

科学的な概念を分かりやすく伝えるデジタル教材の活用

－プレゼンテーションソフトを使用した中学校理科教材の開発を通して－

佐々木 恭介

理科では、原子やイオンの動きなどの目に見えない現象や、イメージしにくい科学的な概念を学習することが多々ある。それらの学習内容を生徒に分かりやすく伝える1つのツールとして、プレゼンテーションソフトに注目した。主なプレゼンテーションソフトとして、幅広く普及している Microsoft PowerPoint（以下 PPT と表す）が挙げられる。PPT の作図機能やアニメーション機能により、目に見えない現象やイメージしにくい科学的な概念を視覚的に表現することができる。中学校理科の単元において、PPT で作成したデジタル教材の有効性とその活用方法について、授業実践を通して検証する。

〈キーワード〉 指導上の課題、PPT 教材、アニメーション、イメージ、モデル化、スライド

I 主題設定の理由

電池の中で起こる変化において、電子を失ったり、受け取るといった電子の動きや、原子がイオンに変化する様子は、イメージすることが難しい。目に見えない現象なので、黒板で表現することが難しく、このような現象を生徒に分かりやすく伝えることは困難である。これらの課題を解決する1つのツールとして、PPT で作成したデジタル教材（以下 PPT 教材と表す）が挙げられる。PPT のアニメーションにより、電子やイオンの動きなどを表現することができるため、生徒に電池の中で起こっている現象を具体的にイメージさせることができる。

教育現場においても、ICT を活用した授業展開が広がりつつある。『教育の情報化に関する手引き』（文部科学省）では、教員による ICT 活用、児童生徒による ICT 活用の充実が述べられている。また、『平成 23 年度学校における教育の情報化の実態等に関する調査結果（概要）』（文部科学省）においては、学校における ICT 環境の整備がここ近年で飛躍的に向上し、教員の ICT 活用指導力についても、年々上昇していることが伺える。適切に ICT を活用することで、教員が指導しにくい、生徒が理解しにくい内容を分かりやすく伝えることができると考え、本主題を設定した。

II 研究の目標

目に見えない現象やイメージしにくい科学的な概念を理解させる手立てとして、PPT 教材が有効であることを検証し、PPT 教材を効果的に使用した授業の在り方を提案する。

III 研究の方法

- 1 指導上の課題に対応した PPT 教材の在り方の研究
- 2 中学校理科の学習内容を中心にした PPT 教材の作成
- 3 PPT 教材を効果的に使用するための工夫
- 4 授業実践と考察

IV 研究の内容

1 指導上の課題に対応した PPT 教材の在り方の研究

(1) PPT 教材の特性について

どの教科でもそうだが、教員は教科の目標（授業の目標）を達成するために日々、教材研究をしている。しかしながら、教科の目標達成は、時には難しいことがある。例えば、中和の授業において、イオンが結びついて水や塩が生じることにより、酸とアルカリがお互いの性質を打ち消し合うことを生徒に理解させなければならないが、目に見えないイオンが結び付き、水や塩ができるイメージを生徒にもたせることは難しい。これが、教科の目標達成の障害になっており、“指導上の課題”として捉えることができる。この場合、指導上の課題に対応するには、実際に水素イオンと水酸化物イオンに「動き」をつけ、水ができる様子を具体的に表現する必要がある。この「動き」を可能にする1つの方法が、PPTの「アニメーション」を使用することである。アニメーションによって、写真や図形、文字などに装飾を施すことができるが、特に「動き」を表現するのは、「アニメーションの軌跡」である。このように、PPTを使用する最大の理由は、黒板では表すことのできない「動き」を表現できることであり、このことが指導上の課題の克服に結び付きやすい。図1のように、指導上の課題に対応したICTを活用することで、目標を達成することができる。

