

## GMS-5 気象衛星画像データベースと 統合視覚化システムの構築

菊地 時夫<sup>†</sup> 喜連川 優<sup>††</sup>

World-Wide Web において様々な情報が提供されているが、生活に役立つ一次情報として重要なものの1つに気象情報がある。我々は、東京大学生産技術研究所で受信した GMS-5 (ひまわり 5号) データのアーカイブから、研究者向けの幾何補正済みデータを作成してきたが、さらに独自処理により教育・一般向け気象衛星画像アーカイブとその動画ビューを提供している。本論文では、最近の VRML ブラウザと PC の処理能力向上をふまえて、画像データ応用としての三次元仮想現実による雲の準リアルタイム視覚化を試みた。WWW 統計に見られる継続的なアクセスの増大のほかに、リンク要請や教育実践報告が寄せられていることから、気象衛星画像の常時提供と統合視覚化システムの構築が社会・教育の面でも貢献していることが明らかとなった。

### GMS-5 Meteorological Satellite Image Database and Integrated Visualization System

TOKIO KIKUCHI<sup>†</sup> and MASARU KITSUREGAWA<sup>††</sup>

It should be noted that the weather data is one of the most useful primary information among the various pages on the World-Wide Web. We have been operating on production of geo-coordinate mapped satellite data for researchers using the GMS-5 data archive at the Institute of Industrial Science, University of Tokyo, as well as processing weather images and their animations for public and educational use. We are able to visualize 3D virtual reality of clouds over Japan in near real time with referring the output of JMA weather prediction model. Analysis of WWW server statistics and record of link requests showed that this system contributes to the public and educational communities by providing the weather images and integrated views continuously.

#### 1. はじめに

現在、World-Wide Web において様々な情報が提供されており、なかでも気象情報は生活やビジネスに役立つ情報の1つとして重要な位置を占めている。また一方で「ひまわり」をはじめとする気象衛星による雲画像は、WWWに限らず新聞・TVで提供されていて、気象状況を把握し自分の行動を決定するのに有効な情報として一般に定着している。この雲画像を初等・中等などの教育や気象学や環境科学などの研究で有効利用するためには、単に最新の画像を WWW で提供するだけでなく、これらの画像データを再利用しやすい形でアーカイブする必要がある。ところが、現状においては気象情報の一部として衛星画像を提供している

WWW サイトは数多く存在するにもかかわらず、過去にさかのぼって再利用できる解析可能数値データとして提供しているサイトは非常に限られている。

そのような、限られたサイトの1つである、高知大学理学部数理情報科学科(1998年まで情報科学科)では、1994年日本におけるWorld-Wide Webの導入とほぼ同時に、気象衛星画像提供を開始し<sup>1)</sup> 今日に至っている。当初は単に(財)日本気象協会によって作成され Anonymous FTP で配布されていた画像を再配布するだけであったが、1995年より東京大学生産技術研究所において GMS-5 (ひまわり 5号)<sup>2)</sup> の受信が開始されデータアーカイブが構築されたことにより<sup>3)</sup>、1996年9月からは、これを利用して作成した独自画像を公開できるようになった。

一方、近年における WWW 技術とパーソナルコンピュータの能力の向上には目覚ましいものがあり、Virtual Reality Modeling Language (VRML/Web3D) を用いた WWW プレゼンテーションが一般家庭や教

<sup>†</sup> 高知大学理学部

Faculty of Science, Kochi University

<sup>††</sup> 東京大学生産技術研究所

Institute of Industrial Science, The University of Tokyo

表 1 GAME データセット  
Table 1 GAME data set.

名称	範囲		解像度 (度)	画像サイズ (pixel)	ファイルサイズ (gzip)	
	西-東	北-南			CH	
ALL	70E-150W	70N-70S	0.25	560 × 560	IR1	約 220 KB
					IR2	約 220 KB
					IR3	約 120 KB
					VIS	20~180 KB
GAME	70E-160E	70N-20S	0.05	1800 × 1800	IR1	約 1.6 MB
					IR2	約 1.6 MB
					IR3	約 0.8 MB
					VIS	0.1~1.6 MB
CAL	IRx (赤外) から輝度温度, VIS (可視) から白色度への換算表					

育現場でも利用できるようになりつつある。衛星画像データについても VRML を利用して、観測時刻の情報や地形などの地理情報、他の気象情報などを、時間的・空間的に統合し視覚的に提示することは、気象状況や環境情報の理解を助けるものとして有効と思われる。

