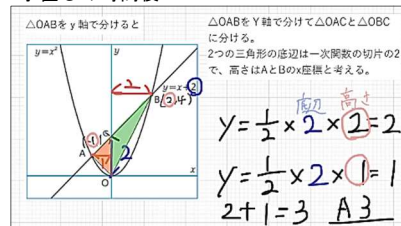


図4 生徒の考えの変容



図5 グループで説明する姿

は、思考カードに書いた式や文章を自分の言葉で説明していた。その後の適用問題では、32名中26名が正解した。6名の間違いのうち3名は単純な計算間違いであったため、本時の学習内容を再現しながら解決していたと判断する。また正解した多くの生徒は、y軸で左右に三角形を分ける方法で解いていた。生徒たちは、関数 $y = ax^2$ のグラフと一次関数のグラフの交点と原点できる三角形の面積はy軸で左右に三角形を分けると求めやすいと一般化したものと考える。

実践後の手立て2に関わるアンケート結果を、次頁表4に示す。手直しの時間を設定したことで、生徒は共有された他の生徒の思考カードを見て、自分が導いた答えが他の生徒と同じであることに気付いたり、自分のものと他の解決方法との相違点を見つけて考えを

再構築し、考えを深めたりした。これにより自分の説明に自信をもつことができ、グループや全体への説明活動へとつなげられたと考えられる。

また、手直しの時間を設定したことにより、グループでの説明の場面において生徒の考えの変容が見られた。等積変形

を用いて問題を解決し説明をした生徒は自力解決時、最初は前頁と同じ方法で解いたが、教師の助言により他の解決方法に挑戦し、等積変形よさに気付いた。そして等積変形の思考カード（図6）に書いてあることを説明した後に、

「一つの三角形にすると面積が求めやすくなるので」という一言を付け加えてから式の説明をしていた。今回の学習でその生徒は、等積変形をすると、計算が容易になるということを学んだと考えられる。

さらに、アンケートの結果から、他の生徒の思考カードを見たり、説明を聞いたりして自分と異なる解決方法を学ぶことができたと感じた生徒が多かったことが分かる（表4）。また、長方形から面積を引いていく方法を授業で説明した生徒もy軸で左右に三角形を分ける方法を用いて計算していた。グループ活動によって他の生徒の考えから、新たな発見をしたり、発見したことから更に発展的に考えたりしていくことを、生徒たちは授業を通して学んだと考えられる。これらのことから、実践後、多くの生徒が数学的な表現を用いて、説明する力を伸ばすことができるようになったと考える。

表4 手立て2に関わるアンケート結果

⑥「数学的な表現を用いて説明する力はつきましたか」	ついた 15名 (46.9%)	どちらかといえばついた 18名 (50%)
	つかなかった 1名 (3.1%)	
⑦「説明することで理解は深まりましたか」	深まった 22名 (88.8%)	どちらかといえば深まった 10名 (31.3%)
⑧「他の人の説明を聞いたりして、新しい学びがありましたか」	あった 31名 (86.9%)	どちらかといえばあった 1名 (3.1%)

