

## 数学的に考える資質・能力を育成する学習指導と評価（2）

### －指導と評価の一体化を目指した「一次関数」の実践－

藤原 大樹（お茶の水女子大学附属中学校）

大谷 実（金沢大学大学院）

野口千津子（ときがわ町立都幾川中学校）

水谷 尚人（国立教育政策研究所）

### 目次

1. 研究の背景と目的, 方法	1
2. 新 CS の「数学的に考える資質・能力」と評価の観点の趣旨	2
3. 単元の構想	2
(1) 単元の目標と評価規準	2
(2) 単元の計画	3
4. 単元の学習活動・学習指導と学習評価	6
(3つの相)	
5. 観点別評価の実施上の留意点と実現の可能性	7
(1) 観点「知識・技能」に関する事例	7
①主に知識の評価に関して	7
i) 学習指導と評価の実践	
ii) 実践の考察	
②主に技能の評価に関して	9
i) 学習指導と評価の実践	
ii) 実践の考察	
(2) 観点「思考・判断・表現」に関する事例	11
i) 学習指導と評価の実践	
ii) 実践の考察	
(3) 観点「主体的に学習に取り組む態度」に関する事例	15
①授業直後の学習感想を基に評価する事例	15
i) 学習指導と評価の実践	
ii) 実践の考察	
②小単元ごとの振り返りを基に評価する事例	17
i) 学習指導と評価の実践	
ii) 実践の考察	
6. 研究の成果と今後の課題	19
付記  引用・参考文献	19

# 数学的に考える資質・能力を育成する学習指導と評価（2）

## －指導と評価の一体化を目指した「一次関数」の実践－

藤原 大樹（お茶の水女子大学附属中学校）  
 大谷 実（金沢大学大学院）  
 野口千津子（ときがわ町立都幾川中学校）  
 水谷 尚人（国立教育政策研究所）

### 要 約

平成 29 年告示中学校学習指導要領の趣旨を踏まえた学習評価の実現と普及が必要である。そこで本研究の目的を「指導と評価の一体化を重視して単元指導と評価を実践し、観点別学習状況の評価の実施上の留意点と一般校での実施可能性について示唆を得ること」とし、第 2 学年「C 関数」領域において、「一次関数」単元の計画、観点別学習状況の評価の 3 つの観点についての評価問題等の作成、指導と評価の実施と記録、考察を行った。その結果、各観点に対して示唆が得られたとともに、学習指導と評価の過程を第 1～3 相で単純化して捉えることが、指導と評価を一体的に実践していく上で有効であった。

他校での実施・検証、「一次関数」以外の単元での実施・検証、デジタル化を視野に入れた実施・検証が今後の課題として挙げられる。

キーワード 学習評価、指導と評価の一体化、観点別学習状況の評価、一次関数

### 1. 研究の背景と目的, 方法

令和 3 年度から平成 29 年告示の学習指導要領（以下、CS）が全面実施となる。中央教育審議会（2016）の「答申」で「学習評価の充実」が改善事項の 1 つに挙げられているように、今回の改訂では学習評価の改善が大きな鍵であるといえる（図 1）。

CS の改訂後、中央教育審議会学習評価ワーキンググループ（2019）の「報告」、文部科学省初等中等教育局長（2019）の「通知」が出されて、中学校数学科の観点別学習状況の評価の観点「知識・技能」、「思考・判断・表現」、「主体的に学習に取り組む態度」とそれぞれの趣旨が明らかになった。これらの趣旨を踏まえた実践研究に取り組むことは、これからの社会を生き抜くために必要な「数学的に考える資質・能力」（中央教育審議会算数・数学ワーキンググループ、2016）を生徒たちに育成する上で急務であるといえる。

また、算数・数学に限らず、学習評価に関しては、「指導と評価の一体化」が重要でありながら、長く課題視されている。新 CS 下においては、単元や領域を通したカリキュラム・マネジメントにおいて、意図的、計画的な指導と評価が求められている。

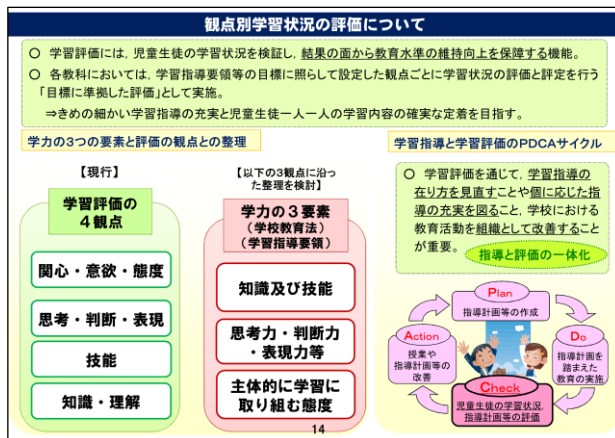


図 1 観点別学習状況の評価に関する資料  
 （中央教育審議会、2016）

そこで、本研究の目的を、「指導と評価の一体化を重視して単元指導と評価を実践し、観点別学習状況の評価の実施上の留意点と一般校での実施可能性について示唆を得ること」とする。そのために、以下の方法で本研究を進める。

- (1) 実施する単元を決め、平成 29 年告示学習指導要領の趣旨に則って単元の学習指導と評価の計画を立てる。
- (2) 単元計画において評価した結果を記録するための評価問題や評価シートを作成する。
- (3) 生徒の学習状況を踏まえて単元計画を適宜修正・更新しながら実施し、生徒の記述や板書などをデジタルカメラやスキャナで記録する。
- (4) 単元の特徴的な場面に焦点を当て、観点別学習状況の実施上の留意点と一般校での実施可能性について考察し、成果と課題を整理する。

なお、本研究では平成 29 年告示学習指導要領(以下、新 CS)の第 2 学年「C 関数」領域、り「一次関数」単元に焦点を当てる。その理由は 2 点ある。

- ・他と比べて単元を実施する授業時数が多すぎず少なすぎず適度で、単元全体と各授業について議論しやすいこと
- ・学習内容は新 CS から大きな更新がなく、学習指導と評価の改善を議論しやすいと考えたこと

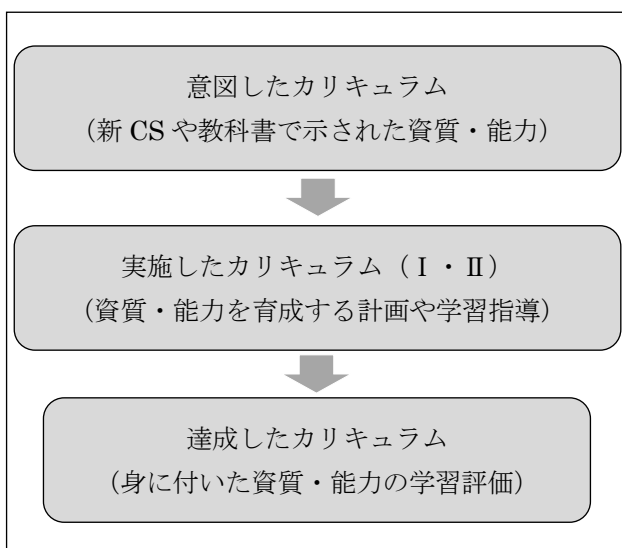


図 2 3つのカリキュラムに沿った指導と評価の流れ

次に、筆者らの「一次関数」単元における学習指導と評価の取組について、国際教育達成度評価学会による3つのカリキュラム「意図したカリ

キュラム」「実施したカリキュラム」「達成したカリキュラム」(国立教育政策研究所, 1996)に沿って報告し、考察する(図 2)。

## 2. 新 CS の「数学的に考える資質・能力」と評価の観点の趣旨(意図したカリキュラム)

中学校数学科における「数学的に考える資質・能力」は以下のとおりである(中央教育審議会, 2016)。

- ① 数量や図形などに関する基礎的な概念や原理・法則などを理解するとともに、事象を数学化したり、数学的に解釈したり表現・処理したりする技能を身に付ける。
- ② 事象を数学を活用して論理的に考察する力、数量や図形などの性質を見だし統合的・発展的に考察する力や、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
- ③ 数学のよさを実感し、数学を活用して粘り強く考え、生活や学習に生かしたり、問題解決の過程を振り返って評価・改善したりする態度

これを受けて、文部科学省(2017)の中学校新 CS の数学科の目標、及び文部科学省初等中等教育局長(2019)の観点の趣旨がつけられた。指導と評価の一体化が強く意識され、このことが全国各地の中学校にも求められていることが改めてわかる。これを理念のみならず、現場での実践レベルでどう実現するかが、研究課題である。

## 3. 単元の構想(実施したカリキュラム I)

本単元では、育成すべき資質・能力として生徒の目標を設定した上で、その実現状況を分析的に捉えるための評価規準を設定した。単元の目標は新 CS の第 2 学年の「目標」から、評価規準は新 CS の第 2 学年「C 関数」領域の「内容」から作成した。単元の目標と評価規準はそれぞれ次の通りである。

### (1) 単元の目標と評価規準

- ① 一次関数についての基礎的な概念や原理・法則などを理解するとともに、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。
- ② 関数関係に着目し、その特徴を表、式、グラフを相互に関連付けて考察し表現することができる。

③一次関数について、数学的活動の楽しさや数学のよさを実感して粘り強く考え、数学を生活や学習に生かそうとする態度、問題解決の過程を振り返って評価・改善しようとする態度を身に付ける。

国立教育政策研究所(2020)を基に、上記の目標などから本単元の評価規準を表1のように設定した。

表1 単元の評価規準

<p><b>【知識・技能】</b></p> <p>①一次関数について理解している。</p> <p>②事象の中には一次関数として捉えられるものがあることを知っている。</p> <p>③二元一次方程式を関数を表す式とみることができる。</p> <p>④変化の割合やグラフの傾きの意味を理解している。</p> <p>⑤一次関数の関係を表、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。</p>
<p><b>【思考・判断・表現】</b></p> <p>①一次関数として捉えられる二つの数量について、変化や対応の特徴を見だし、表、式、グラフを相互に関連付けて考察し表現することができる。</p> <p>②一次関数を用いて具体的な事象を捉え考察し表現することができる。</p>
<p><b>【主体的に学習に取り組む態度】</b></p> <p>①一次関数について考えようとしている。</p> <p>②一次関数について学んだことを生活や学習に生かそうとしている。</p> <p>③一次関数を活用した問題解決の過程を振り返って評価・改善しようとしている。</p>

