

自分の数学の力を育てる作問課題学習の実践

—生徒の身の回りから探す連立方程式の活用の取り組み—

Practice of Learning Based on Problem-Creation Exercises to Develop One's Own Mathematical Capabilities; Finding Ways to Apply Simultaneous Equations in Everyday Life Situations

松 嶋 美 佐

Misa MATSUSHIMA

要旨

今まで様々な学習後の課題として生徒が作問をする学習を取り入れてきた。その1つとして、第2学年の2元1次連立方程式の解法を学んだ後の活用場面で、身の回りのことがらを用いて未知数を求める文章題を作る課題学習を実践した。夏休みの課題として提示し、後の授業でお互いの問題をPCの画面を共有してクラス内の班毎に解き合うことで、スムーズに数学的活動が行えた。解き合いを通じて主体的・意欲的により良い問題、より正確な解答へと改善し、粘り強く取り組む姿勢が観察された。完成後生徒祭で展示した。授業後のアンケートで作問・解き合いで生徒が数学の力を高めた自覚に繋がっていることが判明した。課題の提出・解き合いは各自が端末を用いて行い、効率よく共有して数学的活動に集中出来ていた。今後も一層深く理解する数学の力を育てるように作問課題を継続していくこととする。

キーワード：作問の課題学習 連立方程式の活用 身の回りからの数学 ICT活用 数学的活動

I はじめに

最近好まれるスマートフォンの動画や学習支援アプリの内容では、数分の短時間なものが多くある。陰山(2018)は、既にスマートフォンにのめり込んだ子ども達は最早ゲームをするほどの集中力を持たず10分、15分ごとに画面を切り替えているのが現実だとも述べ、小学生の学力低下について「仙台市確かな学力育成プラン」⁽¹⁾を例に当時から警鐘を鳴らしていた⁽²⁾。筆者もその講演で衝撃を受けたのを覚えているが、地域を問わず子ども達へのインターネットの普及は明らかであり、その頃の小学生が中学生となり今に至る。学習指導要領⁽³⁾では「粘り強く問題の発見や解決に取り組む態度」を重要視しているが、実際、定期テストや日々の計算練習で短時間しか集中力が続かない生徒も少なからずおり、喫緊の課題が粘り強さを身につけることにあるのも肯ける。ただ、上記のような教育問題が取り上げられる半面、生徒達は機器の活用法を着実に体得し検索能力にも優れ、新しい力を身につけていることも明らかだと感じる。本校でも、校内で1人1台Chromebookを使いこなし、日々授業で目的に合った活用法が伝えられそれぞれの学びが進んでいる。数学の学習では、近年、真面目に取り組む生徒の中には、宿題で不明なものがあるとWeb検索して解法などを探してくる者も増えてきた。瞬時に簡単に調べられる便利さ故、きちんと宿題を終わらせようと、ネット検索へと向かうのであろう。そのような中でも、生徒が熟考する時間を確実に確保したいという気持ちから生徒たちに「自分の数学の力を育てよう」と伝えてきた。「どこが課題となるのかを考え、それを発見したときに、数学を

用いて粘り強く考え、持てる力でそれを処理し、それを振り返りながら改善していく」ことを示している。さらに、自分の学習が有効か？自分の数学の力を伸ばせているのか？と確認、自問自答しながら調整しつつ前に進む気持ちを持つことも含めて自分の数学の力を育てることを学びの目標と考える。教員が陰で支援して生徒自身が自己の学習を調整できるように関わっていくのである。本稿の作問課題も一貫してこの力を育てることを目標として行った。生徒個人で、または協働することにより主体的に粘り強く考え続ける経験・習慣にもなる課題学習と考えている。実践してきた作問課題の2つの方法と作問した文章題の共有の様子についても述べることにする。

II これまでの経緯

今までに行ってきた作問課題の一部が以下である。(簡単な計算問題の課題は除く)

- ・1年生：与えられた1元1次方程式とその解を適用する文章題／平面図形の問題／空間図形の問題
- ・2年生：2元1次連立方程式を作る問題／与えられた2元1次連立方程式とその解を適用する文章題／連立方程式を適用する文章題／変域を指定した1次関数のグラフでイラストを作る問題／場合の数・確率（・期待値）を求める問題／等積変形を用いる問題
- ・3年生：円周角を用いる円の問題／三平方の定理を用いる問題

これらの作問課題・文章題での課題を重要視するに至った主な理由を述べる。

1つは、以前の班活動にある。各学級内の班活動として定期テスト前に各教科の予想問題を作り、終礼で全員が取り組み、テストへの士気を学級として高めていた。友達のために責任感も生まれ丁寧な仕上がりのものも多かった。教科別に担当を決め問題作りに励むのだが、協働作業が滞りテスト直前に完成したり、担当教員の目を通らずに印刷されたりして、数学では明らかなミスや、残念な誤解も散見された。さらに、予想問題を教員が点検してしまうのは、実際のテスト問題にバイアスがかかり、本来の定期テストの公平性を欠く点も気になった。しかし、これらの作問は、テスト対策が十分行えない生徒には、特に、テスト範囲を復習し深く学習し、考えるチャンスとなる良い取り組みであると思えた。そこで、筆者は、この数学的活動をその良い面を膨らませ、生徒が意欲的に取り組めるように再考し、数学の授業内で行える作問課題を多く取り入れるように支援してきた。

次に、今回の文章題を作る課題を行う理由が1990年代にアメリカで目にした文章題にある。従来、日本の文章題は解くのに不要な文章は無く、こなれた文章全部を用いて解いていく問題が殆どであった。それに対し、現地で受講した数学科教育法の授業で、物語のように文章が長く、その状況設定を理解しながら解く文章題に出合った。身の回りの話題から必要な条件を自分で探し出す過程も楽しく、そのストーリーの中に自分が入り込み、数学を通して問題解決することに数学の有用性を感じたからである。この様な問題を生徒自身で作れたら、楽しみながら数学を学べるであろうと感じたのである。

現在は、日本の中学の教科書の文章題でも、食塩水の濃度を求める従来型の文章題の他、「自転車がパンクしたため途中から歩き速度が遅くなったときの道のりを求める問題」⁽⁴⁾など納得出来るストーリーの問題もある。慣れてくると、「図書館へ徒歩での行きより帰りの速さが遅くなった道のりを求める問題」の理由に「坂の下に図書館がある」「いっぱい本を借りて重かった」、さらに「図書館でたくさん勉強して疲れたから」「読んだ本の事を思い出しながらゆっくり歩いたから」等と各自のストーリーが溢れ出てくる。数学的に矛盾しない、題意に適した情景であることが必須の条件だが、生徒たちが自身の回りに引き下ろして題材を発見・解決する必然性も理解できて、文章題の作問へのレディネスも整ったと言え、この課題へスムーズに進めると考えられたことも理由に挙げられる。

Ⅲ 作問課題の実践方法

課題の共有とその手順について実践してきた2つの方法【方法Ⅰ】：「ワークシート(記入用紙)だけを使う方法」と【方法Ⅱ】：「ロイロノート・スクール株式会社 Loilo の(クラウド型学習支援アプリ、以下ロイロと略す。)を用いた方法」を比較する。

表1 【方法Ⅰ】：「ワークシート(記入用紙)だけを使う方法」

作問課題の流れ(生徒)	作問課題の流れ(教員)
流れを聞いてから始める	以下の流れを説明をしてから始める
① 提出用カードに問題と模範解答を書く。	(1) 提出用カード、班の台紙を準備、配布する。
② 学習班内で解き合い、解答に間違いがないかを確認する。	(2) 机間巡視したり、画面を見たりしながら、個別に声掛けをする。
③ 学習班の台紙に貼り提出する。	(3) 班ごとに問題・模範解答を回収する。
	(4) (評価をした後に氏名は匿名にしたものを複製する。)
	(5) 問題をまとめ印刷をする。(問題の裏に各解答を載せることもある。)
	(6) 授業で配布する。
④ 自分の班の問題は解き終わっているので、他の班の作問を読んだり、解いたりする。	(7) 一斉学習の中で簡単に講評を述べる。
⑤ ワークシートを完成させる。(提出する&その後も自主的に解ける。)	(8) 終了を伝える。その後も解けることを伝える。

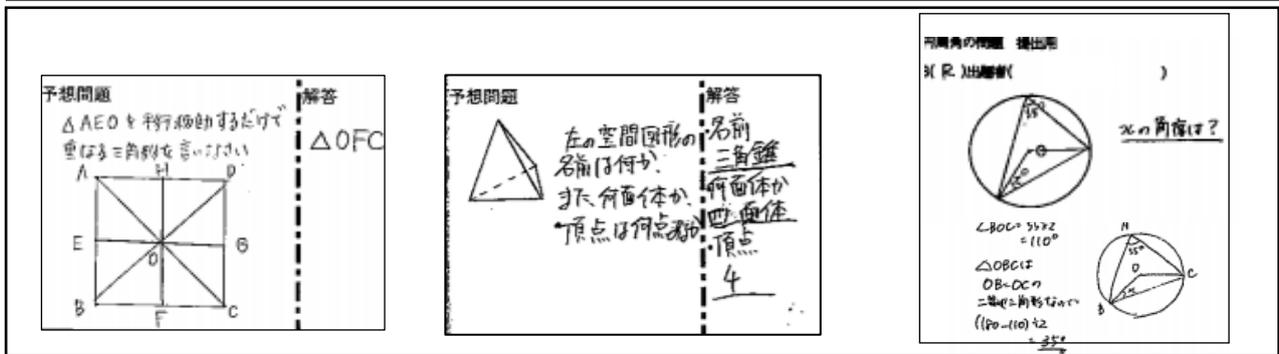


図1 【方法Ⅰ】による平面図形・空間図形(1年生)・円(3年生)の生徒の作問例

(これらはB5サイズに12~16問程度を貼り合わせて問題冊子として生徒に配布し解き合った。)

