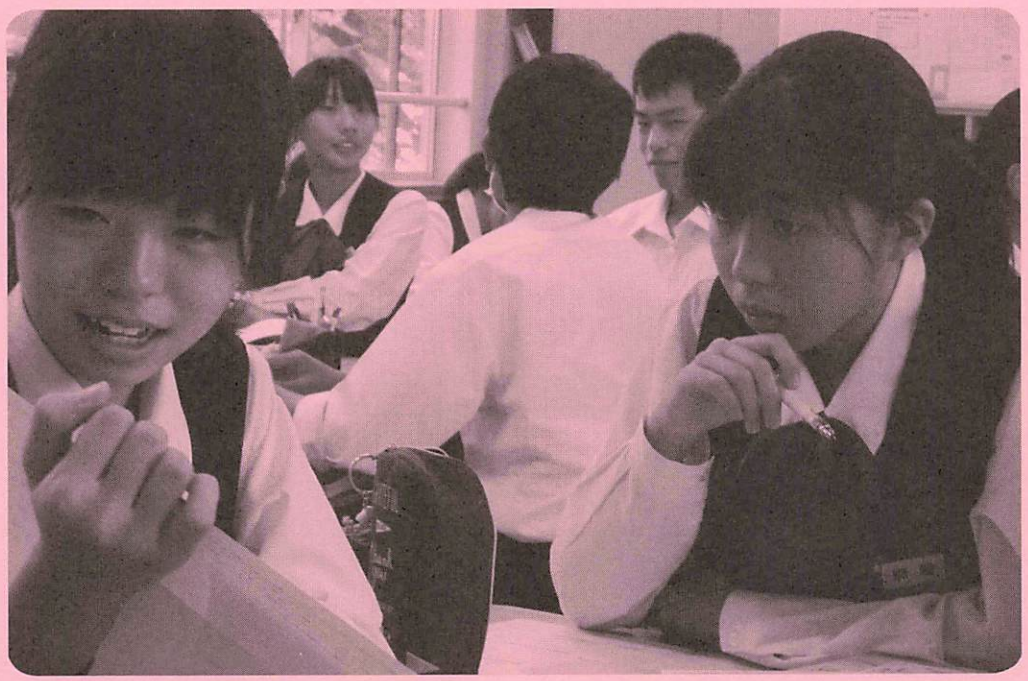
数学科

教科領域研究テーマ

【解決の過程や結果を振り返って修正・改善する力の育成】



数学科

解決の過程や結果を振り返って修正・改善する力の育成

実　践　者　冨永　剛志，宇都宮憲二，山本　泰久
愛媛大学研究パートナー　安部　利之，河村　泰之，吉村　直道

第１章　はじめに

本校数学科では，前年度まで「数学的な見方や考え方を高める学びの創造」（H25年～ H27年）の研究テーマの下，実践研究を行ってきた。３か年の研究を通して，**表１**のような成果と課題が明らかとなった。

表１　「数学的な見方や考え方を高める学びの創造」（３か年研究）の成果と課題

成果	○数学的な見方や考え方を高める学習課題を開発・工夫することができた。（身近な生活に関連したもの，ゲーム性を備えたもの，多様な思考方法で解決するもの，多様な結果が出るもの，など） ○問題解決的な学習の過程で，「解決の見通しを立たせる」「ねらいを明確にした小集団学習を取り入れる」など指導を工夫することは，「協同」や「協働」の精神を発揮させるのに有効であった。 ○コミュニケーションボードやＩＣＴの活用，自己評価シートや単元まとめレポートを作成させることなどにより，数学的な見方や考え方を振り返って意識させたり，そのよさを実感させたりすることができた。
課題	●学習内容が理解できていない生徒や解決に困難さを感じる生徒への支援方法の工夫や授業展開の修正・改善を行い，すべての生徒が伸びる授業を構成する必要がある。 ●「協働」（全体の目的に応じて，与えられた役割を演じ切ることにより自分を活かす）の精神を発揮する学びについて研究を深め，数学の授業において，自分を活かす場を提供し，生徒一人一人の自尊感情を醸成する必要がある。 ●生徒の発揮する数学的な見方や考え方の実態を確実に見取り，実態に応じた指導の在り方を検討する必要がある。

本年次は上記の成果と課題を踏まえながら，数学的な見方や考え方を高める学びの創造を目指し，継続して研究を進めていく。しかし，今後さらにグローバル化が進展する中で，持続可能な社会の実現に向け，世界中の人と創造的によりよく問題を解決していく人材が求められる。そのため，数学的な見方や考え方を獲得して終わりではなく，それらを基にして論理的に思考したり表現したりして，過程や結果を振り返り，修正・改善を加えながら“よりよさ”を追究していこうとする態度を育てることが必要である。本校数学科では「持続可能な社会を支える資質･能力」として，「解決の過程や結果を振り返って修正･改善する力」を育てたいと考え，本研究を行った。数学科３名が，それぞれどのように「解決の過程や結果を振り返って修正・改善する力」を育てる学びを構成したのかを**表２**に示す。

表２　数学科３名の研究テーマ

	研究者	研　究　テ　ー　マ	学年	単元名
その１	冨永　剛志	数学的な見方や考え方に着目してよりよい問題解決の方法を見いだしていく学習の創造	１年	文字の式
その２	宇都宮憲二	生徒全員が課題解決の仕方や推論の過程を説明する力の育成	２年	式の計算 連立方程式
その３	山本　泰久	クリティカル（批判的）に考える態度が育つ数学科学習の展開	２年	一次関数

第２章　研究の実際

研究（その１）

数学的な見方や考え方に着目して よりよい問題解決の方法を見いだしていく学習の創造

（実践者）冨永　剛志

１　研究テーマ設定の理由

数学では，問題解決において事象を数理的に捉え，根拠を基に筋道立てて解決していくが，持続可能な社会を形成するために，これまでの問題解決の方法を振り返って修正・改善し，よりよい問題解決の方法を確立していく学習を進めていくことが，よりよい行動や考え方をしていく上で重要であると考える。そのためには，論理的に思考し，表現する学び合いにおいて，数学的な見方や考え方に着目して解決の過程や結果を振り返らせることが必要である。このような学習を積み重ねていくことにより，生徒は解決の過程や結果を振り返って修正・改善していくことに価値を見いだし，よりよい問題解決の方法を獲得していくことができると考え，本研究テーマを設定した。

２　研究の内容及び方法

(1)　実態把握

(2)　論理的な思考や表現を豊かにする学習のまとめの工夫

(3)　数学的な見方や考え方に着目した振り返りとまとめの充実

(4)　指導の実際

第１学年「文字の式」における授業と授業後の「まとめノート」への取組，単元末に行ったパフォーマンス課題の分析等により成果と課題を検証した。

３　研究の実際

(1)　生徒の実態

６月に第１学年40名を対象にした，ノート・活用問題の記述分析，アンケートによる評価・記述分析，小集団の観察により，生徒の論理的に思考し表現する力の実態を把握した。

活用問題においては，下のＡ～Ｃの評価を設定して評価を行った。

Ａ：数学的な表現を用いて，根拠を明らかにして筋道を立てて説明することができる。

Ｂ：根拠を明らかにして説明することができる。

Ｃ：根拠を明らかにして説明することができない。

その結果は，Ａが10%，Ｂが70%，Ｃが20%であった。

ノートまとめにおける記述では，数量をいくつかの具体例から見いだす方法について記述することができている生徒がほとんどであったが，活用問題における説明では，表や具体例から数量を見いだすことの方針を筋道立てて説明することができている生徒は少なかった。また，文字式に表すことができていても，そこから問題の結論を示すことができていない生徒が25%いた。

特に，Ｃの生徒については，式のみを書いて終わっている生徒がほとんどであった。問題解決の方法が身に付いておらず，小集団における話し合いにおいても相手に論理的に説明することができないようであった。また，説明を「言う」ことはできても，「書く」ことに慣れておらず，短答にとどまる生徒もいた。

アンケートからは，授業のまとめが次の学習に役立ったり，解決の方法を明確にしたりすることができている生徒は90％であったが，相手にそれを論理的に説明することについては30％の生徒が低い評価であった。

これらの実態から，言語技術を用いた説明を習慣づけることや，数学的な表現を用いつつ，筋道を立てて説明することを意識した指導をしていく必要がある。小集団における話合いでは筋道立てて説明しようとしている生徒が多いことから，「話すこと」と「書くこと」をつなげて指導することが必要である。

(2) 論理的な思考や表現を豊かにする学習のまとめの工夫

自分の考えを整理して表現し，より深い学習の振り返りにつなげるために，今年度から本校で実施している「問答ゲーム」の活動を取り入れた。本時の学習課題に対するまとめの段階において，協同の学び合いの場として，問題解決のために有効であった数学的な見方や考え方，判断の仕方等について，まとめたことの根拠や理由をペアや小集団を用いて表現し合わせた。説明で分からないことやさらに聞きたいことについて聞き手から質問させることで，発表者も聞き手もまとめに対する理解を深めさせた。

(3) 数学的な見方や考え方に着目した振り返りとまとめの充実

数学の問題解決における思考のモデルである「捉える」「解決する」「活かす」の流れに沿った教材，生徒が進んで問題解決していこうとする教材を開発したり，学習課題を工夫したりした。また，問題解決においては，「帰納」（いくつかの場合で考えて，共通することはないか)・「類推」（同じようなことがいえないか）・「演繹」（それはどうすれば正しいといえるのか）の考え方を発揮させる学習展開の工夫を行った。その中で，生徒に論理的な思考を意識させ，数学的な見方や考え方を発揮させるために，先述の「問答ゲーム」において，聞き手には**図１**のようなヒントカードを参考にしつつ質問させ，数学的な見方や考え方のよさや有用性に気付かせるようにした。さらに，問題解決を通した振り返りと，「捉える」「解決する」「活かす」をつなげてまとめる家庭学習として，「問答ゲーム」を通して修正・改善したまとめを自分なりに整理し，論理的にまとめる「まとめノート」の作成を行った。

問答ゲームヒントカード

質「10人で一列に並んでいるとき，前からx番目の人は，後ろから何番目ですか。」
答「はい。私は＿＿＿＿＿番目になると思います。」

その理由をよりよく理解するために，

〈質問する内容〉		〈質問してできるようになること〉
質① それはどうしてですか。	⟶	ぼんやりしたことをはっきりさせる
質② どんなしくみでそうなったのですか。	⟶	式になるときの考えをはっきりさせる
質③ どのように（どんな方法で）考えたのですか。	⟶	考え方の手法や過程をはっきり知る
質④ どんな場合の時を考えたのですか。	⟶	具体的な例をきく
質⑤ それをどう表したのですか。	⟶	式で表したときの表し方を知る
質⑥ これ（式の中で分からない部分）は何のことか。	⟶	書かれてあることの意味をはっきり知る
質⑦ それはほかの場合でもいえるのですか。	⟶	いつでも成り立つことをはっきりさせる

答「(最後に）だから私は＿＿＿＿＿番目になると思います。」
※　質問者は，ゲームの最後に，相手が言ってくれたことから，どんな表現の仕方がよかったのか，いいことや伸びたこと，もっと～すればよいことなどを伝えるようにします。

図１　問答ゲームヒントカード

(4) 指導の実際

単元「文字の式」における授業

ア　単元目標

文字を用いて数量の関係や法則などを式に表現したり式の意味を読み取ったりすることができ，文字を用いた式の計算ができる。

[本質的な問い]

どのような手法で事象から数量の関係や法則を捉えればよいか。

[永続的な理解]

文字の式は，事象にひそむ数量の関係や法則を具体的な個々の事象の総体として表したものである。文字式には一般性が保証されており，文字式を用いて簡潔に事象を表したり，形式的に処理をしたりすることができる。

