

1.3. 小型望遠鏡の使い方

理科教育講座 福江 純、松本 桂
fukue@cc.osaka-kyoiku.ac.jp

1 デジタル教材「小型望遠鏡の使い方」の背景や動機

小学校などの学校現場では、しばしば小型望遠鏡が活用されないまま休眠状態になっていることが多い。その大きな理由は、使ったことのない先生にとっては、小型望遠鏡の取り扱い方法や利用法がわからないためである。そのような状況を少しでも改善するために、小型望遠鏡の取り扱いについて、動画教材を作成することを考えた。

2 デジタル教材「小型望遠鏡の使い方」の目的やねらい

顕微鏡や望遠鏡などの機器は、説明図や文章だけでは、なかなかその取り扱い方がわからない。もちろん一番よいのは、実際に機器に触れて、いろいろな作業を行い、使い方を学ぶことである。たとえば、「実践的理科力養成プログラム」においても、小型望遠鏡を10台ほど購入できて、文科系の学生にも望遠鏡に触ってもらっている。そのような直接的な教授ができない場合でも、静止画ではなくて動画を使えば、動作を伴う機器の取り扱いについては有効で役に立つ教材ができるだろう。

そこで、このデジタル教材では、経験のない先生にとっても「小型望遠鏡の使い方」が自習できるよう、静止教材よりわかりやすい**動画教材**として作成した。さらに動画教材は、ホームページや図書館リポジトリで公開して、学校現場で活用してもらいたいと考えている。

3 デジタル教材「小型望遠鏡の使い方」の概要

3.1 デジタル教材「小型望遠鏡の使い方」作成の手順

学校現場などで使ってもらえる最低限の水準を満たす「小型望遠鏡の使い方」の動画教材を作成するためには、まず動画教材を作成するための専用デジタル機材やソフトを用意した。また同様なことに興味をもっている他大学（山形大学など）との意見交換なども行いながら、おおむね、以下のような手順で作業を進めた。

7月 「小型望遠鏡の使い方」動画教材全体のシナリオを作成する。

必要な機材などを購入する。

8月 「小型望遠鏡の使い方」動画教材の作成を行う。

日本天文教育普及研究会総会で発表し、教育関係者の意見を仰ぐ。

9月 「小型望遠鏡の使い方」動画教材の作成を行う。

日本天文学会で発表し、天文関係者の意見を仰ぐ。

10月 「小型望遠鏡の使い方」動画教材の作成を行う。

1 1月 「小型望遠鏡の使い方」動画教材の作成を行う。

1 2月 「小型望遠鏡の使い方」動画教材の作成を行う。

1 月 「小型望遠鏡の使い方」動画教材 2009 年版を完成させる。

2 月 「小型望遠鏡の使い方」動画教材 2009 年版を公開する。

また図書館のリポジトリにアーカイブする。

これらの作業の多くは、理科教育講座地学コースの天文関係の教員と学生が協力して実施した。

3. 2 デジタル教材「小型望遠鏡の使い方」の特徴

動的コンテンツ

デジタル教材は、大きく静的コンテンツと動的コンテンツに分けることができる（図1）。前者の例としては、ホームページで使われる HTML 形式のハイパーテキストや、ドキュメントの配布に多用されている PDF 形式の教材がある。HTML には動画を含めることはできるものの、基本的には書籍などのような紙の媒体と同じで、指導者が作成した情報を閲覧するだけという意味で「静的コンテンツ」である。

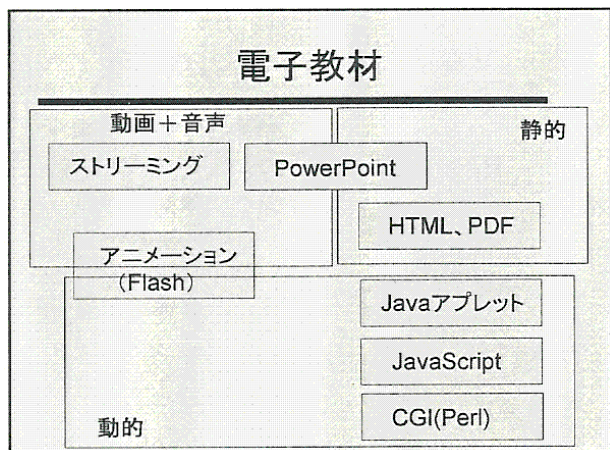


図1 電子教材マップ

それに対して、Java や JavaScript や CGI によって作成された教材は、組み方によっては学習者が自分でコンテンツを操作できるという意味で「動的コンテンツ」となりうる。

さらに、動画・音声を取り入れたコンテンツとしては、全コンテンツをダウンロードした後に再生するのではなく、受信しながら平行して再生していくストリーミング型教材がある。

