数　　学

1　数学科における授業改善等の成果と課題

学習指導要領では、各教科等の目標及び内容が、育成を目指す資質・能力の三つの柱「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」に沿って再整理され（図１）、各教科等でどのような資質・能力の育成を目指すのかが明確化された。また、教師が「子どもたちにどのような力が身に付いたか」という学習の成果を的確に捉え、「主体的・対話的で深い学び」の視点からの授業改善を図るため、「指導と評価の一体化」の充実が求められている（令和５年度教育課程編成・実施の手引【数学】を参照）。

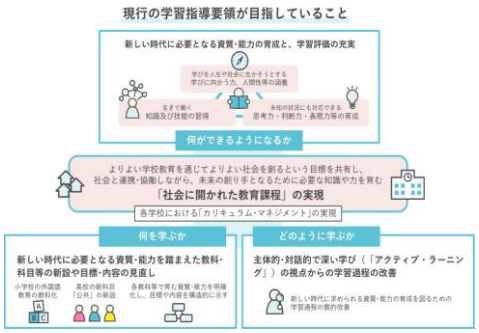


図１　初等中等教育における教育課程の基準等の在り方について（令和６年 12 月 25 日中央教育審議会諮問）

また、未来の社会を見据え、生徒の資質・能力を育成するに当たっては、学習指導要領の趣旨を踏まえ、「個別最適な学び」と「協働的な学び」という観点から学習活動の充実性を改めて捉え直し、これまで培われてきた工夫とともに、ICTの新たな可能性を指導に生かすことで、「主体的・対話的で深い学び」の充実に向けた授業改善につなげていることが重要である。

北海道教育委員会では、各教科等教育課程研究協議会や北海道高等学校教育課程研究協議会、学校訪問等を実施するとともに、各種研修会や、各管内における教科研修会等を通して、次のような教育課程実施上の成果と課題を把握した。

	成果	課題
全体	・現行の学習指導要領における「主体的・対話的で深い学びの視点からの授業改善」を学校単位で推進している学校が増加している。 ・各種研究協議会等を通して、「個別最適な学び」と「協働的な学び」の一体的な充実が図られている。 ・生徒が主体的に活動できるよう、心理的安全性を担保した授業づくりが増えてきた。 ・授業におけるICT活用の取組が充実している学校が増加している。	・生徒が自分の考えをもち、根拠をもって明確に説明することや、自律的に学ぶよう育成することに難しさを感じている授業が見られる。 ・習得した知識を現実の事象と関連付けて理解し、概念としての知識の習得や深い意味理解をさせることに課題がある授業が見られる。 ・「個別最適な学び」と「協働的な学び」の一体的な充実の必要性について、校内における教員間の認識の差がある。 ・生徒を主語にした授業の在り方について、校内で一層研鑽する必要性がある。
数学科	・授業等研究セミナーにおいて、授業研究（目標設定→学習指導案の検討と作成→研究授業→研究協議→反省・総括のサイクルを回す授業改善）の過程を経ることで、授業者だけでなく参加者においても、授業改善の視点を身に付ける機会を得ている。 ・How to learn（生徒がどのように学ぶか）型の授業の実現に向けた方策について、各種研修で共有したことにより、生徒の主体性を育む授業改善が、多くの数学科教師によって実践されようとしている。 ・学校単位で授業研究に取り組むことで、当該学校の数学科教師全体で授業改善に取り組む事例も見られるようになった。	・数学的に考える資質・能力は、単元を見通して育成されるべきものであることから、単元の目標を明確化し、教科書の構成とは指導順序を入れ替えたり、扱う問題などを精選したりすることで、どこでどのように時間をかけるか（どこに時間をかけないか）を明確にするといった検討や工夫を行う、単元をデザインすることに課題がある。 ・生徒が主体的に関わりたくなる授業を創出するため、日常の授業から、適切な題材選びを行い、問いや発問に対する反応を観察し、記録に残すなど、生徒理解に努めるとともに、生徒が数学的活動を通した学びを実現できるような授業展開を行う必要がある。

2　学習指導及び学習評価の改善・充実

学習評価は、「生徒にどういった力が身に付いたか」という学習の成果を的確に捉え、教師が指導の改善を図るとともに、生徒自身が自らの学習を振り返って次の学習に向かうことができるようにするために、学習評価は重要であり、教育課程や学習・指導方法の改善と一貫性のある取組を進めることが求められる。

例えば、「思考・判断・表現」の評価は、各教科等の知識及び技能を活用して課題を解決する等のために、必要な「思考力、判断力、表現力等」の資質・能力が身に付いているか評価するものである。「思考・判断・表現」の評価をするために、教師は、「主体的・対話的で深い学び」の視点からの授業改善をする中で、生徒が思考・判断・表現する場面を効果的に設計するなどした上で、指導や評価を行うことが求められる。

また、思考・判断・表現の過程には、

- 物事の中から問題を見いだし、その問題を定義し解決の方向性を決定し、解決方法を探して計画を立て、結果を予測しながら実行し、振り返って次の問題発見・解決につなげていく過程
- 精査した情報を基に自分の考えを形成し表現したり、目的や状況等に応じて互いの考えを伝え合い、多様な考えを理解したり、集団としての考えを形成したりしていく過程
- 思いや考えを基に構想し、意味や価値を創造していく過程

があり、各教科等の特質に応じて、「見方・考え方」を働かせ、探究的な学習活動の中で、具体的な学習内容、単元や題材の構成、学習の場面等に応じた授業改善の方法について研究を重ね、ふさわしい方法を選択しながら、工夫して実践できるようにすることが重要である（図２）。

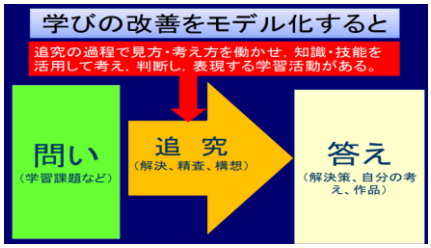


図２　新学習指導要領における思考力，判断力，表現力の評価について（平成 30 年７月９日教育課程部会 児童生徒の学習評価に関するワーキンググループ）

評価方法については、ペーパーテストのみならず、論述やレポートの作成、発表、グループでの話合い、作品の制作や表現等の多様な活動を取り入れたり、それらをICTを活用して集め、一つのポートフォリオにまとめて活用したりするなどの評価方法を工夫することが考えられる。

