

SMIL を利用した衛星画像のマルチメディア教材化

浅井文男*、有本摩那*、平野年恵**
奈良工業高等専門学校*、(株)シャープ**

初等・中等教育機関における衛星画像の教育利用を図るため、気象観測衛星 NOAA が撮影した高解像度の衛星画像の教材化を試みた。普及が進むインターネットとマルチメディアの教育環境に対応させるため、SMIL を利用してオン・デマンド型のストリーミング教材コンテンツを試作した。大容量の衛星画像データはストリーミングコンテンツの素材に適さないため、画像データ配信システム Image Web Server にハイパーリンクを設定することで、詳細かつ高速な学習情報の提示と閲覧を可能にした。教材コンテンツは試作の段階で、教育利用に基づく評価は今後の課題である。

Educational Use of Satellite Image Data by using SMIL Multimedia Presentations

Fumio ASAI *, Mana ARIMOTO *, Toshie HIRANO **
Nara National College of Technology *, Sharp Corporation **

In Order to facilitate the educational use of satellite image data for K-12 schools, NOAA/AVHRR data are undertaken to utilize for creating teaching materials. An On-demand type streaming content is produced by using SMIL multimedia presentations. The content is hyper-linked to an Image Web Server system, which enables us to present study informations in detail and quickly. Educational evaluation procedures remain as an important future subject.

1. はじめに

気象観測衛星ひまわり(GMS)の雲画像は我が国の初等・中等教育機関の理科教育において広く利用され、その教育効果が確かめられている。最近では環境教育の進展とも相まって、LANDSAT のような地球観測衛星が撮影した衛星画像の教育利用も試みられるようになり、衛星画像の教材化の必要性が高まりつつある[1]。アメリカ海洋大気庁が運用する気象観測衛星 NOAA シリーズが撮影した衛星画像(以後、NOAA 画像と表記する)はひまわり画像と比較して波長分解能や空間分解能が高いという特徴をもつので、海流、流氷、洪水、植生、地形、火山活動、森林火災、土地利用などに関する詳細な学習情報を提示できる。しかし、NOAA 画像のおもな教育利用は地球観測衛星が

撮影した衛星画像と同様、教科書や写真集のような印刷教材に限られている。近年、初等・中等教育機関においてもマルチメディア教育機器やインターネットの導入が急速に進み、教師や児童・生徒がさまざまな教育活動や学習活動に活用できる環境が整備されつつある。NOAA 画像を含む衛星画像の効果的な教育利用を図るためにはマルチメディアとインターネットが統合された教育・学習環境に対応する教材の開発が不可欠であると考えられる。

インターネット上でマルチメディアコンテンツを配信する手段として広く利用されているテクノロジーの1つに RealSystem が挙げられる。第2世代(RealSystemG2)以降の RealSystem は音声、テキスト、静止画、動画など統合したマルチメディ

アストリーミングコンテンツ作成用のマークアップ言語である SMIL をサポートしている。SMIL の特徴は RealSystem がサポートする RealAudio、RealVideo、RealPix、RealText などの各種データタイプの同期提示が記述できることと、スクリーン上のレイアウトが記述できることである。SMIL を使用したマルチメディアプレゼンテーションの手法はすでに数多くの Web サイトで採用され、また、教育用のコンテンツ作成も行われている[2]。SMIL を使用すれば時間軸に沿って衛星画像をレイアウトし、画像の表示と同期をとって説明文やナレーションを提示していく、いわゆるスライドショー形式のマルチメディアストーリーミング教材が作成できる。

本研究の目的は SMIL および RealSystem による衛星画像のマルチメディア教材化を試みることである。NOAA 画像を具体的な教材化の対象とするが、SMIL を利用したマルチメディアプレゼンテーションは LANDSAT のような地球観測衛星の衛星画像の教材化にも適用できると思われる。

