

第3章 「自作教科書作りの活動」からみる 「生徒が考えるわかりやすさの要件」

3-1 本章の目的

本章は、生徒が作成した自作教科書に表出された工夫を分析することにより、生徒が考えるわかりやすさの要件について明らかにすることを目的とする。

第2章では、自作教科書作りの活動の効果について論じた。本章では、生徒が自作教科書を作る際に、「どのような意図をもって記述をしたのか」に焦点を当てる。この時の「意図」とは、生徒にとっては、自作教科書を「わかりやすくするための意図」である。この意図を分析することは、生徒が考えるわかりやすさの要件について、生徒の立場から明らかにすることにつながる。

3-2 調査の方法

3-2-1 調査時期

平成 19 年 9 月 10 日～10 月 26 日

3-2-2 調査対象

岐阜県内の公立中学校 3 年生の 2 学級（A 組：38 名 B 組：38 名）を対象として実施した。

この調査校は、第 2 章で調査を実施した学校とは異なる学校である。

3-2-3 調査単位について

調査は 1 分野の「エネルギー」の単元で行った。調査校で使用されている東京書籍の教科書では、エネルギーの単元は「1 章 いろいろなエネルギー」と「2 章 化学変化とエネルギー」からなる 2 章構成である。

本調査は「1 章 いろいろなエネルギー」で行った。

3-2-4 手続き

(1) 自作教科書づくりにあたって

神崎ら¹の手法に準じて、自作教科書作りの活動を行った。概要を以下に示す。

① 班編制

自作教科書の作成を行うグループは、学級の既成班（1 班あたり 4～5 人の構成で、学級あたり 8 班）とした。この班は、学級における係活動を基に構成されている。

② 生徒の実態

授業は筆者が担当した。筆者は通常、この2学級の授業を担当している。本研究の対象とした生徒達は3年生の4月に筆者が初めて授業を担当して以来、西川²の提唱する『学び合い』による授業を経験してきている。

『学び合い』による授業は、生徒同士の相互作用を中心として授業が展開される。この授業における教師の役割は、「目標の設定」「評価」「環境の設定」である。教師には、授業の導入部で、「目標の設定」として、本時の目標について生徒に明示する場面では主導性があるが、以降の展開においては、生徒同士の相互作用を促すことに重点が置かれ、生徒の学びに対して、直接的に教授することはできるだけ控えている。

筆者は該当学級の『学び合い』の授業において、教師の役割である「目標の設定」「評価」「環境の設定」について、次のようなことに留意して指導した経緯がある。

「目標の設定」

学習内容について到達目標を具体的に示すことに留意した。例えば、自作教科書作りを課さない場合の様々なエネルギーやその相互変換を扱う授業では、『電気・熱・光・音はそれぞれ「電気エネルギー」「熱エネルギー」「光エネルギー」「音エネルギー」と呼ばれるエネルギーである。それぞれについて実験を行い、それぞれがエネルギーである理由について説明できるようにしなさい。』といった目標の設定を行っている。加えて、「仲間とかかわりながら全員が理解できるよう学習すること」を、年間のすべての理科学習を通しての目標として4月当初に設定し、継続的な指導を行った。

「評価」

学習の到達度に対する評価に加えて、生徒同士の相互作用の状況について

の評価を随時行った。前述の「仲間とかかわりながら全員が理解できるように学習すること」に向けて、生徒同士の相互作用が不十分と感じた場合には、理科通信等を通して、相互作用が活性化するように方向付けた。

「環境の設定」

学習面については、生徒が多様な実験方法を試したり、自分達が十分に理解できるまで繰り返し実験ができたりするよう理科室環境の整備や実験器具の配置に留意した。生徒同士の相互作用については、授業中は必要に応じて誰とでも自由に話してよいこととし、教師の話で学級全体を統制する時間を極力少なくした。また、学習が適切に進んでいる集団や、逆に、停滞している集団を、随時学級全体に紹介し（「可視化」）「全員が理解できるようにすること」という目標に向け相互作用が活性化するように方向付けた。

本研究の調査時期に当たる9月には、生徒は教師からの教授を待つことなく、仲間と主体的に関わりながら自ら学習を進める姿勢が身についている状態にあった。

③ 単元の展開の概要

単元の第1時において、生徒には、「1章 いろいろなエネルギー」について、この小単元を全て自分達で学習し、その内容について班の全員が理解すること及び、班ごとに1冊の自作教科書を作ることを指示した。

自作教科書を作るにあたっては、「誰が読んでもよくわかる自作教科書」「学習の道具として使いたくなる自作教科書」にすることを目標とするよう指示した。併せて、来年度以降の授業で、後輩に使用させることも告げた。

学習活動は班単位で行うことを原則としているが、生徒同士が理科室内外に自由に移動し、どの仲間と交流してもよいことにした。また、個人で所有している参考書等の持ち込みも自由とした。

教師が前で生徒全体に話をするのは第 1 時の単元ガイダンスのみで、残りの時間については、理科室に集まり準備の整った班から学習を始めるよう指示した。授業中も学習内容に関する教師からの指示はほとんど行わないこととした。また、教科書に位置付けてある実験に関しても、必要か否かの判断は各班に任せることとした。

教科書作成に関しては、班に 1 台のノート P C を用意した。その P C を使用するか、手書き用の印刷用原紙を使用するかは生徒達の判断に任せたが、2 学級全 16 班中、15 班が P C を使用し、残りの 1 班が手書きで作成をした。また、実験の様子などの撮影用に 3 台のデジタルカメラを用意した。学校で準備できる台数がこの 3 台に限られていたので、必要に応じて私有のデジタルカメラの授業への持ち込みを認めた。

自作教科書の作成に加え、生徒には、後述するアンケートへの記入を班単位で行うよう指示した。また、本単元以前の通常の授業で実施していた毎時間の感想についても記入するよう指示した。この感想とは、授業で学習した内容について自分の考えなどを書くものである。

④ 活動時間

生徒にはこの自作教科書作りの活動を 7 時間で行うよう指示した。この 7 時間という授業時間は、調査校の（自作教科書作りの活動を位置付けていない）年間指導計画の授業時間に準じている。

実際の授業では、2 学級とも自作教科書作成に 9 時間を要した。通常の指導計画よりも時間数が多くなった主な要因は、後述するアンケートへの記入に毎時間 10 分弱の時間をかけていたことが挙げられる。

(2) 毎時間のアンケートの記入

毎時間の授業終了前に、10 分程度の時間を使って、班ごとに次の表 1 に示したような観点からなるアンケートに記入をさせた。

表1 アンケートの内容

「誰が読んでもよく分かる教科書」「学習の道具として使いたくなる教科書」にするための今日の工夫について書いて下さい。

① 今日の授業日時

② 今日の教科書作成内容

教科書会社の教科書でいうと何ページの何行目から何行目にあたるかを書いて下さい。「位置エネルギーについて」などのように、学習内容で書いても構いません。箇条書きでOKです。

