

3次元コンピュータ・グラフィクスによる 海中景観の自動生成システムを用いた 「地先の海」の環境教育シミュレーション

Environmental Education Simulation of Our Nearest Beach by Automatic Underwater
Landscape Generating System Assisted with Three Dimensional Computer Graphics

清野聡子¹・稲泉 誠²・亀島知之²・城間 司²

Satoquo SEINO, Makoto INAIZUMI, Tomoyuki KAMESHIMA, Tsukasa SHIROMA

¹ 正会員 東京大学大学院 総合文化研究科 (〒153 東京都目黒区駒場 3-8-1)

² (株) デジタルメディアファクトリー (〒901 沖縄県那覇市字小祿 1831-1)

Even our nearest beach, we cannot illustrate the detail of underwater landscape, topography and creatures in three-dimensionally. In the field of environmental education and guidance for ecotourism, landscape simulation methodology is very helpful. Underwater landscape simulation generating system assisted with three dimensional computer graphics was made. Perspectives of the system are discussed.

Key Words : 3DCG, underwater landscape, environmental education

1. はじめに

国内有数の美しい海岸に恵まれた沖縄では、美しい海の存在は地域にとっての財産もしくは資源である。研究グループでは、この地域特性を活かして沖縄のサンゴ礁の海洋生態系を活かした教育・環境計画手法を開発中である。三次元コンピュータ・グラフィクス(3DCG)技術の発達により多くの物体の形状、質感、運動のリアルな表現が可能となった。従来のCG作品に使用される背景自動生成ツールは、陸上の景観を対象としたものがほとんどで、また、地形生成機能のみのものが多かった。本研究では、海中を対象としている。海中生態系については、魚類や固着生物のパーツの完成度は高まっているが、その組み合わせである「景観」については未開拓であった。従来製作されてきた映像は一般に、景観や生態系としては真実味の乏しいものも多かった。シミュレーションとして評価されるには、現実の生態系や地形についての専門知識に基づいている必要がある。このような要件を満たしたシステムの構築の開発を行い、より正確なシミュレーションを行い、視覚的にわかりやすいアウトプットを得た(図-1)。特に、「地先」の海中景観はその場所の個性を反映する必要があるので、映像化の迅速化と高度化により、海岸や海中での環境教育への貢献や、環境計画時や合意形成時の専門家と一般の人たちの情報やイメージの共有に資する手法となると考えられる。ま

た、生態系モデルにもとづくシミュレーション結果の可視化にもつながるので、環境修復や自然再生時の具体的なイメージづくりにも貢献する可能性も有する。

2. システムの概要

3DCGによる海中背景自動生成システムを開発した。海底地形だけでなく、遠近感、透明度、光のゆらぎ具合などの演出や、岩やサンゴ、海藻、魚などの配置も自動で行う。CGの製作・開発は、モデリング、プログラムともに、Alias|Wavefront 株式会社のMAYAをベースとした。システムの稼働環境はWindows NTまたはWindows 2000上である。本システムは、無料で提供される基本機能バージョンと有償版のプロユース・高機能バージョンの2系統がある。

一般ユーザーがCGによる海中映像を作成する場合、海中に関する専門知識不足のために、現実とかけ離れた映像を製作してしまうことが多い。本システムでは高度の専門知識を有さなくても、完成度の高い海中景観のCGを作成し、この分野の映像の質を高めるとともに、CG映像製作の最大の課題である作業量の軽減への貢献を行っている。

図-1に自動生成システムによる亜熱帯海域のサンゴ礁の深度別の代表的な海中景観のCG画像を示す。水深1mの礁池(a)、3mの礁池(b)、10mの礁斜面(c)

をモデル化した。内容は順に、砂底にシナノウサンゴを配置(a)、砂底に岩とココビミドリイシを配置(b)、岩底にクシハダミドリイシやショウガサンゴを配置(c)した。

これらのオブジェクトとしてそれぞれ、図-2に示すように、デザインシートで次々景観のスペックを選択する。海底地形、海底照度、透明度、深度、海中のオブジェクトを、固着生物(樹枝状サンゴ、塊状サンゴ、ウミシダ類)および魚類をユーザーが設定できる。魚類のモデリングや運動は、別途開発してきた自社製海洋生物の3次元モーションデータベース、モーション生成システムの専用プログラムと連動している。その結果、生物の形態や運動のリアリティを増し、実際にダイビングして眺める景観に近づけている。