(2) 単元の計画

目標を達成するため、本単元を表2の小単元に分けて構成し、表3の計画で指導と評価を進める。この「出合う」「深める」「使う」(藤原, 2018)という単元を大まかに区分する発想は、清水静海氏(帝京大学教授)からの提案に基づいたものである。

新CSで示された資質・能力を生徒に育成するため、単元の構成では以下の点に留意した。

- ・小単元1では、具体的な事象における2つの数量の関係をとり上げ、表や座標平面で表し、そのふるまいを観察し表現する数学的活動を設ける。
- ・小単元1では、表などにおけるその変化や対応の様子が比例に似ていて少し異なるものである

表2 「一次関数」単元における小単元の構成

小単元(時)	学習内容の概要
[小単元1](2) 一次関数と出合う	現実的な事象における一次関数の存在を知り、一次関数の意味を理解する。
[小単元2](9) 一次関数について深める	具体的な事象から一旦切り離して、数学的な事象一次関数の特徴(表、式、グラフ)を理解する。数学的な事象の考察を通して、一次関数と二元一次方程式の関連について理解する。
[小単元3](5) 一次関数を使う	一次関数とみなすことの意味を理解し、問題解決に活用し説明する。
単元のまとめ(1)	様々な問題に取り組み、自らの学習状況を把握する。一次関数を用いて問題解決するための方法を自覚化する。

ことに生徒の関心をもてるように配慮し、小単元2で理解を深めようとすることにつながれるようにする。

- ・小単元2では、具体的な事象から一旦切り離し、具体的な事象ではなく数学的な事象を考察の対象とすることを基本とする。それにより、一次関数そのもの(特に、その特徴)についての理解を深めたり技能を高めたりできるようにする。
- ・小単元2では、一次関数の理解を深める過程で、必要に応じて具体的な事象との関連を図り、学ぶ意味・意義を生徒が感じられるようにする。
- ・小単元2では、一次関数と方程式の関連について具体的な問題解決を通して生徒が見いだせるように、図形的な事象を取り上げた数学的活動を設ける。
- ・小単元3では、具体的な事象を再び取り上げる。問題解決のために一次関数とみなすことを生徒が漸次的に正当化しやすいように、扱う事象を、
  - ①1次関数である事象
  - ②ほぼ1次関数である事象
  - ③1次関数かどうか不明な事象

の順で、数学的活動で扱う(藤原, 2010)。

- ・単元を通して、単元の問いや小単元の問い(後掲の「学びの足跡」シートを参照)と照らし合わせて学習を振り返る機会を設け、自らの変容・成長や学ぶ意義を生徒が感じられるようにする。

表3 単元の指導と評価の計画

※重点の□印は記録する評価

時	指導のねらい	学習活動	重点	評価方法
1	問題の解決に必要な2つの変数を取り出し、これらの関係を表や座標平面上に整理することができるようにする。  一次関数の定義を理解できるようにする。	問題の解決に必要な2つの変数を取り出す。変数間の関係を表やグラフで表し、値の増減が一定になりそうで、グラフが直線になりそうだと気付く。振り返って、数量関係や変域を式などで表す。 一次関数の定義を知る。一次関数と比例との関連を理解する。	思  知①	思：行動観察
2	事象の中には一次関数として捉えられるものがあることを理解できるようにする。 これまでの学習を振り返り、その後の学習を見通すことができるようにする。	いろいろな事象で2つの変数の関係を $y=ax+b$ で表す。  小単元1の学習を振り返って、「学びの足跡」シートにわかったことや疑問などを記述する。	知②  態①	知：小テスト（小テストの結果は指導等に生かす。） 態：「学びの足跡」シート（生徒の疑問等を小単元2以降の指導に生かす。）
3	一次関数の変化の割合について理解し、一次関数の値から変化の割合を求めることができるようにする。 一次関数の2つの数量関係を表す表、式の相互関係から、一次関数の特徴を見いだし表現できるようにする。	2変数の関係を事象から一旦切り離して抽象化し、表から式を求めたり、式から表をつくったりする。 一次関数の特徴について、式、表の相互関係から考察する。	知④  思①	知：小テスト（理解できていない場合、既習の事象を関連付けて補説する。） 思：行動観察
4	表の値から一次関数のグラフをかくことができるようにする。	一次関数における2つの数量関係を、表の値からグラフで表す。一次関数のグラフを、比例のグラフを平行移動したものとみる。	知⑤	知：ノート観察
5	一次関数の2つの数量関係を表す表、式、グラフの相互関係から、一次関数の特徴を見いだし表現できるようにする。 一次関数の特徴に基づいて、グラフ他くことができるようにする。	一次関数の特徴について、表、式、グラフの相互関係から考察する。	思①  知⑤	思：行動観察  知：小テスト（前時からの知識及び技能が深まった状況进行评估する。）
6	一次関数のグラフから直線の式を求めることができるようにする。	直線の式が1つに決まるための条件や直線の式を求める方法を考察する。	思①	
7	1点の座標と傾きから直線の式を求めることができるようにする。 2点の座標から直線の式を求めることができるようにする。	与えられた条件から直線の式を求める。	知⑤	知：小テスト（前時からの知識及び技能が深まった状況进行评估する。）

8	方程式を一次関数としてみる ことができるようにする。  具体的な事象における数量関係 の表し方を見直し、よりよいも のに改善できるようにする。	周一定の二等辺三角形におけ る底辺と等辺の関係を、変域 を意識しながら考察し表現す る。	思①  態③	思：行動観察、ノート観 察  態：行動観察、ノート観 察(学習感想をノート に記述させて評価す る。)
9	座標平面上の2直線の交点の座 標は、連立方程式の解として求 められることを理解できるよう にする。	二元一次方程式のグラフをか く。2つの二元一次方程式のグ ラフの交点の座標を求める。	知③	知：ノート観察
10	変域のあるグラフをかけるよう にする。xの変域からyの変域 を求められるようにする。	変域のあるグラフをかく。グラフ を用いて変域を求める。	知⑤	知：ノート観察
11	これまで学習したことがどの程 度身につけているかを自己評価 する。 これまでの学習を振り返り、そ の後の学習を見通すことができ るようにする。	一次関数の特徴に関する練習 問題に取り組む。 小単元2の学習を振り返って、 「学びの足跡」シートにわかっ たことや疑問などを記述す る。	知① ③④ ⑤ 態② ③	知：小テスト  態：「学びの足跡」シート
12	数学的な事象から2つの数量を 取り出し、その関係を表、式、 グラフを用いて表現することが できるようにする。	長方形の辺上の点が動いたと き、頂点と動点を結んででき る三角形の面積について考察 する。	思①	思：行動観察
13	現実的な事象から2つの数量を 取り出し、一次関数のグラフを 基にして問題解決し、その理由 を説明できるようにする。	同じ道を反対方向から等速で 進んでくる2人が出会う時間 をグラフを用いて考察し、そ の理由を説明する。	思②	思：ノート観察
14	目的に応じて現実的な事象にお ける2つの数量関係が一次関数 であるとみなすことができるこ とを理解できるようにする。	水を熱し始めてからの時間と 水温の関係が一次関数といえ るかどうかを考察する。	知②	知：行動観察
15	現実的な事象から2つの数量を 取り出し、その関係を一次関数 とみなして問題を解決すること ができるようにする。	標高と気温の関係を理想化・ 単純化することにより、気温 が標高の一次関数であるとみ なし、富士山の6合目の気温 を予測する。	思②	思：行動観察、ノート観 察
17	これまでの学習を振り返り、学 習の成果を実感したり問題解決 の方法知を整理したりできるよ うにする。 単元で学習したことがどの程度 身につけているかを自己評価す ることができるようにする。	小単元3や単元全体の学習を 振り返って、「学びの足跡」シ ートにわかったことや疑問、 方法知などを記述する。 単元全体の学習内容について の小テストに取り組む。	態② ③  知① ②③ ⑤ 思②	態：行動観察、「学びの 足跡」シート  知：小テスト 思：小テスト

#### 4. 単元の学習活動・学習指導（実施したカリキュラムⅡ）と学習評価（達成したカリキュラム）

令和元年 9～10 月初旬に、東京都内の国立大学附属中学校第 2 学年で実施した。授業者は、第 1～5 時は教育実習生が、第 6～17 時は筆者らの一人である藤原が担当した。

「指導と評価の一体化」の重要性は長く言われてきた。数学的に考える資質・能力を育成するためには、学習指導と評価の過程（生徒主語でいえば学習過程）をどのように捉えていけばよいだろうか。国立教育政策研究所が平成 23 年に発行した「評価規準の作成，評価方法等の工夫改善のための参考資料【中学校 数学】」では、各事例の「指導と評価の計画」に「○」と「◎」の印を付して表している（国立教育政策研究所，2011）。「○」と「◎」の印について、次のように述べられている。

「○」については、学習指導の過程における評価を中心とし、原則として全生徒の記録を取ることを前提としていない。「◎」については、単元における総括の資料とするための評価とし、全生徒の記録を取る。「○」についても、学習への取組の様子、ノートの記述などを通して「◎」の評価や単元の総括をする際に参考となる資料が得られることがあるので、必要に応じて生徒の学習状況を記録しておくことも大切である。（p.50）

○…評価規準に照らして、「おおむね満足できる」状況（B）であるかどうかを判断し、「努力を要する」状況（C）になりそうな生徒に対して、適切な指導を行うとともに、「十分満足できる」状況（A）にあると判断できる生徒を把握し、必要に応じて単元における総括の資料とする。（p.54）

◎…評価規準に照らして、「十分満足できる」状況（A）、「おおむね満足できる」状況（B）、「努力を要する」状況（C）のいずれであるか判断し、把握することを意味するもので、単元における総括の資料とする。（p.54）

