

# Web3D技術を用いたインタラクティブWebサイトに関する研究 － Web上の生物図鑑にWeb3Dを用いることの有用性 －

2002MT020 伊納 裕貴      2002MT025 岩崎 康一

指導教員 金 知俊

## 1 はじめに

近年，Web上での表現に3次元の視覚的な表現をする技術であるWeb3Dを利用したWebサイトが急増している．その背景は，Web3Dのデータサイズの重さから描画速度を確保できなかった問題が，PCそのもののパフォーマンスの向上やネットワークのブロードバンド化によって軽減されてきたからである．しかし，閲覧者が本当に静止画だけのオブジェクトの表現よりWeb3Dによるオブジェクトの表現を支持しているとは限らない．作り手側と見る側の意見は必ずしも一致しないからである．また，Web3Dの利用が有効である可能性がありながら，まだWeb3D技術が知られておらず，利用されていない分野も多いと考えられる．

本研究は，Web3D技術の1つであるXVLを用いてWeb3Dの使われているWebサイトと使われていないWebサイトを評価サイト[1]として作成し，Web3Dを利用したWebサイトが閲覧者に与える影響を分析し，Web3Dが閲覧者から本当に支持されるものなのかを検証する．有用性の検証は，まだWeb3Dがあまり使われていない生物図鑑という分野で行なった．

伊納裕貴は主にアンケートの考案・作成とWebサイト作成の一部を担当し，岩崎康一は主にXVL技術の調査・検証とWebサイト作成の一部を担当した．

## 2 Web3D

Web3Dとは，Web上での3DCG技術全般を総称したもので，1994年のVRML1.0[2]が最初のWeb3D技術である[3]．

1994	VRML1.0の仕様が決定される
1996	VRML2.0の仕様が決定される
1998	VRML2.0が国際規格のVRML97として承認される
2000	企業各社が独自のWeb3D技術開発を始める
2002	VRML2002(X3D)の仕様が決定される
2004	X3Dが国際規格として承認される
2005	XVL, VET, Cult3D, Shockwave等国内だけでも数十種類が利用されている．標準化が課題

図1 Web3D技術の変遷

オブジェクトを3次元でWeb上に表現することにより，ユーザ自身でそのオブジェクトを自由に拡大，縮小，移動，回転，視点変更を行ったり，Webサイトによっては新たなパーツを付加したり，色を変更したり，3次

元空間を自由に移動する等といったインタラクティブな動きを可能にする．主にEC(Electronic Commerce)サイトのオンラインショップでの商品説明，研究分野でのデータの可視化といった分野で利用されている．ECサイトにおいてはこれらの機能により，実際に商品に触れたり見まわしているような感覚を得てもらいたいという作り手側の意図をより明確にユーザに伝えることができる．

Web3D技術は2000年頃から企業各社が独自に開発を進めたため，現在では国内だけでも数十種類が利用されており，規格の標準化が課題となっている．本研究では，MAEテクニカルレポート[4]を参考に，知名度等の観点から最も評価の高かったXVLを扱うこととする．

## 3 XVL

### 3.1 XVLとは

XVL(eXtensive Virtual world description Language)とは，ラティス・テクノロジー株式会社が「カジュアル3D」をコンセプトに開発している技術である．ラティス構造[5]という独自の技術により，桁違いに軽いデータサイズで3次元の形状を表現することが可能である．データサイズの軽量化と形式の統一によってデータのやりとりが容易になる．ポリゴン転送を行わず，ネットワーク上は軽量のラティス構造を転送し，クライアント側にデータ処理を任せることでネットワークへの負荷を抑え，高速転送を可能にしている．

また，既存のデータからの自動データ変換が可能である．XVLでは曲面表現，ポリゴン表現の両方をサポートしているので，CADデータやCGデータを自動的に変換することができる．

XVLではXML(eXtensive Markup Language)という次世代のWeb記述言語で3D形状を定義することでネットワークとの親和性の問題を解決している．XMLでは情報の構造を規定することができるので，3D構造のような複雑な形状でもきちんと定義することが可能である[6]．

### 3.2 XVLの技術検証

イルカのサンプルデータを用いて，今回の研究で私たちが利用したXVLとWeb3Dの中で最もポピュラーな技術であるVRMLで以下の比較検証を行なった．なお，今回使用したイルカのデータは鳥谷浩志偏著の「XVLネットワーク3D規格実戦ガイド」[6]に付属されているディスクに内挿されているデータである．