3. 海中景観の3次元的な設計プロセス

本システムは、市販の3DCG作成ソフトウェア上で動作するプラグイン的システムのため、先ずMAYAを起動した上で、本システムを起動する。すると、海中オブジェクト選択・調整ダイアログ(図-2)が表示されるとともに、MAYAの基本画面(図-3a)には、1万個の方形で定義された海底が表示される。その後、海中オブジェクト選択・調整ダイアログのパラメータを変更するごとにMAYAの基本画面の中にもサンゴ・海藻・ベントス等のオブジェクトが配置される。ユーザーは配置状況を確認しながら調整するという動作が可能となる。

生物オブジェクトの配置における概念は、寒帯～熱帯まで5段階で設定されている気候帯を選択すると、その環境に応じた生物種のみがダイアログから選択できるようになることを基本とし、海底の形や水深、水の透明度や周囲の明るさなどが任意に選べるが、ユーザーは間違った景観を作ってしまうに済む。また、海底の形や傾斜、底質や水深によって配置される生物がプログラムによって制御される。例として砂地にウミシダが配置されたり、岩場にアマモが生えたりしないようになっており、テーブル状サンゴは岩の斜面に多く配置され、亜寒帯を選択した場合にはマコンブ等が配置されるようになる。図-3に示すようにMAYA上で、3次元空間を設計していくことになる。平面図(a)、俯瞰図(b)、断面図(c, d)を同一画面に表示しながら作業できるので、ダイビング時の空間把握と似た感覚で海底のデザインが可能である。また、平面図は図面や写真も参考資料として活用できるし、断面図の表示は地形の把握や構造物との関連では不可欠な視点である。

また、表-1に調整ダイアログのパラメータを示す。生物種は名前だけでなく図鑑的にサンプル画像から判断することもできる。地形や岩についても同様で、砂の海底と言葉でいっても地形の凹凸などが製作者によりイメージが異なるので、そういった言語化できない面もサポートしている。

