

## ゲーム開発のための 3D グラフィクス仕様検討支援システム

新聞 信之<sup>†</sup> 宮岡 伸一郎<sup>†</sup> 山路 和紀<sup>‡</sup>

東京工科大学大学院バイオ・情報メディア研究科<sup>†</sup> 株式会社プレミアムエージェンシー<sup>‡</sup>

### 概要

近年、家庭用ゲーム機の性能が向上し、ゲームの開発にかかる負荷が増大しており、開発の効率化が求められている。本研究では、開発の工程の中で 3D グラフィクスの仕様の作成と伝達に着目し、それらの作業の効率化を可能とするシステムを提案する。企画者が 3D に習熟していないと、3D グラフィクスの仕様は 2D のイメージや文章で作成されることが多く、企画者の意図を正確に伝達できず、後から変更・調整が発生しやすくなっている。そこで、3D グラフィクスの仕様の中でも変更・調整の発生しやすいゲーム舞台の構成要素のレイアウトや一部の演出を、簡易な 3D を用いて仕様検討段階から容易に作成・検証できるようにし、より正確かつ効率的な仕様の作成と伝達を可能とした。

### 3D graphics specification system on game development

Nobuyuki SHIMMA, Shinichiro MIYAOKA  
Graduate School of Biotechnology and Information Media,  
Tokyo University of Technology

Katsunori YAMAJI  
Premium Agency

### Abstract

Recently, as the game machines performance improves, the quality of 3D graphics is advancing, therefore the load of development is increasing. The planner who has not been skilled in 3D, designs the specification of the game development using 2D images, it becomes to be difficult to transmit the specification to the designer accurately. The purpose of our research is developing the system which can solve above issues. In this paper, we focus specification of layout that is composed of buildings and natural objects etc. on 2D images, and instructions of staging the game. Our system can add simple 3D easily to 2D specifications, and transmit to the developer more accurately.

### 1. はじめに

近年、家庭用ゲーム機の性能が向上し、3D グラフィクスの高品質化が進んでいる。これにともない、開発規模の拡大や必要技術の難度が上がり、開発者にかかる負担が増大している。今後も家庭用ゲーム機の性能は向上していくことが予想され、開発の負荷の軽減、特に 3D グラフィクスに対する負荷の軽減は必要不可欠であるといえる。

本研究では 3D グラフィクスを用いるゲーム開発の上流工程において、企画者による仕様の作成と開発者への伝達について着目した。

ゲームの開発規模の拡大から開発にかかわる人数が増えており、細分化された作業を統合するために、仕様を中核とした開発者同士の意思疎通の重要性がより高まっている。

しかしながら、3D の需要の高まりに比して企画者は 3D に習熟していない場合が多く、仕様は 2D を主に検討される。2D で検討された仕様は 3D の視覚イメージが明確にならず、開発者への正確な伝達が困難になり、仕様変更の増加、ひいては開発効率を著しく低下させる。よって仕様に 3D を盛り込むことが急務である。

現在、3D を扱える既存ツールは、多彩な機能と表現力を持つものが数多く存在するが、習

得に長い時間を要し、3D に習熟していない企画者にかかる負担が著しく増加する。

また、3D に習熟していない人を対象にした、ツールや研究も存在している<sup>[1]~[4]</sup>。手書き風レンダリングとして、入力された断面図を膨らませる Teddy<sup>[1]</sup>は非常に簡易なインターフェースで様々な機能を実現している。しかし 3D の仕様を検討するという目的に照らすと、機能が不足しており、実用的ではない。

上記のような問題点から、本研究では 3D に習熟していない企画者を対象とした、簡易に 3D の仕様を作成できるツールの提供を目指す。これによって正確な仕様の作成と伝達を行える環境を整え、問題点の解消を狙う。

本研究ではその目的を達成するために、2D で作成された仕様に 3D の視覚イメージを盛り込むというアプローチを取り、新たに仕様検討支援に特化したシステムを提案・実装する。

## 2. ゲーム開発の現状

### 2.1 ゲーム開発の上流工程

ゲーム開発における上流工程は、企画者が仕様を検討し、それを開発者へ伝達することで行われる（図 1）。グラフィクスなど専門的な部分の仕様検討の場合、グラフィクスの開発者（以下デザイナー）を交えて意見交換が行われることがある。