本論文においては、東京大学から高知大学を經由して WWW によって公開している GMS-5 気象衛星画像データアーカイブと、それより作成している雲画像とその動画ビューなど標準的プロダクトの概要を説明し、新しい試みとしての VRML を応用した雲の仮想現実表現のための統合視覚化システムの構築について報告する。

## 2. 衛星画像コンテンツとそのデータベース

### 2.1 幾何補正とデータアーカイブ

本研究で用いている GMS-5 気象衛星による観測データの概要については、付録 A.1 を参照されたい。東京大学生産技術研究所で受信された S-VISSR データは当該研究所のアーカイブシステム<sup>4)</sup>に保存されるが、オリジナルデータは静止軌道上から地球を眺めたもので緯度経度との対応がただちにはつかないため、実際にはデータ解析などで再利用が非常に難しい。そこで、緯度経度座標へのマッピング処理つまり幾何補正が必要となる。

ここでは、主に GEWEX (Global Energy and Water EXperiment) Asian Monsoon Experiment (GAME) に参加する研究者の要求をもとに、利用頻度の高い領域・解像度で緯度経度座標にマッピングした 2 種類の幾何補正済データ (表 1) を作成することにした<sup>5)~8)</sup>。つまり、ALL では GMS-5 の全観測領域を低解像度でカバーし、GAME では研究対象となるアジア地域を赤外チャンネルの最大解像度でカバーしている。また、データ形式は画像処理ソフトが利用できることを考慮して、PGM 形式を採用している。データ量は、ALL について 1 チャンネル約 300 KB、

GAME で約 3.2 MB であるが、GNU zip (gzip) を用いて可逆圧縮するため実際のファイルサイズはその半分程度になる。なお、IR3 はデータのダイナミックレンジが小さく、VIS は夜の部分のデータがなくなるため、圧縮率は一定ではない。

また、実際の運用においては、毎時間観測受信されるデータを受信直後にアーカイブシステム (Sun Enterprise 6500) の上で幾何補正を行い、インターネット経由で高知大学へ転送し、GAME 研究者への配布や次に述べる統合視覚化システムの構築などに供用している。幾何補正済みデータは 1995 年 6 月の GMS-5 運用開始時点から 2000 年 12 月現在まで継続して作成されており、毎月 1 本の 8mm テープ (約 4 GB) で保存されている。そのうち高知大学気象情報サーバのディスク上で、研究者向けに公開されているのは ALL の全データ 26 GBytes と GAME のうち初期の 1996 年以前を除く約 150 GBytes である。また、研究者向けのデータ配布は HTTP による直接ダウンロードではなく、8mm データテープの回覧を併用し、システム負荷とネットワークトラフィックの軽減を図っている。

### 2.2 一般提供用画像の作成とアーカイブ

本システムにおいては研究用にデータを作成するだけでなく、それを広く一般・教育への普及用に視覚化した一般提供用画像、つまり一般の気象情報・天気予報に使用されるものと等価な画像を作成している。さらに、GMS-5 の広範囲・多チャンネルにわたる観測データを有効に活用できるように、多種類の画像を作成していることも特長である。これらは「高知大学気象情報頁」の名前で立ち上げられた Web サーバによって提供している。図 1 には、「気象情報頁」のブラウザ・スナップショットを表示した。このページではそれぞれの画像の簡単な説明があると同時に、サムネイル画像を作成し配置することにより、ユーザが容易に目的の最新画像にたどり着けるように配慮している。

「高知大学気象情報頁」 (<http://weather.is>).

kochi-u.ac.jp/) で提供されている画像は表 2 に示すようになっている。例として図 2 に日本付近雲画像 (FE) を示してあるが、天気図に用いられている Polar Stereo 図法による再変換を行い、背景に NOAA NGDC の 5-Minute Gridded Elevation Data (ETOPO5)<sup>9)</sup> を使った地形画像を加えている。同様の手法は CH3 を使った水蒸気画像 (WV) や赤道をはさんだ東南アジア画像 (SE) にも適用している。また表 2 に示すように GAME データ以外に直接 S-VISSR データから作成しているもの、University of Wisconsin-Madison で処理された静止・極軌道気象衛星の合成による全球および南極画像<sup>10)</sup> も同じサーバで提供して

いる。

さらに、本システムでは、いったん作成した画像はすべてアーカイブしており、気象現象の研究や教育に自由に活用できるようにしている。特に、FE 画像の中間生成画像である背景のない画像は、画像から自然現象に関する知識を発見する<sup>11)</sup> などの、研究用途に最適であり、これも PGM 画像形式のファイルとしてアーカイブして利用に供している。

### 2.3 動画ビューの作成

気象衛星で観測される雲画像は単独でも状況を把握するのに有効であるが、連続したシーケンスを観察することで、低気圧や台風の移動速度の把握による近い将来の予測が可能になるだけでなく、過去のデータを選択する際のブラウジングに使うことができる。

このため、表 2 の動画作成欄に丸印をつけた画像については、最新の 2 ないし 4 日間についての MPEG



図 1 高知大学気象情報頁

Fig. 1 Kochi University Weather Home.