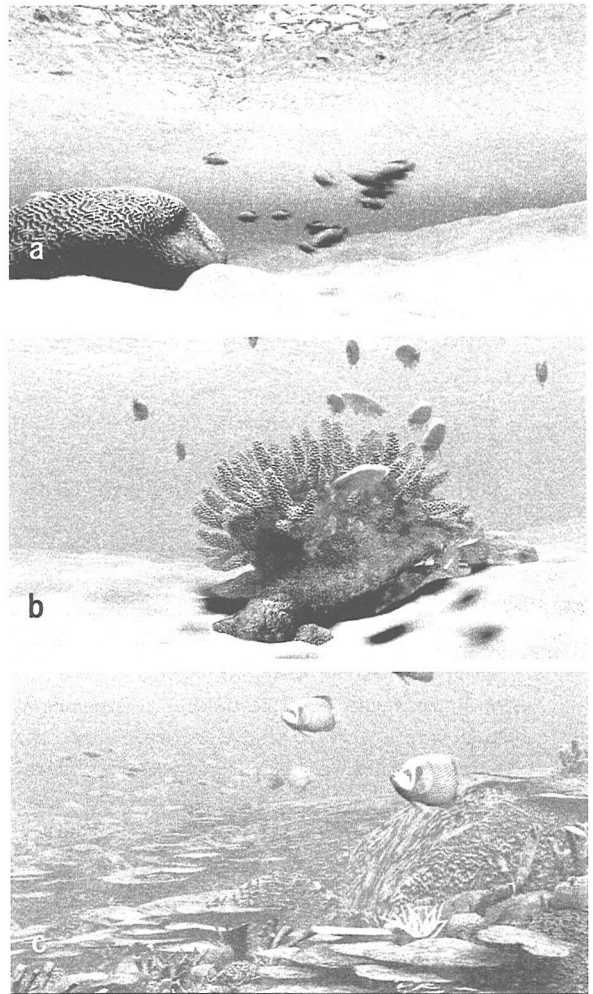


図-1 海中景観の自動生成システムにより生成されたCG画像

- a. 亜熱帯海域の水深1m程度の礁池モデル
- b. 亜熱帯海域の水深3m程度の礁池モデル
- c. 亜熱帯海域の水深10m程度の礁斜面モデル

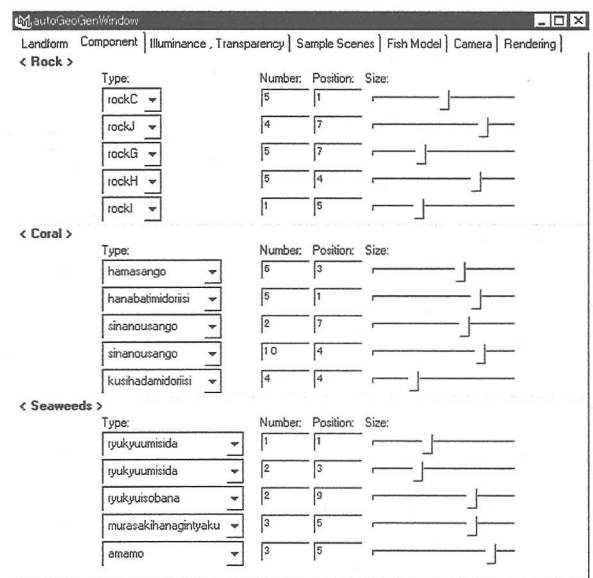


図-2 海中オブジェクト選択・調整ダイアログ

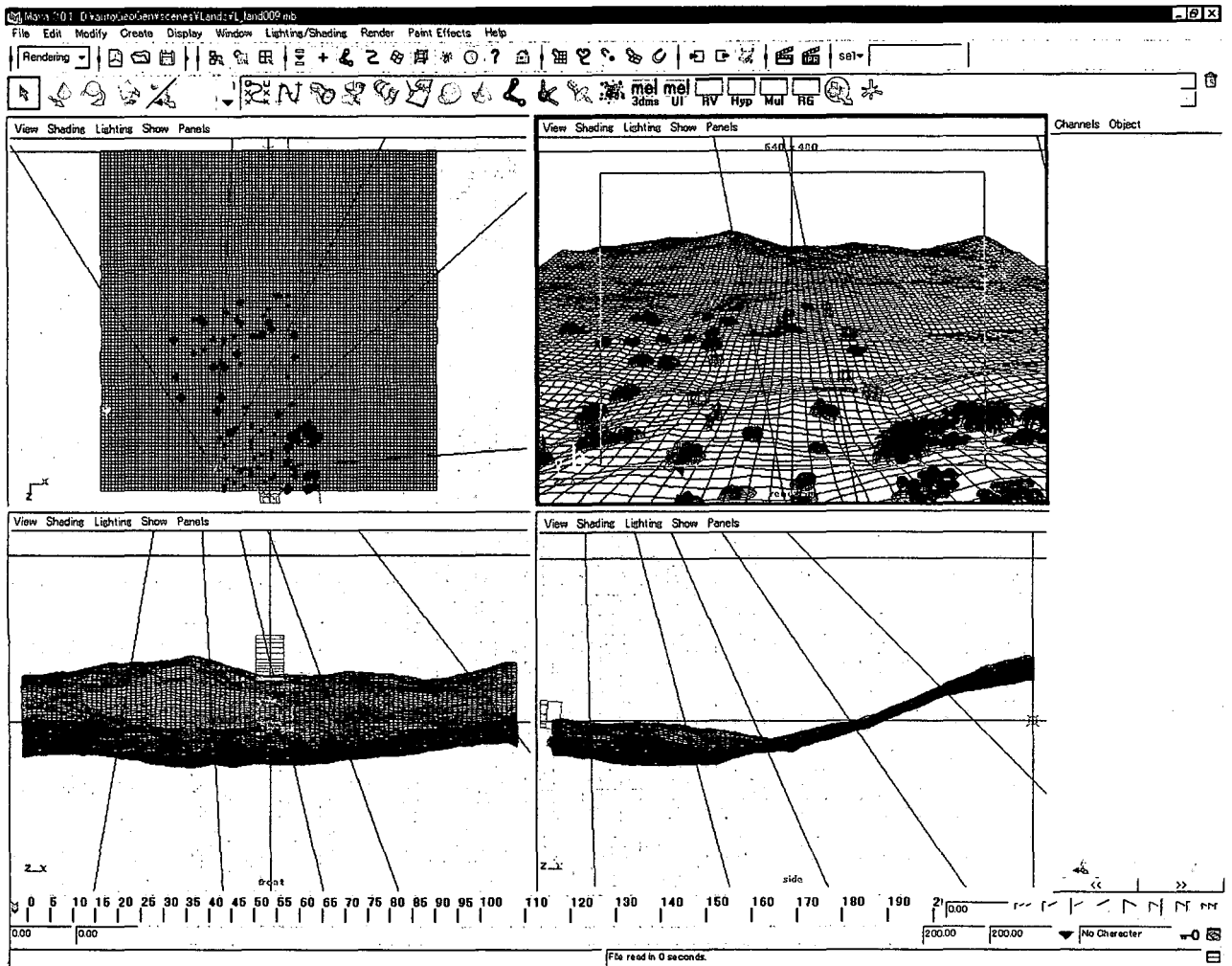


図-3 3DCG ソフトウェア「MAYA」の操作画面及び海中景観の自動生成システムにより配置されたオブジェクト。
 a. 平面図 b. 俯瞰図 c. 断面図 (手前から奥方向) d. 断面図 (右横から左横方向)

4. 3次元 CG 作成のワークフローと従来の景観シミュレーション手法との比較

3DCG の作成は、図-4a, b に示すワークフローにしたがっている。従来の CG 作成では、モデリングとレイアウトの部分にスキルを要する上に、製作時間コストも膨大であった。そのため、CG 専従の人が使うシステムであって、他分野の教育・研究を行っている人にとっては、海中景観を作る以前に、サンゴなどの生物のパーツを作るだけでも精一杯であった。ところが、本システムでこの部分が簡略化したところ、個別的な海岸の地形や生態系を反映したり、視点の設定、カメラワークの調整などに集中できるようになった。

図-5 のように、カメラに対しオブジェクトを奥行きをもって配置していくが、その際、空間のセグメント化やパースペクティブの感覚が必要となる。図-6 に示す個々のオブジェクト (樹枝状サンゴ、塊状サンゴ、固着生物、遊泳生物) は、種類と動きのデータのプラグインがあり増設可能である。また、ユーザーが必要とするオブジェクトも作れるため、研

