

3D シミュレーション技術による体験型展示コンテンツの提案 —水槽と海をつなぐ体験型展示コンテンツの研究事例—

高橋里奈*

若林尚樹**

*東京工科大学 片柳研究所 クリエイティブ・ラボ

**東京工科大学 メディア学部

A Proposal for Experiential Content Exhibitions Through 3D Simulation Technology

-A Case Study of an Experiential content Exhibition Linking Water Tanks to the Sea-

Rina Takahashi*

Naoki Wakabayashi**

* Creative Lab., KARL, Tokyo University of Technology

**School of Media Science, Tokyo University of Technology

本研究では、新江ノ島水族館と共同で研究開発した展示コンテンツを題材に、シミュレーションコンテンツの可能性とその操作性のデザインについて提案する。海の生態系を擬似的に再現した水族館の展示水槽と、海をシミュレーションした展示コンテンツを組み合わせて相互に利用することで、展示水槽を見ているだけでは気づかない新たな発見や体験をすることができると考えられる。本論文では、海の中をシミュレーションするための技術の検討及び、コンテンツの設計、操作性のデザイン、ユーザインターフェイス、コンテンツの設置環境に関して報告する。

In this study, we suggest the possibility of simulations as a form of content and propose a design for the operability of an exhibition that we researched and developed in cooperation with Enoshima Aquarium. It is thought that by combining in the same exhibit, an aquarium that recreates the natural ecosystem of the ocean with a computer running a simulation of that ecosystem, users can experience and understand information in ways they could not with each system separately. In this article, we detail the content design, operability design, user interface, structural layout, and technology behind the exhibit we created.

1. はじめに

日本には、大小合わせて 100 を超えるほど数多くの水族館が存在し、そのほとんどの水族館が、水生生物の研究機関と教育機関という 2 つの機能を担っている。これらの水族館は、展示施設の性格付けなどからどちらかの機能を優先した施設が多く、最近の傾向としては、教育を主軸にエンターテインメントの要素を組み込んだ、エデュテインメントとしての展示水槽を取り入れた施設が増えてきている。この代表的な展示手法として挙

げられるのが、水中世界を切り出しジオラマのように擬似的に再現した、総合型の展示水槽である。

本研究の共同研究先である新江ノ島水族館にも「相模湾大水槽」という総合型の大水槽があり、相模湾の生態系を擬似的に再現している。

この水槽では、数千匹のマイワシの群れや、大型のシノメサカタザメ、ウツボやエイなどを展示しており、水槽の周りを回廊しながら見ること、展示されている本物の生物に加え、それらの生物が生息する環境の様子など、生態系を海面か

ら海底までの海中の変化を体験しながら観察することができる。

このような総合型の水槽は、通常では見ることのできない海中の様子の特徴をとらえ、凝縮することで、様々な海中の様子を理想的に、短時間で見るように工夫されている。しかし、水族館という施設の性格上、自然界にはある時間の変化や季節の変化を再現することができない点や、捕食の関係が無い点、水槽内に生息する生物の密度が実際の海中とは異なる点など、いくつかの問題点も含んでいる。



図1 相模湾大水槽

また、エデュテイメントの要素を盛り込んだ展示手法として、最近では多くの水族館で、マルチメディア技術やインターネット技術、PDAなどの機器を利用したインタラクティブな視聴覚展示を活用している。しかし、その展示コンテンツの多くは、魚名などで魚を検索して魚の情報を調べる検索型のものや、クイズやストーリー性を持ったやり取りの中で学習していくインストラクショナル型のものなどが多く、実際に展示されている水槽と直接関連付けされているものが少ないという問題点がある。

2. 目的

新江ノ島水族館では、相模湾大水槽によって相模湾の代表的な様子をジオラマで再現している。また、相模湾大水槽の周りに、干潟の生物やサンゴに生息する生物、深海に生息する生物の水槽を