本デジタル教材では、動画や音声を中心に取って、FLASH を用いて動的コンテンツ

になるように作成した。

学習単位と学習項目

一般的に、授業で説明しようとする知識や概念は、いくつかの小さな情報の集合体であることが多い。それをある程度ひとくくりにしたものを「学習項目 (learning item)」と呼んでいる。“望遠鏡の使い方”という大きなテーマに関して説明する場合、「望遠鏡の各部名称」、「ファインダーの調整」、「ピントの調整」、「倍率の調整」などの学習項目に分けることができる。しかし、e-Learning によって教育を行う場合、この学習項目だけでは教材を構成できない。一つの学習項目を連続して説明した場合、学習者が説明を理解できなかつたり、説明の途中で自ら望遠鏡を操作して確認することができなかつたりするからである。

そこで、一つの学習項目をさらに細分化し、「学習者が説明を聞き、または説明を読んで一度に理解できる説明の量」に分割する。この最低限の単位を「学習単位 (learning unit)」と呼ぶ。学習能力には個人差があるため、学習単位の情報量も厳密には個人にあわせて設定すべきであるが、経験的な数値として、概ね 20 秒～60 秒程度に収まる情報量が学習単位として適切であると考えられている。具体的には「何々の操作方法について説明する。」や「ここを何々と呼び、何々を行うときに使用する。ここを操作するとこのようになる。」のような一つ一つの説明を学習単位とする。そして、このような学習単位がいくつか集まったものが学習項目となる (図 2)。



図 2 学習単位と学習項目のイメージ (上) と実際の教材の対応するページ (下)

このような学習単位の集まりで作成されたコンテンツでは、学習者は、一つの学習単位の説明を聞いた後、学習単位ごとに「次に進む」、「繰り返し説明を閲覧する」のいずれかを

選択しながら学習を進めていくことになる。

本デジタル教材においては、このような学習単位と学習項目に分割しながら、小型望遠鏡の使い方について学習できるように配慮した。

統合ビジュアル化

デジタル教材に含まれる情報には、一般に、文字テキスト、静止画、イラスト、図式、音声、動画、アニメーションなど、さまざまな形態のものがある。それらを、吹き出しによる説明、矢印や丸印などによる強調表示と組み合わせることで「統合ビジュアル化 (integrated visualization)」と呼ぶ。



図3 赤経微動ハンドルの取り付け

たとえば、望遠鏡の赤経微動ハンドルの取り付けについて、このような統合ビジュアル化を適用する例を図3に示す。まず図3の場面では、画面左側の赤道儀の全体像と、画面右側の微動軸と微動ハンドルの拡大像を同時に表示し、取り付ける箇所を赤字で示し、さらに取り付ける箇所を赤矢印で強調表示している。もちろんここで、全体像と拡大像は共に動画である。このような教材では、学習者は赤道儀の全体像を見ながら、微動ハンドルを取り付ける動作の拡大像を見ることが可能になり、取り付ける箇所や名称や取り付け方などが、即時的に明確になる。

本デジタル教材においても、このような統合ビジュアル化をできるだけ取り入れるようにして、教材を作成した。

3.3 デジタル教材「小型望遠鏡の使い方」の今後

教材自体はかなりできてきてはいるが、未完成の学習項目・学習単位なども残っているので、今後も完成へ向けて努力したい。またこのような動画教材が、実際にどれくらい有効かについて、実践的な研究は、少なくとも天文関係ではほとんど行われていないのが現状である。したがって、実際に現場の先生たちにとって、どれくらい有効利用できるのかなど、実践的研究も行う必要があるだろうと考えている。

4 まとめ

今年度を実施された企画「デジタル教材プロジェクト」のおかげで、動画教材作成用の機材を購入することができ、今回の「小型望遠鏡の使い方」のデジタル教材を作成できた。これらの成果については、日本天文学会の年会や日本天文教育普及研究会の総会などで発表も行い、いくつかの報告記事にもまとめることができた（参考文献参照）。天文関係では、このような動画教材の取り組みはまだあまり多くないので、今後も、実践的研究も含め、いろいろな展開を行っていきたいと考えている。

参考文献

渡辺謙仁、福江 純、2009、天文教育、21 巻、4 号、28 頁

渡辺謙仁、福江 純、2009、天文教育、21 巻、5 号、47 頁

1.4. 自然誌デジタル博物館

理科教育講座 福江 純、山口 弘、吉本直弘、松本 桂
 実践学校教育講座 廣木義久
 fukue@cc.osaka-kyoiku.ac.jp

1 「自然誌デジタル博物館」の背景や動機

理科教育講座と実践学校教育講座の地学分野では、5年ぐらい前から、初等中等教育の学校現場で役に立ちそうな資料やアイテムを、収集あるいは作成し、デジタル教材として整理して、ホームページにおいて、「自然誌デジタル博物館」として少しずつ公開してきた（図1：<http://www.osaka-kyoiku.ac.jp/~rika/tigaku/nature/nature.htm>）。