2. NOAA と NOAA 画像

2.1 気象観測衛星 NOAA

アメリカ海洋大気庁(National Oceanic and Atmospheric Administration)が運用する気象観測衛星 NOAA は平均高度850km、公転周期約100分の極軌道を周回する準太陽同期衛星である。現在、12号、14号、15号、16号が稼働しているが、基本的には2機体制で気象観測を中心とする観測業務が行われており、約6時間ごとにほぼ同じ領域の画像データが取得できる。画像データは気象、海流、海面温度、植生、火山活動など、さまざまな地球観測業務に利用されている[3]。

2.2 NOAA 画像

NOAA は画像データ取得用の光学センサである改良型高解像度放射計(Advanced Very High Resolution Radiometer)を搭載している。NOAA15 および NOAA16 が搭載している AVHRR/3 の仕様を表1に示す。

2.3 NOAA 画像データ受信システム

筆者は実験室に NOAA の画像データを衛星から

直接取得するため、イギリス TimeStep 社製の小型受信システムを設置している[4]。システムの構成と写真を表2、表3および図1、図2にそれぞれに示す。

表1 AVHRR/3 の仕様

Ch	観測波長帯(μm)	分解能(km)	観測幅(km)	画素数	階調
1	0.58~0.68	1.1	2800	2048	1024
2	0.725~1.10				
3A	1.57~1.64				
3B	3.55~3.93				
4	10.3~11.3				
5	11.5~12.5				

表2 受信機・データ処理系

- ・1.7GHz 帯6チャンネル HRPT 受信機
- ・HRPT データ復調用 ISA カード
- ・パソコン(Pentium 500MHz, 256MB)
- ・19インチディスプレイ
- ・デジタルストレージオシロスコープ
- ・データ取得・画像処理ソフト(WinHrpt)
- ・軌道計算ソフト(Nova for Windows)
- ・OS: Windows 2000 Professional

表3 アンテナ・回転装置系

- ・90cm ディッシュ
- ・ヘリカルフィード
- ・P-HEMT プリアンプ
- ・仰角・方位角ローテーター(G-5500)
- ・ローテーターコントローラ(Auto Track)

この受信システムにより NOAA12, NOAA14, NOAA15, NOAA16 の画像データを継続して取得し、データベースを構築している。取得・蓄積した画像データはおもに雲域除去アルゴリズムの性能評価、サングリント域抽出アルゴリズムの考案、画像データ解析用ソフトウェアの開発、正規化植生指標画像による植生評価などの学術的研究に使用している[5]。

2.4 NOAA 画像の教育利用

ひまわりの雲画像はチャンネル数が2(可視1、赤外1)、空間分解能(解像度)が4 km であるのに対して NOAA 画像のチャンネル数は5(可視1、近赤外1、中間赤外1、遠赤外2)、空間分解能は1.1km である。また、ひまわりの雲画像はモノクロ画像であるが、AVHRR 画像は情報抽出に



図1 受信機・データ処理系



図2 アンテナ・回転装置系

適したカラー画像を容易に作成できる。よって、ひまわりの画像では不可能または困難であった低気圧や寒気の吹き出しに伴う雲の構造と移動、海面温度や海流の分布と変化、流水や積雪域の成長と消滅、森林や水田の季節変化、植生の経年変化、火山の噴煙や海洋汚染の経時変化、海岸線/湖沼/河川/山脈等の陸地地形などに関する精緻で多彩な学習情報の提示ができるようになる。理科教育や環境教育における NOAA 画像の教育利用は、このような自然現象や地球環境に対する児童・生徒の知的好奇心の喚起と学習の動機付けに役立ち、知識の確実な習得と学習内容の正確な理解を容易にするものと期待される。

NOAA の画像データは我が国においても気象庁を始め、多数の研究機関で受信・取得され、データベースが構築されている。しかし、これらのデータベースは研究あるいは実務のために構築されたもので、初等・中等教育機関の教師や児童・生徒が容易に利用できるものではない。画像データから情報抽出を行うためには、放射補正、幾何補正、濃度変換、空間フィルタリング、バンド間演算、カラー画像合成など、さまざまな画像処理を施す必要がある。そこで昨年度より NOAA 画像の教育利用を図るため、画像データにこれらの画像処理を施し、日本列島、列島近海および近隣諸国の気象、地形、土地利用、植生、海面温度、火山活動などが容易に目視判読できる教材用 NOAA 画像の作成と提供を行っている[6]。

