

## 理科におけるデジタル教材の活用

理科教育講座 越桐國雄  
koshi@cc.osaka-kyoiku.ac.jp

### 1 新しい小学校・中学校の学習指導要領から

理科における ICT の活用（デジタル教材の活用）がどのように考えられているかを、学習指導要領からみると次のようになる。平成 20 年 3 月に告示された小学校学習指導要領と中学校学習指導要領及び平成 20 年の 12 月に原案が提示された高等学校学習指導要領における、理科の指導計画の作成と内容の取り扱いの項目では、デジタル教材の活用に関連するコンピュータや視聴覚機器、情報通信ネットワークの利用について次のように記載されている[1]。

#### ○小学校学習指導要領 理科

観察、実験、栽培、飼育及びものづくりの指導については、指導内容に応じてコンピュータ、視聴覚機器などを適切に活用できるようにすること。

#### ○中学校学習指導要領 理科

各分野の指導に当たっては、観察、実験の過程での情報の検索、実験、データの処理、実験の計測などにおいて、コンピュータや情報通信ネットワークなどを積極的かつ適切に活用するよう配慮するものとする。

#### ○高等学校学習指導要領 理科（改訂案）

各科目の指導に当たっては、観察、実験の過程での情報の収集・検索、計測・制御、結果の集計・処理などにおいて、コンピュータや情報通信ネットワークなどを積極的かつ適切に活用すること。

これらは前回の平成 10 年 12 月に告示された指導要領[2]をおおむね踏襲したものである。

なお、平成元年に告示された学習指導要領[2]では、小学校の理科においてはコンピュータに関する記述はなく、中学校の理科においては「・・・積極的かつ適切に・・・」の部分が「・・・必要に応じコンピュータ等を効果的に・・・」とされていた。

[1] 新しい学習指導要領（文部科学省） [http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-cs/](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/)

[2] 過去の学習指導要領（教育情報ナショナルセンター） <http://www.nicer.go.jp/guideline/old/>

### 2 理科におけるデジタル教材の活用

文部科学省は、政府の e-Japan 戦略[3]で掲げられた「概ね全ての教員がコンピュータ等を使って指導できるようにする」という目標を達成するために、平成18年10月に教員のICT

活用指導力の基準の具体化・明確化に関する検討会を設けられた。そこでは、ICT活用指導力の基準の具体化・明確化を図ることにより教員の到達目標を明らかにするとともに、その普及・活用方策等が検討され、その結果が教員のICT活用指導力の基準としてまとめられた[4]。

これによると、学校教員のICT活用の指導力は次の5つのカテゴリーに整理された。

- A 教材研究・指導の準備・評価
- B 授業中のICT活用指導
- C 児童生徒のICT活用指導
- D 情報モラルなどの指導
- E 校務におけるICT活用

我々の想定する各教科や領域におけるデジタル教材は、主にこのうちのAからCに対応する広義のコンテンツを表している。そこで、このICT活用指導力の基準における例示から、理科におけるデジタル教材の具体的な利用イメージを取り出してみよう。

#### A 教材研究・指導の準備・評価

〔小〕 気象情報、動植物などに関する教材コンテンツをインターネットを使って収集する。

〔小〕 自然事象に関する画像や統計情報を用いて、ワープロソフトで学習用テキストやテストプリントを作成する。

〔中〕 酸性雨の調べ方や各地に降る雨のpHなどのデータをWebページから収集する。

〔中〕 Webページを検索して、火山の写真や分布、川のはたらきによって作られた地形などの写真を収集する。

〔中〕 植物の花・茎・根などの観察し、観察したスケッチをスキャナで取り込んだり、デジタルカメラの写真を取り込んだりして、ワープロソフトに貼り付け、提示用資料を作成する。