表2 【方法Ⅱ】「ロイロを用いた方法(ICT活用)」

作問課題の流れ(生徒)	作問課題の流れ(教員)
流れを聞いてから始める	以下の流れを説明をしてから始める
① ワークシート(手元記録用)に問題と模範解答を書き準備する。	(1) ワークシートを準備、配布する。
② グループ(学習班)内で班の色と班内で解く問題の順番(4人ならA~Dなど)を決める。	(2) ロイロ内に3つの提出箱(I:問題用・II:模範解答用・III:解答用)を作る。生徒の関係や様子によって、共有画面の氏名は匿名にする。
③ 問題と模範解答(①)をロイロカード(注)に入力する。	(3) 様子を見て提出された問題をクラス内で共有画面にする。
④ 問題と模範解答をそれぞれのロイロ内の提出箱I・IIへ提出する。	(4) Iをクラス内で共有画面にする。生徒間通信も出来るようにする。
ロイロの共有画面から班員Aの作った問題のロイロカードを探し、ワークシートに解き、感想を書く。間違いや質問があればAに伝える(ロイロの生徒間共有または、声で伝える)。Aはロイロカードに必要な応じて修正する。	(5) 提出された問題Iや模範解答II等を順次確認し、明らかな間違いなどを本人に伝える。
⑥ 作問者A以外はAを解きIIIへ提出する。Aは提出された班員の解答を確認する。	(6) 机間巡視したり、画面を見たりしながら、個別に声掛けをする。
⑦ 基本的にA→B→C→Dの順で個々に⑥と同様に繰り返し問題を解くが、適宜班員と一緒に問題や解答を直したり先に進んだり、自由に進める。	(7) 進みの速い生徒、遅れている生徒に特に注意して声掛けをする。
⑧ 班の問題を解き終わった生徒は、他の班の問題を読んだり解いたりする。問題や模範解答が間違っていて不明なときは各自、班員、または教員と修正したりする。	(8) 時間に合わせ適宜終了を伝える。その後もロイロを共有にする時間を生徒と決めて、引き続き解けることを伝える。
⑨ ワークシートを完成させる。	(9) 評価する。(ワークシートとロイロで提出されて資料があるのでいつでも行える。)
⑩ その後も自主的に他の問題を解くことも出来、提出できる。	

注)ロイロの画面で用いるカード(スライド)をロイロカードと言うこととする。

生徒1人1台Chromebookの画面上で共有して解き合い【方法Ⅰ】と同等の活動が行える。前記2つの方法には以下のように一長一短があるので、デメリットを補うことに留意したい。

E 友達の問題文及び模範解答を理解し評価する。自分の問題文や模範解答が正確に伝わっているかを判断する。友達・教員の質問に答える。友達の相談を受けたり教えたり、相談したりする。

F 友達の課題をよく吟味し修正があれば提案する。自分の作問や模範解答に満足いかないとき、教科書等を参考にして修正したり、より改善したり粘り強く解決するように努力する。

この課題を通して「日本語の文章から数学に変換する(文字で表し立式する)」「連立方程式の解法を理解して用いる」そして「自分で、または協働して作問を改善しようとする」という数学の力をつけることを目的とした課題学習であり、下記の評価の観点(文部科学省)⁽⁶⁾の内容と合致している。

単元 連立方程式の評価の観点及びその趣旨から

(1)	連立二元一次方程式についての基礎的な概念や原理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付けている。
(2)	文字を用いて数量の関係や法則などを考察する力を身につけている。
(3)	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したり、問題解決の過程を振り返って評価・改善しようとしたり、多様な考えを認めよりよく問題解決しようとしたりしている。

(観点：(1) 知識・技能 (2) 思考・判断・表現 (3) 主体的に学習に取り組む態度)

2. 単元「連立方程式」の学習の支援の実際

令和2年度は、コロナ禍で式の計算が4・5月(オンライン教育システム Moodle による遠隔学習)、連立方程式が6・7月で(Moodle による遠隔学習と学校での対面授業)、これらが1学期期末テストの範囲となった。その後、夏休みに作問し、夏休み後の授業時に学習班内で解き合い、9月の生徒祭(本校の文化祭。今年度はコロナ禍で映像と展示で実施。)に展示参加するまでを総合的に考えた課題である。方法ⅡでPCを用いるが図や表はワークシートの画像を載せることも可能とした。(後のアンケートで、出題しやすさはワークシート 36%/ロイロ 28%、解き易さはワークシート 54%/ロイロ 12%)

(1) 「連立方程式の解法」の学習と支援の概略

右表が今年度の単元計画である。この課題学習の伏線となる学習内容を第9時や期末テストに仕組んでいるので全体の流れを紹介する。このうち、第6,7,8(夏休み),16,17時に数学的活動として作問課題を活用した。第6,7,8時は方程式の解法を学んだ直後で連立方程式自体を作る課題である。

・第1時～第6時

Moodle による遠隔学習の時期で、加減法の導入に教科書で例題とされたハンバーガー、ホットドッグ、ジュースの単価を求



写真1 身近な題材から

の実物を移動させる画像を用いて身の回りの例としての伏

線として導入した。その後、遠隔での家庭学習中で加減法、代入法の練習ドリルを主に行った。同様の文字の消去の方法として拡張させ3元1次連立方程式も扱った。加減法により2元方程式を1元方程式に帰着させる方法と同様に、変数を減らす解法例として紹介するようにしている。(生徒作品(IV

表3 今年度の連立方程式の単元計画

時間	学習内容
1	方程式の解について
2	加減法1
3	加減法2
4	代入法1
5	代入法と加減法の比較
6	いろいろな連立方程式・連立方程式の作問
7	作問を吟味する(ロイロに入力する)
8	作問を互いに解き合う
9	節末の問題演習・文章題(個数を求める問題)
10	文章題(おもりの重さの問題)
11	文章題(単価の問題)
12	文章題(速さ・割合の問題)～表を用いる
13	連立方程式の活用の節末問題
14	その他補充プリント等
15	その他補充プリント等
	(期末テスト)
	(夏休み課題)
16	夏休みの作問課題を完成させる(ロイロに入力する)
17	夏休みの作問課題を互いに解き合う

3(1)⑥) も3元を用いており、他にも3元1次方程式を活用した作問をした生徒も数名あり、自然に拡張できていた。)

・第6時～第8時

対面授業が行え、2元1次方程式の作問課題を行った。形式は自由だが、苦手な生徒にはテンプレートを示すとヒントとなる(勿論提示しなくてもよい)

2 () () 班 1 2 3 4 番目の連立方程式

$$\left\{ \begin{array}{l} x \quad y = \\ x \quad y = \end{array} \right.$$

連立方程式を作ろう
(黄班 A B C ①)

$$\begin{cases} 0.125x + \frac{1}{16}y = 2 \\ 5x - 6y = -56 \end{cases}$$

(図3)。方法Ⅱで課題学習を行い、画面

図3 連立方程式のテンプレートと生徒作品

上で共有し、班ごとにロイロカードの色を変えて机を寄せ合わずに班員の問題を選び、班活動として解き合うことが出来た。PC上ではあるが、対面授業再開で生徒からリクエストのあったグループ学習となり、生徒達は楽しそうに取り組んでいた。教科書には分数係数と小数係数が混在した問題の扱いがなかったが、凝った問題として生徒はこのタイプを好み互いに解けたときの達成感を楽しんでいた。

(2) 「連立方程式の活用」の学習活動と支援の概略

・第9時～第13時

連立方程式の活用として色々な題材と立式を取り入れた例題で文章題の解法の理解を支援した。文章題では、つねに次の4段階を踏まえて整理して説明することで正しく伝わることを注意している。

変数(x,y等)の定義(単位付) → 関係を数学的に表し立式 → 解を求める → 吟味(解から題意を満たす答を導く)

取り上げる例題については次のように考えた。学習指導要領第2学年2A(2)イ(イ)には連立方程式を“具体的な場面で活用すること”とある。身の回りの色々な課題に触れながら連立方程式で解決可能なことを理解できるようにした。(その題材は偏りなく提示することが大切である。そのため、事前に6種の教科書⁷⁾の例題や問題からの題材を分類し「数(個数・枚数・本数等)」「単価」「道のり(・速度・時間)」「割合(食塩水の濃度、人数費)」「数や解の問題」を各教科書が扱っていることが判明したのでこれらを取り上げ、色々な場面・立式について触れる機会を持てるようにした。)