まだ不十分な部分が多いままで、この2年ほどは整備拡充が中断していたが、今回のデジタル教材プロジェクトの支援を受けることによって、「自然誌デジタル博物館」の整備と拡充を行うこととした。



図1 自然誌デジタル博物館のトップページ。

2 「自然誌デジタル博物館」の目的やねらい

大地や大気や天体など、身のまわりの自然現象を扱う地学分野では、まずもっとも重要なのは、フィールドにおいて、自分の目でそれらの自然現象を観察・観測することである。しかしながら、地学分野は対象がきわめて広範にわたっており、実際にどのような手法や観点で観察・観測すればいいかがわからない場合も少なくない。また自然現象は実験室でコントロールすることができない上に、場所による制限や季節による影響を受ける現象も多く、実際の観察・観測が難しい場合も多い。

そこでそれらフィールドにおける観察・観測への指針を与え、あるいは補足し、支援するために、大地や大気や天体における数々の自然現象を収集整理したものとして、「自然誌デジタル博物館」を構想している。

小学校や中学校の教科書では、身のまわりの自然現象はあちこちで部分的に出てくるが、自然現象は連続性が高いものなので、「自然誌デジタル博物館」では部分的に分割はせずに総合的にまとめている。ただし、HTMLにおけるリンク機能を活かして、難易度の高い教材は深いレベルに置くようにすることで、利用者の便を図った（図2）。



図2 鉱物の部屋のトップページ：下位の階層へリンクが貼ってある。

3 「自然誌デジタル博物館」の概要

3.1 「自然誌デジタル博物館」整備拡充の手順

まず、「自然誌デジタル博物館」を整備拡充するために、フィールドや実験室において、天体や雲や地層そして鉱物など、多くの素材をデジタル的に取得することが必要である。そこで、おおむね、以下のような手順で作業を進めた。

- 7月 どの部分を重点的に拡充するかについて、全体計画を立てる。
必要なデジタル機器などを購入する。
- 8月 教員と学生とで、フィールドや実験室でデジタル素材を取得する。
並行して、デジタル素材の加工などを行う。
- 9月 教員と学生とで、フィールドや実験室でデジタル素材を取得する。
並行して、デジタル素材の加工などを行う。
- 10月 教員と学生とで、フィールドや実験室でデジタル素材を取得する。
並行して、デジタル素材の加工などを行う。
- 11月 デジタル素材の加工などを行う。
「自然誌デジタル博物館」に整備していく。
- 12月 デジタル素材の加工などを行う。
「自然誌デジタル博物館」に整備していく。
- 1月 デジタル素材の加工などを行う。
「自然誌デジタル博物館」に整備していく。
- 2月 図書館のリポジトリにアーカイブする。

これらの作業の多くは、地学分野の教員と学生が協力して実施した（図 3）。また、最終的にホームページに掲載するデジタル教材であることから、ビジュアル効果として芸術的な感覚も必要だと考え、いくつかのデザイン意匠については、芸術系の学生に協力してもらった（図 4）。

