

数 学

1 学習指導と評価における課題

～「北海道高等学校学力向上推進事業」における学力テスト及び学習状況等調査の分析と指導上の改善点～

(1) 学力テスト及び学習状況等調査の概要

「確かな学力」を育成する取組として、対象や目的を明確にしたモデルを設定し、各モデルに応じて授業や家庭学習等で活用できる実用的な教材の開発及び生徒の学習内容の定着状況を把握するための学力テストの作成を行った。学力テストは、道立高等学校等の第1学年を対象に、各学校が生徒の状況に応じてコアアビリティ（Cモデル）、ベーシック（Bモデル）及びアドバンスト（Aモデル）の3つのモデルの中から選択して実施した。

また、生徒の状況を把握するために、学力テストと同時期に学習状況等調査を実施している。

(2) 学力テストの分析結果

ア Cモデルの学力テスト（数学Ⅰ）について

(ア) 他の領域に比べ「データの分析」

の正答率が平成26年度から上昇している。「データの分析」に関する学習内容の定着状況が改善している（表1）。

表1 領域別正答率（Cモデル）

年度 \ 領域	数と式	図形と計量	二次関数	データの分析	平均
平成26年度	67.0	63.3	53.6	55.2	61.9
平成27年度	67.0	61.6	53.5	61.6	61.9

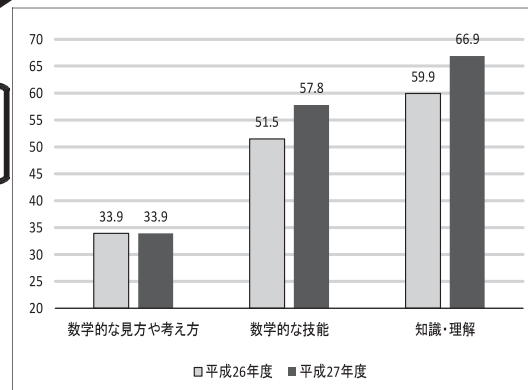
(イ) 「図形と計量」及び「データの分析」の「数学的な見方や考え方」の観点に関する正答率が低い。三角比の相互関係や鈍角の三角比の考え方、データの傾向を的確に把握し、説明する力などが十分に身に付いていない（表2）。

また、「データの分析」については、正答率を観点別に見ると、「数学的な技能」と「知識・理解」で上昇している。「データの分析」における知識・技能の定着について、改善が図られている（グラフ）。

表2 観点別正答率（Cモデル）

観点 \ 領域	数と式	図形と計量	二次関数	データの分析	平均
数学的な見方や考え方	73.1	24.8	50.2	33.9	60.7
上段：平成26年度					
下段：平成27年度	73.6	22.4	49.6	33.9	60.2
数学的な技能	75.9	61.8	51.1	51.5	64.0
上段：平成26年度					
下段：平成27年度	74.7	60.4	52.0	57.8	63.6
知識・理解	55.1	70.2	57.9	59.9	60.2
上段：平成26年度					
下段：平成27年度	56.1	68.3	56.9	66.9	60.8

グラフ「データの分析」の観点別正答率（Cモデル）



イ Aモデル及びBモデルの学力テストについて

- (ア) Aモデルでは、「領域別」、「観点別」とともに正答率が上昇している。ただし、無解答率も上昇している。粘り強く考えようとする姿勢が不足している（表3、4）。
- (イ) Bモデルでは、正答率の大きな変化は見られないが、「領域別」、「観点別」とともに無解答率が減少し、中間点率が上昇している。あきらめずに取り組む生徒は増加している（表3、4）。
- (ウ) 「数学的な見方や考え方」と「数学的な技能」の観点に関する正答率が低いことについては、平成26年度と同様である。思考の過程を表現する力が十分に身に付いていない（表4）。

表3 領域別正答率、中間点率及び無解答率

領域 モデル	図形と計量			二次関数			場合の数と確率			整数の性質(Aモデル) 数と式(Bモデル)		
	正答	中間点	無解答	正答	中間点	無解答	正答	中間点	無解答	正答	中間点	無解答
Aモデル 上段：平成26年度 下段：平成27年度	47.6	5.4	23.3	38.4	10.5	22.3	23.5	5.2	39.0	23.0	2.4	39.8
	52.4	5.4	21.1	38.7	10.6	19.6	29.0	2.1	54.1	27.9	2.4	39.4
Bモデル 上段：平成26年度 下段：平成27年度	26.9	1.2	46.6	21.1	8.1	41.4	25.0	7.6	28.8	37.0	4.0	30.4
	24.4	1.1	45.4	22.0	9.3	36.4	24.9	8.0	26.6	37.7	4.6	27.9