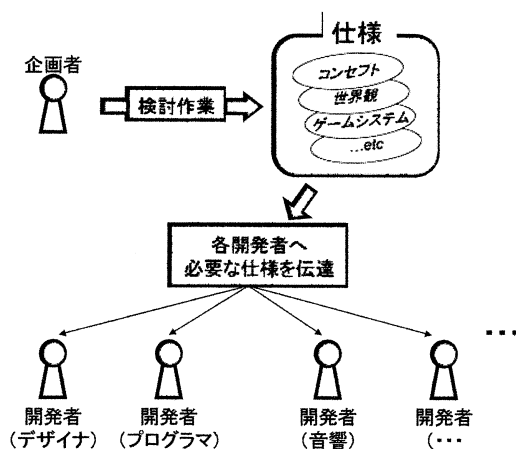


図 1 仕様作成と伝達

この後、各開発者がそれぞれ開発を進めていくことになるが、初期に確定した仕様に変更されずに最後まで残ることは少ない。実際には様々な調整作業が行われ、実際の開発物と仕様が大きく異なったものになることも多い。仕様をもとに開発するという本来の工程が、仕様を決めながら開発を行うという調整作業の発生し易い工程になっている。その調整作業は開発の終盤でも発生し、開発に大きな負荷をかけている（図 2）

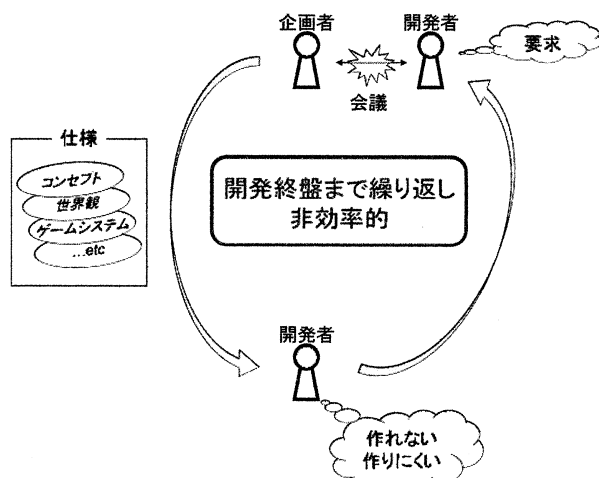


図 2 仕様変更作業

### 2.2 3D グラフィクスの仕様作成と伝達

3D グラフィクスの仕様は、図 3 のように作成される。

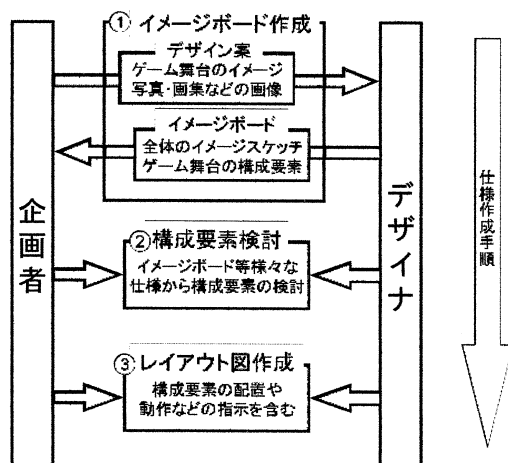


図 3 仕様作成手順

3D グラフィックスの仕様は、まず企画者のイメージに沿った写真や資料から、全体のイメージスケッチを描いてもらう (図 3①)。イメージボードと呼ばれる 2D スケッチには、建物や自然物などゲーム舞台の構成要素や、事前にわかっている演出上の必須要素が盛り込まれている。

しかし、イメージボードには、デザイナーが写真や資料から連想した様々な要素を、独自に盛り込んで描く。そのため、盛り込まれた構成要素には企画者の意図していないものが入り、全てを表現することは難しい。また、ゲームのシナリオに関わるイベントやギミック (ゲーム中何かの動きをするもの)、ハードウェアスペック、カメラワーク等の演出といった、様々な情報が関連するため、企画者とデザイナーで表現すべき構成要素を整理する必要がある (図 3②)。

表現する構成要素や、その数、関わるイベントなどが決定すると、企画者は次に構成要素の配置図を作成する (図 3③)。この配置図が決まると、デザイナーは開発を開始する。