3 . SMIL と RealSystem

3.1 SMIL

SMIL とは "Synchronized Multimedia Integration Language" の略語で、World Wide Web Consortium (W3C) が 1998 年に SMIL1.0 として勧告したマークアップ言語であり、以下のような特徴をもつ。

- ・動画、静止画、テキスト、音声、アニメーションなどのメディアクリップを統合できる
- ・メディアクリップの同期提示ができる
- ・メディアクリップのレイアウト記述ができる

SMIL コンテンツはテキストエディタまたはオーサリングツールで作成できる。テキストエディタによる方法では SMIL のソースファイルはもちろん、RealPix や RealText などのメディアクリップのソースファイルもタグを入力してそれぞれ作成する必要があり、手間がかかるが、それだけ自由度は高く、思い通りのコンテンツが作成できる。オーサリングツールを使用する方法は簡便であり、コンテンツを効率よく開発できるが、自由度はツールがサポートする機能に大きく制約される。

3.2 RealSystem

RealSystem はリアルネットワーク社が提供しているインターネット上のストリーミングメディア統合システムで、RealAudio や RealVideo のメディアクリップ作成、配信、視聴などを行う RealProducer、RealServer、RealPlayer などのソフトウェアで構成されている。第 2 世代の RealSystem G2 以降の RealSystem は SMIL をサポ

ートし、Real Time Streaming Protocol(RTSP)による Multi-rate SureStream を採用して、クライアント - サーバ間の帯域変動に対応した効率的なストリーミング配信ができるようになっている。SMIL コンテンツの再生に必要な RealPlayer Basic は無償で提供されている。ストリーミングコンテンツという特色はなくなるが、Web Server による HTTP 配信も可能である。

3.3 SMIL コンテンツの教育利用

衛星画像、テキスト、ナレーションおよび効果音で構成されるスライドショー形式の SMIL コンテンツは、インターネットとマルチメディアを融合した教育・学習環境に適合するビデオ・オンデマンド型の教材であり、児童・生徒の学習意欲の向上と自己学習力の育成に役立つものと期待される。

4 . 教材コンテンツの試作と配信

4.1 教材コンテンツの試作

オーサリングツールの SMIL Editor Ver.2.0 を使用して、日本列島と列島周辺の1年にわたる天候の特徴と変化を解説する教材コンテンツを試作した。中学校理科の学習に利用することを想定して考案したシナリオに基づき、1月から12月までの日本列島と列島周辺の典型的な気象現象や植生などが容易に判読できる NOAA 画像(RealPix) に画像の解説(RealText)を組み合わせるとともに、フェードイン、フェードアウト、クロスフェード、ワイプ、スクロールなどの表示効果と季節感のあるバックグラウンドミュージック(RealAudio)を付加している。RealPlayer で再生した画面のサンプルを図3に示す。このサンプル画面では1月と2月の天候の特徴(寒気の吹き出しや流氷など)を解説している。

RealPix に使用する NOAA 画像は 4.2 節で述べた受信システムで取得した AVHRR データに以下の画像処理を順次適用して作成した。画像はすべて 307 × 250 ピクセルであるが、ファイルサイズは 12KB ~ 29KB である。

- 1) 8 ビット 256 階調データへの変換
- 2) 幾何補正(メルカトル投影法を採用)

- 3) Bitmap 形式の単バンド画像ファイル作成
- 4) 日本列島周辺領域の切り出し
- 5) ヒストグラムの平滑化
- 6) フォルスカラー画像の合成
- 7) Jpeg 形式の画像ファイルに変換