このことを踏まえて、数学科では、数学的活動を「数学学習に関わる目的意識をもった主体的な活動」とし、生徒が目的意識をもつことができようにする、つまり、生徒が問題解決の必要性を感じ、主体的に関わりたくなる場を創出することが大切であると考え、次のような数学的活動に取り組むこととしている。

(1) 日常の事象や社会の事象などを数理的に捉え、数学的に表現・処理して問題を解決し、解決の過程や結果を振り返って考察する活動

(2) 数学の事象から自ら問題を見いだし解決して、解決の過程や結果を振り返って統合的・発展的に考察する活動

(3) 自らの考えを数学的に表現して説明したり、議論したりする活動

また、「数学の問題発見・解決の過程」は数学の「学習過程」であることから、多様な全ての生徒が数学的活動を通した学びにアクセスできなくてはならない。

これらのことから、数学科で身に付けるべき資質・能力の育成・伸長に向けて、数学的活動を通した学びを実現していくに当たっては、次の点に留意する必要がある。

・数学的活動を通した学びは、単元末等に限らず、通常の授業において実施し、その充実を図っていくこと。また、単元など内容や時間のまとまりを見通して実現を図るようにするものであり、そのための単元デザインが大切であること。
・既習の「知識及び技能」を活用又は学び直しをしながら、生徒自身が新たな「知識及び技能」を創出していくような学びも検討すること。
・数学的プロセスにおいて生徒が働かせうる数学的な見方・考え方を、まずは教師が意識し、それを生徒が授業において意識することに向けた、学びを深める工夫を検討すること。
・一人一人多様な全ての生徒が数学的活動を通した学びにアクセスできることが大切であり、そのためにも「**豊かな学び直しの機会の設定**」及び生徒の多様な思考に対応する「**デジタルツールの利用**」が有効であること。

これらの留意点を参考にしつつ、生徒の実態を踏まえ、創意工夫を生かした教育活動を積極的に展開する必要がある。

＜豊かな学び直しの機会の設定＞

豊かな学び直しの機会の設定は、既習内容に関わる資質・能力の育成を主目標とするものである。生徒の中には、高等学校の数学の学習を進める中でも、既習事項に対するフォローが必要になる者もいる。生徒が解決の必要性を感じ、主体的に関わりたくなる場を創出するとともに、授業では、多様な考えを取り上げ、それらを比較検討し、対話を通して最終的な結論を得ること、さらに、それらの過程を振り返り、分かったこと、分からなかったことなどを明確にすることが大切である。

＜デジタルツールの利用＞

ある問題場面に対して、数学に関するデジタルツールを利用し、シミュレーションを実行したり、数学的モデルを操作したりするアプローチもあれば、数学の演繹的な考察のみを駆使するアプローチもある。社会の変化に伴い、前者の有用性や有効性が相対的に高まっていることを踏まえ、生徒に、この両者を経験させることはもちろんのこと、最終的には、どちらのアプローチをするかを自立的に判断できるようにすることが大切である。

3　指導と評価の計画例

ここでは、数学Ⅰの「データの分析」及び数学Ａの「確率」の２つの計画例を示す。

前者は、問題発見・解決の過程や結果を振り返って、統合的・発展的に考察する中で、変換を行った２つのデータの相関係数について考察する計画例である。後者は、事象について確率を用いて数理的に捉え、数学的な見方・考え方を働かせる授業において、生徒の問いを起点とした数学的活動を通して、条件付き確率について考察を深める計画例である。

(1) 数学Ⅰ「データの分析」の計画例

ア　単元の目標

(ｱ) データの分析についての基本的な概念や原理・法則を体系的に理解するとともに、事象を数学化したり、数学的に解釈したり、数学的に表現・処理したりする技能を身に付ける。

(ｲ) 社会の事象などから設定した問題について、データの散らばりや変量間の関係などに着目し、適切な手法を選択して分析を行い、問題を解決したり、解決の過程や結果を批判的に考察し判断したりする力を身に付ける。

(ｳ) データの分析について、数学のよさを認識し、数学を活用する態度、粘り強く考え数学的論拠に基づいて判断する態度、問題解決の過程を振り返って考察を深めたり評価・改善したりしようとする態度を身に付ける。

イ　単元の評価規準

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
①分散、標準偏差、散布図及び相関係数の意味やその用い方を理解している。 ②コンピュータなどの情報機器を用いるなどして、データを表やグラフに整理したり、分散や標準偏差などの基本的な統計量を求めたりすることができる。 ③具体的な事象において、仮説検定の考え方を理解している。	①データの散らばり具合や傾向を数値化する方法を考察することができる。 ②目的に応じて複数の種類のデータを収集し、適切な統計量やグラフ、手法などを選択して分析を行い、データの傾向を把握して事象の特徴を表現することができる。 ③不確実な事象の起こりやすさに着目し、主張の妥当性について、実験などを通して判断したり、批判的に考察したりすることができる。	①事象をデータの分析の考えを用いて考察するよさを認識し、問題解決にそれらを活用しようとしたり、粘り強く考え数学的論拠に基づき判断しようとしたりしている。 ②問題解決の過程を振り返って考察を深めたり、評価・改善したりしようとしている。

（参考）本事例では、次のような教材観等を想定している。

教材観	生徒観	指導観
○　実際のデータを用いて考察することで、日常の事象を数学的に捉えることのよさを感じることができる教材である。 ○　結果を予想しながら実行し、振り返って次の問題発見・解決に向かうことができる教材である。	○　１学級40人程度で、大学進学を目標とする生徒が多く、主体的に学習に取り組む生徒の割合が高い集団である。 ○　課題を解決するために数学を用いて考察することを得意としている生徒がいる一方で、困難としている生徒も一部いる集団である。	○　意見を共有しながら、生徒の考えや気付きから新たな問いが生まれるような資質・能力を身に付けさせたい。 ○　既習事項を結び付けて新たな性質を発見できるような活動となるよう、生徒に資質・能力を身に付けさせたい。