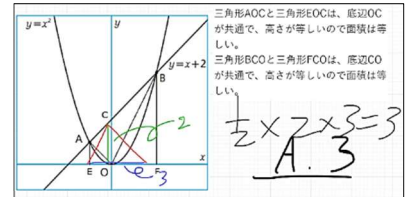


図6 等積変形の思考カード

V 実践のまとめ

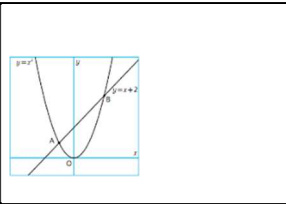
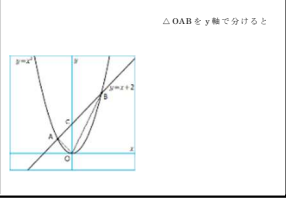
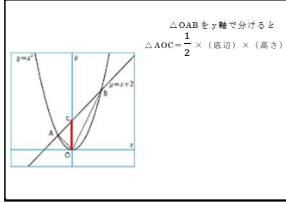
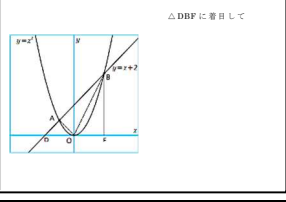
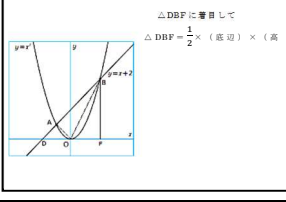
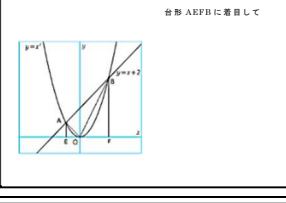
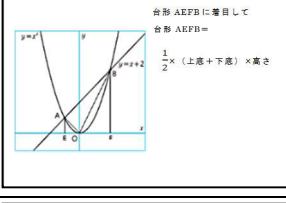
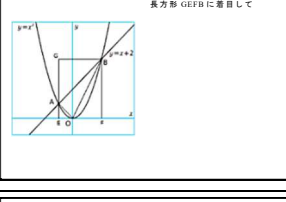
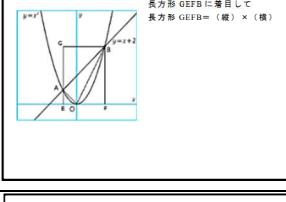
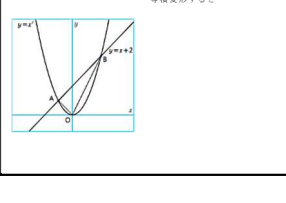
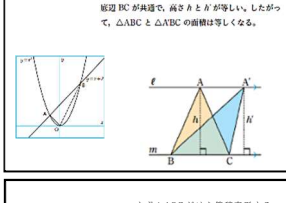
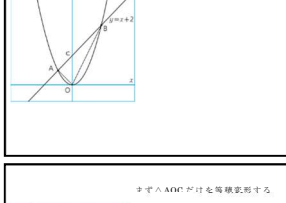
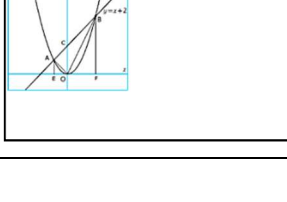
1 研究の成果

「オクリンクによる思考カードの活用」を取り入れ、自分の考えを補完するカードや考えを支援するカードなどから、必要に応じてカードを自ら選択できたことで、主体的に自力解決を行い、数学的な表現を用いて説明を書く生徒の様子が見られた。「オクリンクで共有された思考カードを基に手直しをする時間の設定」をすることで、生徒は自分の考えを再構築し、自信をもってグループや全体で数学的表現を用いて、説明することができるようになった。他の生徒と考えを共有することにより、多くの生徒が、他の生徒の考えから自分と異なる解決方法を学び、学習を深める姿が見られた。

