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　宇都宮憲二，冨永　剛志，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

今の生徒たちが社会で活躍する頃には，世界は今以上に予測困難な時代を迎えていると予想されている。生徒たち一人一人に持続可能な社会を支える資質・能力を育てることが我々教師の使命である。昨年次，数学科で育てたい資質・能力を「解決の過程や結果を振り返って修正・改善する力」と定め研究を行った。その結果，**表１**に示すような成果と課題が得られた。

表１　昨年次研究（１年次）の成果と課題

成果	○「問答ゲーム」「まとめノート」「ジグソー学習」などの手立ては，自分の考えを筋道立てて説明する力を高めることに有効であった。 ○パフォーマンス課題を構想する際に，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生かした教材等を題材として扱うことで，生徒が主体的に取り組める課題を設定することができた。
課題	●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・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ない。 ●すべ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良さを実感することができる学習展開を検討する必要がある。 ●クリティカルシンキング（批判的思考）を用いて，自分だけでなく他者の考えを吟味しようとする態度を育てることが必要である。 ●新たなパフォーマンス課題を開発する。 ●客観性・妥当性のあるルーブリックを設定する。

生徒たちには，持続可能な社会の実現に向け，正解のない，答えが１つに定まらない諸課題に対して，誰とでも協力して創造的によりよく問題を解決していく思考とプロセスが必要である。それには，まずは個人が論理的に思考し，それを互いに的確に表現し合うことが必要不可欠である。数学科では元来，論理的に考察し表現する学習活動を重視しており，教科の特性を生かした指導を提案したい。

今年次は，「解決の過程や結果を振り返って修正・改善する力の育成」を目指し，数学科３名がそれぞれの視点で研究テーマを設定し，論理的に思考し表現する学び合いを構想し実践した。それぞれが，どのような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

実践者	研究テーマ	論理的に思考し表現する学び合い
宇都宮憲二	生徒全員が対話を通して自分なりに考えを見直し，理解を深めていくような学びを引き起こす授業の創造　―「知的構成型ジクソー法」による授業実践を通して―	知識構成型ジグソー法による学び合い
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　―事象と数学のつながりを意識した学習を通して―	問答ゲームを用いた，問題の本質である要素を捉える学び合い
山本　泰久	問題やその解決を振り返り，妥当性・一般性・発展性を追求する態度が育つ数学科授業の展開　―「クリティカルシンキング（批判的思考）でつながる学び合い」を通して―	クリティカルシンキングでつながる学び合い

第２章　研究の実際

研究（その１）

生徒全員が対話を通して自分なりに考えを見直し，理解を深めていくような学びを引き起こす授業の創造

－「知識構成型ジグソー法」による授業の実践を通して－

（実践者）宇都宮憲二

１　研究テーマ設定の理由

本校数学科では，ＥＳＤの視点に立った学習指導の目標として「解決の過程や結果を振り返って修正・改善していく力の育成」を掲げている。その具現化に向けて，個人研究テーマを上記のように設定した。「知識構成型ジグソー法」という授業手法は，個の思考活動を組み合わせ協働的に課題解決していく力，解決過程を分かりやすく説明する力，他者の説明を聞いて修正・改善を加え，自分の考えをさらによりよいものにしようとする力を高めることができ，本校数学科の考える持続可能な社会を支える資質・能力の育成につながるものである。また，授業では，一人一人に活躍の場が与えられ，仲間との対話を通して，答えを自ら創り上げていくことは，全員が学ぶ主体となり（主体的），共に答えを創り上げ（対話的），期待するゴールに向かって学びを深める（深い学び）三要素を含むものであり，次期学習指導要領の改訂で求められている「主体的・対話的で深い学び」の実現に沿うものである。以上により，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)　逆向き設計テンプレートを活用した授業デザイン

(3)　自らの考えを論理的に表現し，説明する力を伸ばすための工夫

(4)　「知識構成型ジグソー法」による指導の実際　第３学年「平方根」

３　研究の実際

(1)　生徒の実態把握

生徒は昨年度より，「知識構成型ジグソー法」を取り入れた授業を定期的に行っている。そこでの実態調査（評価については生徒同士の相互評価や個人評価によるものである）では，「論理的に思考し表現できるようになった（Ｂ評価以上）」が73％から89％になり，「数学的な見方や考え方をより発揮できるようになった（Ｂ評価以上）」が64％から81％となり，協働的な授業を重ねるにつれて，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。数学的な表現を用いて論理的に説明し伝え合うという数学的活動を展開するための前提として，生徒一人一人が自分の考えや意見を持ち，ある程度自分なりに整理できている状態をつくり出すことが必要であり，他者に伝えるべき考えや意見を持っていなければ，説明し伝え合う活動を成り立たせることは難しい。そのためにも個人思考の時間をしっかりと確保しつつ，さらに「主体的・対話的で深い学び」が実現できるような授業実践に努めていきたい。

(2)　逆向き設計テンプレートを活用した授業デザイン

授業をデザインしていく際には，これまでの学習の流れを踏まえて，生徒にとって取り組みがいのあるメインの課題やエキスパート活動の課題はどのようなものがよいかを生徒の実態から考える必要がある。そのためには「本時の学習と前後のつながり」において，生徒が何を学んできたか，本時の段階でどんな知識が使えそうかという視点から整理しておかねばならない。本時の課題に対してどんな答えを出してくれれば，永続的な理解につながるのか，本時だけでなく一連の学習で目指すゴールを意識していく必要があるため，以下に示す逆向き設計テンプレート（**資料１**）を作成し，授業の構成を行った。

研究主題を具現化するための指導計画

教科領域名　数学　　指導者　宇都宮憲二

(a) 研究テーマ（育成したい持続可能な社会を支える資質・能力）
解決の過程や結果を振り返って修正・改善する力の育成

(b) 教科領域で育成すべき「論理的に思考し表現する力」
数学的な表現を用いて，課題解決の仕方や推論の過程を論理的に説明する力

単元名：平方根（３年）時数：全15時間　　実施時期　７月上旬

第１段階：求められている結果

本単元（１学期）における設定されている目標：　【G】goal

(a) **研究テーマに対して**：協働的な学びの中で，他者の考えに共感したり，比較したりすることで，それを自分の考えの表現に取り入れ，よりよいものに修正・改善できる。

(b) **「論理的に思考し表現する力」に対して**：数学的な表現を用いて，課題解決の仕方や推論の過程を論理的に説明することができる。

永続的な理解　【U】understanding

有理数では表すことのできない数が存在することを理解し，平方根を使うと表せなかった数量が正確に表せたり，近似値を使うと有理数で表すことができたり，有理数と無理数を同じように扱うことができる。

本質的な問い　【Q】questions

有理数で表すことのできない数量を表すにはどうすればよいか。

生徒は次のことを知る　【K】knowledge

- 平方根の必要性と意味
- 数の平方根を含む式の計算の仕方
- 平方根を用いて表したり処理したりすること
- 日常生活の問題解決の場面で平方根を利用すること

生徒は次のことができるようになる　【S】skills(a)

(a)について

解決することがらを，見通しを立ててさらに追究したり，振り返って説明する活動を行うことで，数学的な思考力や表現力が向上する。

生徒は次のことができるようになる　【S】skills(b)

(b)について

- 数学的な表現を用いて，課題解決の仕方や推論の過程を説明することができるようになる。
- 言語技術教育のスキルを用いて，自分の考えを論理的に他者に説明することができるようになる。

第２段階：評価のための証拠

【パフォーマンス課題】

「直径５cmの円の中に４枚の１円硬貨（直径２cm）を重ならないように入れることは可能か，可能でないか。」を判断し，その根拠を示すレポートを作成しなさい。

(a)に対して　【T】tasks(a)

○パフォーマンス課題で作成したレポートの記述
相手に分かりやすく説明したり，表現したりするために数学用語を使用したり，図，式，表などを効果的に活用したりしている。

○レポート発表会でのスピーチ
他者の考え方や表現の仕方にふれながら，自分の考えをよりよいものに修正・改善している。

他の根拠　【OE】other evidence(a)

- 小集団の観察
- 自己評価
- アンケートにおける記述

(b)に対して　【T】tasks(b)

○パフォーマンス課題で作成したレポートの記述やレポート発表会でのスピーチ

- 平方根を用いて，数を表したり処理したりすることで平方根を使うことのよさを見出している。
- 平方根を利用して具体的な数量を表す活動を通して，根号を含む数を身近に感じ，近似値を用いてその大きさを実感することができる。

他の根拠　【OE】other evidence(b)

- 小集団の観察
- 相互評価表
- スピーチの記録（ＩＣレコーダーで録音）
- アンケートにおける記述

第３段階　学習計画

１平方根を使って，いろいろな正方形の１辺の長さを表すことを通して，平方根の意味を考える。
２数の平方根を用いて，身の回りの様々な事象を表したり，数の平方根の大小関係を不等号を用いて表したりできる。
３数の平方根の必要性や有理数と無理数の意味を理解する。
４平方根の乗除の計算の仕方を理解し，計算を行うことができる。
５平方根の加減の計算の仕方を理解し，計算を行うことができる。
６平方根の四則計算の仕方を既習の計算と関連付けて考え，平方根を含む式の四則計算ができる。
７平方根を用いて表したり処理したりした結果を基にして，具体的な場面で数量やその関係について考えることができる。
８平方根を用いると，具体的な場面で数を用いて表したり処理したりする範囲が広がることを理解する。
９パフォーマンス課題とレポート発表会

