

【研究会論文 26-01-01】

住宅モデルのプロシージャルモデリング法に関する検討

大志田憲⁺ 伊藤智也^{**} 榊原健二^{***} 土井章男⁺⁺岩手県立大学 ^{**}八戸工業大学 ^{***}いわてデジタルエンジニア育成センター

アブストラクト

筆者らはこれまで、東日本震災津波後の岩手県三陸沿岸市町村の復興計画を、3次元CADによって3Dモデル化する3D復興計画モデルに関する研究を行ってきた。復興計画を従来の2次元図面から3次元化したCGで表すことにより、視覚的にもわかりやすく「見える化」した景観のシミュレーションが可能となり、行政と住民間での情報の共有化を図る事ができる。しかしながら、3DCGの景観を考えた場合、土地、道路などのインフラとなる部品の他に、住宅等の建築物、樹木等の植栽等、様々なCG部品が必要となる。これらの作業は従来手作業で部品の作成や3D空間への配置がされる事が多く、作業量としてもコストがかかる問題がある。本報告では、それらの部品の中で重要なものである住宅に関して、処理をある程度手続き化することでモデリングを可能とする容易な生成可能手法を検討する。また、住宅部品は様々な景観シミュレーションやゲーム等、幅広い用途も考えられる。

1. はじめに

筆者らはこれまで、東日本震災津波後の岩手県三陸沿岸市町村の復興計画を、3次元CADによって3Dモデル化する3D復興計画モデルに関する研究を行ってきた[1, 2, 3]。この研究により、従来の2次元の紙ベースのものから3次元化することによって視覚的にもわかりやすく「見える化」された景観シミュレーションが可能となり、3次元化したデータを住民説明会等で利用する事で行政と住民間との情報の共有化ができ、地域全体の意思決定のスピード化を図ることも可能となる。

3D復興計画モデルは、紙の図面や2次元CAD等の測量データから、土木3次元CADにデータを取り込み、編集をすることで3次元化を行っている。その3次元化した土地や道路のデータ上に、建物、植栽、人物、車などのCG部品を3DCG作成アプリケーションソフトウェアにて作成し追加しているが、このCG部品の作成については手作業によるものが多く、作業量として見た場合にコストがかかる問題がある。図1は土地データに住宅を配置したものであるが、住宅作成等手作業によるものが多く、効率化が求められている。

このような課題を含め、景観シミュレーションにおけるCG部品の生成について、プロシージャルモデリング法による研究が広く行われている。これは一から人間が3Dのモデルを手作業で作成するのではなく、コンピュータプログラム等を利用し、アルゴリズム化された作成手法によって処理をある程度自動化し、制作の補助を可能とするものである。

住宅のモデリング法や、住宅空間の構築についてもいくつか報告事例ある事から、需要の大きいテーマであることが考えられる。しかしながら、現状の住宅建築として考えた場合、外観の主要因のひとつでもある屋根の形状も年代ごとに流行がある事や、地域ごとの住宅の広さなど、実際の状況を必ずしも反映したものとは言えない点も多く、現状に即した景観作成を考えた場合に残された課題もまだまだ多い。

本報告では、既往の住宅構築の研究手法について踏まえた上で、国内の住宅建築状況も考慮した3D復興計画モデルに適用可能な住宅のプロシージャルモデリング方法について検討を行ったので報告をする。



図1 住宅配置例

2. 既往の住宅構築に関連する報告について

これまでに景観シミュレーション等で利用するための、街並みや住宅の作成手法に関する研究事例はいくつか報告されており、デザイナーが3DCG作成のアプリケー

ションソフトウェアを用いて、多大の時間や労力を掛けて作成する作業を、プロシージャル化(手続き化)して負担を減らすという事を主目的として研究されているものが多い。

都市モデルの自動生成や街並みの作成としては、Muller[4]、杉原[5,6]、藤原[7]らによるもの等がある。これらは GIS のデータ等から建物の 3 次元ポリゴンを作成する手法である。例えば、杉原らによる手法では、衛星画像に基づいた電子地図から、基本立体を組み合わせて住宅を作成する手法であるが、構築する屋根の形状がある程度限られ自由度は必ずしも高いとは言えない面も考えられる。

建物の構築については、他の研究事例においても、いくつかの基本立体(プリミティブ)を作成し、それをサイズの変換や組み合わせによって構築する手法が多いが、国内の住宅建設状況と照らし合わせ、景観シミュレーションとして考えた場合、現状に即した概観かどうかと考えると改善の余地が残る。本研究においては、現状の建設状況等も踏まえた上でのモデル化を試みることを目的とする。