表4 観点別正答率、中間点率及び無解答率

観点 モデル	関心・意欲・態度			数学的な見方や考え方			数学的な技能			知識・理解		
	正答	中間点	無解答	正答	中間点	無解答	正答	中間点	無解答	正答	中間点	無解答
Aモデル 上段：平成26年度 下段：平成27年度	49.1	6.2	20.9	13.9	5.5	49.8	25.5	9.4	34.6	49.4	4.8	17.1
	58.4	2.2	41.5	17.0	4.7	49.0	26.9	9.7	34.8	51.2	4.4	19.0
Bモデル 上段：平成26年度 下段：平成27年度	65.1	0.0	9.8	13.9	3.7	44.8	19.4	13.0	44.2	26.1	0.1	34.0
	66.0	0.0	8.0	13.7	4.0	42.0	18.6	14.2	41.5	25.0	0.3	30.2

(3) 学習状況等調査の分析

問題をもっと簡単に解く方法を考えたり、公式等の根拠や証拠を理解したりすることに対して、肯定的な回答が約半数であった。このような活動は、「数学的な見方や考え方」

の観点に位置付けられるものであり、数学の授業において、主体的・対話的で深い学びが実現できているかについて確認しつつ一層充実させることが重要である（表5）。

(4) 学力テスト及び学習状況等調査の結果で明らかになった指導上の改善点

(2)ア(イ)で述べたとおり、与えられた知識や技能の定着については改善が図られている。しかし、主体的に学習しようとする態度は十分とは言えない。ただし、(3)で述べたとおり、約半数の生徒は、より深く理解することについて肯定的に捉えていることから、日々の授業において数学的活動の充実をより一層図り、生徒に「分かる」、「できる」を実感させ、学習意欲を高める指導を行うことが重要である。

表5 学習状況等調査より（肯定的な回答の割合）

	数学の問題が解けたとき、もっと簡単に解く方法がないか考える	数学の授業で公式等を学習したとき、その根拠や証拠を理解するようにしている
平成26年度	47.8	51.3
平成27年度	49.4	52.6

2 育成すべき資質・能力を踏まえた学習指導・評価の改善・充実

(1) 教科において育む資質・能力を踏まえた指導の改善・充実

数学科においては、数学的活動を充実させ、基礎的・基本的な知識・技能を確実に身に付け、数学的な思考力・表現力等を育て、学ぶ意欲を高めることなどに重点を置いて、その充実が図られてきている。

グローバル化や情報化等の変化が加速的となり、将来の予測がますます難しい時代となる中で、未来を切り開いていく力を身に付けさせるために、①生きて働く知識・技能の習得、②未知の状況にも対応できる思考力・判断力・表現力等の育成、③学びを人生や社会に生かそうとする学びに向かう力・人間性等の涵養、といった育成すべき資質・能力の三つの柱を明確化し、これらを深い学びにつなげていくことが求められている。

このことにおいて、育成すべき資質・能力の三つの柱全てに働き、かつ全てを通して育成されるものとして、ますます重要となってきたのが、数学において育まれる見方・考え方である。これを踏まえるとともに、前項で示した課題の解決に向けた学習指導・評価の改善・充実の取組として、ここでは、「数学Ⅰ」の「図形と計量」の単元の指導計画及び学習指導案の例を示す。

数学的な見方・考え方

○中教審「次期学習指導要領等に向けたこれまでの審議のまとめ」(平成28年8月)によると、学習指導要領の改訂では、育成すべき資質・能力の三つの柱を明確にしたことに合わせて改めて「数学的な見方・考え方」が次のように整理されることが示された。

○「数学的な見方」については、事象を数量や図形及びそれらの関係についての概念等に着目してその特徴や本質を捉えることであると整理することができる。

○「数学的な考え方」については、目的に応じて数・式・図、表、グラフ等を活用し、論理的に考え、問題解決の過程を振り返るなどして既習の知識・技能等を関連付けながら統合的・発展的に考えることであると整理される。