生徒の学習の状況を把握し、単元における総括の資料とするための「◎」の評価を行う際にも、その前提となる指導を明確にすることが必要である。（p.55）

つまり、評価したことはすべて全員分記録するのではなく、記録する場面を適切に設定し明確にしておくことが大切である。また、評価を記録するまでに生徒が資質・能力を身に付けられるように、前提となる指導を明確にする必要であり、その学習指導の過程においても評価して指導に生かすことが重要だということである。

この「○」と「◎」の評価の考え方を踏まえ、「○」の評価場面（指導場面）を、教師のかかわり方や指導の重点内容等によって 2 つ程度に分けられるのではないかと考える。数学的活動と学習過程に関して、平成 20 年告示／平成 29 年告示の CS 解説には、数学的活動に関して以下の同じ文章が述べられている。

教育及び学習指導が、願いや目的を実現するための意図的、計画的な営みであることに配慮すれば、教師のかかわりは必要であり、生徒の自立への誘いである。したがって、教師のかかわりは、時に積極的であり、次第にあるいは状況に応じて個別的、間接的になり、最終的には生徒自身が自力でやる営みの機会を設けることが必要である。（文部科学省，2008 p.53；2017 p.60）。

このことを踏まえ、「○」の評価場面（指導場面）を「教師が積極的に関わる」「教師が個別的・間接的に関わる」に分け、「◎」の評価場面を「教師がほぼ関わらない」に対応させることが妥当であると考え。また、「次第にあるいは状況に応じて」については、「資質・能力の意味やよさを理解する」「資質・能力の用い方を理解する」「選択・判断して自ら発揮する」という学習過程における相で捉えていくことが妥当であると考え。

以上の考察から、資質・能力を育成する学習指導と評価の過程を単純化して捉えると、次のような 3 つの相で表される（藤原他，2000）。

【第 1 相】 資質・能力を獲得することの意味やよさについて、教師が積極的に関わるなどして指導する。（生徒が資質・能力の意味がわかったりよさを感じたりできるようにする。）

【第 2 相】 第 1 相の指導で育成した資質・能力を生徒が発揮できるかを教師が評価し、そ



の状況などに応じて教師が個別的、間接的な関わり、必要な指導を加える。(身に付けた資質・能力を発揮することに対して生徒が自信をもてるようにする。)

【第3相】 第1, 2相の指導で育成した資質・能力を生徒が発揮できるかを教師が評価し、記録する。必要であれば指導を補う。

学習指導と評価の過程の3つの相のイメージを植物を育てる場面になぞらえると、図3のように表すことができる。



図3 学習指導と評価のイメージ (藤原(2020)を一部変更)

なお、本稿における記述順序が前後するが、表3における「重点」は第1相や第2相において特に重点的に評価する観点であり、「重点の□」は第3相において評価し記録する観点を表している。実際の実施においては、表3において「重点」に挙げていない観点についても授業中に評価していることはある。しかしながら、教師の学習評価に向けた負担が大きくなって指導が疎かになってはいけない。そのようなことのないように、適切な時機に適切な観点に対して評価を行う機会を設定することはカリキュラム・マネジメントを行う上で大切である。そこで、指導と評価の一体化、意図した指導と評価の的確な実施の観点から、表3では特に重点的に指導し評価する観点を示した。

次に、観点別学習状況の評価(以下、観点別評価)における学習指導と評価の過程を、第1, 2, 3相のように単純化して捉え、各観点の代表的な事例を報告し、実施上の留意点や実現の可能性について考察する。

## 5. 観点別評価の実施上の留意点と実現の可能性

### (1) 観点「知識・技能」に関する事例

観点「知識・技能」では、「数量や図形などについての基礎的な概念や原理・法則などを理解しているかについて評価する。また、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ているかどうかについて評価する」。また、「知識と技能は密接に関わっているが、評価する際には、学習内容と照らした上で、上記のように分析的に行うことが考えられる」(国立教育政策研究所, 2020)。

本稿では、評価規準「事象の中には一次関数として捉えられるものがあることを知っている」(知②)及び「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。」(知⑤)に関する指導と評価について報告する。

#### ①主に知識の評価に関して

##### i) 学習指導と評価の実践

#### 【第1相】

第1時で、生徒の使用教科書(一松他, 2017)のとびらの問題「ある鍾乳洞の鍾乳石の長さを測ったところ、5cm ありました。この鍾乳石が30年で1cm 伸びるとすると、何年後に15cm になるでしょうか。」に、表をつくって取り組んだ。その上で、一次関数の存在と定義を理解した。これを受けて、第2時では、14cm の線香に火を付けてから  $x$  分後の線香の長さ  $y$  cm の関係から、変化の割合が負になる一次関数になる事象について理解を深めた。第2時の最後には、教科書 p.69 問3(図4)に取り組み、理解を一層深めた。ノートには、なぜ一次関数であるといえるか(あるいは、いえないか)という理由も記述するように伝えた。生徒は式を基に一次関数であるかどうかを判定していた。

- 次の(1)～(4)で、 $y$ を $x$ の式で表しなさい。また、 $y$ は $x$ の1次関数であるといえますか。
- (1) 縦6cm, 横 $x$ cmの長方形の周囲の長さが $y$ cmである。
  - (2) 28kmの距離を $x$ 時間で走ったときの速さが時速 $y$ kmである。
  - (3)  $x$ 円の品物を2割引で買った時の代金が $y$ 円である。
  - (4) 半径 $x$ cmの円の面積が $y$ cm<sup>2</sup>である。

図4 教科書(一松他, 2017) p.69の問3



### 【第2相】

第3時に小テストとして図5の問題に取り組ませ、与えられた条件から一次関数の式を求めることができるかどうかをみた。ここでは特に、「おおむね満足できる」状況(B)かどうかをみた。

問2 半径が  $x$  cm である円の周の長さを  $y$  cm とするとき、 $y$  は  $x$  の一次関数といえますか。いえるか、いえないかを答えなさい。またその理由を答えなさい。

#### 図5 小テストの「知識・技能」の問題

正答は、「式が  $y=2\pi x$  で表され、比例は一次関数なので、 $y$  は  $x$  の一次関数といえる」である。しかし、「式が  $y=2\pi x$  で比例なので一次関数ではない」「式が  $y=ax^2$  なので一次関数ではない」「 $\pi$  を含めて文字が3つあるので一次関数ではない」などといった誤答があった。誤答した生徒には、誤答の原因を記述から読み取れた場合は、誤答の横にその原因や正答するためのヒントを赤ペンで加筆し、生徒がその後の学習に生かせるようにした。

### 【第3相】

定期テストとして図6の問題に取り組ませ、文で与えられた数量関係のうち、一次関数であるものを選ぶかどうかをみた。(1)(2)は数学の事象における2つの数量関係を端的に表した文とし、「おおむね満足できる」状況(B)かどうかをみる問題として設定した。また(3)(4)は現実の事象における生活場面で、数量関係だけではなく、「安心した」「喜んだ」という感想の述語を含んだ文とし、「十分満足できる」状況(A)をみる問題として設定した。(4)は2元1次方程式ではなく2元1次恒等式になるようにして、(3)と差別化した。

問5 次のア～エにおける数量関係のうち、 $y$  が  $x$  の1次関数であるものを2つ選び、記号で答えなさい。

- ア. 1辺  $x$  cm の正方形の面積は  $y$  cm<sup>2</sup> である。
- イ.  $x$  角形の内角の和は  $y^\circ$  である。
- ウ. 1個80円の鉛筆を  $x$  本買うために500円を支払ったら、おつりが  $y$  円残ったので安心した。
- エ. 1個  $x$  円のメロンパン2個と1個100円のシュークリーム  $y$  個を買って帰ったら親が喜んだ。

#### 図6 定期テストの「知識・技能」の問題

ア～エをそれぞれ式で表すと、 $y=x^2$ 、 $y=180x-$

$360$ 、 $y=-80x+500$ 、 $2x+100y$  なので、正答はイ、ウである。正答しなかった問題については、模範解答と解き方の概要を解説したり配付したりし、これを基に家庭で解き直してB4判一枚程度のレポートを作成し提出をさせた。

### ii) 実践の考察

評価問題については、小テストと定期テストで、ともに選択式の問題に取り組む機会を設けた。小テストは、問題と解答を同一用紙にし、生徒が選択した記号のみならず、そう選択した理由を読み取ることができるように工夫した。そうすることで、教師は誤答の分析ができるようになり、生徒のその後の学習に向けて各自の学習状況に沿った助言ができるとともに、第3時以降の教師の指導展開の修正・更新に生かすことができた。しかし、「比例は一次関数に含まれることを理解しているかどうか」の要素も含まれてしまい、厳密に知②だけの評価規準について判定することができない。分析的に生徒の習得した知識・技能を評価するために、知②の評価規準についてのみを判定する問題を加えて出題すべきであった。

また、定期テストの問題は、前述のように(1)(2)と(3)(4)とで、感想の述語を含むかどうかという点で質を変えて出題した。しかし、感想の述語の有無によって影響を受けて正答を誤った生徒は、授業者が挙手によって調べると1人も見受けられず、それよりも(4)を「1次式だから」ということで選択した生徒がいた。方程式と恒等式の判別ができない生徒はどの教室にも少なからずいることと予想される。その意味で、このような選択肢も必要であると考えられる。

実現可能性については、これまでも授業のはじめやおわりに小テストを課したり、授業の終末に適用問題を課したりする取組は行われてきたと思われる。これからも、これまでの取組を生かして実現されていくであろう。例えば、「一次関数とは、 $y$  が  $x$  の一次式で表される関数である」といった事実的な知識のみならず、「一次関数とは、例えば～の事象における～と～の関係のような、～である関係である」などといった内包や外延の両側面からの理解をみる問題を用いて、概念的な理解を評価していくことも考えられる。

②主に技能の評価に関して

i) 学習指導と評価の実践

【第1相】

それまでの授業が予定通りに進まなかった場面があった関係で、第6時と第7時で予定していた指導内容を、生徒が取り組む問題を厳選して、第7時にまとめて扱うこととなった。