図3 教材コンテンツの画面

4.3 教材コンテンツの配信

2.4 節で述べたように、NOAA 画像や地球観測衛星の衛星画像は静止気象衛星の雲画像よりも空間分解能が高いため、観測対象に関する詳細な学習情報が提示できる。しかし、そのために必要な画像データはファイルサイズが大きくなり、ストリーミングコンテンツの素材には適さなくなる。そこで本研究では互いに相補的な役割をもたせた2種類の NOAA 画像を作成し、教材コンテンツの素材として使用することでこの問題を解決することにした。1つは 4.1 節で述べた NOAA 画像そのもので、切り出し・縮小・不可逆圧縮しているためファイルサイズが小さく、ストリーミングコンテンツの素材として問題なく使用できる。この画像を RealPix に採用した SMIL 教材コンテンツは RealServer でストリーミング配信する。もう1つは切り出し・縮小・不可逆圧縮を行わないフルサイズ・フル解像度・画質劣化なしの NOAA 画像で、Image Web Server と呼ばれるサーバシステムを使用してネットワーク上に配信する。

Image Web Server(IWS)は Earth Resource Mapping 社が開発した画像データ配信システムである[7]。IWSはMicrosoft Windows2000/NT上の標準的なWeb ServerであるInternet Information Sever(IIS)と連携して稼働し、Enhanced Compression Wevelet Protocol(ECWP)を使用して、大容量の画像データをネットワーク上で高速に配信・提示する。フリーソフトとして提供されているWebブラウザ用のプラグインソフトをインストールすれば、IWSが配信する高画質の画像を表示・閲覧することができるだけでなく、マウスを使用して拡大・縮小・移動などの操作をインタラクティブに行うことができる。IWSで配信したNOAA画像のサンプルを図4に示す。表示されている画像は4月16日に取得したNOAA16の画像データから作成した日本列島全体を含むフォールスカラー画像である。チャンネル3、2、1にそれぞれR、G、Bを割り当てて合成しているので、山岳地帯やオホーツク海に残る積雪・氷結領域は空色、針葉樹林帯などの植生領域は緑色、市街地/農地/広葉樹林帯などの非植生領域はレンガ色で表示され、地域による積雪や植生の違いが非常にわかりやすく判読できる。図4の画面では日本列島全体を表示させているが、左上の「虫眼鏡」のアイコンをマウスでクリックすれば、詳細に観察したい地域を拡大表示することができる。また、「手」のアイコンをクリックすれば、画像を左右上下に移動させ、たとえば朝鮮半島や中国東北部を観察することもできる。

SMILはハイパーリンク機能をサポートしている。RealTextの適当な文字列にIWSが配信するNOAA画像のURLをハイパーリンクすれば、SMILコンテンツの側から容易に参照できる。図5～図8にサンプル画面を示す。たとえば図5において、ディスプレイの画面右に見える教材コンテンツの画面からは1月の天候の特徴である寒気の吹き出しがグローバルに判読できるが、北海道東岸に漂着した流氷はよくわからない。しかし、解説文にある「流氷」の文字列をクリックすれば、直ちにディスプレイの画面左に見えるNOAA画像が提示され、流氷の分布状況などが詳細に観察

できるようになる。教材コンテンツの作成と配信には表4と表5に示すソフトウェアとハードウェアとをそれぞれ使用している。

表4 ソフトウェア

OS : Windows2000 Professional RealServer 8.0 Plus RealProducer 8.5 Plus Image Web Server 1.6 (Free Version) Internet Information Server 5.0 SMIL Editor Ver.2.0
--

表5 ハードウェア

DOS/V : Pentium 1GHz, 512MB, 40GB HDD RealServer, Image Web Server, Internet Information Server
DOS/V : Celeron 1GHz, 256MB, 40GB HDD RealProducer, SMIL Editor