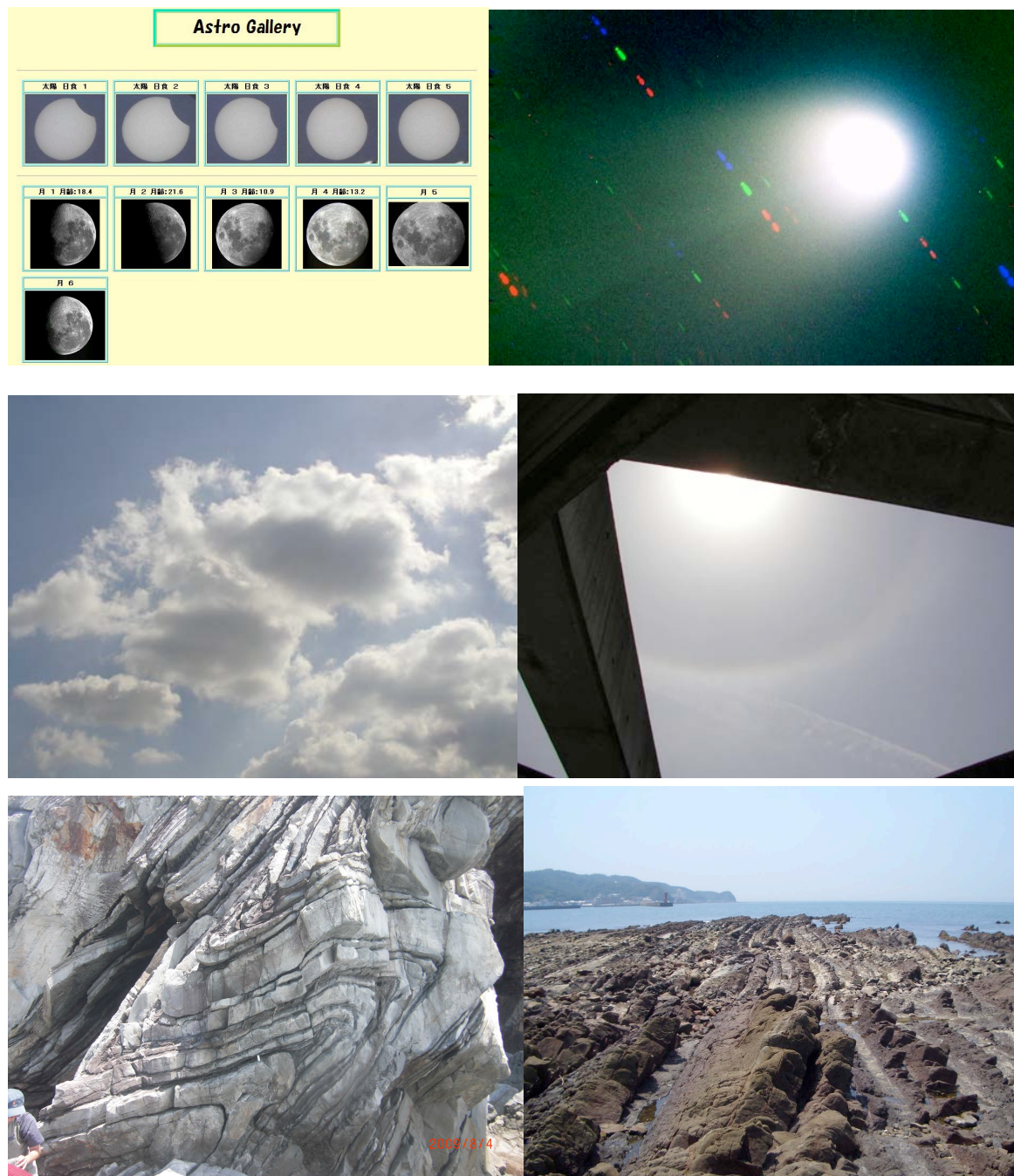


図 3 多様な自然現象の素材例。上から、天文ギャラリーとニート彗星、雲と日暈（ハロ）、褶曲と砂泥互層。

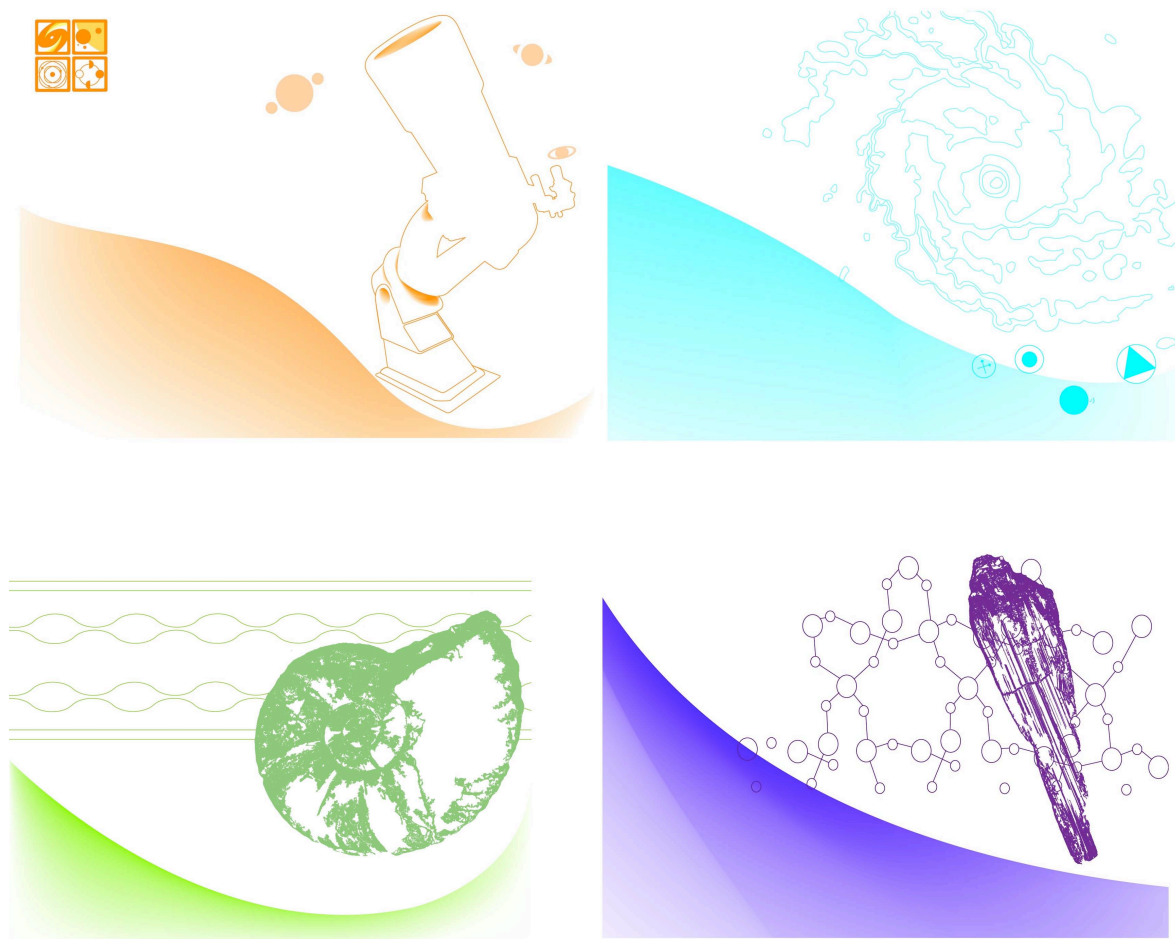


図4 デザイン意匠の例。左上から、天文、気象、地質、鉱物のデザイン意匠。

3. 2 「自然誌デジタル博物館」の特徴

パワーポイントなどを使って作成するデジタル教材と、ホームページなどで用いられるHTML形式を利用して作成するデジタル教材の大きな違いは、前者では素材をおおむね一次的に配置するのに対し、後者では素材を階層的に配置することが可能な点である。ビデオに代表されるように教材の素材を一次的に配置するタイプでは、同種の教材でも、小学校高学年用とか中学校2年生用など、個別に作成しなければならない。しかし、素材を階層的に配置する場合には、易しい入門的な内容の部分は上位の階層へ、難易度の高い部分は下位の階層へ配置することによって、同じ一つのコンテンツで多くの年齢層に対応することがある程度は可能になる。また同じ学年でも理解度には個人差があるので、興味をもった学習者は、どんどん下位の難易度の高いページへ進むことも可能だ。

本「自然誌デジタル博物館」では、HTML形式のこのような階層性を活かして、素材の配置などを階層的に行った(図5)。

また最近のパソコンが高機能化していることを念頭に置き、静止面だけではなく、動画についても素材として提供することとした。

地質の部屋へようこそ！！

地質とは、簡単に言えば地球の性質のことです。地球の性質と聞いて皆さんはどのようなものを思い浮かべますか？人によって様々だと思います。ここでは地質に関する代表的なものいくつかを紹介していきます。

大阪層群中のピンクタフ情報

大阪層群のなかに見られるピンクタフピンク火山灰層と、各々の火山灰層を挟む粘土層における微化石分析(珪藻化石)についてまとめたものを紹介します。

露頭集
珪藻集

