

## 特別論説



## 情報処理最前線

次世代のインターネットを形作るVRMLの  
3次元の世界†

—VRMLの技術詳細と、最新動向—

安藤 幸央††

## 1. はじめに

Mosaic, Netsape NavigatorなどのWWW (World Wide Web) ブラウザの登場により火がついたInternetブーム。日々新しいWWWサイトが立ち上がり、また数々の面白い最先端の試みが世界中でなされている。従来ネットワークは研究者、コンピュータ技術者だけのものであったが、最近では思いもよらないようなさまざまな業種がネットワークビジネスに参入してきている。かえってそれらの新たに参入してきたものの方が面白い効果、利用法を考え、新聞、雑誌、テレビとはまた違った、1つの巨大なメディアとして成長しつつあるのが現状だ。

VRMLの登場により、WWW上で扱えるデータが従来の文字、音声、画像、動画といった2次元の世界から、3次元グラフィックスのデータを扱えるようになり一挙に世界が広がった。このVRMLがWWWの世界、コンテンツの方向性に与えるインパクトは大変大きく、その応用範囲は無数の可能性を秘めている。

VRMLとはVirtual Reality Modeling Languageの頭文字を取ったもので、文字どおり「ブイ・アール・エム・エル」、まれに「バーメル」と読まれる。

VRMLは従来の2次元の世界しか表現できなかったWWWの世界に現実世界と同じように3次元の世界をもたらそうというものだ。2次元の表現では自ずと限界があり、私たちが現実生活している空間が3次元なのだから、WWWの世界も3次元で表現できると便利なこと、効果的なことが数々あるはずだ。

† VRML's 3D WORLD—Sculpting the Next Generation Internet—Technology and Trends in VRML—by Yukio ANDOH (NK-EXA Corporation, Systems Research and Development Dept.).

†† (株) エヌ・ケー・エクス技術部

☆ 本文中に出てくる製品名などは各社の登録商標です。

このVRMLはある一企業が作ったり、利権を握っているものでは決してなく、Internet上のさまざまな英知を集めて作り上げたものだ。つまり、誰でも、どんな小さな研究所でも大学でもライセンス料なしに自由に使い、利用し、製品を作ることができる。WWWのサーバもVRML用に特別なものが必要というわけではなく、従来情報発信に用いていたWWWサーバをそのままVRMLのサーバとしても活用できる。誰もが自由に使える技術としてこれから大いにネットワーク上で進化していく技術であるといえる。

## 2. VRMLの歴史

1993年後半にWWWに3次元のインタフェースをもたらそうと、以前からVR関連の仕事をしてきたMark Pesce氏とAnthony Parisi氏(現米インターネットソフトウェア社)の2人は考えていた。そのアイデアを1994年5月に開催された第1回目のWWW Conferenceで、WWWの創始者として有名なTim Berners-Lee (CERN) に相談したのをきっかけに、そのアイデア (VRML) を実現するためにPesce氏は精力的に活動を開始する<sup>1), 2)</sup>。

まず、1994年6月に米WIRED誌の編集部Brian Behlendorfの協力を得て、VRMLについて討議する場となるメーリングリストを立ち上げた。その後VRMLの最初の仕様はこのメーリングリスト内で討議され固められてきた。

そのとき求められた条件は、以下のものであった。

- ・ Web上の3Dに関する共通言語
- ・ 拡張性がある
- ・ マルチプラットフォームに対応する
- ・ 14440bpsのモデムをつないだ486クラスのPCでも快適に動く (バンド幅が狭いコネクションでの処理能力の高さ)