- 表現力
- データサイズ

- 頂点数
- 面数

### 3.3 検証結果

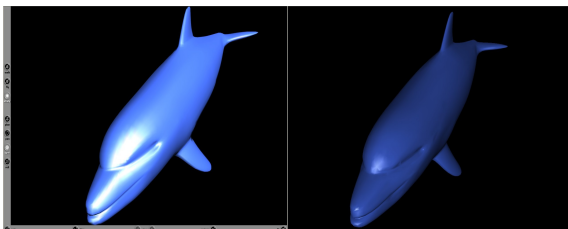


図2 VRML形式[左]とXVL形式[右]でのイルカ

表1 VRMLとXVLのデータ比較

比較項目	VRML	XVL	比率
データサイズ(KB)	320.6	3.4	94.30 : 1
頂点数	3122	199	15.69 : 1
面数	6240	193	32.33 : 1

曲面の多いイルカのデータでは、XVLのデータサイズがVRMLの約94分の1という圧倒的に軽量のデータサイズを実現している。VRMLでは形状の全てを大量のポリゴンを必要とするため頂点数、面数が増え、データサイズの増大に繋がっている。XVLではラティス構造により、少ない頂点数、面数でも滑らかな曲面を表現でき、さらに形状情報のファイルをgzip形式で圧縮するので、より小さなデータサイズで取り扱うことができる。一方、形状表現にそれほど差は感じないことから、XVLは軽量さと精度の両立を実現していることが分かる。

### 4 Web3Dの使われている生物図鑑の作成

第2章で述べたように、現在Web3Dを利用したWebサイトは商品を見るためのECサイトに多く利用されている。生物図鑑という分野で教育のためにCD-ROM等にパッケージ化されたものは存在するが、Web上にサイトとして存在するものは非常に少ない。

私たちはWeb3Dの使われている生物図鑑を題目として、生物図鑑という分野においてWeb3Dが有用であることを検証する目的でWebサイトを作成した。

現在、Web上で生物図鑑は多数存在している。既存のWeb上の生物図鑑は主に生物の名前、分類、写真、生物の特徴等のデータで構成されている。これらのデータは画像や文章がほとんどで、インタラクティブな機能をもったものはほとんど存在しない。一方、Web上の生物図鑑にあると良いと思う機能をアンケートにより尋ねた結果、以下の順に要望が多かった。

1. 実際に動いているところを見たい
2. 特徴を拡大して見たい
3. 他の角度からも見たい

### 4. 鳴き声が聴きたい

以上をもとに、本研究では以下に示すポイントを押さえつつWeb3Dを用いた生物図鑑を作成した。

1. ユーザビリティを考慮する
2. 利用したWeb3D技術はXVLである
3. Web3Dは生物の形状表現のみに使用する
4. 主な機能は移動、回転、拡大、縮小である
5. 構成は形状、分類、生物の特徴、Web3D機能の説明である
6. 各生物の形状データは(株)イーフロンティアの「新板Shade実用3Dデータ集デザインセット」のデータ及び一部加工したデータを利用する
7. 6のデータをShadeのエクスポート機能によりXVL化することによりXVLで形状表現をする

作成した図鑑の一部を図3に示す。

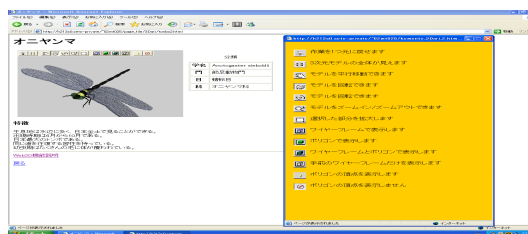


図3 作成サイトのサンプル

## 5 Web3Dの有用性の検証

### 5.1 有用性の検証方法

画像の有用性の検証の多くは、目的に対する問題の正答率や評価等により、従来のものとの利便性を比較している。そこで作成した生物図鑑とそのサイトの形状表現の部分だけを全体像の静止画に置き換えたWeb3Dの使われていない生物図鑑を比較サイトとして作成し、両サイトをPCを日常的に使用している本大学の数理情報学部の学生10名に比較してもらい、アンケートを取って有用性を検証した。

アンケートの質問内容は以下の2つのねらいで作成した。

- Web3Dの各機能に関する質問
- Web3Dの課題を捉える質問

### 5.2 アンケート結果と考察

Web3Dの機能である回転の有用性を検証するための質問

- Q1. 静止画のマッコウクジラを見て、マッコウクジラの本横からの形状をイメージできますか(4択)?
- Q2. シロナガスクジラの特徴である体長に対して背びれがどの位置にあるか教えてください。
- Q3. Q2の答えはどちらのWebサイトを選んで導き出しましたか?