ウ　単元の指導と評価の計画（７時間）

時間	学びの過程	ねらい、学習活動等	重点	記録	備考 ※「おおむね満足できる」状況（Ｂ）
1	習得	・データの散らばりの度合いの詳細を客観的に把握する指標である分散、標準偏差の有用性を理解し、その値を求めることができる。	知		・分散、標準偏差の意味を表現できるとともに、値を求めることができる。（行動観察）

教科等横断的な学びの視点：「データの分析」を含め統計的な内容は、共通教科情報の「情報Ⅰ」の「情報通信ネットワークとデータの活用」との関連が深く、生徒の特性や学校の実態等に応じて、教育課程を工夫するなど相互の内容の関連を図ることも大切である。

豊かな学び直しの機会の設定：生徒の実態に応じて、中学校での既習内容である四分位数や箱ひげ図についても説明し、それらと新たに学習する分散によって、データの散らばり具合を捉えるためのそれぞれのよさを認識する場面を位置付ける。

2	活用	・分散の定義を理解した上で、定義と異なる方法で分散の式を表現することができる。 ・分割されたデータの代表値から、もとのデータの平均値や分散を求める方法を考察することができる。	思		・平均値の知識を活用して、分散を求める方法を考察することができる。（ワークシート）
3	活用	・データを変換した後の分散や標準偏差と、もとの分散や標準偏差との関係を表現することができる。 ・データを変換した後の分散や標準偏差についての考察において、元のデータとの比較について、粘り強く取り組んだり、学びを調整しようとしたりしている。	思 態	○	・データを変換した後の平均値、分散、標準偏差について数学的に考察することができる。（ワークシート） ・試行錯誤をしながら、データを変換した後の分散や標準偏差を求めようとしている。（ワークシート）
4	習得	・散布図と相関係数について理解し、散布図から相関係数を読み取ることができる。 ・相関係数の定義を理解し、計算して求めることができる。 ・相関関係と因果関係を正しく理解することができる。	知		・相関の正負、強弱を判断することができる。（行動観察） ・相関係数の意味を表現できるとともに、値を計算して求めることができる。（行動観察）
5 （本時）	探究	・既習事項を活用し、データを変換した後の相関係数について数式を用いて考察することができる。	思	○	・データを変換した後の相関係数の変化について、既習事項を活用しながら数式を用いて考察することができる。（行動観察）
6	習得	・不確実な事象の起こりやすさに着目し、主張の妥当性について、実験などを通して判断したり、批判的に考察したりすることができる。 ・主張の妥当性についての考察において、粘り強く取り組んだり、自らの学びを調整しようとしたりしている。	思 態		・具体的な事象について、仮説検定の考え方を用いて判断したり、批判的に考察したりすることができる。（ワークシート） ・主張の妥当性を考察する中で、評価・改善を繰り返し、自らの学びを調整している。（ワークシート）
7	活用	・単元の学習内容についてのテストに取り組み、単元で学習したことが身に付いているのかを確認する。 ・単元の振り返り。	知 思	○ ○	

探究的な学びの実装：「データの分析」では、データの散らばり具合や傾向を数値化する方法を考察する力、目的に応じて複数の種類のデータを収集し、適切な統計量やグラフ、手法などを選択して分析を行い、データの傾向を把握して事象の特徴を表現する力、不確実な事象の起こりやすさに着目し、主張の妥当性について、実験などを通して判断したり、批判的に考察したりする力などを培う。

２つの観点がある場合は、一体的に見取ることが考えられる。

豊かな学び直しの機会の設定：データを変換した後の分散や標準偏差を考察する際に、既習事項である分散や標準偏差の定義について改めて確認することで、分散や標準偏差についての理解を深める。

単元デザインの視点：＜５時間目の学習とのつながり＞
データを変換した後の分散や標準偏差をどのように表すことができるかについて学習した上で、６時間目で変換した２つのデータの相関係数を考察する際にそれらを活用する。

単元デザインの視点：＜５時間目の学習とのつながり＞
共分散が、分散や標準偏差とは異なり、負の値をとることがあることを認識する場面を設定する。

深い学びにつながるICT活用：数学Ａ「反復試行の確率」を用いて考察することも可能ではあるが、シミュレーターなどのデジタルツールを用いることが有効である。

教科等横断的な学びの視点：仮説検定の考え方は、数学Ｂ「統計的な推測」との関連が強い内容であるため、つながりを意識しながら指導する。

知：「知識・技能」　思：「思考・判断・表現」　態：「主体的に学習に取り組む態度」

○　思考力、判断力、表現力等の資質・能力の向上を図る「探究的な学び」の実装に向けて

・可能な範囲で、具体的な問題の解決を通して統計的探究プロセスを経験させるようにすることが大切である。統計的探究プロセスとは、元々の問題意識や解決すべきことがらに対して、統計的に解決可能な問題を設定し、設定した問題に対して集めるべきデータと集め方を考え、その計画に従って実際にデータを集め、表などに整理した上で、集めたデータに対して、目的やデータの種類に応じてグラフにまとめたり、統計量を求めるなどにより特徴や傾向を把握し、見いだした特徴や傾向から問題に対する結論をまとめて表現したり、さらなる課題や活動全体の改善点を見いだしたりするという一連のプロセスをいう。また、統計的探究プロセスを、単元全体を通して経験させることも考えられる。

・本単元の４時間目においては、特に「データ」について、体力テストのデータを整理して、次時の「分析」につなげる活動を行っている。また、５時間目においては、特に「分析」について、データの変換による特徴や傾向の把握について考察を深めることに重点を置いている。

