算数・数学科学習指導研究委員会

一　研究テーマ

「対話しながら考えを広げたり深めたりする数学的活動の実現」

二　テーマ設定の理由

本委員会では，児童・生徒が「できる喜び」と「考える楽しさ」を実感することを柱にこれまで研究と実践を積み重ねてきた。これまでの研究および実践の中で，次のような点が明らかになってきた。

|  |
| --- |
| ○表現とは，発信側と受け手側の両方で受け取りが成立して成り立つものであり，両者にとって共通の知識や学びがある中で生まれるものである○自分の考えを表現することにより思考が深まり，できる喜びや考える楽しさにつながっていくこと |

算数・数学の学習において，自分の考えを表現するためには，具体的な事象を数学的に表現したり処理したりするなど，基本的な技能の習得が不可欠である。また，数学的に表現されたものについて話し合って解釈し合うことによって，互いの考えをよりよいものに改めたり，新たなことを見いだしたりしながら，自分の考えをより確かな知識や技能として定着させていくことができる。このような考えやこれまでの成果から，３年前から「表現力を育むための指導と評価」をテーマに据えて研究を継続している。そして，友達と考え合うときに使う言葉を共通理解することと，言葉に表現するだけではなく，線分図や関係図やグラフなどの図や式といった算数・数学独特の表現も含むものが算数・数学における言語活動であることを示すことができた。また、昨年度は「表現力を育むための指導とその評価のあり方～算数・数学における言語活動の充実～」として、言語活動や表現力の育成において一人一台端末におけるＩＣＴ機器の授業の活用にも着目をしながら研究を進めてきた。

　これら今までの活動を踏まえ、本年は、今まで行ってきた「表現」の一つである「対話」に着目した。また、「対話活動」には、対話をする必然性や目的が必要である。つまり、生徒の実態に即した生徒自身が「話したくなる」問題場面の設定が必要であると考える。そこで、本年は算数・数学の問題発見・解決の過程である数学的活動の実現に焦点を当てた。そして、数学的活動を円滑に進める際の、ICTの有効な活用を研究のテーマとした。

三　研究の経過

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 回 | 月　日 | 会　　　場 | 内　　　　　　　　　　容 |
| １ | ５月１３日（金） | オンライン | 研究テーマ決定　年間計画 |
| ２ | ６月　６日（月） | 上田第一中学校 | 公開研究授業と授業研究会 |
| ３ | ６月２８日（火） | 川西小学校 | 公開研究授業と授業研究会 |
| ４ | ９月　２日（金） |  | 中止（研究協議会Ⅱ中止のため） |
| ５ | ９月　７日（水） | オンライン | 教育課程研究協議会 |
| ６ | １１月２８日（月） | オンライン | 総委員会　本年度のまとめ・発表について |
| ７ | １月１９日（木） | オンライン | 本年度のまとめ・発表 |

四　研究の内容

　本年は、川西小学校と上田第一中学校の教育課程研究業議会及びそのための事前授業をもとに、実際の授業を参観し、授業研究会を行いながら研究を深めた。今回発表では、それら授業及び研究会の中から、単元の導入場面でICTの活用に力を入れ、授業実践を行った上田第一中学校での授業と、研究協議会Ⅱで扱った富士電気ITソリューション榎本善人様による講習会の内容をもとに研究のまとめとする。

Ⅰ　上田第一中学校における教育課程研究協議会の授業の様子

１　単元名　　「 関数　y＝ax2」（全16時間）

２　単元の目標と単元の評価規準

（１）　単元の目標

* 1. 関数y＝ax2についての基礎的な概念や原理・法則などを理解するとともに，事象を数学化したり，数学的に解釈したり，数学的に表現・処理したりする技能を身につける。
	2. 関数関係に着目し，その特徴を表，式，グラフを相互に関連付けて考察し表現することができる。
	3. 関数y＝ax2について，数学的活動の楽しさや数学の良さを実感して粘り強く考え，数学を生活や学習に生かそうとする態度，問題解決の過程を振り返って評価・改善しようとする態度を身につける。