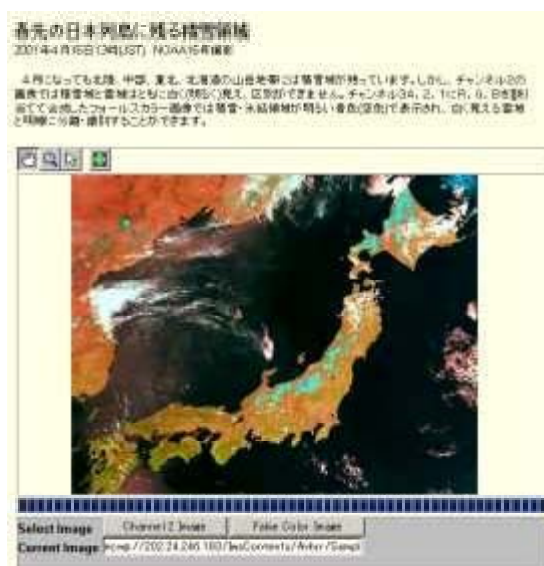


図4 IWSが配信するNOAA画像

5. 今後の課題

試作したSMIL教材コンテンツは筆者の一人のホームページで公開している[8]。今後は教育現場における実践的な利用と教育効果の評価を行うことで、コンテンツの改良と充実やIWS画像提示システムとの連携強化を図る予定である。

本研究は松下視聴覚教育研究財団第8回研究開発助成の援助を受けて行われているものである。



図5 1月の天候とオホーツク海の流氷



図7 4月の天候と山岳地帯に残る積雪

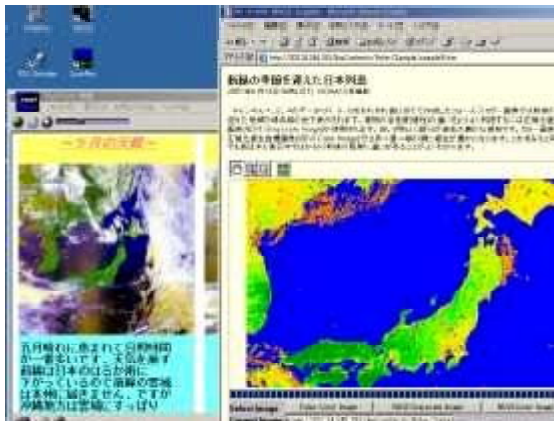


図6 5月の天候と新緑の季節の植生

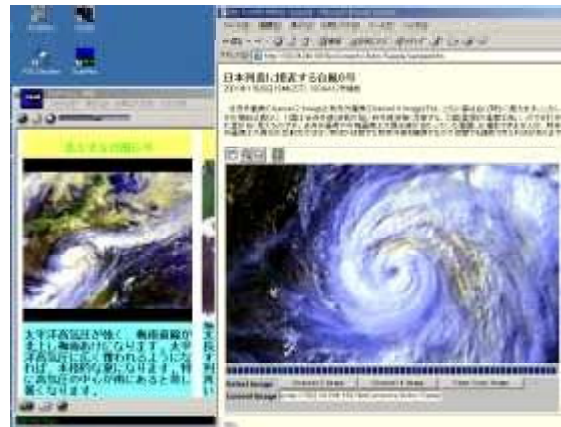


図8 7月の天候と北上する台風6号

参考文献

- [1]リモートセンシング - 教育における衛星画像の活用 -、宇宙開発事業団、(2000)。
- [2]中田、野口、井上、若菜、SMIL を用いた自習用 Web 教材の制作過程について、教育システム情報学会誌、Vol.18,No.1,pp.148-152、(2001)。
- [3]秋山、福原、斉藤、深山、農業リモートセンシング、養賢堂 (1996)。
- [4]花田和香子、浅井文男、NOAA/AVHRR データ取得解析システムの構築、第14回学生によるコンピュータ利用研究会発表予稿集、pp.15-16、(2000)。
- [5]浅井文男、衛星画像データ処理の指導事例、工学教育、Vol.48,No.3,pp.33-37、(2000)。
- [6]浅井文男、フォトタッチソフトを利用した衛星画像処理、平成12年度工学・工業教育研究講演会講演論文集、pp.163-166(2000)。
- [7]Image Web Server User Guide, Earth Resource Mapping Ltd, (2000)。
- [8]以下のURLを参照。
<http://www.info.nara-k.ac.jp/~asai/labo.html>