- ・ほかのグラフィックフォーマットからの変換が容易
  - ・HTMLのように可読性がある
  - ・コンパクトで、圧縮が容易である
- そのような条件のもと、候補に上ったのは以下の7つのフォーマットであった<sup>3)</sup>。
- ・Open Inventor：米シリコングラフィックス社  
<http://www.sgi.co.jp/Technology/Inventor.html>
  - ・Web OOGL：Object Oriented Graphics Language  
米ミネソタ大学ジオメトリセンター  
<http://www.geom.umn.edu/software/geomview/docs/ooglman.html>
  - ・CDF：Cyberspace Description Format  
米Autodesk社  
<http://vrml.wired.com/proposals/cdf/cdf.html>
  - ・AFF：A File Format for the Interchange of Virtual Worlds  
Bernie Roehl, Kerry Bonin  
<http://vrml.wired.com/proposals/ffivw.html>
  - ・Meme：Multitasking Extensible Messaging Environment  
米イマーシブシステム  
<http://remarque.berkeley.edu/~marc/overview.html>
  - ・Labyrinth：Anthony Parisi, Mark Pesce  
<http://vrml.wired.com/proposals/labspec.html>
  - ・MSDL：Manchester Scene Description Language  
米マンチェスター大学  
<http://info.mcc.ac.uk/CGU/MSDL/MSDL-intro.html>

これらの候補の中から、SIGGRAPH 94のディスカッションやメーリングリストでの投票を経て、VRMLのベースとしてSGIが開発した3D CGのシーン記述ライブラリであるOpen Inventorファイルフォーマットを採用することが決定した。必要とされるさまざまな機能が含まれていることと、IRIS Inventorからの5年以上の実績が評価されたのだ。また、多くのユーザがすでに使っているというのが有力な要因であった。SGIもそれを受けて、莫大な開発費をかけたOpen Inventorの仕様を誰にでも使えるオープンなものとして公開した。VRMLの仕様はOpen Inventorをベースにして、ネットワークに必要ないくつかの機能(WWWAnchor, WWWInlineなど)を拡張したものとなった。そのような経緯を経て、最初の

VRMLの仕様が決定した。

#### VRML 1.0仕様

<<http://vag.vrml.org/vrml10c.html>>

1996年7月時点で仕様が固まっているのはVRML1.0で、それに対応した数々のVRMLブラウザ・プラグインがほとんどのプラットフォーム用に出そろっている。特別なマシン、ハードウェアはいっさい必要ない。まずは通常使用しているコンピュータに対応したVRMLブラウザを手に入れ、VRMLの3次元の世界を体験することを薦める。

最新のNetscape Navigator 3.0Beta以降のスタンダードパッケージにはVRMLのプラグインであるLive3Dが標準で組み込まれているので容易にインストールし、VRMLの世界を楽しむことができると思う。

VRMLブラウザの一覧は以下のURLを参照のこと。  
<http://www.webcity.co.jp/info/andoh/vrml/browsers.html>

### 3. VRML活用事例

まず、簡単にVRMLがどういったことに利用されているのか、活用できるのかといった事例を紹介しよう。

#### (1) SIGGRAPH 95の開場案内。

イベントの開場に置かれていた端末により、イベント会場内の紹介を行っていた。(図-1)

#### (2) キッチンプランナー。

データベースと連係して、在庫管理や、顧客のニーズをとりいれ、建築前のキッチンをあたかも現実のものとして3次元空間でとらえることができる。

- ・好きなアイテムをメニューより選択 (図-2)
- ・在庫の状態が把握でき個々の値段、合計金額がわかる (図-3)
- ・選択したものを3次元空間内を移動しつつ、眺めることができる (図-4)

#### (3) サイエントフィック・ビジライゼーション。

数値データから、視覚的に把握しやすい3次元形状を生成して表現 (図-5)

- (4) エデュテインメント・教育、歴史分野。  
過去の歴史的建造物を3次元空間で表現 (図-6)

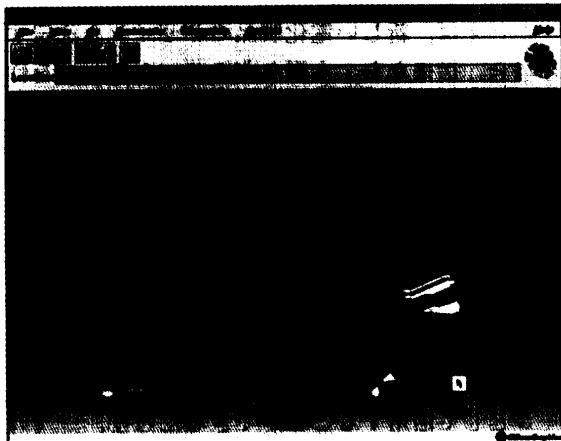


図-1 [http://reality.sgi.com/frerichs\\_esd/siggraph.html](http://reality.sgi.com/frerichs_esd/siggraph.html)  
©David Frerichs, Silicon Graphics, Inc.

