

教科教育法科目の情報機器活用法を考える

—評価問題作成演習の事例から—

平野 俊英

理科教育講座

Study on Utilization of Information Equipments in Subject Teaching Method Courses: From the Case of Exercise to Create Evaluation Tasks

Toshihide HIRANO

Department of Science Education, Aichi University of Education, Kariya 448-8542, Japan

Keywords : 教科教育法科目 情報機器活用 学習評価

I 研究の背景と目的・方法

1 検討を行う制度的背景

平成28年11月の「教育職員免許法」の改正、平成29年11月の「教育職員免許法施行規則及び免許状更新講習規則の一部を改正する省令」の公布により、科目区分が大括り化された。学部・大学院の平成31年度入学生から適用されるこれらの改正によって、各教科の指導法は「教科及び教科の指導法に関する科目」に括られ、教科に関する専門的事項との連携を強化する方針が採られた。あわせて、各教科の指導法には「(情報機器および教材の活用を含む。)」と付記が加えられ、育成を目指す資質・能力を育むための主体的・対話的で深い学びの実現を促すための一助となる指導技術の視点が加えられている。

これらの改正を受けて実施される教職課程の平成31年度再課程認定審査の手続きにおいては、教職課程を設置する大学が「教職課程コアカリキュラム」との対応を示すこととなっており、各授業科目のシラバスにおいて示される授業回数ごとに対応状況を示すことが求められている。各教科の指導法におけるコアカリキュラムでは「(2) 当該教科の指導方法と授業設計」の中の五つある到達目標の一つに「2) 当該教科の特性に応じた情報機器及び教材の効果的な活用法を理解し、授業設計に活用することができる。」が設けられている。どのような内容で授業対応をするのか、講義担当者に説明責任が求められる。

2 教科指導における情報機器の活用

アクティブラーニングの視点から、「各教科の指導法(情報機器及び教材の活用を含む。)」の授業科目において、受講学生に情報機器の活用法をどのように

理解させることが望ましいのか。この解釈には様々なものが存在しうるであろう。なぜなら、情報機器は広義には情報やデータを提示したり通信したりできる機器となることから、これまでに学校に導入されてきた視聴覚機器や電話・放送回線のほか、PC機器やデータ通信回線、情報サーバー、さらに近年において教育のデジタル化対応で整備が進む電子黒板や携帯端末、無線LAN回線などが含まれるからである。もちろんのことではあるが、機器の変化に伴って、情報やデータが載せられるメディアも変化していくことになる。通常使用する機器やメディアについて旧来のものをそのまま使い続けたり、旧来のものからデジタル化対応のものへと単に置き換えたりするために必要なノウハウを学ぶことは、指導技術の基本をおさえるうえでは意味があろう。しかし、附記がなされた意図にあたるアクティブラーニングを児童・生徒が情報機器を利用しながら行うことの実現から考えれば、指導技術の面や教育情報の利用や管理の面において、何らかの改善や革新への示唆が含まれることも必要なのであろう。

3 形成的な学習評価の支援

本稿では教科指導における情報機器の活用の一例として、通常授業における学習評価活動への利用を考えていくことにする。例えば、授業の導入場面で前時の学習事項に関わる復習を問題演習で行ったり、授業の終末場面で学習の積極度や効力感を振り返ったりすることが継続的に行われるような取り組みがある。この際、挙手による回答表明を用いればクラス全体での回答件数確認は比較的短時間でできるものの、個別の回答は記録として残りにくいため、個々に配布したプリント上で筆記により選択肢や自由記述による回答を行

わせる手法が採られることが多い。この活動において情報機器を用いることによって紙面情報を電子情報に移行させることによって、回答の収集や記録、データの蓄積や分析など一連の行程を短時間で、かつ労力を抑えて行うことが可能となる。教師は児童・生徒とともにクラス内の回答状況や回答傾向を瞬時に把握した上で、その場で児童・生徒に必要な修正や意識化のための指導を展開するなど、クラスや個々の実態に即したフィードバックを早めて提供することができる。また、継続的に蓄積したデータに基づいて形成的評価や自己評価が行われて学習成果が視覚化されるならば、児童・生徒の学習への参加意欲や自己効力感を増大させることや、主体的な学びを確実に進めていくためのメタ認知能力を伸長させることに繋げていくことが可能となるであろう。