展示することで、大水槽だけでは再現しきれない相模湾の多彩な特徴を表している。このようにいくつもの側面を持つ湾の様子を再現することで、水槽を海のモデル、または海への入り口としてとらえ、水槽と海とのつながりを来館者に伝えることを目標としていると考えられる。しかし一般の来館者は、水槽を見て、生物を見ることだけで満足してしまい、水槽から実際の海の様子を想像するのは難しいことが展示企画を担当する飼育員などへのインタビューから分かってきた。

そこで、水槽と海とをつなぐためにコンピュータを利用し、インタラクティブな展示を取り入れることで、来館者の興味を喚起し、水槽と海との関連性を表現する手法を検討した。インタラクティブな展示の多くは、水槽と直接関連付けされているものが少ないという問題点があったが、本研究では、相模湾の様子をジオラマで再現した本物の水槽と、相模湾を3DCGでシミュレーションしたコンテンツを関連付け、相互に利用できるような環境を実現することで、水槽と海とを見比べることができ、水槽を見ているだけでは気づかない新たな発見をすることが期待される。これにより、水槽と海を今よりも密接に関係付けすることができるのではないかと考えた。

そこで、来館者であるユーザが直感的に操作することができ、本物の海の様子を体験することができるシミュレーションコンテンツ「aqua ship」を開発した。開発するにあたり、コンテンツの設計、および海中世界を再現するための技術的な検討、インターフェイスの検討を行った。

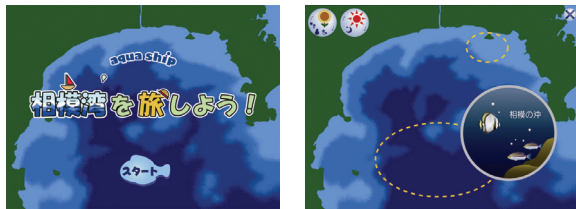
3. コンテンツの設計

相模湾には様々な特徴をもつ海域があるが、aqua ship (図2)では、水族館に近い江ノ島近海のエリアと相模湾沖のエリアの2つのエリアを再現した。季節は夏で、時間帯は昼を取り上げた。江ノ島近海のエリアでは、比較的浅く、海藻が覆い茂る海の様子を再現し、相模湾沖のエリアでは、深海と呼ばれる水深200Mまでの深さの再現をしている。

海の中はユーザの操作によって自由に視点を移動させることができ、海の中を泳いでいる感覚で海中を体験することができるようにした。また、好きな魚を選択し、その魚の情報や泳いでいる魚の様子を様々な角度から見られるように設計した。さらに、水族館との関連を付けるために、選択した魚が水族館内のどの水槽にいるのを見られるように設計した。また、海の中は広いため、見たい魚が見つからない場合も想定されることから、海域に生息する魚のリストを表示し、そのリストから目的の魚のところに移動できる機能を盛り込んだ。コンテンツを利用する対象年齢は、水族館の来館者に子供が多いことから、小学校中学年以上を対象としている。



図3 江ノ島近海の海中の様子



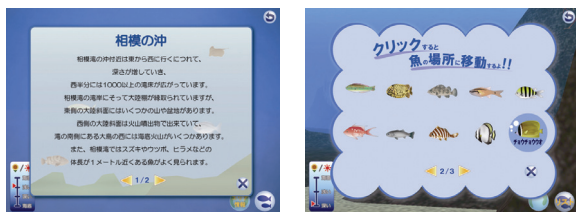
A: トップ画面

B: 海域選択画面



C: 魚の詳細画面

D: 水族館情報



E: 海域情報

F: 魚のリスト

図2 aqua ship の画面イメージ

3.1. 江ノ島近海

このエリアでは、どこまでも続く広い海の様子と、夏の江ノ島近海の特徴である海藻が覆い茂る海の様子を再現した。

3.1.1. 無限に広がる海の表現

3DCG で地形を表現する場合には、地形のモデリングをする必要がある。しかし、移動できるエリアが有限の場合、広大な海の中を移動しているという感覚を得ることが難しい。そこで、地形のエリアを図4のように9つに分割し、カメラが移動すると通り過ぎたエリアが前方に移動し、繰り返ループして表示されるように工夫した。例えば、エリア5にあるカメラがエリア2に移動した場合、エリア7、エリア8、エリア9が前方に移動し表示される。この際、地形のつながりに違和感が生じないように、例えばエリア1とエリア7の上下の境界やエリア7とエリア9の左右の境界は、地形が同じ断面になるように考慮してモデリングをしている。この手法により、どこまで移動しても途切れることのない、無限に広がる海の様子を再現した。