（２）　単元の評価規準

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ア　知識・技能 | イ　思考・判断・表現 | ウ　主体的に学習に取り組む態度 |
| 1. 関数y＝ax2について理解している。
2. 事象の中には関数y＝ax2として捉えられるものがあることを知っている。
3. 関数y＝ax2の変化の割合の意味を理解している。
4. 関数y＝ax2の関係を，表，式，グラフを用いて表現したり，処理したりすることができる。
5. いろいろな事象の中に，関数関係があることを理解している。
 | 1. 関数y＝ax2として捉えられる二つの数量について，変化や対応の特徴を見いだし，表，式，グラフを相互に関連づけて考察し表現することができる。
2. 関数y＝ax2を用いて具体的な事象を捉え考察し，表現することができる。
 | 1. 関数y＝ax2の必要性と意味を考えようとしている。
2. 関数y＝ax2について学んだことを生活や学習にいかそうとしている。
3. 関数y＝ax2を活用した問題解決の過程をふり返って評価・改善しようとしている。
 |

３　単元展開の大要

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 時間 | 学習活動 | ねらい | 評価 | 記録 |
| 本時 | 面積が４㎠の正方形を x 段並べたときの面積を y ㎠とするときの，x，yの関係を考える。 | ○表やグラフ，式を使って比例，反比例，一次関数の特徴と比較し，表，グラフ，式を相互に関連づけて考える活動を通して，比例，反比例，一次関数とは違った関数があることに気づくことができる。 | イ① |  |
| ２ | 関数y＝ax2で表される関数とその特徴について考える。 | ○ y＝ax2で表される関数とその特徴について理解する。○「yは，xの二乗に比例する」という見方ができるようになる。 |  ア①ア② |  |
| ３ | 与えられた条件から y＝ax 2の式を求める。 | ○具体的な事象の中の２つの数量の関係を調べ，対応の決まりを式で表し，y＝ax2で表すことができるようにする。 | ア① | ○ |
| ４５ | y＝ax2 のグラフのかき方を理解し，また，グラフの特徴をみつけ，aの値との関係を考える。 | ○関数 y＝ax2 のグラフの特徴を捉え，グラフをかけるようにする。また，グラフと比例定数 a との関係を理解する。 |  ア④ |  |
| ６７ | グラフから関数 y＝ax2の，yの値の増減を調べる。 | ○関数 y＝ax2 について y の値の増減を，比例定数 a の値や x の範囲ごとに調べ，変化の様子を理解し，変域を求めることができるようにする。 | ア④イ① |  |
| ８９ | 関数 y＝ax2 の変化の割合の意味を知る。 | ○関数 y＝ax2 の変化の様子を表やグラフで観察し，変化の割合が一定でないことを見いだす。○変化の割合が実際の場面では平均の速さを表していることを理解する。 | ア③イ① |  |
| １０１１１２ | 身の回りの関数 y＝ax2 とのかかわりが深い事象があることを知る。 | ○身の回りの事象から関数 y＝ax2 の関係を見いだし，その関係を利用して問題解決できるようにする。（制動距離）○図形を移動させるときに現れる関数を見いだして，問題を解決することができるようにする。 | イ②ウ②ウ③ | ○ |
| １３１４ | これまで学んだ関数とは違う関数を考える。 | ○身の回りの事象の中には，既習内容の関係ではとらえられない関数があることを理解し，説明できるようにする。 |  ア⑤ |  |
| １５１６ | 単元のまとめ単元テスト | ○基本のたしかめ，章末問題に取り組み，関数の学習内容を振り返る。 | ア①～⑤ イ① ウ① | ○ |

４　教材研究

(1) 子どもの視点

小学校３年生までに量や単位と測定について段階的に学び，小学校４年生より変化と関係の領域として，伴って変わる二つの数量やそれらの関係について学習を始めている。変化と対応の特徴を見いだして，二つの数量の関係を表や式を用いて考察したり，小学校５・６年生では，比例や反比例の関係を学ぶとともに，グラフを用いて考察することも学習したりしてきている。中学校１年生では，数量の変化と対応に着目して関数関係を見いだし，比例と反比例についてその特徴を表，式，グラフなどで考察することを学び，２年生では，一次関数について，その特徴を表，式，グラフを相互に関連付けて考察することを学習してきている。

