

思考の視点を取り入れた授業と評価の研究

— 自らの考えを表出し、根拠を示して説明できる生徒の育成 —

高校教育研究会議

角田 佳衣¹

荒井 貴文²

入澤 正人³

津田賀 裕美⁴

山口 小百合⁵

要 約

本市「市立高等学校改革推進計画第2次計画」では、これまでの高等学校教育において思考力、判断力、表現力等を育成する教育活動が不十分な面が見られ、生徒が自らの考えを深めていくことができるよう授業の改善を行う必要性が示された。

本研究会議では、課題として生徒が思考・判断・表現する場面の工夫が少ないことや、生徒が思考を表出したものの評価が十分ではないことが挙げられた。そこで、生徒が思考・判断・表現する場面を工夫し、授業において教師がどのような手立てを用いて評価につなげればよいかを検討した。

手立てとして、生徒が自らの考えを深めていくためには、比較や関連付けなど「考えるための技法」につながる思考の視点をもつことが重要ではないかと考えた。具体的には、思考の視点を20に整理し、その中からどの課程、どの科目でも実践できるよう、「本当?」「例えば」「比べる」の3種類を用いることとし、どのように思考を促したり深めたりできるかを研究の対象とした。さらに、各科目に共通した手立てや評価について研究した。

研究を通して、教師が課題設定や、学習場面における発問に思考の視点を用いることにより、生徒が課題に対して自ら向き合い、根拠を示して自分の考えを説明できるようになる姿を見いだすことができた。さらに、生徒が自らの考えを表出したものを評価する上で、各科目に共通した見取りの視点を用いて視点を明確にすると、指導に生かす評価につながることも明らかになった。思考の視点を取り入れた授業づくりを行うことは、指導と評価の在り方を見直すとともに、高等学校における指導改善の在り方を提案することができた。

キーワード：「思考力、判断力、表現力等」、思考の視点、共通した手立て

目 次

I 主題設定の理由	66	III 研究のまとめ	82
1 はじめに	66	1 研究の成果	82
2 川崎市立高等学校の現状	66	2 今後の課題	83
3 研究の方向性	67	参考文献	84
4 研究主題の設定	68	指導助言者	84
II 研究の内容	69		
1 研究方法	69		
2 検証授業	72		

¹川崎市立橋高等学校教諭（長期研究員）

²川崎市立川崎総合科学高等学校教諭（研究員）

³川崎市立高津高等学校教諭（研究員）

⁴川崎市立幸高等学校教諭（研究員）

⁵川崎市立川崎高等学校教諭（研究員）

I 主題設定の理由

1 はじめに

令和4年度から実施される高等学校学習指導要領（以下「新学習指導要領」）では、「次代の社会を形成することに向けた現代的な諸課題に対応して求められる資質・能力を、教科等横断的な視点で育成していくことができるよう、各学校の特色を生かした教育課程の編成を図る」¹ことが示された。また、各学科に共通する各教科・科目においては、論理国語や古典探究、地理探究、日本史探究、世界史探究、理数科の理数探究基礎や理数探究などの科目が新設された（表1）。

総則では、各教科・科目等の特質に応じた物事を捉える視点や考え方が鍛えられていくことに留意し、より深く考えることに向かう過程を重視した学習の重要性が示され、各教科・科目等の目標の実現に向けた学習状況を把握する観点から、評価の場面や方法を工夫して学習の過程や成果を評価し、資質・能力の育成に生かすことが示された²。

さらに、令和4年4月から成年年齢が18歳に引き下げられること³に伴い、解決が容易ではない課題に対応できる資質・能力も育成することが求められている中で、共通必修科目として新設された「情報Ⅰ」では、「目的や状況に応じて、情報と情報技術を適切かつ効果的に活用して問題を発見・解決する方法について考えること」では、「問題解決のゴールを想定する力、複数の解決策を作り科学的な根拠に基づき合理的に選択する力、問題がどの程度解決されたのかを判断する力、他の方法を選択していた場合の結果を予想する力、問題を発見・解決する過程を振り返って改善する力を養う」⁴と示された。

2 川崎市立高等学校の現状

川崎市立高等学校には全日制課程5校（中高一貫校を含む）及び定時制課程4校があり、学科としては普通科と13の専門学科が存在し、多様な生徒が在籍している。全日制の生徒数を見ると、生徒数約3700人中、普通科の生徒が約2000人、専門学科の生徒数が約1700人である。普通科の生徒比率は55%であり、全国の普通科高校生の比率73.1%（令和3年3月学校基本調査）と大きな差がある⁵。そうした中、各学校では国内外の大学や産業界等との連携の下で様々な教育が展開されているなど、各学科の特色を生かした教育課程が編成されている。

一方、本市「市立高等学校改革推進計画第2次計画（以下『本市第2次計画』）」では、高等学校教育において大学入学者選抜が大きな影響を与えており、「生徒の思考力・判断力・表現力や、主体性をもって多様な人々と協働する態度などを育成する教育活動が不十分な面が見られ」⁶ることが指摘されている。

表1 各学科に共通する各教科・科目（抜粋）

教科	現行		改訂	
	科目	標準単位数	科目	標準単位数
国語	国語総合	4	現代の国語	2
	国語表現	3	言語文化	2
	現代文A	2	論理国語	4
	現代文B	4	文学国語	4
	古典A	2	国語表現	4
	古典B	4	古典探究	4
地理歴史	世界史A	2	地理総合	2
	世界史B	4	地理探究	3
	日本史A	2	歴史総合	2
	日本史B	4	日本史探究	3
	地理A	2	世界史探究	3
	地理B	4		
理数	-		理数探究基礎	1
			理数探究	2~5

¹ 高等学校学習指導要領 平成30年告示 p.20

² 高等学校学習指導要領 平成30年告示 p.28

³ 民法の一部を改正する法律 平成30年法律第59号

⁴ 高等学校学習指導要領 情報編 平成30年 p.24

⁵ 文部科学省 学校基本調査 令和3年8月

⁶ 川崎市教育委員会「市立高等学校改革推進計画 第2次計画」令和2年2月 p.12

また、これまでの先行研究⁷では、生徒が主体性を発揮させることができるようにするためには、生徒がしっかりと考えたことを、表現しやすい視点や方法が必要であるとされた。さらに、学習評価の現状においては、「評価方法や評価規準を共有したり、授業研究を行ったりして、学習評価の改善に学校全体で行っているか」という質問項目において全国と比べて本市の肯定的な回答の割合が低くなっていることが分かった(図1)。これらのことから、課題として生徒が思考、判断、表現する場面の工夫が少ないことや、生徒が思考を表出したものの評価が十分ではないことがあると捉えた。文部科学省の「通知」においても、「教師によって評価の方針が異なり、学習改善につなげにくい」⁸ことが述べられている。そこで本研究会議では、生徒が思考・判断・表現する場面を工夫し、授業において教師がどのような手立てを用いればよいかを検討した。また、生徒の思考を表出したものの評価を指導につなげるにはどうすればよいか、学習指導の在り方に着目し検証した。

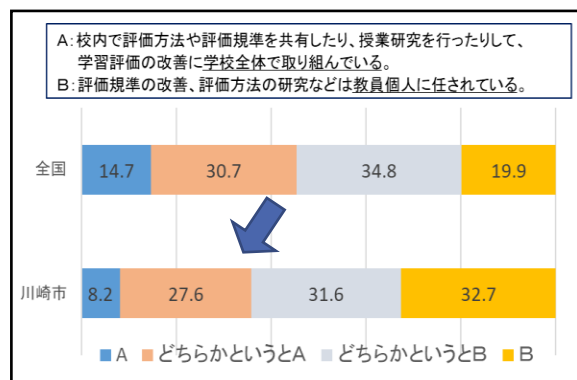


図1 学習評価への取組状況

3 研究の方向性

(1) 育成をめざす高校生の姿

高等学校学習指導要領解説総則編では「様々な変化に積極的に向き合い、他者と協働して課題を解決していくことや、様々な情報を見極め、知識の概念的な理解を実現し、情報を再構成するなどして新たな価値につなげていくこと」⁹が示された。また、高等学校改革の方向性を示した『新しい時代の高等学校教育の実現に向けた制度改正について』では、「全ての高校生が共通して身に付けるべき資質・能力を土台として確実に育成した上で、多様な可能性を伸ばし、自己理解の推進を促すこと」¹⁰が求められている(図2)。

さらに、本市第2次計画策定に向けた基本的な考え方として、「新しい時代に求められる資質・能力の育成」には、「どのように社会や人生をよりよいものにしていくのかという目的を自ら考え、自らの可能性を発揮し、よりよい社会と幸福な人生の創り手となる力を身に付けることが必要」¹¹と示された。