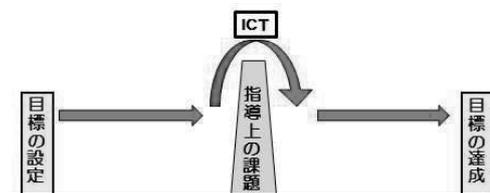


図1 目標達成の過程の例

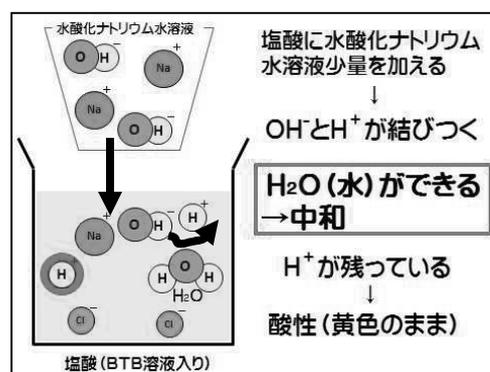


図2 「中和のモデル」のスライド

図2は、「中和のモデル」のスライドの一部である。「図形の挿入」により、丸や四角などのいろいろな図形を思い通りに描くことができるため、目に見えない原子やイオンをモデル化するだけでなく、ビーカーなどの簡単な実験器具まで作図することができる。図の矢印の通り、アニメーションの軌跡によって水酸化物イオンなどを動かすことにより、水や塩ができる様子を表現できる。このように、生徒にとって理解しにくい科学的な概念を具体的なイメージとして捉えさせることができる。

(2) 効果的な ICT の活用方法について

ICTを活用することの意義について、『教育の情報化に関する手引』では、「教科指導におけるICT活用は、教科の目標を達成するために教員や児童生徒がICTを活用することである」と述べており、ICTを活用することが教育効果を上げることにつながると考えられる。しかし、ICTを使用すれば、自然に教科の目標が達成されるものではなく、ICTを使用する場面やタイミングなど、使用する目的をはっきりさせることが求められる。使用する目的は、(1)でも述べたように、指導上の課題が背景になればならない。ICTを使用する場合、図3のような手順が考えられる。具体例として、(1)でも述べた中和の授業を

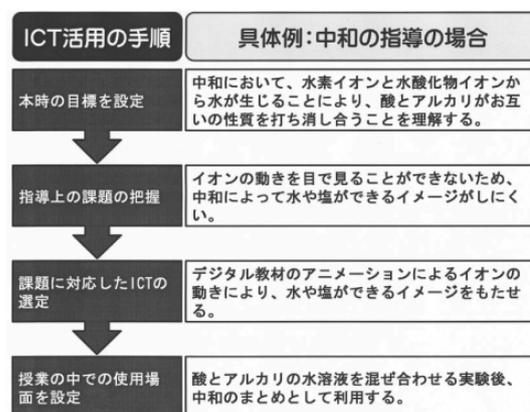


図3 ICT活用の手順

取り上げる。ポイントは、授業の目標達成の障害になる指導上の課題をしっかりと把握し、ICTの特性を生かすことで解決できるかを見極めることである。ベテランの教員が、若手の教員よりICTを効果的に活用できると言われているが、ベテランの教員には、教科の目標を達成するための指導上の課題がしっかりと見えているのではないかと推測する。ICTに限らず、指導上の課題に対応した授業を組み立てる力の向上が、ICTを効果的に活用することにつながる。

(3) アンケート調査からのPPT教材のイメージについて

PPT教材について、理科の教員が抱えているイメージを調査するため、当教育研究所で実施した研修講座の受講者に対して、アンケートを実施した。

「理科の授業の中で、使用したことのあるデジタル教材やICT機器は何ですか」を質問したところ、図4から実物投影機やDVD、ビデオ、デジタルカメラ、インターネットの画像や動画を活用している教員が多いことが分かる。プレゼンテーションソフトについても、半分以上の教員が活用しており、特別なものではなくなっている状況が分かる。

「使用した具体的なPPT教材の内容を教えてください」を質問したところ、図5のような結果が得られた。大半は、アニメーションの軌跡による「動き」の特性を生かしたものであると予想される。

また、「PPTを理科の授業で活用したいですか」の質問に対し、実に80%以上の教員が活用したいと回答していた。その主な理由はやはり、「動きのあるアニメーションが使える」、「目に見えないものを生徒にイメージさせることができる」などを挙げていた。その一方、「あまり活用したくない」と答えた教員が15%おり、その主な理由が、「教材を作成する時間がない」、「内容を深く考えることなく授業が進む」ことを挙げていた。多忙な毎日を送る教員にとって教材を作成する時間がないことや、デジタル教材を使用することにより、生徒にとって受け身の授業になりやすいことが分かる。