・第13,14時(演習)後の期末テスト

テスト問題に課題の伏線となる文章題(中学生にあり得る身近な設定の問題を2問(買い物と比の問題(図4)と道のりの問題(資料1))、さらに「連立方程式を利用する文章題(数だけの問題を除く)を作る課題が出たら、あなたの日常から2つの何を求める問題にしますか。」と、各自が何を求めたいか、または変数(x, y等)をどう定義したいかについて問いかけ、各自の日常に引き寄せられるようにした。各自が好きなことで変数を

探し、そのまま夏の課題に用いたものもある。テスト解答の例としては、「(自分の通学路の)三田線と丸ノ内線の時間」「黒い猫の数と白い猫の数」「“たけのこの里(好み派)”の人数と“きのこの山派”の人数」「アップライトピアノとグランドピアノの単価」「算数の問題集を解いた時間と国語の問題集を解いた時間」等々である。

12 次の文を読み、下の問いに答えなさい。ただし、すべて内税で考えてよいです。(10点)
「蘭々さんはラケット1本とシューズ1足がほしいので、先週スポーツショップで下見しました。調べた合計額は8500円だったので、その金額を持ち、今日買いに来ましたが、下見の時よりラケットの値段は10%高くなり、シューズは500円引きになっていました。買えるか連立方程式を立てて求めてみたら、合計額が同じだったのでほっとしました。」

	ラケット	シューズ	計
下見の単価(円)			

(1) 下見の時のラケットの単価をx円、シューズの単価をy円として、解答欄の表の空欄をすべてうめなさい。(解答欄と同じ表→)

(2) 連立方程式を立式して、x,yの解を求めなさい。

(3) ラケットとシューズの今日の単価をそれぞれ答えなさい。

図4 1学期末テストで夏課題へ繋がる1題

・夏休みの課題

以上、伏線の問題にも触れた後に、連立方程式の活用「文章題の作問」を行った(方法Ⅱ)。

夏休みの課題 連立方程式を活用する文章題の作問(ワークシートに作問と模範解答を記入)
 楽しいストーリーをお願いします。読んでいてお友達が解きたくなる場面設定です。
 最初の授業でプリントに書いたものをロイロに書きます。

9月の授業で深く考えるため立式や解に条件はつけない。単に参考問題を真似るのではなく、自分にとって身近な題材で、作るのも楽しい自然なストーリーの問題、生徒祭展示でも皆が解きたくなるオリジナルの問題とする。提出用ワークシート(B5,1枚)に文章題と模範解答を記入する課題である。

・夏休み明けの授業時

<ロイロへの入力> 生徒各自が課題の作問・模範解答ワークシートからロイロカードに入力する。生徒祭展示用に生徒がレイアウト等を工夫し問題・模範解答も理解しやすく正確に伝わることを注意する。ワークシートは課題の評価用に教員が回収する。



図5 ロイロの共有画面

<学習班内での解き合い> 8つの学習班(3~4人)に分かれて問題を解き合う数学的活動である。班内で解く

順番を決め、提出した全員のロイロカードが見られる共有画面(図5)から1番目の問題を選んで読み取り、作問者以外はワークシート(またはロイロカード)に解きロイロに提出する。作問者は班員の解答をチェックし、自分の問題・模範解答も再確認する。感想の書き方については温かい発展的な意見・感想を書くよう先に断っておく。学力差がある生徒の互いの感想の表現は難しいので、少し例を話しておくのもよい。協働して修正したり誤解のない表現に替えたり、改善して完成させ再提出する。2番目の問題からも同様に繰り返して班全員の問題を解き合う。教員はスクリーンにロイロカードを大きく映し、立式の注意やよい表現・図等を一斉に向けて伝え考えを促したり、机間巡視して質問を受けたり、班で協働してミスを訂正するように声掛けをしたりして対応する。自分の活動が終わった生徒には、時間と余力があるようなら、他の班の問題も解いてみるように個別に促す。一斉学習の中で各自の進度に合わせて学び、それぞれが能動的に数学と向き合うことが出来る授業となった。授業時間外でも生徒が自分の問題を修正し、他生徒の問題も解くことが可能なように、教員は画面共有の制限時間を管理する。(多くの問題を解きたい生徒もあり、課題が終了しても画面共有のリクエストがあった。)

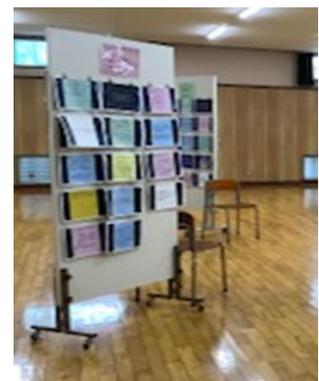


写真2 生徒祭での展示

(3) 授業外の生徒祭展示への活動の支援の概略

・昼休み等

表現の修正や出典の加筆等があればする。単位・解答の吟味(「題意に適する」)の記述・ウェブページの出典の書き忘れ等である。教員は完成したロイロカードをプリントし(A4サイズ横向き)、1問ずつ問題と解答を重ねて綴じる。

・生徒祭前日

生徒祭展示係生徒が掲示ボードに上記の展示用プリント全員分を留め、準備する。(写真2)

・生徒祭当日

学習展示として会場に1学年分の全課題を展示し、クラス毎に他クラスや他学年も鑑賞し合った。初めてクラス以外の人に作品を見て貰う機会となった。

3. 完成した課題と生徒の様子からの考察

(1) 生徒の完成した作問の例

次の①～⑥は、ロイロに提出されたカード(共有した問題と模範解答の画面)、解き合いの授業での班員からの感想、変数・立式についてである。(課題ワークシートの例は資料2)

① 道のりを求める問題, 解答 ② 人数を求める問題, 解答 ③ 比を用いる問題, 解答

今日は放課後の巨人阪神戦を見るために、野球が好きな3人組(太郎、次郎、三郎)が大学の正門から2360m離れた東京ドームに行くことにしました。一回家に帰ってから行く間に合いそうにないので、先生にばれないように正門に集合してから行くことにしました。正門から途中の小石川郵便局までは分速50mで歩いていましたが、このままでは始球式に間に合わないのだから分速70mで歩き、合計で40分かかりました。
翌日、下校中に寄り道したことが先生にばれてしまい、怒られました。
条件: 信号はすべて青なので歩く速さは一定とする。

問
正門から小石川郵便局まで何kmか。

分速50mでx分、70mでy分歩いたとする
 $50x+70y=2360 \dots ①$
 $x+y=40 \dots ②$
 ①-②×50より
 $20y=360$
 $y=18 \dots ③$
 ③を②に代入
 $x=22$
 $50 \times 22=1100$
 よって1.1km
 解は間に適す。

(班員の感想)お話になっていて面白かった。信号は全て青なので…と条件が示されていたので解くときに迷うことが無かった。条件の提示は大切だとわかった。

問題
ドラえもんタイムマシンでお茶中の拓く学年の116人が過去と未来へ行きました。未来へ行った人は全員300時間後へ移動し、過去へ行った人は全員500時間前へタイムスリップし、その合計は4400時間でした。未来へ行った人と過去へ行った人の人数を求めなさい。

(注) 時間軸は正負の数で考える

解答
未来へ行った人をx人、過去へ行った人をy人とす

$$\begin{cases} x+y=116 \dots ① \\ 300x+(-500y)=4400 \dots ② \end{cases}$$

①×3、②×1/100

$$\begin{aligned} 3x+3y &= 348 \\ -3x-5y &= 44 \\ \hline 8y &= 304 \\ y &= 38 \end{aligned}$$
 未来へ行った人 78人と過去へ行った人 38人は問題に合っている

$$\begin{cases} 未来へ行った人 78人 \\ 過去へ行った人 38人 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} y=38 \text{を} ① \text{に代入すると} \\ x+38 &= 116 \\ x &= 78 \end{aligned}$$

(班員の感想) 問題文にドラえもんが出てきたり、タイムスリップしたりとても面白い問題だった。

ある日、Aチーム対Bチームのサッカーの試合がありました。スタジアムには32000人の観客が来ています。Aチームファンの20%、Bチームファンの15%は海外からそのスタジアムに来ていて、その合計は57000人です。AチームとBチームのそれぞれのファンの人数を求めよ。

チームAのファン x人、チームBのファン y人

$$\begin{cases} x+y=32000 \dots ① \\ \frac{20}{100}x + \frac{15}{100}y = 57000 \dots ② \end{cases}$$

$$\begin{aligned} 20(20000-y) + 15y &= 570000 \\ 400000 - 20y + 15y &= 570000 \\ -5y &= 170000 \\ y &= -34000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x+y &= 32000 \\ x &= 32000 - y \\ x &= 32000 - (-34000) \\ x &= 66000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 20x + 15y &= 570000 \dots ③ \\ x &= 32000 - 14000 \\ x &= 18000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= 18000 \\ B &= 14000 \end{aligned}$$