これらを踏まえて本研究会議では、生徒が自ら考え続ける姿になるためには、「新しい課題に対して自ら積極的に思考を深めながら次の問いに生かす力」「間違いに臆することなく、自発的によりよい解を導き出し解決しようとする力」「他者の力をうまく借りつつも授業の中で自分の考えを言葉や文章(他に図、絵、数式など)で表す力」が必要であると考えた。そこで、育成をめざす高校生の姿を「様々な変化に積極的に向き合い、自分の考えをもって他者と協働して思考を深めながら自ら考え続け、根拠を示して説明できる姿」とした。

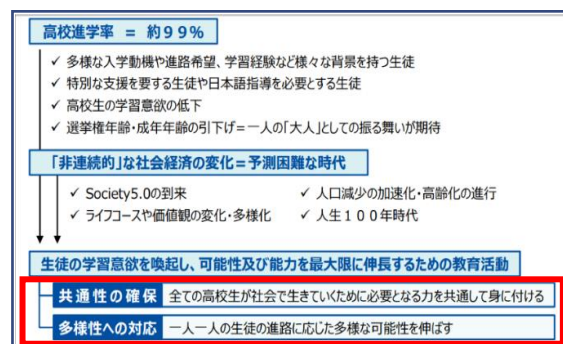


図2 高等学校改革の方向性

⁷ 山本大 『主体性』を発揮させる指導と評価の工夫 令和2年度研究紀要第34号川崎市総合教育センター

⁸ 文部科学省「小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校等における児童生徒の学習評価及び指導要録の改善等について(通知)」平成31年

⁹ 文部科学省「高等学校学習指導要領 平成30年告示 解説 総則編」p.1

¹⁰ 文部科学省「新しい時代の高等学校教育の実現に向けた制度改正について」令和3年4月 p.10

¹¹ 川崎市教育委員会「市立高等学校改革推進計画 第2次計画」令和2年2月 p.12

(2) 各教科の資質・能力の育成

新学習指導要領では、全教科等の目標及び内容が「知識及び技能」「思考力、判断力、表現力等」「学びに向かう力、人間性等」に整理された。これらの3つの資質・能力をバランスよく育むことが求められており、各教科・科目等の指導を通してどのような資質・能力の育成をめざすのかを明確にすることが示された。

また、答申では、「各教科等の学びの過程の中で、身に付けた資質・能力の三つの柱を活用・発揮しながら物事を捉え思考することを通じて、資質・能力がさらに伸ばされたり、新たな資質・能力が育まれたりしていくことが重要である。教員はの中で、教える場面と、子供たちに思考・判断・表現させる場面を効果的に設計し関連させながら指導していくことが求められる。」¹²と指摘している。

そこで、本研究会議では本市の現状を踏まえて資質・能力の中で思考力、判断力、表現力等の育成をめざす授業の在り方に着目した。各教科の資質・能力の育成のプロセスを表すイメージ図を作成し、図中の「④授業を行う」「⑤観点別学習状況の評価（以下「観点別評価）」を行う」場面に焦点を当てることとした（図3）。授業の構成として、生徒が課題に対して自ら向き合い、情報を分析して、どこから考えていけばよいかを考え続けることや根拠を示して自分の考えを説明できるようにすることを目指した。そして、育成をめざす高校生の姿になるための具体的な手立てを検討し、複数の教科・科目において「④授業を行う」際に、考えるための手掛かりとなる「思考の視点」を取り入れ、思考を可視化する手立てとした。

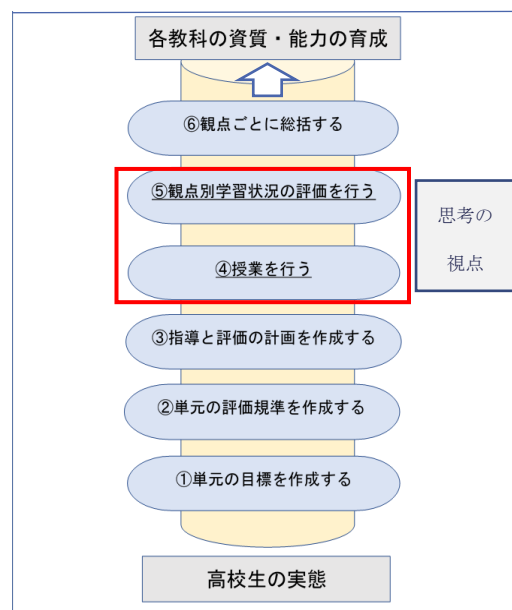


図3 資質・能力の育成のプロセス

4 研究主題の設定

学校ごとに教育課程や履修単位数、学科や系による専門性が異なる現状の中で、生徒が課題に対して自ら向き合い、どこから考えていけばよいかを考え続けることや根拠を示して自分の考えを説明できるようになるための共通の手立てはないかと考えた。

本市の現状を踏まえて、生徒が自らの考えを深めていく授業づくりをし、その有用性について検証することとした。さらに、生徒が考えたことを評価する上で、視点が明確になると適切な見取りにつながるのではないかと仮説を立てた。

そこで、思考の視点をそれぞれの科目の授業を構想する場面や授業の展開場面において、あるいは生徒の発表等の表現活動を評価するときに生かし、共通の手立てを設けて「どの課程、どの科目でも実践できる方法」を具体的に検討していきたいと考え、研究主題を次のように設定した。

思考の視点を取り入れた授業と評価の研究

— 自らの考えを表出し、根拠を示して説明できる生徒の育成 —

¹² 中央教育審議会「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）」平成28年 p.50

II 研究の内容

1 研究方法

(1) 対象および検証教科

検証の教科・科目を図4に示した。1年は理科「生物基礎」、2年は理科「科学と人間生活」、3年は数学「数学Ⅲ」「選択数学ⅠA発展」、理科「科学と人間生活」で実施し、合計238名を対象とした。

(2) 検証方法

本研究会議では、学習への取組の意識を把握するために13の質問項目を作成し、検証授業を行う生徒を対象に質問紙調査を実施した(表2)¹³。質問①～⑦は生徒の思考の状態を把握する項目、質問⑧～⑬は授業における育成をめざす姿に関する項目とした。質問への回答は「そう思う」「どちらかといえばそう思う」「どちらかといえばそう思わない」「そう思わない」の4件法とした。

質問紙調査は、検証授業を行う前の6月と検証授業後の11月に実施し、同じ質問項目で実態把握をし、回答割合の変化を分析することとした。

(3) 各教科に共通した思考の視点の活用

検証前6月の質問紙調査の結果から、約7割の生徒が課題によっては「①どこから取り組み始めていいかわからないことがある」という実態が明らかになった。

そこで本研究会議では、生徒が学習の過程でどのような思考の状態であるか歯車を回す仕組みで表した。自ら考える力を育成する過程を5段階に分け、その歯車がまわり自ら考え続ける生徒の姿につながることを目指した(図5)。次に、授業の中でこの過程を用いて、場面に応じた思考の視点を活用する授業構成を考えた。思考への働きかけを行い(i)、授業において自分の考えを相手にわかりやすく伝える力を育成し(ii)、課題から情報を分析して自ら考察する力が育成されることを目指した。

思考への働きかけについては「高等学校学習指導要領解説 総合的な探究の時間編」で、各学校において、総合的な探究の時間だけでなく、各教科・科目等において、「思考・判断・表現に係る『考えるため

学校	学年	教科	科目
A	3年	理科	科学と人間生活
B	3年	数学	数学Ⅲ
C	3年	数学	数学ⅠA発展
D	1年・2年	理科	生物基礎・科学と人間生活

検証前 6月

➔

検証後 11月

図4 検証の教科・科目と質問紙調査実施の時期

表2 質問項目

質問	
①	どこから取り組み始めていいかわからないことがある
②	自分がどこでつまづいているのかわかる
③	解決したい問題があるとき、その解決方法を自分なりに考えられる
④	自分なりに考えてわからないところを、他の人に聞いて、解決できる
⑤	他の人に聞いたことを、自分なりにもう一度整理することができる
⑥	自分で取り組んだ課題が間違っていたとき、なぜ間違えたのかを自分自身で振り返ることは大切だと思う
⑦	友人の考えを聞いて、問題の解決に生かすことは大切だと思う
⑧	授業の中で人の意見を聞く自分の考えが明確になることがある
⑨	授業の中で疑問に思ったことを調べたり、考えたりすることができる
⑩	授業の中で自分の思いや考えを言葉や文章(他に図、絵、数式など)で表すことができる
⑪	授業の中で自分の考えを相手にうまく伝える工夫ができる
⑫	授業の中で調べたり考えたりした内容が合っているか疑問に思い、改めて調べ直したり考え直したりすることができる
⑬	普段の生活の中で、疑問に思ったことを調べたり、考えたりすることができる