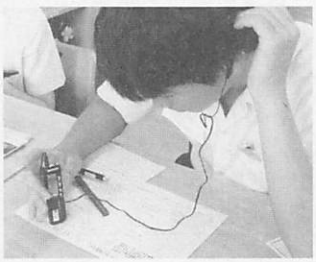
資料１　単元「平方根」の逆向き設計テンプレート

⑶　自らの考えを論理的に表現し，説明する力を伸ばすための工夫

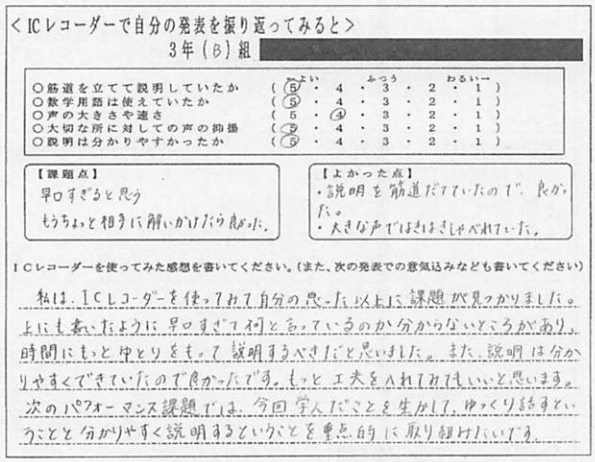
持続可能な社会を支える資質・能力の育成に欠かせない論理的な思考力や表現力を高めるため，日々の授業の中で定期的に，根拠や考え方を表現する場を設けた。自分なりの表現から筋道を立てた説得力のある表現へと高めるために，ジグソー学習では，エキスパート活動の中でも，説明の仕方をお互い考え合い，よりレベルの高い説明の仕方をするにはどうすればよいかを話し合う場を設定した。その際，右の３点を特に大切にして指導した。授業後の生徒の相互評価の中でも「相手に分かりやすい説明であったか」の評価が向上してきた。また，ジグソー班の活動やパフォーマンス課題のレポート発表の場面では，生徒が常に上手く発表できるとは限らない。できたという結果だけでなく，どのように考えたのか，解決に至らなくても，諦めず最後まで取り組んだことなどを発表するように指導した。

よりよい説明にするために
①解決の方法や手順
②その方法や手順で解決しようとした理由
③その方法や手順が正しいことの理由

さらにＩＣレコーダーを利用し，自分の説明を録音し，その後，それを聞き返すことで自分の説明方法を振り返る場を設けた（**資料２**）。説明の途中のどこでつまずいたか，どこが上手くいかなかったのか，どうすれば相手に上手く伝えることができたかを生徒自身で振り返り，考え，評価・改善できるようにしたいと考えた。生徒にとって普段は自分の声を聞くという経験が少ないため，驚きや発見がたくさんあった。



ＩＣレコーダーで自分の説明を振り返る



資料２　振り返りシート

⑷　「知識構成型ジグソー法」による指導の実際　～第３学年　平方根（12/15時間）～

㋐　主　題　丸太からとれる角材は？

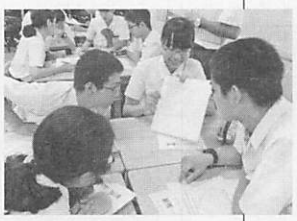
㋑　ねらい

○平方根を利用して具体的な数量を表す活動を通して，根号を含む数を身近に感じるとともに，近似値を用いてその大きさを実感することができる。

○協働的な活動を通して，自分なりに考えを見直し，理解を深め，さらによりよいものに修正・改善することができる。

㋒　展　開

学習活動（形態）	時間	○教師の働きかけ・予想される生徒の反応	○指導の工夫　◇評価（方法）
1　本時の学習課題を確認し，それぞれの予想で解く。 （全体）→（個人）	5	（問題）直径20cmの丸太から，切り口ができるだけ大きな正方形になるように角材を切り出したときの正方形の１辺の長さを求め，その求め方を説明しよう。 	
2　エキスパート活動で課題を追究する。	15	○それぞれのエキスパート課題に取り組み，その後のジグソー活動で解き方などを説明できるようにしよう。	○ジグソー班は生活班の４人×10班。その中でエキスパート課題を４つ提示

（エキスパート班）  エキスパート活動の様子		（エキスパートⅠ） **「丸太からできるだけ大きい正方形を作るには」**丸太から切り口が最も大きい正方形を作るにはどう考えればよいか。 （エキスパートⅡ） **「１辺の長さが分からない正方形の面積を求めるには」**方眼用紙上に正方形を作ったとき，１辺の長さが分からない正方形の面積を求めるには，どう考えればよいか。 （エキスパートⅢ） **「正方形の面積から１辺の長さを求めるには」**正方形の面積から１辺の長さを求めるにはどう考えればよいか。 （エキスパートⅣ） **「電卓を使わずに平方根の近似値を求めるには」**１つの平方根の近似値が分かっている時，その値を用いて，他の平方根の近似値を求めるにはどう考えればよいか。	し，エキスパート班を４班つくった。エキスパート課題の選定方法は自分が挑戦したい課題を自由に選ばせた。 **○エキスパート班の中で自分たちが考えたことをジグソー班の中で責任をもって伝えられるように，説明の仕方をワークシートに記入させた。** ○分からない場合は，どの部分が分からないか整理させて，ジグソー班で相談してもいいことを伝えた。
3　ジグソー活動で課題を解決する。（ジグソー班）  ジグソー活動の様子	15	○エキスパート班で考えたことを説明した後，ジグソー班で協力しながら，課題を解決しよう。 ［解決の手順］ (1)　できるだけ大きい角材（正方形）とは，丸太の直径を対角線にした正方形であることに気付く。 (2)　その正方形の１辺の長さを求めるためには，その正方形の面積が分かればよいことに気付く。 (3)　その正方形の面積を求めるには，ひし形の公式を使い，対角線から面積を求めればよいことに気付く。	○答えを導く過程に重点をおくために，答えだけでなく，解決の仕方をまとめさせた。 ◇エキスパート活動の中で身に付けた様々な知識が，ジグソー活動を通してつながり，さらによりよいものとなり自身の中に落とし込まれている。（観察・ホワイトボード）
4　クロストークで各ジグソー班が解決した課題の方法を共有する。（小集団）	10	○各班で話し合ったことや話題になったことなどをクロストークで紹介しながら，解決の方法を発表し合おう。発表を聞く側は，メモを取ったり，質問したりしてみよう。	**○クロストークを通して自分なりに考えを見直し，理解を深め，さらによりよいものに修正・改善することができるように自分の考えと同じ部分や違う部分を意識させた。**
5　本時の学習内容を振り返る。（個人）  クロストークの様子	5	○もう一度，個人で課題を解決してみよう。また，今日の授業の中で，どのように考えたことが良かったか，感想も書こう。 • 平方根を使うと正方形の１辺の長さなど今まで表せなかった数を表すことができて便利だ。 • 友達の考えや説明に耳を傾けると新しい発見や学びがあるのが分かった。	◇授業の最初の考えと比べ，よりよく修正・改善が加えられ，近似値を用いて，その大きさを実感することで，平方根を利用することのよさを感じている。（ワークシート）

単元末に行ったパフォーマンス課題の生徒のレポート

単元終了時には，パフォーマンス課題を位置付け，生徒の達成状況を見取ることにした。既習の知識や技能を使いながらレポートを作成させ，その後，グループ内でレポート発表を行った。考えの方法やその根拠について，筋道を立てて相手に分かりやすく伝えようとしていた。