形成的な学習評価をより効果的に進めていくためには、児童・生徒が学習事項に関わる科学的知識を獲得する以前から潜在的に持つ可能性のある既有知識やその背景に存在している誤概念や代替概念を教師があらかじめ理解しておき、学習進行に伴ってそれらの所持や放棄等の変化を確認できる機会に評価を位置づけることが大切である。そして、クラスでの回答集計結果に基づいた議論を展開して意見交流を進めるなど、児童・生徒が既有知識から見て不都合な事実へ気づいたり、概念転換の必要性の意識につながる認知的な葛藤を生み出したりすることで、彼らにとって真の学習が行われる機会を創り出すことが教師に求められる。

4 本研究の目的と方法

本研究は、理科の教科指導法科目において情報機器の活用を取り扱う必要性に鑑み、試行的取り組みとして実施した評価問題作成演習について紹介し、演習を通じた学生の成果物に基づいて効果について検討を行い、取り扱いの改善等の示唆を得ることを目的とするものである。本研究で用いた情報機器は旧来からの教材提示装置やPC、プロジェクターのほか、クリッカーシステムを導入した点に特色がある。クリッカーは一台ずつ受講生に渡され、問題に対して彼らが導出した回答情報をリモコンボタンのクリックによって瞬時に送信する。そのデータは受信機を通じて接続された教師のPCに収集され、個別の回答所要時間、回答内容、回答変更内容をPCによって記録し、集計分析を行い、分析記録を蓄積するシステムとなっている。

II 授業の設計と演習の実施結果

1 授業の設計

平成29年度前期に開講した本学教育学部の現代学芸課程自然科学コースの4年生向け授業科目「理科教育C I」のうち1回分(第5回)を評価問題作成演習に割り当てた。前時の第4回の授業「生徒の認知発達

と理科学習論」において理科授業を通じて教師が対処する必要のある生徒の既有知識や誤概念の事例として中学校第3学年の単元「力と運動」でのMIF理論

(運動する物体に内在すると誤って考える、運動方向に働く力)を紹介する指定教科書の記述を提示したうえで、理科授業での教師による指導技術や環境づくりによって、生徒が見方や考え方を働かせながら学習に臨み、既有知識や誤概念を転換させる機会にできるようにする必要があると伝えた。その後、授業終わりに表1のような宿題内容を学生に提示して、次回までに宿題を完了させて持参することを要請した。生徒の保持しうる誤概念の調査に基づいて評価問題を作成してレポートにまとめることは、第5回の授業で行う演習の事前作業にあたる。

表1 学生に提示した宿題内容

<p>次回講義までに、中学校・高等学校の理科で学習される内容に関わって、誤概念や代替概念・素朴概念等といった科学概念とは異なって生徒に保持される主要な考え方を文献調査から収集したうえで、①生徒の知識理解状況を問う問題(選択肢5択の回答式)を作成し、②選択肢に取り入れた誤概念等の解説を含めてレポートすること。なお、③次回の講義で一部の方には出題してもらい、学生の回答状況について結果分析をしてもらいます。</p>
--

宿題内容に基づいて受講学生41名は表2のように評価問題を作成した。課題適合欄の適は表1の指示通りに中学校・高等学校理科の学習内容に関わって作題が行えた人数、不適は小学校理科の学習内容に関わって作題されたり、出題文や正答規準が整っていない不完全な作題をされたりした人数を示している。自然科学コースの学生の所属分野に依らず、学習者の概念理解研究における焦点トピックの偏り同様に、物理学・化学領域に作題が集中している。27%の学生が課題に適合した作題を実現できなかったことについては、普段の講義内容理解や教職科目の履修態度の上でも気になるところではあるが、文章読解や指示遵守に関して注意喚起を促していく必要があると考えている。なお、作題のベースとなった学習事項やその件数については、課題トピック欄を参照いただきたい。

表2 学生が作成提出した評価問題の内訳

	提出数	課題適合	課題トピック
物理学	26	適 18	力と運動(6)、浮力(5)、力(2)、力のつり合い、回路内の電流(3)、自由電子
		不適 8	振り子(4)・電流による発熱・電池のつなぎ方・単回路[小学]、乾電池内の電気[不完全]
化学(地学含む)	11	適 5	酸化(2)、燃焼、密度、状態変化
		不適 6	溶解(2)・蒸発・水蒸気[小学]、電解質・空気[不完全]
生物学	4	適 2	光合成(2)
		不適 2	発芽条件[小学]、種子をつくらぬ植物[不完全]

※全体 41件(うち、適:30件、不適:11件)