図 3 の仕様作成手順から、3D グラフィックスの仕様は大きく 3 つに分けられる。

- (1) デザインコンセプト：  
イメージボードやその作画資料
- (2) ゲームの演出概要：  
構成要素やギミック・イベント
- (3) レイアウト：  
個々の構成要素の配置

この 3 つのうち、ゲームの演出概要の一部とレイアウトの仕様を、図 4 のような 2D の配置図として検討・作成することがある。その配置図を本研究では「マップレイアウト」と呼び、着目する。

マップレイアウトを用いることで、構成要素の配置、大きさ、真上からの俯瞰など、レイアウト情報に加え、吹き出しで指示された構成要素の立体時の概観や、ギミックやイベント等ゲームの演出概要についても情報を付加できる。

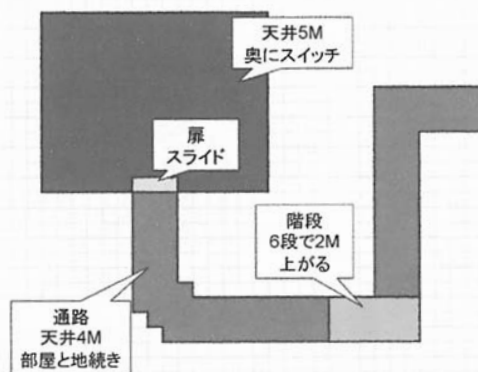


図 4 マップレイアウト例

マップレイアウトは、前に述べたように、企画者の意図が正確に伝わらず開発の後半まで調整作業が発生する可能性があるが、仕様検討段階においても試行錯誤の多い仕様である。調整作業や試行錯誤は、構成要素の配置の変更、つまりレイアウト調整だけでなく、吹き出しによる高さなど構成要素に関する付加情報、ゲームの演出概要に関する指示などについても行われる。

マップレイアウトは、作成などが簡易なため多用されているが、企画者の仕様作成とデザイナーへの伝達において問題点がある。

## 2.3 仕様の作成に関わる調整作業

3D ゲーム開発においては、マップレイアウトも 3D を盛り込むことが望ましいが、2D を主として検討・作成されているのが現状である。

マップレイアウトのような 2D の仕様では、3D の視覚イメージが明確にならず、実際に開発する 3D のイメージが掴みにくい。よって仕様にあいまいさが残った状態になる。

仕様の初期設定にあいまいさが多くこのころ場合、開発が進むまで発見されない食い違いの要素が多く発生する。

この食い違いをなおすために頻繁に仕様変更が発生する。さらに、仕様変更の調整作業においても、結局企画者自身の意図を明確に表現しにくい、非効率的である。

また、マップレイアウトでは、ゲームの演出概要の 1 つであるカメラワークについて、企画

者自身が具体的なイメージを持つことが難しい。特にゲームでは、アニメーションなどのカメラワークとは別に、コントローラによる自由なキャラクタ移動とそれに伴う動的なカメラワークによって「見え方」が大きく変わる。

上記のように発生した食い違いのうち、ゲームの重要な部分に影響する問題も多く、この調整に大きな負担がかかる。

### 3. 本研究のアプローチ

#### 3.1 マップレイアウトの 3D ラフ化

前述したように、本研究では 2D で検討・作成される仕様に、簡易に 3D を盛り込むことを目的としている。

しかし、既存の 3D ツールを習得させるには時間がかかり、また一から 3D を扱うのは手間がかかる。そこで、マップレイアウトのような 2D の配置図を入力とし、それを自動で 3D 化することを考える。

マップレイアウトの 3D 化で重要なのは、作成した配置図が本当に企画者の意図した見え方をしているのかを確認することにある。つまり、構成要素の立体形状は簡易なもので十分効果があると考えられる。例えば、「この高台がどの程度の高さであれば綺麗に街全体が見渡せるのか」という視覚イメージの確認に細かな立体形状は必要ない。

そこで、本研究で扱う 3D の立体形状を、「構成要素の接地面（底面）形状と高さがあれば立ち上げることのできる簡易な形状」と定義する。本研究ではその立体形状の品質レベルを「3D ラフ」と呼び、図 5 のような箱状を主体とした形状として扱っている。