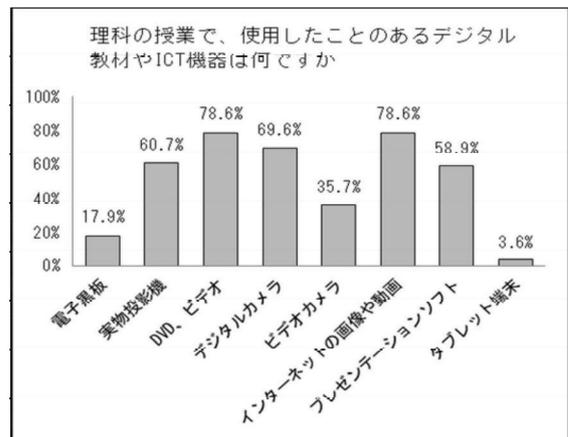


図4 (n=56)

【使用したPPT教材の具体的な内容】

- ・電池、電気分解のしくみを指導する際、イオンや電子の動きのイメージを支援するために使用した。
- ・前線の移動と雲の発生を説明するのに効果的だった。
- ・言葉だけでは難しいと考え、子房から果実へ成長するアニメーションを作成した。
- ・反応の前で原子の数は変化しないことをイメージさせるために使用した。

図5

2 中学校理科の学習内容を中心にしたPPT教材の作成

PPTで作成するデジタル教材のメリットをまとめると、以下のようになる。

- ・アニメーション機能を使い、「動き」を表現できる。
- ・様々な図形や色を用いてイメージしにくい科学的な概念を視覚的に表現できる。
- ・板書するには時間がかかりやすい図などを素早く表示し、繰り返して利用できる。

上記のようなメリットを生かせるように、図6のようなPPT教材を作成した。PPT教材を作る際に意識したいことは、表示内容が精選されたシンプルで見やすいスライドを作成することである。使用する図や文字をできるだけ少なくし、見やすいスライド作りを心がけた。