(班員の感想)自分の好きなことを取り入れ問題でとてもいいなと思いました。数字も現実味があった。

↑
 変数1: 分速50mで歩いた道のり
 変数2: 分速70mで歩いた道のり
 立式1: 合計の道のり
 立式2: 合計の時間

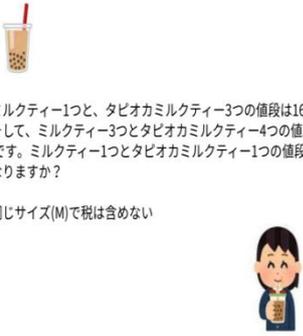
↑
 変数1: 未来へ行った人数
 変数2: 過去へ行った人数
 立式1: 合計の人数
 立式2: 合計した移動時間
 (正負を考える)

↑
 変数1: Aチームのファンの人数
 変数2: Bチームのファンの人数
 立式1: 人数の合計
 立式2: 移動時間の合計

(①と②の例は、解答については手書きにした方が書きやすかったようだ。)

どれも、友達が読みたくなる、解きたくなる要素が沢山含まれている。課題提示時に“身近で自然なストーリーの問題”としたので、日常や創作をちりばめ、題材にも数値にも一工夫しようとする姿が随所に見られた。ロイロの共有画面でクラス中の問題が読め、上書き出来るので段々と内容が洗練されていくのが観察できた。以下は設定に好きな物を入れ個性あるテイストとなった例である。

④ 単価を求める問題, 解答



抹茶のミルクティー1つと、タピオカミルクティー3つの値段は1690円です。そして、ミルクティー3つとタピオカミルクティー4つの値段は2870円です。ミルクティー1つとタピオカミルクティー1つの値段はいくらになりますか？

※全て同じサイズ(M)で税は含めない

ミルクティー1つの値段を x 、タピオカミルクティー1つの値段を y とする。

$$\begin{cases} x+3y=1690 \dots ① \\ 3x+4y=2870 \dots ② \end{cases}$$

①×3をする

$$\begin{array}{r} 3x+9y=5070 \\ -) 3x+4y=2870 \\ \hline 5y=2200 \\ y=440 \dots ③ \end{array}$$

④に③を代入する

$$\begin{array}{r} x+440 \times 3=1690 \\ \rightarrow x+1320=1690 \\ \hline x=370 \end{array}$$

これらで式が成り立っているため、問題に適している。

ミルクティー…370円
タピオカミルクティー…440円

(班員の感想) 彼女の個性がよく表れているなと思いました。数がとてもきれいで解きやすかったです。文章もわかりやすかったので見習いたいと思います。

現実的な値段設定で分かりやすかった。自分の好きな物を問題にしていてとても良いと思った。注意書きもとてもリアルでおもしろく、おすすめの問題だった。



変数 1 : ミルクティーの単価
変数 2 : タピオカミルクティーの単価
立式 1 : 2 種のティーの合計額
立式 2 : 組み合わせを変えた 2 種のティーの合計額

⑤ 個数を求める問題, 解答

あるアイドルのライブツアーでは、1本3800円のペンライトと1枚2100円のマフラータオルを会場で販売しました。すると、ペンライトとマフラータオルが合計10000個売れて、総額29299400円となりました。このとき、ペンライトとマフラータオルがそれぞれ何個ずつ売れたか求めなさい。

ペンライトの個数を x 個、マフラータオルの個数を y 個とする。

$$\begin{cases} x+y=10000 \dots ① \\ 3800x+2100y=29299400 \dots ② \end{cases}$$

①×3800

$$\begin{array}{r} 3800x+3800y=38000000 \\ -) 3800x+2100y=29299400 \\ \hline 1700y=8700600 \\ y=5118 \dots ③ \end{array}$$

③を①に代入する

$$10000-5118=4882 = x$$

解は問題に適している。
ペンライト→4882個 マフラータオル→5118個

(班員の感想) 数が大きくて計算が大変だった。答が出たときの達成感がスゴい。



変数 1 : ペンライトの個数
変数 2 : マフラータオルの個数
立式 1 : 2 種の合計数
立式 2 : 2 種の売上げ合計額

(班員の感想) ユーモアある問題でとても面白かったです！難しそうにみえましたが式をたてて考えると簡単に解くことができました。問題が会話になっているので読みたくなりとても面白かったです!!!

⑥ 会話を取り入れた問題, 解答

春さんは友達と夏さんと遊園地に行きました。帰り道、2人は乗り物について話をしていた、下はその会話です。それぞれの乗り物の待ち時間は何分ですか？ ※1回あたりの待ち時間を求めください。

夏 「楽しかったね。けど、お化け屋敷は怖かったな。」
春 「私はジェットコースターが一番楽しかったな。2回も乗っちゃったね。お化け屋敷の待ち時間からジェットコースターの待ち時間を引くと-10だよ。」
夏 「ジェットコースターの待ち時間は汽車の5倍だったよ。汽車も面白かったな。」
春 「そうだね。あっ、お化け屋敷の待ち時間から汽車の待ち時間の3倍を引くと0だ!」
夏 「本当だ! 楽しかったから、又行こうね。」

お化け屋敷の待ち時間を x 分、ジェットコースターの待ち時間を y 分、汽車の待ち時間を z 分とする。

$$\begin{cases} x-y=10 \dots ① \\ y=5z \dots ② \\ x-3z=0 \dots ③ \end{cases}$$

②を①に代入して

$$x-5z=10 \dots ①'$$

①'-③

$$\begin{array}{r} x-5z=10 \\ -) x-3z=0 \\ \hline -2z=10 \\ z=5 \end{array}$$

$z=5$ を②に代入して

$$y=5 \times 5 = 25$$

$y=25$ を①に代入して

$$\begin{array}{r} x-25=10 \\ x=10+25 \\ x=15 \end{array}$$

$\begin{cases} x=15 \\ y=25 \\ z=5 \end{cases}$

お化け屋敷の待ち時間15分、ジェットコースターの待ち時間25分、汽車の待ち時間5分とすると

$$\begin{array}{r} 15-25=-10 \\ 5 \times 5=25 \\ 15-3 \times 5=0 \end{array}$$

これは両に適す

お化け屋敷	15分
ジェットコースター	25分
汽車	5分

変数 1 : お化け屋敷の待ち時間
変数 2 : ジェットコースターの待ち時間
変数 3 : 汽車の待ち時間
立式 1~3 : 2 種の待ち時間の

(④, ⑥) のイラストは「いらすとや⁽⁸⁾」から

下表は、前頁の実例①～⑥について作問者の振り返りアンケートからの記述、その後の聞き取り、作問の特徴等をまとめたものである。振り返りは学年末、聞き取りはその後であるため、作問した時期からは半年以上経っているのだが、全員から即座に回答が聞け、記憶に深く残っていることがわかった。

表4 実例①～⑥の特徴等と作問者が自分で育てられた数学の力・その他の聞き取り

	特徴・その他	アンケート Q7	聞き取り
①	実際の経験から考えられている問題である。距離を測ることが実際の地図上で測るのでなく、Webで求めることが当然として使っていた。正確には地図上でも自分で測って確かめるとよいと考える。	自分で問題を作ることで、出題者の気持ちを感じ取ることができた。問題を作っていく中で、引っ掛かりやすい数字や、ポイントなどを自分でしっかりと注意することができた。	実際に東京ドームに観戦に行ったことがあるのでその経験を基にして作ってみた。ストーリーは創作である。道のりについてはGoogle earthで調べて使った。
②	題材に誰もが知るキャラクターを用いた設定で題意が伝わりやすい楽しい創作なので解いた生徒から好評であった。時間軸で正負の数を表現しようと熟考した問題であった。さらに、正負の数の扱いについての記述が表現できると説明を加えないでよい文章題となる。	作問は模範解答を作るため、自分自身で解くことができるし、問題は逆算しながら作ることで新たな視点で問題に取り組めた。様々な問題があってもオリジナルの問題を解くのは楽しかった。また、問題を作ってください先生方や教科書を作ってください方々がどれだけ大変かわかった。	最初、正負の数を使って2つのものを表したら面白いかと思った。そこで、未来・過去が思い浮かび、その後タイムマシンを思いついて、学年で移動する問題とした。
③	人数の比も用いて、現実的な数を想定している。欧州サッカーの国を跨いで移動を考えた点など、サッカーが好きで普段の話から発想の作問である。スタジアムの収容人数についても、解いた友達に新しい常識を与えることになる。	問題を作ることで、問題の解き方を身につけることができたと思うし、みんなが作った問題を解くことでさらにいろいろな問題を解けるので力がついた。	好きな欧州サッカーチームについての問題を作った。サッカースタジアムはこれくらいの人数だろうと知っていたので使った。友達と共有するときは、こんな(チーム名を出す)ので良いのかなと思ひ、チーム名をAチーム、Bチームに換えた。
④	「りんごとみかん(IV2(3)参照)」の設定で基本を守った明瞭な問題である。他の生徒にとっては、自分たちが買うものに流行を取り入れたタピオカの設定がリアルであった。班員以外の生徒にも関心を持って解いていた生徒がいた。	自分で問題を考えて、合っているか解き直しをしたり、模範解答を書いたりすることで、そういう系統の問題の解き方が今まで以上にわかるようになったりするので良かったと思います。あとは友達の作った問題を解くことでお互いにその問題の解き方が理解できるようになるのも良かったと思います。	人気のタピオカ専門店のHPから商品の種類と値段を探し、組み合わせて計算して問題を作った。イラストは「いらすとや」というフリーイラストから使った。
⑤	式を立てるまでは容易であっても、大きな数を扱うので0(桁数)の扱いが新鮮で、班員は頑張っって解いていた。	この法則を使ってこんな問題ができるのか、とか、逆にこの法則を使えばこんな問題が解けるのか、などいろんな視点で見ることができてよかったです。	インターネットで販売物品やその単価を調べて使った。実際のライブを想定して個数はこれくらいだろうと推測して数値を決めた。
⑥	練られた問題。3元1次方程式を立式できる問題である。遊園地の待ち時間については経験したことのある生徒が多いので3元でもハードルなく解こうとすることが出来るだろう。アンケートでも学習の調整に触れ、自分の理解度を客観的に見ることが出来ている。イラストは④と同様「いらすとや」から使っている。	作問では、複数の解答が考えられないように気をつけることや、答えが整数になるように調整すること等、思いがけない難しさがたくさんあった。答えの数を調整するのも思っていたより難しかった。1つの数を変えると他の部分も崩れてしまったり、整数になるべき数値が小数になってしまったりして、少しずつ調整していくことができるようになったと思う。自分がその問を解くプロセスをよく理解しておかないと調整が効かないため、自分の理解度がよくわかった。	家族で(課題の出た)夏休みにデイスにランドに行ったが、待ち時間が長くて、その時に題材を思いついた。遊園地のアトラクションなので2つではつまらない、3つくらいないかと思ひ、3種の待ち時間についての問題にした。(3元になった。)会話にしたのも、工夫したところである。