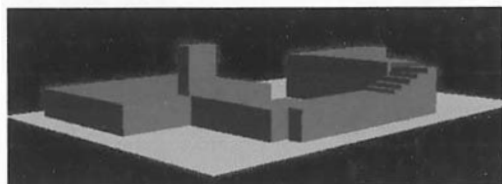


図 5 3D ラフの例

マップレイアウトを 3D ラフにすることで、視覚イメージは明確化できる上、3D 情報の調

整も容易だが、マップレイアウトのような 2D の配置図は、全体の空間バランスなどの調整に便利である。また、吹き出しによる演出概要などの指示は、3D ラフ化した後でも重要な検討要素である。つまり、3D 化するだけでなく、マップレイアウトと 3D ラフを連動して検討する必要がある。

#### 3.2 本研究の開発目標

マップレイアウトの 3D 化というアプローチを、既存ツールを用いて実験してみると、いくつか不十分な点があり、表 1 のような開発目標が定義できた。既存ツールとして、2D のような入力から 3D を立ち上げることができ、高品質な 3D を表現できる Autodesk 社の 3dsMAX<sup>[5]</sup> と、非常に簡易な 2D 入力を持つ Teddy を用いた。実験は、マップレイアウトの入力、その 3D 化、レイアウトの調整作業、演出概要の指示などの各機能についての使い勝手と、機能を使いこなすまでの習得難度について調べた。

表 1 既存ツールと開発目標の比較

|        | クオリティ | レイアウト | 演出概要 | 習得難度 |
|--------|-------|-------|------|------|
| 3dsMAX | ◎     | △-○   | ×    | ×    |
| Teddy  | △     | ×     | ×    | ◎    |
| 開発目標   | ×     | ○     | ○    | ○    |

本研究の開発目標として、マップレイアウトの 3D ラフ化と、2D と 3D 両方からの調整という 2 点の他に、以下の 3 点が導かれる。

- (1) 習得難度を上げて、機能を増やすのではなく、仕様検討の機能に特化しレイアウト調整を扱いやすくする。
- (2) 吹き出しやキャラクタ移動による動的なカメラワークなどのゲームの演出概要の指示を実現する。
- (3) インタフェースをマップレイアウトのような 2D 主体にし、3D 技術のあまり必要ない扱いやすいものにする。

## 4. 仕様検討支援システム

### 4.1 システムの全体構成

上記のようなシステムの開発目標から、本研究で開発する仕様検討支援システム（以下本システム）の全体構成を、図6のようにした。

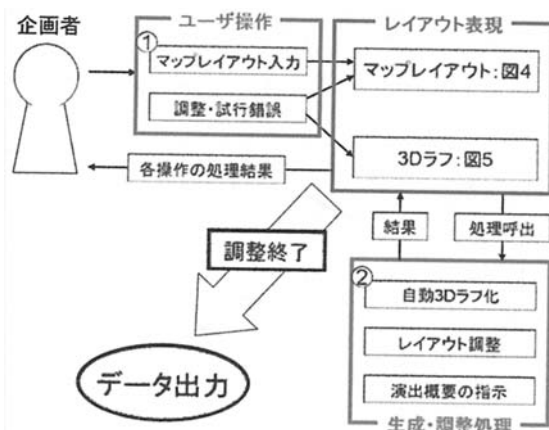


図6 システムの全体構成図

本稿では、図6の全体構成に関する機能のうち、最も重要であるマップレイアウトの入力インタフェース（図6①）と自動3Dラフ化（図6②）について、現状のマップレイアウト作成法と対比し、有用性を確認しながら説明していく。図7はシステムの動作画面である。

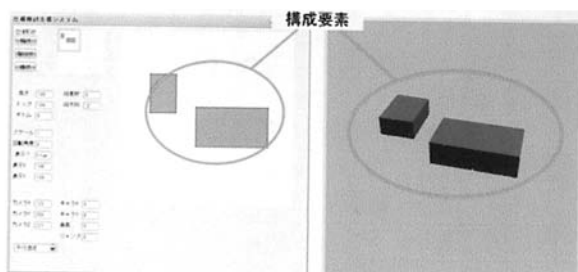


図7 システム動作画面

### 4.2 入力インタフェース

本システムの入力とは、構成要素の接地面形状の輪郭線（多角形）、高さや立体形状に関する情報、および吹き出しの入力のことである。本節で説明する機能は、以下の2点に分かれており、以降はそれに沿って説明する。