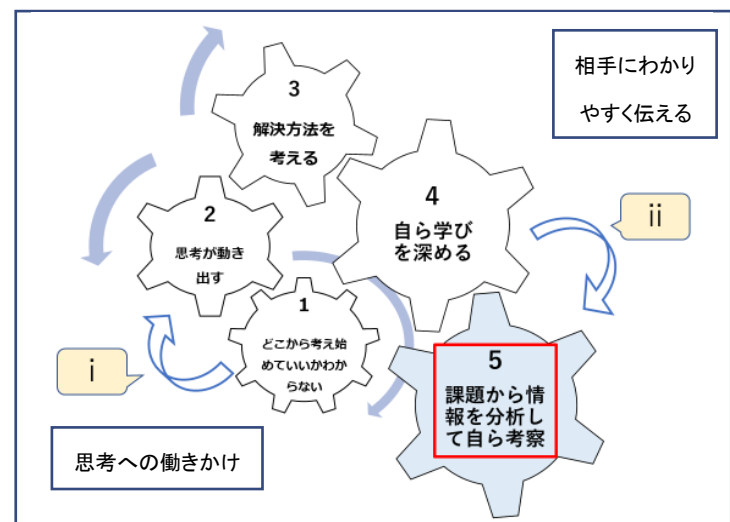


図5 自ら考える力を育成する過程

¹³ 対象となる学年の内訳は1年生34人、2年生92人、3年生112人の合計238人

の技法』につながるものを分析し¹⁴、高等学校においてはこれらが自在に活用できるものとして身に付くことが期待されると示されている。(表3)

さらに、国立教育政策研究所の報告書では、「思考のことば」で示した中で用いるすべ・手立てとして、次の6種類「比較する」「分類する」「関係づける」「条件を制御する」「多面的に見る」

「規則性を見つける」を教科横断的に、教科の特性や発達段階に合わせて活用すると、「創造的思考力」が身に付くこと¹⁵が想定されている。

これらの手立てを参考にし、多くの場面で必要とされる思考への働きかけであれば、学科や専攻に応じた生徒の実態に合わせて活用できると考えた。

そこで、生徒が思考を深めていくには、まず課題に対する自分の考えをもつことが大切であると考えた。次いで、自分の考えを他者に伝える中で考えを更に見直すことにより、自分の考えを相手にわかりやすく伝える力を育成することにつながるのではないかと考えた。

これらのことから、思考を促し深めるための20の思考の視点を検討し、どの課程、どの科目でも実践できるものとして整理した(表4)。

また、新学習指導要領には「教科・科目等の特質に応じた見方・考え方」を鍛えることが強調されており、高等学校教育では社会に溢れている情報に対して考えることが増え、扱う内容がより広く深くなる。生徒が問題の本質を見抜くためには、「教科の本質である原理や概念を看破するために

『本当?』と一旦立ち止まって考えること」、「問題の背景となっている事象を異なる複数の角度から捉えるために、対象を構成する概念や要素を分けて『比べる』こと」、「原因や根拠を見付けたり予想したりするために『例えば』と考えること」が学びに欠かせないものだと考えた。そこで本研究では、生徒の思考、判断、表現の場面の工夫として20の思考の視点の中から「本当?」「例えば」「比べる」の3つを抽出し、それを可視化して示せるものとしてサポートカードを用いることとし、どのように思考を促したり深めたりできるかを研究の対象とした。

表3 考えるための技法につながるもの

○ 順序付ける	・ 複数の対象について、ある視点や条件に沿って対象を並び替える。
○ 比較する	・ 複数の対象について、ある視点から共通点や相違点を明らかにする。
○ 分類する	・ 複数の対象について、ある視点から共通点のあるもの同士をまとめる。
○ 関連付ける	・ 複数の対象がどのような関係にあるかを見付ける。 ・ ある対象に関連するものを見付けて増やしていく。
○ 多面的に見る・多角的に見る	・ 対象のもつ複数の性質に着目したり、対象を異なる複数の角度から捉えたりする。
○ 理由付ける(原因や根拠を見付ける)	・ 対象の理由や原因、根拠を見付けたり予想したりする。
○ 見通す(結果を予想する)	・ 見通しを立てる。物事の結果を予想する。
○ 具体化する(個別化する、分解する)	・ 対象に関する上位概念・規則に当てはまる具体例を挙げたり、対象を構成する下位概念や要素に分けたりする。
○ 抽象化する(一般化する、統合する)	・ 対象に関する上位概念や法則を挙げたり、複数の対象を一つにまとめたりする。
○ 構造化する	・ 考えを構造的(網構造・層構造など)に整理する。

表4 20の思考の視点

1	比較する	A⇔B		
2	分類する	AA BB		
3	関連する	A⇌B		
4	類推する	Aa Bb		
5	置き換えると	I II		
6	例えばこうだったら	A エイ B ビー		
7	視点を変えると	Ⓐ Ⓑ		
8	まとめてみると	A + B		
9	本当に正しいかどうか	A? B?		
10	反対の例を示すと	A ビー B エイ		
11	順序を入れ換えると	AB→BA		
12	分解すると	AB→aa bb		
13	展開すると	A→あ B→い		
14	図や表で考える	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>A</td><td>B</td></tr></table>	A	B
A	B			
15	規則性を見つける	ABCDABCD・・・		
16	段階的に考える	A→B→C→・・・		
17	逆向きに考える	C→B→A・・・		
18	次元を下げる	A→a→エイ・・・		
19	候補を絞りこむ	A A A		
20	基準を定める	A～Z		

¹⁴ 高等学校学習指導要領解説 総合的な探究の時間編 平成30年7月 pp.96-97

¹⁵ 国立教育政策研究所「社会の変化に対応する資質や能力を育成する教育課程編成の基本原則」平成25年 p.23・p.96

2 検証授業

(1) 検証授業1 A高等学校 3年 [理科 科目: 科学と人間生活 単元: いろいろなプラスチック]

①本単元でめざす姿

様々なプラスチックの特徴の知識を生かしてプラスチックの同定方法を組み立てる場面で、人間生活と関連づけて、得られた結果を分析して解釈し、表現するなどして科学的な視点で捉えようとする。

②課題設定

学習したプラスチックの特徴を利用して、種類の分からないプラスチックを同定する実験計画を立案する。

③課題設定の理由

多くの情報から必要な情報を取り出し、自分たちの力で実験計画を立案することで、どんな視点で比べていくとよいかを考えだすようにする。

④学習活動の実際 (本時: 第7時間目)

前時までに3種類のプラスチックについてその同定方法を考え、それぞれの特徴を理解し、活用しようとしていた(図9)。本時7時間目の授業について、前時の実験を終え、応用課題に取り組んでいる場面を以下に示した。

科学と人間生活 学習計画3		
1 題材名 「いろいろなプラスチック」		
2 単元題材で育成する実質・能力評価規準>		
知識・技能(ウエ)	思考・判断・表現(イ)	主体的に学習に取り組む態度(ア)
身近なプラスチックの特性、利用法を知り、理解を深めることも、関連する実験や計算を正しく行う。	得た知識と実験結果を比べて結論を導き、伝えることができる。	学習内容に主体的に取り組んでいる。
3 授業計画		
評価の規準と評価方法	学習活動	
1 ア記述 ウ作品	レインボー試験管作成	
2 ア記述	レインボー試験管のしくみ	
3 ア記述 ウ小テスト7密度、記述	物質の基本(原子)共有結合	
4 ア記述	プラスチックの種類	
5 ア記述 エ小テスト8共有結合	プラスチックの構造	
6 アウ記述 エ小テスト9プラの利用例	プラスチックの同定方法	
7 アイ記述 ウ実験	プラスチックの同定	
8 ア記述	前回のまとめ 機能性高分子	
9 ア記述 イ記述	機能性高分子(ジグソー)	
10 ウ作品	ナイロン作り	
11 ア記述	振り返り	

ここに、ピンA~Cがあります。このピンには、ポリエチレン、ポリ塩化ビニル、ポリエチレンテレフタレート(いずれかのかけらが入っています。しかし、ラベルがはがれてしまい、どのピンにどのプラスチックが入っているのかわからなくなりました。お願いです!プラスチックの種類を同定してください!

同定方法(実験)を考えよう【抜粋】

①ポリエチレン→柔軟性が高い ②0.95
 ③ポリ塩化ビニル→薬品に強い、熱した銅線につけ緑色 ④1.40
 ⑤ポリエチレンテレフタレート→強度が高く、透明、再利用 ⑥1.35

<方法>
 ①熱した銅線に試片を→PVCは緑色を出す
 ②水に浮かせる
 ③PEは浮く、PEFは沈む

指導過程(抜粋) 図9 プラスチックの同定方法

生徒A 他にも色々なプラスチックを区別する方法はあるのかな?