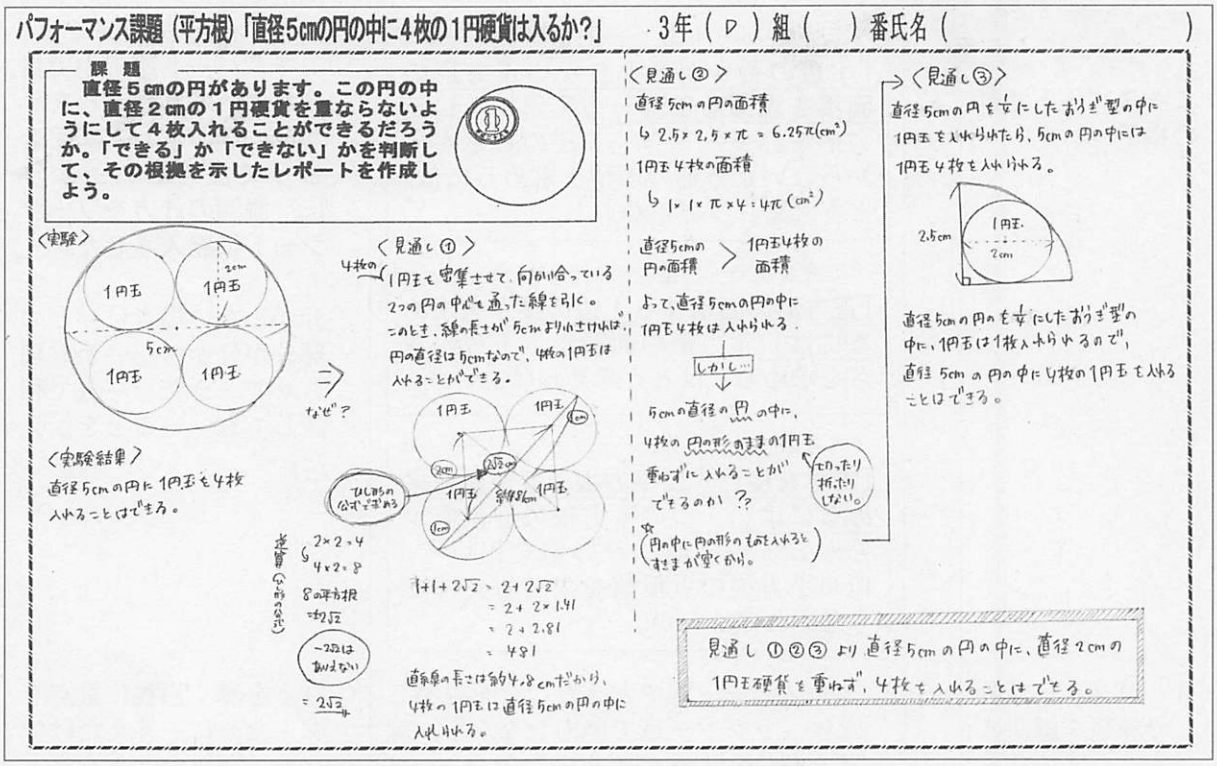


図１　生徒が作成したパフォーマンス課題のレポート

ルーブリックは昨年度より，縦軸に「表現力」，横軸に「数学的な見方や考え方」をとった二次元型のものを使用している。（**資料３**）ルーブリックは生徒の目指す姿である。そのため生徒には課題を解決する前の段階からあらかじめ提示し，ルーブリックの内容を意識し学習活動に取り組ませる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を高めたいと考えた。

パフォーマンス課題（3年平方根）「直径5cmの円の中に1円硬貨4枚は入るか？」ルーブリック

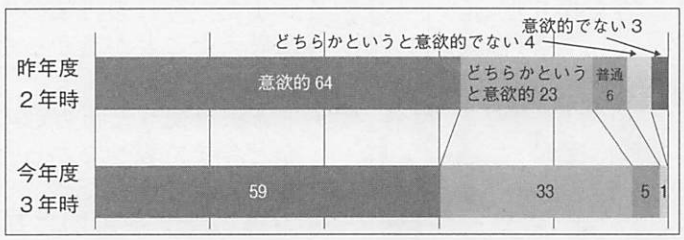
グループ活動における表現力 ＼ 数学的な見方や考え方	A	B	C
A 数学用語を使って、筋道を立てながら、みんなが納得できるように分かりやすく説明できる。	1円硬貨4枚をつなげた長さ（最大部分）が円の直径5cmよりも短くなることを具体的な数値を出して説明できている。	1円硬貨4枚をつなげた長さ（最大部分）が円の直径5cmよりも短くなることを説明できている。	数学的に解決する方法が見い出せない。（答えまでたどり着いていない）
B 自分の作成したレポートを自分の力で一通り説明できる。			
C 友だちや先生の助けを借りながら、自分の考えをみんなに伝えることができる。			

資料３　パフォーマンス評価のルーブリック

４　研究の成果と課題及び考察

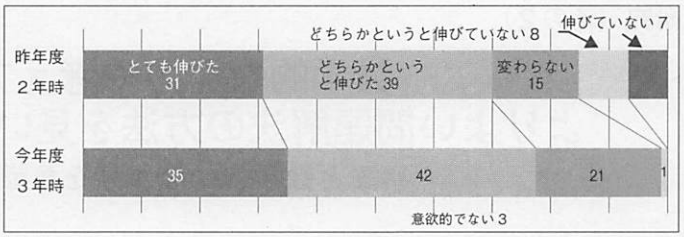
(1)　知識構成型ジグソー法を取り入れた学習について（生徒アンケート結果〈３年生78人〉より）

昨年度と同じ質問内容のアンケートを行い，比較した。**資料４**では授業内容が次第に難しくなっているためか，「意欲的」の項目で若干数値が下がっているが，「意欲的」「どちらかというと意欲的」の合計では，前年度の数値を上回ることができた。また，「どちらかというと意欲的でない」「意欲的でない」の項目が大きく減少した。**資料５**，**資料６**でも，同じような結果

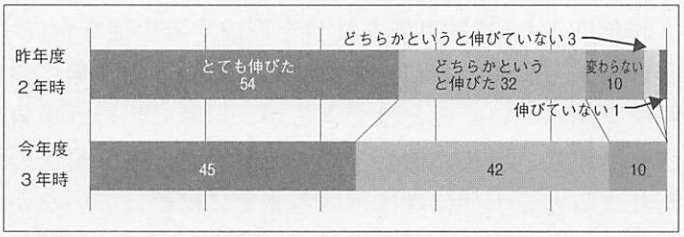


資料４　ジグソー学習は意欲的に行えていますか

となり，「伸びていない」の項目を選んだ生徒が一人も見られなかった。「知識構成型ジグソー法」という授業の型を使うことで，生徒全員が他者との対話を通じて，理解を深めたり，論理的に説明する力を身に付けたりすることができた。また「他者の説明を聞くことで自分の説明に変化があったか」の項目では85％の生徒が「伸びた」と答えていることからエキスパート学習やクロストークを通して，授業の最初に表現できた考えより，授業の最後に表現できるようになった考えの方が良くなったとの自覚につながったのだと考える。



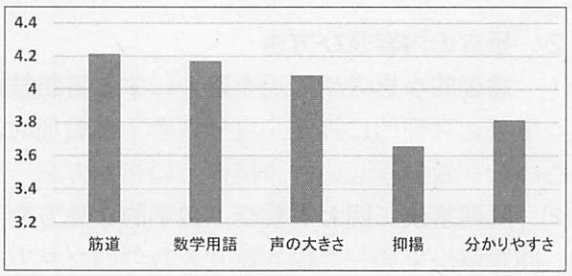
資料５　ジグソー学習で「説明する力」は伸びましたか



資料６　ジグソー学習で「数学の力」は伸びましたか

(2)　ＩＣレコーダーを活用した自らの説明の仕方の振り返り

資料７では，おおむね生徒は自分の発表がきちんと数学用語などを使って論理的に筋道立てて行われていると考えていることが分かる。しかし，「抑揚」「分かりやすさ」の項目で数値が少ないことから，大切な所を強調するなど，聞き手の気持ちを考えながら発表ができなかったり，相手へ正確に伝えたいことが伝わったかどうか自信がもてない生徒が多いことが分かる。



資料７　自分の発表の仕方の自己評価（５段階評価）

【良かった点】	【課題点】
○数学用語が効果的に使えていた。	●すべてを説明しようと早口になっていた。
○１つ１つ丁寧に説明できていた。	●重要な部分をもっと強調して説明するとメリハリのある発表になると思った。
○全体の流れを意識して説明することができた。	●自分の言いたいことが上手く言えていなかった。
○発表原稿などを使わず，自分のレポートだけを見てきちんと説明できていてとても驚いた。	●緊張して順番が行ったり来たりする所があったので，もっと筋道を立てて説明すればよかった。
○自分では早口だと思ったが，録音を聞いてみるとちょうどよいスピードであった。	●「えっと…」や「あー」などが多かった。

資料８　ＩＣレコーダーを活用した自らの説明の仕方の【よかった点】と【課題点】

(3)　今後の研究に向けて

「知識構成型ジグソー法」は，それぞれの部品を組み合わせたり，多くの思考を共有したりすることでよりよい答えを作りあげていく学習である。こうした学習をデザインするためにも，答えがよりよくなる具体的なイメージを準備しておく必要がある。今後も逆向き設計テンプレートなどを活用し，課題とゴールの設定から授業を作っていきたい。知識を主体的に見直し，他者との対話を通して，つなぐ機会を設定することによって，その知識は単元を超えて様々な既習事項と結び付き，生徒の中に落とし込まれていくだろう。さらなる研究に向けて精進していきたい。

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
飯窪真也，齋藤萌木，白水始（2017）「知識構成型ジグソー法による数学授業」明治図書

研究（その２）

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

ー事象と数学のつながりを意識した学習を通してー

（実践者）冨永　剛志

１　研究テーマ設定の理由

昨年度より，持続可能な社会を形成する生徒を育成するために上記の主題で研究を進めてきた。その成果と課題として，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，以降に出合う事象について，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かった。

そこで今年度は，問題把握の場面において，論理的に思考し表現する学び合いを通して，数学的な見方や考え方に着目して事象を数理的に捉えさせることで，生徒はよりよく事象と数学をつなげて問題解決の方法を見いだしていくことができると考え，サブテーマ「事象と数学のつながりを意識した学習を通して」を加えた本研究テーマを設定した。

２　研究の内容及び方法

(1)　論理的な思考や表現を豊かにする言語技術の在り方

事象を数理的に捉え，自分の考えを論理的に整理して表現し，筋道立った問題解決につなげるための「数学らしい言語技術」の在り方を，問題把握の場面における「問答ゲーム」から探る。