問題	・問題の把握	・問題設定
計画	・データの想定	・収集計画
データ	・データの収集	・表への整理
分析	・グラフの作成	・特徴や傾向の把握
結論	・結論付け	・振り返り

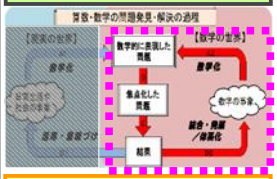
エ　学習指導案（５時間目／７時間中）

数学科学習指導案

1　単　元　名　　数学Ⅰ　データの分析
2　本時の学習　　変量の変換と相関係数（本時５／７時間）
3　本時の目標　　データを変換した後の相関係数の変化について、既習事項を活用しながら数式を用いて考察することができる。（思）
4　本時の展開

過程	学　習　活　動	形態	指導上の留意点	評価の観点
導入 ５分	○　本時のねらい・評価規準の確認 ・握力テストの結果をもとにして、データを変換した際に、相関係数がどのようになるか、数学的に考察することができる。 ○　本時の問い **データを変換することによって相関関係・相関係数は変化するのだろうか。** ・生徒に問いを予想させる。	一斉	・ねらいや評価規準を確認することで、本時の学習に見通しをもてるようにする。	
展開 40分 A2 B C D2	**発問１：あるサポーターを右腕に装着すると、右手の握力が 1.2 倍になることが分かっている。あるサポーターを右腕に装着する前後で、右手と左手の握力の関係はどのように変化するのだろうか。** ○　検証 ＜生徒の考え方①＞ 散布図を見て判断する。 ＜生徒の考え方②＞ 相関係数を計算する。 ○　結論 ・散布図では変化の判断が難しかったが、相関係数を求めると、相関係数は変化していないことがわかった。正の相関関係についても変わらないことが分かった。 ○　生徒の考えや疑問 ＜生徒の考えや疑問１－１＞ 右手の握力の値を何倍にしても相関係数は変化しないのではないか。 ＜生徒の考えや疑問１－２＞ 左手の握力の値が変化しても、相関係数は変化しないのだろうか。	一斉 個人	・生徒が自ら考え方を選択できるようにすることを大切にしながら、散布図で比較することを通して、生徒自身が相関係数で考えることのよさに気付けるように支援する。	
A2 B C D2	**発問２：（左手について、データの数値を変更し、考察を行う。）右手の握力を 1.2 倍のまま、左手の握力を 0.8 倍にしたとき、右手と左手の握力の相関係数に変化はあるのだろうか。** ○　検証 ・発問１の検証の過程を振り返りながら、数式を用いて相関係数を求める。 ○　結論 ・相関係数は変化しない ○　生徒の考えや疑問 ＜生徒の考えや疑問２－１＞ ２つのデータを何倍にしても、相関係数は変化しないのではないか。 ＜生徒の考えや疑問２－２＞ 値をかけたり割ったりするだけでなく、足したり引いたりしても、相関係数は変化しないのではないか。 生徒の考えや疑問をもとに、X、Y の相関係数に対し、a、b、c、d を実数とするとき、「X’=aX、 Y’=bY の相関係数は等しいか」、X’=X+c、 Y’=Y+d ではどうか、X’=aX+c、Y’=bY+d ではどうか」など、発展的に考察するよう促すことも考えられる。	個人 一斉	・Google スプレッドシートを用いて、生徒の考えや疑問を共有する。 【生徒観を踏まえて】 数学を用いて考察することが困難である生徒がいることから、生徒の考えを教員が補足して説明することや、意見の共有の仕方を工夫することなどが考えられる。	思
整理 ５分	○　本時の学習の振り返り ・本時の問いについての回答を確認させるとともに、本時のまとめと振り返りをノートにまとめる。	個人		

本時の学習過程のイメージと身に付く資質・能力



A2：事象の特徴を捉え数学化する力
B：数学的な問題を解決するための見通しを立てる力（構想力）
C：数学的な見方・考え方を基に、的確かつ能率的に処理する力
D2：得られた結果を基に批判的に検討し、体系的に組み立てていく力

【学習指導案を検討する際の留意点】
・生徒の考えをもとに進めていくため、生徒の考えについてあらかじめ複数予想をしておく。
・既習事項とのつながりを意識しながら指導する。

３時間目とのつながりを意識し、変換した２つのデータの共分散を考察した際の過程を活用できることについて気付かせる。

４時間目で共分散が、分散や標準偏差とは異なり、負の値をとることがあることを認識する場面を設定したことにより、相関係数が変化する場合についての気付きを促すことができる。

本時における思考・判断・表現を意識した数学的活動

思考・判断・表現の過程で、数学の事象から自ら問題を見いだし解決して、解決の過程や結果を振り返って統合的・発展的に考察する活動を取り入れている。特に、各発問において結果を予測することや、結果を振り返って次の問題発見・解決につなげていく過程を重視している。

オ　学習の進め方や学習評価の工夫

(ｱ) 思考力、判断力、表現力等を育成するための学習の進め方の工夫

本事例では、発問１において、相関関係の変化を考察する際に散布図から相関関係を読み取ろうとする生徒の考えを予想している。ICTを活用して図３のような散布図の作成や全体共有を行うことにより、生徒が容易に散布図による相関関係の比較の考察をすることができるようになる。

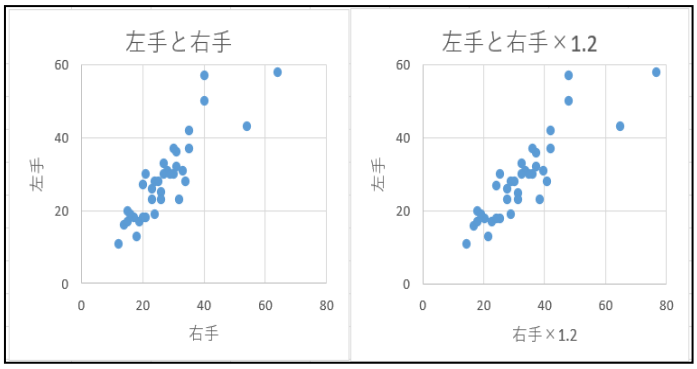


図３　散布図による相関関係の比較

これら２つの散布図を比較する中で、散布図だけでは相関関係の変化を読み取ることが難しいという生徒の考えを引き出しながら授業を展開していく。生徒が相関係数を求める必要性を感じることで、数式を用いて考察することのよさを感じ、相関係数を用いて相関関係を比較する活動へとつながっていく。