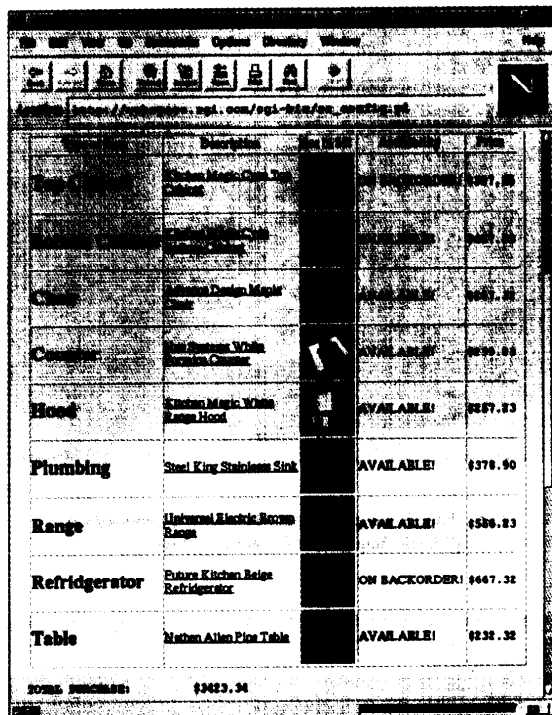


図-3 [http://webspacesgi.com/projects/kitchen/sa\\_demo/](http://webspacesgi.com/projects/kitchen/sa_demo/)  
©Clay Graham, Silicon Graphics, Inc.

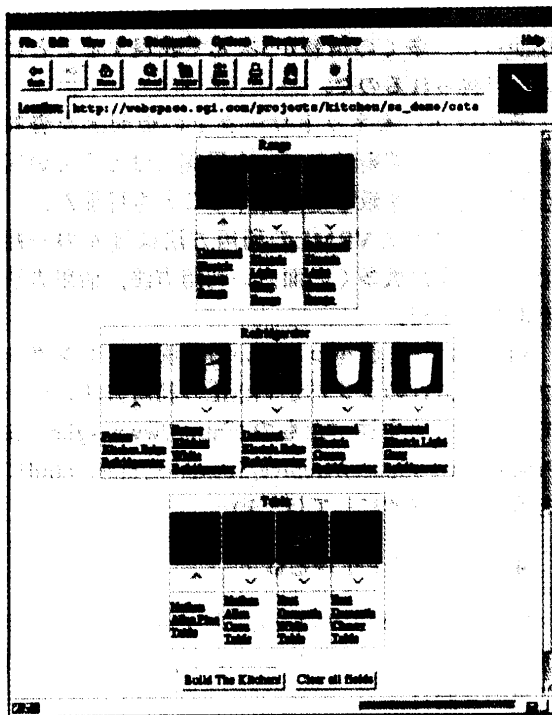


図-2 [http://webspacesgi.com/projects/kitchen/sa\\_demo/](http://webspacesgi.com/projects/kitchen/sa_demo/)  
©Clay Graham, Silicon Graphics, Inc.



図-4 [http://webspacesgi.com/projects/kitchen/sa\\_demo/](http://webspacesgi.com/projects/kitchen/sa_demo/)  
©Clay Graham, Silicon Graphics, Inc.

(5) データベース可視化.