本校生徒は，全国学力テスト(３年)やNRT(１，２年)の結果より，関数の領域が全国平均を下回っている。関係する二つの数量について，一方の値を決めれば他方の値がただ一つ決まるという関数の認識が低いこと。二つの数量の関係を表にしたり，グラフをかいたりすることなど，一つ一つはできるが，相互に関連付けて考えることが苦手であるように感じる。

３年生では，２乗に比例する関数の関係について学習するが，比例や一次関数と比べ生徒にとっては，その関係が更にイメージしづらい。比例や一次関数の特徴と比較しながら，その特徴を表，式，グラフと関連付け考察する力が必要であると考え，本単元の導入にもってきた。

(2) 教材（素材）の視点

「関数 y＝ax2」の単元は，面積４㎠のタイルの並べ方(１段目に１枚，２段目に３枚，３段目に５枚，…)から，$x $段タイルを並べたときに並べたタイルの総面積を$ y$㎠としたときに，$x $と$ y$の関係を考えることを導入とする。小数などが入ってくることで，事象をとらえることが困難となる生徒もいることもふまえて，連続する数ではなく，整数のみ（分離数）で考えるようにした。

今年度本校数学科では，単元の最初の場面を大事にしており，整数値で考えるほうが，対応する$x $と$ y$の値の関係はどうなっているか，$x$を〇倍すると$y$の値が△倍となっている決まりがあるか，グラフの形状，$x $と$ y$の値の増減の様子などとらえやすいと考えた。

また，階段状の図形にした理由は，実際に図から面積を求め，表を作成したり，点をプロットしたりすることは容易であり，こうした図形を見たときに思考を止めずに何をすればよいかのきっかけになると考える。この階段状の図形は，段数と周りの長さの関係を考えれば一次関数，段数と高さとの関係を考えれば比例，段数と一番下の段のタイルの横幅との関係は一次関数と発展性がある問題である。同じ図形からいろいろな見方で様々な関数の関係を見つけることもできる。

(3) 学習の過程の視点

本時扱う図形は，正方形（タイル）の並び方が捉えやすいと考える。その中で，１，２，３段目は数え，４段目，５段目…はスプレットシートを自分で操作し，表にまとめたり，グラフに点をプロットしたりすることはできるであろう。こうしてまとめたものを既習の関数と比較しながら相違点を見つけ，これまでに学習した関数とは違うものであることに気づいていくことが今回の授業のねらいである。比例，反比例，一次関数と比較ができず，躓く生徒も予想されるので，追究中にクロムブックを見て既習関数の確認する場面や友との関わりの中で様々な見方，考え方に触れる場面を設定していく。

また，式に着目し，どんな式ができるのかを考える場を設けることもできる。追究が進んでいる生徒には面積４㎠のタイルが$x^{2}$枚並んでいると気づくことで立式したり，図形としてタイルをずらして正方形を作って立式したりすることもできる等の気づきへとつながることも期待できると考える。

５　本時案

（１）主眼　　面積４cm²の正方形を x$ $段並べたときの面積をy cm²とするときのxとy$ $の関係を考える場面で，表やグラフ，式を使って比例，反比例，一次関数の特徴と比較し，気づいたことや疑問に思ったことなどを伝え合ったり，表，グラフ，式を相互に関連づけて考えたりする活動を通して，比例，反比例，一次関数とは違った関数があることに気づくことができる。

（２）本時の位置　全１６時間中の第１時

次時：関数y＝ax2の特徴や２乗に比例することについて理解する。

（３）指導上の留意点

　　　　・比例，反比例，一次関数の表，グラフ，式における特徴をまとめたものをchromebookで用意しておき，生徒がいつでも振り返ることができるようにする。

　　　　・追究の場面で比例，反比例，一次関数のどれでもないという結論だけを答えるのではなく，どのように判断したかや判断するにあたり考えたことを学習カードに記入するように声がけをする。