(2)　問題解決に関わる要素，数学的な見方や考え方に着目した振り返りとまとめ

問題解決を通した振り返りと数学的な見方や考え方をつなげてまとめる「まとめノート」を作成させることで，生徒が論理的な思考や表現を意識し，よりよく問題解決の方法を修正・改善していくことを価値として認識できるようにする。

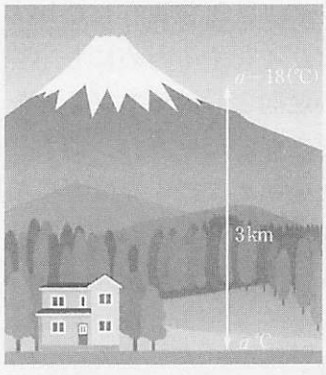
(3)　指導の実際　第２学年「図形の調べ方」

３　研究の実際

(1)　論理的な思考や表現を豊かにする言語技術の在り方

昨年度より全校で行ってきた，論理的に思考し表現するための「問答ゲーム」を，事象を数理的に捉える問題把握の場面で取り入れた。６Ｗ１Ｈ（いつ，どこで，誰が，何を，なぜ，何のために，どのように）を意識した把握，質問，自己内対話を行うことによって，問題の本質である重要な要素に着目できると考えたからである。

例えば，下の図のような，中学１年の「文字の式」における代入の問題について，絵から読み取れる状況を問答ゲームで明らかにした。



【出典：株式会社新興出版社啓林館「未来へひろがる数学１】

どこの場所ですか？→３kmより高い山で，雪がかかっているから，富士山です。

いつの季節のことですか？→木は緑だから，秋や冬ではない。山頂に雪があるから，夏ではない。だから，春です。

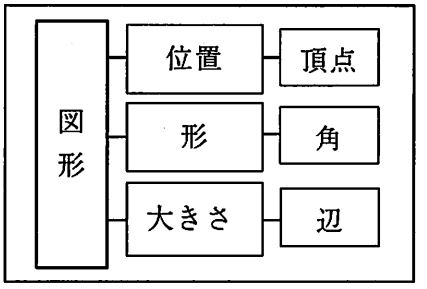
平地の気温は何度ですか？→３km上空を示す矢印の先が，ちょうど雪があるところとないところの境界にあるから，３km上空の気温が０℃だと考えられる。だから，０＋18＝18　平地の気温は18℃だと考えられる。

それは本当に正しいのですか？→aに18をあてはめたら，18－18＝０になるから，正しいです。

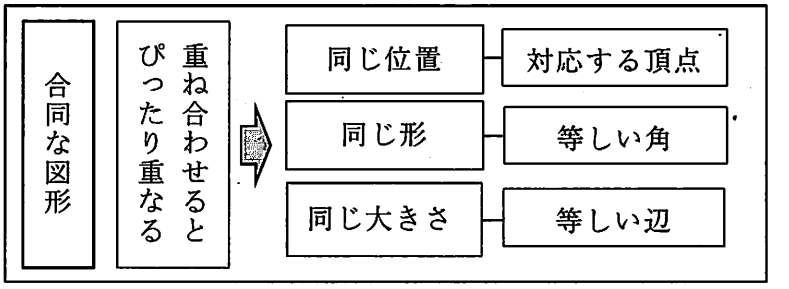
６Ｗ１Ｈを意識した問題場面の把握は，単にａにいろいろな値を代入する処理の学習から，問題を数理的に捉え，その問題を解決するために用いる知識や技能の学習として理解されていく。

上記のような取組を，２年「図形の調べ方」における問題把握の場面で行い，解決に必要な要素を見いだす学習を行った。学習を通して生徒は図形を把握する要素を下のように捉えた。

（問題を把握する要素）



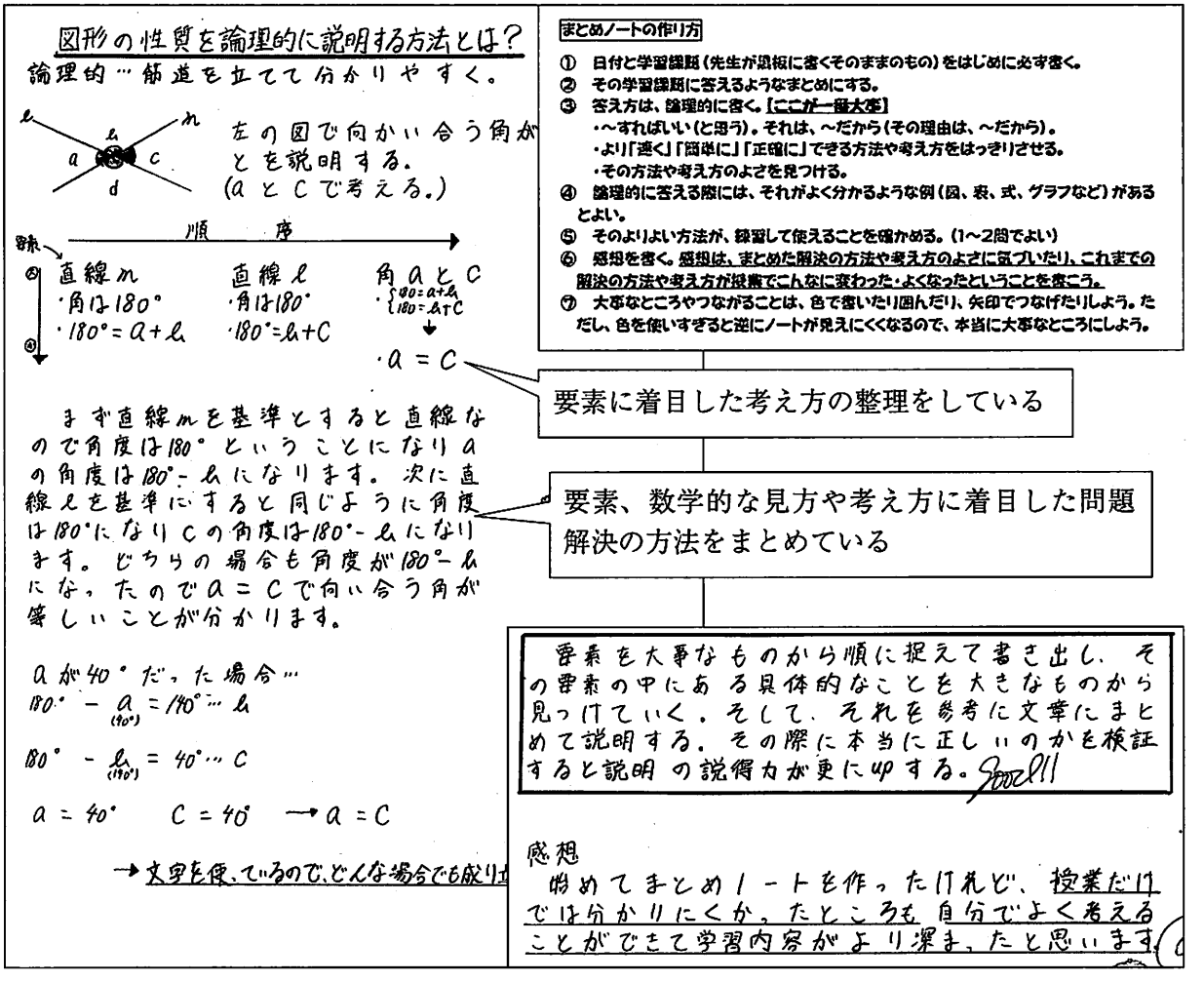
（「合同な図形」における要素の捉え）



これらの要素を基にして，生徒は図形の性質を説明する際に，「何に着目をして」「どのような方法で」解決していけばよいか見通しを立て，図形の性質を探っていった。

(2) 問題解決に関わる要素，数学的な見方や考え方に着目した振り返りとまとめ

家庭学習として，その日の学習内容のポイントをまとめることの他に，解決に関わる重要な要素や，できるようになったよりよい数学的な見方や考え方について振り返らせる「まとめノート」を作成させた。



資料１　まとめノートの作り方と生徒のまとめノート

(3) 指導の実際 【第２学年「図形の調べ方」におけるパフォーマンス課題】

(ア) 指導計画（「逆向き設計論」に基づく指導計画 ※一部抜粋）

研究主題を具現化するための指導計画

教科領域名　数学　　指導者　冨永剛志

単元名：図形の調べ方 （２年）　　時数：全13時間

実施時期：平成29年10月

第１段階：求められている結果

本単元（２学期）における設定されている目標： 【G】goalsl

(a) **研究テーマに対して：**
図形の性質について，図形の要素に着目しつつ，その性質を見いだしたり，論理的に証明することができる。また，論理的に証明する手順や手法について理解し，数学的な見方や考え方を利用して問題を解決することができる。

(b) **「論理的に思考し表現する力」に対して：**
数学的な表現を用いて，要素や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。

理解： 【U】understanding	**本質的な問い：** 【Q】questions
図形にひそむ性質は，その要素に着目して，いくつかの事例から共通点を見いだすことで明らかになる。また，その正しさは，根拠となる事柄から演繹的に一般性を証明することで保障され，新たな性質を証明する際の根拠となっていく。	図形にひそむ性質を見いだしたり，その正しさを証明するためにはどのような手法や手順を用いて進めていけばよいか。
生徒は次のことを知る 【K】knowledge	**生徒は次のことができるようになる** 【S】skills(a)
事象にひそむ性質を見いだし証明する際には，帰納・類推・演繹の考え方を活用して解決していくことが重要であり，数学的な表現を用いて簡潔に表現することは数学における問題解決の中核手順である。	(a)について 事象にひそむ性質を見いだしたり，その正しさを保障するために，帰納・類推・演繹の考え方を活用して解決に向かうこと。