図 2 日本付近の雲画像 (FE) の例。GAME データから Polar Stereo 図法に変換し、NOAA ETOPO5 による地形データを付加してある。

Fig. 2 An example of cloud image over Japan area (FE). The satellite image is transformed into a polar stereo projection and the geographical information is added using NOAA ETOPO5 data.

表 2 一般用提供画像

Table 2 Images for general use.

名称	チャンネル	投影法	サイズ	動画作成
GAME より				
FE (日本付近雲画像)	IR1	Polar Stereo	640 × 480	○
WV (同 水蒸気画像)	IR3	Polar Stereo	640 × 480	
SP (同 スプリット画像)	IR2 - IR1	Polar Stereo	640 × 480	
SE (アジア雲画像)	IR1	Mercator	640 × 480	○
生研 archive より				
JV (日本可視画像)	VIS	緯度経度	480 × 480	
QL (半球画像)	IR1+IR2+VIS	簡星	572 × 572	○
Wisconsin 大より				
GL (全地球雲画像)	IR	準緯度経度	640 × 350	○
AN (南極雲画像)	IR	Polar Stereo	512 × 512	○

動画を毎時間作成し更新している。さらに、ALLデータアーカイブについても、IR1とIR3チャンネルについて10日間ごとの動画を作成してデータブラウザの便宜を図っている。

動画作成の元になる個々の画像はすでにアーカイブされているため、ユーザが画像範囲・期間・時間ステップなどを指定して自由に動画ビューを作成するようにシステムを構築することも原理的には可能である。CPU能力や作業領域などの余裕がないため現時点では実現していないが、今後の課題である。

### 3. VRMLを用いた雲画像情報の視覚化

本論文では、赤外画像に含まれる温度情報を利用し、一般に容易に入手できるVRMLブラウザを用いた雲の仮想現実表示を試みた。雲の3次元的表現の試みは、研究室など限られた環境では1980年代から行われているが、学校教育現場などの一般のPCでの実現はWWWとVRMLブラウザの出現で初めて可能性が出てきた。実際、いくつかの試み、たとえば、NASAによって作成されたハリケーンのVRMLモデル<sup>12)</sup>のようにデモンストレーションとしての気象イベントの表示などがある。しかし彼らの手法は、盛り上がった雲と地表を連続させた擬似地形モデルに衛星写真を貼り付けるというもので、雲が浮遊しているところなどは表現できていない。本研究では、衛星画像だけでなく気象解析情報を参照することでより現実に近い雲を表現し、リアルタイムに近い形で、一般向けに3次元モデルを提供することを目標にした。

#### 3.1 赤外雲画像の温度情報

図3にGMS-5による赤外雲画像の例を示す。画像の範囲は120E~150E, 30N~50Nで、日本列島を含む領域で1ピクセルは0.25×0.25度である。一般の天気予報に使用される画像では解像度が高く、地図を重ねて見やすくしてあるが、ここでは後の処理でデータとして扱うため、VRMLモデルの作成に必要な解像度に抑え、また地形などの余計な情報は入っていない。

赤外線での雲の観測をする原理は概略以下ようになる。まず、赤外線強度を測定するが、これは対象物の温度によって変化する。一方、高度が高くなると気温は低くなるのが分かっており、雲も高い位置にあるほど温度が低くなる。したがって、赤外線強度の小さいところは雲であると認識できる。実際には、赤外線の波長によって大気による吸収が異なるため、最も吸収の少ない波長領域を選んで観測している。なお、赤外線強度から求めた温度を特に輝度温度と呼ぶ。

GMSによるピクセル値を輝度温度に変換する表は、

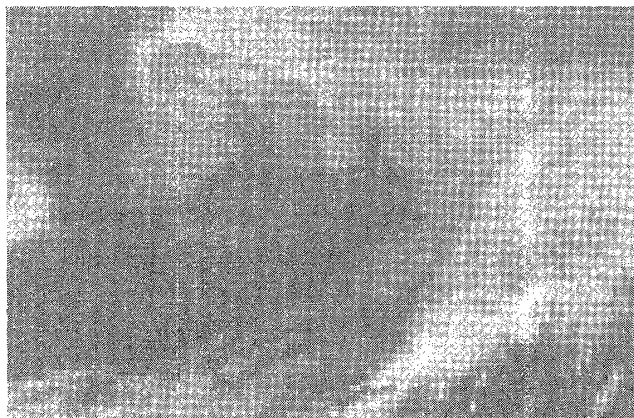


図3 VRMLモデル作成に用いるGMS-5赤外画像(120~150E, 30~50N)

Fig. 3 GMS-5 infrared image for VRML model creation.