〔中〕 顕微鏡、天秤、メスシリンダなどの実験器具の使い方を、写真や図などを適切に選択してプレゼンテーションソフトに入力して、提示用資料を作成する。

#### B 授業中のICT活用指導

〔小〕 実験や観察で用いる器具などの使い方をわかりやすく理解させるために、デジタルコンテンツを使って提示する。

〔小〕 気象衛星の映像など、観察できない現象をシミュレーションやアニメーションを活用してわかりやすく提示する。

〔中〕 実験・観察での器具の誤った操作や危険な操作のビデオクリップを提示し、安全な実験・観察への生徒の興味・関心を高める。

〔中〕 校庭で観測した気象観測の結果とインターネットで調べた気象衛星の画像を提示して、前線の通過に伴う天気の変化に気づかせ、本時の課題をつくる。

〔中〕 無重量状態での運動の様子を説明するために、CD-ROMやDVDに記録された映像を提示し、等速直線運動についての理解を深める。

〔中〕地震のゆれの伝わり方など、実際に観察が難しい現象をシミュレーションを使って提示し、地震波の伝わり方についての理解を深める。

### C 児童生徒のICT活用指導

〔小〕実験や観察の結果を整理して、児童が表計算ソフトを活用して表やグラフに表すことができるように指導する。

〔小〕動物や植物の名前や様子を覚えるために、クイズ式コンテンツを活用して練習できるように指導する。

〔中〕気象の学習で各地の気温や風速・風向の変化などの情報をインターネットを使って日本気象協会などのWebページから収集させる。

〔中〕天体の日周運動の観察を行い、その観察記録を地球の自転と関連付けてまとめるためにプレゼンテーションソフトなどに天体の位置や時刻わかったことなどをテキストで入力させる。

〔中〕調べ学習で、野外観察を行い、観察記録を基に、地層のでき方を考察し、見つけた規則性をプレゼンテーションソフトを使って発表させる。

〔中〕抵抗に加える電圧の大きさと回路を流れる電流の強さを測定し、測定結果を表計算ソフトに入力して、課題解決に必要な表やグラフなどとして印刷させたり、プロジェクタを使って提示させたりする。

理科の授業においては、自然現象や事物に関心をもって観察して、そこにあらわれる規則性を発見したり、そこで見いだした課題や疑問に対して、意図的な操作や働きかけ（実験）を行うことで問題を解決する過程が重要である。そのためには観察や実験の技能の修得やその過程を考察して自分の言葉で表現できるような能力の養成が必要となる。デジタル教材の活用は、場合によってはこれらの観察や実験を迂回して、視聴覚メディアに依存した理解にとどまってしまう危険性がある。

実際の自然現象や事物に対する場合には、五感のすべてを使って関わることになると同時に、観察・実験やものづくりの場面では、必ずしも教科書通りの結果が簡単に得られるわけではなく、それ自身が自然に対する深い理解の基礎を形成する。これは、視覚と聴覚だけに依存したコンテンツや、モデル化された世界しか提示できないシミュレーションとは根本的に異なるところであり、これらのデジタル教材の持つ性質を十分踏まえた上で、適切な場面でのICT活用を進めることが重要である。

[3] e-Japan 戦略（高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部） <http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/>

[4] 教員のICT活用指導力の基準（文部科学省） <https://tab-ict.nime.ac.jp/>

### 3 授業に役立つ理科のデジタル教材20選

理科におけるデジタル教材をインターネットで検索してみた。google 検索を用いて、(小学校 | 中学校 | 高等学校 | 特別支援学校) (デジタル教材 | コンテンツ) (理科 | 科学 | 物理 | 化学 | 生物 | 地学) で検索すると、約 67 万件ヒットする。これらの中から、理科におけるデジタル教材で代表的なものや特徴を持ったものを紹介する。

#### (1) 理科ねっとわーく (科学技術振興機構)

<http://www.rikanet.jst.or.jp/>

理科の授業で使えるデジタル教材を 100 タイトル (4 万点の動画・静止画) 集めたサイトであり、非営利教育目的では簡単な利用登録により無償で利用できる。静止画と動画・静止画は授業計画に合わせて自由に加工・改変することが可能であり、コンテンツをダウンロードまたは郵送によって入手して、オフラインで利用することもできる。