生徒は次のことができるようになる 【S】skills(b)

(b)について

図形にひそむ要素に着目して問題を把握することで，問題解決に関わるより重要な要素を基に性質を明らかにしていくことができる。また，図に印を入れる等の証明を支える工夫を行い，より論理的な証明にすることができる。

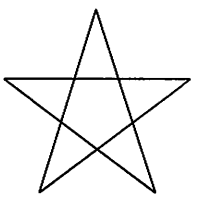
第２段階：評価のための証拠

【パフォーマンス課題】

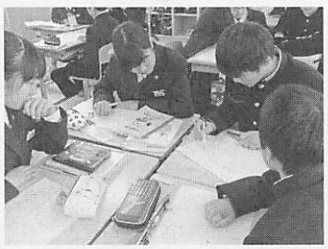
星形五角形の５つの角について，どんなことがいえるのか予想し，それがいつも成り立つことを説明しなさい。

(a)に対して 【T】tasks(a)	他の根拠 【OE】other evidence(a)
パフォーマンス課題における記述 ○いくつかの例から共通した図形の性質を予想することができている。 ○既習事項を根拠として，見いだした性質を演繹的に説明することができる。	• 小集団の観察 • 自己評価 • アンケートにおける記述
(b)に対して 【T】tasks(b)	**他の根拠** 【OE】other evidence(b)
パフォーマンス課題における記述 ○重要な要素を見いだし解決の方針を立てている。 ○方針に基づき，性質が成り立つ根拠を要素に着目しながら図や式，言葉を用いて説明することができている。 ○論理的に筋道立った説明から結論を示している。	問答ゲームにおける生徒の発言 小集団の観察 ワークシートの記述 ノート，まとめノートの記述 アンケートにおける評価・記述

(イ) 展　開（問題を把握し，解決の見通しを立てる場面を抜粋）

Ｔ教師の働きかけ　Ｓ生徒の反応	○指導の工夫　◇評価（方法）
学習課題：星形五角形の５つの角について、どんなことがいえるだろう？ Ｔ：図のような，「星形五角形」を見て，どんなことがいえますか？ Ｓ：今までの三角形，四角形，五角形とは形が違う。 Ｓ：まわりに三角形が５つあります。中に五角形があります。 Ｓ：５つのまわりの三角形の他に，大きな三角形も見えます。 Ｔ：５つの角について，どんなことがいえるかな。 Ｓ：それぞれ30°くらい。	

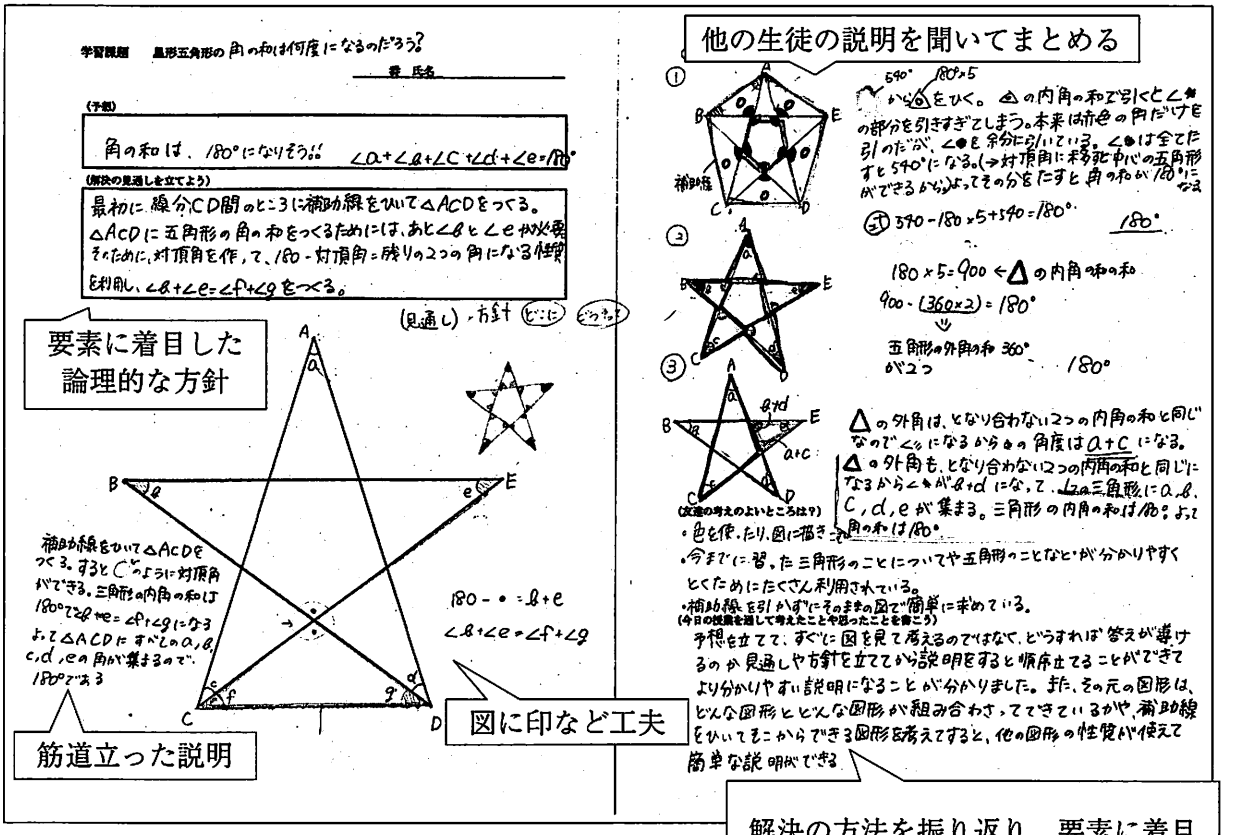
S：今まで和を求めてきたから……たしたら180°くらい。 T：それは本当かな。 S：分度器で測ったら，180°になりました。 T：それは，どんな星形五角形でもいえるのかな。調べてみよう。星形五角形の角の和が180°になることについて，班で問答ゲームを行い，問題を把握し，解決の見通しを立てよう。	○図形をじっくり観察させ，問題にひそむ要素を挙げさせた。
【問答ゲーム】 角の和とありますが，**どうやって**求めるのですか？（和の解釈） ○正星形五角形だったら，角が求まるから和が計算で求められます。 ○それは，いつもいえる方法にはならないよ。 ○図形だと，「和」というのは「集める」ことだから，どこかに集めます。 **どうやって**集めるのですか？（方法） ○三角形や五角形が見えるので，内角や外角の性質を使って角を移したり集めたりします。 ○平行線の性質を使って，錯角や同位角を用いて角を移して集めます。 180°は**どこ**にあるのですか？（要素の確認） ○180°というのは，三角形の内角の和と同じだから，三角形の中に角を集めるとよいと思います。 ○180°というのは，直線上にできる角だから，直線上に角を集めるとよいと思います。	**○問題を解決するために重要な要素は何かを明確にするために，班で問答ゲームを用いて話し合わせた。**
○解決の見通しをまとめると，「180°というのは三角形の内角の和や直線上の角で，和を求めるとは角を集めるということだから，５つの角を三角形や直線上に集めるとよいです。角を集めるには，三角形や多角形の内角・外角の性質などを用います。」 T：それぞれの方針で，どんな星形五角形でもいえることを説明してみよう。	◇重要な要素を見いだし解決の見通しを立てることができたか。 （観察・ワークシート）



※＿＿＿は，要素を見いだして解決の見通しを立てることができている部分

(ウ) ルーブリックによる評価（第２学年76人対象）

評価	記　述　語	結果(人)
A	問題の要素に着目して論理的に解決の方針を立てることができ，その方針に基づいて図や式，言葉を用いて筋道立った説明ができる。	48
B	問題の要素に着目して解決の方針を立てることができ，その方針に基づいて図や式，言葉を用いて説明ができる。	25
C	問題の要素を見つけることができず，解決の方針を立てることができない。	3

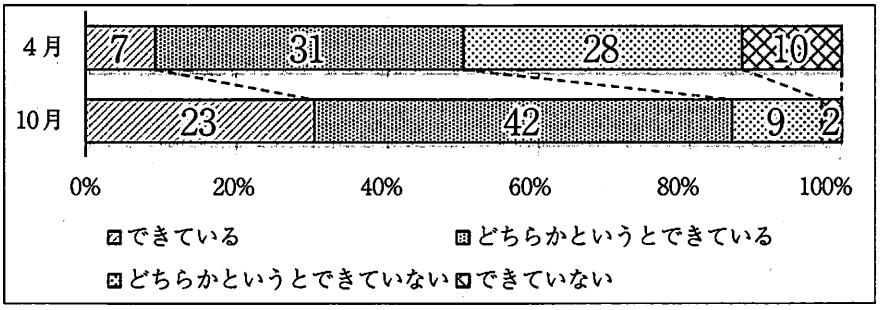


資料２　ルーブリック評価Ａの生徒のワークシート

(5)　考察

下のグラフは，第２学年79人に対して４月と10月に実施したアンケートについて比較したものである。(79人中有効回答76人)