第7時では、これまで一次関数の式からグラフをかいていた(式→グラフ)ことを振り返り、その逆のこと(グラフ→式)ができるようになることを学習のねらいとして示した。

まず、教科書の問題(p.81問1)に取り組みせ、傾き $a$ と切片 $b$ が座標平面から読み取れば式で表せることを押さえた(図7)。

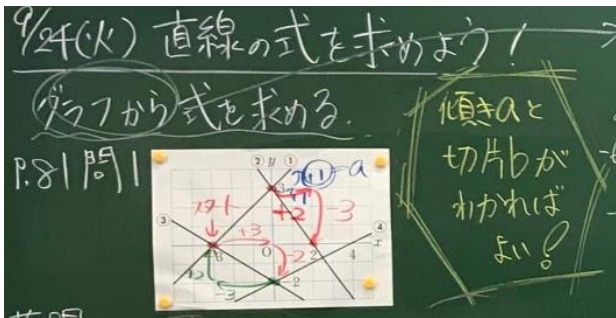


図7 授業の板書の一部

次に、「グラフが示されなかったらどうか」と問いかけた上で、「1点の座標とあと何がわかれば直線が1本に決まるかな」とさらに問いかけ、「もう1点の座標」「変化の割合」「切片」という3つの考えを引き出した。その上で、3つ目の意見は1つ目の意見に含まれるということを理解させ、教科書の問題(p.81問2)に取り組みさせた(図8)。

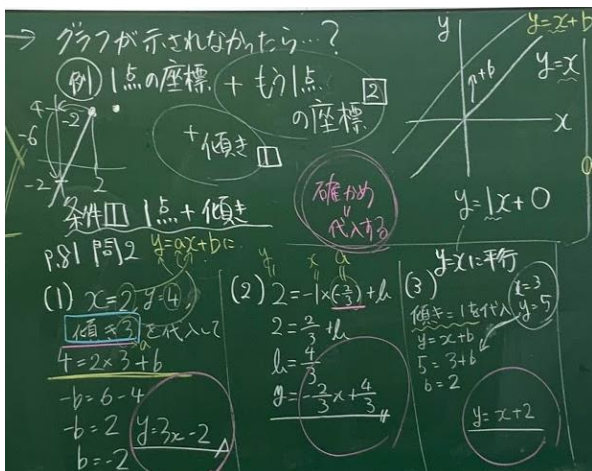


図8 授業の板書の一部

生徒の記述を基に要点を解説し、2点の座標が与えられた教科書の問題(p.82問4)に取り組みさせた。机間指導の中で、2つの異なる方法で解いている反応の存在を生徒に伝えた。その上で、進んだ生徒には「別の方法でも考えよう」と投げかけ、2つの方法で考えるように伝えた。板書では、問4(1)は変化の割合 $a$ をまず求めてからその後で切片 $b$ を求める方法を、(2)は連立方程式を用いて未知数 $a, b$ を求める方法について、生徒に板書させ、2つの方法について理解を促した(図9)。

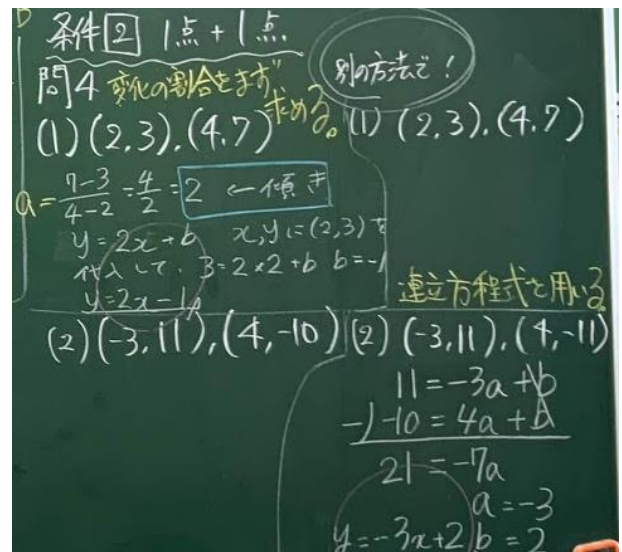


図9 板書の一部

【第2相】

第8時に小テストとして図10の問題に取り組みさせ、与えられた条件から一次関数の式を求めることができるかどうかをみた。ここでは特に、「おおむね満足できる」状況(B)かどうかをみた。

問1 次の直線の式を求めなさい。

(1) 右の直線

(2) 変化の割合が $-2$ で、点 $(2, 4)$ を通る直線

(3) 2点 $(11, 12)$ ,  $(14, 15)$ を通る直線

図10 小テストの「知識・技能」の問題

(1)は座標平面上のグラフが与えられてその切片と傾きを読み取って式で表す問題、(2)は変化の割合と1点の座標が与えられてその直線の式を求める問題、(3)は2点の座標が与えられてその直線の式を求める問題とし、質を変えて問うた。なお、

(2) については、(1) の方眼を使って確かめることができるようにした。(3) については(1) の方眼を使って確かめることができないが、代入することにより確かめやすいように数値を設定した。なお、正答は、(1)  $y=3x-3$ , (2)  $y=-2x+8$ , (3)  $y=x+1$ , である。全体で解き方の概要を解説した。誤答した生徒には、誤答の原因が誤答や途中式から読み取れた場合は、誤答や途中式の横にその原因や正答するためのヒントを赤ペンで加筆し、生徒がその後の学習に生かせるようにした。3 問中正答が 1 問以下だった生徒には、同じ小テストの用紙を渡し、教科書やノートを照らし合わせながら家庭で練習するように伝えた。

### 【第 3 相】

定期テストとして図 11 の問題に取り組みせ、与えられた条件から一次関数の式を求めることができるかどうかをみた。(1) ~ (3) を「おおむね満足できる」状況 (B) かどうかをみる問題、(4) を「十分満足できる」状況 (A) をみる問題として設定した。(3) は第 8, 9 時, (4) は第 10 時の学習を踏まえている。

問 8 次の直線の式を求めなさい。

(1) 切片が  $-3$  で、点  $(2, -7)$  を通る直線  
 (2) 2 点  $(-3, 3)$ , 点  $(3, 5)$  を通る直線  
 (3) 2 点  $(2, 15)$ ,  $(-2, 15)$  を通る直線  
 (4) 傾きが正で、 $x$  の変域が  $-2 \leq x \leq 3$  であるときの  $y$  の変域が  $-8 \leq y \leq 7$  である直線

図 11 定期テストの「知識・技能」の問題

正答は、(1)  $y=-2x-3$ , (2)  $y=\frac{1}{3}x+4$ , (3)  $y=15$ , (4)  $y=3x-2$ , である。正答しなかった問題については、模範解答と解き方の概要を解説したり配付したりし、これを基に家庭で解き直して B4 判一枚程度のレポートを作成し提出をさせた。

### ii) 実践の考察

評価問題については、小テストと定期テストで、ともに短答式の問題に取り組む機会を設けた。小テストは、問題と解答を同一用紙にし、生徒が正答するためにどのような解き方をしているのかや、誤答した生徒がどこでつまづいたのかを、途中式から読み取ることができるように工夫した。そうすることで、教師は誤答の分析ができるようにな

り、生徒のその後の学習に向けて各自の学習状況に沿った助言ができるとともに、第 8 時以降の教師の指導展開の修正・更新に生かすことができた。

実現可能性については、これまでも授業の最初に小テストを課したり、授業の最後に定着問題を課したりする取組は、教師による着実な努力に支えられて行われてきたと思われる。生徒の学習効果を一層生むためには、むやみやたらと小テストをして、それらの累積点数によって学習状況を量的な判定だけで捉えるのではなく、機会を精選したり問題の質を意図的に変えたりして、何がどの程度できていて何がどの程度できていないのか、を質的に生徒も教師も捉えられるとよいと考える。

(以下、余白)

(2) 観点「思考・判断・表現」に関する事例

観点「思考・判断・表現」では、「数学を活用して事象を論理的に考察する力、数量や図形などの性質を見だし統合的・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」(国立教育政策研究所, 2020).

本稿では、評価規準「一次関数を用いて具体的な事象を捉え考察し表現することができる」(思②)に関する指導と評価について、具体的な事象における2つの数量関係を一次関数とみなすことに焦点を当てて報告する。

i) 学習指導と評価の実践

【第1相】

対象生徒は前年度の「比例・反比例」単元において、「ランドルト環」を扱った授業と「初期微動継続時間と震源距離」を扱った授業において、具体的な事象における2つの数量関係を比例や反比例とみなして考察し表現する学習を経験してきている。しかし、当時から1年近く時間が経っている上、一次関数の学習がそれまで数学の世界の問題解決を中心に行われてきた。このことから、現実的な事象における問題解決に向けて2つの数量を一次関数とみなすことを容易に正当化することは難しいため、みなすことについて合意を形成する授業(「水温の変化」と、みなして未知の値を予測する授業(「富士登山」)の2段階で指導した。

具体的には、第14時において、「水を熱し始めてからx分後の水温をy°Cとするとき、yはxの1次関数といえるだろうか」について、教科書の実験データ(一松他(2017), p.92)を基に、個人で考

えた上で、4人程度の班で話し合い、全体で各班の考えを報告し合う活動を設けた。「いえる」「いえない」という、相反する意見を意図的に対立させて合意形成を目指していく過程を通して、「厳密には一次関数とはいえないが、値それぞれには実験や概数化にともなう誤差が含まれると認められた場合、目的に応じて一次関数とみなすことができる」という考えが認められていった(板書は図12)。中には、「水を熱していくと100°Cで止まるから変域がある」といった意見も出された。座標平面上に点を打つてみると、ほぼ一直線上に並ぶことから、その正当化を一層認めていく様子が伺えた。

また、その前時(第13時)で扱った“出会い算”(グラフによる解決)の問題を再び取り上げ、実際には人は定速で移動できないが、理想化・単純化して考察していることを自覚化できるようにした。