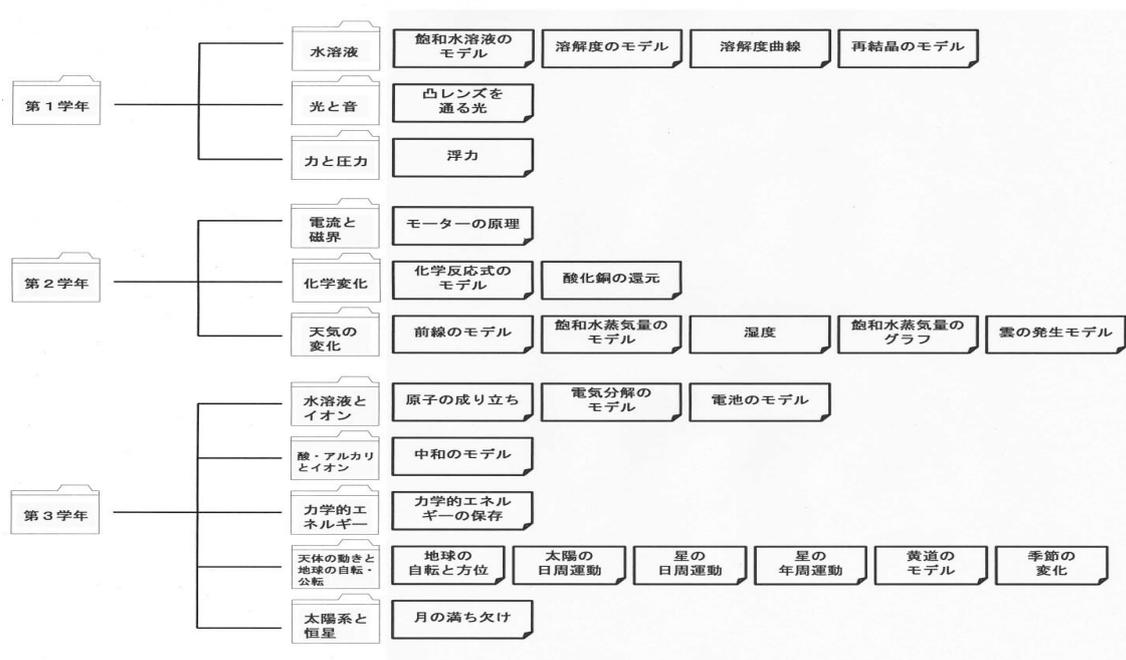


図6 作成したPPT教材の一覧

3 PPT教材を効果的に使用するための工夫

1 (3)のように、理科の教員に対して「PPT教材のデメリットについて、意見をお書きください」と質問したところ、下記のような意見が多く見られた。

- ・PPT教材の作成に時間がかかる。
- ・板書（記録）として残らない。
- ・教室等のICT環境により、機器の準備に手間がかかる。
- ・その場での書き込み、編集が難しく、生徒にとって受け身の授業になりやすい。

これらのデメリットの解消のために、以下の手立てを考えた。

(1) 教材研究支援システムを通してのPPT教材の共有

PPT教材の教育効果については、アンケートの結果からも分かるように、広く教員に認められている一方、作成に時間がかかるという声が聞かれた。確かに、PPT教材を作成するには時間がかかる。アニメーションの設定についても、場合によっては1つのスライドで10を超えるものもある。

そこで、作成したPPT教材を当教育研究所ホームページの教材研究支援システムにアップし、必要に応じて県内の教員がダウンロードし、その教材をそのまま使用することはもちろん、場合によっては授業者が自分の使いやすいように編集できるようにすれば、活用の幅が広がると考える。編集ができる意味でも、PPTは広く普及しているため都合がよい。

(2) PPT教材と連動したワークシートの活用

既存のデジタル教材は、生徒に見せることに主眼が置かれるものが多い。そのため、それを見せるだけで終わることがあり、生徒のノートはもとより、黒板にも記録として残らない。生徒にとって記録として残らないと、復習する

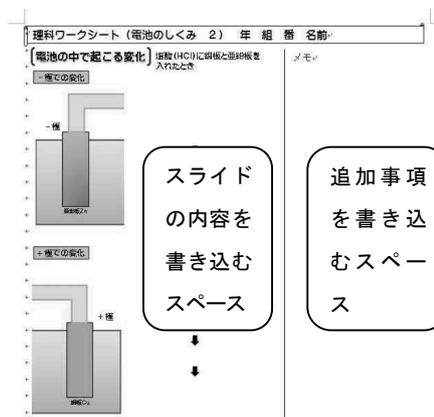


図7 ワークシートの一部

際に授業内容を自分で振り返ることができない。また、「見る」という行為に限られてしまうため、記憶に残りにくく、いわゆる“分かったつもり”に陥りやすい。このことは、初期の授業実践でも実感したことでもある。授業者が、スライドに沿って重要なことを板書したのだが、生徒はただ見ているだけであり、受け身になっていた。そこで、PPT教材と連動したワークシートを使用し、授業内容を生徒自身の記録として残るようになる必要がある。図7のように、PPTのスライドを、ワード文書等に貼り付け、重要な語句や解説などは空白にしておき、生徒自身が授業と並行して書き込みができるように工夫した。また、授業者がスライド内容に追加してまとめた場合も記録として残せるように、ワークシートの右側や下側にメモ欄を設け、自由に書き込めるようにした。

(3) 手軽にPPT教材を使用するためのICT機器や周辺機器の活用

『平成23年度学校における教育の情報化の実態等に関する調査結果（概要）』によると、ここ近年で全国的にICT環境が飛躍的に整備されてきているが、依然、自治体間で整備状況に差があるのが現状である。教室に液晶テレビや電子黒板がなくても、手軽にICTを活用した授業ができることが大切である。