○これらを踏まえ、数学科において育成される数学的な見方・考え方は、「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・発展的に考えること」として再整理することができる。

科目名	数学Ⅰ		単元名	図形と計量 ～正弦定理・余弦定理～	
単元の目標	正弦定理や余弦定理について理解し、それらを用いて三角形の辺の長さや角の大きさを求めることができるようにする。				
評価の観点	関心・意欲・態度	数学的な見方や考え方	数学的な技能	知識・理解	
評価規準	正弦定理・余弦定理が有用であることを認識し、それらを図形の計量に活用しようとしている。	正弦定理・余弦定理を導く過程を考察することができる。	三角形の決定条件が与えられたとき、三角形の残りの要素を求めることができる。	正弦定理・余弦定理を三角形の決定条件と関連付けて理解している。	
配当時間	6時間				
指導と評価の計画					
時間	学習内容	学習のねらい	評価規準	授業形態	評価方法等
1	正弦定理 習得	○正弦定理の意味を理解し、正弦定理を用いて三角形の外接円の半径、三角形の辺の長さや角の大きさを求める。	○正弦定理の意味やその扱いについて理解している。(知)	講義	・活動状況の観察。 ・ワークシートの記述状況及び記述内容の点検。
1	余弦定理 習得	○余弦定理の意味を理解し、余弦定理を用いて三角形の辺の長さや角の大きさを求める。	○余弦定理の意味やその扱いについて理解している。(知)	講義	・活動状況の観察。 ・ワークシートの記述状況及び記述内容の点検。 ・確認テスト1
1	三角形の辺と角の決定 活用 ○次のページの学習指導案を参照	○三角形のいくつかの辺や角が与えられたとき、余弦定理や正弦定理を用いて、残りの辺の長さや角の大きさについて考察する。	○正弦定理や余弦定理を活用して三角形の残りの辺の長さや角の大きさを求めることができる。(扱) ○三角形がただ一つに定まらない場合その理由をグループで考察し、まとめたことを的確に説明することができる。(見)	講義 協働学習	・活動状況の観察。 ・ワークシートの記述状況及び記述内容の点検。 ・発表状況の観察。
1	測量への応用 探究	○直接測ることができない2地点間の距離や山の高さなどを求める問題で、正弦定理や余弦定理を活用し、考察する。	○正弦定理や余弦定理を、測量に活用しようとしている。(関) ○測量への活用の有用性を認識するとともに、具体的な問題へ考察することができる。(見)	講義 協働学習	・活動状況の観察。 ・確認テスト2

関：「関心・意欲・態度」 見：「数学的な見方や考え方」 扱：「数学的な技能」 知：「知識・理解」

数学科学習指導案

- 単元名 数学 I 図形と計量 ～正弦定理・余弦定理～
- 本時の学習 三角形の辺と角の決定 (本時 5 / 6 時間)
- 本時の目標
 - ・正弦定理や余弦定理を活用して三角形の残りの辺の長さや角の大きさを求めることができる。(技)
 - ・三角形がただ一つに定まらない場合、その理由をグループで考察し、まとめたことを的確に説明することができる。(見)
- 本時の展開

■評価規準

- ▲「努力を要する」状況と判断した生徒への手立て
- 評価方法

数学的な技能

- 与えられた条件により正弦定理と余弦定理を使い分けて、三角形の残りの辺の長さや角の大きさを求めることができる。
- ▲平易な問題を示し、どのような条件のもとで正弦定理や余弦定理を活用するのか、その考え方を明確に伝える。
- 観察、ワークシート

数学的な見方や考え方

- 与えられた条件によって、三角形がただ一つに定まったり定まらなかったりすることについて、図を用いて考察することができる。
- ▲他の具体例も提示し、課題との共通点に気付くことができるようにする。
- 観察、ワークシート

主体的・対話的で深い学びの実現

- 「事象を数理的に捉え、数学の問題を見いだし、問題を自立的、協働的に解決し、解決過程を振り返って概念を形成したり体系化したりする過程」(数学的活動)といった数学的に問題解決する過程が重要である。

- これらの問題解決の過程において、よりよい解法に洗練させていくための意見の交流や議論など対話的な学びを適宜取り入れていくことが必要であるが、その際にはあらかじめ自己の考えを持ち、それを意識した上で、主体的に取り組むようにし、深い学びを実現することが求められる。