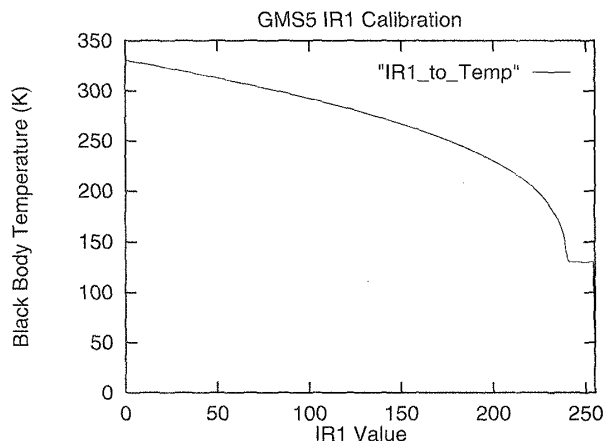


図4 赤外画像ピクセル値 → 輝度温度較正曲線

Fig. 4 Pixel value to brightness temperature calibration curve.

DOCデータに含まれており、画像と同時に送信されている。図4に示した較正曲線を見て分かるように、温度が低いほど明るくなるようになっていて、雲を白く見せるようにしている。

#### 3.2 気象予報モデル

気象庁ではまた、世界各地の地上・高層気象観測データをもとに気象予報のためのモデル計算(数値予報)を行っている。その予報値はアメリカ・ヨーロッパなどにおける数値予報との比較のため公開されており<sup>13)</sup>、Anonymous FTPで入手可能である。気象庁のモデルは全世界(Global Spectral Model)とアジア地域(RSM: Regional Spectral Model)の2つがあり、それぞれの格子点値(GPV: Grid Point Value)がある。これらのうちRSM/GPVの水平解像度は1.25度で、図3の解像度の約1/5であるが、実際の大気中の高度・温度関係は雲の分布に比べて急激な変化は少ないことが知られており、内挿処理をすることで衛星画像が示す雲の温度からその高度を推定することができ

る。ただし、GPV では鉛直方向の参照に高度でなく等気圧面を用いているため、気温だけでなく等気圧面高度を用いて気温・高度換算を行う必要がある。気温・高度の関係の一例を図 5 に示す。ここでは、140E に沿って 30N, 40N, 50N の 3 地点で表示した。また、GPV データは 10hPa 等圧面（高度約 30,000 m）まで計算されているが、図では雲の存在する対流圏（約 12,000 m まで）に限っている。以上のように、雲の 3 次元表示に必要な高度の計算には気象衛星画像だけでなく、地上・高層の気象観測データが必要である。

### 3.3 雲の 3 次元表示

図 3 の赤外画像と GPV データから雲頂高度を計算

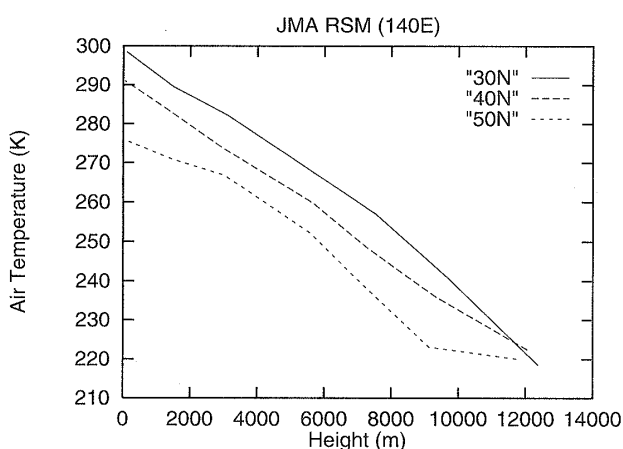


図 5 気温・高度図 (2000/10/2 140E 30N, 40N, 50N)  
Fig. 5 Temperature/height curves for three different latitudes along 140E.