イ　評価目標と評価方法

評　価　項　目	評　価　方　法
①　文字を用いることのよさを感じるとともに，文字を用いた式を積極的に活用していこうとする。（関心・意欲・態度）	◎パフォーマンス課題 あなたは唐揚げを100ｇ買いたい買い物客です。あるスーパーに行くと，いろいろな値段の唐揚げパックがありました。唐揚げパックの値段がどのようにきまっているのか，値段のきまり方を文字式を用いて明らかにした上で，100ｇの唐揚げを買うといくらになるのか求めなさい。（①②③④）
②　数量の関係や法則を具体例から予想して立式したり，予想が成り立つことを根拠を基に説明したりすることができる。（見方や考え方）	
③　数量の関係や法則を文字を用いた式に表したり，その意味を読み取って説明したりしている。また，簡単な一次式の加法と減法の計算が手順よく行えている。（技能）	○観察・ワークシート・ノート（①②③④）
④　文字を用いることの必要性や意味，文字を用いた式における乗法と除法の表し方を理解している。（知識・理解）	○ペーパーテスト（②③④）

ウ　本時の指導（４／13時間）

(ア) 主　題　数量を文字式で表すときの「コツ」は何だろうか？

(イ) ねらい

○数量の関係や法則を具体例から考察し，文字式を用いて明らかにしようとする。

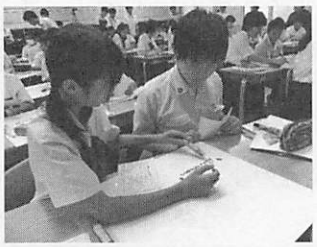
○文字式で表す際の方法や手順について，根拠を基に説明することができる。

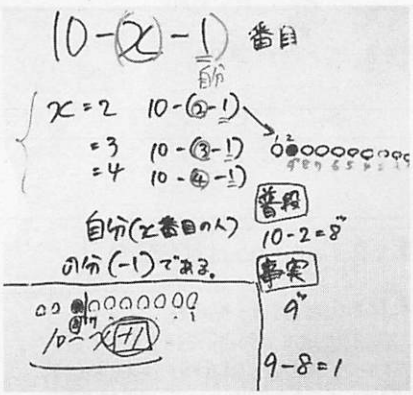
(ウ) 展　開

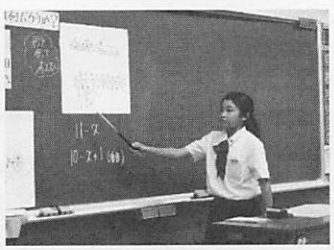
T教師の働きかけ　S生徒の反応	○指導の工夫◇評価
学習課題：数量を文字で表すときの「コツ」は何だろうか？ T：生徒が10人一列に並んでいる。前からx番目の人は，後ろから何番目か。 S：前から１番目なら，後ろから９番目だ。 S：実際に数えてみよう。前から１番目だったら，後ろから10番目になった。 T：何だかはっきりしないね。どういうしくみで決まるのだろうね。今回は，この数量についてはっきりさせてみよう。	

T：「前からx番目の人は，後ろから○○番目です。その理由は…」で始まる問答ゲームを行い，解決の方法や手順を相手に論理的に説明しよう。

S：前からx番目の人は，後ろから$10-(x-1)$番目になります。
その理由は，
分かっている10（人）の数を使って，**3つの具体的な数で式にすると，**
前から①番目なら，$10-(①-1)$になって，
後ろから10番目です。
前から②番目なら，$10-(②-1)$になって，
後ろから９番目です。
前から③番目なら，$10-(③-1)$になって，
後ろから８番目です。だから，
同じように考えると，前からx番目の人は，
後ろから$10-(x-1)$番目になります。





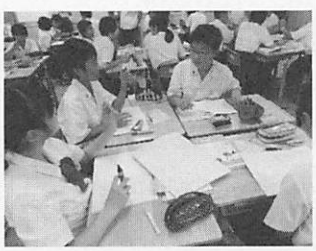


T：これは10人でなくて，100人になっても同じように求まるのかな。
S：はい。この式の10を100に変えるだけで，同じように求まります。

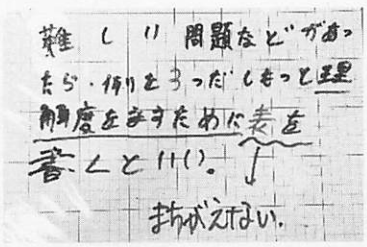
○説明者が理由を明確に言えるように，質問者に対して適切な質問項目を用意した。
◇具体的な例や数学的な考え方を基に理由を考えていたか。
（ホワイトボード）

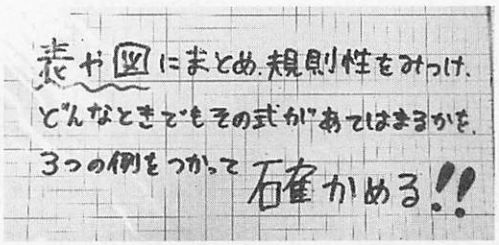
T：今日の学習を通して，どんなことが数量を文字式で表すときの「コツ」だと考えますか。

S：まずは，いくつかの具体的な数で問題を考えて，それから式に表すとよい。その理由は，難しい式でも，具体的な数だと計算方法が考えやすいから。



S：図や表を使って分かりやすく考えるとよい。式だけだと相手に伝わりにくいけれど，図や表はそのしくみが見てすぐ分かるから。
S：できた式は，その他の数でも成り立つのか確かめるとよい。





○問題解決の方法について論理的に思考させるために，スピーチの型で表現し合わせた。【協同】
◇既習事項や考え方を基に，筋道立てて問題解決の方法を説明することができたか。
（ワークシート）

（発展問題）

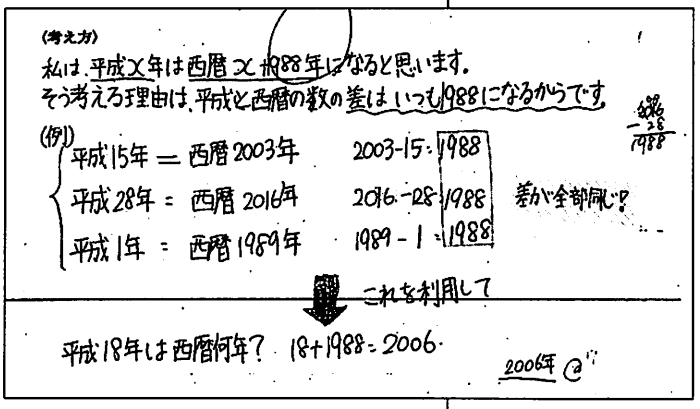
今は西暦2016年で，平成28年です。
「平成何年は，西暦何年か」，聞かれたらすぐ答えられる方法を探してみよう。

S：平成28年だったら西暦2016年だから，2016－28＝1988で，平成０年が西暦1988年になるのではないか。具体的な数を使って確かめてみるといい。だから，式は（西暦）1988＋x（年）

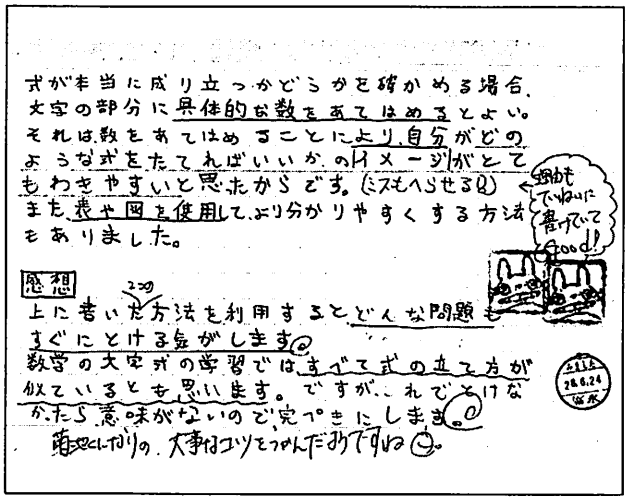
S：28－16＝12なので，平成x年だったら，x－12をして，そこに2000を加えると，西暦になる。
式は（西暦）x－12＋2000（年）

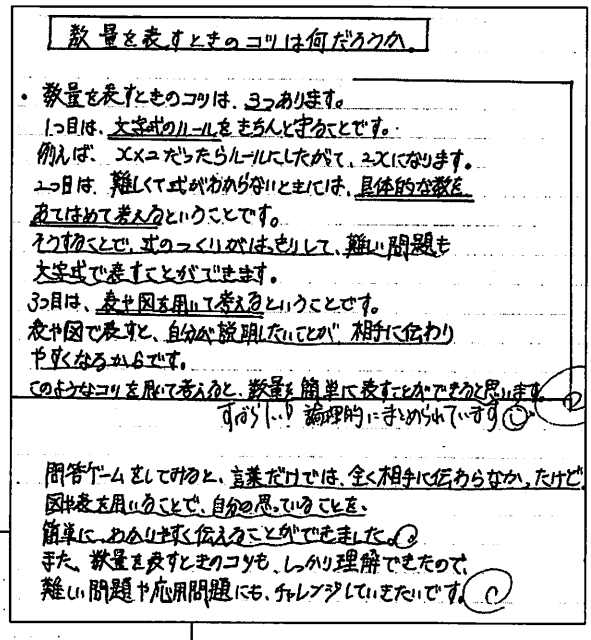
T：今回は生活の中にあるいろいろな計算の方法を，文字式を用いて表して解決できたね。解決の方法を考えたり，友だちから聞いたりして，数量を表すときのコツが見えたかな。「まとめノート」で整理してみよう。

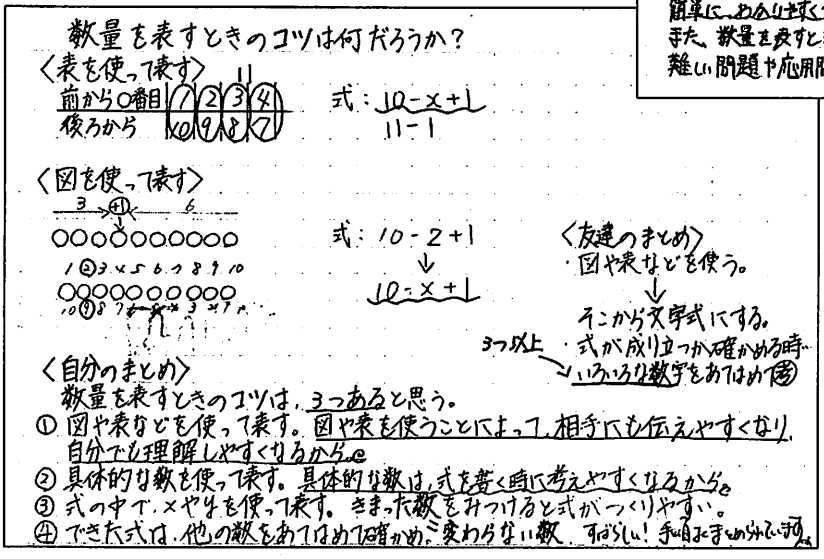
○一般化の考え方と帰納の考え方のよさを実感させるために，文字式と具体的な数字の計算式を比較させた。



授業後の「まとめノート」







単元末に行ったパフォーマンス課題

単元末に，日常の問題を数学的に捉え，数学的な見方や考え方を用いて解決の構想を立てて実践するパフォーマンス課題として，次のような課題に取り組ませた。

> あなたは唐揚げをちょうど100ｇ買おうと考えている買い物客です。
> あるスーパーに行くと，下のような，いろいろな値段の唐揚げパックがありました。唐揚げパックの値段がどのようにきまっているのか，値段のきまり方を文字式を用いて明らかにした上で，100ｇの唐揚げを買うといくらになるのか求めなさい。