過程	学習活動	形態	指導上の留意点	評価の観点
導入 5分	○ 既習事項の確認 ・正弦定理、余弦定理を確認する。	一斉	・既習事項を確認し、学習内容の定着を図る。	
展開 40分	○ 本時のねらい・学習内容の確認 「三角形のいくつかの辺や角が与えられたとき、正弦定理や余弦定理を用いて、残りの辺の長さや角の大きさについて考察できる。」	一斉	・ねらいや評価規準を明確にすることで、本時の学習に見通しを持たせる。	
	課題1 次の△ABCの残りの辺の長さや角の大きさを求めよ。 (1) $A=45^\circ$ 、 $AB=\sqrt{2}$ 、 $AC=\sqrt{3}+1$ (2) $A=30^\circ$ 、 $AB=6$ 、 $BC=2\sqrt{3}$			
	○ 個人での課題の考察 与えられた条件をもとに、図を活用して、各自課題に取り組む。	個人	・(2)については、図が2通りあることに留意する。	見
	生徒自らが、問題の解決に向けて粘り強く取り組み、よりよく解決する。			
	○ グループでの解法の交流 ・グループ(3～4名)になり、お互いの解き方を交流する。 ・別解等参考になった事柄をノートに整理する。	グループ	・別解が考えられるので、お互いの考えを交流させ、正弦定理や余弦定理の理解を一層深めさせる。	
	課題2 課題1(1)の三角形はただ一つに定まるが、(2)の三角形はなぜただ一つに定まらないのかその理由を考えよ。			
	○ グループでの課題の考察 ・グループ(3～4名)になり、自分と他者の考えを交流し、課題について考察する。 ・ワークシートに課題について考察した内容をまとめる。	グループ	・課題1を考察した際に作成した図を比較することにより、課題1の(1)と(2)の問題設定の違いに気付くように促す。	見
	事柄の本質について話し合い、本質を明らかにする。			
○ 考察した内容の発表 ・指名されたグループ(1グループ)は、考察した内容を発表する。 ・必要に応じて、適宜質問し理解を深める。	一斉	・実物投影機を活用して、ワークシートをクラス全体に提示する。 ・グループの考えを、図を用いて分かりやすく整理し説明するように促す。		
課題3 課題1のように、三角形がただ一つに定まる問題と定まらない問題を作成しなさい。				
○ 個人での課題の考察 ・課題2での考察を踏まえ、各自問題を作成する。 ・作成した問題の解答案を作成する。さらに、解答案とともに、考え方や別解なども作成する。	個人	・問題作成の際には、辺の比が、 $1:2:\sqrt{3}$ の直角三角形や直角二等辺三角形を組合せて計算しやすい問題を作成するよう工夫させる。		
習得した知識や考え方を活用した見方・考え方を働かせ、深い学びにつなげる。				
○ ペアでの解法の交流 ・作成した問題をペアで交換し、互いの問題を解答する。 ・ペアが解いた解答を採点し、解答案や考え方、別解などをペアに説明する。	ペア	・自分の考えを分かりやすく説明したり、互いに自分の考えを表現し伝えることができるようにする。		
整理 5分	○ 本時の学習の振り返り ・本時の学習を通して、興味・関心を持った内容をノートにまとめる。	個人	・本時の学習を振り返ることで、学習の定着度を確認できるようにする。 ・家庭学習の内容について指示する。	

(2) 学びの過程を重視した単元の指導と評価の計画

ビッグデータ時代と言われる今日、データから傾向を把握し、それに基づいて意思決定を行うことは多くの場面で行われている。従って、これからの社会を生きる高校生にとってこのような知識や技能を身に付けておくことは重要なことであり、数学Ⅰの「データの分析」を学習する意義は大きい。

「平成27年度高等学校教育課程編成・実施の手引」35ページでも述べたが、数学Ⅰの「データの分析」で扱う知識は、適切に活用できることが重要である。そのためには、四分位偏差、分散、標準偏差、散布図及び相関係数などの知識が、データを分析する上で何を示すものかを的確に理解するとともに、それらを活用する場面を設けて、どのように活用するのかを実際に経験することが必要である。

ここでは、「数学Ⅰ」の「データの分析」において、学習内容の理解を深めるために、知識・技能を実際に活用する場面を計画的に位置付け、学びの過程を重視した単元の指導計画と学習指導案の例を示す。