究教育目的に合わせてカスタマイズできる。最終的にレンダリングを行い図-7 のように完成させる。

従来の景観シミュレーションでは、静止画や特殊撮影、CG の映像も多用されてきた。しかしながら、具体的な図面データのある建築物、都市計画、構造物などは CG データ化しやすいが、生物系オブジェクトは主に緑化用植物はあっても、陸上動物や、ましてや水中生物については、商業用映像では目にする機会はあるけれども、シミュレーションのレベルで使うことは困難であった。

博物館や水族館に設置されるような実物模型のジオラマによる地形や景観の再現は行われてきたが、その場合には作り変えが困難で破損に弱く、視点やスケールの設定にも限界があるという問題があった。さらに展示施設ではジオラマが高価格である点から、有名な場所や地域全体をモデル化することはあっても、多くの点数を製作したり、各地域の地先の海岸などの地味な素材を取り上げることは困難であった。さらに、視点やカメラワーク、個々のオブジェクトの質感や個数などを自在に試行錯誤しながら完成させていくプロセスが踏めなかった。これをクリアしたのが 3DCG の特性である。

5. 他の海洋関連情報とのリンク

3DCGは、形状や動きなどさまざまな情報の可視化でもあるが、他の海洋関連情報とのリンクによって映像化した意味が生まれる。特に研究グループで取り組んでいる沖縄の海は、今後は環境教育の場として重要である。その場合、従来のマリレジャーの蓄積も活用していくことが地域の特性の反映に繋がる。

マリダイビングは、沖縄では重要な産業となっており、海中の生態系や自然景観が保全されていることが不可欠である。近年では、単にサンゴ礁を眺めるだけでなく、どのスポットでどのような生物が観察できるか、安全性はどうかといった細かい情報が求められている。海岸での環境教育の際には、適地の選定においてはこれらの正確な情報が不可欠である。