ある地域の人工や、工業地域の割合をVRMLにより可視化 (図-7)

上であげた例のほかにも、WWW上のショッピングモールなどで、商品を3次元でみる事ができれば、購買意欲もわくであろう。WWWを利用したショッピングの場合とくにさまざまなオプションや色の選択肢のある車の購入といった少量多品種のものについてVRMLを利用する効果

は絶大だと思われる。顧客のニーズを的確にとらえることができるので、無用の在庫に悩まされることも減ることであろう。

また日本ではまだまだインターネットのインフラが整っていないと嘆く方が多いかと思うが、VRMLの利用の舞台は必ずしもインターネットではなく、研究所内や、企業内のイントラネットと呼ばれるローカルなネットワーク上でも大きな効果があげられると考えられる。

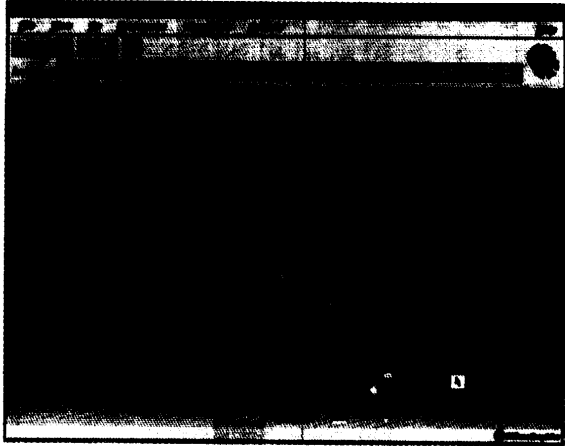


図-5 <http://www.geom.umn.edu/software/weboogl/zoo/>  
© Carlo Sequin, The Geometry Center

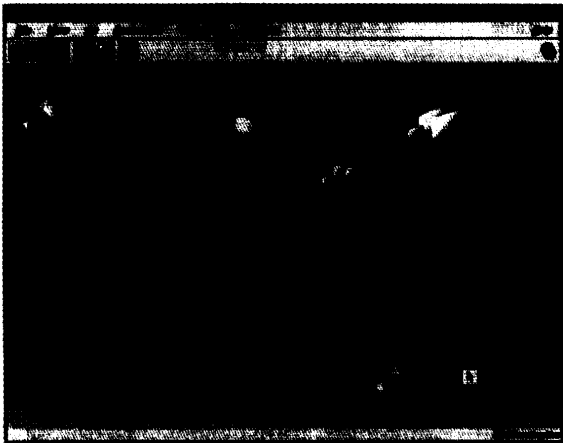


図-6 <http://webpace.sgi.com/worlds/history.html>  
© Silicon Graphics, Inc.

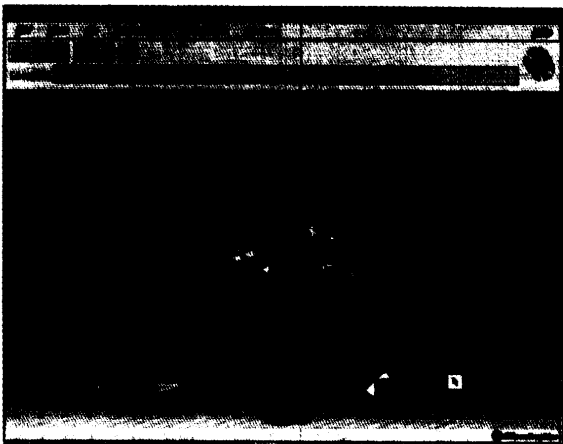


図-7 [http://virtual\\_business.labs.bt.com/vrml/portal/home/](http://virtual_business.labs.bt.com/vrml/portal/home/)  
© BT Labs

たとえば、新しい電化製品のデザインを決定する場合、従来なら、木型などのモックアップを作成し、いくつかの着色をし、会議の席でディスカッションして決定していたことであろう。最近ではCGで瞬時にさまざまなパターンモデルの写真を作成することも多いようだが、それも2次元の写真でしかない。このような用途にVRMLを活用すれば、たとえ遠隔地であってもあたかも実際のモデルを目にしているように、色を選択したり、形状を修正したりといったコラボレーションのツールとして活用することができるだろう。

また実際にはまだ建っていない建築物をVRMLによって雰囲気をつかんだり、配置したりといったことも可能だ。2次元の設計図だけではわからなかった、多くの情報が3次元で表現することによって得られるのだ。