- (1) 構成要素の入力
- (2) 重ね合わせ

#### 4.2.1 構成要素の入力

本システムの接地面形状の入力方法は、2Dのマップレイアウト領域に対して、マウスクリックによる頂点の直接指定と、マウスドラッグによる手描き線の入力で行う（図8）。その際、始点と終点は自動で結ばれ、閉じた形状になる。また、高さの入力は数値による精緻な指定と3Dラフによる直感的な調整で行う。



図8 接地面形状入力例

現状、マップレイアウトは、Microsoft社のExcelなどを使って検討・作成されている。図4のマップレイアウトは、実際にExcelで作成されたものを元としている。

構成要素の入力は、斜線や曲線での入力、構成要素の移動など、扱いやすさや調整のしやすさからいっても、ペイントツールなどで行うほうが便利である。Excelでマップレイアウトを作成する理由は、以下の2点である。

- (1) 構成要素が目目で正確に表現され、大きさや長さなどが判りやすく、調整しやすい。
- (2) マップレイアウトで表現しきれない仕様を、吹き出しで表現できる。

前に述べたように、2の吹き出しは3Dラフにしても必要な要素であるため、システムでも実装している。しかし、1の便利さは3Dラフにすることである程度肩代わりができる。

マップレイアウトに限らず、仕様には、精緻に検討すべき部分（数値での指定）と、簡単な検討でかまわない部分（文字などでの概略）がある。しかし、マップレイアウトのような2Dの配置図では、簡単な検討でかまわない部分も、数値などである程度精緻に指定する必要がある。



る (図 9(a))。

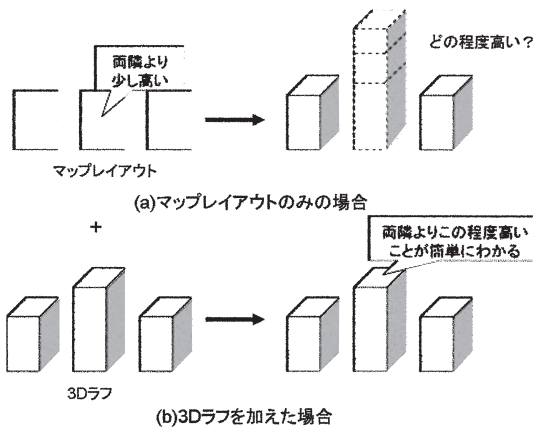


図 9 指示の簡略化

図 9(b)のように、マップレイアウトを 3D ラフ化し、視覚イメージが明確になれば、簡単な検討でかまわない部分に、数値などで精緻な指定をする必要がなくなる。これは図 9 のような高さに限らず、接地面形状にも言える。

よって、本システムの入力方式は、本来は簡単な検討でもかまわない部分をより簡単に、精緻な検討が必要な部分はより精密に検討できるような機能であると考えられる。

#### 4.2.2 重ね合わせ

構成要素には、他の構成要素との重ね合わせが発生する可能性がある。つまり、単純なペイントツールのように色を上書きするのでは不都合が発生する。

そこで、レイヤ構造を用いて構成要素の重ね合わせをしても情報が消えないようにする。しかし、レイヤの重ねあわせを企画者が管理するのは操作が冗長になる。Excel などの図形描画のように、自動的に重ね合わせが出来るのは便利であるが、描画優先度とその管理方法は本システムの目的に沿わない。

そのため、構成要素の重ね合わせを、高さの情報に応じてシステム側に自動で管理させることを考えた。構成要素の高さを図 10 のように 3 つに分け、重ね合わせの発生する構成要素同士で 3 つの情報を比べ、「高い位置にある」