そこで、パソコンを使わずに、PPTのファイルを開くことができるプロジェクタの活用を提案する。一般的にPPTのスライドを表示するには、パソコンを使用しなければならないが、最近のプロジェクタでは、パソコンを使用せずにPPTのファイルを開くことができる。プロジェクタのみでそれを開くためには、付属のソフトによりファイル変換しなければならないが、そのファイルをUSBメモリに保存し、あとはそのUSBメモリをプロジェクタに差し込むだけで、PPTのファイルが開き、設定したアニメーションも作動する。これにより、プロジェクタとUSBメモリを持って行くだけで、PPT教材を使用することができる。直接黒板に投影することも可能だが、より色彩をはっきりさせるには、マグネットスクリーン等を黒板に貼り付けることも考えられる。しかも、ホワイトボードマーカーでの書き込みも可能なため、黒板を使った従来の授業スタイルを崩すことなく、自然にPPT教材を使用することにもつながる。初期の授業実践では、図8のように、備え付けの液晶テレビにパソコンを接続してPPT教材を使用した。液晶テレビが教室の天井付近にあるため、重要な箇所を指で指し示すことや、画面に書き込むこともできない。また、黒板と液晶テレビが離れているため、板書事項とスライドの情報の共有がなかなかできないなどの課題が浮き彫りになった。図9のように、黒板をPPT教材提示スペースと、板書スペースの2つに区分することにより、従来の授業スタイルを維持したままPPT教材を使用することができる。



図8

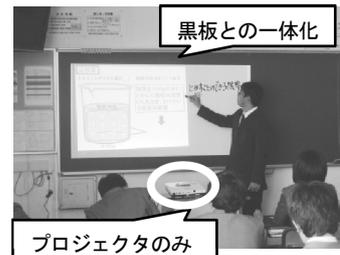


図9

4 授業実践と考察

(1) 実践1「水溶液の性質」(溶解度)における授業記録

- 対象：福井市内の中学校 1年生
- 指導上の課題
 - 水にとけた物質の粒子は目に見えないため、飽和水溶液やまだとける水溶液の状態を、溶解度と関連づけてイメージしにくい。
- 使用したPPT教材
 - ・飽和水溶液のモデル、溶解度のモデル、再結晶のモデル
 - 溶解度曲線



① 使用した PPT 教材の成果について

結果 (n=25)		生徒の感想 (○印・・・肯定的な感想)
大変分かりやすい	19人	○普段は黒板で、絵が動かないため、あまりイメージすることができなかったが、今回は、絵が動いたため、イメージしやすかった。
分かりやすい	6人	○分からなかったところなどを何度も繰り返し見ることができた。
分かりにくい	0人	○図や色で飽和水溶液の状態が示されており、分かりやすかった。
大変分かりにくい	0人	○スライドがリアルにできており、先生の解説が理解しやすかった。 ○問題演習があり、学習したことを即座に復習することができた。

図 10 授業後の生徒アンケートの結果

実践1では、温度の変化に伴う硝酸カリウムの溶け方を調べる実験を受けて、溶解度についてまとめるときに PPT 教材を使用した。授業後の生徒アンケート (図 10) より、PPT 教材は、分かりやすかったという意見が多かった。その理由としてはやはり、科学的な概念がリアルに表現され、アニメーションによって図やモデルが動いたので、イメージしやすかったことが挙げられた。

図 11~図 13 は、使用した PPT 教材の一部である。図 11 のように、硝酸カリウムがそれ以上とけることができなくなったメカニズムをモデルで表した際、生徒から感嘆と納得の声が聞かれた。目に見えない飽和水溶液の状態をモデル化することで、物質がそれ以上とけることができない理屈を理解しているように見えた。図 12 のスライドでは、溶解度曲線のグラフ上で、とけている硝酸カリウムの棒グラフを、実際にアニメーションを用いてより低い温度に移動させ、溶解度曲線と関連づけて結晶として析出する量について考えることができた。図 13 のスライドでは、学習した知識を使って問題演習を行い、学習内容を深めることを図った。問題が解けなかった場合は、関係するスライドを再度表示し、素早く学習内容をフィードバックできることも、PPT 教材の利点であるといえる。