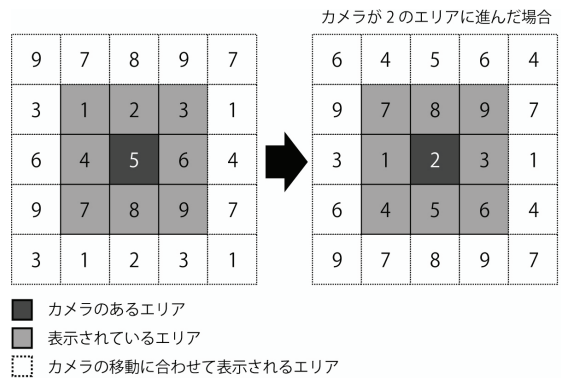


図4 江ノ島近海に用いた地形のループ表現

3.2. 相模湾沖

このエリアでは、魚が群れを成す様子と相模湾の特徴である深海の様子を再現した。



図5 相模湾沖の海中の様子

3.2.1. 深さを表現するためのモデリング

相模湾沖は、江ノ島近海のエリアとは異なり、横方向への移動ではなく、深さ方向の変化をテーマとしている。そのため、深さの変化を特徴的にとらえるために、一つの大きなモデルを使用した。これにより、深さによって徐々に変化する地形の様子を再現した。また、横方向へ移動し、現在いる地形モデルの境界に進む場合は、モデルの境界線が現れるよりも前に、図6のように同じ地形モデルを重ねて表示するよう工夫した。これは、カメラに表示されるエリアよりも大きな地形モデルを使用することで実現ができ、この方法によって、どこまで移動しても地形が途切れることなく、無限に広がる海の様子を再現した。また、地形の切り替えの際に、目の前にいる魚が急に消えたり現われたりすることのないように、地形の境界には魚を配置しないように考慮した。

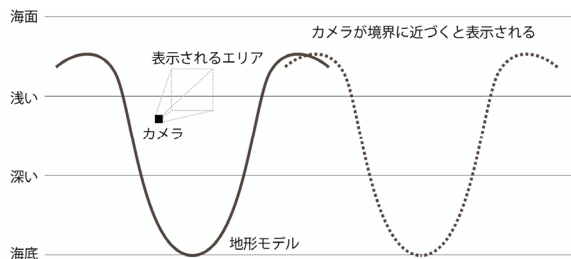
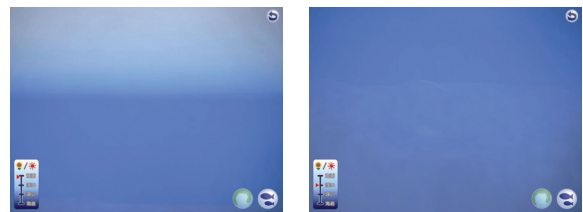