③ 今日の工夫

「誰が読んでもよく分かる教科書」「学習の道具として使いたくなる教科書」にするための今日の工夫について書いて下さい。特別なことがあればそれでいいですが、簡単なことで構いません。

次の事例 1 は実際の生徒のアンケート記入例である。

事例1 生徒によるアンケート記入例

A 組 6 班

「誰が読んでもよく分かる教科書」「学習の道具として使いたい教科書」にするための今日の工夫について書いて下さい。

① 今日の授業日時

9月20日 木曜日 第4時間目

② 今日の教科書作成内容

教科書会社の教科書でいうと何ページの何行目から何行目に当たるかを書いて下さい。「位置エネルギー」などのもので、学習内容で書いても構いません。簡易書きでOKです。

P.62～69まで

項目②への回答

「P.62～69 まで」

③ 今日の工夫

「誰が読んでもよく分かる教科書」「学習の道具として使いたい教科書」にするための今日の工夫について書いて下さい。特別なことがあればそれでいいですが、簡単なことで構いません。

力学的エネルギーの保存を示す例を入れた
実験の写真を入れた

項目③への回答


「力学的エネルギーの保存を示す例を入れた。
実験の写真を入れた。」

(3) 自作教科書への工夫した点の記入

自作教科書が完成した後、班ごとに、自分達がわかりやすくするために工夫した点について、自作教科書に直接記入をさせた。次の事例2に実際の生徒による記入例を示す。

事例2 生徒による自作教科書への記入例

木片が動く
 玉が木片に当たると
 次の文「木片が動く」
 という文の証明を
 している。
 どのように動くのかは
 教科書にはない。



上の写真のように、玉が木片に当たると木片は動く。
 このように力を加えて、運動の様子を変えたとき物体は「仕事」をした。とい
 う。

記入内容(文意が通りやすいよう一部筆者改)

「実際の写真を入れることにより、次の文「木片が動く」
 ということの証明としている。どのように動くのかは
 教科書には記述がない。」

3-2-5 記録・分析方法

記録に当たっては、アンケート用紙及び工夫した点を記入した自作教科書を回収することに加え、各班に1台ずつICレコーダを設置し発話を録音した。また、教室全体の撮影を可能にするため理科室の前後に配置した2台のビデオカメラで授業の様子を記録した。

分析に当たって、表1に示したアンケートの内容③「今日の工夫」の項目に生徒が記入した内容及び事例2に示したような自作教科書に直接「工夫した点」として記入した内容について、次の表2のようにカテゴリー化した。

表2 生徒による「工夫」の 카테고리

- ・ 表やグラフや図を用いる
- ・ 要点を絞るなど端的な表現にする
- ・ 語句の字体や色を変えるなどして強調する
- ・ 実際の実験の様子を写真撮影し掲載する
- ・ 見出しの色を変えるなどする
- ・ 具体的な例を挙げる
- ・ 実際の実験データを示す
- ・ その他

これらのカテゴリー化した「工夫」の各項目について意図的に使用した班数を数えた。ここでいう「意図的な使用」とはアンケートや自作教科書に「工夫」として記入があるもののことを指す。例えば、自作教科書にグラフを用いていたとしても、アンケート用紙や自作教科書への直接の記入で、このグラフを用いたことを「工夫」としていなければ、意図的な使用として数えていない。なお、アンケート用紙への工夫の記入については、実際に自作教科書にその工夫があるかどうかを確認した。

3-3 結果と考察

3-3-1 「工夫」の各カテゴリーを使用した班数について

表3は、表2でカテゴリー化した「工夫」を使用した班数を示したものである。

表3:各「工夫」の使用班数(全16班中)

生徒による「工夫」のカテゴリー	記述した班数
表やグラフや図を用いる	14
語句の字体や色を変えるなどして強調する	14
要点を絞るなど端的な表現にする	13
実際の実験の様子を写真撮影し掲載する	13
見出しの色を変えるなどする	12
具体的な例を挙げる	11
実際の実験データを示す	7
その他	8

表3を見ると、「表やグラフや図を用いる」から「具体的な例を挙げる」までの6項目では、最低でも11班がこれらを意図的な工夫として使用していることがわかる。一方、「実際の実験のデータを示す」については、これを意図的な工夫としている班は約半数である。

よって、前者の「工夫」を「生徒が多く取り入れた工夫」、後者の「工夫」を「生徒による判断が分かれた工夫」として、2つに大別し、以降にそれぞれの詳細について事例的に述べることとする。

なお、表3中の「その他」には、その「工夫」を用いた班が1, 2班程度

しかいなかったものをカテゴリーしている。具体的には、以下のような内容が挙げられる。

- ・ 複数枚の写真の中から掲載する写真を精選する
- ・ 公式を写真の近くにレイアウトする
- ・ 文字の大きさや、文字の間隔に気をつける

3-3-2 「生徒が多く取り入れた工夫」について

(1) 「表やグラフや図を用いる」について

ここでは、「表やグラフや図を用いる」（以降、必要に応じて「表・グラフ・図」と略記する）とカテゴリーしたアンケート及び、自作教科書への記入内容について示す。

表4は、毎時間終了後のアンケートへの生徒の記入例である。前述のように、生徒がアンケートに記入した内容のうち、自作教科書にその内容が確認された班のみをカウントしている。以下に続く、各「工夫」においても同様である。

図1は、力学的エネルギーの保存についての記述である。この班では、振り子の図をインターネットから引用して自作教科書に位置付けた後、A・B・Cの各点における位置エネルギー、運動エネルギー、力学的エネルギーの関係を自作の棒グラフで説明している。（図1中の下のグラフでは、B点とC点の間に独自にD点を設定し各エネルギーの関係を示す棒グラフを位置付けているが、上のインターネットから引用した振り子の図にD点を位置付けるのを忘れている。）