してモデルを作成し、VRML で表示したのが図 6 である。ここでは、画像の点でできる格子点をさらに分割し、三角形を基本にして平面を構成している。また、三角形の頂点が 1 つでも 1,000 m 以下である場合には雲としての表示を省略しているが、これは、地表付近の気温が GPV からずれることが多いことと、雲頂の低い雲は降水の観点からは重要度が低いことを考慮している。また、ETOPO5 データ<sup>9)</sup> を用いて海底を含む地形を表現している。

図 6 を図 3 と比較すると、大陸上の渦状の雲のかたまりから北海道、東北地方太平洋岸を通して本州南海上へと前線の雲が伸びている様子が分かり、さらに、本州の東方海上にある前線雲は非常に高い雲であることが分かる。気象学的には、このように高く発達した積乱雲は、雷や強い風雨をともなっていることが知られていることから、防災気象情報の伝達などに有効に活用できるものと期待される。なお、ここでの垂直拡大率は約 100 倍であり、一般の 3D 地形図などに比べてかなり誇張されている。

この VRML モデルのファイルサイズは、雲モデルが雲の多少によって 100~300 KB 程度、地形モデルが約 600 KB である。学校などの教育現場ではインターネットへのアクセス回線が INS 64 kbps 程度のことが多いと思われるため、教室の授業でいきなりクリックして表示しようとしても時間がかかりすぎると思われ、あらかじめキャッシュしておくなどの工夫が必要であ

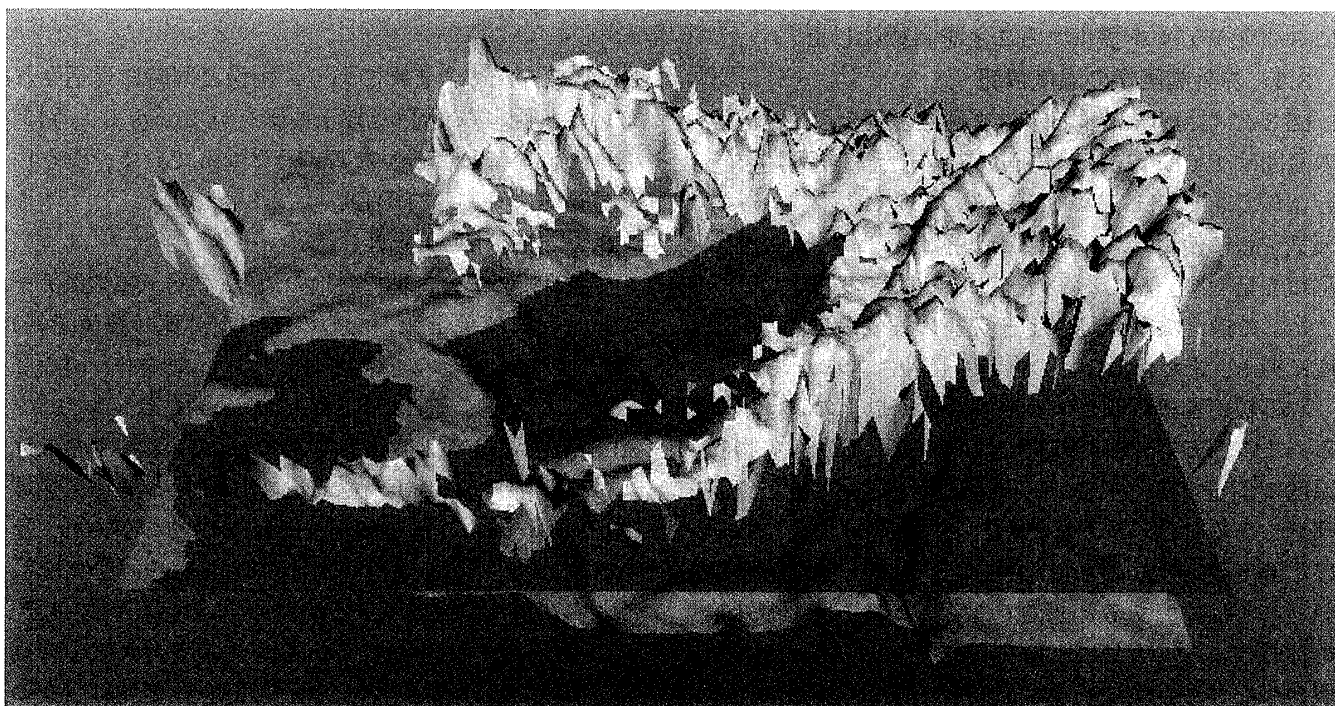


図 6 VRML による雲と地形の表示  
Fig. 6 VRML representation of cloud and terrain.