地質の部屋TOPへ

ピンクタフ
大阪層群で見られるピンクタフを紹介いたします。

地層
様々な地層をピックアップしていきます！

化石

土柱

全露頭の位置関係

■ アズキ火山灰
■ ピンク火山灰
■ イヌロー火山灰
■ 山田火山灰

大阪府
大阪湾
奈良県

※Piは、ピンク(Pink)タフを指しています。

大阪府吹田市藤白台 (Pi01)

地名:大阪府吹田市藤白台5丁目
標高:90M
走向・傾斜:N75° W 20° E
露頭種別・現況:公園内崖 現存
堆積物の種類:ピンク火山灰 砂 淡水成粘土 海成粘土

吹田市藤白台にある千里北公園内に位置し、公園内を走る道路(舗装道路と未舗装道路)の三叉路より南に50m進んだところでピンク火山灰層を観察できる。
(LOC29より北東に100m程度進む。)

阪急千里線北千里駅より北へ250m

露頭位置

図 5 下位階層へのリンクの例。地質の部屋で「ピンクタフ」をクリックすると(上左)、「ピンクタフ」の簡単な説明のページになり(上右)、そのページの「露头集」をクリックすると「露头集」のページになり(中左)、さらに、「全露头の位置関係」(中右)や各露头の詳しい説明(下左)などへリンクされている。

3. 3 「自然誌デジタル博物館」の今後

地学分野で扱う素材は身のまわりの自然現象であるため、素材によっては場所や季節に依存するものもあり、一年間（実質は半年程度）の制限内で必要な素材がすべて収集できるわけではない。また量的にも一年で終わる作業ではないので、今後も「自然誌デジタル博物館」の整備拡充は続けていきたい。

4 まとめ

今年度を実施された企画「デジタル教材プロジェクト」のおかげで、しばらく中断していた「自然誌デジタル博物館」の整備拡充を行うことができた。限られた時間の中での作業でもあり、まだまだ不十分な点は多々残ってはいるが、一定の成果は挙げられたと考えている。大阪教育大学で得られた成果を情報発信する場としても、今後も「自然誌デジタル博物館」の拡充に努めていきたいと考えている。