教師 この組み合わせならどうでしょうか?ポリプロピレン、ポリ塩化ビニル、メタクリル樹脂、尿素樹脂の4種類を同定する方法を考えましょう。水、グリセリン、エチレングリコールの密度を示しておきます。もちろん、バイルシュタイン反応(熱した銅線にプラスチックを少量付着させその銅線を炎に当て緑色を呈する場合、フッ素を除く塩素などのハロゲン元素が含まれることがわかる)を使ってOKです。

比べる 同定方法を見出すために、プラスチックの物理的な性質を比べることと、この時間に行った実験と新たな課題を比べて考えることを働きかける

生徒B また実験するんですか?

教師 プラスチックの破片をこれ以上捨てたくないの、実験計画を考えることを楽しんでほしい。

*生徒たちはそれぞれの樹脂の特徴を書き出し、比較し始めた。

生徒C バイルシュタイン反応で1つ決まるね。

生徒D 水に浮くプラスチックも1種類だよ・・・

*席の隣、前後で話し合いが次々に行われた。

生徒E できた!

生徒F(生徒Eの記述を見て) あれ?私と順番が違うね。

生徒E プラスチックを銅線につけて銅線を燃やす操作を最後にしたの。

少量だけど燃やすとCO₂が出るから、少ない方がいいと思って。

生徒F そうだね。最後に銅線の操作にすると地球温暖化のことも考えていいね。

比べる <生徒の発言から捉えた思考の変容>

生徒Fの発言「あれ?私と順番が違うね」

⇒実験の方法を立案するためには、何を比べていくとよいかを考えだす

⑤検証授業の実際

生徒Fは「あれ？私と順番が違うね」と発言したことから、実験の方法を立案するためには、どのような視点で『比べる』とよいかを考えだす思考へ変容した姿が見られた。そこで、実験後に示された新たな課題に取り組み、銅線にプラスチックを付着させ、炎の色を調べる方法を同定方法の2番目に行うことを考えた(図10)。一方、生徒Eは、実験観察の際、さすがが発生して炎が明るくなるものがあることに気付いた。その理由について、炭素の割合が高いものはすすが出やすいと分析した。しかし、その分析内容は新たな課題においては同定方法の視点には用いないと判断し、バイルシュタイン反応を採用していた。多様な考えを比較したことによって、銅線を燃焼させる方法を3番目に行うと記述しており、同定方法の具体性が高まったと評価できる(図11)。

生徒Gは、生徒Eと同様にバイルシュタイン反応を利用した操作は2種類のプラスチックで特定できることに気付いた。この気付きと、プラスチックの燃焼が環境に与える影響という既習を関連させ、二酸化炭素の排出量を最少にしようという方法を導いたことから、要素が結び付き増えたと評価できた(図12)。さらに、1つずつ同定する方法以外も可能であるという要素が共有され、クラス全体でも新たな視点を持つことができた。

一方で、この同定実験で使用した反応と密度の視点に加え、生徒Hは「強度が高いことを特徴とする2つのプラスチックが混ざってしまったときの同定をどうするのか」といった新たな思考へ広がる姿が見られた(図13)。

また、授業後の振り返りでは、「次の課題解決に生かす力を身につけた」と考えられる記述があった(図14)。

これらのことから、生徒が自らの考えを深めていくことができる授業を行った結果、生徒は自分の考えを表現し伝える場面において、新たに学習することと既習事項を関連付けて物事を捉え、思考し表現しようとする姿が確認できた。

図10 生徒Fの記述(抜粋)

図11 生徒Eの記述(抜粋)

図12 生徒Gの記述(抜粋)

図13 生徒Hの記述(抜粋)

図14 生徒Iの記述(抜粋)

(2) 検証授業2 B高等学校 3年 [数学 科目：数学Ⅲ 単元：積分法の実用]

①本単元でめざす姿

事象を数量や図形及びそれらの関係などに着目して捉え、論理的、統合的・発展的、体系的に考えようとする。

②課題設定

問題を解けるか解けないかで終わるのではなく、他者との考え方の違いが分かるように円環体の正しい公式を用いた式 $\langle \pi \int_{-2}^2 \{(3 + \sqrt{4 - x^2})\}^2 dx - \pi \int_{-2}^2 \{(3 - \sqrt{4 - x^2})\}^2 dx \dots (1) \rangle$ と、誤った公式を用いた式 $\langle \pi \int_{-2}^2 \{(3 + \sqrt{4 - x^2}) - (3 - \sqrt{4 - x^2})\}^2 dx \dots (2) \rangle$ について他者に説明する。

③課題設定の理由

数学的な見方・考え方は、本来は互いの知的なコミュニケーションを図るために重要な役割を果たすものである。また、根拠を明らかにし、筋道を立てて体系的に考えることを踏まえた課題の設定が必要であると考へた。そのため、他者との考え方の違いを感じ、よりよい方法を考えるようにする。

学習計画表		5章 積分法	3節 積分法の実用
No	テーマ	観点	目標・学習のポイント
27	面積	イ	・自分のつまづいているポイントを確認しよう。
28	体積	イ	(例) 積分ができていない。グラフがかけない。積分範囲など
29	探究課題	ウ	・x軸周りもy軸周りもやっていることはいっしょ
30	まとめ	全て	→公式を形式理解するだけでなく意味理解をしよう。
31	小テスト	全て	
アは全ての時間で見ます。			
【関心・意欲・態度】			
ア 定積分を用いて面積や体積が求められることに関心をもち、具体的事象に活用しようとする。			
【数学的な見方や考え方】			
イ 体積の公式について他者に説明することが出来る。			
【数学的な技能】			
ウ 定積分を利用して基本的な図形の面積や回転体の体積を求めることができる。			
【知識・理解】			
エ 定積分と面積の関係を理解し、曲線で囲まれた図形の面積を求める考え方を身に付けている。			

④学習活動の実際 (本時：第29時間目)

指導過程 (抜粋)

円 $x^2 + (y - 3)^2 = 4$ をx軸周りに1回転してできる回転体の体積vを求めよ

教師 何から考えていこうか

生徒A 半円の方程式はどうやったら出るの

生徒B 回転体の公式を使えないかな

生徒C 半径いくつになるんだろう

生徒D 上の円ー下の円で出そう

本当? <生徒の発言から捉えた思考の変容>
 生徒Bの発言「この式は(外側の体積)ー(内側の体積)になるのかな?」
 ⇒何を表している式なのか立ち止まって考えてみる

本当? 本当にこの式でよいかを論理的に考えることを促す

$$\pi \int_{-2}^2 \left\{ (3 + \sqrt{4 - x^2}) - (3 - \sqrt{4 - x^2}) \right\}^2 dx$$

生徒B この式は(外側ー内側の体積)になるかな?

教師 これはどんな長さで、どんな図形になるかな?

生徒D ん・・・

生徒E よくわからない

教師 出したい体積を図にしてみると・・・

比べる <生徒の発言から捉えた思考の変容>
 生徒Cの発言「半径いくつになるんだろう」
 ⇒既習事項である面積の計算と比べると半径が必要だから半径を考えてみる

(求めたい体積)=(上側の半円のx軸周りに1回転してできる回転体の体積)ー

(下側の半円のx軸周りに1回転してできる回転体の体積)で求められそうだね。

式にしてみると・・・

$$\pi \int_{-2}^2 \left\{ (3 + \sqrt{4 - x^2}) \right\}^2 dx - \pi \int_{-2}^2 \left\{ (3 - \sqrt{4 - x^2}) \right\}^2 dx$$

比べる 式の違いやなぜこの式になるのかを比べることで体系的に考えるための働きかけをする

教師：じゃあプリントのこの問題をやってみよう。

⑤ 検証授業の実際

積分法の応用の後半に円環体の体積を求める分野があるが、「なぜ公式が成り立つのか」「誤った公式はどんな図形を表しているのかを表現すること」を課題として設定した(図15)。数学の証明については、正しいものがなぜ成り立つのかを示す方法と誤っている方法

円環体と呼ばれるドーナツ状の体積は

$f(x) \geq g(x) > 0, a < b$ のとき

$$V = \pi \int_a^b [(f(x))^2 - (g(x))^2] dx \dots 1$$

で求められるが、これを面積の場合のときと混同して

$$V = \pi \int_a^b [f(x) - g(x)]^2 dx \dots 2$$

と間違えるケースが目立つ。②の考え方で解いてしまった友人にどのように声掛けをするといいか。そもそもなぜ②は誤りなのか。 数式や言葉、例などを用いて表現しましょう。

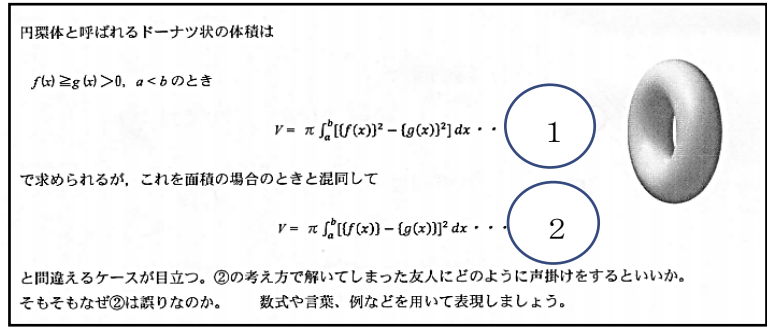


図15 課題設定の記述(抜粋)