ろう。しかし、いったん表示ができれば、VRMLブラウザのウォークスルー機能を使って、雲と山を眺めながらの日本一周クルーズなど、スムーズで効果的なプレゼンテーションができる。

また、モデル作成にかかる時間は、雲の多少によるが SPARCStation 5/110 で 1, 2 分程度であり、衛星画像の更新に合わせて毎時間の処理も可能である。実際には、VRMLブラウザの普及が遅れているためアクセス頻度が低く、1日1回の更新にとどめているが、運用ベースでの使用に十分耐えることを実証中である。

一方、ここでの雲の3次元表示は、現時点では雲頂を表示しているだけであり、多層にわたって重なっている雲や、雲の種類によるボリュームの違いなどを表現できていないという問題点も持っている。今後、さらに多種類の観測データベースを構築し統合していく必要がある。

#### 4. システムの運用状況とその評価

1998年頃までの気象情報頁開設当初のアクセス状況については、別に報告を行っているが<sup>1),14)</sup>、1998年以降のアクセス統計をグラフにしたものを図7と図8に示す。トップページへのアクセスは台風襲来時の一時的なピークを除いては、ほぼ横ばい状態である。これは、インターネット拡大とともに類似のホームページが増大したことや、提供データが衛星画像だけで天気図や予報がないためと推察される。一方、日本付近雲画像 (FE) へのアクセスは2年間に1~2万/週から約2倍の3~4万/週へと伸びている。これは、画像自体へのリンクを認めているだけでなく、雲を読み取りやすいように独自の画像処理を迅速に行っていることなど、オリジナルデータの持つ優位性を表している。図8のデータ転送量については、98, 99年がアクセス件数に見られる台風襲来のピークと一致するのに対して、2000年に入って気象現象と無関係なピークが現れている。これはログの参照によると GAME データへのアクセスであり、研究用にまとめたデータが必要ときに、テープメディアでなく、ネットワーク転送が利用されるようになってきたことが分かる。

動画の利用状況について、2000年12月17日から23日の1週間のログを集計してみると、FE画像へのアクセスが35825件であったのに対し、FE動画へのアクセス件数は3114件であった。一方、VRMLによる雲表示に関するアクセスでは、同じ期間に73件のアクセスを記録した。しかし、これは実際にブラウザでの表示ができたわけではなく、VRMLソースの中で include している雲モデルファイルへのアクセス

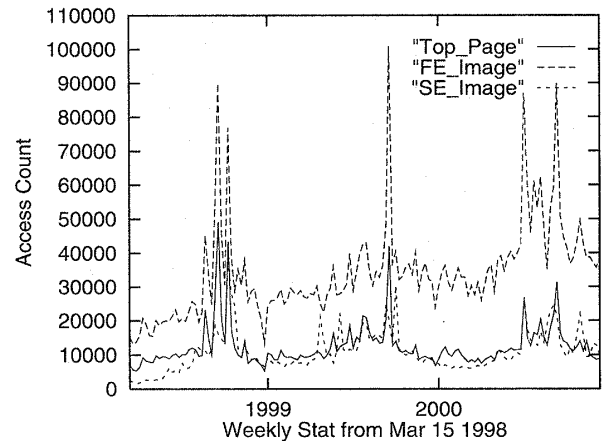


図7 気象情報頁のトップ、日本付近雲画像、東南アジア雲画像への週ごとのアクセス件数。x軸の目盛は各年の第1週を示す。  
Fig.7 Weekly access count for the top page and major images.

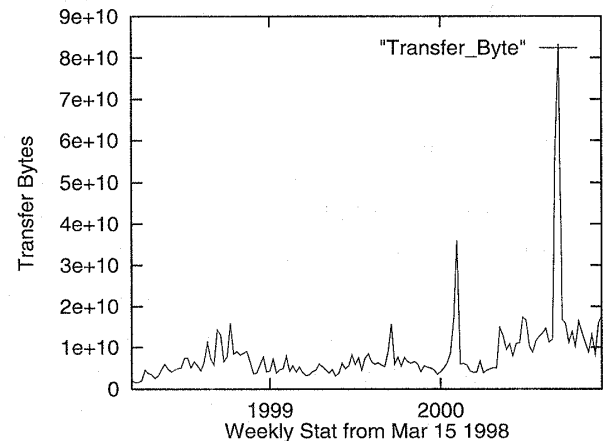


図8 週ごとの転送データ量 (bytes/week)  
Fig.8 Weekly data transfer graph.