この実践では，次のようなルーブリックを設定し，ワークシートを分析し評価した。

評価	記　述　語
A	帰納・類推・演繹の考え方や単位の考えを解決の方針として打ち出し，数量のきまりを見いだし，数量を文字式で表すことができている。また，唐揚げ100ｇのときの値段の求め方について，式や図，表，言葉などを用いて分かりやすく説明している。
B	帰納・類推・演繹の考え方や単位の考えに基づいて数量のきまりを見いだし，数量を文字式で表すことができている。また，唐揚げ100ｇのときの値段について，式から計算して求めている。
C	帰納・類推・演繹の考え方や単位の考えを用いて考えようとしているが，きまりを見いだすまでに至らず，文字式に表すことができない。

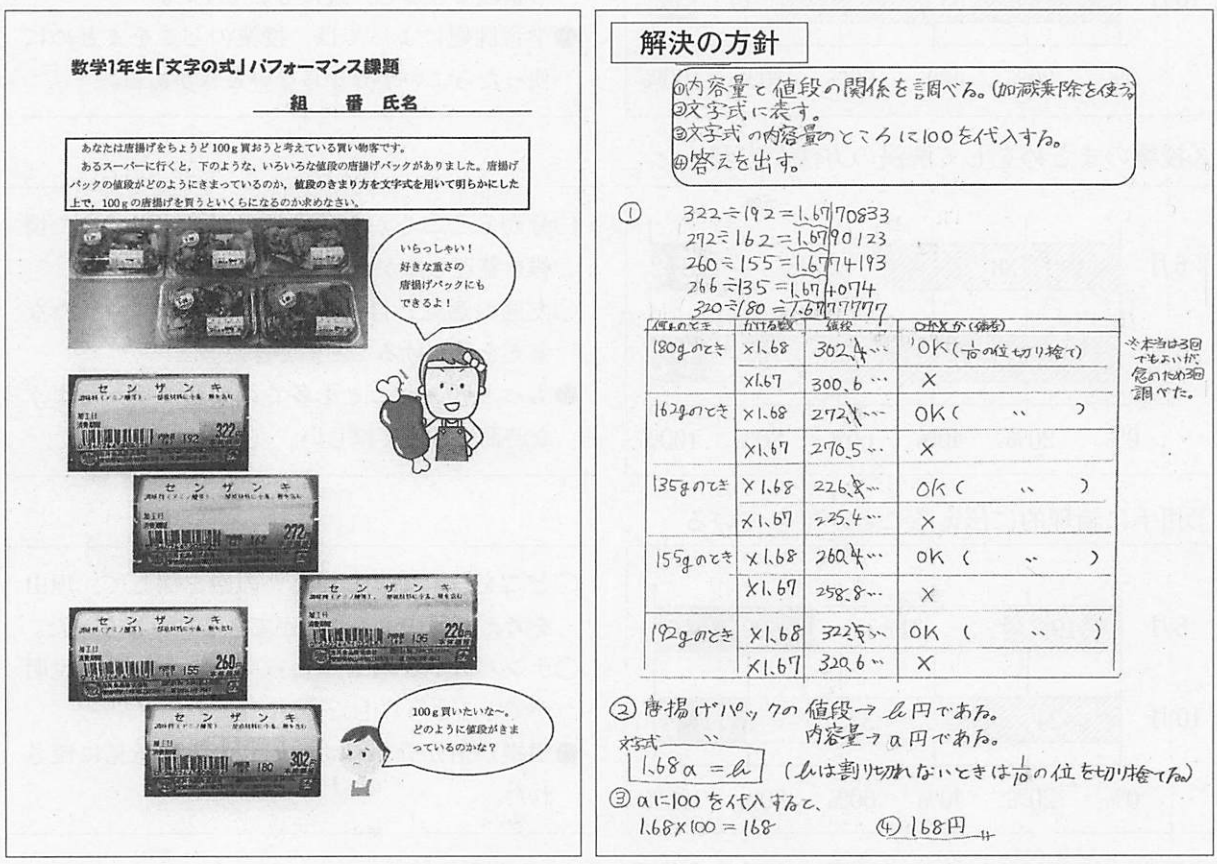


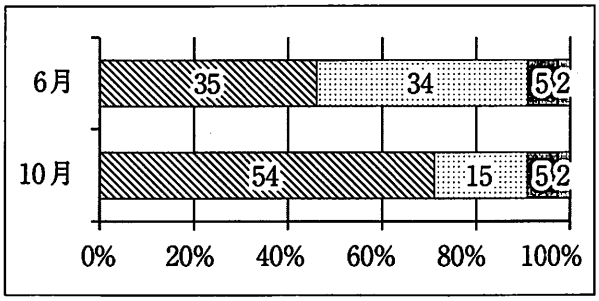
図２　パフォーマンス課題　評価Ａの生徒のワークシート

パフォーマンス課題における，ルーブリックと照らし合わせた結果は，Ａが23％，Ｂが72％，Ｃが５％であった。Ｃの生徒は唐揚げ１ｇあたりの値段について小数以下をどのように処理するか見通しが立っていなかった。そこで，唐揚げ１ｇあたりの値段について，実際にはどのように処理して値段を決めているかを班で話し合う中で，他の生徒の意見を聞いて解決に向かうよう助言した。

(5) 考　察

下のグラフは，第１学年80人に対して６月と10月に実施したアンケート５項目について比較したものである。(80人中有効回答76人)（左から評価　高い←→低い）

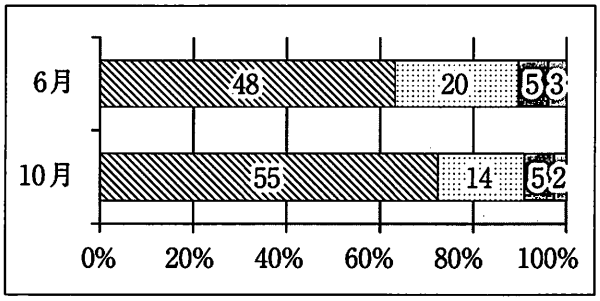
①授業のまとめは次の学習に役立っている



【各項目に関わる自由記述】

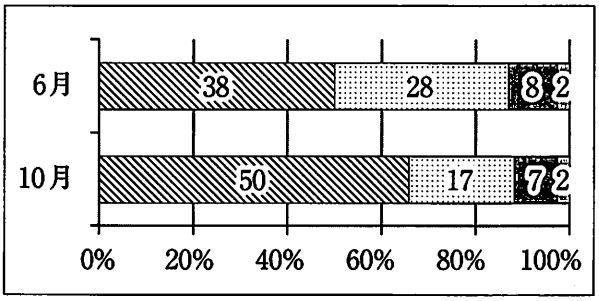
○今まで習ったことをいかして，新しく習うことと併せて解決することができた。
○別の数を当てはめてみて，あってるかどうかを判断することができるようになった。
●まとめノートの上手な作り方が分からない。
●他の人のまとめノートを見る時間がほしい。

②授業のまとめをして解決の方法がはっきりした



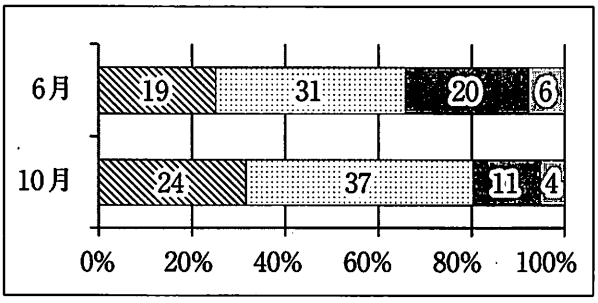
○問題のコツを見つけることを意識するようになった。
○問題の中にある情報を，図や表などを使ったら整理できるし，式にもしやすい。
●学習課題によっては，授業のどこをまとめに使ったらよいか分からないときがある。

③授業のまとめをして解決の方法が広がった



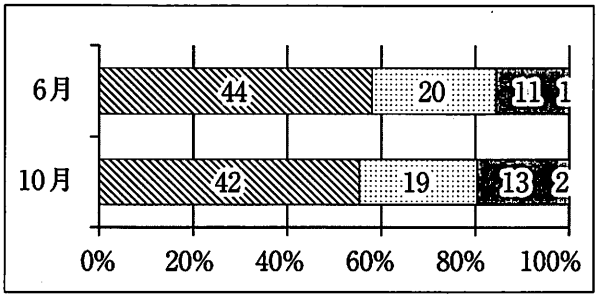
○分かるところから書き込んだり，出てきた情報を整理しながら解いたりしていきたい。
○友達の意見と自分の意見を合わせて，新たな考えを見つけることができた。
●もっと習ったことを多くの問題で使えるような時間を作ってほしい。

④相手に論理的に伝えることができている



○どこを理解できていないのかを探して，理由を考えて解決することができるようになった。
○ナンバリングなどを使って分かりやすい説明ができるようにしたい。
●根拠が何か分からず，周りの人の意見に流された。

⑤数学の問題解決の方法は実際の生活にも役立っていると思う



○解決の方法を学習すると，身の回りのものを調べたいという興味がわくので，自分で考えるときに使える。
○考え方が何通りもあるという数学の考え方は，生活の中で改善していく所など，一つの事に対してたくさんのアイデアがあるということだ。

「問答ゲーム」を各授業のまとめの段階で実施したことで，論理的に思考し表現する学び合いを充実させることができた。生徒のアンケート項目④からも，論理的に表現することができる生徒が多くなったといえる。その反面，20%の生徒が低い評価をしている。自由記述からは，「もっと数学的な考え方を用いて説明したい」という意見や，「根拠になることが分からない」「うまく筋道立てて説明できない」という意見が見られた。

「まとめノート」の作成については，アンケート①②③で90%近くの生徒がまとめが次の学習に役立ったり，問題解決の方法が明確になったり，広がったりすると答えていることから，「まとめノート」作成の効果が表れていると考えられる。しかし，低い評価の生徒の割合がほぼ固定されており，評価が低い理由として，自由記述では「問題解決の方法が見いだせない」「まとめる方法が分からない」という意見が見られた。

問題解決の方法が実際の生活に役立つかどうかについては，そう思う割合が80%に下がった。パフォーマンス評価の結果をみると，問題の解決に至っている生徒は95%に上がるものの，解決の方針を明確にして解決の構想を立てることができた生徒は23%にとどまった。

これらのことをまとめると，問答ゲームやまとめノートの取組の成果は表れており，授業における様々な事象について解決の方法を修正･改善しながら問題解決を図っていくことはできるが，授業を離れて実際の生活などで出合うであろう事象について，主体的に獲得した問題解決の方法を活用し，解決の構想を立てて解決したり，解決の過程や方法を筋道立てて分かりやすく伝えたりする力を十分に身に付けるまでには至っていないと考えられる。

4　成果と課題（○は成果，●は課題）

○「問答ゲーム」を授業のまとめの段階で実施したことは，自分の考えをより明確にするとともに，他の生徒の考えを取り入れ修正・改善することにつながった。

○「まとめノート」の作成は，生徒が各課題を解決する際にどのような数学的な見方や考え方を用いて問題を捉え解決していけばよいのか，また，各課題に共通する数学的な見方や考え方，問題解決の方法は何かについて，自分の考えを修正・改善してまとめ，次の学習にも活用していくことに有効であった。