○相手に論理的に（筋道をたてて，分かりやすく）伝えることができている



肯定的な評価が４月と比較して27人（35％）増加し，否定的な評価が11人（15％）に減少した。パフォーマンス課題においても，問題把握の場面において問答ゲームを通して要素を明らかにしたことで，要素を用いて説明を組み立てることができていた。パフォーマンス課題におけるルーブリックの評価においても，９割以上の生徒が要素や根拠を基に説明できていた。

また，アンケートにおける次の２項目の内容や，授業における問答ゲームでの生徒の観察から，問題場面を把握する際に有効であったと考えられる質問や要素の捉え方を抽出する。

① 場面を正しく捉えるための状況説明や問答ゲームを通して，論理的に考えたり表現したりすることができるようになったことはありますか。

- 「なぜ」「どのように」というところをあやふやにせずに明確にできるようになった。
- 図や表，分かっている情報の整理や大切な情報を見分けられるようになった。
- 最初に内容を整理して，筋道立てて解決できるようになった。
- 図形で読み取れる点について，どの部分に，どんな特徴があるのかを具体的に説明できるようになった。

② あなたは，授業において問題解決をしていくときに，どのような解決の仕方をしていますか。

- 土台から考えて（どのような考え方にするか）（視点を変えてみる）その考え方が実現可能か考えてから問題解決をする。
- 問題で聞かれていることを理解し，それに対してどのような考え方をすればいいか考えて答えを出す。
- まず，「どこが分かれば分かるのか」ということを見つけて，それが見つかったら，それは「どの方法を使うのか」を考える。
- 分かっている情報と分からない情報を明確にしてから，数学的な関係にあるものを見つけていく。

（効果があったと考えられる，主な質問や要素の捉え方）

○「問題で分かっていることは**何か**？」　→重要な要素や仮定，既習事項を明確にする。
○「問題で求めることは**何か**？」　→結論を明確にする。
○「図形でいうと，**どういうこと**なのか？」　→文章から図形における要素や意味に解釈し直す。
○「**どの部分**のことなのか？」　→解決につながる重要な要素を明確にする。
○「**なぜ**そういえるのか？」　→根拠を明らかにし，説明の筋道を立てる。
○「**どのように**解決するのか？」　→要素や根拠を手順に従って整理する。

つまり，問題把握の場面で，上記のような質問を意識した問答ゲームを行うことで，問題の要素や数学的な見方や考え方が明確になり，論理的な説明をしていくことができるのではないかと考える。

4　成果と課題（○は成果，●は課題）

○問題場面の把握において，要素に着目した問答ゲームを行うことは，事象を数理的に捉えることや，根拠を基に筋道立てて説明していく上で効果的な方法であるという示唆を得た。
○問答ゲームにおける質問には，問題における重要な要素を見いだすことや，数学的な見方や考え方の活用につながる有効なものがあることが分かった。
●問題にひそむ要素と数学的な見方や考え方の関連が明確でなく，効果の因果関係を十分に示すことができなかった。
●パフォーマンス課題が数学の内容に近く，身近にある問題の解決にこの取組が効果があることを示すまでには至っていない。
●まとめノートについてはこれからの取組を積み重ねて，その検証をしなくてはならない。

この取組はまだ途中段階であり，今後の研究において，課題に挙げた事項や，考察で得たことが本当に効果があるのかについて明らかにしていくことで，生徒がこれから出合うであろう様々な問題について，要素や数学的な見方や考え方を見いだし，解決の方法を修正・改善しながら，身に付けた問題解決の方法を活用して解決していけるようにしたい。

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
（2016）「資質・能力を育てるパフォーマンス評価」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
狩野みき（2013）「世界のエリートが学んできた『自分で考える力』の授業」日本実業出版社
（2013）「世界のエリートが学んできた自分の考えを『伝える力』の授業」日本実業出版社
株式会社新興出版社啓林館（2016）「未来へひろがる数学１」P62

研究（その３）

問題やその解決を振り返り，妥当性・一般性・発展性を追求する態度が育つ数学科授業の展開

－「クリティカルシンキング（批判的思考）でつながる学び合い」を通して－

（実践者）山本　泰久

１　研究テーマ設定の理由

グローバル化がさらに進展する未来において，持続可能な社会の担い手となる人材を輩出するために，本校数学科では，解決の過程や結果を振り返って修正・改善を加えながら“よりよさ”を追求していこうとする態度を重視している。本研究では，数学科で育てたい“よりよさ”を追求する態度を，**表１**に示す３つの視点で整理し研究を進めた。

表１　数学科で育てたい“よりよさ”を追求する態度

○結果が正しいか確かめる。簡潔な表現か，能率的な方法か考える。（妥当性）
○どのような場面でも適用できるか考える。（一般性）
○問題の条件を変えて発展できないか考える。（発展性）

永田（2017）は「数学的な問題を解決する過程では，数学的な結果が得られたところで終わるのではなく，**問題解決の過程や結果を意識的に振り返り，必要に応じて，評価・改善しようとする態度**が大切である。その際には，**協同的な活動を通して，生徒同士の多様な考えを認め合うことも重要**である。」と述べており，妥当性・一般性・発展性を追求する態度を育てるためには，自分の考えを個人で振り返るだけでなく，集団で多様な考えを比較・検討する学び合いが必要だと考えた。集団で考えを比較・検討する際には，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態度，つまりクリティカルシンキング（批判的思考）を大切にさせたい。クリティカルシンキングは，協働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。

本研究では，クリティカルシンキングを使って生徒同士が多様な考えを比較・検討しながら学び合う場を創り出すことで，妥当性・一般性・発展性の意義を実感し追求する態度を育てることができ，その積み重ねが「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)　**先行研究の分析**
(2)　**実態調査**
(3)　**妥当性・一般性・発展性を追求する態度が育つ授業の構想**
(4)　**検証授業**
(5)　**考察**

３　研究の実際

(1)　先行研究の分析

ア　「クリティカルシンキング」について

楠見（2011）は，「批判的思考のスキルを持っていても，**批判的思考の態度が備わっていなければ，適切に発揮はできない。**」と述べており，批判的思考態度を測定する方法として，「批判的思考態度テスト」を用いている。このテストは，**表２**に示す４つの因子で構成されている。

表２　批判的思考態度テストの４因子

○**論理的思考への自覚**…自分がどの程度論理的に考えようとしているか。 ○**探求心**…さまざまな多面的な情報や考え方を求めているか。 ○**客観性**…主観にとらわれず，客観的に，またはさまざまな立場から物事を考えようとしているか。 ○**証拠の重視**…判断の根拠として，証拠を重視しようとしているか。

楠見は，これら４因子に関する計33項目の質問を設定し，調査を行った。また，批判的思考態度テストの留意点として「テストを実施することで，**学生の力を把握し，その学生たちに適した教育方法や内容を考えたり，授業改善につなげたりすることや，学生自身にもフィードバックを与えることが重要**である。」と述べている。批判的思考態度テストは，その点数を高めることを目的とするのではなく，生徒の実態を把握するために活用されるものである。

イ　「学び合い」について

古藤（1992）は，教師が有効性を優先し過ぎたり，意図した結論へ導くことを急ぎ過ぎたりすることで，子ども自身の手でよりよい考えを追求していこうとしなくなってしまうことを危惧し，子どもたち同士の学び合いによる学習を重視している。その方策として，学び合いを「①妥当性の検討（理解の場）」「②有効性･関連性の検討（比較の場）」「③解決方法の選択（選択の場）」の３つのステップに分けて行うことを提唱している。さらに，古藤は学び合いを３つのステップに分けて行うことで，「単に数学的な見方・考え方や知識・技能を高めるだけではなく，**思考の仕方そのものを指導すること**にもなると考える。」と述べており，学習過程で用いた思考方法を汎用性のある知識として身に付けさせ，他の場面でも活用できるようにすることが大切である。

(2)　実態調査

２年生77名を対象に，批判的思考態度テストを行った。質問項目は生徒の実態等に合わせて15項目に選定した。質問項目と結果を**表３**に示す。

表３　批判的思考態度テストの結果

質　問　項　目	項目別	因子別
1　論理的思考への自覚		
(1)　複雑な問題について順序立てて考えることが得意だ。	76.3	76.4
(2)　考えをまとめることが得意だ。	77.6	
(3)　誰もが納得できるような説明をすることができる。	72.7	
(4)　注意深く物事を調べることができる。	78.9	
2　探求心		
(5)　いろいろな考え方の人と接して多くを学びたい。	96.4	92.2
(6)　自分とは違う考え方の人に興味を持つ。	94.5	
(7)　役に立つかどうか分からないことでも，できる限りのことを学びたい。	90.9	
(8)　分からないことがあると質問したくなる。	87.0	
3　客観性		
(9)　いつも偏りのない判断をしようとする。	86.2	88.4
(10)　物事を決めるときには，客観的な態度を心がける。	88.3	
(11)　自分が無意識のうちに偏った見方をしていないか振り返るようにしている。	84.4	
(12)　たとえ意見が合わない人の話にも耳をかたむける。	94.8	
4　証拠の重視		
(13)　結論を出す場合，確かな証拠があるかどうかにこだわる。	90.6	88.7
(14)　判断をくだす場合，できるだけ多くの事実や証拠を調べる。	89.6	
(15)　どんなときでも，少しも疑わずに信じ込んだりはしない。	86.0	
総　合	86.3	