（４）　展開

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 段階 | 学習活動 | 予想される生徒の反応 | 支援（◇）と　評価 | 時間 |
| 課題把握 | １　ともなって変わる2つの数量について確認する。２　既習の関数の特徴を確認する。３　学習課題を把握する。 | 【学習問題】面積4cm²の正方形を上から1段目には1個，2段目には3個，3段目には5個と階段状に並べます。 x$ $段並べたときの面積を$ y $cm²とするとき， x$ $と$ y $はどのような関係があるだろうか。・段数が変わると正方形の数や面積が変わる。・y$ $はxの関数だよね。・ x$ $の値を決めるとy$ $の値がただ1つに決まるとき，y$ $は x$ $の関数といえた。・比例の関係だと思う。・一次関数かな。・表やグラフ，式を使って調べれば， x$ $とy$ $の関係が分かりそうだ。【学習課題】表やグラフ，式を使って，比例，反比例，一次関数の特徴にあてはまるか調べてみよう。 | ◇これまでにともなって変わる2つの数量について学習してきた経験を問う。◇何がともなって変わる2つの数量なのかを確認する場を設ける。 | 10 |
| 追究 | ４　表やグラフ，式を使って既知の関数の特徴と比較しながら，xとy$ $はどのような関係があるのか調べる。５　気づいたことや疑問に思ったことを伝え合う。 | a.グラフを使って調べる生徒・点が一直線に並んでいない。・点が一直線に並んでいないから反比例かな。・線で結ぶと反比例のときと曲がり方が違う。b.表を使って調べる生徒・yの増え方が一定ではない。・xの値が2倍3倍…になるとy$ $の値は4倍9倍…になる。2倍3倍…$\left(\frac{1}{2}倍\frac{1}{3}倍…\right)$にはならない。・xの値に“ある数”をかけてyの値になるような“ある数”がない。・x の値とy の値の積が一定にならない。c.式を使って調べる生徒・つくれない。・段数を2乗すると正方形の枚数になる。・y = 4 x2 になる。・比例なのかな。・比例に似ている。・グラフが曲線だから反比例かと思ったが，表で見ると反比例ではないことがわかった。グラフが直線ではないので比例や一次関数でもないから，今までとは違った関数だといえそう。・比例，反比例，一次関数のどの特徴にもあてはまらないから，新しい関数だと思う。・式がなんとなく比例に似ている。でも表でみると比例ではない。【まとめ】表，グラフ，式のどれで判断しても，xとyの関係は比例，反比例，一次関数ではない。比例，反比例，一次関数とは違った関数がある。 | ◇比例，反比例，一次関数の表，グラフ，式における特徴をchromebookで確認できるようにする。◇グラフで考える生徒に対して，グラフをかくことに時間をかけないために，スプレッドシートを利用するようにする。◇表で考える生徒に対して，表における比例，反比例，一次関数の特徴をchromebookで確認してみるように促す。◇生徒が調べたことをとりあげながら，既知の関数の特徴との相違点を明らかにする。◇本時の学習問題に立ち返り，自分ならどう答えるか考える場を設ける。比例，反比例，一次関数とは違った関数があることに気づいている。【思考・判断・表現】（学習カードから） | 1515 |
| 一般化 | ６　わかったことや疑問に思ったこと，ポイントをかく。 | ・比例，反比例，一次関数とは違う新しい関数がある。・グラフは曲線になっているが x$ $の値を増やしていくとどのような曲線になるのだろうか。・表で何か規則はあるのだろうか。・ x$ $の値が負の数になるとグラフや表はどうなるのだろうか。 | ◇生徒たちが本時の学びを確認するために振り返りシートを記入する時間を設ける。 | 10 |

Ⅱ　富士電気ITソリューション榎本善人様による講習会

　榎本様には、一人一台端末の使用が一般的になってきた学校現場を鑑み、生徒が自身の端末を使って実際に操作をしながら算数・数学の授業で活用できるソフトを大きく二つご紹介いただいた。