●「まとめノート」への記述の仕方について，現段階では自由にまとめさせているが，よりよい問題解決の方法を見いださせるための記述の仕方を練っていく必要がある。

●問題解決の方法が実際の生活に役立つと実感できるような取組を更に工夫していく必要がある。

●生徒の育った姿についてルーブリック作成をはじめとした評価の研究・審議を行い，研究がより客観性・妥当性のあるものにしていく必要がある。

参考文献

西岡加名恵（2008）「『逆向き設計』で確かな学力を保障する」明治図書
片桐重男（2004）「数学的な考え方の具体化と指導」明治図書

研究（その２）

生徒全員が課題解決の仕方や推論の過程を説明する力の育成

（実践者）宇都宮憲二

１　研究テーマ設定の理由

情報化社会の進歩に伴い，論理的な思考力や直感力が重視され，記憶の知識による問題解決能力よりも様々な知識を活用し，多面的に問題を解決していこうとする態度や能力の育成が強く求められている。このことについて学習指導要領では，「様々な事象を考察する際に，見通しをもち，筋道を立てて考え，数理的に処理する能力と態度の育成を一層重視するようにする」と示されている。本研究では，このような力が解決の過程や結果を振り返って修正・改善する力の育成につながるものとし，これを育てるために，生徒全員が課題解決の仕方や推論の過程を数学的な知識や表現を使って説明し伝え合う活動を日々の授業の中で実践していく必要があると考えた。互いの自尊感情を醸成し合う対話的な学びの場の中で，自らの思考を広げ，互いに深め合い，論理的に考え，表現する力を高めることが，持続可能な社会を支える資質・能力の育成につながると考え，本研究テーマを設定した。

２　研究の内容及び方法

(1)　生徒の実態把握

(2)　論理的に思考し表現する力を高めるための工夫

ア　質の高い協働の学び合いを生み出す学習活動の実現（ジグソー学習を通して）

イ　言語技術を生かした取組

(3)　指導の実際

第２学年「連立方程式」において単元末に行ったパフォーマンス課題の分析等により成果と課題を検証した。

３　研究の実際

(1)　生徒の実態把握

６月に第２学年80名を対象に，小集団の観察，コミュニケーションボード，自己評価表の記述や分析から，下のＡ～Ｃの評価を設定し，生徒の論理的に思考し表現する力の実態を把握した。

Ａ：数学的な表現を用いて，根拠を明らかにして筋道を立てて説明することができる。

Ｂ：根拠を明らかにして説明することができる。

Ｃ：根拠を明らかにして説明することができない。

Ａが21%，Ｂが61%，Ｃが18%という結果であった。ジグソー法を取り入れた学習を行い，そのデータをまとめて集計した結果である。全体的によりよい説明方法を目指して，自身の考えに修正・改善を加えながら，質の高い学び合いが行われた。この結果から課題に対して，解決の方法は分かっていても，それを他者に上手く説明できない生徒が多いことが分かった。また，自分の考えを図や表を用いて説明したり，課題解決への見通しを周りの生徒に説明したりする生徒はまだ少ない状況にあることも分かった。Ｃの18%の生徒については，課題を解決するための数学的な知識や技能が十分に身に付いていない。そのため話合いにも参加できず，周りの生徒の説明を聞いても十分に理解できていないようであった。

(2) 論理的に思考し表現する力を高めるための工夫

ア 質の高い協働の学び合いを生み出す学習活動の実現（ジグソー学習を通して）

説明し伝え合う活動は一部の生徒のみの活動ではなく，生徒全員の活動でなければならない。生徒一人ひとりに役割を分担し，自らの課題解決の仕方を説明する機会を与えるジグソー学習は効果的であると考えた。授業の中にジグソー学習を取り入れるためには，１つの解決方法でなく複数の解決方法がある学習課題を用意することが大切だと考え，本研究では，３通りの解決方法がある学習課題を設定した。生活班６人グループから１つの解決方法を２人の生徒が担当するように指示し，生活班の生徒で話し合って，自分が担当する解決方法を決める。それぞれの解決方法ごとに，エキスパート班を形成し，活動の流れは，自力解決→班内で意見交換→説明の準備とした。その後，生活班に戻り，エキスパート班で学んだことを発表し合い，ジグソー学習で深まった考えを全体で共有し，練り合うことで本時の学習のまとめへとつなげていった。また，学習の導入時には，ジグソー学習の約束（**資料１**）を提示し，説明をするとき，説明を聞くときの学習の約束を確認した。

(ア) ジグソー学習により期待される教育効果

① 学習意欲の向上

１時間の授業の中で，生活班→エキスパート班→生活班→クラス全体と学習活動に応じて学習集団が変わることで，生徒は新鮮な気持ちになり，学習意欲が高まる。また，自分が理解しなければ，生活班の他の生徒に上手く説明できないため，自分の学習に責任をもつようになり，主体的に取り組もうとする。

② 多面的な見方や考え方が高まる

同じ解決方法の生徒同士が集まり，協働的な学び合いを行うため，生徒全員が課題解決の仕方を理解することと，さらに課題解決で用いた思考を整理し，説明するための思考を組み立てるため，自らの行為や思考を対象とする反省的思考が促される。

③ 論理的な思考力や表現力の向上

生徒全員に説明する機会があり，より分かりやすく説明するために，適切な数学的表現を用いて，根拠を明らかに筋道立てて説明する必要感が生まれる。また，生活班の他の生徒の説明を聞き，自分の解決方法と比較することで，新たな発見に気付いたり，自分の説明の仕方を反省したりすることができる。

ジグソー学習 「学習の約束」

説明をするとき

- １つの考え方で終わらせずに，他の考え方がないか常に考えるようにしよう。いくつかの理由があるときは，ナンバリングなどを使って，すっきりと説明しよう。
- 自分の考え方を友だちに伝えるときに，あらかじめ考えていた内容を伝えるのではなく，友だちの表情や反応を見ながら，説明する内容を臨機応変に変えていこう。

説明を聞くとき

- 友だちの説明を聞いて疑問に思うところがあったら，友だちに質問するなどして，より詳しく説明してもらうようにしよう。
- 説明に合わせて，あいづちをうつなど，説明する人が気持ちよく説明できるようにしよう。

一緒に楽しく学ぼう

- 説明し伝え合う学習を通して，自分の考え方をだれとでも伝え合えるようにしよう。
- 何でも言い合える雰囲気の中で学習することで数学の力は高まります。数学の学習を楽しもう！

資料１　ジグソー学習の約束

(イ) 相互評価

ジグソー学習を取り入れた授業では，授業後に**資料２**のような評価表を書かせた。ジグソー学習は，数学科における言語活動である「説明し伝え合う活動を充実させる」ための学習形態の１つである。その教育効果をさらに上げ，充実させるため，自己評価と他者評価の２つを取り入れた。他者評価の評価項目は「説明時の声」「数学用語の使用」「分かりやすさ」の３点に絞った。評価

項目は事前に生徒に伝えておき，意識して説明させるようにした。評価される側も評価する側もこの評価表への記述を通して，自分の説明を振り返り，分かりやすい説明を心がけるようになると考えた。

月日	今日の学習課題（自分が取り組んだ課題も書く）	自己評価	他者からの評価		
			評価項目（3点満点）※わかりやすさは4点満点	総合得点	一言アドバイス（よいところや工夫したらいいところ）
5/30	数の不思議を文字式を使って表わそう ～レベル1 カレンダー～	みんなにわかりやすく伝わるように しっかりと取り組みました	・説明時の声・・・(2)点 ・数学用語の使用・・(2)点 ・分かりやすさ・・(3)点	7	声はまあまあ大きくていいと思います。分かりやすい説明もできていました。あとはもっと数学用語を使うといいでしょう。
6/6	ダーツの的 どっちが大きい？ by ジグソー学習	レベル2のやつに取り組みました。周りの人たちとどうやったらもっと簡単に求められるか話し合いができました	・説明時の声・・・(3)点 ・数学用語の使用・・(3)点 ・分かりやすさ・・(4)点	10	説明が順序立ててとても分かりやすく発表できていたと思います。声の大きさもよかったです。
9/6	複雑な連立方程式にチャレンジ？	だんだんコツがつかめるようになり，他の班の人たちに教えてあげるようになりました。	・説明時の声・・・(3)点 ・数学用語の使用・・(3)点 ・分かりやすさ・・(4)点	10	声の大きさもすごく聞き取りやすくて，説明も分かりやすかったです。
9/2	イチロー物語Ⅱ 連立方程式総復習	図を表し，簡単にして説明ができました。	・説明時の声・・・(3)点 ・数学用語の使用・・(3)点 ・分かりやすさ・・(3)点	9	何を求めたいのかをハッキリし，解く時に単位をそろえることが大切だと思います。でも，他の項目はよかったです！
11/25	一次関数最章 動点問題にチャレンジ	図，グラフ，表，式を使って成り立ちをきちんと説明することができました。	・説明時の声・・・(3)点 ・数学用語の使用・・(3)点 ・分かりやすさ・・(3)点	9	問いの答えを，グラフや表と関連づけて言い説明できていました。分かりやすかったです。

資料２　ジグソー学習評価表

㈢　授業の実際（第２学年「式の計算」）

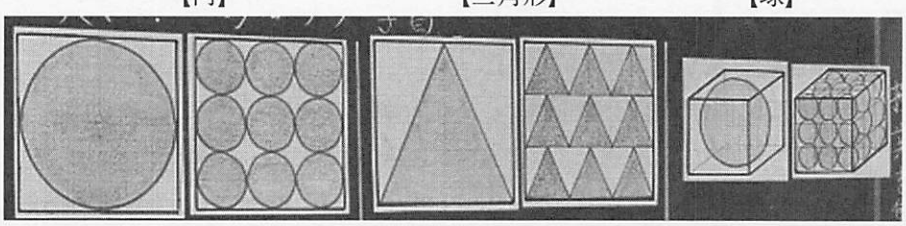
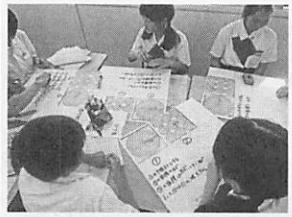
①　主　題　ダーツの的はどっちが大きい？

②　ねらい

○　数量の関係を，図や式などの数学的な表現を用いて説明することができる。

○　文字を用いることのよさに気付き，文字式の有用性を実感する。

③　展　開

学習活動（形態）	○教師の働きかけ　•生徒の反応	○指導の工夫　◇評価（方法）
1　学習課題の提示　（一斉）	下の図の円，三角形，球において，色が塗ってある部分を的にしてダーツを行います。ＡとＢでは，どちらの的が大きいでしょうか？ 【円】　【三角形】　【球】  A　B　A　B　A　B	
2　課題設定　（生活班） 3　課題の追究　（エキスパート班）	○６人グループの生活班で２人のペアを決め，円，三角形，球のなかから１つを選び，それぞれの図形でＡとＢでは，どちらの的が大きいか考えてみよう。 ○ＡとＢとでは，どちらの面積が大きいか，まずは予想を立て，考えてみよう。	

自力解決 ↓ 意見交換 ↓ 説明の準備	• ＡもＢも的の面積は同じように見える。 • 文字の式を使って，考えることはできないだろうか。 ○エキスパート班の中で，課題解決に取り組もう。 • 何を文字にしたらいいのだろうか。 • ＡとＢで作った式が同じになった。 ○説明の仕方を考えよう。 • 分かりやすい説明にするにはどうすればいいか。 • 数学用語をどこで使えばいいだろうか。	○自力解決の時間を十分とり，課題解決への意欲を高めた。 ◇考えの見通しが立てられているか。 （コミュニケーションボード） **○他者に分かりやすく説明するために，解決の仕方を確認したり，教え合ったりする場を設定した。【協働】**
4　課題解決の発表　（生活班）	○同じ解決方法の２人が協力して，生活班の人たちに解決方法の説明を行おう。	
5 振り返り （全体）	○文字を用いることのよさは何だろうか。 • 文字を使うとどんな場合でも成り立つことや，簡潔にすっきりと説明ができる。	◇文字を用いることのよさに気づき，文字式の有用性を実感することができたか。 （ワークシート・評価表）
6　相互評価 （個人→生活班）	○今日の授業での自分や友だちの評価をしよう。	