の反例や不備を示す方法などが考えられる。生徒Aは、図15の式①が正しいことを、授業で詳しく扱っていない「はさみうちの定理」を使って証明している。この記述については、今までの学習の流れで正しいことを証明することに価値を見だし、数学的な見方・考え方を働かせ要素を増やしたと評価できる(図16)。生徒Bは、図を用いながら図15の式①と式②が意味する図形を比べて表現している(図17)。さらに、生徒Cは図15の式①と式②の誤差が大きくなる範囲と小さくなる範囲についても考えていることが記述から分かった(図18)。

<自分の考え(他者の参考になった考えでもOK!)>

円環体の体積を V_1 、 $g(x) > 0$ の円環体の体積を V_2 とすると

半径の区間 Δx 上の円環体の体積 $\Delta V_1, \Delta V_2$ は $(\pi(f(x))^2 - \pi(g(x))^2) \Delta x$ と $(\pi(f(x) - g(x))^2) \Delta x$ となる。

$$\pi(f(x)^2 - g(x)^2) \Delta x = \Delta V_1 - \Delta V_2 = \pi(f(x) + g(x))(f(x) - g(x)) \Delta x$$

$$\pi(f(x)^2 - g(x)^2) = \frac{\Delta V_1 - \Delta V_2}{\Delta x} = \pi(f(x) + g(x))(f(x) - g(x))$$

$\Delta x \rightarrow 0$ のとき、両辺を Δx で割ると

$$\frac{\Delta V_1 - \Delta V_2}{\Delta x} = \pi(f(x)^2 - g(x)^2) \quad V_1 - V_2 = V \text{ と } \int_a^b$$

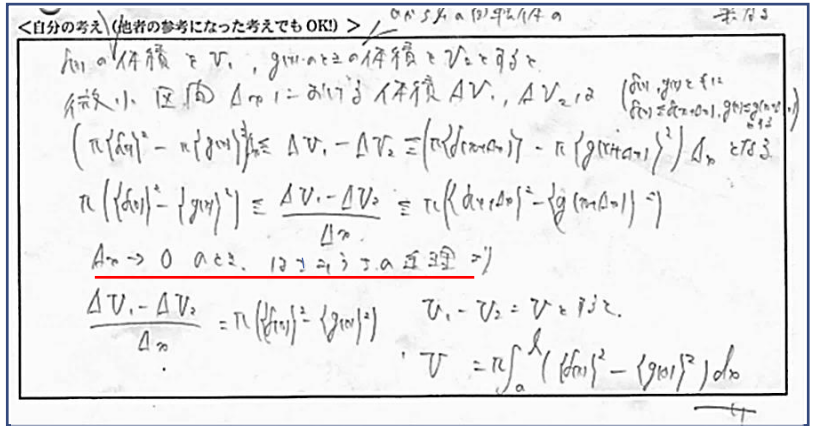
$$V = \pi \int_a^b (f(x)^2 - g(x)^2) dx$$


図16 生徒Aの記述(抜粋)

生徒B・Cは図15の式②について、なぜ誤っているかを述べており(図17、図18下線部)、間違っただけの具体的なイメージをした上で根拠を示し説明する姿が見られた。そこで、この姿を具体性が高まったと捉えた。証明について、自らの数学的な見方・考え方を働かせた結果であるといえる。ここでは、教科の本質である原理や法則を看破することを促すための『本当?』を用いたことで、生徒がひとまずここから考え始めてみようという意識をもてるように支援した。学習活動を通して考えを共有し、多様な考えと比較して自分の考えを明確にする生徒の姿から、「なぜそのような結果が導かれるのか」と考え、試行錯誤したことより、課題から情報を分析して生徒自らが考察していくことが分かった。

図17 生徒Bの記述(抜粋)

図15の式①と式②を比較すると、式①は $\pi \int_a^b (f(x)^2 - g(x)^2) dx$ 、式②は $\pi \int_a^b (f(x) - g(x))^2 dx$ である。

式①は、 $f(x)$ と $g(x)$ の差の二乗の積分である。式②は、 $f(x) - g(x)$ の二乗の積分である。

式①と式②は、 $f(x) = g(x)$ のときのみ等しい。異なる場合は、式①の方が大きい。

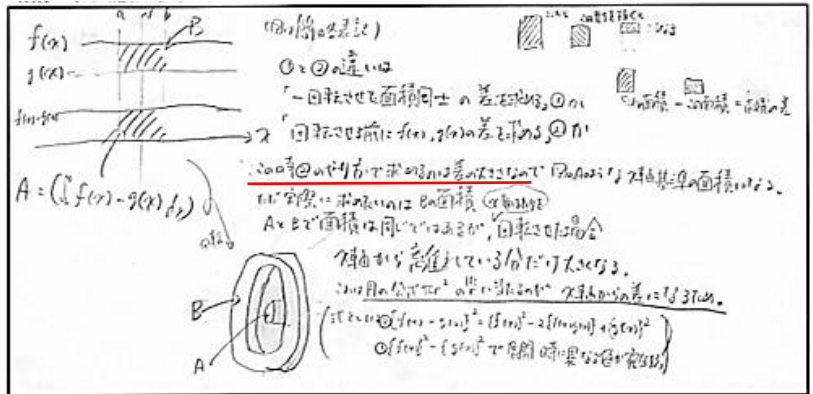


図17 生徒Bの記述(抜粋)

図18 生徒Cの記述(抜粋)

上記の式、 x 軸を回転させる円環体において、 x 軸に近いほど、体積に占める割合は小さくなる。左記において減る値は同じだが、 2 乗したとき、差が生じる。 2 乗は元の値が大きければ大きいほど、逆には小さくなる。結果①と②は同じにはならない。

x^2 $x=0$ $x=\frac{1}{2}$ $x=1$ $x=2$ $x=4$

0 $\frac{1}{4}$ 1 4 16

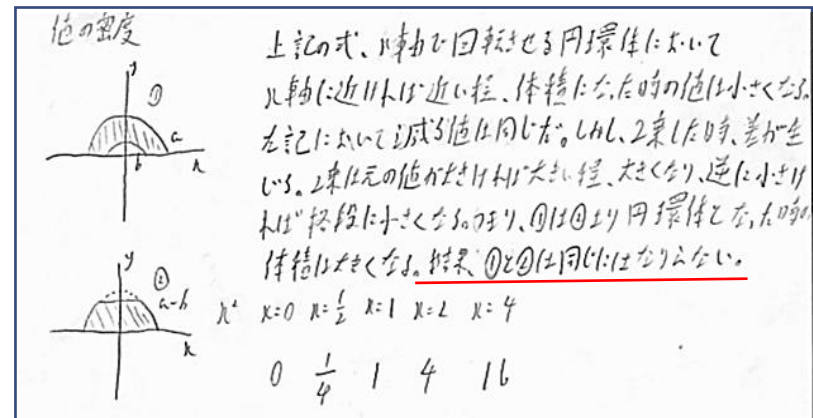


図18 生徒Cの記述(抜粋)

(3) 検証授業3 C高等学校 3年 [数学 科目：数学ⅠA発展 単元：いろいろな確率]

①本単元でめざす姿

確率の問題について思考する過程において排反事象(和)と独立試行(積)の違いを理解し、論理的に考えられるようにする。

②課題設定

反復試行の確率と条件つき確率について具体的な問題を通して理解・考察し、他の問題に対しても応用できる力を育成する。

③課題設定の理由

確率は他の単元と比べて計算力だけでなく読解力や考え方が重視される単元である。特に、「いろいろな確率」では既習の様々な確率の考え方を必要とすることから、順序立てて解く力を育成することが重要と考えた。

④学習活動の実際(本時：第3時間目)

課題 A、Bの2種類のカードがある。Aを2枚、Bを3枚それぞれ積み重ね、3人の人が順番に1枚のカードを次のように持ち帰ることにする。A、B両方のカードが残っているときはAかBかを確率 $\frac{1}{2}$ で選んで1枚持ち帰る。また、どちらか一方のカードしか残っていないときはそれを1枚持ち帰る。このようにすると最後に2枚のカードが残る。

- (1) Aのカードが2枚残る確率を求めよ。
- (2) Bのカードが2枚残る確率を求めよ。
- (3) Bのカードが2枚残ったとき、1番目の人がBのカードを持ち帰った条件付き確率を求めよ。

指導過程(抜粋)

教師 (1) Aのカードが2枚残る確率を求める式は？

生徒Ⅰ $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$ です。

教師 それでは(2) Bのカードが2枚残る確率を求める式は？

生徒Ⅱ $\frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{8} = \frac{1}{2}$ です。