(ｲ) 思考・判断・表現を評価するための学習評価の工夫

評価	A	B	C
【思考・判断・表現】	データを変換した後の相関係数の変化について、既習事項を活用しながら数式を用いて考察することができ、相関係数が変化する条件について表現することができる。	データを変換した後の相関係数の変化について、既習事項を活用しながら数式を用いて考察することができる。	データを変換した後の相関係数の変化について、考察することができない。
＜評価Ｃの生徒への手立て＞ ・発問１における検証の過程、前時までに学習したデータの変換及び相関係数の定義について改めて確認し、各データの変換による相関係数の変化について順を追って考察できるように対話等を通じて支援する。			

発問２において、共分散が 1.2×0.8 倍、標準偏差がそれぞれ 1.2 倍、0.8 倍となることから、相関係数を計算する過程において、相関係数は変化しないことが考察できている生徒は評価Ｂとしている。また、評価Ｃの生徒へは、それぞれのデータを 1.2 倍や 0.8 倍にすることから共分散や標準偏差の値がどのように変化するか、気付くことができるように支援を行う。

さらに、展開の終盤において「データを何倍に変換しても相関係数は変化しないのではないか」といった疑問を全体で共有し、さらに考察を深められるように展開していく。その考察の中で、共分散が負の値を取ることがあるという既習事項を活用することによって、相関係数が変化する場合があることを見い出し、その条件について表現できている生徒は評価Ａとしている。

(2) 数学Ａ「確率」の計画例

ア　単元の目標

(ｱ) 確率についての基本的な概念、原理・法則を体系的に理解するとともに、不確実な事象を数学化したり、数学的に解釈したり、数学的に表現・処理したりする技能を身に付ける。

(ｲ) 不確実な事象に着目し、確率の性質などに基づいて事象の起こりやすさを判断する力、条件や事象の関係を捉え直し、数理的に考察し表現する力を身に付ける。

(ｳ) 数学のよさを認識し、確率を活用して日常生活や社会における不確実な事象について考察しようとする態度、問題解決の過程を振り返って考察を深めたり、よりよい判断に向けて評価・改善したりしようとする態度を養う。

イ　単元の評価規準

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
①事象を集合として捉え、全事象や根元事象を適切に設定し、場合の数の考え方を用いて確率を求めることができる。 ②独立な試行、反復試行、条件付き確率、確率の乗法定理及び期待値について理解し、それらを用いて確率や期待値を求めることができる。	①不確実な事象に着目し、場合の数や確率の性質などに基づいて、事象の起こりやすさを判断したり、事象の関係を論理的に考察し表現したりすることができる。 ②条件や事象の関係に着目し、図や表などを用いて事象を整理し、根拠に基づいて多面的に考察することができる。 ③習得した知識及び技能を活用して、不確実な事象を数学的に捉え、判断の過程や結果を数学的に表現することができる。	①数学のよさを認識し、確率を活用して日常生活や社会における不確実な事象について考察しようとしている。 ②粘り強く考え、数学的論拠に基づいて判断しようとしている。 ③問題解決の過程を振り返って、考察を深めたり、よりよい解決に向けて評価・改善したりしようとしている。

（参考）本事例では、次のような教材観等を想定している。

教材観	生徒観	指導観
○　起こり得る場合を整理し、確率の意味や法則を用いて不確実な事象の起こりやすさを考察することを通して、条件や事象の構造を捉え、根拠に基づいて判断・表現することができる教材である。 ○　単元全体を通して数学的活動を位置付け、生徒が問いを解決する過程で、知識及び技能と思考力・判断力・表現力等を一体的に育成することができる教材である。	○　授業では教師の説明をよく聞き、与えられた課題にも真面目に取り組み、基礎的な知識及び技能はおおむね身に付けている。 ○　本質的な疑問をもつ生徒がいる一方、正解を求める意識が強く、見通しがもてない場面での試行錯誤や、自ら仮説を立て、根拠を明確にして説明することに課題が見られる生徒もいる。	○　仮説を出発点に問いをもち、条件や根拠を確かめながら考察する過程を重視し、条件による事象の捉え方の違いに着目するなど、事象の構造や関係を捉え、数学的に判断・表現する力を身に付けさせたい。 ○　図や表などを用いて事象を整理し、ICT を効果的に用いながら、個人思考や他者との比較・検討を通して、根拠を明らかにして説明する力を身に付けさせたい。

ウ　単元の指導と評価の計画（13 時間）

時間	学びの過程	ねらい、学習活動等	重点	記録	備考 ※「おおむね満足できる」状況（Ｂ）
1	探究	・多様な予想や考え方を比較・検討する活動を通して、「同様に確からしい」という確率の基本的な考え方を理解する。	思		・多様な予想や考え方を比較・検討し、「同様に確からしい」場合に着目して事象を捉え直し、場合の数を基に確率を考察している。（行動観察）
2	習得	・全事象や事象を適切に捉え、場合の数の考え方を用いて確率を求めることができる。	知	○	・全事象や起こりうる事象を適切に捉えながら確率を求め、その考え方を説明することができる。（ワークシート）
3	活用	・積事象、和事象、排反事象の意味を理解し、ベン図や集合の記号を用いて事象の関係を整理する。 ・複数の事象の関係を数学的に表現し、確率を求めるための見通しをもつ。	思		・ベン図や集合の記号を用いて数学的に表現し、その関係を基に確率を求める方法を考えている。（ワークシート）

単元デザインの視点：数学的活動を通した探究的な学びは、単元末などの一部の時間に限って設定するのではなく、単元など内容や時間のまとまりを見通して位置付けることが重要である。