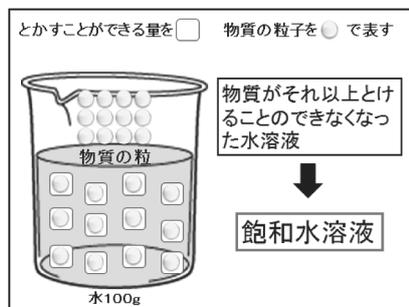


図 11 飽和水溶液のスライド

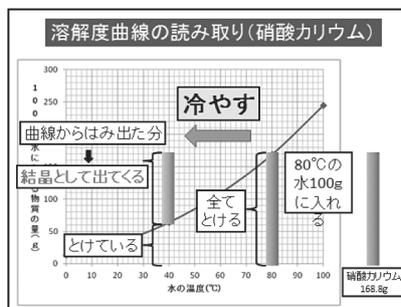


図 12 溶解度曲線のスライド

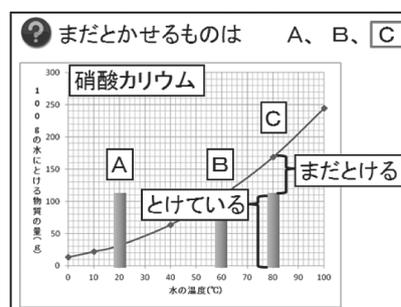


図 13 練習問題のスライド

② 使用したワークシートの成果について

結果 (n=25)		生徒の感想 (○印・・・肯定的な感想、▲印・・・課題のある感想)
使いやすい	22人	○PPT の資料に沿っているので、授業を聞きながら書き込むことができた。 ○複雑な図などをノートに書く手間が省け、ポイントを短時間で書き込むことができた。
使いにくい	1人	○ノートとして記録し、後で見直すことができる。
どちらともいえない	2人	▲いつも通り、黒板をノートに写す方が慣れているので使いにくかった。 ▲PPT の資料に書かれていることを、ワークシートに書くのが難しかった。

図 14 授業後の生徒アンケートの結果

生徒のアンケート (図 14) より、スライドに沿ったワークシートは使いやすいという意見が多かった。その反面、黒板通りにノートに写すことに慣れており、スライドを見て、何を書き写せばよいか戸惑う生徒も見られた。図 15 は生徒のワークシートの一部である。スライドで表示されている言葉を指定の箇所に写し、メモ欄には、授業者の追加事項を書き写している。このように、生徒に何を記録として残し、何を書き写させるかという指示をしっかりと出すことが大切であると感じた。

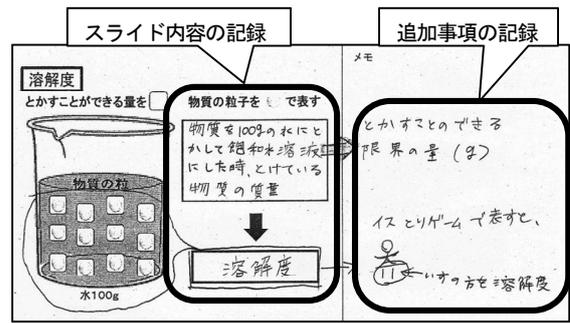


図 15 生徒のワークシート

③ 実践 1 の課題

PPT 教材やそれに伴うワークシートの効果はアンケートにより一定の効果は認められたが、やはり生徒に考えさせる場面が少ないことが気になった。生徒にとっては、スライドを見てワークシートに書き、またスライドを見てワークシートに書き込むといった受け身の授業になりがちである。そこで、生徒自身に考えさせる場面を設定し、かつ、スライドに書き込むことを考える。

(2) 実践 2 「天体の動き」(黄道) における授業記録

- 対象：福井市内の中学校 3 年生
- 指導上の課題

地球の公転に伴って、太陽が星座の間を移動する見かけの動きを実際に見ることができないため、黄道のイメージがしにくい。
- 使用した PPT 教材
 - ・黄道のモデル

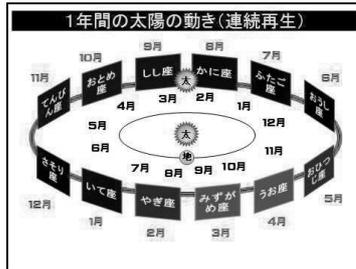


図 16 黄道のスライド



図 17 授業風景

① 生徒が書き込みをする授業展開

実践 1 の課題を受け、PPT 教材を使用してもなるべく生徒が授業に参加することを目的に、実践 2 を行った。図 16 のようなスライドにより、各月の地球から見た太陽の位置を確認し、天球上の太陽の通り道である黄道を表していった。その際、10 月の地球の位置からの太陽の見かけ上の位置を生徒に考えさせ、実際にスライドを使って図 17 のように書き込ませた。生徒にとって、プロジェクタの光を遮らずに書き込みをすることは難しそうであったが、授業の中でスライドと連動した課題を生徒に与えて考えさせ、自らが前に出て書き込みをする様子は、授業に起伏を与えるものとなった。