ダイバー向けとしてiモードサイトのテスト版を製作し試行した。内容は潮時表やポイント紹介、危険生物図鑑などである (<http://www.dmf.co.jp/i/>)。iモードサイトにした理由は、ダイバーの大半はビジターであり、滞在中に島内のスポットを移動する場合も多いので機動性のあるシステムにすることが不可欠と考えたためである。また、中学校、高校の修学旅行における環境学習プログラムでは、礁池（イノー）でのシュノーケリング学習や干潟での生物観察や河川での赤土学習などをやった知見から、単なるレジャーではなく教育的な場合に必要要素を分けて考えている。

海中景観シミュレーションでは、教育用では、単なる見た目に美しい映像だけではなく、生態系の破壊や回復、景観の変化や将来の遷移の予測なども製作する必要がある。その場合には、教育プログラムに参加する人たちは、現時点での陸上で製作した映像を見るので、実感をもってもらうためには、現場の地先の海のそばで、特徴的な地形である岬や岩などのランドマークをみながら、海中を想像する。その場合には、一般的なサンゴ礁の海ではなく、現場のランドマークがリアルに映像中で再現されている必要がある。

6. おわりに

3DCG映像により海岸に身をおいても海中を想像し、海中の状況への理解を進めることが出来た。従来の景観シミュレーションのCGでは、構造物や建築物の図面からのデータを活用して、従来のパース図を動画化することが中心で、映像としてのリアリティの表現が二次的に扱われることも多かった。一方、映像を見る一般の人の目は、映画、TVゲームやCFなどの商業用映像によって鍛えられており、その鑑賞眼に応えるには、高度の映像技術と演出が必要とされる。科学映像の製作は、研究教育者と映像製作者の連携が不可欠であるばかりでなく、新し