図6 相模湾沖に用いた地形のループ表現

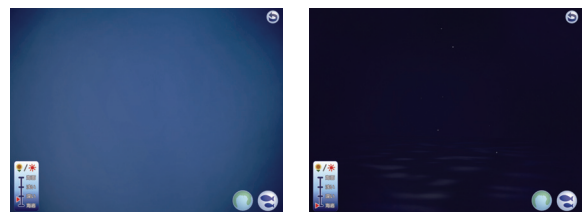
3.2.2. 徐々に暗くなる海の表現

水深が 200M に達すると、太陽の光が届かず暗闇になる。この様子を再現するために、単に画面全体にフォグをかけ、水深に応じて徐々に暗くした場合には、ある程度の深さに到達した時点で真っ暗になり、何も見えなくなってしまう。しかし、それでは深海の海底の様子を見ることができない。そこで今回は、図7-Cのように画面の周辺から徐々に円形にフォグをかけていき、暗くなる様子だけでなく、視野が狭くなるような感覚を得られるよう工夫した。この方法により、海底でも画面中央部の一部の視界を確保することができ、図7-Dのように海底の様子を見ることができるようになった。また、ユーザが、今どのくらいの深さにいるのかが分かるように、深さ表示のパラメータを用い、現在の深さを表示するとともに、深さによる変化を分かりやすく表した。このパラメータは数値での表示ではなく、直感的に理解できるように、海面、浅い、深い、海底の4段階で表示している。



A : 海面

B : 浅い海



C : 深い海

D : 海底

図7 フォグの表現

3.3 ユーザインターフェイスのデザイン

小学校中学年の子供でも直観的に操作することができるように、画面に配置するアイコンのデザインや配置位置などのインターフェイスにも配慮した。

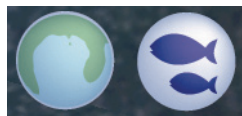
3.3.1 アイコンのデザイン検討

画面内に配置するアイコンには、情報を表示するものと、選択できるボタンの役割を果たすものの2種類がある。今回は、水深や季節を表している情報の表示には四角に平面的な処理をし、ボタンには円形で立体的に見えるような加工をした(図8-A, B)。また、選択できるボタンには色をつけ、選択できないボタンはグレーで表示するようにし、状態を分かりやすく表す工夫をした(図8-C)。さらに、マウスマウスカーソルを重ねた際にボタンの意味を表示し、どのような機能のボタンかが分かりやすいように工夫した(図8-D)。また、機能の同じボタンのデザインは統一し、ユーザが混乱しないように工夫した。

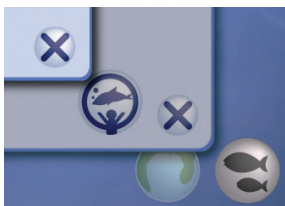
アイコンは基本的に、海中を体験するのに邪魔にならないよう画面の隅に配置し、情報表示を画面左、ボタンを画面右に配置した。また、「戻る」という他と役割の異なるボタンのみを画面の上部に配置した。



A: 情報表示のアイコン



B: ボタンアイコン



C: 状態の表示



D: ロールオーバー時

図8 アイコンのデザイン

4. 展示什器の設計

制作したコンテンツを水族館に設置するために、展示什器の設計を行った。aqua shipは小学校中学年以上を対象としているため、今回は、身長異なる小学3年生の子供たち6人を対象に、2008年6月25日に実験を行った。

その際、自然な操作環境を実現するために、以下の項目に関して調査を行った。

- ・操作台の高さ
- ・モニターの高さ
- ・モニターの角度
- ・モニターと視点の距離
- ・コントローラーの位置



図9 実験の様子

4.1. サイズの検討

対象とした子供たちの身長差は最大で15cmあった。調査の結果、身長が異なることによって視線の高さが異なるため、見やすいモニターの高さが異なることが分かった。しかし、操作台の高さに関しては、身長差15cmではあまり差異が見られず、対象者全員75cmが使いやすいという意見であった。また、モニターの角度に関しても、身長に関係なく角度があるよりも垂直の方が見やすいという意見であった。これは、角度がつくことで蛍光灯の光などが映り込み、見難くなるということが原因だと考えられる。モニターと視点の距離や、コントローラーの位置に関しても、身長による差異はほとんど見られず、モニターと視点の距離は50cm(±2cm)、コントローラーの位置はモニターから30cm、ジョイスティックとトラックボールの間隔は50cmという結果が得られた。

これらの結果から、大きく違いが表れるのはモニターの高さだということが分かった。そこで、一番背の低い子供の高さに合わせたところ、他の子供たちが見難いという結果が得られた。そこで