【第2相】

授業「水温の変化」を受けて、第15、16時において、「富士山の6合目はどうすれば予測できるだろうか」について、4人程度の班で話し合い、作業を分担するなどしてホワイトボードに要点をまとめ、報告し合い、その説得力の有無を相互評価する活動を設けた(板書は図13)。電卓や地図、方眼用紙など、班で必要と考える道具は自由に使用させた。なお、本単元ではグラフ描画ソフト(GRAPESやGeoGebraなど)やグラフ電卓を生徒は使用していないが、今後指導のねらいに応じて生徒が使用する機会を設けることも考えられる。

班活動においては、第14時で理解した知識を用いて解決しようとしているかを机間指導を通して評価し、用語「変化の割合」を用いて表現すること、

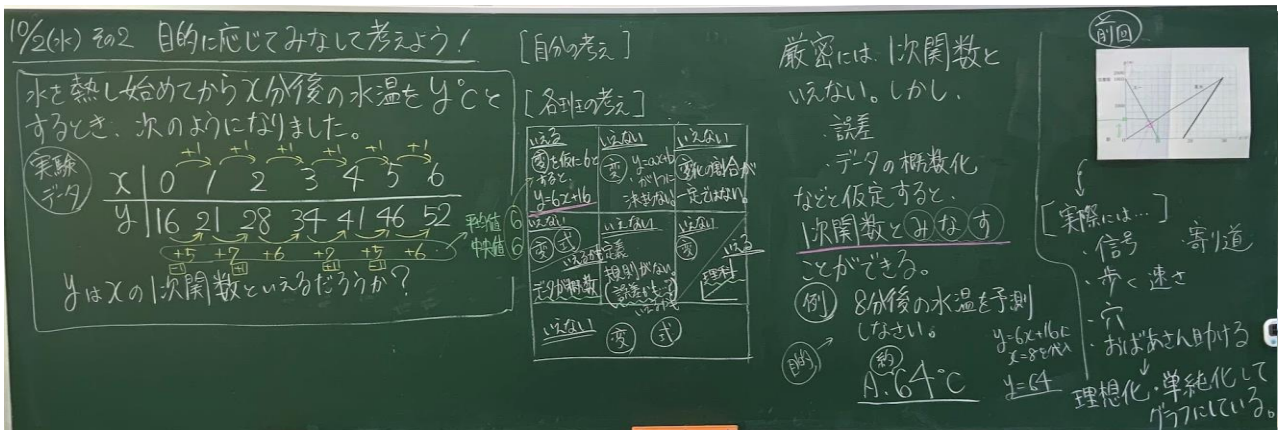


図12 授業「水温の変化」の板書



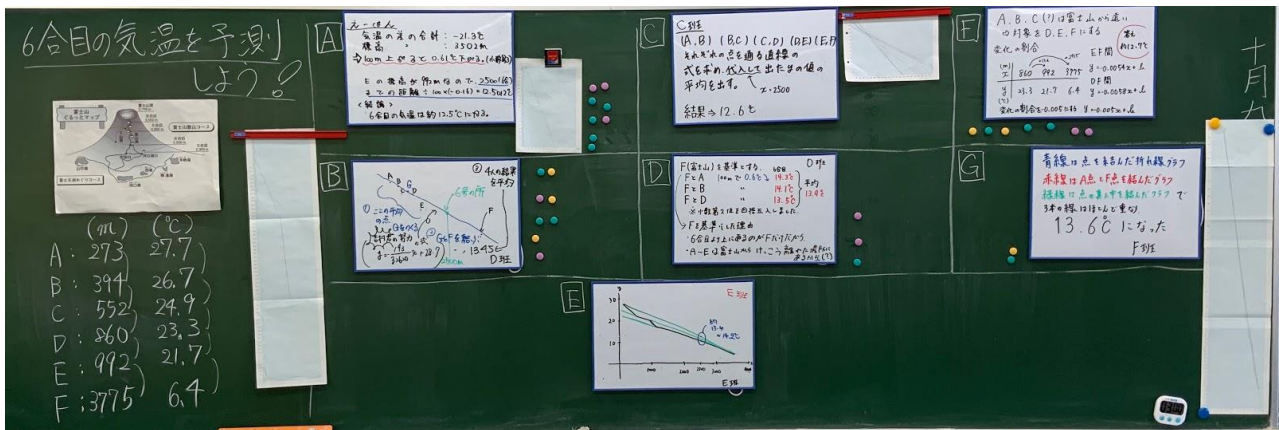


図13 授業「富士登山」の板書

式やグラフなど数学的な根拠を明示することなどについて必要に応じて助言したり問いかけたりしていった。多くの班が、座標平面上に点を取り、一直線上に並ぶかどうかを調べていった。

生徒のホワイトボードでは、地点A~Fのデータすべてを考慮に入れて気温を予測する解答や、地点A~Fのうちで6合目に近い地点を重視して一次関数とみなすことができる変域を設定して気温を予測する解答があった。後者の考えに説得力があると認められていた。紙面の都合上、割愛する。

【第3相】

第14~16時の指導と評価を受けて、記述式の小テストで評価し、定期テストで評価を補正した。

問3 下の図は、2019年10月13日(日)1:10までの、埼玉県久喜市栗橋のある地点における利根川の水位の変化を表しています。この水位の変化の様子と雨雲の動きなどから、19:00頃から3:00頃まで「水位が時間の一次関数である」とみなすことができると判断したとします。

その場合、この地点では2時10分までに水位が10mを超えるでしょうか。下のグラフを基に予測し、その理由を説明しなさい。(必要なことをグラフに書き込んでも構いません。目盛りや方眼の間隔は等しくなっています。)

栗橋の情報 2019/10/13 01:10更新

【説明】 19:00頃から3:00頃まで「水位が時間の一次関数である」とみなすことができるということなので、

越える。なぜなら、 $y = 0.5x + 4$  のグラフとしてみると、2時10分たないうちに10.0mに達するから。

図14 小テストの「思考・判断・表現」の問題

まず小テストの問題「河川の水位予測」(図14)は、埼玉県の教員がリアルタイムで記録していたスマホ画面の画像をご本人の承諾の上で提供いただき、方眼を加えて作成した。また、一次関数とみなすことを前提とした上で、数学的な根拠を明らかにして判断し説明できるかどうかをみた。

例えば、図15の解答では、切片が4.0である直線のグラフをかき、これをもとに2:10にならないうちに10.0mを水位が超えることを説明している。グラフを用いて説明しているが、 $x, y$ の意味の記述や2:10の目盛りなど不足点があるため、「おおむね満足できる」状況(B)と評価した。

栗橋の情報 2019/10/13 01:10更新

【説明】 19:00頃から3:00頃まで「水位が時間の一次関数である」とみなすことができるということなので、

越える。なぜなら、 $y = 0.5x + 4$  のグラフとしてみると、2時10分たないうちに10.0mに達するから。

図15 小テストの「おおむね満足」(B)の解答

図16の解答は、グラフのデータを基に19:10、21:10の点の値を概数で表して用い、 $y = x + 4$ と立式し、 $x = 7$ を代入して $y = 11$ を求め、その意味を解釈して11mと予測して「水位は10mを超える」と説明している。変化の割合の計算などに粗さが見られるが、数学的な根拠を事象と照らし合わせ

て精緻に表現しようとする様子が伺えるため、「十分満足できる」状況 (A) と評価した。

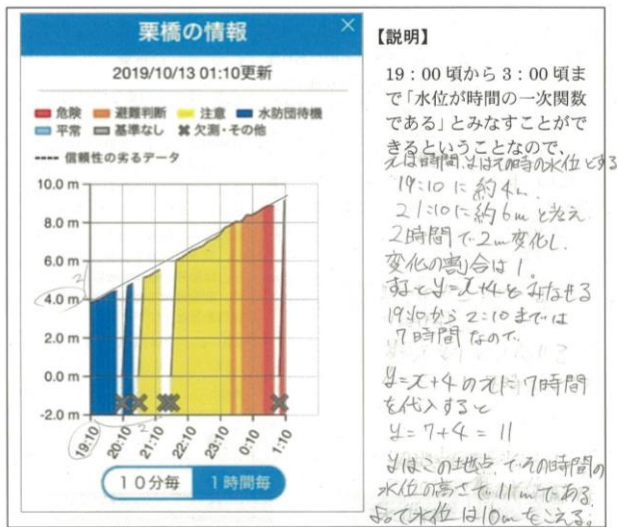


図 16 小テストの「十分満足」(A) の解答

図 17 の解答は図 16 と結論が異なるが、立式による違いである。図 17 の方がデータに忠実に立式し、予測できているといえる。図 17 も、図 16 と同様に「十分満足できる」状況 (A) と評価した。

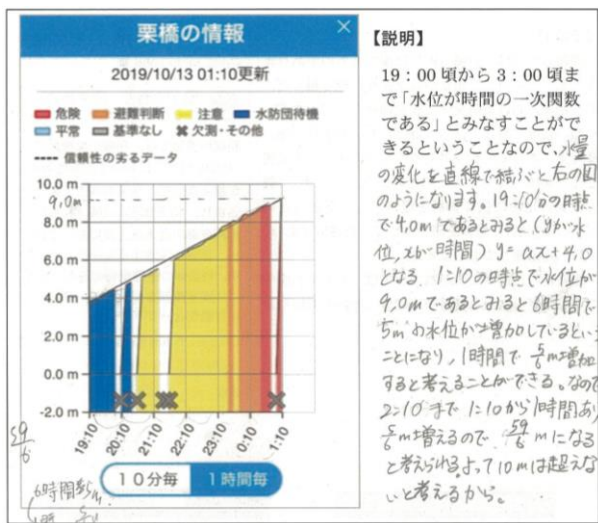


図 17 小テストの「十分満足」(A) の解答

なお、「努力を要する」状況 (C) の生徒には、「おおむね満足できる」状況 (B) にするための助言を生徒の解答の隣に赤ペンで書き加えて返却した。また、小テストの返却の際には、採点基準や「十分満足できる」状況 (A) の例を板書して生徒に伝え、よりよい思考や表現に改善できるようにした。