そのほかにもネットワーク上の仮想的な資料庫、博物館、美術館といった現実にはとうてい実現不可能な、素敵な空間を作ることも可能だ。

ここで述べたVRMLの利用方法はほんの一端で、まだまだ数多くの面白い利用方法、活用方法があるはずだ。

VRMLに深くかかわっている米国シリコングラフィックス社のメンバがVRMLの利用方法についてのアイデアを述べたものが<http://www.sgi.co.jp/Products/WebSpace/Archive/Scenarios/index.html>にあるので、参考にしてほしい。

#### 4. VRMLファイルとは？

VRMLは2次元のWeb pageを表現するHTMLの拡張ではなく、3次元のモデルを表現するための独自の言語だ。

HTMLと同じようにマウスで選択するとリンク先に飛んでいくといった、2次元の世界と同様のハイパーリンクを3次元空間内のオブジェクトについても同様に記述することができる。

[例：HTMLファイル]

```
-----
<HTML>
<A HREF="vrml.wrl">VRML ファイル</A>
</HTML>
-----
```

HTMLの文内の文字をクリックするとリンク先の

VRMLで記述された球があらわれる。

[例：VRMLファイル]

```
-----
#VRMLV1.0 ascii
WWWAnchor{
  name "http://www.webcity.co.jp/info/andoh/"
  # URL リンク先
  Material{
    diffuseColor 1 0 0
    # ディフューズカラー (RGB：赤)
  }
  Sphere{
    radius 1 # 半径1の球
  }
}
-----
```

また、あらわれた球をクリックするとVRMLのファイルに記述されている<http://www.webcity.co.jp/info/andoh/>というリンク先へ飛んでいく。(このWWWAnchorで記述するリンク先はURL形式の表記であれば、HTMLでもVRMLファイルでもかまわない)

#### 4.1 VRMLはネットワークに適したフォーマット

前述の簡単な例からもわかるようにVRMLは3次元モデルの形状や色を単なる数値の羅列のテキストデータで表す。WWWサーバはそのVRMLテキストデータを転送し、受け取ったクライアントマシンが3次元の描画を行う。すなわち、ネットワーク上をやり取りされるのは単に座標値などの数値データのみである。以下はVRMLのネットワークにおける優位性を、ほぼ同じようなコンテンツを作成し比較したものである。それぞれデータの種類が違うため、一概に比べられるものではないが、ある情報を伝えるために必要なデータ量として参考程度にとらえてほしい。

##### 各種ファイルサイズの比較

動画 QuickTime Movie (数秒)	2000K byte
QuickTime VR Movie	1000K byte
静止画 GIF	100K byte
3次元 VRML	100K byte
3次元 VRML (圧縮)	10K byte

静止画とVRMLファイルとがサイズが同じと思

われるかもしれないが、静止画はサイズが固定された止った絵でしかないのに比べ、VRMLは表示サイズは自由であるし、さらにそのVRMLで表現された3次元空間内を自由に移動することさえできる。(VRMLのファイルはテキストファイルのため、さらに圧縮して転送することも可能)

さらによく使うオブジェクト、テクスチャのデータをCD-ROMで供給したり、ハードディスク内にもっておくことにより、さらにネットワークの負荷を軽減する方法も考えられる。つまり、ネットワークをやり取りするのは、ごく少量の最新のデータのみという形態も考えられる。

#### 4.2 VRMLの内部表現

VRMLで表現できるのは以下の要素である<sup>4)</sup>。

Shape nodes：(幾何形状の表現)

オブジェクトの作成

(立方体・円柱・円錐・球・文字)

Property nodes：(属性の表現)

マテリアルの設定 (色・輝き・透明度)

Group nodes：(集合体の表現)

変形 (移動・回転・拡大縮小)

WWWAnchor：3次元シーン中の物体とInternet上のデータを結びつけるリンク・ノード

WWWInline：3次元シーン中に外部のInternet上のVRMLデータを読み込むためのノード

LOD：(Level of Detail)