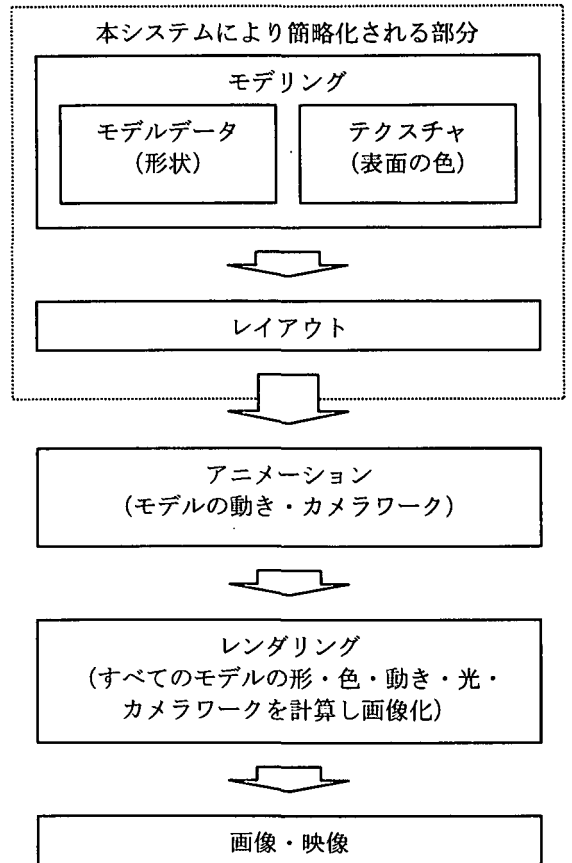


図-4a 3次元CG作成工程

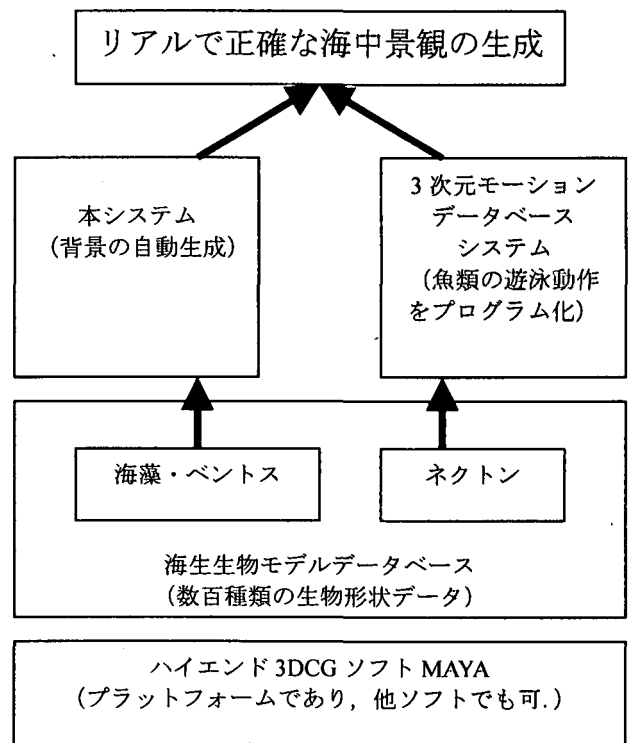


図-4b 本システムを用いた海中景観生成の概念

表-1 調整ダイアログパラメーター一覧

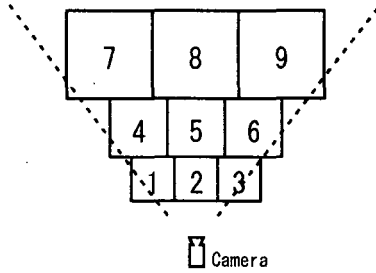


図-5 シーン中のオブジェクト配置位置の概念

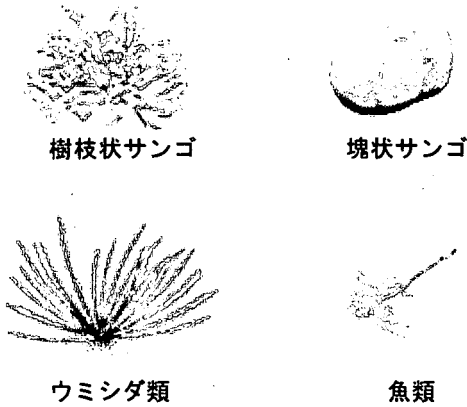


図-6 配置されるオブジェクト例

い分野 (映像生物学など) を生み出せる¹⁾²⁾³⁾。また、今後は、海岸工学、生物学、地形学などの分野別ではなく、海岸・海洋環境として統合化した映像化の分野が必要と考えられる。

3 DCG による表現は、自然科学系博物館では科学的知見を可視化し一般の人に伝えるためにも有効な手法である⁴⁾。研究グループでは、商業用映像製作の質に合わせて製作しており、単なる説明用と同時に、海岸・海洋の映像作品や展示用映像としても活用できるレベルを目指している。

参考文献

- 1) 清野聡子:映像生物学, 日本動物行動学会ニューズレター, No. 27, pp. 16-28. 1995.
- 2) 清野聡子:映像生物学—研究者が拓く映像活用の世界, 「生物学と映像の現状と未来」東京大学海洋研究所共同利用シンポジウム講演要旨集, pp. 40-41. 1999.
- 3) 清野聡子:映像生物学—映像技術が拓く新しい生物の世界, 第4回ビジュアルイノベーションカンファレンス講演要旨集, pp. 81-84. 1999.
- 4) 館野聡子・濱田隆士・味沢宏・浜島勇次・笠間敏行:伊豆大島火山博物館におけるCG作品の制作と展示, 第6回NICOGRAH論文コンテスト論文集, pp. 228-236. 1990.

タブ	選択項目	内容
Landform 地形選択	地形…10種 (追加可能)	砂2種 サンゴ礁2種 岩・サンゴ混在2種 岩礁2種 海藻藻場 海草藻場
1)	岩…10種から5種を選択 (重複可能)	形状の異なる1~10
	珊瑚…10種から5種を選択 (重複可能)	クシハダミドリイシ ハマサンゴ クサビライシ オオハナガタサンゴ トゲスギミドリイシ ハナバチミドリイシ シナノウサンゴ ショウガサンゴ リュウキュウキッカサンゴ ハナガサミドリイシ
	海藻・海草・ベントス…10種から5種を選択 (重複可能)	タマイタダキイソギンチャク リュウキュウウミシダ フトガヤ リュウキュウイソバナ ウチワヒラヤギ ムラサキハナギンチャク ワカメ マコンブ カジメ アマモ
Illuminance, Transparency ライティング 調整	Illuminance (明るさ)	暗い←---→明るい
	Transparency (透明度)	不透明←---→透明
SampleScenes プリセットされたシーンを 選択	サンプルシーン…10種	寒帯2種 亜寒帯2種 温帯2種 亜熱帯2種 熱帯2種
FishModel 魚種を選択	CG モデルデータ…20種	省略 (変更可能)
Camera カメラの位置 (水深)を選択	Depth (水深)	深い←---→浅い
Rendering レンダリング	a.開始 b.プロパティ c.シーンを別名で保存	-