このように「表やグラフや図を用いる」を「工夫」とした班は、全16班中14班あった。

表4 「表・グラフ・図」についてのアンケート記入例

- ・ 自分達で撮った写真だけではなく、棒グラフも入れた。
- ・ グラフを入れて分かりやすくした。
- ・ 字ばかりだと見る気がなくなるので絵を多くした。

力学的エネルギー

この図はインターネットから持ってきた図
この図と下のグラフ(自作)によって、
力学的エネルギーが一定であることを具体的に数字で示している
ので理解しやすい。

位置エネルギー $U = mgh$ 運動エネルギー $K = \frac{1}{2}mv^2$ 力学的エネルギー $E = U + K$

+ =

上の写真のふりこのように、位置エネルギーと運動エネルギーを同時にもって理解しやすいものもある。このときの両方の和のこと。

位置エネルギーと運動エネルギー互いに変わることができるが、力学的エネルギーは常に一定である。このことを、力学的エネルギーの保存という。

地点	位置エネルギー (U)	運動エネルギー (K)	力学的エネルギー (E)
A地点	5	0	5
B地点	3	2	5
D地点	2	3	5
C地点	0	5	5

記入内容

「この図はインターネットから持ってきた図。この図と下のグラフ(自作)によって、力学的エネルギーが一定であることを具体的に数字で示しているの理解しやすい。」

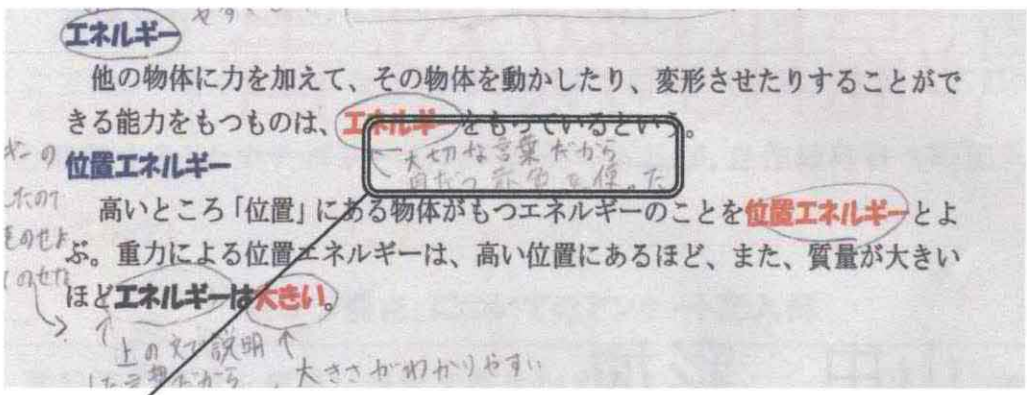
図1 「表・グラフ・図」についての自作教科書記入例

(2) 「語句の字体や色を変えるなどして強調する」について

ここでは、「語句の字体や色を変えるなどして強調する」（以降、必要に応じて「字体」と略記する）とカテゴリーしたアンケート及び、自作教科書への記入内容について示す。

表5 「字体」についてのアンケート記入例

- ・ 大切な部分を太字にした。
- ・ 大切な用語は大きい字で目立つ色にした。
- ・ 重要な語句に色をつけた。



記入内容

「大切な言葉だから、目立つ赤色を使った。」

図2 「字体」についての自作教科書記入例

図2では、「エネルギー」「位置エネルギー」「エネルギーは大きい」の語句について色を赤色に変え、さらに書体を変えて記述している。このように、重要であると考える語句を強調して表現することを「工夫」とした班数は全16班中、14班あった。

教科書においても、「位置エネルギー」などの重要語句については、太字にすることで強調がしてある。「字体」を工夫とした14班のうち、太字のみによる強調をしていた班は1班のみであった。残りの13班は文字色を赤に変えるという強調をしていた。そのうち、1班は、初出の重要語句は赤色で、2回目からは太字でというように強調の仕方を変えていた。

神崎ら³は、中学校2年生の「電流のはたらき」の単位における自作教科書作りの活動においても、生徒が教科書に太字で示されているような重要語句を強調による表現を使用して記述していることを報告しているが、今回も同様の結果となった。

(3) 「要点を絞るなど端的な表現にする」について

ここでは、「要点を絞るなど端的な表現にする」（以降、必要に応じて「要点」と略記する）とカテゴリーしたアンケート及び、自作教科書への記入内容について示す。

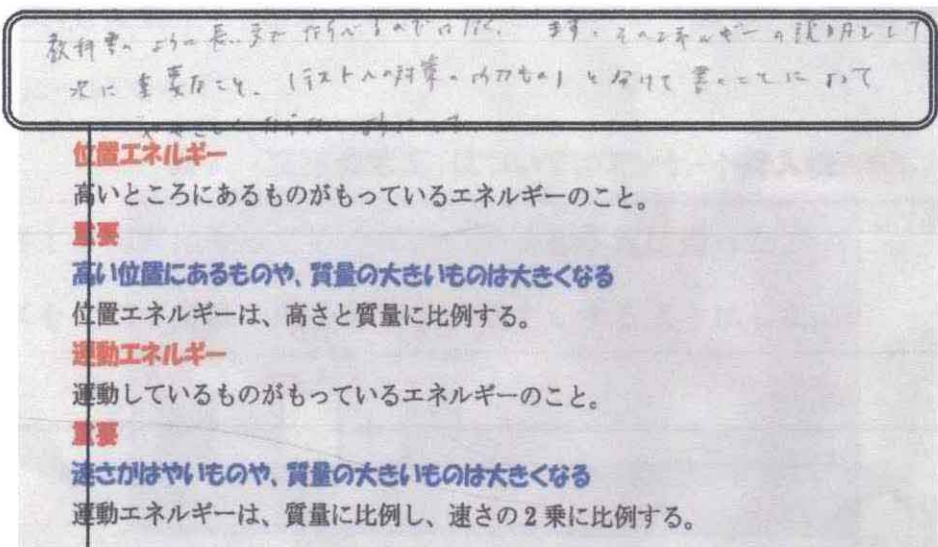
表6 「要点」についてのアンケート記入例

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">・ 教科書の要点を簡単な表現で書きかえること。・ 教科書の文章を簡単にした。・ 重要なところはなるべく短くしてまとめた。 |
|--|

教科書には、位置エネルギーや運動エネルギーについて、図4のように、文章で記述している。

この教科書の記述に対し、生徒は長い文章で説明することをさけ、図3に示したように、まず、位置エネルギーについての定義を、次に、「重要」として位置エネルギーが大きくなる時についての説明を、それぞれ1行ずつ短い文で端的に表現している。

このように、長い文章による説明から、箇条書きにするなど端的な表現にすることを「工夫」とした班は、全16班中、13班あった。



教科書のように長い文を並べるのではなく、まずエネルギーの説明をした。次に重要なこと(テスト対策のようなもの)と分けて書くことによってややこしくならないようにした。