7	探究	・反復試行の意味を理解し、同じ条件のもとで繰り返される試行について、起こる順序や回数に着目して場合を整理し、確率を考察することができる。	思	○	・反復試行について、起こる順序や回数に着目して場合を整理し、その結果を基に確率を考察し、説明している。（ワークシート）
8	活用	・反復試行について、条件に応じて、余事象や場合分けを用いながら適切に確率を求めることができる。 ・反復試行の確率を考察する中で、余事象や場合分けを用いる方法を粘り強く考え、事象の詳細について数学的な論拠に基づいて判断しようとしている。	知 態		・反復試行において、条件に応じて余事象や場合分けを用いながら、確率を求めることができる。（行動観察） ・反復試行の確率について、余事象や場合分けを用いる方法を粘り強く考え、数学的な論拠に基づいて判断しようとしている。（行動観察）
9	習得	・条件付き確率が、条件となる事象を全事象として考える確率であることを理解し、表や図を用いて条件と事象の関係を整理して、条件付き確率を求めることができる。	知		・条件付き確率の意味を理解し、条件と事象の関係を整理して、条件付き確率を求めることができる。（ワークシート）
10 （本時）	探究	・実施により観察できた結果を条件として、原因となる事象の確率を求める活動を通して、条件付き確率の意味について理解を深める。	思	○	・実験により観察できた結果を手掛かりとして、原因となる事象の条件付き確率を考察し、求めた確率や判断と関連付けて説明している。（ワークシート）
11	習得	・期待値の意味を理解し、確率を用いて期待値を求めることができる。	知		・期待値が、起こり得る値をその確率に応じて平均した値であることを理解し、各値とその確率の積の和として求めることができる。（行動観察）
12	活用	・複数の選択肢の期待値を求めて比較し、その結果を根拠として選択の妥当性を考察するとともに、自らの判断を振り返る。 ・期待値を判断に活用し、他者の考えや得られた結果を対話等を踏まえて考察し、自らの判断を振り返ろうとしている。	思 態		・複数の選択肢の期待値を比較し、期待値を根拠として選択の妥当性を説明している。（行動観察） ・期待値を判断に活用し、他者の考えや得られた結果を踏まえて、自らの判断を振り返ろうとしている。（行動観察）
13	活用	・単元の学習内容についてのテストに取り組み、単元で学習したことがどの程度身に付いているのかを確認する。 ・単元の振り返り。	知 思	○ ○	・確率、条件付き確率、期待値の意味や性質を理解し、適切な方法を用いて値を求めることができる。 ・事象の条件や関係に着目して解決方法を選択し、確率を用いて考察した過程や判断の根拠を踏まえて説明している。

単元デザインの視点：探究的な学びを、知識及び技能を習得した後の「応用」として位置付けるだけではなく、問題解決の過程で既習の知識及び技能を活用・学び直しながら、生徒自身が新たな知識及び技能を見いだし、理解を豊かにしていく学習として構想することが重要である。

探究的な学びの実装：第７時では、反復試行を未習の段階から、独立な試行や同じものを含む順列などを関連付け、起こる順序や回数に着目して場合を整理することを通して、反復試行の考え方を身に付けられるようにする。

豊かな学び直しの機会の設定：第８時では、反復試行の確率を求める過程で、余事象や排反事象などの既習事項を活用する。条件に応じて解決方法を比較・選択することを通して、既習事項を反復試行との関連の中で捉え直し、理解を深める。

深い学びにつながる ICT 活用：共同編集できるデジタルツール等を用いて、生徒が考えた場合分けや余事象による解決方法を共有し、比較・検討する。多様な解法を確認するだけでなく、「どの考えにも共通していることは何か」、「どのような条件の基で余事象を用いると考えやすいのか」などと発問し、生徒が求める事象の構造と解決方法との関係について、改めて捉えていくことで、反復試行の確率についての理解を深める。

生成 AI の活用：第 12 時では、生徒が期待値を基に自らの判断を形成した後、生成 AI に生徒とは異なる立場からの判断とその理由を回答させる。生成 AI の回答と自分の考えを比較し、期待値の大きさ、確実性、試行回数、目的など、それぞれの判断の前提を問い直すことで、期待値を意思決定に用いる意味について理解を深める。

知：「知識・技能」　思：「思考・判断・表現」　態：「主体的に学習に取り組む態度」

○　思考力、判断力、表現力等の資質・能力の向上を図る単元全体を見通した授業づくり

数学的活動や探究的な学びを取り入れると、進度が遅れるのではないかという懸念が生じることがある。そもそも数学的に考える資質・能力は単元を見通して育成するものである。単元の目標を明確化し、扱う問題などを精選するとともに、必要に応じて指導順序を入れ替え、どこで時間をかけ、どこに時間をかけないかを検討すること（図４）が重要である。

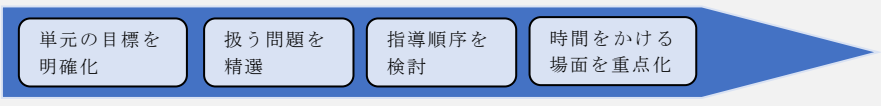


図４　単元全体を見通した授業づくり（高等学校数学指導資料　数学的リテラシーを育む授業事例集-数学的活動を通した主体的・対話的で深い学びを踏まえて-p.19 を基に作成）

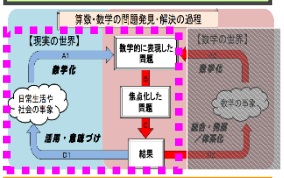
エ　学習指導案（10時間目／13時間中）

数学科学習指導案

1　単　元　名　　数学Ａ　確率
2　本時の学習　　実験により観察できた結果を条件とした事象の起こりやすさの考察
3　本時の目標　　実験により観察できた結果に着目し、その条件として事象の関係を捉え直し、条件付き確率や確率の乗法定理に基づいて事象の起こりやすさを判断し、その根拠を論理的に表現することができる。（思）
4　本時の展開