図4 マッコウクジラ [左] とシロナガスクジラ [右]

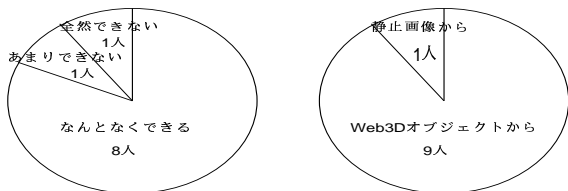


図5 Q1[左] と Q3[右] の結果

静止画でも他の角度からの形状イメージはできるという回答が多かった。これはクジラという誰もが知っている単純な形状の生物であったからということもあるかもしれない。Q2 では静止画や形状データがあまり精密なものではなかったためか正答者が10人中4人しかいなかったが、答えの導出に10人中9人がWeb3Dの使われているWebサイトを利用したと回答している。これはWeb3Dでは自由に回転させることができるので、自分に理解しやすい角度にすることができるという点で支持されたのだといえる。

Web3Dの機能である拡大、縮小の有用性を検証するための質問

Q4. ナミアメンボの肢には、水面に浮かぶため油のようなものを分泌する非常に細かい毛が生えているという特徴があります。それぞれのサイトでどの程度確認できますか(3択)?



図6 アメンボの全体像 [左] と肢のズーム [右]

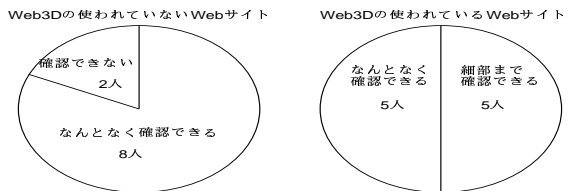


図7 Q4の結果

結果は図7のとおり、ナミアメンボの特徴に対して細部まで確認できると回答した人はWeb3Dの使われてい

るサイトのみであった。この違いは拡大機能の有無によるものである。細かな特徴を持つ生物は多く、全体図や全体写真等ではそれが判別できないということも不思議なことではない。拡大機能は生物のからだのつくりを知る上で有用性が高いといえる。

Web3DをWebサイトに利用することによる課題を検証するための質問

Q5. 2つのWebサイトの表示速度についてどう感じましたか(4択)?

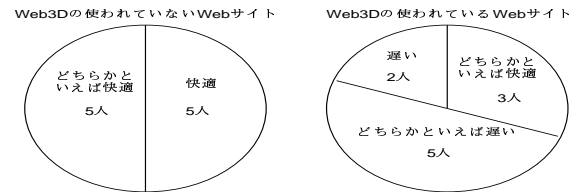


図8 Q5の結果

Web3Dを使う上で一番気になるのが、3DCGをWebサイト内に表示させることにより情報量が増大し、Webサイトの表示速度が低下することである。この実験は同じ性能のPCを使って行なった。そのPCの場合、Web3Dのオブジェクトは遅いもので表示に十数秒かかるものもあるが、静止画では1、2秒で表示される。その結果、Web3Dが使われている方ではどちらかといえば遅い/遅いと両方で7割を占め、静止画に比べかなり悪い評価になっている。表示速度の遅いWebサイトは訪問者が嫌悪感を感じたり、見たくなる可能性も出てくる[7]。ユーザビリティの観点からはWebページのトップページの表示に8秒ルールという訪れてから8秒以内に表示というインターネット上の暗黙のルールがある[8]。Web3Dを使うWebサイトを作成する人は頭に入れておかねばならないといけな課題である。

Q6. Web3Dの3Dオブジェクトに対する操作はどうでしたか(4択)?

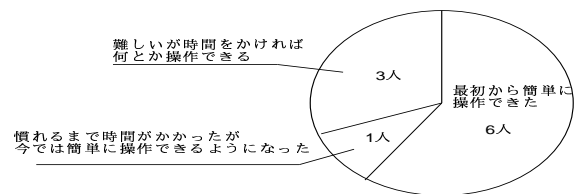


図9 Q6の結果

今回の操作の難易度は、3Dオブジェクトの表示にXVLを用いているためXVL Playerとしての結果になってしまったが、他の規格のもの比べても拡大、縮小、移動、回転等の基本動作のマウス操作の難易度は変わらないといえるため、今回得た結果はWeb3Dとしての結果と考える。操作が難しく動かさなければせっかくの機能が使えないことを指し、訪問者にとっては嫌悪感を感じたり、見たくなる可能性も出てくる。結果

は最初から簡単に操作ができた人が半数を越えており、難しくて未だに上手に使いえないという人はいなかった。しかし、難しいが時間をかければなんとか操作できる人がいることから、操作の簡易化や補助的なものを考えて全ての人が簡単に操作できるようにしていくのが今後の課題である。

Q7. どの程度のリアルさを求めますか?