第5回の授業に出席した33人(80%の出席率)によって演習を進行した。授業の冒頭では、課題として学生各自が作成した評価問題を、教材提示装置(書画カメラ)によって取り込んでプロジェクターからスクリーンに投影させながら学生有志が順に発表して出題し、問題に用意された選択肢による回答を他の学生達に求め、回答状況を踏まえながら問題解説を出題者に行ってもらおうという演習内容を説明した。なお、発表された評価問題と似た問題について各解説が終わった直後に紹介を簡単にしてもらい、出題の多様性についても知る機会を用意することをあわせて伝えている。続いて、演習で用いるクリッカーシステムの概要やクリッカーの使用方法について学生へ説明し、回答練習を行って方法を習熟させた。別のスクリーンへ別のプロジェクターによってPC画面を投影しており、各クリッカーからの回答終了状況の表示画面や、各選択肢の回答人数集計結果の表示画面を交互に映していった。回答者や出題者である大学生(理科教員志望者)は自分たちにおける「生のデータ」に遭遇し、自分たちの思考過程や使用した知識の適切度や、集計分布の予想と結果との乖離度、出題者による解説内容である中学生・高校生の回答状況と自分たちの結果との整合性に関して、多面的に考えを持つことになる。

なお、授業での実際の出題者数は8名であり、各評価問題の出題順や出題内容、正答内容については表3に示す通りである。出題領域としては物理学が6問、化学が2問であった。

表3 各評価問題の出題内容と正答内容

	出題内容	正答内容
問題1	机上の物体に働く重力の反作用	地球が物体から受ける力
問題2	等速円運動するおもりに働く力	糸の向心力
問題3	ピーカー内に立つ異なる長さのろうそくの炎	長い方が先に消える
問題4	振り子の周期の短いもの2問	全部同じ
問題5	浮力の大きさ2問	変わらない
問題6	沸騰の泡	水蒸気
問題7	直列回路内の電流量2問	変わらない
問題8	自由電子の平均速度	数mm/s

授業の終末では、毎回の授業を通じた学習ログを一枚の用紙内の該当欄に記述させる「出席カルテ」の作業を行わせ、これを課題レポートとあわせて提出させたうえで終了した。学生の作成した評価問題のレポート、クリッカーシステムによって記録された回答状況や出席カルテの記述内容を学習の成果物として捉え、授業後にそれぞれ分析して効果を検討した。

2 演習の実施結果

表4には、33人の学生が表3に示した8問の評価問題に対して、どの選択肢を回答したのか、選択肢毎の回答人数を示している。各問題において黄色の網掛けを施している選択肢が正答である。問題4から問題

7までは正答人数が20人(6割)を超えており、大学生においては用意した誤概念の選択肢を回答する傾向にはない状況がわかる。一方で、問題1・問題3では14名(4割)が正答しているが、問題2では7名(2割)、問題8では1名しか正答していない状況であった。これらの問題では、大学生の場合でも誤概念に基づく他の一部の選択肢における回答人数が高まっている状況がわかる。中学生・高校生が持ちうる誤概念の影響の強さや、修正のされにくさを理解できる事例になっていると考える。

表4 学生33人による各問題の選択肢回答状況

	選択肢1	選択肢2	選択肢3	選択肢4	選択肢5	欠損
問題1	0	14	1	14	1	3
問題2	7	2	6	15	0	3
問題3	14	8	0	9	1	1
問題4	3	2	2	3	20	3
問題5	1	1	3	26	1	1
問題6	4	22	0	3	0	4
問題7	1	29	0	0	0	3
問題8	6	1	2	13	10	1

※ 網掛けは正答の選択肢を示す

評価問題については先にも示した通り、宿題内容で示された条件に対して適・不適な状況が存在する。表5の注の欄に示す通り、問題3・問題4・問題6は小学校理科の学習事項に基づく出題であったり、正答とする選択肢が科学的には存在しない不完全な状態(振り子の長さを等しく用意できていない点)であったりしている。演習時には出題者に出題内容の不適な状況について忠告することで注意は喚起しておいたが、問題3のように誤答が大学生であっても多い事例を確認することもでき、不適な問題でも学びにつながった場合も見られた。

表5 各問題で回答者が4名(1割)を越える誤答内容

	回答者が4名を越える誤答	注
問題1	4: 物体が机から受ける力	
問題2	4: 向心力と遠心力、3: 遠心力	
問題3	4: 同時に消える、2: 短い方が先に消える	小学問題
問題4		小学・不完全問題
問題5		
問題6	1: 空気	小学問題
問題7		
問題8	4: 殆ど光速、5: 光速、1: 殆ど止まっている	