過程	学　習　活　動	形態	指導上の留意点	評価の観点
導入 5分	○　**確率の乗法定理の確認** ・$P(A \cap B) = P(A)P_A(B)$ の意味を全体で確認する。 ・$P(A)$、$P(A \cap B)$、$P_A(B)$の意味を、ベン図を用いて生徒同士がペアで説明する。	一斉	・定理の暗記が目的ではなく、それぞれの記号の意味が理解できているかを確認する。	
展開 ① 15分 A1 B	**課題（扉選択問題）** **Ａ、Ｂ、Ｃの３枚の扉のうち、１枚の扉の先に賞品があります。あなたは扉Ａを開けようとしたところ、賞品のない扉を知っているお助けコンピュータが、扉Ｃを開けました。このとき、あなたはそのまま扉Ａを開けますか。それとも扉Ｂを開けることに変えますか。** ○　**個人思考** ○　**シミュレーションを実行して、結果を予想** ・各自の端末で必要に応じて、シミュレーションを実行し、課題を理解するとともに、結論を予想する。 ○　**グループごとに考えを共有** ・Google スプレッドシートでそれぞれの考えを共有する。 **＜生徒の考え１＞** 扉Ａも扉Ｂも当たる確率は1/3で同じだから変えない。 **＜生徒の考え２＞** シミュレーションの結果から扉Ｂの方が当たりやすいので、扉Ｂに変える。 **＜生徒の考え３＞** 扉Ａが当たる確率は1/3だが、残っている扉は２つなので扉Ｂが当たる確率は1/2なので、扉Ｂの方が当たりやすい。よって、扉Ｂに変える。 ○　**それぞれの考えを全体で共有** ○　**課題を数学化して考察** ・扉Ａ、Ｂ、Ｃが当たりである事象をＡ、Ｂ、Ｃ、コンピュータが扉Ｘを開ける事象をＸとおくことを確認する。	個人 グループ 一斉	・この段階では直感的な考えも含めて共有し、生徒に疑問をもつことを促す。 ・課題に対する結論の予想を Google フォームに入力する。 ・生徒から出てこない考えがあれば提示する。 ・生徒１～３の考えを全体で共有し、「扉Ａと扉Ｂのどちらを選ぶべきか」と問い直し、考えの違いを明確にした上で、事象を整理し、確率を用いて考察できるよう数学化していく。	
展開 ② 20分 C D1	**発問１：100 枚の扉のうち、1 枚の扉の先に賞品があります。あなたはそのうち 1 枚の扉を開けようとしたところ、賞品のない扉を知っているお助けコンピュータが、あなたが選ばなかった 98 枚の扉を開けました。このとき、あなたはそのまま最初に選んだ扉を開けますか。それとも、残ったもう 1 枚の扉を開けることに変えますか。** ・扉を開けた後の残りの扉は、当たる確率が高そうだという意見から、**コンピュータが扉を開ける前後で確率が変化する**ことに着目する。 →元の課題のコンピュータが扉Ｃを開けたという情報を条件として、扉Ａと扉Ｂの当たる確率を捉え直す。 ○　**課題に個人・グループの順で取り組む** ・グループ内で改めて課題について考察するとともに、状況について表現を行い、確率の乗法定理を活用して確率を求めることによって、扉を変更するか判断する。 ○　**全体で考えや結論を整理** ・$P_X(A)$，$P_X(B)$の意味や求め方、課題の結論を確認する。	個人 グループ 一斉	・扉の枚数は、生徒の実態に応じて、100枚ではなく10枚などに変更することも考えられる。 ・シミュレーションの実行によって、生徒が、確率の変化に気付くようにする。 ・生徒の取組状況によっては、$P(A)$と$P_X(A)$の意味を全体に問いかける。	
整理 10分	**発問２：最初の予想と比べて、自分の考えはどのように変わりましたか。また、その理由を説明しましょう。** ○　**考えをスライドに入力・全体共有** ・授業の冒頭の予想に対して結論を示し、その理由を説明する。説明に当たっては、何に着目して、どのように考えたのかを言語化する。 **【期待する生徒の記述】「残り２枚だから1/2」という考えから、コンピュータが扉を開けたという条件に着目して確率を考え全体を捉え直すことで、扉Ｂを選び直した方が当たる確率が高いと考え方が変わった。**	個人 一斉	・結論だけでなく、1/3や1/2が何を表しているのかを説明するよう促す。	思

本時の学習過程のイメージと身に付く資質・能力



A1：事象の特徴を捉えて数学的な表現を用いて表現する力
Ｂ：数学的な問題を解決するための見通しを立てる力（構想力）
Ｃ：数学的な見方・考え方を基に、的確かつ能率的に処理する力
D1：得られた結果を元の事象に戻してその意味を考える力

【生徒観を踏まえて】
「見通しがもてない場面での試行錯誤や、自ら仮説を立て、根拠を明確にして説明することに課題が見られる」ことから、シミュレーションの実行や、表や図による事象の整理を取り入れるなど工夫することが考えられる。

思考力、判断力、表現力等の育成

コンピュータが扉Ｃを開けたことを条件に、条件付き確率や確率の乗法定理を用いて、扉Ａ・Ｂの当たりやすさを考察する。また、扉の枚数を変えた場合と元の問題を関連付け、共通する事象の関係を捉え直し、求めた確率を論理的に考察し、数学的に表現できるようにする。

授業づくりの留意点

本時で働かせたい数学的な見方・考え方を明確にし、着目点を直接示さず、生徒の気付きを引き出す発問を位置付ける。発問１では、変える条件を問い、扉の枚数を増やして当たりやすさの違いを明確にする。変化する数量と変化しない数量の関係を整理し、100枚の場合の気付きを３枚の場合に戻して考察する。

オ　学習の進め方や学習評価の工夫

(ｱ) 思考力、判断力、表現力等を育成するための学習の進め方の工夫

思考力、判断力、表現力等を育成するためには、目指す生徒の姿を明確にした上で、必要な数学的な見方・考え方と、それを働かせる問い、発問、学習活動を検討することが重要である。