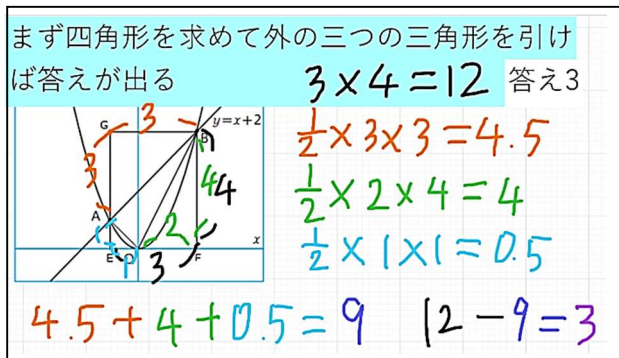
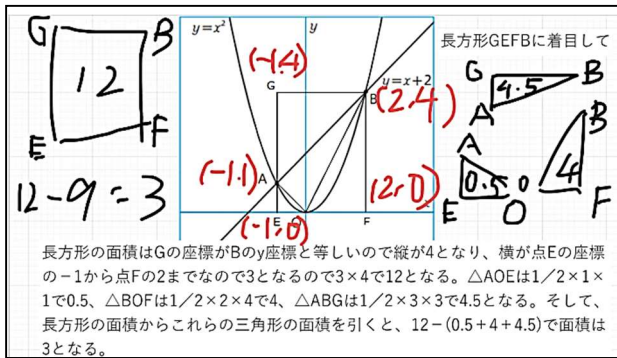
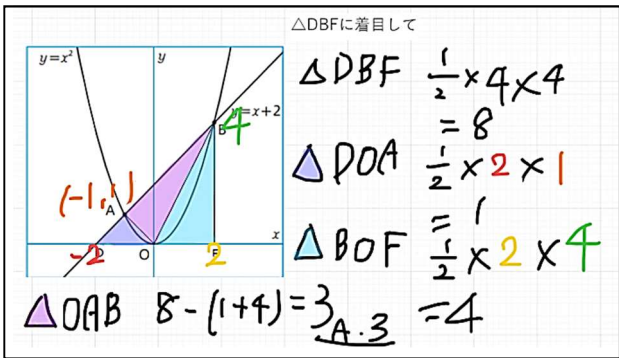
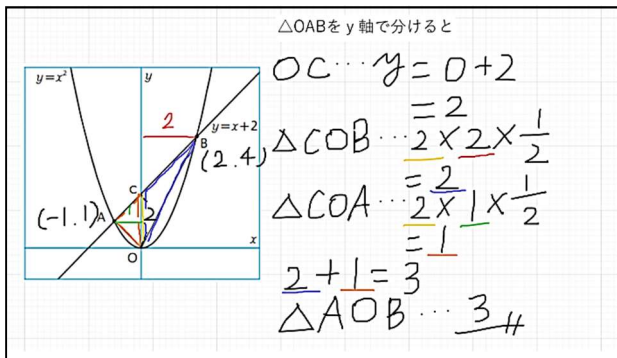
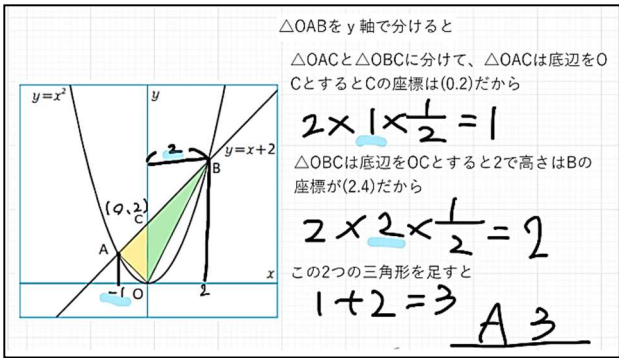
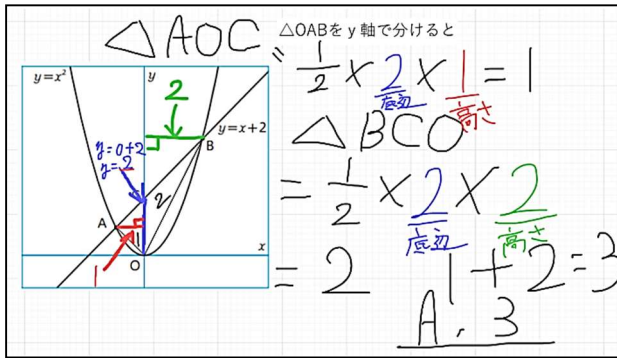
2 研究の課題

タブレット端末上でマーキングや線で結ぶといった色を効果的に使って説明することができた半面、「線分OC」を「青い線」と表現してしまう生徒も多くいた。数学的表現にいかに関わり付けていくのか、教師の関わり方の工夫も必要であると考え。実践の中で使用した思考カードは、教師が生徒の実態に合わせ用意したが生徒の実態によっては思考カードによって考えを狭めたり妨げたりすることも考えられる。思考カードを自分で作ったり、解決方法ごとに分類したりするなどして、生徒が主体的に学習活動に取り組めるように実践を積み重ねていきたい。