次に、副教材での演習後に実施した定期テストでは、図 18 の問題に取り組み、記録した評価の補正 (国立教育政策研究所, 2020) に用いた。図 18

の問題「ばねの伸び予測」は、対象生徒が前年度に理科における「フックの法則」を見いだす実験の経験に基づいている。小テストでは、一次関数とみなすことを共通の前提として問題文に明記したが、定期テストでは一次関数とみなすかどうかの判断やその理由についても記述の有無をみるようにした。また、生徒がよりよい予測に向けて多様な気付きが生まれることを想定し、問題文の記述「元の長さが8cmのばね」を読み取って点 (0, 8) を取ることや、座標平面上の  $x=40, 50$  の点<sup>1)</sup>が他よりも一直線上に並ばないことに気付くこと (さらには「ばねが伸びきった状況であると場面を想像すること」) ができるようにした。ただし、理科の実験では、ばねが伸びきるまでおもりをつるすことは (ばねの破損につながるため) しないので、「 $x=40, 50$ あたりではばねが伸び切ってきている」という状況については、常識程度の想像が必要である。

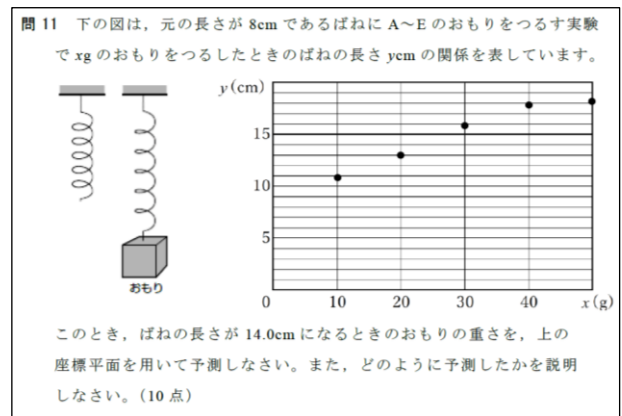


図 18 定期テストの「思考・判断・表現」の問題

図 19 の解答は、座標平面上に示された 5 点すべてを考慮して (元の長さは考慮せず)、手順を説明している。グラフを基に説明しているが、一次関数とみなしてよい理由までは言及していないので、「おおむね満足できる」状況 (B) と評価した。

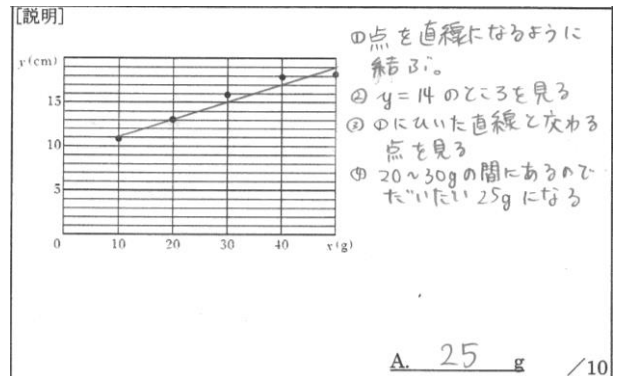


図 19 定期テストの「おおむね満足 (B)」の解答

図 20 の解答は、グラフを基に  $y = \frac{3}{10}x + 8$  と立式し、より正確に予測しようとしているが、 $y = 14$  を代入すべきところを  $x = 14$  を代入し、謝った値を予測している。得られた結果をグラフと照合させて確かめていない。不足点を複数含むため、「おおむね満足できる」状況 (B) と評価した。

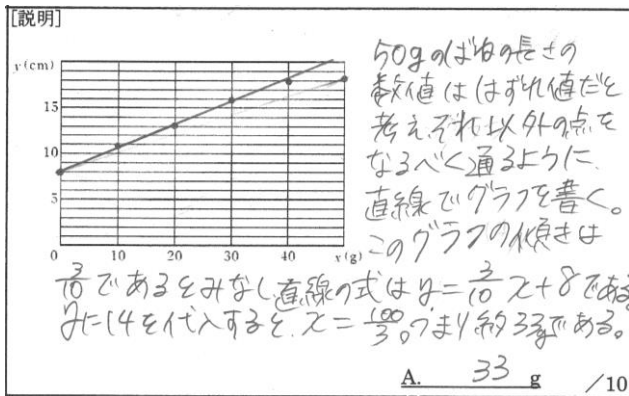


図 20 定期テストの「おおむね満足」(B) の解答

図 21 の解答は、 $x = 50$  の点を外れ値と考えて変域を意識し、点 (0, 8) を取り、6 点を用いて直線を引いている。一次関数とみなしてよい理由を明記はしていないが、「直線になるとみなしてグラフを書く」とあり、一次関数とみなしてよいかどうかを検討していると解釈できる。グラフの  $y = 14$  になる  $x$  の値を読み取り「約 23cm」と予測している。「十分満足できる」状況 (A) と評価した。

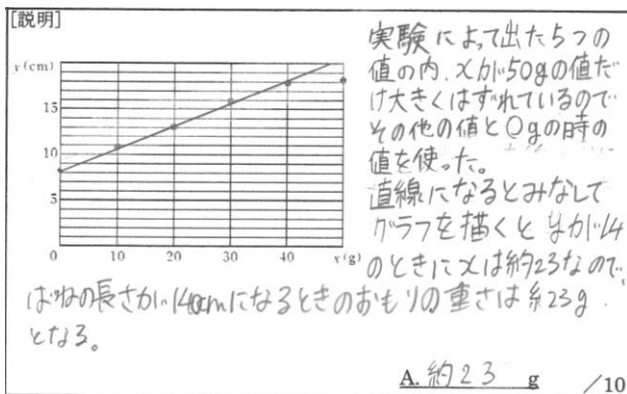


図 21 定期テストの「十分満足」(A) の解答

定期テストで正答しなかった問題については、模範解答と解き方の概要を解説したり配付したりし、これを基に家庭で解き直して B4 判一枚程度のレポートを作成し提出をさせた。

## ii) 実践の考察

例えば、座標平面上に点がほぼ一直線上に並んでいる場合でも、一次関数をみなすことには納得

できない生徒が多いように思う。そこで、単元の一連の学習の中で、目的を果たすために一次関数とみなして問題を解決する必要がある場面を取り上げ、みなしてよいかどうかを生徒同士が議論し、目的に応じて一次関数とみなして問題解決することを漸次的に正当化できるようにしていくことが、生徒の自然な思考に基づいて納得していく過程では重要である (池田, 1999)。

新 CS 解説数学編には、第 1 学年で「具体的な事象においては、変域を意識しながら事象を捉え考察し表現できるようにする。」(p.87)、第 2 学年で「一次関数とみなしているのはある変域においてのことであることや、一次関数とみなすことに無理のある事象があることにも触れ、日常の事象や社会の事象から一次関数とみなすことで解決できる問題を考察する際に生かせるようにする。」(p.127)、第 3 学年で「第 2 学年と同様に、実験の結果と予測を比較・検討し、説明し伝え合う活動を通して、その食い違いの原因を探ったり、よりよい予測のための手立てを工夫したりすることも考えられる。」(p.154) とある。本研究では、一次関数とみなすことに単元の 3 時間をかけて授業を行ったが、対象生徒の実態を踏まえて、時間の確保をできるように、単元の導入を工夫することを含め、カリキュラム・デザインの工夫が必要であろう。

評価問題については、小テストと定期テストでは、ともに記述式の問題に取り組む機会を設けた。教師の採点に時間が多少かかるが、生徒の思考や表現のプロセスを表出しやすい記述式の問題が相応しいと考える。また、生徒が多く判断を要する問題に対して漸次的に思考し表現できるように、小テストよりも定期テストの自由度を高めた。

実現可能性に関しては、一般に、記述式問題は、指導が不十分だと白紙解答が多くなる。しかし、[第 1, 2 相]の学習指導を基に[第 3 相]の評価問題に取り組めるように関連付けたり、第 3 相の評価場面と補正場面とで活動の自由度を変えて出題したりするなど工夫すれば、生徒は考えを表現しやすくなると考えられる。このように段階的に指導と評価を実践していくことは、生徒にも教師にも安心感をもたらす、多くの学校で取り組みやすいのではないかと考える。



### (3) 観点「主体的に学習に取り組む態度」に関する事例

「主体的に学習に取り組む態度」の観点では、「数学科においては、数学のよさを実感して粘り強く考え、数学を生活や学習に生かそうとする態度、問題解決の過程を振り返って評価・改善しようとする態度、多様な考えを認め、よりよく問題解決しようとする態度を身に付けているかどうかについて評価する。本観点の評価は、知識及び技能を習得させたり、思考力、判断力、表現力等を育成したりする場面に関わって行うものであり、その評価の結果を、知識及び技能の習得や思考力、判断力、表現力等の育成に関わる教師の指導や生徒の学習の改善にも生かすことによりバランスのとれた資質・能力の育成を図るといった視点が重要である。すなわち、この観点のみを取り出して、例えば挙手の回数や毎時間ノートを取っているかなど、その形式的態度を評価することは適当ではなく、他の観点に関わる生徒の学習状況と照らし合わせながら学習や指導の改善を図ることが重要である」（国立教育政策研究所，2020）。

ここでは2つの事例について報告する。

#### ①授業直後の学習感想を基に評価する事例

##### i) 学習指導と評価の実践

###### 【第1相】

第1～7時では、数学的活動を通して、具体的な事象から取り出した2つの数量関係を表、式、グラフで表したり処理したりすることが、その特徴を調べるための方法として大切であることを指導する。

###### 【第2相】

第8時では、図22の問題を取り上げる。

問題 周の長さが12cmである二等辺三角形の底辺の長さを $x$ cm、2つの等しい辺の長さを $y$ cmとすると、 $x$ と $y$ の関係をいろいろな方法で表しなさい。