と判断された構成要素を上に表示させる。

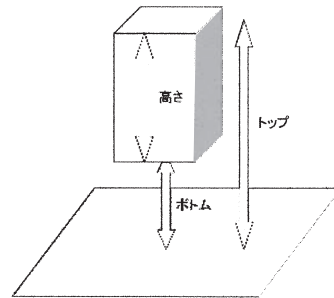


図 10 高さの種類

#### 4.3 自動 3D ラフ化

本研究では、3D の立体形状を立ち上げる作業を自動で行う。ここでは閉じた接地面形状を入力した後の処理について説明する。その際、重要なのは以下の 2 点である。

- (1) 接地面形状の輪郭線の頂点自動検出
- (2) 立体形状の生成

以降で、この 2 点について詳細を述べる。

##### 4.3.1 接地面形状の輪郭線の頂点自動検出

本システムの入力において、クリックにより頂点を直接指定した場合は問題ないが、手描き線で入力された場合、立体形状にするために頂点を検出する必要がある。Teddy<sup>[1]</sup>のように一定距離でサンプリングを行うと表現できる形状に制限ができてしまうが、しかし、あらゆる頂点を取得するのは無駄が多く (図 11)、手ぶれも再現されてしまう。

このような部分を頂点として扱うのは無駄が多い

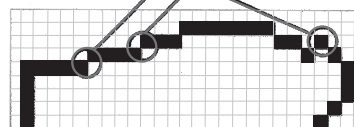


図 11 無駄な頂点

そこで、本研究では、(1)一度頂点候補を検出し、(2)頂点候補同士のなす角度を基に頂点を決定するという手法をとる。

(1)頂点候補を見つけるときは、(図 13(1))

線を順に 1 ピクセルずつトレースし、(図 13(2)) 周辺 8 ピクセルの状況から直線でないければその点を頂点候補とする。

(2)の頂点候補同士のなす角度は、頂点候補を 1 点ずつトレースし、その頂点候補と他の頂点候補が周辺 8 ピクセルに隣接して存在している場合、トレース中の頂点候補と隣接した頂点候補全ての中間を仮の候補点として計算する。そして、頂点候補のなす角を 1 点ずつみていき、最終的な頂点が決定する。

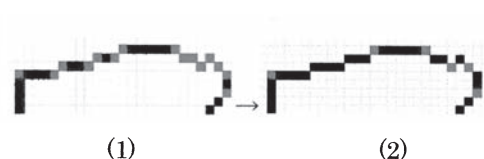


図 12 頂点検出

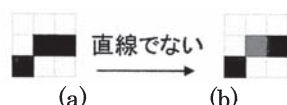


図 13 頂点候補の検出

決定した頂点は、手描き線がある程度再現しつつ、無駄な頂点を省いたものとなる。

#### 4.3.2 立体形状生成

立体形状を生成する際、接地面（底面）はすでに作成されているため、後は横の面と上面を作成すれば良いことになる。

立体形状は前に述べたように「接地面形状と高さがわかれば」よいものであるため、複雑な形状は扱わない。

本システムでは現在、その定義の範囲内で、更に「企画者に形状を作らせるのは手間がかかる」「システムを扱うときに作業量がそれほど増えない」「見た目が大きく変わる」という 3 点の条件を満たす立体形状を検討し、「箱」「錐」「階段」の 3 つを用意している。箱の上面の生成は、(1)底面の頂点群をそのまま(2)高さ位置にコピーした形で(3)立体形状とする (図 14)。