本事例では、条件と事象の関係に着目して確率を捉え直し、根拠をもって判断・表現する姿を目指した。そのため、直感的な予想との違いを生み出す活動、着目すべき情報を明確にする発問、条件を変えて関係を顕在化する発問、得られた結果を元の事象に戻して考える発問を関連付けて位置付けた。問いや発問の検討に当たっては、予想される生徒の考えを併せて検討し、目指す資質・能力につながる学習過程となっているかを確認することが大切である。

これらの活動を通して、生徒は、授業の冒頭の予想と学習後の考えを比較し、自分の考えの変容を共有用のスライドに記述するとともに、その記述を基に多様な他者と考えを共有・検討することで、考えを広げていく。授業者は、おおむね満足できる状況（Ｂ）を「観察された結果を手掛かりとして、原因となる事象の条件付き確率を考えたことを、求めた確率や判断と関連付けて説明している」とした場合、次のような記述例（図５、６）を、評価Ｂに相当する生徒の姿として評価することができる。

生徒の考え１

予想：扉Ａが当たりである確率と扉Ｂが当たりである確率は、ともに $\frac{1}{3}$ である。
結論：予想は誤りだった。
理由：コンピュータが扉を開ける前は、$P(A)=\frac{1}{3}$ 、$P(B)=\frac{1}{3}$ である。しかし、コンピュータが扉を開けると確率を考える全体集合が変わり、$P_X(A)=\frac{1}{3}$ 、$P_X(B)=\frac{2}{3}$ となるため誤りである。

「扉Ｃが開いた」という結果を踏まえて、扉を開ける前後の確率を区別し、ＡとＢの当たる確率を捉え直している。

図５　（例１）生徒の記述

生徒の考え３

予想：扉Ｂが当たりである確率は、$\frac{1}{2}$ である。
結論：予想は誤りだった。
理由：コンピュータが扉を開けた後の扉は、ＡとＢしかないので、$\frac{1}{2}$ のように思えるが、コンピュータが扉Ｃを開けるという事象を考えていないので誤りである。コンピュータが扉Ｃを開けたという事象が起きたときの扉Ｂが当たりである確率は、$P_X(B)=\frac{2}{3}$ である。

「扉が２枚残ったこと」だけでなく、「コンピュータが扉Ｃを開けたこと」を条件として捉え、予想の誤りと正しい確率を関連付けて説明している。

図６　（例２）生徒の記述

(ｲ) 生成AIの活用による探究的な学びの工夫

本時では、生徒が問題場面を具体的に捉え、解決の必要性を感じながら主体的に課題に関わることができるよう、教師が生成AIを活用して作成した簡易的な扉選択問題体験ゲーム（図７）を用いる。生徒は、試行の結果から数学的な情報を見いだし、直感的な予想との違いを基に「なぜこのような結果になるのか」という問いをもつ。



図７　生成 AI を活用して作成した扉選択問題体験ゲーム

シミュレーションの結果だけをもって結論とせず、条件と事象の関係を整理し、条件付き確率や確率の乗法定理を用いて数学的に説明する活動へとつなげる。

4　主体的・対話的で深い学びの実現に向けたチェックリスト

図８は、主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善の視点として、『学習者』と『授業者』からの視点をまとめたものであり、主体的・対話的で深い学びを実現するために『授業者』が何に取り組めばよいのかを明示的に示したものである。

例えば、『授業者』は「具体物や例を提示して引きつける」ことを通して、『学習者』が「学ぶことに興味や関心をもつ」ことや、『学習者』が「見通しをもつ」ために、『授業者』は「既習事項を振り返る」ことや「生徒が自ら本時の目標をつかむようにする」などの視点が必要であると考えられる。

このように、図８における視点については、主体的・対話的で深い学びを実現するために、『学習者』と『授業者』の視点のどちらか片方が重要というのではなく、双方の視点の往還を通して実現していくことが重要である。

主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善を考えることは、必ずしも１単位時間の授業の中で全てが実現されるものではないという前提のもと、単元や題材など内容や時間のまとまりをどのように構成するかという、単元をデザインすることに他ならない。チェックリストは、その際に、『授業者』が意識すべき項目として活用できる。

	授業改善に向けた『学習者』の視点	授業改善に向けた『授業者』の視点
主体的な学び	□学ぶことに興味や関心をもつ □自己のキャリア形成の方向性と関連付ける □見通しをもつ □粘り強く取り組む □自己の学習活動を振り返って次につなげる  	□既習事項を振り返る □生徒が明らかにしたくなる学習課題を設定する □生徒が自ら本時の目標をつかむようにする □学習課題を解決する方向性について見通しをもたせる □生徒が自分の考えをもつようにする □生徒の思考を見守る □生徒の思考に即した授業展開を考える □生徒の考えを生かしてまとめる □学びを振り返ってまとめる場面を設定する □新たな学びに目を向けさせる
対話的な学び	□生徒同士の協働を通じ、自己の考えを広げ深める □教職員との対話を通じ、自己の考えを広げ深める □ICT等の活用を通じ、自己の考えを広げ深める □先哲の考え方を手掛かりに考える	□思考を交流させる □交流を通じて思考を広げたり、新たな視点を得たりする □協働して問題解決する □板書や発問で教師が生徒の学びを引き出す □ICTや生成AI等を活用して、多様な意見に触れさせる
深い学び	□数学的な見方・考え方を働かせる □知識を相互に関連付けてより深く理解する □情報を精査して考えを形成する □問題を見いだして解決策を考えたり、思いや考えを基に創造したりすることに向かう	□資質・能力を焦点化する （身に付けさせたい力を明確にする） □単元や各授業の目標を把握する □ねらいを達成した生徒の姿を具現化する □教材の価値を把握する □単元及び各時間の計画を立てる □目標の達成状況を評価する

図８　主体的・対話的で深い学びを実現する授業改善の視点について（令和２年６月文部科学省　国立教育政策研究所）を基に一部加筆