視点から遠くにあるものは荒く、近くにあるものは細かいディテールで描くための設定

ファイルの最初には#VRMLV1.0 asciiというヘッダがつく。これらの仕様にしたがって、手書きでVRMLファイルを作成することも可能であるが簡単なモデル以外は、現実的な作業とはいえない。VRMLの元となったOpen Inventor file formatは3Dシーン記述言語としてCGの世界での標準になりつつある。各種CGアプリケーションも続々Inventorファイルフォーマットをサポートしはじめ、また各種CGソフト、CADデータからのコンバータも揃ってきた。

VRMLのコンテンツを作成する方法としては

(1) CADソフト、CGソフトで作成した3次元

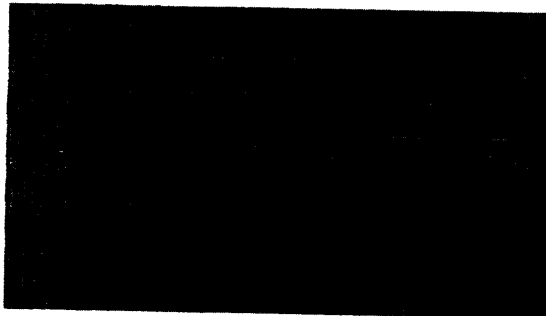


図-8 VRMLコンテンツ作成の流れ

データをコンバータを用いてVRMLデータに変換する。

(2) VRML対応のモデラー、オーサリングツールを用いてVRML用のデータを作成する。

という2つの大きな流れが考えられる (図-8)<sup>5)</sup>。

#### 4.3 VRMLブラウザの仕組み

VRMLブラウザがどのような仕組みで動作しているのか。そのパーサライブラリ (構文解析ライブラリ) のQvLibとはどのような仕組みなのかを少し解説する (図-9)。

QvLibは、読み込んだVRMLファイルをメモリ内にオブジェクトデータとして、展開する機能をもつ。解釈した情報を元に、ブラウザは3次元オブジェクトの描画が可能だ。QvLibは、プラットフォームにほとんど依存しないC++言語で開発されたライブラリで、SGIのPaul Strauss氏とGavin Bell氏によって書かれた。SGI版がftp://ftp.sgi.com/cgi/inventor/2.0/qv1.0.tar.Z, そのほかのプラットフォーム (Windows, Macintosh, Linux, Solaris版) がftp://ftp.vrml.org/pub/parser/から入手可能だ。

QvLibで解釈された情報は、3次元CG描画用のグラフィックスライブラリに渡されて画面上に描かれる。VRMLは、Open Inventorのサブセットであるため、OpenGLと親和性がよい。かといってOpenGLでなければならないことはない。QvLibのおかげで、OpenGL以外のライブラリも採用しやすい構造となっている。レンダリングの部分に関してはプラットフォームや要求されるクオリティ、速度によってさまざまなライブラリが活用されている。

パソコン用のVRMLブラウザはワークステーションにかなわないと思われるかもしれないが、単

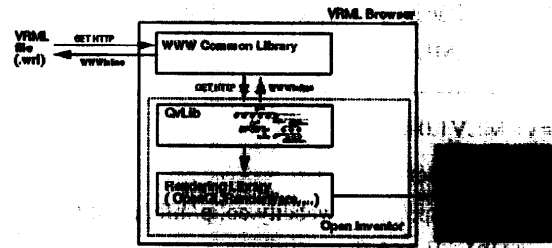


図-9 VRMLブラウザのしくみ

純にそうともいえずパソコン用でも3Dゲームなどで用いられている、高速なライブラリを用いて快適に動作するものも存在する<sup>6)</sup>。

ブラウザ	グラフィックスライブラリ
CosmoPlayer/WebSpace	OpenGL
WorldView	RealityLab
WebFX (Live3D)	RenderWare
VR Scout	3DR
Fountain	3DR
VRWeb	Mesa
Whirlwind	QuickDraw3D
CyberPassage	RenderWare