イ　言語技術を生かした取組

本校では，今年度から生徒の論理的な思考力や表現力を高めるため，言語技術能力の向上を図る一環として，毎週木曜日の朝，10分程度問答ゲームを行っている。主語，目的語を入れて整った文で話し，筋道を立てて，相手に分かりやすい説明をさせることをねらったものである。３年生の二次方程式の解き方において，この問答ゲーム形式を使って授業を行った。**（資料３）** 自分の考え方に複数の理由がある場合はナンバリングを使って，順序立てて説明したり，批判的に考え，消去法で理由を考えたりする生徒がいた。

Let's　問答ゲーム！

次のア～エの問題は「①平方根の考え」「②因数分解の利用」「③解の公式の利用」のどれを使えばよいか。理由も含めて考えよ。

ア　$x^2-36=0$　　**イ**　$x^2-2x-3=0$

ウ　$5x^2+7x+2=0$　　**エ**　$(x-1)^2=5$

資料３　問答ゲームを取り入れた課題

私はアの二次方程式は「①平方根の考え」を使って解くといいと思います。理由は２つあります。１つ目は、アの二次方程式は移項すると$ax^2=b$の形がすぐにできることです。また、２つ目は、因数分解や解の公式でも解けるのですが、時間がかかったり、式が複雑になるからです。以上の理由で私はアの二次方程式は、まず$x^2=36$として、「①平方根の考え」で$x=\pm6$と考えるのが一番いいと思います。



(3) 指導の実際

単元「連立方程式」におけるパフォーマンス課題を取り入れた授業

２年生の連立方程式の単元を一通り終えたあと，パフォーマンス課題を取り入れた授業を行った。最初に全体で問題把握を行ったり，考え方の見通しを立てさせたりした後，個人でこのパフォーマンス課題に対する自分の考えをレポートにまとめさせた。

ア　単元目標

連立方程式の必要性やその解の意味を理解し，連立方程式を解くことができ，それを具体的な場面で活用することができる。

【本質的な問い】

どのような問題解決の場面で連立方程式と捉えて解決することができるか。

【永続的な理解】

解決すべき問題に２つ以上の未知数が存在し，未知数の関係式が未知数の数だけ立式できるとき，連立方程式をつくり問題を解決することができる。解決においては，問題の中の２つの数量の関係を表や図，言葉の式などを用いて整理するなど，見通しをもって連立方程式をつくることが大切である。

イ　評価目標と評価方法

評　価　項　目	評　価　方　法
①　連立方程式を活用することに関心をもち，問題の解決に生かそうとする。（関心・意欲・態度）	◎パフォーマンス課題 日本食品成分表には，いろいろな野菜のそれぞれ100ｇ当たりに含まれるカルシウムとビタミンＣの量を示した図がある。この図の中の２つの野菜を使ってカルシウム84mg，ビタミンＣ90mgを含むサラダを作るには，どの野菜をどれだけ使えばよいだろうか。２つの野菜のバランスなども考え，おいしいサラダを作ろう。（①②③④） ○観察・ワークシート・ノート（①②③④） ○ペーパーテスト（②③④）
②　具体的な事象の中の数量の関係を捉え，連立方程式をつくったり，求めた解や解決の方法が適切かどうかを振り返って考えたりすることができる。（見方や考え方）	
③　問題の中の数量やその関係を文字を用いた式で表し，それを基にしてつくった連立方程式を解くことができる。（技能）	
④　連立方程式を活用して問題を解決する手順を理解している。（知識・理解）	

ウ　二次元型ルーブリックの作成

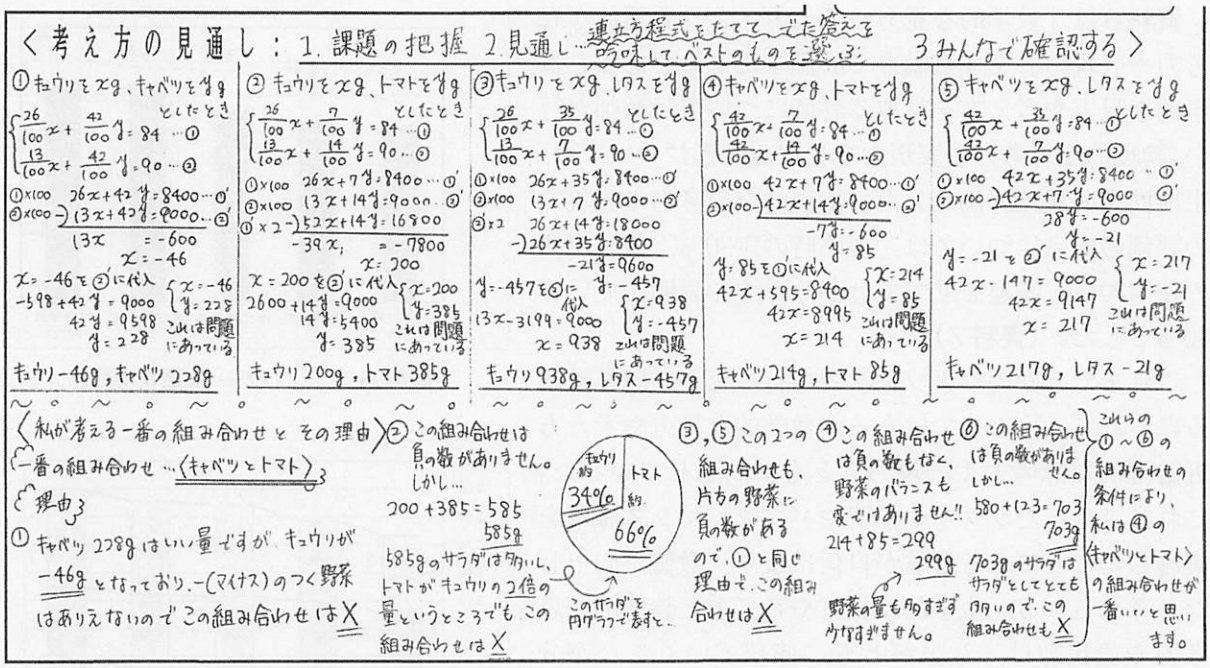
生徒のパフォーマンスを評価するためのルーブリックは，縦軸に「グループ活動における表現力」，横軸に「数学的な見方や考え方」をとった。**（資料４）** これはグループ活動においての表現力と数学的な見方や考え方を切り離して考えず，両者はともに関連していると考えたからである。また，このルーブリックは，なるべく生徒に分かりやすい言葉で提示し，あらかじめ生徒に示して，生徒同士の相互評価とした。ルーブリックの内容は生徒が目指す姿であり，ルーブリック

パフォーマンス課題（2年連立方程式）「おいしいサラダを作ろう」評価基準表

グループ活動における表現力 ＼ 数学的な見方や考え方	A	B	C
A　数学用語を使って、筋道を立てながら、みんなが納得できるように分かりやすく説明できる。	連立方程式を用いて、2つの野菜の量を調べ、その組み合わせを吟味して、バランスのよいサラダについて考えている	連立方程式を用いて、2つの野菜の量を調べることができる	連立方程式を用いて、それぞれの野菜の量を調べることができず、助言が必要とされる
B　自分の作成したレポートを一通り説明できている			
C　自分の考えを伝えることができず、友だちや教師の支援が必要とされる			

資料４　二次元型ルーブリック

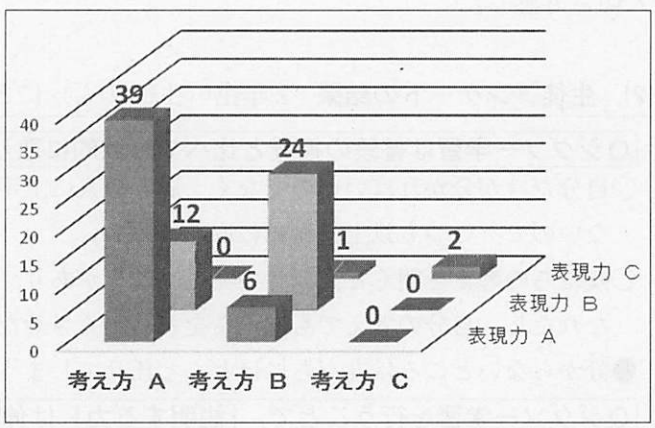
の内容を意識して学習活動に取り組むことで生徒の論理的な思考力や表現力，また数学的な見方や考え方が高まると考えた。



生徒が作成したパフォーマンス課題に対するレポート

エ　考　察

課題の解決に向けて，生徒は連立方程式を利用して割合を考えるなど，既習したことを生かしながら考えたり，複雑な計算は電卓を利用し，解を単純化して考えたりと粘り強く取り組んでいた。また，解の吟味についても，実生活に照らして考えることができていた。レポートにして考えをまとめることに対して，戸惑う生徒については，机間指導で教師がアドバイスを行った。次時には，それぞれ個人が作成したレポートを発表する場を設けた。発表の後は，解決の結論だけでなく，過程とその理由，分析について意見交換させ，他の生徒の解決方法や結果を自分のものと比較することで，自身の解決を改めて振り返る機会となった。小集団の中で発表し合うことにより，異なる考え方を相互に取り入れ，深めることができた。**資料５**は二次元型ルーブリックで評価を行った結果である。この結果から数学的な見方や考え方と論理的な思考力や表現力には，相関関係があることが分かった。今後，授業の中で互いをともに伸ばしていけるような指導を心がけていきたい。



資料５　パフォーマンス評価結果



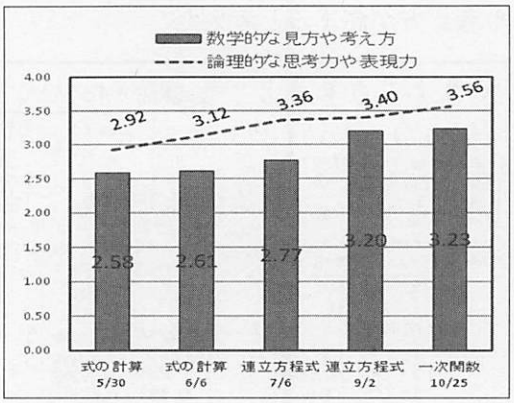
説明し伝え合う生徒

4　研究の成果と課題及び考察

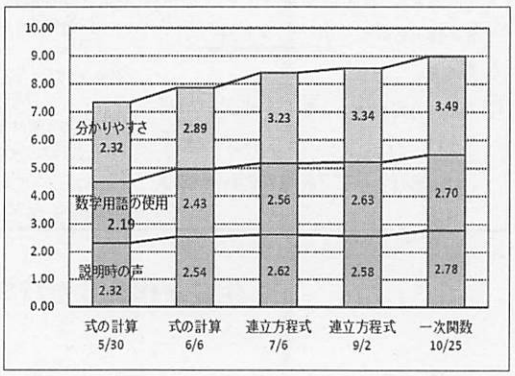
(1)　ジグソー学習の相互評価からの検証結果と考察

資料６は「数学的な見方や考え方」と「論理的な思考力や表現力」を４点満点で評価したものである。数学的な見方や考え方を見取る評価については教師が行い，論理的な思考力や表現力を見取る評価については，生徒同士の相互評価とした。論理的な思考力や表現力の評価の観点については，説明時の声30%，数学用語の使用30%，筋道を立てて分かりやすく説明している40%とした。**(資料７)**

これまで５回のジグソー学習を行ったが，回を重ねるにつれて，徐々にではあるが数学的な見方や考え方も論理的な思考力や表現力もともに向上していった。これまで行ったジグソー学習やパフォーマンス課題を実施したことによる経験が自信になり，数値が向上したと考えられる。数学的な見方や考え方と論理的な思考力や表現力は，互いがともに伸びていくことが分かった。互いの質を高めるためには，それぞれの力を伸ばしていくことが大切だと感じた。さらに定期的に自分の考えを説明し伝え合う活動を取り入れることの大切さも感じた。