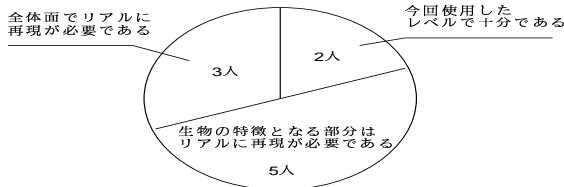


図 10 Q7の結果

リアルさの問題は多くの問題に間接的に関わってくる。3DCG は人工のデータであるため本物とは違いがでてきてしまう。それ故、なるべく細かい生き物の形状データを加えて本物に近づける必要がある。しかし、一方でその分データの重さが増せば表示速度が低下し、Web3D 自体の動きもスムーズではなくなってしまう。そこで、どの程度のリアルさまでが求められるかを尋ねたのが今回の質問である。結果は図 10 のとおり生物の特徴となる部分はリアルに再現した方が良い人が 5 人と一番多く、完全な忠実さよりは特徴を捉えられるレベルで良いと考えられる。

### 5.3 総合評価

2 つの Web サイトを比較した結果、10 人全員が Web3D の使われている Web サイトの方に興味を持ったと回答した。Web3D を用いることにより今回 Web 上の生物図鑑における要望である 4 章の要望 2, 3 を十分に満たす結果を得ることができた。また、今回 XVL の機能制限により利用できなかったが、Web3D ではアニメーション機能や音声機能の利用が可能なることから、要望の多くを Web3D を導入することで満たすことができる。Web3D の使われていない Web サイトは、閲覧者のニーズを予測しているような角度からの画や特徴をズームした画を掲載するということもできるが、その場合 Web サイトの階層が深くなってしまったり、スペースを多くとることでスクロールする手間が発生するといった問題が出てくる。また、はじめから用意した画像では、閲覧者自身が見たいと思う角度や場所を自由に選ぶことができない。そういった意味でインタラクティブ機能は効果がある。また、今回の実験では実写を用いていない。実写と Web3D の使われているサイトの支持を質問したところ、体の表面の質感など人工では再現しにくい点があるなどの理由から、少数が実写を支持していた。ここで、今回の実験の検証結果を以下の表でまとめた。(ただし、実写の評価は静止画のサイトを一部参考としている。)

表 2 検証結果

	静止画	実写	Web3D
悪い機能	実際の動きの再現	×	×
	特徴の拡大	△	△
	様々な角度からの表示	△	△
	インタラクティブ性	×	×
	表示速度	○	○
	操作性	○	○
	リアルさ	△	○

○: 良い/可能 △: まあまあ良い/なんとか可能 ×: 悪い/不可能

## 6 おわりに

本研究では Web3D の特徴であるインタラクティブ性が Web 上の生物図鑑において有用であることを検証するため、Web3D を使用した Web サイトと使用していない Web サイトを作成し、被検者からのアンケート結果に基づき検証を行なった。今回行なった評価は特定の検討項目のみに基づいて行なったものであるが、有用性に対しては十分な可能性を示せた。

また、実写を支持する人がいたという課題は、実写をテキストチャットとして使用する、実写をクリックすると Web3D に切り替わるといった手法により改善が期待される。最近では Shade のような 3DCG ソフトが Web3D 形式の出力をサポートしていることもあり、コンテンツの生成も比較的容易にできるようになっている。これによりコンテンツの量が増えることで、多くの人が Web3D に触れる機会も増えると期待される。その際、ユーザが容易にコンテンツを扱えるように、より分かりやすい操作方法を実現することも今後の課題である。

## 参考文献

- [1] 伊納裕貴, 岩崎康一: 評価サイト (学内専用), <http://h213s0.seto-private/~02mt025/>
- [2] web3D CONSORTIUM, <http://www.web3d.org/>
- [3] 脇田玲, 千代倉弘明: Web3D の現状と今後の動向, [http://web/sfc.keio.ac.jp/~mitsuaki/chiyo\\_article/wakita.nico.pdf](http://web/sfc.keio.ac.jp/~mitsuaki/chiyo_article/wakita.nico.pdf)
- [4] CATIA・CG データを利用した Web3D の商品開発, [http://www.mae.co.jp/tec\\_report/report11/pdf/075.pdf](http://www.mae.co.jp/tec_report/report11/pdf/075.pdf)
- [5] 脇田玲, 矢島誠, 原田毅士, 島谷浩志, 千代倉弘明: ラティス構造に基づく軽量で高品質な Web3D データ表現, 情報処理論文誌, Vol.42 No.5, pp.1234-pp.1245 (2001).
- [6] 島谷浩志: XVL ネットワーク 3D 規格実戦ガイド, CQ 出版社 (2002).
- [7] ヤコブ・ニールセン: ウェブ・ユーザビリティ - 顧客を逃がさないサイトづくりの秘訣, エムディーエヌコーポレーション (2000).
- [8] IT 用語辞典: 8 秒ルール, <http://e-words.jp/>