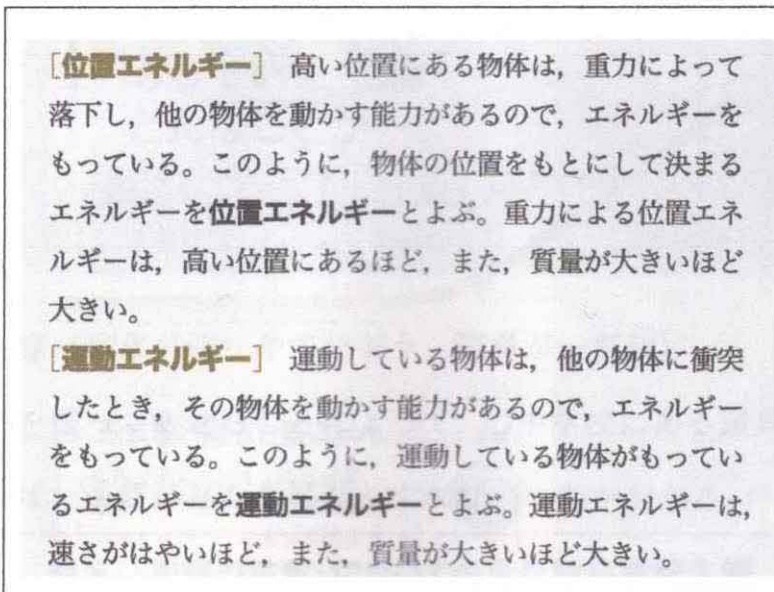
位置エネルギー
高いところにあるものがもっているエネルギーのこと。
重要
高い位置にあるものや、質量の大きいものは大きくなる
位置エネルギーは、高さや質量に比例する。

運動エネルギー
運動しているものがもっているエネルギーのこと。
重要
速さが早いものや、質量の大きいものは大きくなる
運動エネルギーは、質量に比例し、速さの2乗に比例する。

記入内容(文意が通りやすいよう一部筆者改)

「教科書会社の教科書のように長い文を並べるのではなく、まずエネルギーの説明をした。次に重要なこと(テスト対策のようなもの)と分けて書くことによってややこしくならないようにした。」

図3 「要点」についての自作教科書記入例



【位置エネルギー】 高い位置にある物体は、重力によって落下し、他の物体を動かす能力があるので、エネルギーをもっている。このように、物体の位置をもとにして決まるエネルギーを**位置エネルギー**とよぶ。重力による位置エネルギーは、高い位置にあるほど、また、質量が大きいほど大きい。

【運動エネルギー】 運動している物体は、他の物体に衝突したとき、その物体を動かす能力があるので、エネルギーをもっている。このように、運動している物体がもっているエネルギーを**運動エネルギー**とよぶ。運動エネルギーは、速さが早いほど、また、質量が大きいほど大きい。

図4 位置エネルギー及び運動エネルギーについての教科書の記述

(4) 「実際の実験の様子を撮影し掲載する」について

ここでは、「実際の実験の様子を撮影し掲載する」（以降、必要に応じて「実験の写真」と略記する）とカテゴリーしたアンケート及び、自作教科書への記入内容について示す。

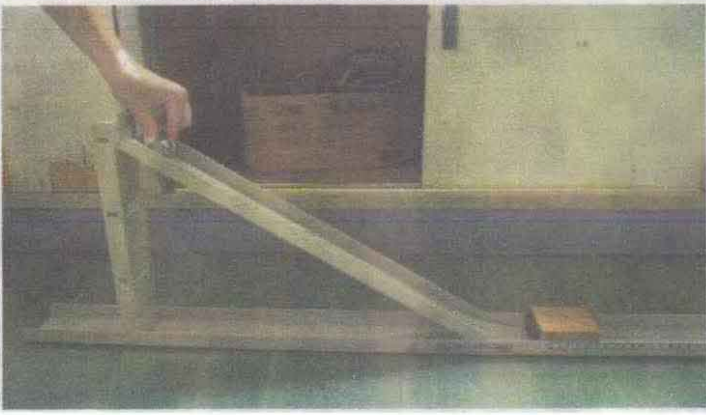
表7 「実験の写真」についてのアンケート記入例

- ・ 実験 1 を実際にやってその実験の様子を写真に撮った。
- ・ 写真を入れて実験の様子がわかりやすくするようにした。

実験1
高い位置にある小球がもっているエネルギーを調べる

実験方法

1. 斜面と木片をつくる
2. 同じ小球を、いろいろな高さから転がして木片に当て、木片が動く距離を調べる。(小球の高さを、2倍、3倍と規則的に変えてみる)
3. 質量の異なる小球を、同じ高さから転がして木片に当て、木片が動く距離を調べる。(木球・ビー球・鉄球)
4. 斜面の傾きを変えて1～3と同じ実験を行う。
(1～3と同じ高さ、同じ質量で実験を行う)



記入内容（文意が通りやすいよう、筆者が一部改）

「写真を撮って載せることによって、○中学校にある道具で説明すれば、後輩がどんな準備をすればいいかが分かる。」

図5 「実験の写真」についての自作教科書記入例

図5は、位置エネルギーが大きくなる場合についての実験を行う場面の自作教科書である。

教科書には、電気コードのカバー等で小球を転がすレールを作り、ものさしで、小球の高さや衝突された木片の移動距離を測定するような器具がイラストで示されている。調査校では、図5のような力学的エネルギー実験器を用いて実験をしているので、生徒は、その写真を自作教科書に位置付けている。この記述に対し、自作教科書の工夫した点として、生徒は「○中学校にある道具で説明すれば、後輩がどんな準備をすればいいかが分かる。」と記入している。

このように、「実際の実験の様子を撮影し掲載する」を「工夫」とした班数は全16班中、13班あった。

神崎⁴らは、中学校2年生における自作教科書作りの活動においても、生徒が、自分達の実験の様子を写真撮影し、掲載していることを報告している。その際、生徒が実験の様子を写真に掲載する理由について、「オリジナル写真を用いた理由としては、一つには、自分達の学習の成果を反映させようという思いがあるであろう。また、次年度の生徒がこの自作教科書を使用して学習することを考えた時、実際に使用する道具を写真で位置付けておくことが必要であると考えたと推察される。」としているが、本研究における生徒による記入から生徒が実際の実験の様子を撮影し掲載する意図について確認することができた。

(5) 「見出しの色を変えるなどする」について

ここでは、「見出しの色を変えるなどする」（以降、必要に応じて「見出し」と略記する）とカテゴリーしたアンケート及び、自作教科書への記入内容に

ついて示す。

図6では、エネルギーについての定義を説明する際に、「エネルギーとはどんなこと？」という問いかけから始まる見出しを付けている。この際、文字色も黄色に変えている。さらに、「例えば・・・」という見出しをつけて、その下に例を示している。これらの記述に対して、「エネルギーとはどんなこと？」と「例えば・・・」に矢印をつけ「興味をもたせる」と記入している。