資料６　ジグソー学習の評価



資料７　論理的な思考力や表現力の評価

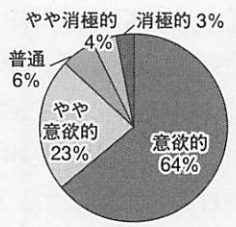
(2)　生徒アンケートの結果　２年生（生徒80人）にとったアンケート

Qジグソー学習は普段の授業と比べて意欲的に取り組めていますか。

○自分だけが分かればいいのでなく，周りの人に上手く説明しなければならないので，いつも以上に真剣に取り組める。

○友だちの考えを聞くと，新しい発見や驚きがあり，わくわくした気持ちになれたし，自分の考えでも友だちをわくわくさせたいと思う。

●分からないところは友だちにほとんど任せてしまうことがあった。



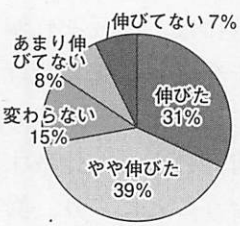
Qジグソー学習を行うことで，「説明する力」は伸びたと思いますか。

○人に納得してもらおうとすると，自然に数学用語が使えるようになった。

○「なぜこうなるのか」を大切にして，順序立てて説明ができるようになった。

○最初は緊張したけど，一度いい評価をもらって自信がつき，その後，説明することが楽しくなった。

●説明の順序がバラバラになるなど，自分の頭の中が整理できない時がある。



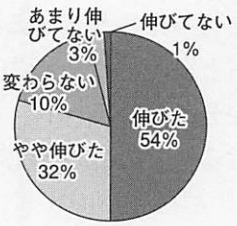
Qジグソー学習を行うことで，あなたの「数学の考え方」は伸びましたか。

○話し合いの中で友だちの説明を聞き，毎回違った意見や異なる考えが聞けて，自分に足りないところやさらにいい方法や説明の仕方が身に付いた。

○数学とは「どうしてそうなるのか」を考える教科だと思えるようになった。

●自分の説明力がなくて，友だちに迷惑をかけたことがあり，まだ力不足だ。

●いつも応用の問題になると，上手く考え方が書けない。



Qパフォーマンス課題を行ってみての感想

○いつもの授業の問題と違って，難しい問題だったけど，今まで習った数学を使って，解決することが楽しかった。応用力が自分にはないので，とてもいい勉強になった。

○自分の考えをレポートにまとめるだけでなく，周りの人が見やすいようにいろいろな工夫をすることで数学の力がいつも以上に付いたと思う。また完成したレポートを見て「すごい」と思った。

○レポート発表会では，友だちのレポートにいろいろな工夫がされていてとても驚いたし，新しい発見がたくさんあり，とても勉強になった。

●課題がとても難しくて，どこから手をつけていいか分からなかった。友だちや先生の力がないとできなかった。もっと今まで習った復習をしないといけないと思った。

●当たり前のことしか書けずに，評価が低かった。もっと友だちを驚かすレポートにしたい。

(3) 今後の研究に向けて

生徒全員が課題解決の仕方や推論の過程を説明するためには，まずはクラスの生徒全員が授業に参加することが前提である。そのため生徒の興味をひくような教材の開発や課題の提示の仕方を工夫し，数学的活動を充実させ，定期的に話合い活動を取り入れなければならない。今回の研究を通して，課題の解決方法が何通りかある課題を提示すると，生徒の解決への意欲が向上し，自然と自分の考えをみんなに伝えたいと思ったり，周りの友だちの考えを聞いて自分の考えと比較してみたいと思ったりする生徒の数が増えたことが分かった。また，パフォーマンス評価を通して「数学的な見方や考え方」と「グループ活動での論理的な表現力や思考力」には，互いが関係し合っていることも分かった。パフォーマンス課題の作成やルーブリックの作成には，時間と労力がかかるが，数学的な見方や考え方及びその原動力ともなる数学的な態度など，見えにくい学力を高めるために，生徒のパフォーマンスに真摯に向き合うことは重要なことであると痛感した。ルーブリックについては，授業後の生徒のレポートを分析しながら，生徒の思考の変化の様子や考え方の内容を再検討し，ルーブリックを改善していくと評価もしやすくなると考えている。また，現在，学校全体で体系的に取り組んでいる言語技術の手法を数学の授業の中にも積極的に取り入れて，論理的に思考し，表現する力を確実に育み，その力を活かして「きょうどう」の精神を発揮する学び合いに取り組ませることで，持続可能な社会を形成する資質・能力の一層の具現化を図っていきたい。まだまだ研究途中であるが，２年次に向けて，今後も知識・技能を習得させる時間とのバランスを考えながら，本研究が単発な取組に終わらず，これらの実践を継続していき，さらによりよい指導方法を研究していきたい。

参考文献

ジョージ・ジェイコブズ(2005)「先生のためのアイディアブック―協同学習の基本原則とテクニック―」日本共同教育学会

西岡加名恵（2008）「『逆向き設計』で確かな学力を保障する」明治図書

鈴木明裕（2016）「中学校数学科言語活動プラン＆評価問題」明治図書

三戸　学（2016）「ジグソー学習活用講座／数学教育」明治図書

研究（その３）

クリティカル（批判的）に考える態度が育つ数学科学習の展開

（実践者）山本　泰久

１　研究テーマ設定の理由

数学では，様々な事象を数理的に捉えて課題を見いだし，解決していく。その際，情報を鵜呑みにせずに多面的，客観的に捉えて本質に目を向けたり，自分の思考を意識的に吟味したりするなど，自他の考えに偏りや誤りがないかを振り返って考えようとする態度，つまりクリティカル（批判的）に考える態度が大切である。クリティカルに考えることは，協同の学び合いに必要なコミュニケーション能力であり，実社会の幅広い場面で働く汎用的スキルでもある。持続可能な社会を形成し，支え続けていくためには不可欠な態度である。

本研究では，疑問や先入観を活かした学習過程の設定と思考過程を振り返らせる場の充実をキーワードに授業を構成することで，クリティカルに考える態度を発揮させることができ，その経験の積み重ねが「解決の過程や結果を振り返って修正･改善する力」の育成につながると考え，本研究テーマを設定した。

２　研究の内容及び方法

(1)　生徒の実態把握

(2)　論理的に思考し表現する力を高めるための工夫

クリティカルに考える態度を育てるために，次のような指導の工夫を設定した。

ア　疑問や先入観を活かした学習過程の工夫

イ　根拠が明確かどうかを振り返る活動の工夫

(3)　検証授業

第２学年「一次関数」において授業実践を行い，生徒の変容から成果と課題を検証した。

３　研究の実際

(1)　生徒の実態把握

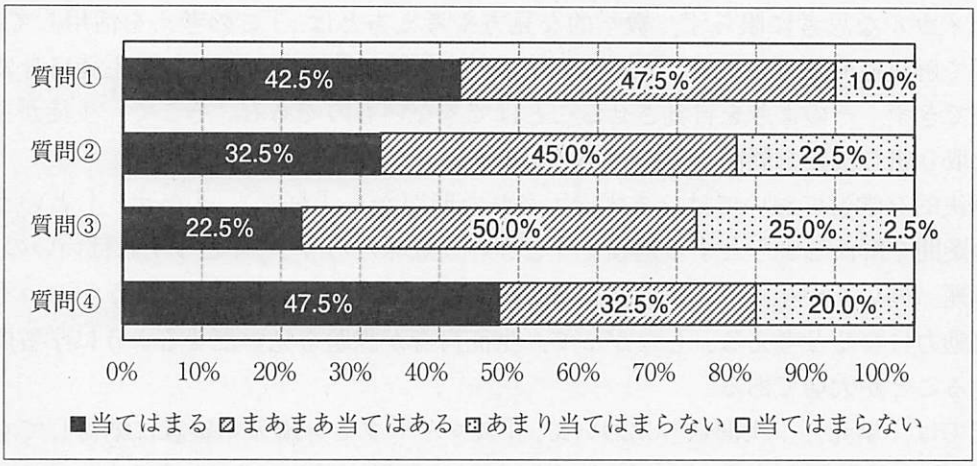
ア　クリティカルに考える態度に関するアンケート調査

クリティカルに考えることを意識できているかどうかを把握するために，第２学年40名を対象にアンケート調査を行った。質問は次の４項目とした

①数学の問題を解いた後，自分の考えには「思い込み」「偏り」「誤り」があるかもしれないと，振り返って考えているか。
②数学の問題を解いた後，自分の説明が筋道立った（整理された）ものかどうか，振り返って考えているか。
③友だちの考えを聞いた後，「○○が成り立つ根拠が不明確だ」「納得できた理由は○○だからだ」というように吟味することができているか。
④友だちから説明してもらった考えを鵜呑みにせず，自分で正しいかどうかを考え直すことができているか。

資料１は９月に実施した結果である。この結果から，どの項目も８割程度の生徒が肯定的な回答をしており，普段の授業からクリティカルに考えることができている生徒が多いことが分かった。しかし，質問③については，３割弱の生徒が否定的な回答をしており，他の項目に比べてその割合が多くなっている。これらの結果から対象生徒は自分の考えた過程についてはクリティカ

ルに振り返ろうとする意識が高いが，他者の考えをクリティカルに振り返って吟味する意識は十分でないことが分かった。



資料１ クリティカルに考える態度に関するアンケート調査（９月実施）

イ　単元「連立方程式」におけるパフォーマンス課題

単元「連立方程式」において，現実世界の問題を数学的に捉え，多様な見方や考え方で解決の構想を立てて実践するパフォーマンス課題として，次のような課題に取り組んだ

10人グループでうどんを食べに行きました。グループの要望は次の通りです。

【グループの要望】

○全員が「かけうどん」か「釜玉うどん」のいずれか１つを食べる。

○全員がてんぷらを１つ食べる。

○予算は3,500円以内。（ただし、お金はできるだけ余らせない！）

かけうどん	210円
釜玉うどん	270円
てんぷら	100円

どのように注文すればよいでしょうか。どのように考えたか説明しなさい。

この実践では，次のような予備的ルーブリックを設定し，ワークシートを分析し評価した。

〔予備的ルーブリック〕

評価	記　述　語
A	問題に含まれる条件を整理して解決への見通しをもち，連立方程式をつくり，それを解いて解を求めることができている。更に，解決の過程を見直したり，問題の条件を確認したりして，求めた解が適切かどうかを，根拠を明確にして説明することができている。
B	問題に含まれる条件を整理して解決への見通しをもち，連立方程式をつくり，それを解いて解を求めることができている。または，表などを用いて帰納的に考え，答えを求めることができている。
C	解決の見通しをもつことができず，構想を立てることができていない。

評価の結果，Ａが９名，Ｂが29名（内，連立方程式以外の方法で解決したものは13名），Ｃが２名であった。

解決への見通しをもつことができず，構想を立てることができていない生徒２名のワークシートからは，問題に含まれる条件が整理できていなかったり，数量関係を捉えることができていなかったりしていることが分かった。

これらの結果を踏まえ，本研究では，次の単元「一次関数」の学習においても，現実世界の問題を数学的に捉え，様々な情報を整理，取捨選択しながら，多様な見方や考え方で解決の構想を立てて実践するパフォーマンス課題を設定し，生徒の変容を検証した。

(2) 論理的に思考し表現する力を高めるための工夫

ア 疑問や先入観を活かした学習過程の工夫

クリティカルな思考に限らず，数学的な見方や考え方とは，「この考えを活用してみなさい」と指導して解決させるだけでは，「なぜそのような考えが必要なのか？」を生徒自身に気付かせることができず，そのよさを自覚させることはできないものである。そこで，生徒が主体的に課題解決に取り組む授業を展開することが必要である。

問題解決的な学習においては，まず提示された問題から「おや？」「なぜ？」という疑問が生じ，その疑問を解決しようとする過程で「どういう意味だろう？」「どうすればいいのだろう？」という課題（問い）が生まれる。この課題が「考えてみよう」「やってみよう」という主体的な活動の原動力になると考える。したがって，生徒自身が課題を見いだせるように学習問題や発問を工夫することが大切である。