科目名	数学Ⅰ	単元名	データの分析 ～データの相関～		
単元の目標	散布図や相関係数の意味を理解し、それらを用いて2つのデータの相関を把握し説明することができる。				
評価の観点	関心・意欲・態度	数学的な見方や考え方	数学的な技能	知識・理解	
評価規準	散布図や相関係数などを用いてデータの相関を把握し、それらを事象の考察に活用しようとしている。	散布図や相関係数などを用いてデータの傾向を捉え、それを的確に表現することができる。	散布図を描いたり、相関係数を求めたりすることができる。	散布図及び相関係数などの意味を理解している。	
配当時間	5時間				
指導と評価の計画					
時間	学習内容	学習のねらい	評価規準	授業形態	評価方法等
2	散布図、相関係数 【2時間続き】 習得	○散布図、相関係数の意味を理解する。 ○散布図を描くことができる。 ○相関係数を求めることができる。	○散布図及び相関係数の定義や意味を理解している。(知) ○2つの変量の値の組について散布図を描くことができる。また、二つの変量の相関関係を調べることができる。(技) ○2つの変量のデータから標準偏差と共分散を計算し、相関係数を求めることができる。(技)	講義 ※2時間目… 協働学習	・活動状況の観察。 ・ワークシートの記述状況及び記述内容の点検。 ・確認テスト
1	表計算ソフトによるデータの分析 習得	○表計算用のソフトウェアや電卓を用いて、散布図を描いたり、相関係数を求めたりすることができる。	○表計算用のソフトウェアや電卓を用いてデータを整理し、その特性や法則性を知らうとする。(関) ○表計算用のソフトウェアや電卓を用いて、散布図を描いたり、相関係数を求めたりすることができる。(技)	講義 ※コンピュータ教室を使用	・活動状況の観察。
2	データの相関 【2時間続き】 活用 探究 ○次のページの学習指導案を参照	○散布図や相関係数を用いて、データの傾向を捉え、データの相関関係について考察し、説明できる。	○目的に応じてデータを収集し、散布図に表したり相関係数を求めたりして、その特性や法則性を調べようとする。(関) ○散布図や相関係数を用いて、データの傾向を捉え、データの相関関係について考察することができる。(見)	講義 協働学習 ※コンピュータ教室を使用	・活動状況の観察。 ・ワークシートの記述状況及び記述内容の点検。

相関係数などについては、公式を覚えて計算ができるだけでなく、その結果が何を示しているのかを理解し、様々な問題解決の場面で活用することができるよう指導の在り方を工夫することが重要である。

※「平成27年度高等学校教育課程編成・実施の手引」35、36ページ参照

学習プロセス

習得
散布図や相関係数の意味、特に、相関関係と因果関係の違いについて理解する。また、散布図を描いたり、相関係数を求めたりする。

習得
コンピュータ等を利用して散布図に表したり相関係数を求めたりする。

活用
散布図や相関係数に関する知識・技能を活用し、データの相関関係について考察する。

探究

関：「関心・意欲・態度」 見：「数学的な見方や考え方」 技：「数学的な技能」 知：「知識・理解」

数学科学習指導案

- 単元名 数学Ⅰ データの分析 ～データの相関～
- 本時の学習 データの相関 (本時 4・5 / 5時間) ※2時間連続授業
- 本時の目標
 - ・目的に応じてデータを収集し、散布図に表したり相関係数を求めたりして、その特性や法則性を調べようとする。(関)
 - ・散布図や相関係数を用いて、データの傾向を捉え、データの相関関係について考察することができる。(見)
- 本時の展開

■評価規準
▲「努力を要する」
状況と判断した生徒への手立て
□評価方法

関心・意欲・態度

■データを収集し、散布図に表したり相関係数を求めたりして、データの傾向を調べようとしている。
▲いくつかのデータを取り上げ、2つのデータの間にはどのような関係があるかを考えさせる。
□観察

数学的な見方や考え方

■散布図や相関係数を用いて、データの相関関係について考察することができる。
▲散布図が示す視覚的な意味や、相関係数の値の意味について再度確認する。
□観察、ワークシート

ICTの活用

○多くのデータを扱う場合には、コンピュータなどを積極的に活用するようにする。また、ICTを活用して得られた結果から新たな疑問や問いを発して考えを深めたり、対話や議論を進めたりすることが重要である。