(2) 生徒の作った題材と変数

学年全員の作問の「何を求める問題か」について(表5)と、あるクラス全員についての生徒の選んだ題材と立式するときの未知数x, yについて(表6)を分類した。表5ア～キに対応する題材と変数を表6の変数と対応させた。同じ課題でもこれだけのバリエーションがあり、お互いに見合うことで一捻りしたり凝ったりしたくなり、お互いに楽しく解き合う要因になっているように考えられた。

表 5 作問で求める数量(学年全体)

	求めるもの	(人)
ア	数(個数,本数,人数,回数等)	43
イ	単位当たりの数量(単価,入場料等)	40
ウ	金額	7
エ	道のり	10
オ	時間	9
カ	速度	5
キ	量(水量)	1
	計	115

「単位あたりの数量」には、1時間あたりの読む頁数、フルーツを1個食べる時間、サドイチのパック、100gあたりの定価等、比例の考えが活かされた設定であった。今回は、身の回りから題材を探す課題なので数だけや解だけに関するの問題は1題で、魔方陣を作った問題であった。速度・時間・道のりの問題は自分で作るのが難しくても友達の作問で触れる機会も出来、お互いに多種の問題に触れることが可能となった。

(3) 授業時の観察より

・「りんごとみかんの問題」を基本と考える様子

作問提出の状況からも、授業内の様子からも、生徒が興味深く取り組んでいることが見て取れた。作問に対しても慣れてきて、段々と設定を凝らないと気が済まなくなり、結果、自分で考える・教科書を読み込む・友達の意見を聞く等の活動が促進されていった。例えば、2つの単価を求める基本的な問題設定としては「りんごとみかんの問題」といつの間にか生徒が呼ぶ定番となった「りんご〇個とみかん△個を買うと合計が◇円、りんご●個とみかん▲個を買うと合計が◆円である。りんごとみかんの単価を求めなさい。」という合計額について2つの立式をする問題がある。作問が進まない友達に対して、他の生徒が「りんごとみかんにすれば？」と勧めている会話が聞こえてきた。「りんごとみかん」を自分の身の回りの何かに置き換えるかは作問者が考えるとして、2元で単価を求める問題が文章から連立方程式の活用を持ち込む基本題だと理解していることを示唆する。さらに一工夫で、比を用いてみたり、個数と人数の2式にしたり、2つの式を違うタイプの式にしようとしている。連立方程式の活用を学ぶ過程でまず理解して通過したのが「りんごとみかんの問題」のような2式であったことが観察された。

・3元1次連立方程式を自然に導入している様子

数名の生徒が3元1次連立方程式の活用問題を作成していた。授業でも扱っているが、3つのものを質問する問題とすると(3変数)、自然に「z」も使う3元になることを理解し、解く生徒達も含めて自然に3元も受け入れられていた。3(2)⑥も3元である。高校の数学へと繋がる内容となった。

表 6 題材と求める数量(文字におく2つの未知数)(1クラス28名)

	作問の題材	変数1	変数2
ア	ゲームのXP	スライムから得るXP	ソニから得るXP
	フルーツの買い物	メロンx個	スイカy個
	お菓子の買い物	プリンの個数	ゼリーの個数
	大型スーパーの夏果物フェア販売数	スイカの個数	パイナップルの個数
	ケースのペン	1セットに入っているペンの数	袋の代金
	プロ野球の投球数	投手Aが1回に投げた球数	投手Bが1回に投げた球数
	ジグソーパズルをした日数	2人でした日数	りおさんだけの日数
	りんごとみかんの値段	りんご単価	みかん単価
イ	スーパーの買い物	バナナの単価	トマトの単価
	駄菓子屋の買い物	超BIGチョコ棒の単価	歯が折れるせんべいの単価
	子供祭のじゃがバター材料費	昨年のジャガイモの単価	昨年のバターの単価
	パン屋の買い物	クリームパンの単価	チョココロネの単価
	カラオケ店	大人の単価	子どもの単価
	牛乳の買い物	A社単価	B社単価
	新幹線を使った家族旅行	大人の単価	子どもの単価
	サッカーのチケット代	大人の単価	中学生の単価
	動物園の入園料	大人1人の入園料	中学生1人の入園料
	ウ	夏祭の駄菓子代	綿あめの値段
洋服の買い物		シャツの定価	上着の定価
お菓子の買い物		ケーキの定価	シュークリームの定価
新体操の買い物		昨日のボールの値段	昨日のリボンの値段
修学旅行の費用		交通費	宿泊費
エ	遊園地への道のり	一般道の道のり	高速道路の道のり
	家から本屋の道のり	自転車の道のり	走った道のり
オ	水槽の水の量	水道Bで水を出した時間	水道Aで水を出した時間
	アウトレットへ車で行く	時間	時間
カ	通学時間と道のり	歩く分速	急行の分速
キ	水槽の水量	1分あたり水道Aの水量	1分あたり水道Bの水量

・協働する様子

解き合いの授業では、各生徒の能力により、問題を作り直す・友達の問題を見て参考にする・友達の問題を解くなど活動は様々になるが、同時進行で一人一人が真剣に問題に向かう時間となることが観察された。楽しそうに取り組んでいた。また、凝るほどに問題が混沌としてしまうことも自覚し、立ち戻って教科書を読み込むことで教科書の問題がどれだけ簡潔であるかも理解でき、解きやすい解や答えが出る問題やエレガントな解法となる問題を作ることが容易でないことも自覚出来ていた。模範解答の書き方を教科書と比べて班員に相談するなど、表現の厳密さにも目が向いていた。また、クラス内の友達作の問題は場面設定にも個性が現れているので、読むのも楽しそうに興味津々で取り組み、教室内に熱気があった。

・集中して取り組む様子

作問と解答の共有には授業内で全員が挑戦できた。苦手な生徒にとっては、作問する過程はただ楽しいだけではないだろうが、自分の問題を友達に解いてもらうことや、友達の問題を読み挑戦することを楽しんでいる姿は随所で観察できた。

途中の計算は、PCよりノートやプリントへの手書き派が多いが、ノートを取ることが苦手な生徒もPC上なら何かしら書いたり消したりと、作業は集中して継続出来ていた。

・生徒祭での鑑賞の様子

生徒祭では学習展示のコーナーに展示し、クラス毎に密を避け分刻みで時間を区切り、鑑賞し合った。この時、初めて他クラスや他学年の生徒も鑑賞して、3年生の中からは“懐かしい！解きたい！”と言う声も聞かれ、まだ完全登校で間もない1年生は、問題文の個性ある自由な設定に驚いていた。2年生としてコロナ禍の中でも、確実に数学を活用する力が育っていることを発表できた。

(4) アンケート結果より

令和2年度の最終授業に、学年の振り返りアンケートを行った(Moodleによる質問紙、出席番号による記名式。欠席・他の課題をしている生徒を除き授業内で106名回答(関係する質問項目は資料3)。この作問課題に関係する、生徒の実態が理解できる部分を挙げる。