教師 どのように考えましたか？

例えば 場合分けに気付き、もれや重複なく正しく場合の数を数えられるように促す。

生徒Ⅱ まず3番目の人がBのカードを持ち帰る確率は $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times 1 = \frac{1}{4}$ です。2番目の人や1番目の人がBのカードを持ち帰る確率は $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$ です。

これらは同時には起こらないので、足し算して

$$\frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{8} = \frac{1}{2} \text{ となります。}$$

教師 (3)の確率はどうなりますか？

生徒Ⅲ $\frac{1}{8} \div \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$ です。

教師 どのように考えましたか？

【学習計画表】			
数学科 第3学年 数学ⅠA発展 学習指導案			
1. 単元・題材名「いろいろな確率」			
2. 単元・題材で育成する資質・能力(評価基準)			
知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度	
いろいろな確率について理解し、基礎的な知識の習得と技能の習熟を図る。	いろいろな確率について理解し、事象を数学的に考察する。	いろいろな確率について数学のよさを認識できるようにするとともに、それらを活用する。	
3. 授業計画			
	知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
1	○独立な試行の確率について、具体例を通してその意味を理解する。		
2	○独立な試行の典型的かつ重要な例である反復試行の確率を理解する。	○反復試行の確率を理解するとき、組合せを用いることを納得する。	
3	○条件つき確率と確率の乗法定理の学習を通して、具体的な事象を数学的に理解する。	○条件つき確率と確率の乗法定理の学習を通して、具体的な事象を数学的に考察する。	○条件つき確率と確率の乗法定理の学習を通して、具体的な事象を数学的に考察し、活用する力を伸ばす。
			①独立な試行の確率 ②3つ以上の独立な試行の確率 ③反復試行の確率 ④反復試行による点の移動の確率 ⑤先にn勝する確率を求める。 ⑥条件つき確率 ⑦乗法定理を利用した確率 ⑧事後の確率を求める。
* 定期考査で知識・技能、思考・判断・表現、主体的に学習に取り組む態度の3観点全てを見ます。			

例えば <生徒の発言から捉えた思考の変容>
 生徒Ⅱ「3番目の人がBのカードを持ち帰る確率は $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times 1 = \frac{1}{4}$ です。」
 ⇒ 2番目の人がBのカードを持ち帰る確率、1番目の人がBのカードを持ち帰る確率も同様にして考えようとする思考、どこが3番目の人の場合と違うのかを比較する

比べる 分母、分子ともに対応する前の問いの箇所に気付くように促す。

生徒Ⅲ 条件つき確率なので、分母は(2)の答 $\frac{1}{2}$ 、分子は(2)の途中式 $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$ です。

教師 前の問いがヒントになることも多いですね

比べる <生徒の発言から捉えた思考の変容>

生徒Ⅰ 「分母は $\frac{1}{2}$ 、分子は $\frac{1}{8}$ です」

⇒前の問題の途中式のどこを分母・分子に見ればよいか見通す力をつけ、確率は1以下であることを改めて確認する

⑤ 検証授業の実際

生徒Ⅰの記述を見ると、(1)では3人ともBのカードを選ぶときの確率を求めている。(2)ではBのカードが2枚残る確率を図で示し、場合分けをして求めている。3人が順にアAAB、イABA、ウBAAのカードを持ち帰り、Bのカードが2枚残る確率をそれぞれ求め、これらを合計して思考、判断した結果である。(3)では(2)の答えと途中式を利用して解いている。(2)の答えと分母、(2)の途中式と分子とを比べて結びつける生徒の思考が見られる。途中式の分子の部分について、図では四角で囲んであり、授業で用いた「比べる」思考への働きかけを行ったことにより、順序立てて考える姿につながったと考えられ、思考の具体性が高まったことが分かった(図19)。

生徒Ⅱは、すべての小問でイメージ図を書いて取り組んでいる。生徒がこの課題に対して自らの考えを深めようとしている姿勢が表れている。さらに(2)ではBのカードが2枚残る確率では、具体的の場合分けをして求めている。(3)では反復試行の確率を使って解いている。確率の多様な考え方を踏まえた上で、自分の考えを明確に記述していて、(2)との結び付きに気付けば正答に近づく答案である(図20)。

第4時間目は反復試行による点の移動の確率について学習し、生徒Ⅲは、(1)では正六角形の図を書き、反復試行の確率を用いて解いている。(2)では偶数、奇数が何回ずつ出るかの組み合わせを求めて、学習活動を通して考えを自分なりに表現している(図21)。ここでは、数学を活用して事象を論理的に考察する力、事象の本質や他の事象との関係を認識し統一的・発展的に考察する力、数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表現する力を身に付けているかどうかについて評価することを意識した。

A, Bの2種類のカードがある。Aを2枚、Bを3枚それぞれ積み重ね、3人の人が順番に1枚のカードを次のように持ち帰ることにする。A, B両方のカードが残っているときはAかBかを確率 $\frac{1}{2}$ で選んで1枚持ち帰る。また、どちらか一方のカードしか残っていないときはそれを1枚持ち帰る。このようにすると最後に2枚のカードが残る。

(1) Aのカードが2枚残る確率を求めよ。

$$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$$

(2) Bのカードが2枚残る確率を求めよ。

$$\frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{8} = \frac{4}{8} = \frac{1}{2}$$

(3) Bのカードが2枚残ったとき、1番目の人がBのカードを持ち帰った条件つき確率を求めよ。

$$\frac{1}{8} = \frac{1}{4}$$

図19 生徒Ⅰの記述(抜粋)

(1) Aのカードが2枚残る確率を求めよ。

$$\left(\frac{1}{2}\right)^3 = \frac{1}{8}$$

(2) Bのカードが2枚残る確率を求めよ。

$$\frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{8} = \frac{4}{8} = \frac{1}{2}$$

(3) Bのカードが2枚残ったとき、1番目の人がBのカードを持ち帰った条件つき確率を求めよ。

$$5C_1 \left(\frac{1}{2}\right)^1 \left(\frac{1}{2}\right)^4 = 5 \cdot \frac{1}{32} = \frac{5}{32}$$

図20 生徒Ⅱの記述(抜粋)

正六角形の頂点を迎に沿って動く点Pが最初に頂点Oの位置にある。1個のさいころを投げて、偶数の目が出たときには、Pは正六角形の迎に沿って時計回りに頂点を2つだけ移動し、奇数の目が出たときには、Pは正六角形の迎に沿って反時計回りに頂点を1つだけ移動する。

(1) さいころを3回続けて投げたとき、Pが頂点Oの位置になる確率を求めよ。

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$$

(2) さいころを6回続けて投げたとき、Pが頂点Oの位置になる確率を求めよ。

$$6C_2 \left(\frac{1}{2}\right)^2 \left(\frac{1}{2}\right)^4 = 15 \cdot \frac{1}{16} \cdot \frac{1}{16} = \frac{15}{256}$$

図21 生徒Ⅲの記述(抜粋)

(4) 検証授業4 D高等学校 2年 [理科 科目：科学と人間生活 単元：熱の利用]

①本単元でめざす姿

前時(図22)までに「もしお風呂に70℃のお湯が入っていたとき40℃にするためにはどうすべきか」という課題を提示し、熱平衡の式から水の温度とその水の量を求めている。本単元では、質的・量的な関係を科学的な視点で捉えることを目指した。

②課題設定

熱平衡で求めた温度(理論値)と、実験で得られた温度(実験値)を比較する。また各班で値が違う理由を考察する。

③課題設定の理由

理論値[水の温度(10℃)とその水の量(200ml)]と実験結果の値の違いから、熱伝導や熱放射を考察でき、科学の妥当性の吟味、科学リテラシーの育成につながると考えた。

④学習活動の実際(本時：第7時間目)

教師 前は熱平衡の計算とのび太さんの家の話を解きました。のび太さんは家に帰ると、お風呂に70℃のお湯が120L浴槽に入っていたのだよね。そのとき、浴槽が240Lだとすると残り120L入ります。40℃にするためには何℃の水と量が必要でしたか？

生徒A 10℃の水。

生徒B 120Lだったかな。

教師 水の比熱は4.2J/(g・K)として計算しました。

本当？ 実際に実験をして、70℃のお湯に10℃の水を入れて本当に40℃になるかを確認しよう。

教師 では、各班、前回方法の立案をした通りに実験してみましょう。

各班で実験を行い、結果を共有する。(実験の値が、理論値より3℃下がる班が多い。)