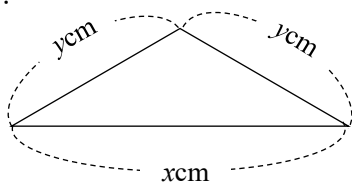


図22 第8時で取り上げる問題

その中で、図形的な事象における2つの数量関係の特徴を表、式、グラフを用いて表して粘り強く調べようとしているかどうかや、その表現を事象に照らして振り返りながら、 $x$ と $y$ の変域について意識し、それを視点として改善しようとしているかどうかについて、生徒同士の発言やつぶやきなどといった行動の観察やノートへの活動途中の記述（例えば図23、24）から評価し、その後の学習に生かせるようにした。具体的には、ノートの記述から生徒の考えを読み取りつつ、「どのように考えたの」「このときは図形ってどうなってるの」などと問いかけて思考を一層促したり、近くの生徒同士での意見交換を促したりして机間指導していく。正しい考えや表現を教師からは決して言わないようにした。

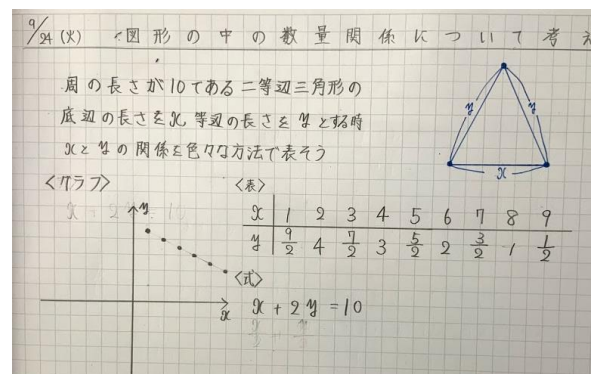


図23 活動途中の生徒の記述

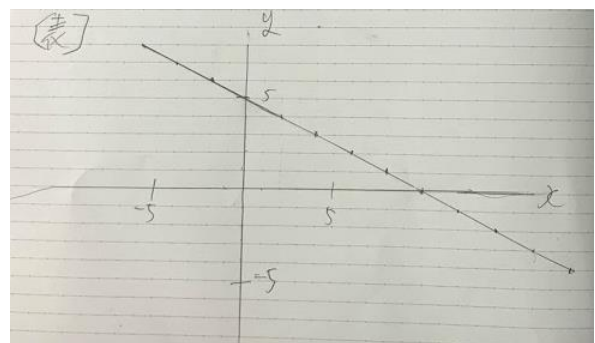


図24 活動途中の生徒の記述

ノートへの学習感想の記述については、授業の最後に、自身学びを振り返り、学習の過程や自分の考えの変化がよく表れるように工夫して書かせるなど、生徒が自らの活動の過程を要約して表現する。それによって、メタ認知を促す。第8時では、文章の記述が苦手な生徒を含め、変容の様子を書き表しやいように、「はじめは～、途中で～、最後に～、これからは～」などという文の書き出しの形

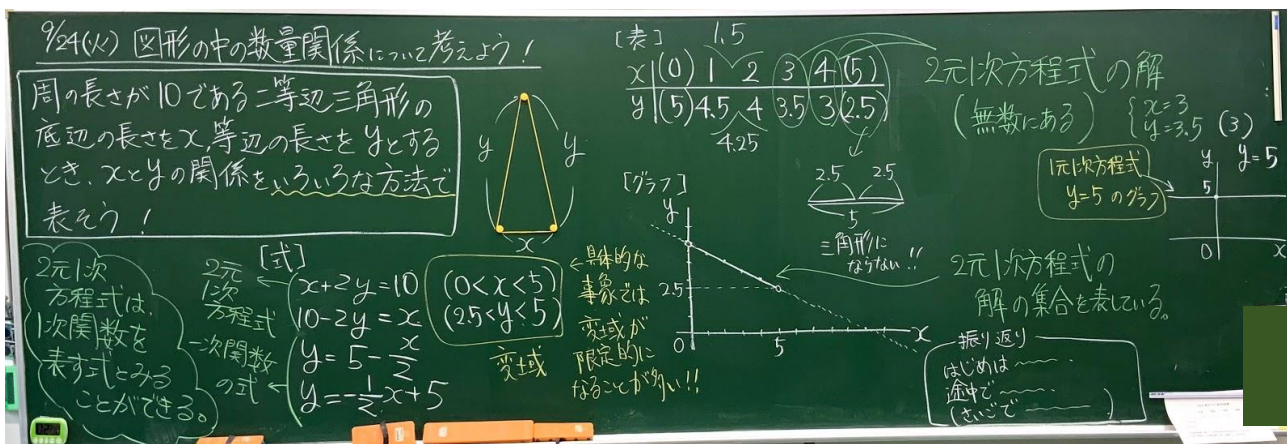


図 25 第 8 時の板書

式を意図的に提示して記述させた。(板書は図 25)

【第 3 相】

ノートを回収し、問題解決の過程を振り返って評価・改善しようとしているかについて評価した。なお、ノートに正しい考えが表現できているかなど、観点「思考・判断・表現」の状況についても考慮に入れた。例えば図 26 の記述があった。

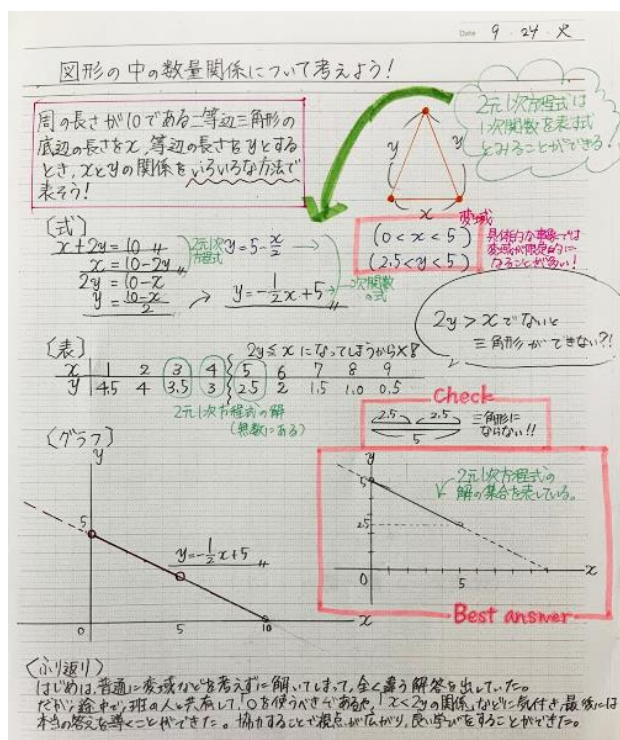


図 26 活動後の生徒の記述

図 26 によると、ノートでは活動途中の変容が後で見てもよくわかるように、 $5 \leq x \leq 10$  の変域まで伸ばしていた誤りのグラフを消さずに残しているとともに、「Best answer」として正しいグラフを新たに書き加えている。また、学習感想には「はじめは、

普通に変域などを考えずに解いてしまっただけで、全く違う回答を出していた。だが、途中で、班の人と共有して、「 $0 < x < 5$ 」の関係をなどに気づき、最後には本当の答えを導くことができた。協力することで視点が広がり、良い学びをすることができた。」と記述しており、自らの学習が他者との意見交換などによって深まりをもったものになったことが読み取れる。これらのことから、「十分満足できる (A)」状況として評価し、記録に残した。今回、対象生徒にはいなかったが、もし記述することが苦手な生徒がいた場合には個別に声をかけ、どのような過程で活動を進めていったのかなど、その状況を見取ることなども必要であろう。

ii) 実践の考察

自らの学習を調整する際、メタ認知が重要である。メタ認知にはオンライン・メタ認知とオフライン・メタ認知がある (深谷, 2016)。オンライン・メタ認知とは課題遂行中に働くメタ認知、オフライン・メタ認知とは課題遂行前後に働くメタ認知である。

一人一人のオンライン・メタ認知の状況を日常の授業中に意図的に記述させるのは現実的ではない。なぜなら、数学的活動にまさに取り組んでいる最中に、考えていること、感じたことなどを教師の評価のために生徒に記述させるのはまさに“評価のための評価”であり、生徒の自然な思考や表現の妨げとなる可能性が高いと考えられるからである。また、教師の負担も大きいように思われる。

しかし、本実践のように、授業中にはどのように

各生徒が考えたり表現したりしようとしているのか(オンライン・メタ認知)について行動観察を中心にして評価し、その後の学習や指導に生かしていくことはこれまでの数学科の授業で行われてきたことであり、これからも十分に実現可能であるといえる。

また、授業の最後あるいは授業後に、授業で一連の取組の過程を振り返って言語化し、エピソード記憶として自分自身の中に残していこうとする営みは、生徒の思考や表現の妨げになるどころか、その後の思考や表現を方向付けたり見通しをもったりすることにつながり、学習活動として意義深いといえる。そして、その記述は、生徒の短いスパン(単一の授業時間)のオフライン・メタ認知を表現したものであり、活動直後に記述したものであるということでオンライン・メタ認知に極めて近いと考えられる。これを教師が学習評価のために“二次利用”していくことは、効果性と効率性の両面において妥当であると考えられる。

なお、この方法で評価する場合、教師によるノートの回収が必要である。授業後すぐに回収するか、単元やテストの後など区切りのよい時機に回収するかなどが考えられる。今後、生徒が学習の記録をデジタルペーパー等で残すようになるなどすれば、負担にならない範囲で教師が端末から即時的に生徒の記述を閲覧したり評価したりし、助言等を容易に返すことができるようになるだろう。現状の ICT 活用としては、学習評価のためだけに振り返りの記述を学習支援アプリ等で送信提出する取組が散見されるが、「自分で考えたことがノートに残っていないので復習しにくい」という声が生徒から聞かれる。本末転倒にならないように留意したい。

## ②小单元ごとの振り返りを基に評価する事例

### i) 学習指導と評価の実践

#### 【第1相】

単元の学習に入る前に、図 27 の「学びの足跡」シートを用意した。単元の学習後に、生徒が普段使用する A4 判のノートに貼り付けられるように、A4 判用紙に印刷し、余白を少し裁断しておいた。