① PCを利用することについて

今回の課題ではロイロを使い、生徒同士で画面を共有した。機器使用に慣れているかを、日々数学で用いているロイロとMoodleについて尋ねた(表7)。5を「よく慣れている」として5段階で表した。全体的にどちらも使い慣れて自信を持っていた。2つには相関があり、生徒自身「慣れている」という肯定感が自覚されていた。PC操作が数学的活動を妨げず数学に集中する上で支障となっている生徒は少ないことが窺える。2, 3を選んだ苦手意識のある生徒には引き続き机間巡視等で数学的活動に支障とならないように観察・支援をしていくこととする。

表7 パソコンへの慣れについての相関表

		1	2	3	4	5	計(人)
Moodle に 慣 れ て い る	5	0	2	5	22	36	65
	4	0	1	10	21	4	36
	3	0	3	0	0	0	3
	2	1	0	0	0	0	1
	1	0	1	0	0	0	1
計(人)		1	7	15	43	40	106

ロイロに慣れている

② 画面上で作問課題を解くことについて

次の3つの円グラフはロイロのキーボードまたはタッチペン入力と、紙のプリント(ワークシート)の手書きを比べたものである。特筆すべきなのは「ロイロの方がかきやすい」「どちらも変わらない」を合わせると6割以上となることである。PCを高機能の文房具として扱えることを示唆している。現状では“プリント派”の方が多いが、上記①と同様に数学的思考を疎外しないことが大切である。

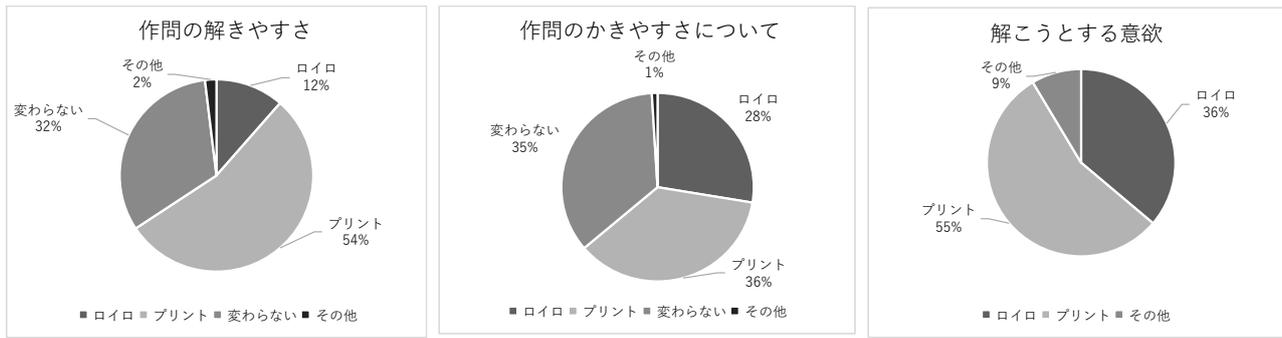


図7 作問とロイロ利用について

③ 作問をするときに参考にしているものは何か

主に参考にしているものは表8の通りである。当然だが教科書をよく読んで場面設定を工夫することが多いようだ。また、「自力」という中には「自分の発想です」「自分の経験をもとに考える」「身の出来事」「脳が検索の方に偏ってしまうのでWebではたくさんの参考資料は見ない」などがあつた。Webを参考にもするが、あくまで自分のアイデアだと強調していた。

表8 作問に参考にしたもの

作問に参考にしたもの	(人)
授業プリントノート	60
教科書	7
傍用問題集	4
参考書	8
自力	4
塾の問題集	3
入試問題	1
YouTube	17
特になし	

④ 作問課題を通じて自分の数学の力を育てられた部分は何か

この課題により自分の力を育てられた部分を尋ねた。回答の記述の全文からのワードクラウド⁹⁾が右図である。頻出単語が大きく表記されている。肯定的な単語が大きく載っていたが、「難しい」「間違えやすい」「引っ掛かりやすい」が否定的な単語も現れていた。遡って記述を読み取ると「難しい」は「友達は凝った難しい問題を作るので…」、「教科書に載っていない形式の違う難しい問題も解けて…」等の表現の中にあり否定的表現はなかった。「間違えやすい」は「どんなところが間違えやすいのかを考えて

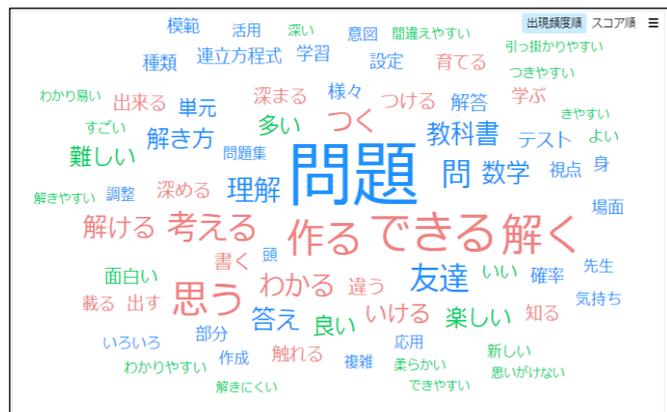


図8 作問で育てた力についてのワードクラウド

作ることができたので、自分が普通に問題を解くときに間違えやすいポイントに注意して解けるようになったかなと思います。」、「引っ掛かりやすい」は「…作っていく中で引っ掛かりやすい数字やポイントなどを自分でしっかりと注意をすることができた。」等であり、これらも肯定的な表現の文章内に生じていた。「正確に伝わるように丁寧に問題と模範解答を書いた」「単元を理解した」「出題者の立場が分かるようになった」「身の回りに数学を見つけるようになった」「間違っているかもしれないと疑って見直すことができた」等の力を育てられた記述が多かった(記述例は資料4)。次の記述は多くの生徒に共通した“身近に生かす視点の獲得”について述べた事例である。正確に作問し、丁寧に解答を書くために、粘り強く時間をかけて取り組んでいたことが表現されている。

作問をするには、自分で0から問題を考えたり模範解答を考えたりしなければならないので、自分の作った問題と向き合う時間が長かった。だから、方程式や確率について自分で考え、見つめ直す時間ができたので、自分の数学の力を育てることができた。また、友達の作った問題には教科書にはないようなユニークな問題が多く、自分の身近な場面を問題にしている人が多かったので、数学の力を日常生活に生かすための力を育てることができた。

アンケートには同様の表現が数多く、学習の前後で力が育っていると考える振り返りがなされていた。その要点とキーワードの出現回数で分類したのが下の表 9(9-1~4)である。これらは自己評価としてではあるが、学習指導要領の評価の観点 (1) 知識・技能、(2)思考力・判断力・表現力、(3) 学びに向かう力 との繋がりが強く、(1)~(3)について生徒が努力を自覚していることを示している。

表 9 作問課題によって育った自分の数学の力について

表9-1 数学としての力 (人)

正確性	正確な表現	7
	正しい解答	6
	整合性(辻褄)	1
丁寧さ	わかりやすく丁寧に書く	5
	向き合う時間	2
	注意する	1
	誰にでもわかる解答	1
理解力	単元・文章題を深く理解	7
	作り方の理解	1
	解法の理解	12
	理解の確認	11
	間違いやすい点の発見	1
	力不足の理解	2
	苦手に気づく	2
	慣れる	1
	解答の調節	3
	考える力	新しい考え方
脳を鍛える		2
深く考える		4
応用力	応用力	2
	身近に活用	5
	活用力	2
力		12

表9-3 出題することへの理解 (人)

出題者の理解	立場気持ちの理解	8
	意図の理解	4
	生み出す難しさ	2
	作れるかもと思う	1
テストへの応用	テスト時の自分を理解する	1
	テスト対策	4

表9-2 協働作業を通して育てた力 (人)

意欲的に解く	面白いので楽しんで解く	11
	ワクワクしながら解く	2
	解く意欲	3
	解いてやろうと闘志を燃やす	1
協働する	相談・教えてもらう	4
	互いに学べる	1
	説明で理解深まる	1
	友達の考え方が分かる	1
	間違いを直す考える	2
比較する	間違いの指摘	1
	批判的に見る	2
	比べて善し悪しの理解	1
	自分の力の確かめ	1
	自分の穴や抜けている所を見つける	2
その他	慣れる	2
	難題に取り組む	2

表9-4 オリジナリティー (人)

バラエティー	色々な設定・難易度	20
	ユニーク・個性的	7
	自分の視野が広がる問題・解き方	12
	沢山の問題と解き方	5
	新しい問題・解法	3
	凝った問題・骨ある問題	5
	ありきたりでなく作る	1
	設定	1
その他	応用問題を知る	2
	程よい難しさ・トレーニング	3
	複雑	2