② 問題演習による授業の振り返り

PPT 教材により、黄道についてのイメージをもつことができたかどうかを確認するため、黄道について図を用いて説明させる問題 (図 18) を実施した。大半の生徒は、図中に見かけ上の太陽の位置や黄道を書き表すことができたが、黄道の説明は教科書通り、「天球上の太陽の通り道」と記述していた。それに対し、一部の生徒は、「地球の動きに伴って、太陽が 12 星座の間

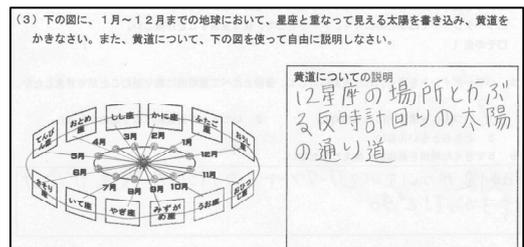


図 18 黄道に関する問題

を反時計回りに動く道」のように、言葉足らずなところはあるが、自分の言葉で説明していた。このような表記の背景には、PPT 教材により、地球の公転に伴って黄道を通る太陽の動きがイメージされていることがあると考える。

V 研究のまとめと今後の課題

1 研究の成果

教材研究とは、教科の目標達成に障害となる“指導上の課題”を克服するための教材・教具の研究だと考える。今回、その指導上の課題に対応する1つのツールとして、PPT に着目した。PPT のアニメーションを使用した PPT 教材は、目に見えない現象や、イメージしにくい科学的な概念を分かりやすく伝えることに有効であることを、授業実践を通して感じる事ができた。また、PPT 教材と連動したワークシートやパソコンレスのプロジェクタ、マグネットスクリーン等を使用することにより、従来の授業スタイルを維持することで、教員や生徒にとってもあまり抵抗なく PPT 教材を受け入れることができたのではないかと考える。

研究発表会では、実際に参加者自身で PPT 教材を見てもらい、その活用方法について考える機会を設けた。そこでは、PPT 教材を使用する目的や期待される効果、スライドと連動した発問や改良点など、様々な意見を聞くことができた。同じ PPT 教材でも、いろいろな視点で見ることにより、その活用方法の幅が広がる。授業者が使いやすいように PPT 教材に少しずつ手を加えていき、自分流に改良できる点も、PPT 教材のメリットであることを改めて認識することができた。

2 今後の課題

今回、20 を超える PPT 教材を作成したが、他の単元においても、PPT のアニメーションが効果的に作用する PPT 教材の必要性を感じた。また、効果的に ICT を活用するにはやはり、生徒と教師に「慣れ」が必要であり、日常的に ICT を使用することによって「経験」を蓄積し、次の授業へ改善点を反映しやすくなると考える。さらに今回、「生徒自身の書き込み」を含めた授業実践を行ったが、PPT 教材を用いて生徒が主体的に活動する授業の在り方について、どのような方法が考えられるかを模索していきたい。

最後に、本研究の実施にあたり、アンケートにご協力いただいた研修講座参加者の皆様、および御多忙の中、研究協力員として多大な御協力を賜りました福井市社中学校教諭 生田泰嗣 氏に厚く御礼申し上げます。

《引用文献》

- 文部科学省 (2010) 『教育の情報化に関する手引』 pp. 46-49
(http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/1259413.htm)
- 文部科学省 (2012) 『平成 23 年度学校における教育の情報化の実態等に関する調査結果 (概要)』
(http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/1323235.htm)

《参考文献》

- 文部科学省 (2008) 『中学校学習指導要領解説—理科編—』 大日本図書株式会社
- 神奈川県立総合教育センター (2008) 『授業における ICT 活用ガイドブック～理科編～』
(<http://www.edu-ctr.pref.kanagawa.jp/rika/>)
- 財団法人 コンピュータ教育開発センター (2008) 『ICT 活用指導ハンドブック』 (<http://www.cec.or.jp/CEC/>)
- 東京書籍 (2012) 『新しい科学 1 年』、『新しい科学 2 年』、『新しい科学 3 年』
- 独立行政法人科学技術振興機構 (JST) 『理科ねっとわーく』 (<http://www.rikanet.jst.go.jp/>)