#### 5. VRML2.0での拡張の方向性

VRML1.0は早急に策定する必要があったため、数々の機能が削られた最低限の仕様として、確定した。VRML1.0で可能なことは主に3次元空間を記述することであり、そのなかに描かれた物体は静止したままのものでしかなかった。

VRML2.0の仕様には1.0の段階では実現できなかった、数々の新機能が組み込まれている。

VRML2.0もVRML1.0と同様いくつかの候補の中からベースとなる仕様を選出された<sup>7)</sup>。以下が候補としてあげられた6つの仕様案である。

- ・ Active VRML - Microsoft  
<http://www.microsoft.com/intdev/avrDynamic>
- ・ Worlds - GMD and others  
<http://wintermute.gmd.de:8000/vrml/dynamicWorlds.html>
- ・ HoloWeb - Sun  
<http://www.sunlabs.com/research/tcm/holoweb/holoweb.html>
- ・ Moving Worlds - SGI, Sony, WorldMaker  
<http://webspacesgi.com/moving-worlds>
- ・ Out of this World - Apple

[http://product.info.apple.com/qd3d/VRML20/Out\\_Of\\_This\\_World.HTML](http://product.info.apple.com/qd3d/VRML20/Out_Of_This_World.HTML)

・ Reactive Virtual Environment - IBM Japan

<http://www.ibm.co.jp/trl/projects/rve/vrml2top.html>

その中から Moving Worlds をベースに VRML2.0 の仕様を策定していくことが Internet 上での投票によって決定した。

現在、VRML1.0 の仕様に動き、音、センサ機能などさまざまな新機能を追加した VRML2.0 の仕様を策定中である。現在 Draft (草案) の段階でそれにいちやく対応した新ブラウザも出そろってきた。現在公開されているものは以下の3つのブラウザである。

Cosmo Player (Windows95/NT/SGI (IRIX))

<http://vrml.sgi.com/cosmoplayer/>

CyberPassage (Windows95/NT)

<http://vs.sony.co.jp/VS-E/vstop.html>

Liquid Reality (Windows95/NT, SGI (IRIX), Sun (Solaris), Linux)

<http://www.dimensionx.com/products/lr/>

VRML2.0 の仕様の最新のものは VAG (VRML Architecture Group) の Web Page (<http://>

[vag.vrml.org/](http://www.vag.vrml.org/)) でみることができる。また、日本の VRML メーリングリストの有志らによる日本語翻訳版が (<http://www.webcity.co.jp/info/andoh/vrml/vrml2.0/>) でみることができる。

VRML1.0 からの大きな違いはなんといってもオブジェクトの動きを記述できるようになったことと、センサ機能により、物体に触ると、その物体が移動したり、変化したりといったインタラクション、相互作用が可能になったことだ。それにより、物体の物理的な動きや、さまざまな変化の起こる現象を定義することができる<sup>8)</sup>。VRML1.0 の静止した世界から、VRML2.0 になり、時間をもった3次元の世界を描くことが可能になったのだ。(図-10: 木星の軌道や衛星の動きを VRML2.0 で解説)

この動き、振舞い (Behavior) の記述には Java を用いるか JavaScript, VRMLScript を用いるかといった決定は 1996 年 7 月の時点では決らず、議論がなされている最中である。

Java を用いることによって VRML の可能性が多いに広がると考えられる。Java を用いることにより、Socket や Multi Thread が容易に活用できることをはじめ、awt クラスライブラリにより VRML 独自のダイアログを表示し、3次元空間内のさまざまなパラメータの調整が可能であろう。Java だけではいまだ充実しない3次元描画の機能を VRML が補い、VRML だけでは不十分なさまざまな動き、相互作用が可能になる。

スケジュール的には、本年 8 月 4 日に、ニューオリンズで開催されるコンピュータグラフィックスの学会 SIGGRAPH で正式な仕様として固まる予定だ。

また 1996 年 10 月にはスクリプト言語、外部 API、バイナリフォーマットについても規定された VRML2.1 が発表される予定だ。

この VRML2.0 の仕様は ISO に提案中であり、(ISO/IEC WD 14772) 各企業や研究機関が冒険をせずとも、安心して採用することができる世界標準の仕様として採用される予定だ。