過程	学習活動	形態	指導上の留意点	評価の観点
導入 10分	○ 既習事項の確認 ・散布図及び相関係数の意味を確認する。	一斉	○統計的問題解決プロセス(PDCAサイクル：問題設計(P)→計画(P)→データ収集(D)→分析(A)→結論・まとめ(C))により主体的に学ぶ態度を育てる。	
	○ ウェブページの利用方法を確認	一斉		
展開 ① 40分	○ 本時のねらい・学習内容の確認 「散布図や相関係数を用いて、データの傾向を捉え、データの相関関係について考察し、説明できる。」	一斉		
	課題 「なるほど統計学園－総務省統計局」(http://www.stat.go.jp/naruhodo/cls3.htm) や「統計データ－総務省統計局」(http://www.stat.go.jp/data/nenkan/index2-3.htm) のウェブページに掲載されている都道府県別の各種データから、2種類のデータ(2変量)の組をいくつか作り、相関関係を考察する。(P)			
	○ グループで分析するデータの決定 ・グループで、「なるほど統計学園－総務省統計局」や「統計データ－総務省統計局」のウェブページに掲載されている都道府県別の各種データから、①正の相関がある、②負の相関がある、③相関がないと予想する2種類のデータの組を作る。(P)	グループ	・ワークシート①を配付する。(「比較する2種類のデータ(2変量)」の枠に記入させる。)	
	○ 個人でのデータの収集と分析 ・グループ内で担当を決め、担当する2種類のデータの組について、散布図を描いたり相関係数を求めたりして相関関係を考察する。(D)(A)	個人	・ワークシート②を配付する。	主体的な学び
休憩 10分			散布図や相関係数を予想させた上で、コンピュータを用いて調べさせる。	
	○ グループでの分析結果の考察 ・個人が作成した散布図や求めた相関係数を基に、データの相関関係についてグループで考察する。(C)	グループ	・再びワークシート①を使用する。(「相関係数」、「考察の結果」の枠に記入させる。)	対話的な学び
	○ 全体での分析結果の交流 ・各グループの代表がグループで考察した結果を発表し、分析結果を交流する。	全体	話し合いの時間を確保し、考えを深められるようにする。	見
整理 5分	○ 本時の学習の振り返り ・本時の学習内容を整理する。	個人	他のグループの分析結果を聞くことにより、更に考えを深められるようにする。	

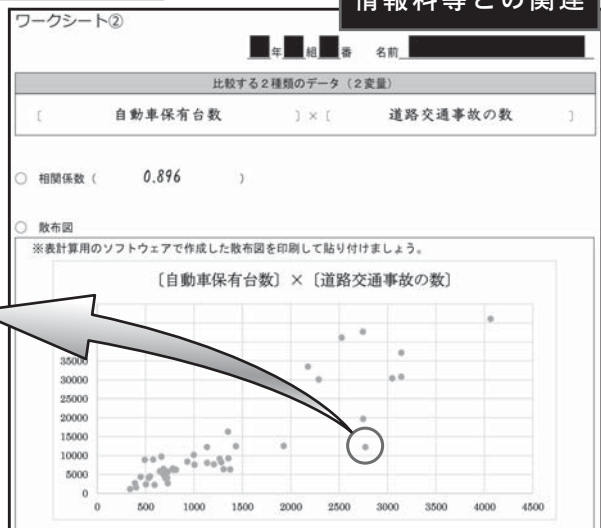
ワークシート①

年 組 番 名前

①【予想】正の相関がある(※基準(目安) $0.2 < r \leq 1.0$)

比較する2種類のデータ(2変量)	相関係数	考察の結果
[人口] × [ごみの総排出量]	0.998	相関係数が1.0にとても近い数で、予想どおり強い正の相関が見られた。
[自動車保有台数] × [道路交通事故の数]	0.896	相関係数から、予想どおり強い正の相関が見られたが、散布図を見ると、全体の傾向から外れるデータがあり、北海道もその一つだった。

ワークシートの例



情報科等との関連

生徒が作成した散布図を利用し、全体の傾向から外れたデータがある場合には、相関係数とその値に大いに影響されることなどに気付かせることも考えられる。

○データは整理の仕方によって違った結論に導かれることがある。導かれた結論を鵜呑みにするのではなく、データに基づいて本当にそのような結論になるかを確認することが大切である。そのことが物事を批判的に見たり考えたりする態度を育てることにもなる。