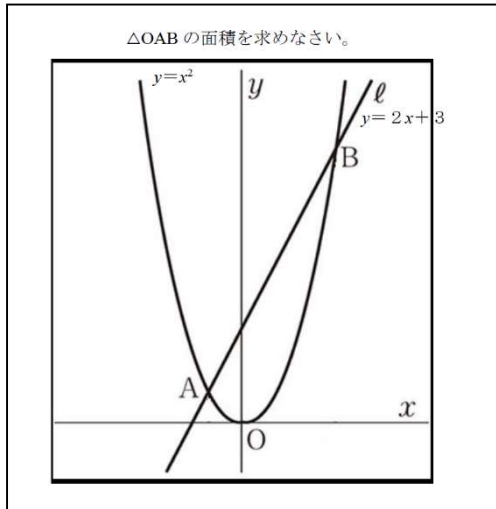
【資料1】 思考カードの種類

	背景	A (問題を解く・説明をする)	B (ヒント)	カードの特徴
1	白			生徒が、自由に考えられるカード。 個別追究後、生徒が考えた解決方法を 教師が見取り背景色を指示し、どの解 き方をしているか一目で分かるように する。
2	黄	<p>△OABをy軸で分けると</p> 	<p>△OABをy軸で分けると △AOC = $\frac{1}{2} \times (\text{底辺}) \times (\text{高さ})$</p> 	△AOCがy軸で分けられることに着 目させ、二つの三角形の面積の和を計 算し求めるカード。 ヒントは「三角形の面積の公式」。
3	黄 緑	<p>△DBFに着目して</p> 	<p>△DBFに着目して △DBF = $\frac{1}{2} \times (\text{底辺}) \times (\text{高})$</p> 	△DBFに着目させ、△DBFから二つ の三角形の面積を引く方法によって求 めるカード。 ヒントは「三角形の面積の公式」。
4	水	<p>台形AEFBに着目して</p> 	<p>台形AEFBに着目して 台形AEFB = $\frac{1}{2} \times (\text{上底} + \text{下底}) \times \text{高さ}$</p> 	台形AEFBに着目させ、台形AEFBか ら二つの三角形の面積を引く方法によ って求めるカード。 ヒントは「台形の面積の公式」。
5	ピ ン ク	<p>長方形GEFBに着目して</p> 	<p>長方形GEFBに着目して 長方形GEFB = (縦) × (横)</p> 	長方形GEFBに着目させ、長方形 GEFBから三つの三角形の面積を引く 方法によって求めるカード。 ヒントは「長方形の面積の公式」。
6	紫	<p>等積変形すると</p> 	<p>右の図で、$h \neq m$ のとき、△ABCと△A'B'C'は 底辺BCが共通で、高さhとh'が等しい。したがっ て、△ABCと△A'B'C'の面積は等しくなる。</p>  <p>まず△AOCだけを等積変形する</p>  <p>まず△AOCだけを等積変形する x軸との交点をE、Fとする</p> 	△OABを△CEFに等積変形すること によって求めるカード。等積変形する ことによって、底辺や高さが分かりや すくなり、面積を求めやすくなる。 ヒントカードは、「2年生の教科書 における等積変形の説明」、「△ AOCをまず等積変形すること」、「点 Aと点Bからx軸に垂線を下ろしx軸 との交点を点E、点Fとする」という 三つのヒントを3枚のカードに分け た。

【資料2】 生徒が説明を書き込んだ思考カード



【資料3】 実践授業後の適用問題



<参考文献>

- 群馬県教育委員会 (2019). たくましく生きる力をはぐくむ はばたく群馬の指導プランII
- 文部科学省 (2018). 中学校学習指導要領 (平成29年告示) 解説数学編 日本文教出版