【ビーカーを温めて、温度を上げて40℃を目指した班(9班)】

生徒A 先生、40℃になりました。ただ、73℃のお湯で実験したからだと思います。

理論値を求めたらこのようになりました(図23)。

教師 40℃になったのか。考察を考えてみましょう。なぜ2℃下がったのかな。

生徒A ビーカーに熱が伝わった。

教師 なるほど。他には？

生徒B 空気に熱が逃げた。水蒸気、とか。

【耐熱容器を使用した班(4班)】

教師 実験結果は何℃になりましたか？

生徒C 私たちの班は、40℃でした。

教師 何故でしょうか？

生徒D 真空状態の水筒で実験したので…

教師 なるほど。

他の班と比べて、結果から何が言えそうかな？

科学と人間生活 学習計画3		
1 題材名 「熱の利用」		
2 単元題材で育成する資質・能力<評価規準>		
ア 知識・技能	イ 思考・判断・表現	ウ 主体的に学習に取り組む態度
熱の出入りを利用した利用例を知り、理解を深める。観察・実験や計算を正しく行う。	得た知識と実験結果を関連付け、状況に応じて説明を導くことができる。	自然の事象・現象に主体的に関わり、見通しをもったり振り返ったりするなど、科学的に探究しようとしている。
3 授業計画		
評価の基準と評価方法	学習活動	
1 ア記述 (クイズ形式)	状態変化、熱運動	
2 ア記述 ウ温度変換	絶対温度とセルシウス温度	
4 ア記述 イウ実験プリント	ブラウン運動の観察	
5 ア記述 イウ比熱の計算	熱量・熱容量・比熱	
6 ア記述 ウ熱平衡の計算	熱平衡	
7 ア記述 ウ熱平衡の計算	熱平衡の実験	
8 ア記述	ジュール熱	
9 ア記述 イ実験プリント	電気パン	
10 ア記述 ウ熱効率の計算	エネルギーの保存、熱効率	
11 ア記述	まとめ	

指導過程(抜粋)

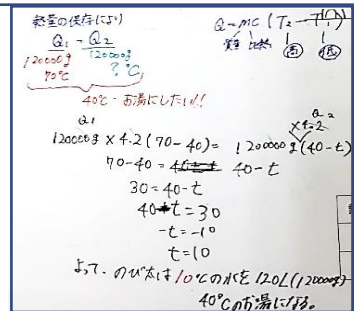


図22 前時までの学習内容

本当？ <生徒の発言から思考の変容>

生徒Bの発言「空気に熱が逃げた。水蒸気、とか。」

『「熱伝導」「熱放射」の用語を含めてより考察することができるようになった』⇒(「熱伝導」：物体は移動しないがその周囲に熱が伝わること、「熱放射」：高温物体から赤外線紫外線などの電磁波が放射されること)など原理を理解した上で表現できるようになった。

(5) 検証授業の結果と考察

検証授業の対象クラス（普通科または専門学科に在籍している生徒 238 名）に対して、検証授業の事前（6 月）と事後（11 月）に質問紙調査を実施した。この 13 の質問項目（表 2）の回答では、③、⑧、⑨、⑪、⑫の質問で回答割合に変化が見られた（図 28、図 29、図 30、図 32、図 33）。

質問項目③については、検証授業後に肯定的な回答が 8.8% 増加している（図 28）。思考の視点を用いて働きかけをしたことにより、教科の違いに関わらず解決方法を自ら考える姿勢が見られた。

今後もこの取組を継続することにより、自ら考え続ける力を更に高めることができると考えられる。

質問項目⑧について肯定的な回答が 5.6% 増加している（図 29）。生徒の思考が動き始めると図 5 に示した自ら考える力を育成する過程の歯車が回りだし、他者と協働していく意識が高まったと考えられる。また、質問項目⑨について、検証授業後に「そう思う」という回答が 7.2% 増加した（図 30）。このことから、思考が動きだした実感に伴って、生徒自ら考え続け、学習の中でも意識することができていると見られる。生徒の思考を表出したものを

見取ると、歯車が 2 段階目の「思考が動き出す」や 3 段階目の「解決方法を考える」まで回り、課題に向き合っている生徒の姿が見られた。これらの変容は、検証授業 1～4 以外に、理科「生物基礎」においても見られた（図 31）。

具体例として、生態と環境における単元の中で、バイオテクノロジーに対する 4 つの視点として、(1)食品（遺伝子組換え食品）(2)医療（ガン治療）、(3)環境（生態系に対する影響）、(4)法律（カルタヘナ法）を相互に比べるため、思考への働きかけを行った。学習を通じて、食品や医療分野では生命倫理や道徳といった視点、環境や法律の分野などの教科等横断的な視点まで思考が広がると考えたためである。生徒 A は、

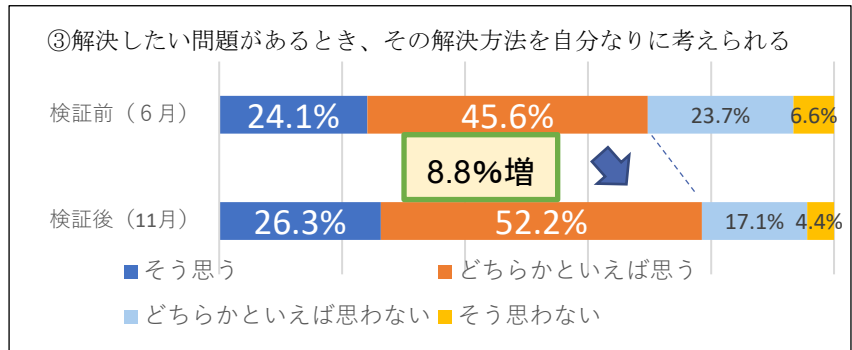


図 28 質問項目③における生徒の意識の変化

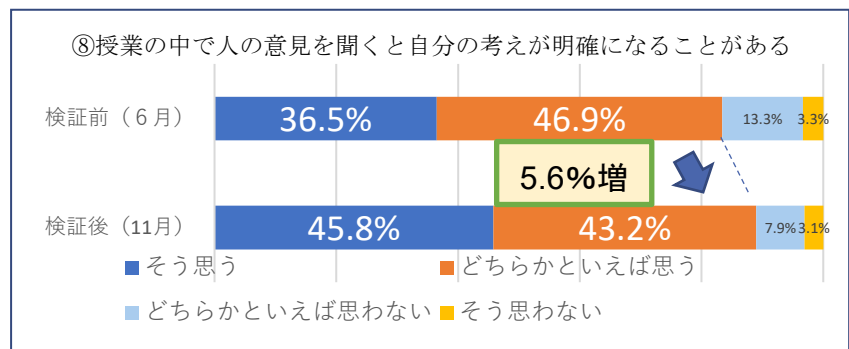


図 29 質問項目⑧における生徒の意識の変化

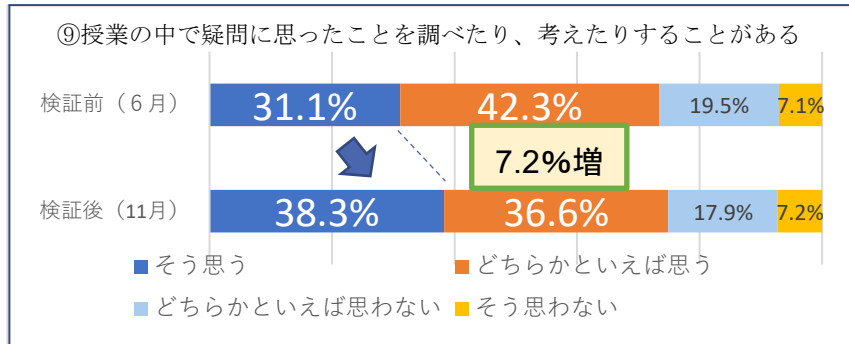


図 30 質問項目⑨における生徒の意識の変化

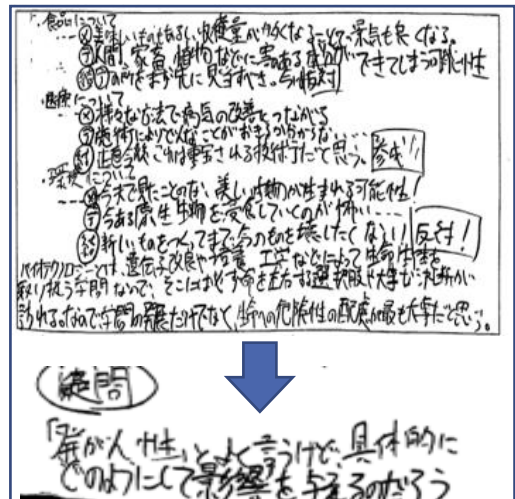


図 31 生物基礎の生徒 A の記述（抜粋）

学習を通して4つの視点から理由を比べた（図31上の記述）ことで、「発がん性と言うけれど具体的にどのようにして影響を与えるのだろうか」という新たな疑問の生成まで結びつき、学びを実感することができていると考えられる（図31下の記述）。

質問項目⑩については、肯定的な回答が8.5%増加している（図32）。自分の考えを明確にする取組を促したことの成果と推測できる。一方、「そう思わない」と回答した生徒は2.6%増えている。「普段疑問に思わないようなことも考えることが増え、考察するようになった」という回答理由が見られたことから、思考の歯車が回り出しているが、自分の考えを表現できるようにするには根拠をどのように示して、他者に伝えるのかについては学科や科目の内容に即した更なる工夫が必要であると考えられる。