単元の第 1 時を終えた後に「学びの足跡」シート配付し、単元の目標と単元の問いを教師から提示し、記名させてから、小单元 1 の「小单元の問い」

は、前年度の「比例・反比例」単元の学習過程を思い出しながら、生徒と教師とのやりとりによって決め、生徒に記述させた。

#### 【第2相】

小单元 1 の学習を終えた後に、それまでの学習で「わかったこと・大切な考え方など」と「まだはつきりしないこと・知りたいこと」などを、ノートなどを開いて読み返しながら記述させた。それにより、生徒は今の自分の学習状況を「成果」「課題」の視点から自己評価した上で、今後の学習を「展望」として見通し動機付けやすくなると考えたからである。特に、「わかったこと・大切な考え方など」については、網羅的に記述するのではなく、自分が特に大事だと思ったことをいくつか選んで記述するように伝えた。

また教師は、小单元 1 の生徒の記述を基に、問題解決における表、式、グラフのよさや一次関数の特徴のよさなどを実感しているか、一次関数に関連してこれから何について学びたいと思っているか、日常生活や社会において一次関数について学んだことを生かそうとしているかなどについて評価した。その評価を基に、必要に応じて個別のコメントを返したり、今後の学習に生きると思われる記述に下線や二重丸を示したりして、学習に生かせるようにした。また、特に「まだはつきりしないこと・知りたいこと」の記述を基に、小单元 2 の指導展開の修正・更新に生かしていった。

小单元 2, 3 の学習後にも同様の手順で記述させた。小单元 3 の学習後(単元の最後)には「問題解決に一次関数を使いこなすためのワザ」の欄に各自で記述させ、一次関数を活用して問題解決する方法(いわゆる方法知)の自覚化を促すための学習活動とした。

#### 【第3相】

小单元 1, 2, 3 への記述を基に、問題解決における表、式、グラフのよさや一次関数の特徴のよさなどを実感しているか、一次関数に関連してこれから何について学びたいと思っているか、日常生活や社会において一次関数について学んだことを生かそうとしているかなどについて評価し、総括するための資料として記録に残した。

### ii) 実践の考察



学びの足跡 ～単元「一次関数」～

2年

単元の目標 一次関数について理解し、問題の解決に使いこなせるようになるよ！  
 単元の問い 比例に似た2つの数量の関係から、未知の値は予測できるだろうか？

わかったこと・大切な考え方など	まだはっきりしないこと・知りたいこと
<b>小単元1</b> 比例に似た一次関数はいかに？ 何なのだろう？ "比例ならば一次関数であるけれど、一次関数ならば比例である"というのは誤りであることがわかりました。	一次関数の表と比例の表の違い 比例でのグラフと一次関数でのグラフの差を学ぶたいと思います。
<b>小単元2</b> 一次関数にはどんな特徴があるのか。 グラフでかくとき、かいた点を直線(結ぶのは)直線の集合は線であり、分数の座標(ネリが自然数)でかいた座標もあるからということも分かった。また、一次方程式は一次関数を表す式であることも分かりました。そして、一次関数を使って証明(？)をするときは、表式、グラフの関係が大切であり傾き(a)の等しい直線は平行であるということなどを学びました。	一次関数とかけた説明が問題では表式、グラフのどちらが有利か。 (グラフの交点は何を表しているのか?) グラフは、傾きはお客様様上可も短時間で説明がしやすい(便利)。 表式は、特徴が、それこそ生かせる場面は、どこにあるのか？
<b>小単元3</b> 一次関数とはいつかどう使えばいいだろうか。 ネリの組みあわせが複雑あり、それを比較したいとき、実験の測定結果等を考えるときに厳密に一次関数とはいえず、一次関数とはみなして考えてよいということが学びました。	を考えて使い分ける。 ・は王子に答えていない問題は納得させられるような説明をおこなうべきか、それは場合により異なるのか？

単元末に、問題の解決に一次関数を使いこなすためのワザをまとめておこう！

- 2つの値かともな、変化するとき、その変化の割合をしらべてみる！
- グラフとかくとき全部の点を通らなくても(理料的に考えて)多くの点を通る直線をかき。
- 表、式、グラフのつながり大切!!!
- 理想化・単純化した(条件ナド)考える。

図 27 「学びの足跡」シートの記述例

「学びの足跡」シートは「毎時間ごとの記述」でも「単元後の記述」でもなく、「小単元ごとの記述」とした。1つの小単元について、ノートを読み返しながら授業中の10～15分間程度で書くことができた。このことから、生徒にとって負担はそれほど大きくはないであろう。

中長期的なスパンでのオフライン・メタ認知を「学びの足跡」シートに記述することで、小単元の学習やそれまでの単元の学習を振り返って「生徒は今何がわかっていて何がわかっていないのか」

や「何を新たに知って何を知らないと知っているのか」を少し過去の自己と対話しながら考えて記述していくこととなる。

「学びの足跡」シートは、主に理科教育などで広く用いられている「OPP (One Paper Portfolio)」（堀, 2019）と、「一枚の用紙のみ利用（必要最小限の情報を最大限に活用）」「本質的な要素は、学習前・後の本質的な問い、学習履歴、自己評価」など、共通点が多いといえる。生徒が記述する内容や教師からの発問の文言、生徒が記述する文章量や時機など、シートの構成等については、生徒の実態に合わせて工夫することが大切といえよう。

毎時間の授業の後に、自らの学びを振り返って学習感想や新たな問いを記述するような「自己評価カード」の類いは、自己教育力の育成が叫ばれた30年ほど前から現場で実践されてきている。授業で取り組んだ問題を基に生徒が新たに発見した問いを

その後の授業で教師が取り上げるなど、その後の単元の学習を生徒と教師とで探究的につくりあげていくことができ、確かな価値がある。

一方で、教師の負担も大きいので、検印のみで生徒に返却している事例や記入の有無や記述量の大小を記録している事例も散見される。また、生徒によっては、毎時間の記述に目的意識を失って“やらされ感”だけが残ってしまう可能性はないか。

また、単元末にだけ、単元全体を振り返って学習した知識などをマッピングして関連図等をかいた

り、単元の学習を振り返って作文やレポートをかいたりする実践も、かなり前から実践されている。しかし、「書ける子は書けるが、書けない子は書けない」という状況が必然的に生まれてはいないか。また、家庭で書く内容を覚えてから翌日の授業で書くなど、評価の対象や目的が元々の趣旨から変わってしまっているような場面はないか。

もちろん、実務能力の高い教師やメタ認知能力が高い生徒にとっては、「毎時間の記述」や「単元後の記述」の実践を積み重ねていくことは否定されるものではない。ただ、働き方改革の観点から多くの学校・教室での実現を想定したときには、小単元程度のまとまりでの記述が適当なのではないかと筆者らは考えている。

## 6. 研究の成果と今後の課題

本研究では、平成 29 年告示学習指導要領の趣旨に則った学習指導と評価を「一次関数」単元において実施し、観点別学習状況の評価に取り組む上での留意点と各校での実施可能性について、「ii）実践の考察」などで記したように、今後の学習評価の取組に向けた示唆が得られた。特に、学習指導と評価の過程を第 1～3 相で単純化して捉えることは、指導と評価を一体的に実践していく上で有効であった。

他校での実施・検証、「一次関数」以外の単元での実施・検証、デジタル化を視野に入れた実施・検証が今後の課題として挙げられる。

### 付記

本研究は、以下のメンバーで議論して実施し、考察したことを、筆者らがまとめたものである。

- 板垣章子 (千葉県立川戸中学校)  
大田誠 (山口県教育庁)  
大谷実 (金沢大学大学院)  
清水宏幸 (山梨大学)  
野口千津子 (ときがわ町立都幾川中学校)  
藤原大樹 (お茶の水女子大学附属中学校)  
水谷尚人 (国立教育政策研究所)

### 引用・参考文献

中央教育審議会 (2016). 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当の

- 改善及び必要な方策等について (答申).  
中央教育審議会 (2016). 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) 補足資料. p.14.  
中央教育審議会学習評価ワーキンググループ (2019). 「児童生徒の学習評価の在り方について (報告)」.  
深谷達史 (2016). メタ認知の促進と育成. 北大路書房.  
藤原大樹 (2010). 1 次関数とみなすことの指導についての事例的研究. 日本科学教育学会年会論文集 34. pp.137-140.  
藤原大樹 (2018). 単元を貫く数学的活動でつくる新中学校数学の授業づくり. 明治図書.  
藤原大樹 (2020). 教育フォーラム「資質・能力を育成する学習評価 2020 -カリキュラム・マネジメントを通して-」(令和 2 年 2 月 24 日) 提案資料. p.24.  
藤原大樹・板垣章子・大谷実・野口千津子・水谷尚人 (2020). 数学的に考える資質・能力を育成する学習指導と評価(1)―「指導と評価の一体化」に向けた 3 つの相による捉え―. 全国算数・数学教育研究 (茨城) 大会論文要旨集. 102. p.215.  
一松信他 31 名 (2017). 中学校数学 2. 学校図書.  
堀哲夫 (2019). 新訂一枚ポートフォリオ評価 OPPIA 一枚の用紙の可能性. 東洋館出版社. p.15.  
池田敏和 (1999). 数学的モデリングを促進する考え方に関する研究. 日本数学教育学会誌数学教育論究. 71・72.  
稲垣佳世子 (1982). 「メタ認知とモニタリング」. 波多野誼余夫. 認知心理学講座 4 学習と発達. 東京大学出版会, pp.120-132.  
国立教育研究所 (1996). 「小・中学校の算数・数学教育, 理科の成績 一第 3 回国際数学・理科教育調査国内中間報告書一. 東洋館出版社. pp.8-10.  
国立教育政策研究所 (2011). 評価規準の作成, 評価方法等の工夫改善のための参考資料【中学校数学】.  
国立教育政策研究所 (2020). 「指導と評価の一体化」のための学習評価に関する参考資料 中学校数学. 東洋館出版社.  
文部科学省. (2008). 「中学校学習指導要領解説数学編」.  
文部科学省. (2017). 「中学校学習指導要領解説数学編」.  
文部科学省初等中等教育局長. (2019). 「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)」.