VRML1.0 対応のブラウザは数々のプラットフォームに対応した数多くのものが出そろっている。VRML2.0 に対応したものはこれから少しずつそろってくると思われる。

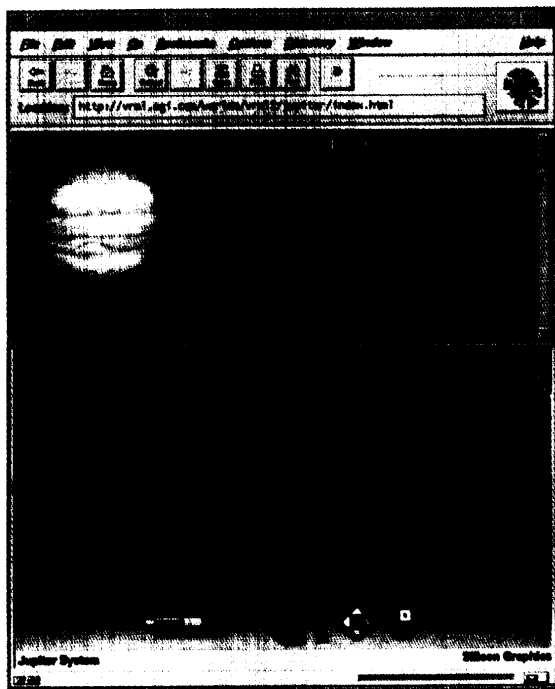


図-10 <http://webspacesgi.com/worlds/vrml2/jupiter/index.html>  
© Silicon Graphics, Inc.

## 6. おわりに

私たちが現実に生活している世界が3次元なのだから、アイデア次第でVRMLの利用できる研究分野、用途は無限に広がっていると考えられる。ほかの多くのインターネット関連の技術と同様に、早く活用した者、効果的な利用をしはじめた者が勝者となりうるであろう。

これからも常に進化し続けるWWWに3次元の世界をもたらすVRMLから目が離せない。今までは技術的な話題が先行していた感じのするVRMLの世界だが、これからやっとなんか、実際にどのように利用するか、どのように活用するかといった、実用化の段階に入ってくるのだ。

謝辞 情報を寄せていただいた多くの方々に深謝いたします。

## 参考文献

- 1) Pesce, M.: VRML-Browsing & Building Cyberspace, 400p, New Riders, ISBN1-56205-498-8 (1995).
- 2) VRML Forum, <http://vrml.wired.com/>
- 3) Hassinger, S. and Erwin, M.: The Official Internet World 60 Minute Guide to VRML, 256p, IDG Books, ISBN1-56884-710-6 (1995).
- 4) VRML1.0 Specification, <http://vag.vrml.org/>

vrml10c.html

- 5) VRML FAQ J, <http://www.webcity.co.jp/info/andoh/vrml/>
- 6) VRML Repository, <http://www.sdsc.edu/vrml/>
- 7) VRML Architecture Group, <http://vag.vrml.org/>
- 8) VRML2.0 Specification, <http://vag.vrml.org/VRML2.0/>

(平成8年8月2日受付)



安藤 幸央

1970年生。1993年国立北見工業大学工学部環境工学科卒業。工学士。同年(株)エヌ・ケー・エクサ入社。現在技術部・コンピュータ技術チーム所属。OpenGL/Radiosity/Raytracingを中心とするComputer Graphics関連業務に携わる。現在では国産CGソフトQuBISM(主に建設業界で景観シミュレーションに用いられる)の開発に携わる。近年WWWをはじめとするInternet関連にも携わる。Internet上で3次元CGを扱おうというVRMLに、そしてVRMLとJavaの関係から、VRML, Javaに深く関わり現在に至る。著書「VRML60分ガイド」(ソフトバンク, 監訳), 「これがJavaだ! インターネットの新たな主役」(日本経済新聞社, 共著)。VRML Consortium Japanメンバ/OpenGL\_Japanメンバ。