15. 気象現象に起因する災害の軽減に寄与するデジタル教材の開発

理科教育講座 石川聡子

sisikawa@cc.osaka-kyoiku.ac.jp

1 教材開発の背景や動機

日本は季節によって様々に特徴的な気象が現れる世界でも珍しい国のひとつであり、日本人は古くから四季の天気変化を有効に活用して日々の生活を送っている。しかしながら、気象分野は理解するのに難解な内容が少なくない。

理科は、物理領域、化学領域、生物領域、地学領域の4領域に大きく分けられるが、地学領域は学習する対象の時間的、空間的スケールが大きく、観察や実験だけでは理解しにくい内容が多く存在することから、動画や画像を効果的に活用した教材が有効である。現在、一般に公開されている地学領域のデジタルコンテンツ教材を見ると、理科の他の3領域（物理、化学、生物）に比べてその数が少なく、そのなかでも写真や現象の紹介にとどまった内容が比較的多い。また、学校の授業で活用しやすいコンテンツ教材が充実しているとは必ずしも言えず、これにはこうしたコンテンツ教材の側の課題があると同時に、高校理科教科書の地学領域における内容の記述順序が教科書会社によってばらついていることも関係していると考えられる。

また、各課程の理科における気象分野について、現在使用されている検定済み教科書を見てみると、小学校では観察や実験の記述が大半を占めているが、学年が上がっていくにつれて、現象の解説の記述が多くなり、高校では現象の解説しかない教科書が多い。これを見る限り、高校の気象分野の学習は単なる暗記だけの学習になっているものと考えられる。

デジタル教材は、このような状況を改善する可能性があると考えられる。そこで、教科書による学習の補助ができ、コンピュータの利点を生かした教材を開発することで、気象分野における学習の改善に寄与したいと考えた。

2 今回の教材の目的やねらい

高校理科に力点を置いた気象分野についてのデジタルコンテンツ教材の開発を行うことによって、高校理科における気象分野の教育の発展に寄与することを目的としている。教材の対象となる科目は、地学Ⅰ及び理科総合Bであり（平成24年4月からは、対象となる科目の名称が地学基礎及び地学に変更される）、教科書での学習の補助となる役

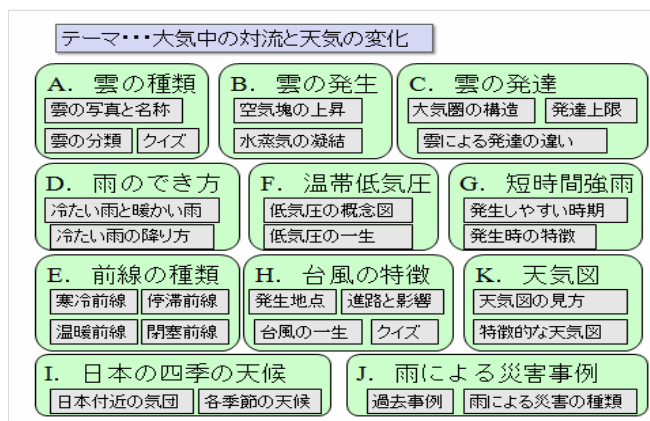


図1 デジタルコンテンツ教材のユニット

割を持たせる教材を目指して開発を行っている。

3 教材開発の概要

教材の開発にあたっては、現在、高校で使用されている検定済み教科書の記述を参考にして、気象分野の中から、大気中の対流現象や天気の変化を教材の主たるテーマとして設定し、特に雲や雨に関連する内容に焦点をあてて開発を進めている。

教材開発のコンセプトとしては、1)初めて当該分野を教える教員にも活用しやすい教材、2)特定の教科書の記述内容の順序に影響を受けず、より多くの教員に活用しやすい教材、を設定した。

コンテンツ教材の作成にあたり、教材内容をトピックごとに分け、一つのトピックに一つのユニットを対応させて、11のユニットを設けた(図1)。

さらに各ユニット内に詳細なアイテムを複数設定した。各ユニットあるいはアイテム間に内容の関係性が確認できる部分については、デジタル教材の上でリンクを張り、複数階層のネットワークをつくる。

例として、図1におけるユニットAの「雲の種類」とユニットBの「雲の発生」、及びユニットCの「雲の発達」の内容の構成を図2～4に示した。図中で緑色に示した部分を一画面として構成し、当該の画面から次の画面にリンクさせる予定の部分は矢印を用いて示している。

たとえば、ユニットBについては、3つの内容で構成を予定しているが、「1→2→3」の順に学習する必要はなく、生徒の習得状況や使用する教科書の記述内容によって、順序を変えて「2→1→3」の順