表8 「見出し」についてのアンケート記入例

- ・ 見出しの色を黒以外にする。
- ・ こうするとどうなるのかななどの疑問文を入れて実験のやり方を教えるようにした。
- ・ 題を大きくした。

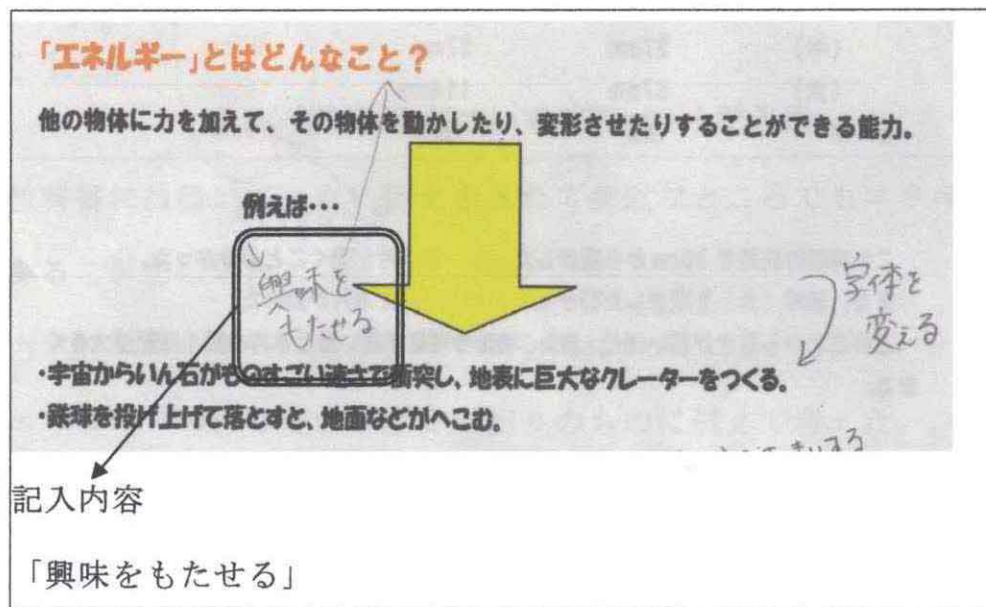


図6 「見出し」についての自作教科書記入例

このように「見出しの色を変えるなどする」を「工夫」とした班は、全

16 班中 12 班あった。

教科書における見出しは、先の図 4 に示したような「位置エネルギー」「運動エネルギー」といった語句の説明をする際に多く使用されている。

生徒が自作教科書に使用した見出しには大別すると次の 2 種類の見出しがあった。

一つは、図 6 に示したような、教科書と同じく語句の説明を開始する際の見出しである。この説明を開始する際の見出しを工夫した班は 12 班中 12 班であった。もう一つは実験の目的・実験方法・結果・考察といった学習過程についての見出しである。12 班中 6 班がこの見出しも使用していた。

(6) 「具体的な例を挙げる」について

ここでは、「具体的な例を挙げる」（以降、必要に応じて「具体例」と略記する）とカテゴリーしたアンケート及び、自作教科書への記入内容について示す。

表9 「具体例」についてのアンケート記入例

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">・ 教科書には書いていない例えを入れて身近なところでもエネルギーがあることを伝えた。・ 力学的エネルギーの保存を示す例を入れた。・ エネルギーの移り変わりを身の回りのものに例えて考えた。ストーブや炊飯器など。 |
|--|

図 7 は、位置エネルギーについて説明している記述である。位置エネルギーについて、「例えば」と書き始め、バスケットボールが頭にあたる状況を例にとり説明をしている。そして工夫した点として記入した内容には、「例え

ば」の語句を線で囲み、矢印を使って「理解しにくい語句は日常生活と関わらせて分かりやすく！！理科は日常生活にも出てくる。」としてある。日常生活に近いことを例として挙げることを、わかりやすさととらえていることがわかる。

また、エネルギーの中には、位置エネルギーと運動エネルギーがあります。
例えば、バスケットボールが頭にあたると思います。5cm 上から落としてみてください。まあ、そこまで痛くはないでしょう。では、その高さがだんだん高くなるとどう

理解しにくい語句は
日常生活と関らせて分かりやすく！！
理科は日常生活でも出てくる

注：下記の写真の文章は上の自作教科書中の位置エネルギーについて例を示して説明する文章(上の写真)の続きである。

ですか？死ぬほど痛いでしょうね。これは、ボールがエネルギーを持っているので頭は痛いと感じます。このように、高い位置にある物体が持つエネルギー、これが位置エネルギーです。

記入内容

「理解しにくい語句は日常生活と関わらせて分かりやすく！！理科は日常生活にも出てくる。」

図7 「具体例」についての自作教科書記入例

このように、「具体的な例を挙げる」を「工夫」とした班数は全16班中、11班あった。

(7) 「生徒が多く取り入れた工夫」からみる「生徒が考えるわかりやすさの要件」についての考察

これまでに述べてきた「生徒が多く取り入れた工夫」から「生徒が考える

わかりやすさの要件」について考察をする。

生徒が多く取り入れた工夫として次の6点が挙げられる。

- ・ 表やグラフや図を用いる
- ・ 要点を絞るなど端的な表現にする
- ・ 語句の字体や色を変えるなどして強調する
- ・ 実際の実験の様子を写真撮影し掲載する
- ・ 見出しの色を変えるなどする
- ・ 具体的な例を挙げる

松原⁵らは平成14年に中学校2年生を対象として、教科書の記述量の多寡とわかりやすさについてのアンケート調査を実施している。これは簡潔に記載された教科書Aと、例や説明などを増やして詳しく記載された教科書Bを生徒に与え、どちらがよりわかりやすいかを回答させた調査である。これによると、詳しい教科書をわかりやすいとした生徒の割合が上回っている。

自作教科書の中で「生徒が多く取り入れた工夫」を見てみると「表・グラフ・図」「実験の写真」「具体例」といった工夫はいずれも、教科書の説明をより詳しくするための方途であると考えられる。例えば、「表・グラフ・図」として図1に示した自作教科書では、生徒は図やグラフを駆使して、力学的エネルギーについてより詳しい説明を試みているといえる。

一方、「要点」「字体」「端的」といった工夫は教科書を見やすくするための方途である。生徒は詳しい説明を必要としている一方で、長い文章による説明は好まない傾向にあるようである。

以上のことから「生徒が考えるわかりやすさの要件」は「詳しさ」と「見やすさ」に大別でき、生徒が実際に多く使用した工夫に基づいて、それらの要件を類別すると次の表10のようにまとめることができる。

表 10 「生徒が多く取り入れた工夫」からみる「生徒が考えるわかりやすさの要件」

わ か り や す さ	詳 し さ	表やグラフや図を用いる。
		実際の実験の様子を写真撮影し掲載する。
		具体的な例を挙げる。
	見 や す さ	要点を絞るなど端的な表現にする。
		語句の字体や色を変えるなどして強調する。
		見出しの色を変えるなどする。