作問課題に対する感想としては「面白さ・楽しさ」に対する記述も多く見られた。友達の創作した場面設定を楽しむことを通して自然に楽しく前向きに取り組む姿も多く述べられていた。主体的・意欲的に数学の問題に取り組み、最後まで粘り強く取り組む様子が窺えた。以下にその一部を挙げる。「色々な場面を用いるので私には思いつかない系統の問題を作っていたりするの**面白かった**です。」「友達の問題を解くことで、友達がどのような問題を作ったのか気になるから、解こうと思う気持ちが高まる。また、自分の問題を解いてもらうのも**ワクワクする**。」「**楽しい**。みんな文章が面白いのでオリジナルのものを解くのも**楽しかった**。楽しいと伸びる。」「連立方程式は本当に文章題を作るのが**楽しくて**設定を考えて実際に自分の問題やクラスメイトの問題を解いていると、「数学している…!!」っていう気持ちになれました。」「問題集を解くよりも圧倒的に**楽しい**し、友達が解けたかなあと気になる**ワクワク感**が好きなので3年生になって是非やりたいです!」「問題集に載っている問題を解くときは違う、闘志を燃やすことができたと思う。なぜなら、友達の問題だからこそ解いてやろうという意識を持つことができた。」

4. 課題学習の結果と考察

この学習を通じて、身の回りのことがらで興味のある題材を選ぶことで意欲を引き出し、数学への得意不得意に関わらず粘り強く集中して探究する機会、充実感・達成感をもつ経験を支援してきた。活用する連立方程式の立式としては、個数、時間、割合、その他、様々な内容が選べ、解き合いにより誰でも自分の作問に活用した以外の題材・立式にも触れる機会が持てた(新たに問題を補充する必要は感じなかった)。また、自ら問題文の表現を調べたり数値を工夫するために復習したり、学習の調整を行っていた。場面設定に関しては図2の左側を周回し、方程式の工夫や調整は右側を周回することになる。場面設定や身の回りのことがらと教科書や参考書との比較をしつつ、数学の理解に近づいているように思われた。さらに、協働することで他者と意見交換をしながらも、主体的に取り組むことが出来ていた。ここでは、数学的活動・協働する活動・ICT活用を取り上げて考察する。

・数学的活動として

上記(4)より、生徒は連立方程式の学習で育った部分を自身が自覚出来て、課題を肯定的に捉えていることが分かった。工夫したり友達に感想を貰ったりしながら、自己肯定感を持って意欲的に臨むことで、問題作りの楽しさを味わえている様子が見受けられた。粘り強く考えることを目指して支援したが、実際に、各自が細かい修正や改善を繰り返し、授業時に集中して苦手な計算の間違い探しを頑張る姿や、時間を忘れて取り組む姿があった。タイムオンタスクで時間に囚われず活動を進めることが出来ていた。効率重視にならず、考える過程や試行錯誤する時間的場所的空間を担保してこそ真の学びに繋がり、数学に対しての生徒の主体的・能動的な活動が可能となる鍵だと考える。

日常で「これは問題になるかも！」と思うと生徒が述べていた。身近な数学に対して目を向けられ、問題を見つけてそれを解決する力を育てるには、問題の所在に気付く経験も必要で、今回の作問の課題を通してその経験が出来、前頁(1)～(3)の観点の数学の力を育てている様子が窺えた。

アンケートの感想からも“与えられた問題を解くだけではない数学の楽しみ方”も理解出来て、文章題に対峙するとき出題者の意図を読み取り「単に解かされている状態」ではない「能動的に問題を評価できる状態」(「場面に無理がある」「注意書きがよい」「立式は易しいが計算が難しい」等と問題を評価できる状態)へと批判的・客観的に捉える力が育っていることが確認できた。

・協働した取り組みとして

コロナ禍で、静かな中でも対話がある活動となった。協働することへの意欲・興味がとても強く、作問者としては、友達に見せるので計算を何度も見直すなど正確に作ろうと、誠実な気持ち・工夫が共有画面に溢れていた。生徒も教員も学校での対面授業における協働学習の役割を再確認することも出来た。

解き合いの授業では、個人で数学へ向かい合うことと、相談するなどの協働することの両面の数学的活動が同時並行的に行え、各自の力・進捗状況に応じた活動とすることが可能であった。

感想欄には発見や肯定的発展的意見を書くので、感想が作問者の次の機会への意欲に繋がっていくこととなる。その意欲や工夫する力を育てることに、協働する意義もある。

・ICT活用として

遠隔学習期間にPCやタブレット端末を毎日授業に使った経験を持ち、ICT活用が生徒にも(教員にも)一気に進んだ。方法Ⅱによるこの課題学習は、対面と遠隔のハイブリッドに生徒は慣れており、特段障害にはならず、班活動でのPC画面での操作も問題なく行っていた。今回はロイロによるワープロと情報共有の機能を用いている。対象の集団では、ノートを取るのが苦手だが入力得意な生徒から、読みやすい問題・解答が提出されていた。数学自体が苦手な生徒には“個別準備→ロイロに提出→一斉学習で検討→問題の共有”とクラス内で画面を通して協働したり、個別で落ち着いて見直せたりしたので

流れに乗って参加できていた。ロイロカードを用いて文章題を読む・解くことに対する抵抗感は特に感じられなかった。【方法Ⅰ】だと紙面も制約され立体の名称など知識を確認する短問を作っていた——それも意外に互いの知識の復習に役に立つ面もある——が、ロイロ利用により共有する情報量や文字数などの総量に制約が無く、自由に取り組んでいるように感じられた。

生徒は画面を共有すると、即座に自分の問題を見直せ、友達の問題を読めて、修正してより複雑な立式になるよう工夫することで数値を凝りたくなってくる。情報を共有しながら自分の振り返りになり、改善しながら、教科書に立ち戻ったりしながら進めている。そして、協働して互いに数学の内容のレベルを上げていく相乗効果があり、これが原動力になりお互いの意欲・意欲を高めているように見て取れた。

課題提出から問題共有までの時間や、教員の準備の時間の短縮も特長である。訂正や点検は1学年100人以上なので時間がかかっていたが、ロイロを利用して簡単になった。今回の生徒祭展示用印刷のように、PC上に提出された課題等の印刷は、展示用に新たに書き直す作業も無く生徒・教員の負担にならない大きなメリットもある。

V 自分の数学の力を育てる作問課題学習の継続と今後の課題

I～IVより、作問の課題学習によって、数学を楽しみながら、力をつけられたことを自覚できるように支援をしてきた。IV3(1)①～⑥の作問者6名全員が、半年後でもこの課題の作問について記憶に鮮明に残していたように、これからも生徒の心に残る数学を支援していこうと考えている。数学的活動としても、作問の課題学習に協働しながら意欲的に取り組めており、生徒からのリクエストも出ているので、主に生徒も教員も慣れてスムーズに行える【方法Ⅱ】により、今後も継続する予定である。

この課題は未知数が2つ(以上)であることを少なからず誘導したため、学年末の振り返りのアンケートからは解法に連立方程式を使うこと自体の良さが明確に表れなかったが、連立方程式の学習直後の単元の振り返りでは1元1次方程式だけを解くより簡単に感じていることや、加減法が好き、との感想など、連立方程式の解法自体の良さも書かれていたので、時間が経過してもこれらが印象に残る学びとすることも課題である。2次方程式の学習時に対比させて復習し調整する場面を持つように留意しておく。

作問は、課題学習的な扱い方をして授業の半分(約25分)を使って行えるものから、Ⅲのような夏休みをかけて題材を探し展示も視野に入れてまとめる長期間かける課題学習まで、同じ集団に対しても時間と内容に応じて変化をつけることが出来得る。また、現在までの勤務校(公立・国立・私立、中学校・高等学校)で同様の作問の課題学習を実践してきたが、どの集団においても生徒たちが楽しみながら集中して取り組める課題であることには変わりがなかった。今後も、一斉・グループ・ペア・個人・さらにはオンライン等、集団や学習形態が変わっても、つねに生徒自身が自分を育てている実感を持てるように学習方法を工夫し、数学の有用性の理解出来る活動となるように進めていくこととする。より活動を改善していくためには、ICT活用等、進化する方法を取り入れつつ教員にとっても時間短縮に繋がることは積極的に進め、学習内容・時間・生徒の実態に則して適宜実践することとする。

今後も、多少に関わらず身の回りに問題性を感じたときに自分の数学を活用して解決できるのではないかと考えが及び、主体的に粘り強く考えられるように、授業でもその種を蒔き続け、自分の数学の力を育てる学びとなるように支援していくこととする。

【註】

(1) 仙台市確かな学力育成プラン：

<https://www.city.sendai.jp/manabi/documents/tashikana0330.pdf>, 仙台市教育委員会, 2021年3月30日

(2) ROJE 五月祭教育フォーラム 2018【パネルディスカッション(第2部)】五月祭教育フォーラム 2018：

<https://edupedia.jp/article/5a083106ab07b82b1be50123>, 高木敏行, 2021年3月30日

(3) 文部科学省：中学校学習指導要領(平成29年告示)解説数学編, p.19, 2017

(4) 学校図書：中学校数学2, p.57, 学校図書, 2020

(5) 資料3-5 幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について(答申(案))：

https://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/giji/_icsFiles/afieldfile/2016/12/26/1380853_02.pdf, 文部科学省, 2021年3月30日

(6) 各教科等・各学年等の評価の観点等及びその趣旨別紙4, p.10：

https://www.mext.go.jp/component/b_menu/nc/_icsFiles/afieldfile/2019/04/09/1415196_4_1_2.pdf, 文部科学省, 2021年3月30日