#### (2) NHK デジタル教材 (NHK)

- ・ふしぎだいすき (3年) <http://www.nhk.or.jp/rika3/ja/frame.html>
  - ・ふしぎ大調査 (4年) <http://www.nhk.or.jp/rika4/ja/frame.html>
  - ・ふしぎワールド (5年) <http://www.nhk.or.jp/rika5/ja/frame.html>
  - ・ふしぎ情報局 (6年) <http://www.nhk.or.jp/rika6/ja/frame.html>
  - ・10min ボックス理科 1 (中高) <http://www.nhk.or.jp/10min/rika1/ja/frame.html>
  - ・10min ボックス理科 2 (中高) <http://www.nhk.or.jp/10min/rika2/ja/frame.html>
- NHK 教育テレビの学校教育放送番組と連動して、映像クリップ、ワークシート、リンク集、ゲームなどから構成されている。教師向けには学習指導案の例もある。

#### (3) 科学技術・理科教育のためのデジタル教材活用共同研究 (岡山県情報教育センター)

<http://www.edu-ctr.pref.okayama.jp/jyose/jst/sidouan.html>

心も育つ理科コンテンツ (<http://www2.edu-ctr.pref.okayama.jp/e2a/index.htm>) と、JST の理科ねっとわーくのコンテンツを活用した研究授業の様子をビデオクリップ化したものとその指導案を提供し、デジタル教材の具体的な実践事例を提示している。

#### (4) 授業における ICT 活用 - 理科編 - (神奈川県総合教育センター)

<http://www.edu-ctr.pref.kanagawa.jp/rika/>

理科の授業における ICT の活用について、活用の 5W1H と実践の手順や各段階における具体的な工夫の方法をイラストや動画で示し、6STEP に活用のレベルをまとめた

上で、15の実践事例を動画付きで提示したものである。

(5) 小学校理科実験基本マニュアル（京都府教育センター）

<http://www.kyoto-be.ne.jp/n-center/rika-jikken/>

小学校学習指導要領の理科の単元にそって、実験の準備物、手順方法に加えて、工夫や注意を動画混じりで解説している。また、小学校における実際の授業展開を例を写真と動画で構成している。

(6) 小学校理科 観察・実験集（静岡県総合教育センター）

<http://curri.shizuoka-c.ed.jp/cpc/Web/kansatsu-jikennsyuu/>

主体的な問題解決の活動をするための具体的方法として、小学校理科における探究的な活動を促す観察・実験と基本的な観察実験や発展的な実験を単元別に整理したものであり、約250ページのpdfファイルにまとめられている。

(7) 理科映像教材コンテンツ（鳥取県教育センター情報教育課）

<http://www.torikyo.ed.jp/rika/>

情報処理推進機構（IPA）とコンピュータ教育開発センター（CEC）が開発した教育用画像素材集サイト（<http://www2.edu.ipa.go.jp/gz/>）の画像素材データなどで中学校の理科の内容にかかわるものを、学習指導要領の単元別に整理した。

(8) 北海道立理科教育センター

<http://www.ricen.hokkaido-c.ed.jp/>

観察・実験・指導資料として物理、化学、生物、地学の4領域に加えて、KIDS（つくってみよう、しらべてみよう）に多くのhtmlファイルがある。また、研修テキストやセンターで開発されたソフトウェアなども提供されている。

(10) 理科教材データベース（岐阜大学教育学部地学教室）

<http://chigaku.ed.gifu-u.ac.jp/chigakuhp/html/kyo/>

理科の多くの分野に渡る素材（静止画・動画）が提供されている。また、地域の学校や研究会で作られたコンテンツやこれらのデジタル教材を活用した授業実践事例の紀要論文も集められている。