3-3-3 「生徒による判断が分かれた工夫」

= 「実際の実験データを示す」について

ここでは、生徒による判断が分かれた工夫として「実際の実験データを示す」（以降、必要に応じて「実験データ」と略記する）とカテゴリーしたアンケート及び、自作教科書への記入内容について示す。さらに判断が分かれた理由について考察をする。

この單元においては、教科書に掲載されている実験データ（測定値）を伴う実験は、力学的エネルギー実験器を用いた衝突実験だけである。調査校においては、図5に示したような器具を使用し、小球に木片を衝突させその移動距離を調べることで、位置エネルギーが大きくなるのはどのような場合かについて調べる実験を行っている。なお、授業のビデオ映像を確認したところ、全16班がこの実験を実施していた。

表 11 「実験データ」についてのアンケート記入例

- ・ 実験を通して得た結果を具体的に数字を出して打ち込みました。
- ・ 実験+その結果でわかりやすく。

図 8 は、衝突実験をした際の記述の一部である。この班では、実験データをより正確なものとするために同じ実験を 10 回繰り返して平均を取ったデータを掲載している。この記述について、生徒は「工夫」として「教科書＝見本なので、正しいデータを入れる必要がある。ということでしっかりとしたデータをいれました。」と記入している。

他にも同様に「実際の実験データを示す」を工夫とした班は全 16 班中 7 班であった。これまでに述べてきた「要点」「字体」「実験の写真」「具体例」に比べて「実験データ」を工夫とする班は少なかった。

ビー玉 質量: 6.14g

傾き(何 cm の高さにあわせてか)	落とす高さ(cm)	木片の進んだ距離(cm)
30	30	0.41
30	20	0.10
30	10	0.064
20	20	0.25
20	10	0.05
10	10	0.12

※「木片の進んだ距離」は同じ条件で 10 回行ったものの平均

教科書 = 見本なので、正しいデータを入れる必要がある。ということでしっかりとしたデータをいれました

記入内容

「教科書＝見本なので、正しいデータを入れる必要がある。ということでしっかりとしたデータをいれました。」

図 8 「実験データ」についての自作教科書記入例

第2章においても、生徒が、自作教科書に実験データを掲載するか否かについて判断していたことについて述べている。本調査においても、次の図9に示すように、あえて掲載しないことを記入した班もある。

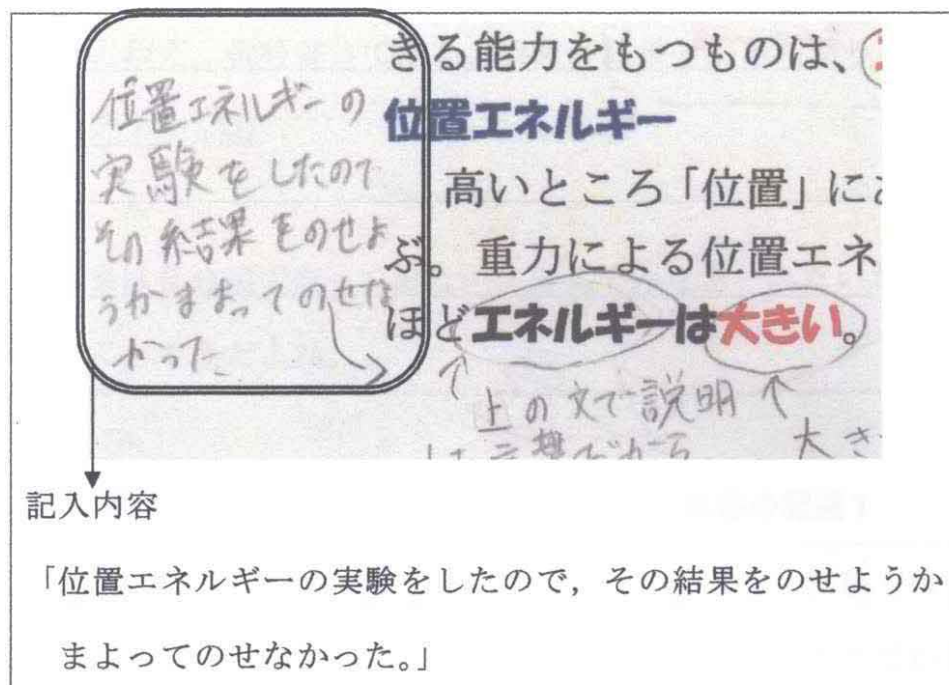


図9 実験データの掲載を取りやめた班の記入内容

また、生徒発話の記録や毎時間個々で記入した授業の感想には次の表12、表13に示すような発話や記述が確認された。なお、表12で発話をした生徒Aが、その授業終了時に書いた感想が表13である。

表12の生徒発話は、この班の生徒が実験を終えた後、自作教科書にどのように記述するか考えている時のものである。①の発話から、生徒Aは、教科書の記述をよく確かめた上で、教科書には実験データは記述していないことに気付いていることがわかる。その①の発話により、生徒Cによる②の発話が導き出されている。生徒Cは、実験データを記述しないという教科書の意図に気付いていると考えられる。この後、この班では、記述内容についての検討をやめ別の活動にうつっている。その後の生徒Aの感想である表13では、③のような記述があり、やはり、生徒が実験データを載せるか否かの

検討をしていることがわかる。

表 12 実験データの掲載に関する生徒発話

生徒 A：ねえねえ、教科書ってさあ、実験の結果とかあんまり書いてなく

ねえ？ ①

生徒 B：うーん

生徒 C：結果は自分達でやってみな…、考えてみなさいみたいな。 ②

生徒 B：うん、そうだよね。

表 13 実験データの掲載に関する生徒の感想の記述1

今日は教科書 P63 の実験を行った。授業の時のような実験ではなく、この結果が教科書になってみんながこれを使って勉強するのだから間違った結果はのせられない。少しでも正確な結果をのせるために 10 回同じ実験を行いその平均を出そうと思う。また、2 度あたり（※筆者注：一度木片に衝突した小球がはね返された後、再び木片に衝突すること）にも気をつけた。実際に実験を行う時に気をつけたこういうことも教科書に載せていきたい。また、本物の教科書には実験の結果が書いてないことに気づいた。なぜ書いていないのか考えてから 4 班の教科書に実験結果をのせるか考えていきたい。 ③

この後、この班では、実験データを自作教科書に記述した（その記述内容が図 8 である）。しかし、この班が記述すると判断するに至った経過を示す発話等の記録は確認されなかった。そこで、自作教科書完成後に生徒 A に実験データを記述するに至った経緯についてインタビューを行った。その時の