(7) 教科書6種(「学校図書」「教育出版」「啓林館」「数研出版」「大日本図書」「日本文教出版」)出版の検定済教科書について例題・問題の内容から確認した。

(8) かわいいフリー素材集いらすとや：

<https://www.irasutoya.com>, みふねたかし, 2021年4月2日

(9) AI テキストマイニングツール：

<https://textmining.userlocal.jp/>, ユーザーローカル, 2021年3月27日

【参考文献】

新井郁男：教職研修総合特集 (No. 147) 子どもの学力読本, p. 211, 教育開発研究所, 2001年
兼重宗和：自己教育力について,

<http://ypir.lib.yamaguchi-u.ac.jp/tu/file/731/20140127143329/TU10035000005.pdf>,
2021年3月27日

永田潤一郎：新学習指導要領の展開, p.71, 明治図書出版, 2017年

資料1 伏線となる期末テストの1題

11 松之介くんは自宅からお茶大正門までの1800mを歩いて登校しています。ある日、午前7時35分(7:35)に家を出ました。最初は毎分60mの速さで歩いていましたが、遅刻するかもしれないと思い、途中から毎分100mの速さで走り続けました。すると、午前8時1分(8:01)に正門に着きました。松之介くんが正門まで登校中に歩いた道のり、走った道のりを連立方程式を用いて求めなさい。(図・表・方程式を解く途中の式は略してもよいが、その他は授業通りに答えなさい。)

資料2 ワークシートから

例① 問題文をよく読んで考えている解答例

(1) の問題の解答
 ~小石川郵便局から、小石川郵便局~東京ドームに歩いた道のり
 考えたとする

$$\begin{cases} 50x + 70y = 2360 \dots ① \\ x + y = 40 \dots ② \end{cases}$$

$$\begin{cases} ①より、5x + 7y = 236 \dots ①' \\ ②より、5x + 5y = 200 \dots ②' \end{cases}$$

$$\begin{aligned} ①' - ②' & \rightarrow 2y = 36 \\ y & = 18 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x + 18 & = 40 \\ x & = 22 \end{aligned}$$

$$y = 18 \text{ を } ① \text{ に代入すると、}$$

$$x + 18 = 40$$

$$x = 22$$

$$x = 22$$

$$y = 18$$
 したがって、 $50 \times 22 = 1100$ (100m毎 1.1km) のとき、 $50 \times 22 + 70 \times 18 = 2360$ 条件を満たす。
 $22 + 18 = 40$ 条件を満たす。
 答、1.1km

感想 お話になって面白かった。信号は全て青なので...と条件が示されていたので、解く時に迷うことがなかった。条件の提示は大切だと感じた。

資料3 Moodleでの年間振り返りアンケートの関係する項目

第2学年数学の振り返り

- 4桁のクラス番号を入れて下さい
- ロイロのでの学習について慣れていると思いますか

5	4	3	2	1
---	---	---	---	---
- 書きやすさについて

ロイロ	プリント (紙と鉛筆)	変わらない	その他
-----	-------------	-------	-----
- 解きやすさについて

ロイロ	プリント (紙と鉛筆)	変わらない	その他
-----	-------------	-------	-----
- 解くときの様子について

ロイロの方が解こうと思う	プリントの方が解こうと思う	その他
--------------	---------------	-----
- 作問について参考にしたものはありますか。教科書・本・参考書・サイトがあれば教えてください
- 連立方程式・連立方程式の文章題・確率 など 作問課題を行いました。作問することや友達の問題を解くことで自分の数学の力を育てられたと感じる点について書いてください
- Moodleでの学習について慣れている

5	4	3	2	1
---	---	---	---	---
- 計算問題が課題だったら Moodle上で解きやすい

プリントの方が良い	変わらない	その他
-----------	-------	-----

例② 自分の好きなチームを使った原題

問題
 毎日、バリエーションがPSGのサッカーの試合が大好きです。
 74ゴールあり、32000人の観客が来ています。
 バリエーションの20%、PSGの15%は海外からその試合を観戦して、その観客は5700人です。
 バリエーションとPSGのその試合を観戦する人数を求めなさい。

例③ 題材についての感想を書いた例

(1) の問題の解答
 ミルクティー1つの値段をx円、タピオカミルクティー1つの値段をy円とする

$$\begin{cases} x + 3y = 1690 \dots ① \\ 3x + 4y = 2870 \dots ② \end{cases}$$

$$\begin{aligned} ① \times 3 & \rightarrow 3x + 9y = 5070 \dots ①' \\ ② & \rightarrow 3x + 4y = 2870 \dots ②' \\ ①' - ②' & \rightarrow 5y = 2200 \\ y & = 440 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x + 3 \times 440 & = 1690 \\ x & = 1320 \end{aligned}$$

$$x = 1320$$

$$y = 440$$
 ミルクティー = 370円
 タピオカ = 440円
 問題に答

感想 ハンバーガーとジュースなどの一般的な食べ物ではなくて、好きなものを入れることができていいと思います。値段も現実的なのでいいです。

例④ 計算力の必要な問題への解答例

(2) の問題の解答
 赤れたペンライトの本数をx個、マフラーの枚数をy個とする。

$$\begin{cases} x + y = 10000 \dots ① \\ 3800x + 2100y = 29299400 \dots ② \end{cases}$$

$$\begin{aligned} ①より、x & = 10000 - y \dots ①' \\ ②より、38(10000 - y) + 21y & = 29299400 \dots ②' \\ ②'を①'に代入すると、 & \\ 38(10000 - y) + 21y & = 29299400 \\ -17y & = -87006 \\ y & = 5118 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x + 5118 & = 10000 \\ x & = 4882 \end{aligned}$$

$$x = 4882$$

$$y = 5118$$
 答、ペンライト 4882個
 マフラー 5118個

感想 数が大きくて計算が大変だった。答えが出たときの達成感がすごい。

資料4 アンケートからの記述

作問についての Q7 の回答における自分の育った力についての記述からの抜粋である。

① 学習内容の理解について深く学ぼうとする力

「問題を作るということは理解していないとできないものだと思います。」「自分で問題を作るので、数の設定や問題の流れについて考えることが出来た。」「相手のために 自分で問題を作り、解説をすることによって「相手に説明できるくらい理解する」という力を身につけることができたと思います。」「問題を作っていく中で、引っ掛かりやすい数字や、ポイントなどを自分でしっかりと注意をすることができた。」「作問は、苦戦することがあったが、自分で問題を一から考えることの難しさ。また、作問し終えたときに感じるその単元に関する理解度が深まった気がしてよかった。」「責任感からきちんとその単元を理解してから問題を作らなければいけないと考えるのでたくさん教科書を見返します。教科書を見返すことでより深くその単元を理解することに繋がります。」「自分では気づけないような穴が見つかって、良かったと思っている。」「作問すると、問題の難易度を調整(答えを分数にするか整数にするか、答えの複雑さなど)する必要があるので、問題を解くより数学の力がついたと思います。」「自分でわかりやすい模範解答を作らなければならないし、数値や場面も辻褄が合うように自分で考えなければならないので、理解を深めることができました。」

② 出題する側の立場に視点を向けられる力

「出題者の気持ちを感じ取ることができた。」「作問すると「あれ？この問題作れるかも？」という解く力ではなく問題にもっと触れる力がつきました。」「先生が問題を作る側にたててテストの問題の作り方もわかりました。」「自分で問題を作ることで、出題者の気持ちを感じ取ることができた。」

③ 身の回りの事象に数学の目を向けられる力

「問題設定を自分の身近なものにできたので「意外なところにも数学を使えるのだな」とよく実感できました。」「自分の身近な場面を問題にしている人が多かったので、数学の力を日常生活に活かすためのちからを育てることができた。」「みんなは、短い時間でも凝った問題を作ってくれるので、問題集よりも「活用」、「応用」のちからがついているのではないかと思います。日常生活でありそうなことをお題にしている人が多かったので、どんな場面で使うかのイメージがつきやすかった。」

④ 批判的に捉える力

「自分たちで作った問題と自分たちで出した答えなので、たまに間違えがあるけれど、そういうときに何度も考え直したり、いつも考えない部分まで考えられたかなと思います。」「必ずしも答えがあっているとは限らないため、自分の答えと違っていたら何が違うのかも一度やり直して自分の答えを吟味することができるようになったと思いました。」「教科書の問題などは間違えないので問題を疑うことはありませんでしたが、自分の作った問題に間違えないか何度も見直したり友達の問題を丁寧に解くことでその問題についてじっくり考えを深めることができた。」

⑤ 創造する力や理解しようとする力

「みんなが考えるようなありきたりな問題にするのではなく、自分のオリジナル性があるものにするよう心がけました。」「みんなは他の人が解けないような問題を出したがります。そうすると自然と引っ掛けや計算の難しい問題が出てきます。それは自分にとっていい練習となったと思います。」「友達の作問は問題集には出てこないような問題もたくさんあります。」「色々個性豊かな問題が多いので、問題を解くのが楽しくなること(そこで楽しみながら問題を解けて、学力がつくって感じです)。」