質問項目⑪において、検証授業後に「そう思う」と回答した生徒が7.6%増加した（図33）。このことから、課題を改めて考え直し、この課題にはこう考えていくのかと思考し判断を重ねていったことにより、自分で課題を見だし、自ら考え続ける姿に変容した生徒が増加したことが分かった。

生徒のアンケート記述では、授業の中で調べたり考えたりした内容について、改めて調べ直したり考え直したりする姿が見られた。また、自ら考える力を育成する過程の歯車が回ることで思考が広がり、新しい視点へとつながっていることを自覚している生徒が存在していることが明らかになった（図34、図35、図36）。

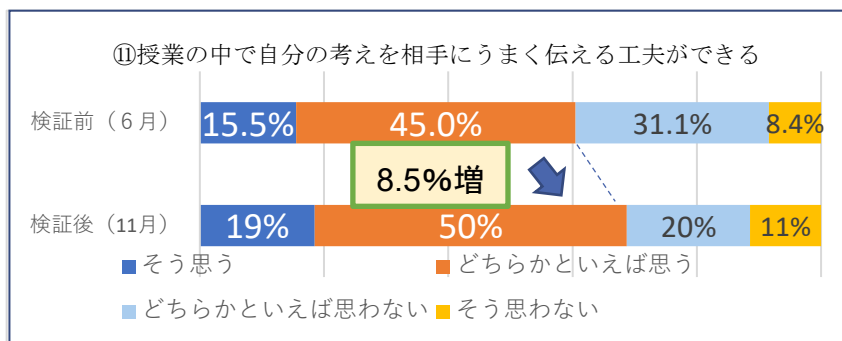


図32 質問項目⑩における生徒の意識の変化

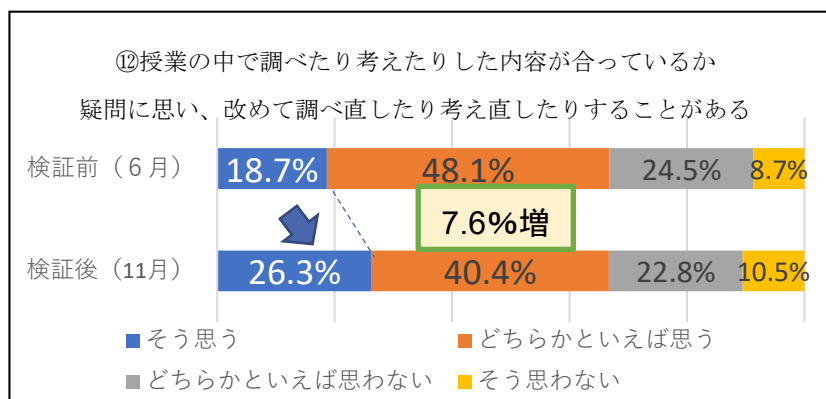


図33 質問項目⑪における生徒の意識の変化

自分で解いて分からなかったところを思考の手掛かりを改めて見て直すことで、より早く自分で解けるようになることがあ、下とします。

図34 検証授業後の生徒のアンケート記述より（抜粋）

その手掛りからさらに考えを広げることができた
 ↑ 例え、これは何か発生してどうなるか！
 じゃあなぜ、これが発生するんだろうの？
 と新しい視点が生れた。

図35 検証授業後の生徒のアンケート記述より（抜粋）

なぜこれはこうなるんだろうとか、さらに疑問になり調べてみたり、昔はも
 疑問に思えることが増えた。

図36 検証授業後の生徒のアンケート記述より（抜粋）

このことから、思考の視点を取り入れた授業の構成を実践した結果、思考の流れを整理し、新しい気づきを取り入れて自分の考えを表現し伝える場面において、自ら考え続ける姿が見られたと考える。

さらに、「検証授業1」に示した実験計画を立案する授業では、生徒が自ら課題を見いだして解決策を考えることに向かう姿を確認することができた。これは、思考を深めていくような授業展開にしたことの効果の表れと考えられる。

「高等学校学習指導要領解説 数学編理数編」では、「数学的な見方・考え方を働かせながら、習得した知識及び技能を活用して、探究したりすることにより、より広い領域や複雑な事象の問題を解決するための思考力、判断力、表現力が育成される」¹⁶と示されており、この取組を継続していくことで、事象を捉える側面がさらに広がると考えられる。本研究でも、表2の質問項目⑬「普段の生活の中で、疑問に思ったことを調べたり、考えたりすることがある」について、検証後には肯定的な回答が3.9%増加した。振り返りの回答理由には、「授業中に思考したことを日常で思い出すことが多くなった」「今回作ったナイロン610は非常に脆いものであったが、それがどのようにして服となっていくのかの過程が気になった」という記述が見られた。また、図40に示した生徒の記述からは、街で信号無視をする人の心理を、「信号の待ち時間(x)と信号無視をする人の割合(y)は正の相関があるのか(xが増えるとyも増えるか)」と捉え、数学Iのデータの分析とつなげていることが分かる。このように、思考の視点を取り入れた授業づくりをしたことで生徒の課題解決に向かう姿勢や普段の生活にも変化が見られた。

この授業を受けたことによって普段の生活の中で、疑問に思ったことを調べたり、考えたりすることがありましたか
自分自身、心理学に興味があるため、例えば特許で信号無視を
する人があり、その気持ちにたつたら、先行研究を調べて採集し、
疑問を解決しようと思いはじめた。自分から調べるよりも以前より増えた。
啊、それはこの授業が変えてくれたことだと感じている。

図40 質問項目⑬における生徒の意識の変容

(2) 評価の視点について

学習評価の実施に当たっては、複数の教科で科目ごとに異なる評価規準を作成するため、本研究では各科目に共通する視点での見取りとして思考・判断・表現の指導に生かす評価について検討した。学習を通じて、生徒の思考・判断・表現に関わる学習状況を「具体性が高まったか・要素が増えたか」といった視点から見取ることにした。各科目に共通した見取りの視点をを用いることで、生徒が考えたことを評価する上で、視点が明確になると適切な見取りにつながるということが分かった。観点別評価をする際には、見取る視点を明確にすることが重要であると改めて確認した。

また、「どの課程、どの科目でも実践できる方法」をめざして検証を行ったが、教科が異なる中でも教師が授業を振り返る際の視点にもつながっていた。このことから、次の授業への改善点を明らかにすることができ、指導と評価の在り方を提案することができた。

2 今後の課題

(1) 思考の視点を取り入れた授業づくりについて

本研究では、数学と理科の授業で検証を行った。今後、他教科においてもサポートカードを用いてどのような授業構成が考えられるかを検討する必要がある。また、課題によって「どこから取り組み始めていかわからないことがある」という生徒に対して生徒の思考が広がる場面もある一方、思考への働きかけをすることで思考を限定させてしまう懸念も考えられる。複数教科での研究のため、汎用性のあ

¹⁶ 高等学校学習指導要領解説 数学編 理数編 平成30年7月 p.9

る3種類のサポートカードを活用したが、各教科・科目において20の思考の視点をどう活用するか更なる工夫が必要である。また、これらの視点を単元の初期のみに導入し、課題に対する自分の考え方を構成し始めてきた頃には、サポートカードを提示せずに、生徒自ら思考、判断、表現していくことを目指すのも一つの方法であると考え。

（2）評価の視点と「指導と評価の一体化」について

各科目の思考・判断・表現の評価については、各科目に共通する視点での見取りとして「具体性の高まりや要素が増えたか」どうかで評価したが、他の視点でも見取ることができると考えられる。観点別評価を充実させるために、それぞれの単元の評価規準に合わせて評価を進めていく必要があり、その際に見取る視点が明確であることが重要となる。視点の明確化により、教師が課題を設定しやすくなったり、発問の焦点を絞りやすくなったりすることで、「指導と評価の一体化」に向けた取組がさらに進むと考えられる。また、学習評価は生徒の学習改善に生かすことにつなげていくものであり、生徒が学習したことの意義や価値を実感し、自ら考え学び続けられるように、評価を次の指導にどのように生かしていくとより有効であるか、研究を深める必要があると考え。

最後に、研究を進めるにあたり、ご支援、ご助言くださいました講師の先生、また校長先生をはじめ教職員の皆様に、心より感謝し、厚くお礼申し上げます。

【参考文献】

高木展郎『評価が変わる、授業を変える』三省堂	2019年
西岡加名恵『高等学校 教科と探究の新しい学習評価』学事出版	2021年

【指導助言者】

浦和大学こども学部特任教授（川崎市総合教育センター専門員）	工藤 文三
川崎市総合教育センター指導主事	山中 美奈子
川崎市総合教育センター指導主事	鬼頭 洋司