の方は38件にすぎず、また、動画のアクセス件数に比べても微々たるものでしかない。これは、PCでは動画の再生機能がほぼ標準で装備されているのに対して、VRMLブラウザが十分普及していないと思われるが、現在PCの性能が飛躍的に上がってきており、今後気象情報の統合視覚化を含む、良質で多様なコンテンツが出てくればVRML (Web3D) ブラウザも普及し、活用の機会が増えてくるものと思われる。

また、実際の利用者のプロフィールを示す例としてリンク希望登録ページ (気象情報のリンクの広場 <http://lips.is.kochi-u.ac.jp/WXlink/wxlink.html>) に登録のあったURLについて調査したものを表3に示す。登録は4年以上にわたっており、その半分以上はすでに消えていたが、残りの124件についてそれぞれのページの主な設置目的を調べた。表3で分かるように、一般の趣味や実用を目的とするページが大多数を占めるが、約1/5というかなりの数が教育

表3 リンク登録による利用者のプロフィール  
Table 3 User profile as appeared in link registration.

リンク作成報告総数 (1996~2000)	286
2000年11月現在有効 URL	124
趣味 (天文・釣など)	40
初等・中等教育関係	25
(内訳) 小学校	(13)
中学校	(3)
高校・その他の学校	(3)
教育センターなど	(6)
一般ポータルサイト (ISP, 検索サイトなど)	17
大学・研究関係	12
自治体・行政・観光	10
気象会社等	8
その他	12

関係である。このほかにも、気象情報頁を使った教育実践報告<sup>15)</sup>もなされており、長期にわたるオリジナルで利用しやすい画像データの提供が、教育関係を中心とする社会に貢献していることを示しているといえよう。

## 5. 結 語

東京大学生産技術研究所と高知大学では、GMS-5 気象衛星画像の幾何補正を継続しアーカイブすることで、一般の気象情報・天気予報サイトにはない、多種多様な画像作成や動画作成などの利用が可能となった。また、衛星画像の応用例として、雲の準リアルタイム 3D 表示を試みた。今後は、今回利用した GPV のほかに NOAA (極軌道気象衛星) や TRMM (熱帯降雨観測衛星) など多岐にわたる観測情報を統合することで、より現実に近い視覚化を試みたい。

なお、気象情報をはじめとする地球環境情報は、本来空間的な広がりを持つものであり、VRML などの仮想現実表現の応用に適している。たとえば、全地球的に広がる情報の場合には、平面に展開するよりも仮想地球儀上に表示することで、面積や方位の不整合を取り除くことができる<sup>16)</sup>などの利点がある。今後、科学的に見て質の高いコンテンツを作成・提供していくことでブラウザ普及と表現力向上の相乗効果が得られるのではないかとと思われる。

GMS-5 気象衛星画像は、学校教育や趣味・実用の一般向けにも有効利用されており、社会的にも貢献をしている。さらに、本論文で取り上げた気象関係だけでなく、データベース研究のテストデータ<sup>11)</sup>や、マルチキャストを用いたデータ転送の実験<sup>14)</sup>などにも有効利用されている。今後もこのデータ処理とアーカイブ公開を継続することで、さらに広い分野へと応用が拡大されるであろう。

謝辞 GMS アーカイブシステムの運用にあたって、東京大学生産技術研究所根本利弘助手に感謝の意を表す。

## 参 考 文 献

- 1) 菊地時夫, 本田理恵: 高知大学理学部情報科学科における World-Wide Web サーバー構築について, *Memoirs of the Faculty of Science, Kochi University*, Vol.F-16, pp.41-52 (1995).
- 2) Japan Meteorological Agency: Revision of GMS Stretched-VISSR Data Format, *Technical Note*, p.47 (1993).
- 3) 根本利弘, 喜連川優, 高木幹雄: ネットワークによる衛星データアーカイブシステムの利用法, *生研フォーラム第8回「宇宙からの地球環境モニタリング」* (1997).
- 4) 根本利弘, 喜連川優: スケーラブルテープアーカイブにおけるテープマイグレーションを用いた負荷分散手法とその性能評価, *電子情報通信学会論文誌*, Vol.J82-D-I, No.1, pp.53-69 (1999).
- 5) 鈴木雅之, 高木幹雄: 気象衛星ひまわり S-VISSR データの幾何学的歪補正, *生研フォーラム第6回「宇宙からの地球環境モニタリング」* (1995).
- 6) 井戸大治, 高木幹雄: GMS S-VISSR データの幾何学的歪補正, *生研フォーラム第7回「宇宙からの地球環境モニタリング」* (1996).
- 7) 井戸大治, 高木幹雄: 高度な幾何学的歪補正をほどこした GMS 画像データベースの構築, *生研フォーラム第8回「宇宙からの地球環境モニタリング」* (1997).
- 8) 菊地時夫: インターネット (WWW, Mbone) による衛星画像提供システム構築の試み, *生研フォーラム第8回「宇宙からの地球環境モニタリング」* (1997).
- 9) National Geophysical Data Center, National Oceanic and Atmospheric Administration: *Global Relief CD-ROM*. <http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/fliers/93mgg01.html> (1993).
- 10) Space Science and Engineering Center, University of Wisconsin-Madison: *Satellite Composit Images*. <http://www.ssec.wisc.edu/data/composites.html> (1994-2001).
- 11) 片山幸治, 小西 修: 知識発見支援のための気象画像データベースの構築, *情報処理学会論文誌データベース*, Vol.40, No.SIG 5(TOD 2), pp.69-78 (1999).
- 12) Beaujardiere, J.: Hurricane Linda in VRML. <http://vrml.gsfc.nasa.gov/linda/> (1998).
- 13) 気象庁: WMO Distributed Database. <http://ddb.kishou.go.jp/> (1997-2001).
- 14) 菊地時夫: WWW を用いた気象衛星画像提供シ