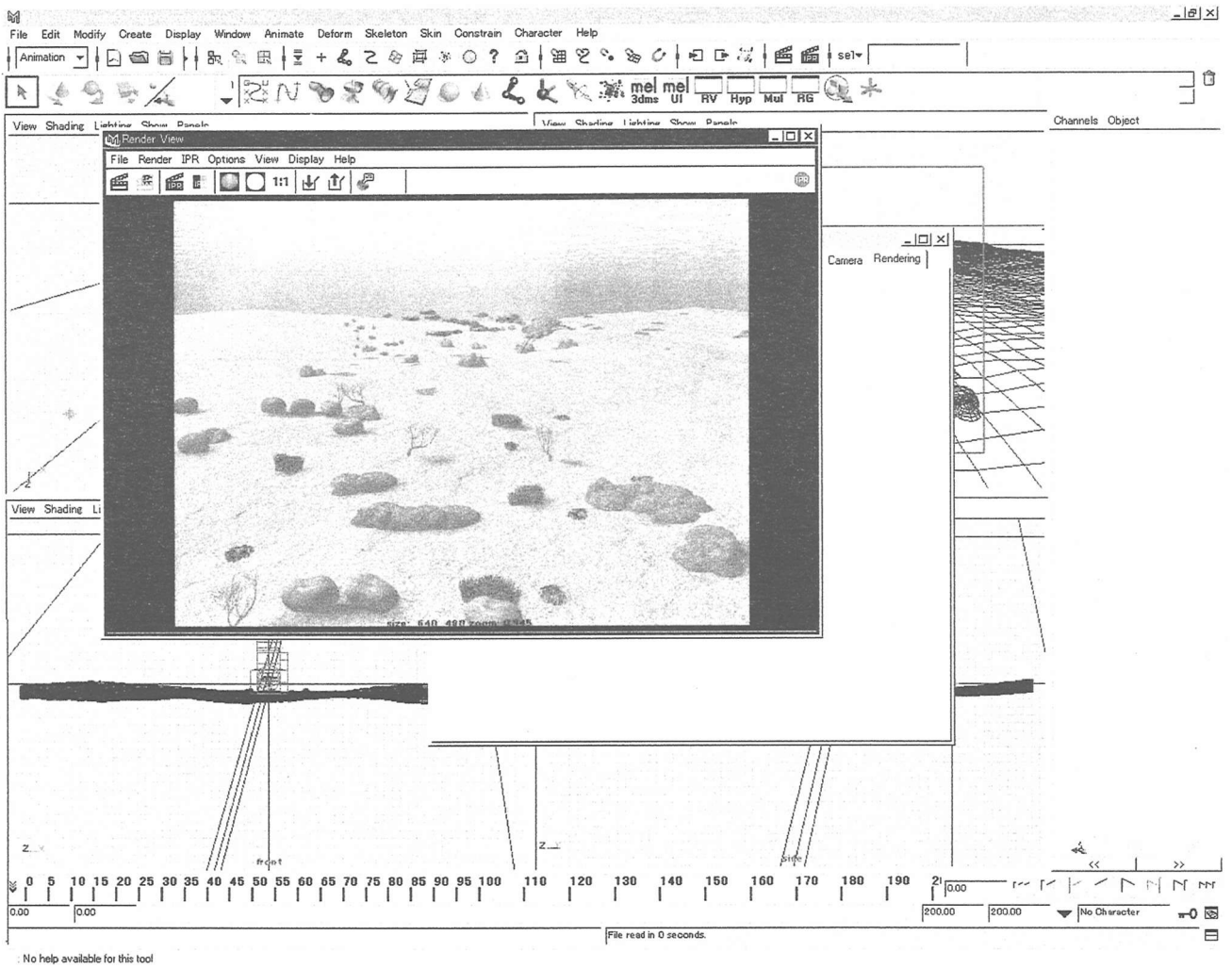


図-7 海中景観の自動生成システムの生成した配置データに基づき、レンダリングされた画像。