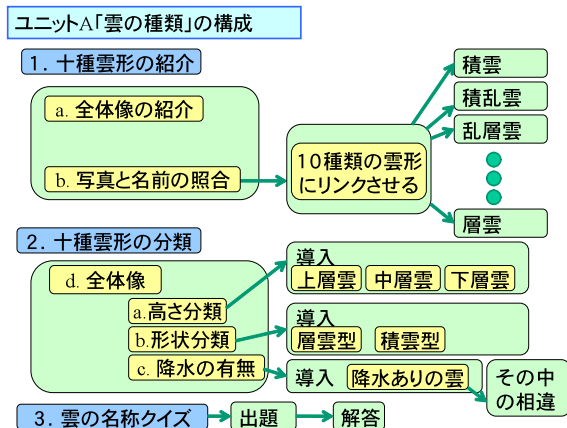


図2 ユニットA「雲の種類」の内容構成図

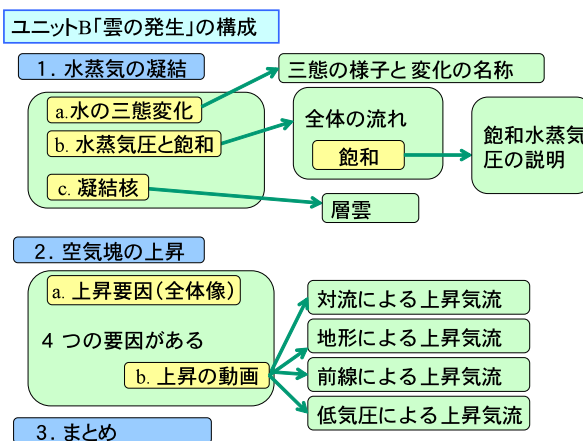


図3 ユニットB「雲の発生」の内容構成図

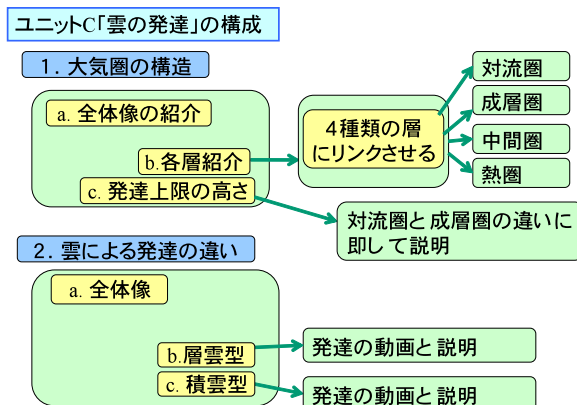


図4 ユニットC「雲の発達」の内容構成図

で学習したり、必要に応じて内容を省略して「2→3」の順で学習したりするなど、同じユニットの中でも柔軟に指導できるような構成にする。

どのユニットからでも学習をスタートでき、生徒の習得や教師の指導の状況に応じた学習や指導の道筋を学習者に提示する機能を持たせる。また教科書による記述内容の順序の違いに対応可能な構成にする。

現在のところ、すべての内容ができていない状況であるので、ひきつづき教材の開発にあたっていく予定である。開発にあたっては必要な部分について写真や動画の機能を効果的に取り入れて、教材の活用性を高めることが必要である。

4 まとめ

今後についてであるが、本教材の有効性を確認するための方法について考えていく必要がある。教材の有効性を確認し、よりよいものへと改善していきたいと考えている。実際に高校の授業での活用も計画中である。

5 教材のURL

本デジタル教材のURLは次の通りである。

<http://www.osaka-kyoiku.ac.jp/~sisikawa/digital-contents/weather>

1 6. 二酸化炭素の温室効果実験のデジタル教材開発

理科教育講座 石川聡子

sisikawa@cc.osaka-kyoiku.ac.jp

1 教材開発の背景

人為由来の二酸化炭素排出が地球温暖化問題の原因と考えられており、児童生徒が環境教育や科学教育において地球温暖化問題について学習する機会はとくに近年増えつつあると考えられる。

二酸化炭素による温室効果を可視化する実験装置が複数の科学教育関係の研究者や教育者によって開発されており、装置の様子やそれを用いた授業実践をホームページなどでみることは可能であるが、その多くは二酸化炭素の温室効果というよりも二酸化炭素そのものの温度上昇を確認する実験である。そこで、身近な道具を用いた簡易な実験装置で、児童生徒にわかりやすく二酸化炭素の温室効果を提示することをめざして本デジタル教材を開発した。

2 理科におけるデジタル教材の活用

本教材のねらいは次のとおりである。すなわち、児童生徒に身近な道具を用いた実験装置を用い、また温度上昇を示すグラフを提示するなどして二酸化炭素の温室効果を可視化することによって、児童生徒に二酸化炭素の温室効果についての理解を促すこと。また、とくに比較実験の原理など科学の方法について児童生徒に理解を促すこと、である。