本研究では，単元「一次関数」において，「スマートフォン購入希望者に納得してもらえるオススメのプランを提案しよう」というパフォーマンス課題を設定した。生徒の中にはスマートフォンを所有している者もおり，身近な題材であるが，昨今のスマートフォンの料金プランは複雑化しており，提示された数値だけでは，個々の生活スタイルに合っているかどうかは判断し難いものである。このように，日常生活の中に潜む疑問を数学化した教材や，生徒が直感的に抱く先入観を活かした教材を基にしたパフォーマンス課題を開発し実践することで，生徒は自身が見いだした課題を解決するために，知識やスキルを応用・総合して活用しながら追究することができると考える。

イ 根拠が明確かどうかを振り返る活動の工夫

クリティカルな思考を育むためには，課題を解決した後，課題を解決する上で必要な根拠となる事柄が何か，どのような数学的な見方や考え方を活用したのかを振り返ることが必要である。その際，全ての生徒にクリティカルに考える機会を与えるとともに，このような活動を繰り返し行うことが大切である。更に，前述の**(1)実態調査**で示した通り，対象生徒は自分の考えた過程についてはクリティカルに振り返ろうとする意識が高いが，他者の考えをクリティカルに振り返って吟味する意識は十分でないことが課題である。

そこで，本研究では「きょうどう」の精神を発揮して学び合う場として，自他の考えの根拠が明確かどうかを全員が振り返り吟味し合う場を設定し，クリティカルに考える態度の意識付けを図った。

(3) 検証授業

ア 単元目標

具体的な事象を調べることを通して，一次関数についての理解を深めるとともに，関数関係を見いだし表現し考察する能力を養う。

〔本質的な問い〕

事象から取り出した２つの数量の関係を一次関数とみなし，未知の数量を予測するにはどうすればよいか。

〔永続的な理解〕

事象の中には，一次関数とみなすことで，変化や対応の様子について調べたり，予測したりできるものがある。２つの数量の関係を，一次関数を用いて捉え，目的に応じて表，式，グラフに表現したり処理したりすることが大切である。

イ　評価目標と評価方法

評　価　目　標	評　価　方　法
①様々な事象を一次関数として捉えたり，表，式，グラフなどで表したりすることに関心をもち，意欲的に問題解決に活用しようとする。　（数学への関心・意欲・態度） ②一次関数の基礎的・基本的な知識及び技能を活用しながら，事象を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している。（数学的な見方や考え方） ③一次関数の関係を表，式，グラフを用いて的確に表現することができる。（数学的な技能） ④一次関数について，表，式，グラフを相互に関連付けて理解することができる。（数量や図形などについての知識・理解）	◎パフォーマンス課題 あなたはモバイル事業会社のスマートフォン販売部で働いています。お客様のニーズに合わせて，最適なプランを提案するのが仕事です。ただ，最近は「料金プランの内容が複雑なため選ぶのが大変だ」という相談を受けることが多くなりました。お客様に分かりやすく情報を提供し，納得してもらえるプランを提案し，説明しましょう。（①②③④） ○観察・ノート・ワークシート（①②③④） ○ペーパーテスト（②③④）

ウ　指導計画（全19時間）

学習活動		◇評価規準（観点）	時数
1　一次関数とグラフ	1　一次関数	◇一次関数の特徴に関心をもち，表，式，グラフを用いて考えようとする。（関心・意欲・態度） ◇一次関数の特徴を，表，式，グラフを相互に関連付けるなどして見いだすことができる（見方や考え方） ◇一次関数の関係を表，式，グラフで表すことができる。（技能） ◇一次関数の意味，変化の割合やグラフの傾きの意味を理解している。（知識・理解）	2
	2　一次関数の値の変化		2
	3　一次関数のグラフ		3
	4　一次関数の式を求めること		3
2　一次関数と方程式	1　方程式とグラフ	◇二元一次方程式と一次関数の関係に関心をもち，二元一次方程式の解と一次関数のグラフの関係について考えようとする。（関心・意欲・態度） ◇二元一次方程式を，関数関係を表す式とみることで，二元一次方程式の解と一次関数のグラフの関係を見いだすことができる。（見方や考え方） ◇座標平面上の２直線の交点の座標を，連立方程式を解いて求めたり，連立方程式の解を２直線の交点の座標から求めたりすることができる。（技能） ◇連立方程式の解は座標平面上の２直線の交点の座標であることを理解している。（知識・理解）	2
	2　連立方程式とグラフ		1
3　一次関数の利用	1　一次関数の利用	◇一次関数を用いて具体的な事象を捉え説明することに関心をもち，問題の解決に活かそうとする。（関心・意欲・態度） ◇具体的な事象の中から取り出した２つの数量の関係を一次関数とみなし，変化や対応の様子を調べたり，予測したりすることができる。（見方や考え方） ◇一次関数の関係を表，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。（技能） ◇具体的な事象の中には，一次関数とみなすことで変化や対応の様子について調べたり，予測したりできるものがあることを理解している。（知識・理解）	3
	2　パフォーマンス課題		2 **本時** **その1・2**
4　単元別テスト			1

エ　本時の指導（17・18／19時間）

(ア) 主　題

スマートフォン購入希望者に納得してもらえるオススメのプランを提案しよう。

(イ) ねらい

○一次関数を用いて具体的な事象を捉え，説明することに関心をもち，問題解決に活かそうとする。（数学への関心・意欲・態度）

○２つの数量の関係を一次関数とみなし，変化や対応の様子を調べたり，予測したりすることができる。（数学的な見方や考え方）

(ウ) 予備的ルーブリック

評価	記　述　語
A	通話時間と通話料の関係，データ量と通信料の関係を表，式，グラフなどを利用して整理し，それらを根拠としてオススメのプランについて説明している。更にグラフの交点に着目し，「グラフを見ると分かるように通話時間が20分未満ならＢプランの方が得ですが，20分を超えることが多いのならＡプランにするといいです」など，個々の生活スタイルに合わせて，具体的な提案ができている。
B	通話時間と通話料の関係，データ量と通信料の関係を表，式，グラフなどを利用して整理し，それらを根拠としてオススメのプランについて説明している。
C	通話時間と通話料の関係，データ量と通信料の関係を表，式，グラフなどを利用して整理することができていない。

(エ) 授業の実際

Ｔ：教師の働きかけ　Ｓ：生徒の反応	○指導の工夫　◇評価
（第１次） Ｔ：今日はみなさんにスマホ販売部の社員になってもらいます。	

あなたはモバイル事業会社のスマートフォン（スマホ）販売部で働いています。お客様のニーズに合わせて，最適なプランを提案するのが仕事です。ただ，最近は「料金プランの内容が複雑なため選ぶのが大変だ」という相談を受けることが多くなりました。

お客様に分かりやすく情報を提供し，納得してもらえるプランを提案しましょう。

【スマートフォン料金プラン一覧表】

プラン	通話使用料（基本料＋通話料）	データ使用料（基本料＋通信料） 基本料	通信料
Aプラン 話し放題＋ネットし放題	基本料 2,700 円 どれだけ通話しても無料	定額 5,800 円 どれだけ使っても無料！ （※20GB をこえると速度制限あり）	
Bプラン ネットし放題フラット	基本料 1,900 円 ＋ 通話料 40 円／分	定額 5,000 円 どれだけ使っても無料！ （※7GB をこえると速度制限あり）	
Cプラン ネットし放題ライト	基本料 1,900 円 ＋ 通話料 40 円／分	基本料 2,000 円	使用したデータ量により通信料は次のようになります。 ①5MB(5000KB)までは通信料無料 ②5MB を超えると 0.4 円／KB（400 円／MB） ③15MB 以上使用した場合，その月のデータ使用料の合計は 6,000 円定額になります。 （※7GB をこえると速度制限あり）

B（バイト）とはデータ量の単位。１バイトは 256 文字。　1 MB＝1000KB（キロバイト）　1 GB（ギガバイト）＝1000MB（メガバイト）

学習課題：　整理した情報を根拠とし，オススメのプランを提案しよう。

Ｔ：自分ならどのプランを選びますか？

Ｓ：僕はアニメの動画を見たいからＢプランかな。

Ｓ：私は通話もインターネットもしたいからＡプランを選びます。

Ｔ：今回のお客様はこの３名です。

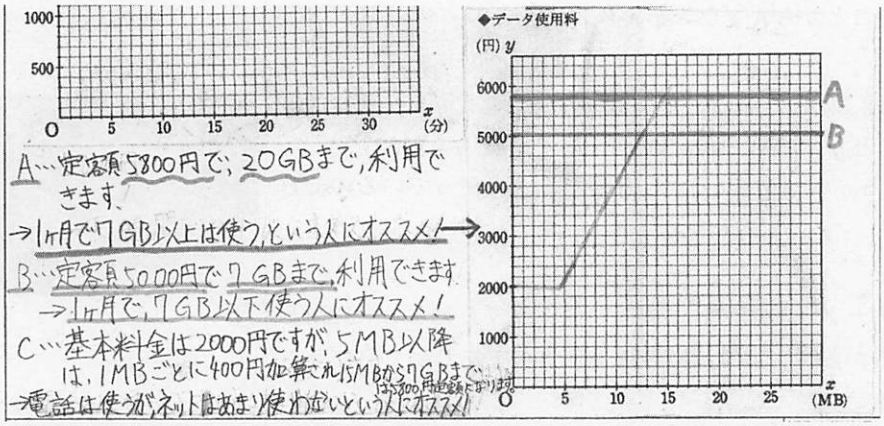
○生徒に課題意識をもたせるために，自分の使用状況を把握させ，自分だったらどのプランを選択するか考えさせた。

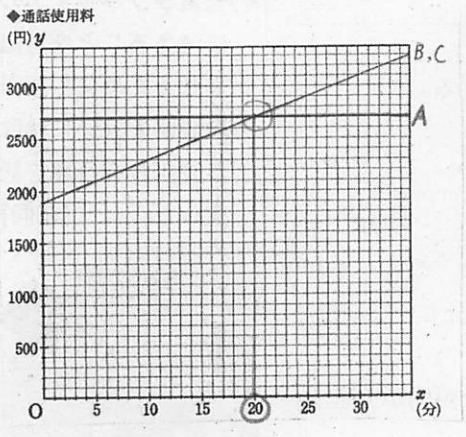
【１か月のスマホ使用状況】

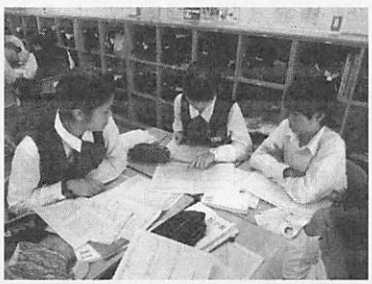
	賢人さん	美玲さん	鋼太郎さん
職　業	社会人	高校生	隠　居
通話時間	30～50分	10～30分	5～10分
データ量	7.1ＧＢ	5.2ＧＢ	10～12ＭＢ

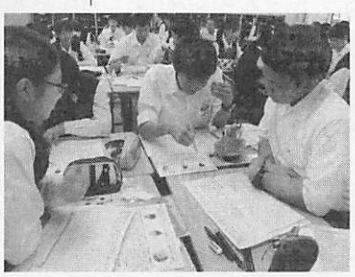
Ｔ：では，各自で情報を整理し，オススメのプランを提案してください。具体的な根拠もつけて説明しましょう。

S：できるだけお客様が得するプランを提案しよう。
S：通話をほとんどしない人でも，データ量を多く使うのならＢプランの方が得だよ。
S：Ｃプランがお得になるのはデータ量が何ＭＢまでかな？
S：グラフに整理してみましょう。