(11) NGKサイエンスサイト家庭でできる科学実験（日本ガイシ）

<http://www.ngk.co.jp/site/>

身の回りの材料を使って家庭でできる科学実験が約140件取り上げられている。実験の原理がわかりやすく説明され、手順がきれいなイラストで紹介される。

- (12) 簡単な物理実験や物理的おもちゃの Data Base (新潟県理化学協会研究部物理)

[http://www.info-niigata.or.jp/~ymiyata/index\\_r.htm](http://www.info-niigata.or.jp/~ymiyata/index_r.htm)

各地のサークルや研究会では様々な理科教材の工夫や検討がされている。この物理グループのページも高等学校物理教員が集めてきた授業で使える教材の情報が、その入手方法や利用法の工夫を含めて集積されている。

- (13) のりさんのパソコン物理 (加藤徳善)

<http://www2.biglobe.ne.jp/~norimari/sciencenori.html>

物理学のシミュレーションプログラムは、物理現象と数式で表現された法則を結んでイメージ化するための重要な鍵になっている。このサイトでは著者の開発した Java Applet 等によるシミュレーションプログラムが集められている。

- (14) すぐできる・なるほど・ザ・化学実験室 (日本分析化学専門学校)

<http://www.bunseki.ac.jp/naruhodo.html>

一般向けの今日から家庭で実験室と教職員向けの授業で使える実験集がそれぞれ 40 件弱取り上げられている。実験手順と解説が 1 ページに収められており、実験上の注意にも配慮がされている。

- (15) らくらく化学実験 (埼玉県立坂戸高等学校化学教室)

<http://chem-sai.web.infoseek.co.jp/>

埼玉県高等学校理化研究会化学研究委員会の資料提供協力のもとに編集された高等学校化学の実験集である。演示実験、教材紹介、実験プリント版、研修会記録などが含まれており、動画データによる実験紹介もある。

- (16) インターネット生物図鑑 (KNOWLEDGE LINK)

<http://www.zukan.net/>

日本国内でみられる代表的な動植物 1816 種のデジタル図鑑であり、シルエット、目・科、色、大きさ、マップなどで検索可能になっている。利用料がかからないユーザ登録が必要である。

- (17) 奈良県生物教育会

<http://www.bionara.org/membersite/index2.htm>

教材資料として、飼育栽培の手引き (入手方法や飼育方法)、実験帳 (ワークシート)・解説書、授業で使える小ネタ (手軽に使える小道具、実習や授業展開のアイデア) などが提供されている。

## (18) 宇宙のポータルサイト ユニバース (天文・宇宙・航空 広報連絡会)

[http://www.universe-s.com/cosmos/pictures\\_j.html](http://www.universe-s.com/cosmos/pictures_j.html)

天文・宇宙・航空に関する国内の8組織が協同で制作・運用する宇宙情報の総合リンクサイトである。太陽系、銀河、宇宙の観測、人工衛星、ロケットなど宇宙科学から宇宙開発までの内容を網羅している。

## (19) 地学教材・デジタル地学 (大阪府教育センター)

<http://www.osaka-c.ed.jp/kate/rika2/tigaku/ti-kyouzai.html>

地学に関する教材を校種別、領域別に整理して提供している。画像や動画の素材データに加えて、各単元の指導案や授業プランなどがある。また、デジタル地学では様々なデータをインターネットから収集して利用する方法が提案されている。

## (20) ECO学習ライブラリー環境教育・環境学習データベース (環境省・文部科学省)

<http://www.eeel.jp/>

学校内外の環境教育や地域・事業者における環境学習を支援することを目的に、インターネット上のさまざまな情報を含めて、環境教育・環境学習に関する情報を総合的に提供しているサイトである。

## 音楽科におけるデジタル教材の活用

音楽教育講座 田中龍三  
ryuzo@cc.osaka-kyoiku.ac.jp

### 1 新学習指導要領との関係から

平成20年度の学習指導要領改訂に向けて、音楽科改訂の趣旨平成20年1月の中央教育審議会の答申における、小学校、中学校及び高等学校を通じる音楽科の改善の基本方針が、以下のように示された

[改善の基本方針]