3 教材開発の概要

デジタル教材を次の内容と順序で構成する。

- 1) 実験装置について説明・・・この実験装置が二酸化炭素の温室効果を提示する装置であることを原理からわかりやすく説明する（図1）。
- 2) 地球温暖化についての平易な解説・・・地球温暖化問題は、人間の生産諸活動によって排出された二酸化炭素濃度の上昇が原因で起きていると、現在の科学研究では考えられていることについて説明する。
- 3) 二酸化炭素の温室効果についての解説・・・二酸化炭素が輻射熱によって温室効果の役目をしていることをわかりやすく説明する。ただし、輻射熱ということばは児童生徒には理解困難なため用いない。
- 4) 比較実験についての説明・・・なぜ比較実験するのか、比較実験をおこなうことで何がわかるのか、コントロールを置く意味、科学の方法についてわかりやすく説明する。
- 5) 二酸化炭素の温室効果による物質の温度上昇のグラフ・・・二酸化炭素および空気によって温められた金属片の温度上昇についてグラフで示す（図2）。またコントロールとの比較をすることで、この実験結果を確認する。

- 6) 結果と考察・・・この実験から明らかになったことを科学の方法に沿いながら確認する。
- 7) 地球温暖化問題が生じている理由・・・実験でわかった二酸化炭素の温室効果が地球温暖化問題の原因であることに結びつける。

4 まとめ

児童生徒が実験の様子や結果を目で見ることによって二酸化炭素の温室効果について理解を促すことが本デジタル教材のねらいであるが、それだけではなく、比較実験を通して科学の方法について理解を進めることは科学的リテラシーの伸長にもつながり、この点も本教材の特徴と考えている。

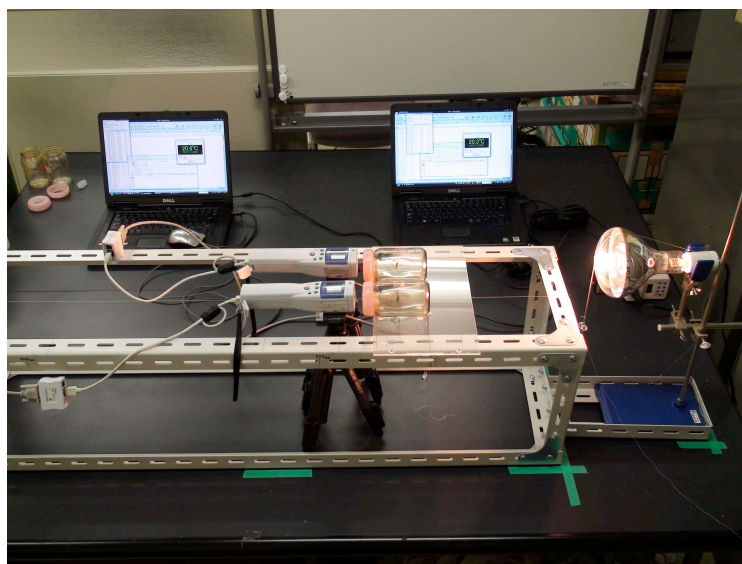


図1 実験装置

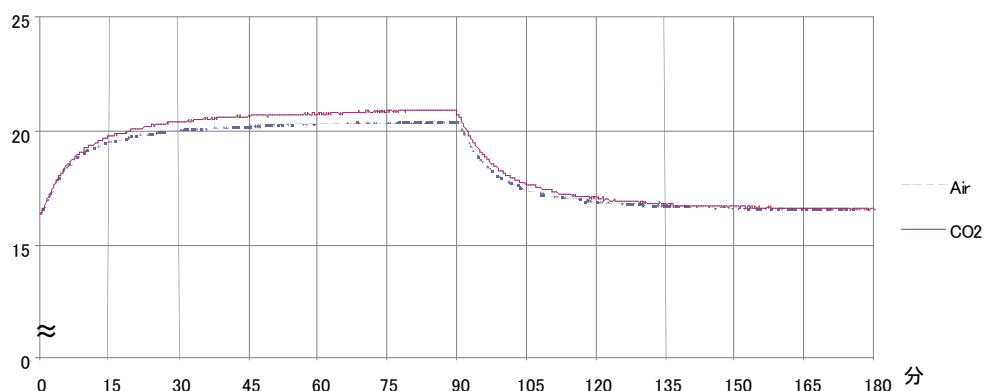


図2 実験結果

地球温暖化問題は地球規模でマクロに起きている現象であるので、そのことと実験室での

小さな実験装置を用いて提示する実験結果を児童生徒がつなげて理解できるかどうかはわからないが、本教材ではそのことよりも、ちまたには二酸化炭素そのものの温度上昇の実験を温室効果実験と称しているいわば適切でない実験やそれを用いた教育実践が複数見受けられるので、二酸化炭素の温室効果実験そのものを児童生徒にわかりやすく提示する教材を発信することにまずは意義を見いだすことができると考える。

5 教材のURL

<http://www.osaka-kyoiku.ac.jp/~sisikawa/digital-contents/co2>