また、表5には1割以上の回答者が存在した誤答を示しているが、正答者が4割以下であった問題1～問題3・問題8において設定されていた誤答の内容は、接する物体間での作用・反作用や慣性力である遠心力を誤って当てはめていたり、温度上昇による気体の密度変化への考慮なく室温での密度で判断していたり、自由電子の移動イメージとして飛びつきやすい極端な例

えだったりしている。問題を解決していく思考過程において注意を向けるべき事項の選択や、適用させるのに最適な科学知識の選択のほか、自ら持ち込んでしまう素朴なイメージ・誤概念について再吟味を行うメタ認知が重要であることを指摘しうるものとなっていると考える。

表6にはこの演習における学生33人の正答問題数の状況について示している。平均正答問題数は4問であり、概ね問題4～問題7の正答人数の割合が高かった問題を中心に正答することで分布ができているものと考えられる。

表6 演習における学生33人の正答問題数

正答問題数	2問	3問	4問	5問	6問	7問
人数	4	8	11	6	2	2

※ 平均正答問題数 4問

3 授業振り返り記述から捉える学生の学び

表7には、33人の学生が出席カルテの第5回の欄に記載した内容に基づき、分類を行った結果を示している。各区分の数字は、それを指摘したのべ人数を示しており、指摘の総件数は66件である。これらの区分を指摘対象によって括ってみたところ、「情報機器を用いた演習活動への意見」（のべ15件）、「誤概念の内容や影響に関する意見」（のべ41件）、「評価問題作成を振り返った意見」（のべ10件）の3つに括ることができた。

表7 出席カルテにおける学生33人の記述状況

	記述内容	件数
情報機器を用いた演習活動への意見	クリッカーによるクイズ形式は楽しめる	9
	クリッカーの収集は便利で良かった	4
	活動での学び方が良かった	2
誤概念の内容や影響に関する意見	多様な誤概念を理解できた	13
	自分達が未だ持つ誤概念を知った	11
	誤概念の修正の難しさを理解した	11
評価問題作成を振り返った意見	物理の難しさを理解した	6
	評価問題づくりについて注意をしたい	6
	正答の背景にある理由・理屈に注意する	3
	正答率予測との違いに驚いた	1

※ 数字は延べ指摘人数であり、学生1人あたり平均2件指摘していた

最も多く指摘されたのが「誤概念の内容や影響に関する意見」であり、多様な誤概念の存在や、自分自身に残る誤概念の発見などを通じて、誤概念の修正の難しさを知った学生が多かったと考える。次いで、「情報機器を用いた演習活動への意見」であり、単に回答活動の楽しさを指摘するだけの意見も多い一方で、システムの便利さやそれを用いた学びの良さを指摘する学生も存在した。そして「評価問題作成の振り返った意見」としては、誤概念や問題設定に対する不注意を改善したいという意欲や、作題時の正答率予測を下回

る誤概念の影響から誤概念の問題作成への影響の大きさを再確認したという意見が示された。

III 考察

演習活動を通じて、理科授業によって誤概念を転換することへの意識が形成されていったこと、そのきっかけが情報機器の活用によって明らかとなった学生達自身における誤概念の存続状況であったことは、「情報機器の活用について理解する」ことや「情報機器を授業設計に活用する考えを持たせる」ことがねらわれた「各教科の指導法」の授業目標に即して考えれば、本研究による取り組みの効果として認められるものと考えられる。ただ、学生がクリッカーシステムの活用を考えたいと意見した背景は、ゲーム感覚で評価問題を回答していく演習を楽しんだ自分たちの感想からきているものであり、通常授業で用いていく評価ツールに位置づけて活用したいと考えている者は数名程度であったものと考えられる。継続的な取り組みとしての情報機器の活用へと意識を高めさせていくためには、更なる授業設計や演習活動の改良が必要になるものと受け止める。

参考文献

- 平野俊英(2010). 「第4章第5節 台湾-教育の質の向上に向けた取り組み-」、橋本健夫・鶴岡義彦・川上省吾編著『現代理科教育改革の特色とその具現化』, 東洋館出版社, pp. 210-216.
- 松下佳代編著(2015). 『ディープアクティブラーニング-大学授業を深化させるために-』, 勁草書房.