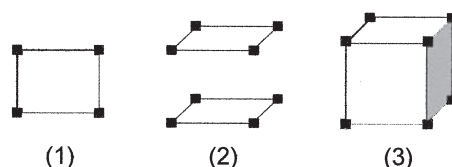


図 14 箱の生成

錐の上面は、1 つの頂点であるため、接地面形状の輪郭線の入力後、更に 1 点のマウスクリックによって入力を行い、輪郭線の頂点列と面を作成する。

階段は、現在完全な長方形でしか生成ができない。生成手順は、段差数と上昇方向（上下左右のみ）に応じて段差を作ることで行われる (図 15)。

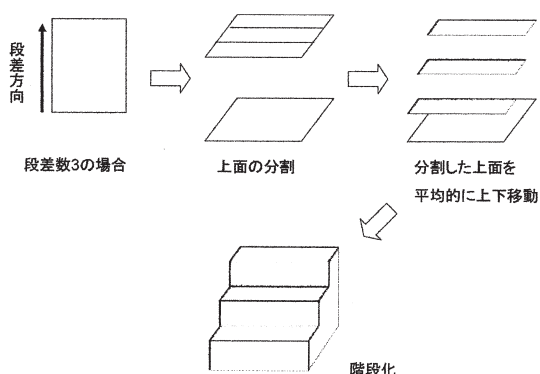


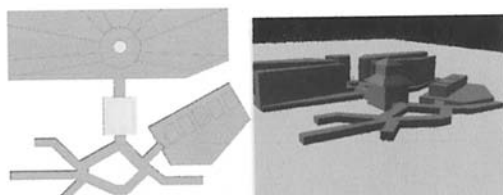
図 15 階段の生成

## 5. 評価実験

本研究で実装したシステムを用い、本研究の目的が達成されたかどうか、仕様の伝達が効率化されたかという点について実験を行う。

本研究のアプローチの有効性を、(1)2D の仕様の場合と 3D を加えた場合の 2 種類について、デザイナーへの伝達時間の比較から効率化できたかで確認する。更に、(2)既存ツールと、マップレイアウトの 3D 化にかかった作業時間や作業の様子を比較し、本システムの有効性を確認する。

実験には、あるゲーム舞台を想定し、実際にマップレイアウトと 3D ラフを作成することで行う。作成した結果は、以下の図 16 のようになった。



(a)マップレイアウト (b)3D ラフ

図 16 実験結果画面

結果として、(1)の実験結果を表 2 に示す。これは、デザイナーが仕様を理解し、実作業を始められるようになるまでの意見交換の時間である。

表 2 伝達の所要時間 (分)

|             | 所要時間 |
|-------------|------|
| マップレイアウトのみ  | 120  |
| 3D ラフを用いた場合 | 60   |

より明確な 3D イメージを得られたため、デザイナーへの伝達もより正確に行えたことがわかる。また、(2)の実験結果として、本システムは既存ツールである 3dsMAX<sup>[5]</sup>より短い時間で仕様作成・調整を行えた。

しかし、時間短縮の要因は、機能の単純さや入力の手軽さによる、習得時間の短さと扱いやすさによるもので、機能の不十分など課題も多く残る結果となった。

## 6. おわりに

本研究では、3D グラフィックスのゲーム開発において、企画者の 3D 習熟度によらず、仕様をより正確にデザイナーへ伝達するため、簡易に 3D を仕様に盛り込めるシステムを開発した。これにより企画者の持っているイメージを、3D で視覚化することで仕様を明確化し、ゲーム開発における負荷の軽減を図った。

本システムの入力を手書き風の簡易なものにし、3D 化を自動で行うことで、3D に習熟していなくても簡易に 3D ラフを生成することができるようになった。また、今までのマップレイアウトの作成の扱いやすさをある程度損なわずに、仕様検討が可能になった。

しかし、未実装の機能が多く、仕様検討や調整作業に対して、既存ツールの劣化版であるという意見があがった。

既存ツールとの差別化に必要な機能として、吹き出し機能や、動的なキャラクタ移動によるカメラワークなどが挙げられ、それらの機能をより充実させる必要があると考えられる。

今後の発展として、上記のような不足機能の充実だけでなく、表現できる立体形状の増加や、ペイントツールのような選択範囲のコピーや消しゴム機能など、構成要素の接地面形状によらないピクセルデータを用いた調整機能を追加し、より使いやすいシステムを目指す。それと共に、本システムを用いた場合の開発全体の工程数を調査し、長期の実験から本研究の有用性を数値的に確認していく。

## 謝辞

本研究を進めるにあたって、株式会社プレミアムエージェンシーの企画者の方に、一部の資料や情報を提供していただきました。

## 参考文献

- [1] Takeo Igarashi, Satoshi Matsuoka, Hidehiko Tanaka: "Teddy: A Sketching Interface for 3D Freeform Design", ACM SIGGRAPH 99 Los Angeles pp.409-416, August, 1999.
- [2] 静春樹, 鈴木俊博, 近藤邦雄: "手描きスケッチにおける陰影表現を用いた 3 次元形状制御手法", 情報処理学会研究報告, CG, Vol.2002, No.77, pp7-12, 2002
- [3] Robert C.Zeleznik, Kenneth P.Herdon, John F.Hughes:"SKETCH: An Interface for Sketching 3D Scenes",in Proc.of SIGGRAPH '96 pp163-170, 1996
- [4] マルチメディアコンテンツ振興協会, "高付加価値意匠デザインのための 3 次元形状モデリング", 1999
- [5] Autodesk Japan :  
<http://www.autodesk.co.jp/>