プロトコルが次に示す表 14 である。

表 14 実験データの掲載に関する生徒Aへのインタビュー

プロトコル中、Tは質問者である筆者を表し、Aは生徒Aを表している。
なお、意味が通りにくい表現については表現を変えて記したり（ ）により補足をしたりしている。

T：あのさあ、前に自分達で教科書作ったやんか。いろいろ聞きたいんだけどさあ。ここ、結果入れたやんね。

A：入れたね。

T：Aさん、迷ってたの覚えてる？

A：何を？

T：結果入れるべきかどうかって。（表 12 のプロトコルを見せながら）君達の班さあ、こんなような会話をしとるんやて。この後さあ、僕に聞いてるんやてAさんは。教科書とかってあまり結果とか載せてないよねえって。（先生は）その後に、その辺りのことも含めて考えてみてって言う話をしとるんやね、Aさんに。で、その日の感想はこれなんやて。（表 13 の感想を見せる）

A：あー、書いたね。

T：ここには、載せるかどうか考えていきたいって書いてるし、この後の感想には載せるべきでは無いって書いとるんやて。

A：うん、書いたね。多分。

T：で、それはいいんやけど。ずっとAさん達の授業の録音を聞いてたの。ずっと全部聞いていたら、ある日急にこの作業（実験データを記入する作業のこと）をしてるわけよ。何で、この作業をすることになったかというのは無かったわけよ。で、載せるかどうか迷ってたけど、結

局載せた理由って何？

A：理由あったっけ，あれ？

T：とにかくこれ(実験のこと)を 10 回繰り返してやろうとか，B さんがいい結果が出んとか言ってたのも入ってたし，それから，ちょっと表に整理してって A さんが指示を出して，整理させていたような会話も入ってたんだけど，なんで，そもそもこれ(実験データのこと)を載せようと決断したのかってのは，音を聞いているだけじゃわからなかったの
で。聞きたいんやて。

A：何でやったっけ。これをまとめた後に会話してたっけ。いつに，これを（表 12 のプロトコルの日時を尋ねている）。

T：これはね。実験してる頃。(自作)教科書づくりをはじめて 2 時間目ぐ
らいの時に。

A：あー多分，あんまし，きれいな結果が出なくて，確か，教科書に載
せるとさあ，先生があれじゃん，ちゃんと実験やらずに進める時があ
るじゃん。何か，実験の仕方だけ見ておいてねみたいな。で，実際に
実験をせずに終わっていくみたいな先生もいるじゃん，授業中に。で，
そういう時に，実際に結果的にはどうなるんだろうっていうのを知り
たい時に，とか，あれじゃん，何か実験を真面目にやらずに教科書の
結果を写せばいいんやみたいのあるじゃん。ああいう時に，何か適当
な，適当っていうか，何かめっちゃ正確じゃない結果を教科書に載せ
てしまうと，教科書は絶対だみたいな人がいるっていうか，絶対やん
か。 [A 1]

T：うん，絶対やな。

A：やもんで、あのそういうそんな学校で生徒がつくる教科書みたいにそこまで正確じゃない結果を、そう教科書に載せてはだめかなみたい
な。 [A 2]

T：うん、それでさ、正しいデータにするためにAさん達が一生懸命やっていたのはわかるやんね。でも、この会話ってさあ、載せない方が教科書としてはベターかもしれないっていう会話をしてるやん。Aさん達は。で、君もそうやって考えとるやん。

A：うん、で、なんで載せたかって話やら。

T：結果的に載せたのは、さっきちょっと言ってたのは、実験もやらずに過ぎていく先生も中にはいるので、そういうのにも対応できるように載せたっていうこと？

A：だったっけかな？たぶん、実験結果を載せないといけなかったのかな。
うーん・・・。

T：（業者教科書の該当する実験のページを指し示しながら）これなんやて、覚えてる？

A：うん、やった。

T：で、これは、結果載ってないんやて。

A：うん、載ってない。

T：数値はね。これをAさんは見て、この会話（表 12 のプロトコル）しとるんや。多分。

A：うん。

T：それで、載せるかどうか考えた方がいいなあっていっとるやんね。それで、載せるべきだと判断した理由が・・・？

A：うん、多分結論が、結論を載せないとかんやんか。でも、何でそういう結論になるんかがわからんやん。[A 3]

T：ほう、ほうほう。

A：だから、たぶんこの（自作）教科書もさあ、実験と結果でこういうまとめができるみたいな流れがあるじゃん。[A 4]

T：ほう、なるほど。結論を言うには、根拠がないとダメやもんで、その根拠となる実験の値は載せた方がいいって判断したし、根拠にするんだったらちゃんとしたものをやらんとあかんと。

A：うん、だからレポートとしては多分載せてもいいんだけど、みんなが使う(自作)教科書としては、まあ、データの的には正確じゃないなっていう。[A 5]

T：あーなるほど、ちゃんとしたものにするためには、繰り返しやる必要があるってことやな。で、そもそも、載せなくてもいいものを載せたのは、やっぱりこの結論（自作教科書に位置づけてあるまとめのこと）を言うには、これ（実験データのこと）がないと筋が通らんって判断したってこと？

A：うん。だから、説明だけして、こういう実験やってみたいな・・・。
うーん、何かさあ切れてる感じしない？教科書って。[A 6]

T：うーん、こっからここな。この 63 から 64（教科書のページのこと）が切れてるってこと？

A：だから、とりあえず、こういう実験をしてほしいこういう結果になると、こういう風に言えるよみたいな流れがないと[A 7]、何か実験しててこの実験の結果でとりあえずいい方向にいったのかなあみたいなの
がわからんやん。[A 8]

T：そうか。それは非常によくわかった。だけどさあ、Aさんはさあ、載せずに考えさせることも大事みたいなことも書いたんやて。[T 1]

先生もそう思うんやけど、それもそうかなって。その載せずに考えさせるっていう理屈とね。やっぱり載せておいて、筋を通して結論を言うっていう理屈とで、こっちを、筋を通すって・・・

A：でも、考えさせすぎてもいかんと思うんやて。[A 9]

T：おう、なるほどな。

A：ほやもんで、先生の教科書(教師用教科書解説書のこと)とかあるやん。ああいうのに、載せればいい。何か一つ答えがなければさあ、答え合わせができません。たとえ考えても。考えることも大切やけど、実際の答えを知ること大切みたいな。[A 10]

T：そうか、非常によくわかりました。ありがとうございました。

表 14 に示した生徒 A の発話は、自作教科書に実験データを位置づけるべきか否かについて生徒がよく考えていたことをうかがわせる。

生徒 A の [A 1]・[A 2]・[A 5] の発話からは、正確とは限らない実験データを、みんなが信用して使う教科書に載せることへの不安があることがわかる。

また、[A 3]・[A 4]・[A 6]・[A 7] の発話からは、筋道立てて順序よく記述した方がわかりやすいと生徒が考えていることがわかる。「生徒が多く取り入れた工夫」の「見出し」の項で前述したが、生徒は、自作教科書に実験方法・結果・考察といった学習過程に関わる見出しを意図してつけていた。このことから生徒が理科の学習過程にそった筋道立てた記述を「わかりやすい」と考えていることが推察される。教科書では、実験方法について説明してある次のページには、実験データを記載することなく、「実験 1