- 音楽科、芸術科（音楽）については、その課題を踏まえ、音楽のよさや楽しさを感じるとともに、思いや意図をもって表現したり味わって聴いたりする力を育成すること、音楽と生活とのかかわりに関心をもって、生涯にわたり音楽文化に親しむ態度をはぐくむことなどを重視する。
  - このため、子どもの発達の段階に応じて、各学校段階の内容の連続性に配慮し、歌唱、器楽、創作、鑑賞ごとに指導内容を示すとともに、小・中学校においては、音楽に関する用語や記号を音楽活動と関連付けながら理解することなど表現と鑑賞の活動の支えとなる指導内容を〔共通事項〕として示し、音や音楽を知覚し、そのよさや特質を感じ取り、思考・判断する力の育成を一層重視する。
  - 創作活動は、音楽をつくる楽しさを体験させる観点から、小学校では「音楽づくり」、中・高等学校では「創作」として示すようにする。また、鑑賞活動は、音楽の面白さやよさ、美しさを感じ取ることができるようにするとともに、根拠をもって自分なりに批評することのできるような力の育成を図るようにする。
  - 国際社会に生きる日本人としての自覚の育成が求められる中、我が国や郷土の伝統音楽に対する理解を基盤として、我が国の音楽文化に愛着をもつとともに他国の音楽文化を尊重する態度等を養う観点から、学校や学年の段階に応じ、我が国や郷土の伝統音楽の指導が一層充実して行われるようにする。
- この基本方針からは、以下の①～⑪の具体的な授業の改善点が挙げられる。
- ①音楽のよさや楽しさを感じる。
  - ②思いや意図をもって表現したり味わって聴いたりする。
  - ③音楽と生活とのかかわりに関心をもつ。
  - ④生涯にわたり音楽文化に親しむ。
  - ⑤各学校段階の内容の連続性に配慮する。

- ⑥用語や記号を音楽活動と関連付けながら理解する。
- ⑦音や音楽を知覚し、そのよさや特質を感じ取り、思考・判断する。
- ⑧音楽をつくる楽しさを体験する。
- ⑨音楽の面白さやよさ、美しさを感じ取り、根拠をもって自分なりに批評する。
- ⑩我が国の音楽文化に愛着をもつとともに他国の音楽文化を尊重する。
- ⑪我が国や郷土の伝統音楽の指導を一層充実させる

そこで本講座では、これら11の改善点の中の、特に①②⑦⑪に関する改善を中心に学校現場における授業で実現するため、現職の教員を対象とした、「サンプル授業の提案」及び「それらの授業でも用いる教材の開発」をコンテンツと位置づけた授業改善の研究実践を行い、その成果をデジタル化し、配信することを目的とした構想をもった。また、デジタルコンテンツとして提案された授業の指導案や画像教材、実際の授業の様子映像などについての現場の教師からの問い合わせについて、講座として個人的な質問にも応えることや、授業の趣旨や留意点については公開講座等を開催することで、現場の支援や研修を行い、授業改善の啓発を推進している。

なお、作成には十分時間をかけたいと考えるため、WEB上にデータで掲載する段階から始めたいと考える。

併せて、このような目的で作成されたデジタルコンテンツを、教員養成課程における教科教育及び教科専門科目の授業にも導入し、現在本学が取り組んでいる大学授業の改善と充実と関連させる構想ももっている。

## 2 サンプル授業及び教材開発の基本となる理念

本コンテンツは学校教育における音楽の学習が、人間形成に生きて働くことをめざして開発するものである。つまり、知識や技術を教え込むためのコンテンツではない。そのため、サンプル授業、デジタル教材及び研修プログラムは、音楽の系統的な進化に添って、音楽が文化としての発展してきた過程に基づくこと、音や音楽を知覚・感受し、意味あるものとして味わったことを人に伝えられるように形として外に表すという生成を原理とすることにより作成する。