今回は、対象年齢を中学年以上と想定していることから、一番背の高い子供に合わせて高さを調整することにした。この場合、一番背の低い子供でもさほど問題なく使用できることが確認できた。



図 10 aqua ship の展示仕器



図 11 aqua ship のコントローラー



図 12 水族館での展示の様子

4.2. コントローラーの検討

海の中を自由に移動して体験するという場合、キーボードやマウスでの操作は、移動や対象の選択をする際に間接的な操作となるため、小学校中学年では、直感的に操作しにくいということが考えられる。そこで、海中を自由に移動するためにジョイスティック、カーソル操作のためにトラックボール、選択のためにボタンを配置し、子供たちでも直感的な動作によって操作できるように検討した。また、ボタンにはそれぞれ異なる色を割り当て、ヘルプなどの説明でも色との対応から直感的に分かるように工夫した。

5. 水族館での調査

aqua ship は、2008年7月12日から9月4日にかけて、新江ノ島水族館で開催されている「深海生物展」に合わせて展示を行った。展示場所は、水族館の入り口正面で、最初の水槽に隣接している。

展示している aqua ship を一般の来場者がどのように利用しているかの調査を行うために、8月5日の10時30分から12時30分までの2時間にわたり、利用状況の調査および利用者の行動の観察を行った。

調査の結果は以下のようであった。

- ・来場者数：1950人
- ・aqua ship の利用者数：115人
- ・aqua ship の平均利用時間：5分

5.1.1. 調査結果の考察

調査の結果、平均的な使用時間は5分程度であることが分かった。また、親子連れもしくは子供のみでの利用者が多く、複数人で操作する姿が見られた。この利用者のほとんどは、説明を読まず、すぐにジョイスティックを動かして、動作に対する画面の反応を見ながら直感的に操作を行っていた。このような海中を移動する動きのように、ジ

ジョイスティックの操作によって、画面の反応から簡単に結果を予測できるような操作に関しては、直感的に行えることが分かった。しかし、魚を選択して詳細な情報を見ることや、拡大縮小して見ることなどの詳しい操作や、画面の反応だけでは予測が難しいと考えられるコントローラーを組み合わせて使用する操作に関しては、理解するまでに時間がかかり、場合によっては、保護者が説明パネルを読んで教えるなどの行為が見られた。また、今回の aqua ship では、2つのエリアを再現していたが、エリアの切り替えをする姿はあまり見られず、前に使用していた利用者の使い方を見て、次の利用者も真似をするという傾向が見られた。

実際の水槽と aqua ship とを相互に利用するかという点に関しては、近くにある水槽にいる生物に関しては、保護者が指をさして教えるという行為が見られた。しかし、シミュレーションした海中内を移動し魚を見つけることを楽しむなど、ゲーム的な視点での利用が多く、展示されている水槽が近くにない場合などは、実際的水槽と見比べるという行為は起こらなかった。このことから、aqua ship の海中内で見つけた魚を水槽で確認したり、水槽で見つけた魚を aqua ship で確かめるといった相互の利用は、展示されている物理的な距離や位置関係が大きく影響することが分かった。

6. おわりに

新江ノ島水族館の展示水槽は、入場者数と水族館の規模から、一つの水槽の観賞時間を2~3分と想定している。その点から考えると、aqua ship の利用時間は今の展示場所の場合には長いのではないかと考えられる。水族館での展示の場合には、展示するコンテンツの内容とコンテンツの設置場所、使用時間が大きく関係してくるため、今後は設置場所に関しても検討していく必要がある。現状の aqua ship の場合、今のように水族館の入り口に設置するのではなく、落ち着いてじっくりと観察できるように、資料スペースや学習ス

ペースに設置するという事も考えられる。また、それとは別のアプローチとして、館内を回廊しながらいつでも利用できるように、各所に展示し、利用者の好きな時に見比べられるようにするという方法も考えられる。