１　SGRAPA（スグラパ）

　中学校数学「データの活用」で用いることができる数学ソフトである。各種データを代表値、箱ひげ図の統計データを容易に計算することができる。

２　Googleスプレッドシートのグラフ作成機能

　主に小学校算数「資料の調べ方」で活用できる機能である。小学校６年生、「資料の調べ方」では円グラフや柱状グラフ、度数分布表などを扱う。その際、小学生でも容易に活用できるソフトである。



五　算数・数学科学習指導研究委員会のまとめと課題

　北原先生による授業では大きく二つの場面でICTを活用している。一つは「比例・反比例・一次関数の特徴を復習する」場面、もう一つは「グラフで考察する生徒が$y=ax^{2}$のグラフを書く」場面である。両場面で共通していることは、大きく二つである。それはICTを使うかどうか、そして使うタイミングの判断は、生徒が決定するという点、もう一つはICTを活用する目的が教師側で明確になっている点である。一つ目の「比例・反比例・一次関数の特徴を復習する」場面であれば、学習を進める中で生徒自身が「比例って何だっけ？」「反比例のグラフってどういうものだっけ？」「比例と一次関数って何が違うんだっけ？」などと疑問を持った際に、即時にICTを使って確認することができる。二つ目の「$y=ax^{2}$のグラフを書く」場面であれば、グラフを書く中で「書くのが大変だ」という思いを抱いた生徒が、その大変さを解消したい、という思いからICTを活用することができるように、教師は発問と環境を設定していた。また、本時の授業の目標は「$y=ax^{2}$のグラフを書くこと」ではなく、「比例，反比例，一次関数とは違った関数があることに気づくことができること」が目的である。つまり、グラフを書くことに時間をかけず、グラフの特徴を考察してほしい、という教師側のねらいがあるため、時間をかけずに、たくさんのグラフを扱うことができるICTを活用したのである。実際の授業でも、多くの生徒がICTを活用することで、グラフを書くことに時間をかけず、容易にグラフの考察を行うことができた。また、実際の授業では、生徒同士がクロムブックの画面を見合いながら、自然と比例・反比例・一次関数の違いやグラフの特徴を対話する場面がみられた。つまり、ICTを活用したことにより、本来行いたかった活動に使う時間を確保でき、さらに「同じ画面」という、共通で話せる土台ができ、話し合いが活発化した。そして、その話し合いを通じて、生徒自身が比例、反比例、一次関数の特徴と$y=ax^{2}$の特徴を比較したり、$y=ax^{2}$のグラフの特徴を考察したりすることで、理解が深まる場面がみられた。

　この二つの場面から、以下の２点が算数・数学の授業でICTを活用する際に重要であることと考える。

①　ICTは生徒が「使いたい」と思った際に使えるような環境設定が大事であること

②　ICTを活用することで得たい教師側の目的が明確であること

ICTはあくまでも目的達成のための「手段」であり、使うかどうかの判断は生徒自身が行うことができることが大切であることを、本研究で学んだ。はじめから「ICTを使いましょう」ではなく、生徒が必要になった際に使えるように、環境を整えておくことがICTの活用の一つである。今回の北原先生の授業では、ICTを使うことで「時間が短縮できる」「何度もグラフを書くことができる」というメリットがあった。授業の目的を鑑み、ICTを活用するべきかどうか判断することが必要である。富士電機ITソリューション榎本様の講習会で得られた数学ソフトはどちらもそのために有効な選択肢であり、教師側はそうした数ある選択肢の中の一つとして、適切な数学的ソフトを用いることが必要であると考える。同様に、対話も、「対話すること」が目的ではなく、「対話を通して授業の目的を達成すること」が目的である。北原先生の授業でもICTを活用し、生徒の中で気づいたこと、わかったことが見つかったときに、自然と対話が生まれ、数学的活動が推進された。今後も、算数・数学の学習では、ICTを活用することや対話をすることが目的にならないように注意しながら、授業の目的のために、ICTの活用や対話を行っていきたいと考える。そして、さらに児童・生徒が算数・数学をより「できる」「わかった」と思いをもって、数学委的活動を進めながら、数学的な資質・能力を育むことができる算数・数学の学習指導をより研究していきたいと考える。