の結果から、小球の高さが高いほど、また、小球の質量が大きいほど、木片の動く距離が大きくなることがわかる」と結論が記述してある。これが[A 6]の発話にみられる「何か切れてる感じ」という印象を与えていると考えられる。一方、この班の自作教科書では、次のような順序で記述がしてある。

『実験方法の説明→実験データの記載→結果のグラフ→実験結果からわかること(例、質量が大きいほど木片の進んだ距離が大きい)→まとめ「位置エネルギーは高さと物体の質量によって決まる」』生徒Aの[A 3]・[A 4]の発話からは、結論を述べるための根拠として実験データを掲載するべきであると考えていることがわかる。また[A 6]の発話は、実験結果を示すことなく結論を記述している教科書が生徒の思考の流れを妨げていることを指摘している。[A 7]の発話は、実験→結果→結論という筋道だった順序で記述することの必要性について述べていると考えられる。

富樫⁶らの行った調査によれば、中学生の教科書に対する要望として、『「実験とかのやり方とかも、詳しく書いてほしいけど、その実験の結果のことも、どうしてこうなったとかも、詳しく記してほしい」といったものが多く見られた。』としている。[A 3]・[A 4]・[A 6]・[A 7]の発話は、こうした要望と意図を同じくしていると考えられる。

また、[A 8]・[A 9]・[A 10]の発話からは、生徒の実験に対する不安の解消としての実験データの必要性がうかがえる。授業中、実験を行っている時、生徒が本当にこの実験結果でよいのかと不安を感じている場面によく出会う。「先生、この結果で合っていますか？」という質問を受けた経験もある。前述の富樫⁷らの調査からも中学生の教科書への要望として、「観察・実験の結果が書いてある」ことへの同感度は72%であったとしており、生徒が実験結果を記述することを望んでいる傾向があることがうかがえる。実

験データから考察し結論を導き出すためには、正確な実験データが求められる。このことは生徒自身もよくわかっているであろう。実験を正確に行うには手順、測定機器の操作方法など様々な要因がある。手順の間違いや操作ミスなどから、せっかく実施した実験であっても結論につながるようなデータが得られない場合もある。いわゆる実験の失敗である。それゆえ、生徒の中には、実験中に「自分達の実験が正しく行われているか」「今の測定値が適切な結論へと向かっているのか」をモニターしたいと考えている生徒が少なからず存在すると推察される。[A9]の「考えさせすぎてもいかん」という発話は、自分が行った実験データに対して、このデータでよいのかと深く考え込むような不安は解消したほうがよいという意図であると考えられる。さらに、[A10]の「答え合わせができん」「実際の答えを知ることも大切」という発話からも、必ずしも、全員が手にする教科書に実験データを記載する必要はないにしても、教師用の教科書解説書など、どこかに答えとなるような実験データを示しておくべきだと考えていることがわかる。

一方、[A10]の「考えることも大切やけど」の発話からは、生徒が、自ら考えることの重要性を意識していることがわかる。表14中の[T1]の発話では、筆者は、生徒Aが「載せずに考えさせることも大事みたいなことも書いた」と述べている。その根拠となる生徒Aの感想が表15である。

表 15 実験データの掲載に関する生徒の感想の記述2

今日は力学的エネルギーを実際にグラフ(表?)にしました。今回の教科書作りについて書きます。教科書っていうのはやっぱりそれをもとに生徒が色々なことを考えるものです。 ④

つまり、教科書は考えさせるもとをいれるものであり、その考えを、答えを書いてはいけないと思います。 ⑤ (後略)

この感想は、生徒Aの班が、自作教科書に実験データを記述してから3時間後にあたる本単元の最終時に記入したものである。生徒Aは、④、⑤にあるように、教科書を考えさせるもとであると考えたとき、答えとなるような考え方や実験データを示すことは、これを使用する生徒の思考を妨げる可能性があることを指摘していると考えられる。表12の②の発話からも、生徒達が自分達で考えることの重要性を意識している様子が見えてくる。

以上をまとめると次のようなことがわかる。

「実際の実験データを示す」という工夫は、生徒により判断が分かれる工夫である。

実験データを示す意図としては、次の2点が推察される。1点は、実験データを示すことで、実験→結果（実験データ）→結論という理科の学習過程にそった記述を可能にするという意図である。この背景には、生徒は、理科の学習過程にそって筋道立てた説明をすることが、思考の流れを妨げない「わかりやすい説明」であると考えていることがうかがえる。もう1点は、生徒が実験を行う際に生じる自分達の実験データに対する不安を解消するという意図である。この背景には、生徒の中には、現在、進行中の実験が正しく行われているかをモニターしたいと考えている生徒が少なからず存在することがうかがえる。

一方、実験データを示さない意図として、次の1点が推察される。自分達で実験を行い、結果を導き出すことの重要性を考慮した結果、答えとなるような実験データは自作教科書に示さない方がよいという意図である。

また、別の実験データを示さない理由としては、自分達の実験データに対する信用性が低く、自作教科書に載せるほどの自信がなかったことが挙げられる。

3-4 本章のまとめ

本研究は、生徒による自作教科書に表れた「工夫」に着目し、通常は学び手である生徒が考えるわかりやすさの要件について、明らかにすることを目的として考察を行った。その結果次のようなことが明らかとなった。

生徒が多く取り入れた工夫から、「生徒が考えるわかりやすさの要件」として次の6点が挙げられる。

- ① 表やグラフや図を用いる
- ② 実際の実験の様子を写真撮影し掲載する
- ③ 具体的な例を挙げる
- ④ 要点を絞るなど端的な表現にする
- ⑤ 語句の字体や色を変えるなどして強調する
- ⑥ 見出しの色を変えるなどする

これらの「生徒が考えるわかりやすさの要件」は上記①から③までが該当する「詳しさ」と、④から⑥までが該当する「見やすさ」に大別できる。

一方、「実際の実験のデータを示す」ことについては、それをわかりやすいとするか否かで判断が分かれる。

実験データを示す意図としては、次の2点が推察される。1点は、実験データを示すことで、実験→結果（実験データ）→結論という理科の学習過程にそった記述を可能にするという意図である。もう1点は、生徒が実験を行う際に生じる自分達の実験データに対する不安を解消するという意図である。

一方、実験データを示さない意図として、次の1点が推察される。自分達で実験を行い、結果を導き出すことの重要性を考慮した結果、答えとなるような実験データは自作教科書に示さない方がよいという意図である。