今回の研究では、無限に広がる地形の再現や深い海に潜っていく様子など、海中の環境を再現する手法に関しては概ね実現することができた。ただし、現時点で開発した aqua ship は、夏の昼の様子しか再現できていない。そのため、今後は季節や時間の変化を比較しながら体験できるように aqua ship の内容を改良していく必要がある。また、実際的水槽には多くの魚が生息しているため、観察できる魚の数を増やしていく必要もある。

インターフェイスに関しては、ジョイスティックを操作し、海中を自由に移動しながら観察する姿が頻繁に見られたことから、ジョイスティックを用いたことによる、移動のための直感的な操作性に対しては、一定の効果を得ることができた。しかし、トラックボールとボタンを組み合わせる操作し魚を選択することや、詳細画面の表示・操作など、間接的な操作や複雑な操作に関しては理解するまでに時間がかかり、あまり利用する姿が見られなかった。そのため、ユーザが直感的に操作を行えるように、さらに検討を行い改良していく必要がある。

今後は、aqua ship の展示場所や利用状況を再度検討したうえで、環境を再現する技術やインターフェイスの改良を行い、aqua ship と水槽を見比べながら、今よりも総合的に海の中を体験できるような環境の構築をしていきたい。

参考文献

- [1] 高橋里奈, 若林尚樹, “シミュレーションコンテンツを活用した学習環境の構築”, 日本 e-Learning 学会 会誌 Vol.8, P.41-48 (2008.5).
- [2] 若林尚樹, 高橋里奈, “3D 展示コンテンツによる情報体験空間の構築”, 日本 e-Learning 学会 会誌 Vol.8, P.33-40 (2008.5).

- [3] 高橋里奈, 若林尚樹, 渡辺大地: “シミュレーションコンテンツを活用した学習プログラムの研究”, 第 53 回研究発表大会概要集, 日本デザイン学会, P.150-151, 2006.7
- [4] Rina Takahashi, Naoki Wakabayashi, Kaori Aoki, Taichi Watanabe: “Proposal on learning program with observation supported by simulation contents”, SIGGRAPH 2006 Educators program, CD-ROM, 2006.8
- [5] Rina Takahashi, Naoki Wakabayashi, Taichi Watanabe, Kaori Aoki: “Contents Production Techniques using Web3D”, SIGGRAPH 2003 Web Graphics Program, 2003.7

開発環境

モデリング環境: Metasequoia

Autodesk 社 3ds Max

Adobe 社 PhotoshopCS3

Adobe 社 IllustratorCS3

オーサリング環境: Adobe 社 Director11

Adobe 社 FlashCS3

動作環境

使用 OS: Windows XP, Windows 2000

ハードウェア環境: Intel Pentium4 2GHz 以上

メモリ容量 1GB 以上

ハードディスク容量 50MB 以上

使用プラグイン: Adobe 社 Shockwave3D

Adobe 社 Flash Player

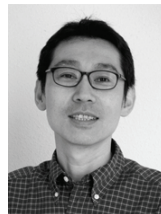
[著者紹介]

高橋 里奈



1998 年岡山県立大学デザイン学部ビジュアルデザイン学科卒業, 2005 年多摩美術大学大学院美術研究科修了. 修士 (芸術). 1998 年ヒューマン株式会社情報開発部. 2000 年東京工科大学片柳研究所クリエイティブ・ラボ. 現在, 東京工科大学片柳研究所助教. 情報デザイン, ビジュアルデザインなどを研究. 日本 e-learning 学会, 日本デザイン学会の会員.

若林 尚樹



1981 年金沢美術工芸大学産業デザイン学科卒業, 1984 年筑波大学大学院芸術研究科修了, 1984 年富士ゼロックス総合研究所工業デザイン研究室, 1987 年資生堂宣伝部, 1994 年岡山県立大学デザイン学部講師, 1998 年同大学助教授, 2000 年東京工科大学メディア学部助教授, 2005 年同大学教授. 博士 (感性科学). 情報デザイン, ユーザインターフェイスデザインなどを研究. 日本デザイン学会, 芸術科学会, 感性工学会などの会員.