このことにより、子どもは音楽のよさや美しさを感じることで、音楽の仕組みの面白さや音楽の人との関わりのおもしろさを理解することになり、音楽を総合的に学ぶことになる。

## 3 現状の音楽授業から見るサンプル授業及び教材開発の必要性

学校現場における現状の具体的な課題としては次の①～⑤などが挙げられる。

- ①歌唱教材は他教科教材に比して、目に見えない音（声）を扱うことから、幼児教育から小、中、高等学校に至る系統だった教授法が教科書から読み取りにくいいため、サンプル授業の様

子を映像化し、その系統性を示す必要がある。特に小学校低学年において、音楽を得意としない教師（担任）が授業する場合、指導内容をどのように教授し、どのような能力を育むべきなのか、理解していないことがある。また、身体表現を伴った歌唱に於いては、リズム、テンポ感を育てる場面で映像が必要不可欠である。

②音楽の授業で多くの時間を割く合唱教育（音楽教育全体にもかかわる）の基礎から展開編までを映像、データ化することによって、授業実践に即役立つものであることが必要となる。

③鍵盤楽器やリコーダーなどで、つまづきが見られる奏法のポイントを、理由と共に映像で示し、自らが理解し納得して学習課題に向かえる教材を作成し、個別学習や業間等での学習に対応できる環境作りが必要となる。

④音の仕組みや音楽を構成する様々な要素や楽典的な内容を視覚的に見せることにより、知性を伴った感性の育成を図り、知覚・感受したことから思考・判断ことのできる教材が必要となる。

⑤和楽器の扱いについては、新学習指導要領で指導が重視されている。これまで和楽器をあまり扱ったことのない現場の教員の手助けとなるサンプル授業や楽器の奏法、楽器の構造が理解しやすい教材が必要となる。

なお、これらの学校音楽教育で培ったスキルが生涯に渡って音楽を楽しむことができるベースになるものであることが必要のため、感性を育てる意味でもデジタルコンテンツのクオリティーの高さ求められる。

#### 4 音楽科デジタル教材のリンク

##### (1) 日本の伝統音楽 (Columbia Music Entertainment)

<http://jtrad.columbia.jp/jpn/index.html>

日本の伝統音楽について「日本音楽の歴史」「楽曲分類」「楽器」に分けて解説がなされている。百科辞典的な記載である。

##### (2) 動物楽器図鑑 (ヤマハ音楽振興会)

<http://www.yamaha-mf.or.jp/zoo/>

小学校低中学年むきのサイトで、楽器が音色や、その楽器が主に活躍する楽曲と共に紹介されている。

##### (3) MUSIC PAL - 学校音楽教育支援サイト - (ヤマハ)

<http://www.yamaha.co.jp/edu/>

中学校、高等学校むけのサイトで、オーケストラの楽器について歴史や奏法アドバイス、運

指、扱い方など詳しく解説されている。

(4) 足音のリズムを組み合わせてみよう [拍子、リズム、速さ] (D-project)

[http://www.d-project.jp/2005/kyouzai/contents/tanaka\\_r02/index.html](http://www.d-project.jp/2005/kyouzai/contents/tanaka_r02/index.html)

ウォークやスキップなどのステップによる足音でリズムを作り、ボディーパーカッション的な音色でリズムの組み合わせによる音楽の変化を学ぶ。授業の指導案もダウンロードできる。

(5) 鍵盤楽器を演奏しよう [音色と手の形] (D-project)

[http://www.d-project.jp/2005/kyouzai/contents/tanaka\\_r01/index.html](http://www.d-project.jp/2005/kyouzai/contents/tanaka_r01/index.html)

鍵盤楽器を弾くときの手の形の必然性を音色の感じ方を通して学ばせる教材。授業の指導案もダウンロードできる。

(6) 邦楽らんど (個人のサイト)

<http://www.sinfonia.or.jp/~manfan/welcome.html>

「マウスでころりん実験室」のページでは、実際の箏の弦のをクリックすると平調子の音階で演奏できる。シミュレーション的に音色を体験できる。