＊各質問項目について，（当てはまる）４・３・２・１（当てはまらない）の４段階で自己評価させた。
＊各質問項目の平均値（範囲は１～４点）を25倍し，100点満点で集計している。

総合結果は86.3ポイントとなり，全体的に批判的思考態度が高い傾向であることが分かった。特に「探求心」については，92.2ポイントと高い結果となっており，本校生徒は多様な考えを比較・検討することに対する意識が高いことが分かった。その反面，「論理的思考への自覚」については76.4ポイントとなり，他の因子と比べて低くなっており課題が見られた。今後は，考えたことを順序立てて整理してまとめたり，考えた過程を筋道立てて説明したりするなどの論理的に表現する活動を充実させる必要がある。

また，「論理的思考への自覚」を除く他の３つの因子の結果を項目別に比較すると，「(11)自分が無意識のうちに偏った見方をしていないか振り返るようにしている」という項目については84.4ポイントと低くなっていた。今後は振り返りの機会を意図的に設定したり，振り返りの視点を明確化させたりするなど，振り返りを習慣化させる手立てが必要である。

(3) 妥当性・一般性・発展性を追求する態度が育つ授業の構想

ア クリティカルシンキングでつながる学び合い

上述の(1)**先行研究の分析**や(2)**実態調査**を参考にし，本研究では生徒同士がクリティカルシンキングを使って妥当性・一般性・発展性を追求する態度を育てる学び合いを，**表４**に示す３つの場面で構想した。本研究では，このようにクリティカルシンキングを使って生徒同士が考えを練り合いながらよりよい答えを見いだしていく授業展開を「クリティカルシンキングでつながる学び合い」と称し，それぞれの場面における指導の工夫を講じた。

表４　妥当性・一般性・発展性を追求する態度を育てる授業の構想

①理解の場…考えたことを論理的に説明し合い，妥当性を検討する場 ②比較の場…多様な考えを比較し合い，一般性，発展性について吟味する場 ③振り返りの場…良いと思う考えを自分なりに選択し，その考えの良さを振り返る場

イ クリティカルシンキングでつながる学び合いの工夫

(ア) 理解の場・比較の場の工夫

本校生徒の課題である「論理的思考への自覚」を改善するために，考えたことを順序立てて整理してまとめたり，考えた過程を筋道立てて説明したりするなどの論理的に表現する活動を重視した。個人だけでなく，小集団や学級全体で話し合う場を設定し，協働しながら解決を目指すことで，クリティカルシンキングの必要性や良さを実感させることができると考えた。妥当性を検討する際には「数学的に正しいか」「根拠が省略されていないか」「筋道立った（整理された）説明になっているか」という３つの視点を与え，目的意識を持って吟味させた。

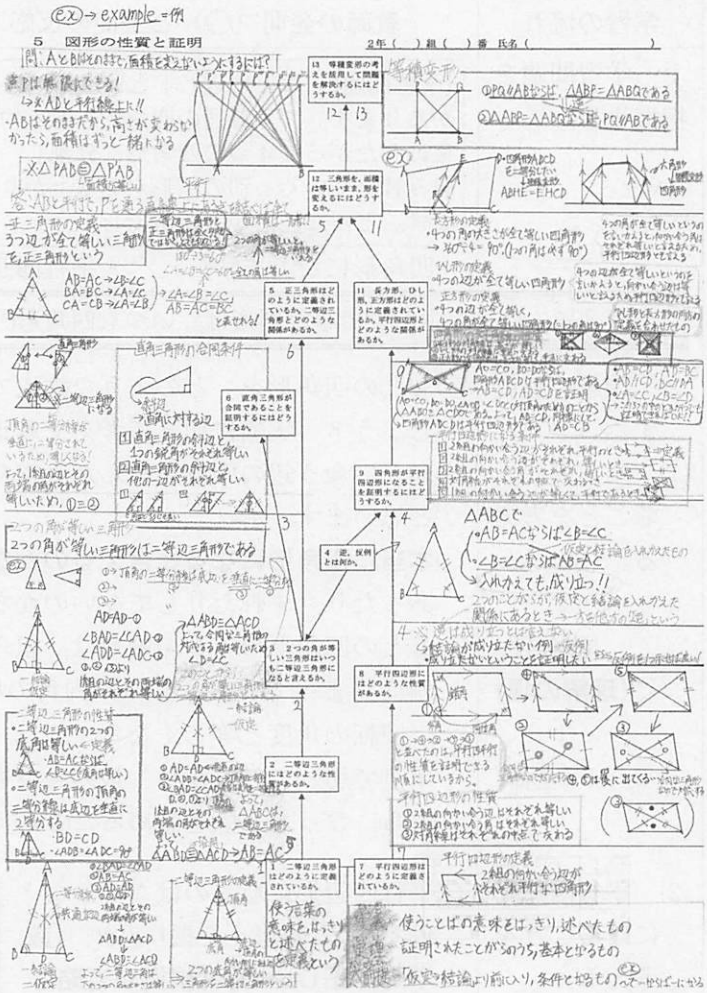
また，教師が「この考えを活用してみなさい」と指導して解決させるだけでは，「なぜそのような考えが必要なのか？」を生徒自身に気付かせることができず，その良さを自覚させることはできない。そこで，理解の場，比較の場における生徒の妥当性・一般性・発展性を追求する態度を引き出す発問を整理し（**表５**），指導に活用した。

表５　生徒の妥当性・一般性・発展性を追求する態度を引き出す発問

場　面	引き出したい態度	主な発問
理解の場	①本当に正しいか疑問を持とうとする。 ②筋道立った解法にしようとする。 ③思考労力を節約しようとする。	❶なぜこれで正しいか？ ❷分かっていることを基に考えよう。 ❸もっと簡単に言えないか？
比較の場	④いつでも適用できるか考える。 ⑤いくつかの事柄の本質を見いだし，より一般的なものにまとめようとする。 ⑥よりよい方法を見つけようとする。 ⑦新しいものを求めようとする。	❹いつでも言えるようにできないか？ ❺まとめて言えないか？ 共通していることはないか？ ❻別の方法はないか？ 違った見方はできないか？ ❼条件を変えたらどうなるか？

㈠　振り返りの場の工夫

自分が選択した考えの良さを振り返らせるために，「振り返りシート」を活用した。「振り返りシート」は毎授業後に記入し，振り返りの視点は「なるほど！と思った考え（知識及び技能，見方・考え方）」「感想・疑問や新たな課題（学びに向かう力）」の２点とし，生徒が自らの軌跡を振り返りながら学習を進められるようにした。また，シートには，その単元で身に付けてほしい力を４観点で提示することで，生徒が見通しを持って学習に臨めるようにした。単元の学習終了後には，コンセプトマップを作成させ，単元全体を振り返らせながら学んだ知識及び技能や見方・考え方を構造化して整理させた。コンセプトマップとは，単元で学習する内容から基本となる学習要素を抽出し，関係のある要素を矢印で結び，構造化したものである。生徒が作成したコンセプトマップを**資料１**に示す。



資料１　コンセプトマップ

㈣　検証授業

（２年「図形の性質と証明」）

ア　単元の目標

○図形の性質などを証明することに関心を持ち，その必要性と意味を考えたり，証明の方法について考えたりしようとする。

○図形の性質などを証明するために，構想や方針を立て，それを基に筋道立てて結論を導くにはどうすれば良いかを考えることができる。

○二等辺三角形や平行四辺形の性質を記号で表したり，その意味を読み取ったりすることができる。

○二等辺三角形や平行四辺形の性質を理解している。

〔本質的な問い〕

図形の性質がいつも成り立つことを証明するにはどうすれば良いか。

〔永続的な理解〕

二等辺三角形や平行四辺形の性質の多くは小学校で学んでいるが，実験，実測等の帰納的方法では例外なしに成り立つことを確かめることは不可能である。つまり，例外なしに成り立つことを演繹的に証明することが必要である。線分や角の関係性を調べるためには，図形に内在する合同な三角形に着目することが１つの方法である。

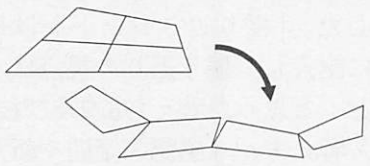
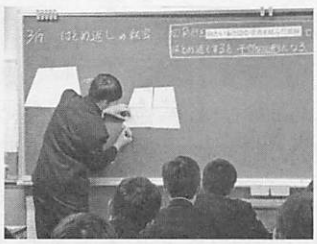
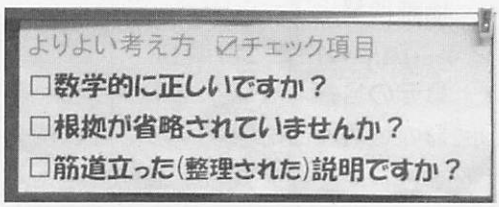
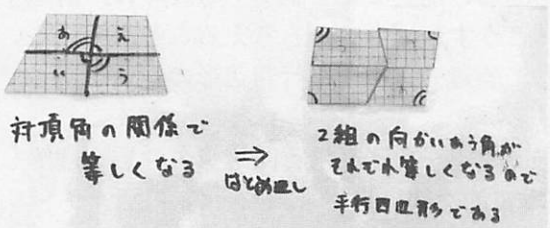
イ　本時の主題　　はとめ返しの秘密を解明しよう。