システムの構築と運用について, 日本ソフトウェア科学会研究会資料シリーズ (8), p.8 (1998).

- 15) 大野高範: 自ら課題を求め, 探求し続ける生徒の育成とコンピュータの活用, 平成 8-9 年度文部省指定機器利用研究 [研究紀要] (高知県, 大川村立大川中学校), pp.63-70 (1997).
- 16) 生駒栄司, 喜連川優: 地球環境データ視覚化システムの構築, DEWS2000 (2000).

## 付 録

### A.1 GMS-5 の観測データ概要

GMS-5 (Geostationary Meteorological Satellite) は日本の気象庁が運用している静止気象衛星で, 東経 140 度赤道上約 35,800 km に位置し, 1 分 100 回転で自転しながら, 1 時間ごとに地球を可視および赤外 3 チャンネルのセンサで走査している. 各センサの特性は, 可視: 0.55~0.9  $\mu\text{m}$ , 赤外 channel 1: 10.5~11.5  $\mu\text{m}$ , channel 2: 11.5~12.5  $\mu\text{m}$ , channel 3: 6.5~7.0  $\mu\text{m}$  であり, 衛星直下での解像度は赤外 5 km, 可視 1.25 km である.

観測されたデータは, 気象庁気象衛星センターで受信処理され, GMS-5 衛星搭載のトランスポンダを使って各地の地上局へ配信されている. このデータは S-VISSR (Stretched Visible Infrared Spin Scan Radiometer) と呼ばれるデジタルデータで, 可視 84,418,560 bytes, 赤外 3 チャンネル各 5,862,400 bytes, 衛星の軌道・姿勢情報など DOC データ 64,000 bytes からなる.

なお, GMS からはこのほかに WEFAX と呼ばれるアナログ画像も放送されていて, 小規模の施設で受信することができ, 報道機関や科学館・教育センターなどで利用されているが, S-VISSR 受信システムの対象外であり, また, 数値解析などへの再利用が事実上

不可能であるため本論文におけるシステム構築では取り上げていない.

(平成 12 年 12 月 20 日受付)

(平成 13 年 2 月 13 日採録)

(担当編集委員 有澤 博)



菊地 時夫 (正会員)

昭和 48 年京都大学理学部卒業. 昭和 56 年北海道大学大学院理学研究科地球物理学博士課程修了. 理学博士. 昭和 54 年高知大学理学部物理学学科助手. 平成 2 年より高知大学理学部情報科学科 (平成 10 年数理情報科学科に改組) 助教授. インターネットを用いた地球環境衛星データ配布実験, 地域ネットワーク実験等の研究に従事. 日本気象学会, 日本雪氷学会, リモートセンシング学会, IEEE-GRS 各会員.



喜連川 優 (正会員)

昭和 53 年東京大学工学部電子工学科卒業. 昭和 58 年同大学大学院工学系研究科情報工学博士課程修了. 工学博士. 同年同大学生産技術研究所講師. 現在, 同教授. 概念情報工学研究センター長. データベース工学, 並列処理, Web マイニングに関する研究に従事. 平成 9, 10 年本学会データ工学研究専門委員会委員長. 平成 12 年度より ACM SIGMOD Japan Chapter Chair, VLDB Trustee, IEEE ICDE, PAKDD ステアリングコミティメンバ, IEEE, ACM 各会員.