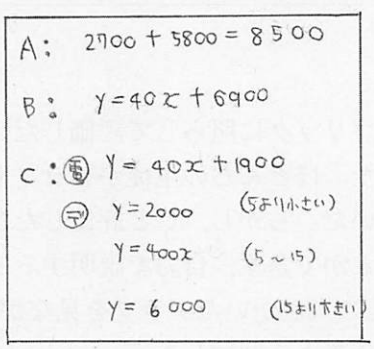


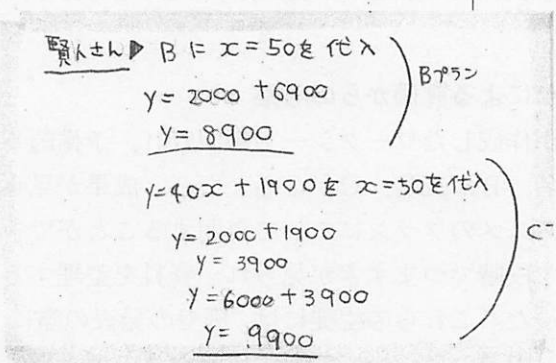






T：グラフは本当に直線で結んでいいのかな？
S：変化の割合が一定だから直線になります。
T：実は通話１分間につき40円だから，１分間話しても１分30秒話しても40円です。でも，直線と考えた方が考えやすいね。グラフが直線になるということは，xとyはどんな関係かな？
S：yはxの一次関数だと言えます。





T：一次関数だと考えれば，式で表すこともできますね。

○根拠を明確にした説明ができるようにするために，小集団で考えを練り合う場を設定した。【協同】
◇一次関数を用いて具体的な事象を捉え，説明することに関心をもち，問題解決に活かそうとしたか。（観察，ワークシート）

(第２次)

T：自分の提案を，班の人にプレゼンテーションしよう。

(賢人さんの場合の例)

S：グラフから通話時間が20分までならＢ，Ｃプランがお得だけど，毎月30～50分ということは損をする。更にデータ使用量も7.1ＧＢなので，Ｂプランでは足りない。以上のことからＡプランをオススメします。

(美玲さんの場合の例)

S：Ａプランの月額合計は8,500円である。Ｂプランの場合，式$y=40x+6900$に$x=10$を代入すると$y=7300$，$x=30$を代入すると$y=8100$となり，8,500円よりも安くなる。データ量も5.2ＧＢとたくさん使っているのでＢプランの方がよい。

(鋼太郎さんの場合の例)

S：通話時間は少なく，データ量も12ＭＢと少ない。グラフを見ると，12ＭＢまでならＣプランの方がお得。でも13ＭＢ以上使うのであれば，Ｂプランに乗り換えた方がお得です。

T：班の中でお互いの説明を次の観点で相互評価しましょう。

【相互評価の観点】（Ａ・Ｂ・Ｃの３段階評価）
①説明に必要な資料を，分かりやすく整理することができている。
②根拠を明確にした説得力のある説明ができている。
③筋道立った（整理された）説明ができており，分かりやすい。

T：よりよい考えになるように，評価した理由を伝え合おう。

S：Ｋさんの説明は，美玲さんはＡプランがいいと説明したね。でも，それはデータ使用料だけで判断しているから，理由としては不十分じゃないかな。観点①はＡだけど，②③はＢだね。

S：Ｈさんの説明は，数学的な用語をうまく使い，筋道立った説明ができていたね。観点③はＡだね。

T：今回の授業を通して，どんなことが分かりましたか？

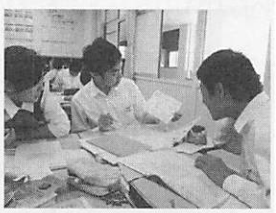
S：プランを見ただけではよく分かりませんでしたが，グラフに表すとそれぞれの人の条件に合ったプランがよく分かりました。グラフ化することは，多くの事柄を整理できる道具だと分かりました。

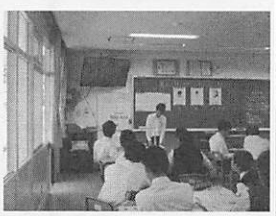
S：式やグラフを使うことで根拠を明確にして説明できました。通話時間やデータ使用量をどこまで抑えれば更に安くなるかも考えられました。

◇２つの数量の関係を一次関数とみなし，変化や対応の様子を調べたり，予測したりすることができる。（観察，ワークシート）



○全員がクリティカルに考えることを意識させるために，班員の説明を互いに吟味し評価し合う場を設定した。　【協同】





(4) 考　察

ア　ルーブリックによる評価からの考察

授業後，生徒が作成したワークシートを回収し，予備的ルーブリックに照らして評価した。その結果，Ａが26名，Ｂが12名，Ｃが２名となり，成果が見られた。ほとんどの生徒がグラフや式を根拠とし，オススメのプランについて説明することができていた。しかし，Ｃと評価した２名は，グラフに表す段階でつまずきが見られ，資料を整理することができず，自力で説明するところまで至らなかった。これらの生徒には，班での発表の際に，他の人がかいたグラフを見ながら，それぞれのプランの違いについて考え，自分なりの考えをまとめるよう助言した。

本研究で用いたルーブリックは実践者の経験を基に作成したものであり，評価指標としては十分なものとは言えない。ルーブリックについては，今後も検討を重ね修正していく必要がある。

イ　相互評価・自己評価からの考察

生徒同士による相互評価の結果をまとめると次のようになった。

観　　点	A	B	C
①説明に必要な資料を，分かりやすく整理することができている。	84%	11%	5%
②根拠を明確にした説得力のある説明ができている。	76%	16%	8%
③筋道立った（整理された）説明ができており，分かりやすい。	78%	14%	8%

どの項目も８割前後の生徒がＡという評価を得ており，成果が見られた。しかし，質問②については他の項目に比べてＢ，Ｃが多く課題が見られた。実際，式を活用して解決していた生徒の中には，グラフを見ると明らかに誤った式であるにも関わらず，振り返って考えることができていない者も若干名いた。彼らにとっては，小集団で自他の考えを吟味し評価し合う活動はクリティカルな思考を促す一助になった。

また，授業後に行った自己評価の自由記述の欄には，次のような記述があった。

【生活の中の疑問や直感的な先入観を，数学を活用して解決することのよさを実感できた生徒】
○**問題に現実味があり**，面白かったです。将来，使えるようにしたいです。
○最初，プランを見ただけではよく分かりませんでしたが，**グラフに表すとそれぞれの状況にあったプランがよく分かりました。**
【クリティカルに考えることのよさを実感できた生徒】
○ただデータを読み取るだけでなく，**「もしも」という疑問をもつことが大切**だと感じました。更に**考えを深める力**がついたように思います。
○僕は最初，言葉で説明するつもりだったのですが，Ｉさんに「それおかしくない？」と指摘され，**間違いに気づくことができました。**
【根拠を明確にして筋道立てて説明することのよさを実感できた生徒】
○式やグラフを使うことで**根拠を明確に説明することができました。**通話時間やデータ使用量をどこまで抑えれば更に安くなるかも考えられました。
○班で活動するとそれぞれ違った説明をしていました。それぞれの人のオススメのプランが分かりました。僕はグラフと式を組み合わせましたが，**筋道立てて説明できました。**
【多様な見方や考え方にふれ，自己の思考を広げることができた生徒】
○いろいろな人のオススメポイントが聞けてよかったです。視点がみんなそれぞれ違うので，**こんな考え方もあるのかと自分の考えを深めることができました。**
○他の人の意見を聞くと**自分とは違った新しい考え**があって面白かったです。これからも一次関数など数学で勉強したことを**普段の生活に活かしたいです。**

これらの記述から，本研究によりクリティカルに考えることのよさや根拠を明確にして筋道立てて説明することのよさを実感できた生徒もいることが分かる。このような生徒の気付きを全体で共有させ，普及させていくことが今後の課題である。

４　成果（○）と課題（▲）

○日常生活の中に潜む疑問を数学化した教材や，生徒が直感的にもつ先入観を活かした教材を基にパフォーマンス課題を設定したことは，生徒の課題追究への意欲化に有効であった。
○自他の考えの根拠が明確かどうかを，全員が振り返り吟味する場を設定したことは，クリティカルに考えることのよさや根拠を明確にして筋道立てて説明することのよさを実感させることにつながった。
▲自力解決できていない生徒に対して学力保障と学習意欲の持続化を図る手立てが必要である。
▲クリティカルに考えることのよさを全員が実感できるよう実践を継続する必要がある。
▲ルーブリックを更に見直し，より客観性のある評価指標へと修正していく必要がある。

参考文献

西岡加名恵（2008）「『逆向き設計』で確かな学力を保障する」明治図書
愛知教育大学附属名古屋中学校数学科（2016）「数学的リテラシーを育む数学科の授業―批判的思考を用いる活動を通して―」学校ホームページ

第３章　おわりに

本年次，新たな研究主題「解決の過程や結果を振り返って修正・改善する力の育成」の下，研究・実践を進めてきた。初年次ということもあり，成果だけでなく，たくさんの課題が明らかになったということは，我々にとって大きな収穫であった。今後追究すべき課題として，次の３点が挙げられる。

○論理的に思考し表現する力を活用して課題を追究する学習過程の設定
○パフォーマンス課題の開発
○客観性・妥当性のあるルーブリックの作成

以下に，それぞれの課題について詳細を記す。

１　論理的に思考し表現する力を活用して課題を追究する学習過程の設定

研究（その１）（その２）では，問題解決の方針や方法，解決する上で必要な根拠となる事柄等について，筋道立てて説明する力を高めることを目指した。実践の結果，自分の考えを整理して表現させるために「問答ゲーム」を取り入れたり，問題解決の過程を振り返り修正・改善したことを記述する「まとめノート」を作成させたり，ジグソー学習を通して全員が説明し伝え合うことができる場を設定したりしたことは，一定の効果があった。しかし，課題学習や日常生活の事象のように，自らが課題を見いだし，構想を立て，多様な見方や考え方を駆使して追究することが求められる場面では，筋道立てて説明する力を主体的に発揮できているとは言い難い。

また研究（その３）では，クリティカル（批判的）に考える態度の育成を目指した。生徒はクリティカルに考えることの必要性は認識しており，自分の考えをクリティカルに振り返ることもできている。今後は他者の考えをクリティカルに吟味する意識を高めていくことが必要である。

上記の指導の工夫を継続するとともに，全ての生徒が論理的に思考し表現する力を活用することのよさを実感できる学習過程を設定することが大切である。

２　パフォーマンス課題の開発

論理的に思考し表現する力はペーパーテストだけではその高まりを的確に見取ることができない。しかし，パフォーマンス課題を導入することで，解決できたかできなかったかという結果だけでなく，解決に至るまでの過程も見取ることができた。生徒の興味・関心をひく教材や日常生活を数学化した教材，生徒が直感的に抱く先入観を活かした教材等を題材として扱うことで，生徒は自身が見いだした課題を解決するために，知識やスキルを応用・総合して活用しながら追究しようとする意欲をもつことができた。本年次は一部の単元でしかパフォーマンス課題を設定することができていない。来年次は他の単元においてもパフォーマンス課題を設定することが適切かどうかを見極め，新たな課題を開発していきたい。

３　客観性・妥当性のあるルーブリックの作成

パフォーマンス課題では，様々な知識やスキルを応用・総合して活用する姿を評価しなければならない。そこで，本研究では評価の指標としてルーブリックを用いた。本年次は，仮説として予備的ルーブリックを設定し実践したが，課題を実施した後のパフォーマンスの事例を用いた記述語の修正・改善が十分できなかった。本年次の実践で得られた事例やレポート等の資料を蓄積し，来年次のルーブリック作成に活かす必要がある。

今後も生徒の姿が本校の望ましい生徒像に近づいていくよう研究･実践を積み重ねていきたい。