ウ　本時のねらい

○平行四辺形の性質に着目し，はとめ返しで組み替えることのできる図形について調べ，証明しようとする。

○はとめ返しで組み替えてできた図形について，演繹的に確かめ，証明し，それを自他で吟味してよりよいものに修正・改善することができる。

エ　展開の概要

学習の流れ	教師の発問（○）と生徒の反応（・） **太字は態度を引き出す発問**
1　学習問題を把握する。 （一斉）	【学習問題】「はとめ返し」というパズルがあります。ごく普通の四角形をある約束にしたがって４つの四角形に分割し，組み替えていくと別の図形ができ上がります。どんな図形ができるでしょう。  ・四角形になります。　　・平行四辺形のようにも見えるよ。
学習課題：はとめ返しでできた図形は，いつも四角形(平行四辺形)になると言えるのだろうか。	
2　課題を追究する。 (1)　四角形になることを考える。（個人） ↓ （小集団） **《理解の場》** ↓ （全体）	○もとの四角形を，どのような約束で切ったのでしょう？　実際に切って考えてみよう。 ・向かい合う辺の中点を結んだ直線で切ったのだと思います。 ○**本当に四角形になると言えるのかな？**　隙間があったり，ずれたりしてないのかな？ ・もとの四角形の４つの内角は，組み替えると内側に集まっている。４つの内角の和は360°で１回転の角度と等しくなる。 ・中点で切っているから，辺の長さも等しくなるから，ぴったり敷き詰めることができる  
(2)　平行四辺形になることを考える。 （個人） ↓ （小集団） **《理解の場》** **《比較の場》** ↓ （全体）	○平行四辺形になるのはなぜかな？班でお互いの考えを振り返り，**「数学的に正しいか」「根拠が省略されていないか」「筋道立った（整理された）説明か」**を吟味してみよう。  よりよい考え方　☑チェック項目 □数学的に正しいですか？ □根拠が省略されていませんか？ □筋道立った(整理された)説明ですか？ ・切り口の直線が交わってできる２組の角は対頂角の性質より等しい。したがって，組み替えてできた四角形の向かい合う角はそれぞれ等しくなるので，平行四辺形になるといえます。  対頂角の関係で等しくなる　⇒　はとめ返し　2組の向かい合う角がそれぞれ等しくなるので平行四辺形である ・他の条件でも説明できないか考えてみよう。
3**《振り返りの場》** 本時を振り返り，新たな課題を見いだす。 （全体）	○授業を振り返り，**どのように考えたことがよかったと思いますか？** ・向かい合う辺が等しいことを証明しようとしたけど，できませんでした。 ・分かっていることを根拠にして説明すれば，いつも成り立つことを証明することができました。 ○どんな四角形でも，はとめ返しで平行四辺形になることが分かりました。**切り方を工夫したり，元の四角形を変えたりすれば，平行四辺形以外の図形もできるかな？** ・はとめ返しした後の図形が長方形になるには，どう切ればいいのかな。 ・元の四角形を等脚台形にすると面白そうだ。

オ　学びの実際

(ｱ)　ワークシートの分析

授業後，生徒のワークシートを回収し，妥当性・一般性・発展性を追求する態度が発揮できたかどうかについて，ルーブリックを基に評価したところ，**表6**のような結果となった。

表6　ルーブリックとその評価結果（対象40名）

評価	記述語	結果
A	はとめ返ししてできた四角形が平行四辺形になることを演繹的に説明するとともに，発展させて考えることができている。	19名（48%）
B	はとめ返ししてできた四角形が平行四辺形になることを，演繹的に説明することができている。	16名（40%）
C	はとめ返ししてできた四角形が平行四辺形になることには気付いたが，その根拠を説明することができていない。	５名（12%）

四角形が平行四辺形であることを演繹的に証明し，一般性について確認することができた生徒（評価Ａ，Ｂを合わせた割合）は，全体の88%であった。さらに，発展させて考えることができた生徒（評価Ａ）は48%であった。発展の仕方は「平行四辺形になることを，別の方法で証明しようとする」「元の図形や切り方を変更して，平行四辺形以外の図形を作ろうとする」という２通りがあった。また，５名の生徒は自分の考えをまとめることができていなかったが（評価Ｃ），授業中に観察した様子では，友達の考えを聞いて理解できていた。

(ｲ)　参観者からの意見

○元の四角形がそれぞれ違うため，全員が平行四辺形になっていなかった。課題を焦点化するためには，全員に同じ四角形を与えておくと良かった。

○四角形になる根拠を検討する場面があったが，そこは教師が教えても良かったのでは。そうすれば，平行四辺形になる根拠を検討する場面にもう少し時間をかけることができた。

○振り返りの場面で，もう一度別の四角形を切らせると，いつでも平行四辺形になることを実感させることができた。

○振り返りの場で，「やったけどうまくいかなかった」という発言が素晴らしかった。「１つの方法でやったけど，他の方法でもできるのでは？」と粘り強く考える姿勢が生徒に見られた。

○コンセプトマップは学習内容が視覚的に確認できる「学びの地図」になっており，学習している知識がどこに結びついていくのかが分かるものになっており参考になった。

○グループ学習での話合いの技術や表現が鍛えられていると感じた。

(ｳ)　考察

本実践では，操作活動を取り入れることで，生徒にはとめ返しの不思議を実感させることができた。そのことが「理解の場」において，ほとんどの生徒が発見した性質の妥当性について主体的に考えることができた要因だと考える。しかし，今回の学習問題では，生徒によって元の四角形が異なっていたため，課題を焦点化することが難しかった。今後はさらに学習問題や発問について検討する必要がある。

「比較の場」においては，「平行四辺形になるのはなぜか？」と問いかけることで，その根拠を筋道立てて考えることができ，一般性を確認することはできた。しかし，それが実感を伴う理解になるような工夫も必要であった。また，自力解決に至らなかった生徒については，個に応じた指導を充実させる必要がある。

４　成果と課題

本研究では，授業展開を「理解の場」「比較の場」「振り返りの場」という３つの場面に分けて捉えることで，それぞれの場面での指導を工夫することができた。それらは生徒の妥当性・一般性・発展性を追求する態度を育てる一助になったと考える。しかし，授業展開の工夫や個に応じ

た指導の充実など，さらに改善すべき点が明らかとなった。今後は生徒の修正・改善する力の育成に向け，他の単元，領域でもクリティカルシンキングでつながる学び合いの機会を設定し，指導の在り方について検討していきたい。

参考文献

古藤怜（1992）「算数科　多様な考えの生かし方まとめ方」東洋館出版社
井上正允（1995）「本日オープン！数学美術館：平面図形」国土社
片桐重男（2004）「数学的な考え方の具体化と指導」明治図書
西岡加奈恵（2008）「『逆向き設計』で確かな学力を保障する」明治図書
楠見孝・子安増生・道田泰司（2011）「批判的思考力を育む」有斐閣
永田潤一郎（2017）「新学習指導要領の展開」明治図書

第３章　おわりに

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」の下，数学科３名がそれぞれの視点で学びを構想し実践した。その成果と課題を整理し，来年次の研究につなげていきたい。

研究（その１）では，「知識構成型ジグソー法による学び合い」を通して，他者の考えに共感したり比較したりすることで，それを自分の考えの表現に取り入れ，よりよいものに修正・改善できるようにすることを目指した。生徒全員が他者との対話を通して理解を深めたり，論理的に説明する力を身に付けたりすることができた。また，ＩＣレコーダーを活用した振り返りを行うことで，自己の説明の長所・短所を自覚し，新たな課題を持たせることができた。今後は，学習内容の系統性を意識し，逆向き設計テンプレート等を活用して授業をデザインしていくことが必要である。

研究（その２）では，「問答ゲームを用いた問題の本質となる要素を捉える学び合い」を通して，問題の要素に着目し，その性質を見いだしたり論理的に証明したりすることができるようにすることを目指した。問答ゲームは，事象を数理的に捉えることや根拠を基に筋道立てて説明していく上で効果的な方法であることが分かった。特に質問者に要素や数学的な見方・考え方を明確にさせる質問を意識させることが，生徒の論理的に思考し表現する力を高めることにつながった。今後は，日常生活や社会の中にある問題を解決する力につながるようにパフォーマンス課題を開発することが必要である。

研究（その３）では，「クリティカルシンキングでつながる学び合い」を通して，妥当性・一般性・発展性を追求する態度を育てることを目指した。先行研究を参考にし，クリティカルシンキングを使って生徒同士が考えを練り合いながらよりよい答えを見いだしていく授業展開を構想し実践することができた。授業展開を「理解の場」「比較の場」「振り返りの場」という３つの場面に分けて捉えることで，それぞれの場面での発問や展開を工夫し，生徒の妥当性・一般性・発展性を追求する態度を引き出すことができた。今後は授業展開や個に応じた指導を見直し，クリティカルシンキングでつながる学び合いの機会を他の単元，領域でも設定していくことが必要である。

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。