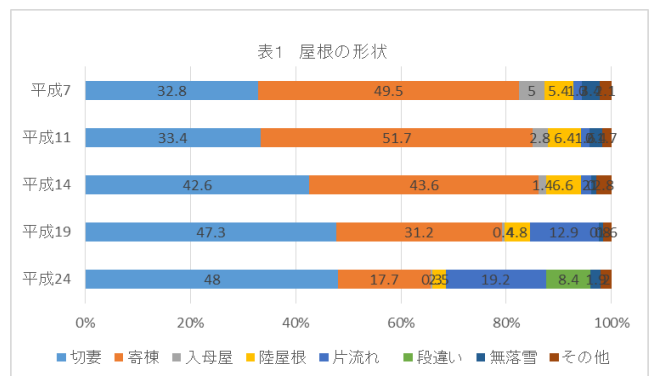
3. 現在の住宅建築状況について

現在の国内の住宅建築状況として、総務省による日本統計年鑑[8]と、住宅金融支援機構[9]が参考となる。

住宅金融支援機構では住宅ローン、フラット 35 の利用者統計を毎年調査しており、支援機構の利用者の統計を見ることで一部ではあるが状況を把握することが可能となると考えられる。平成 24 年の調査によると注文住宅あたりの床面積は、全国平均で 132.9m² (40.2 坪) となっている。最小は鹿児島県の 116.4m² (35.2 坪)、最大は山形県の 151.8m² (45.9 坪) となっており、東京都の平均値は 129.4m² (39.1 坪) である。土地付注文住宅あたりの床面積の全国平均は 114.1m² (34.5 坪)、最大は山形の 124.2m² (37.6 坪)、最小は東京都の 100.9m² (30.5 坪) である。この数値を住宅のモデリングの際に考慮する。

また、実際に景観シミュレーションの部品用途としてモデリングする際に、外観において特に屋根の形状が住宅全体の概観として捉えた場合に重要な位置を占める。昨今の主な住宅の屋根形状として図 2 にあげられるものがある。また、それらの屋根形状についても、デザインなどの流行もあり、年代により大きく利用され、屋根の種類が比率が大きく異なっている。フラット 35 住宅仕様実態調査報告によると、また、屋根の形状については、「切妻」「片流れ」の割合が年々増加している。平成 24 年には「切妻」

が 48.0%、「片流れ」が 19.2%に達している。一方、平成 7 年においては「寄棟」が 49.5%とほぼ半数を占めていたにもかかわらず、平成 24 年には 17.7%と大きく減少している。屋根のデザインとして「切妻」や「片流れ」が増加していることが調査結果から把握できる。また、最近では太陽光パネルの設置を考慮し、できるだけ効率的にパネルを設置することを可能とするために、「切妻」や「片流れ」が増えているとも考えられる。



※住宅金融支援機構 フラット 35 仕様実態調査より作成

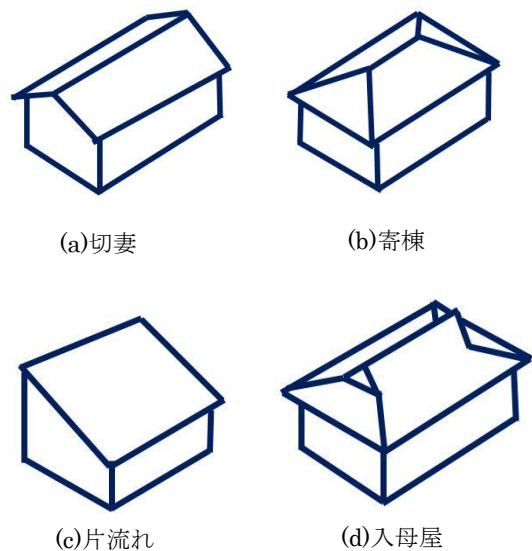


図 2 主な屋根形状

4. 住宅モデルのプロシージャルモデリング法について

現状の住宅建築状況も踏まえ、景観シミュレーションに必要な住宅のモデリングについて、従来は手作業で作成していたものをパラメタの入力によ

る簡略化したモデリング手法について提案する。

手順として、住宅の基本となる形状、基本立体（基本オブジェクト）を用意する。これは屋根の設置種類により住宅の外観が大きな印象変化になるため、「切妻」「片流れ」などの物を用意する。

その基本オブジェクト単体、あるいは組み合わせにより複数種の住宅を作成可能となる。

基本オブジェクトの作成は 3DCG 作成アプリケーションソフトウェアである Autodesk 3dsMax にて、スクリプト処理を実行するための言語 Max スクリプトにより作成する。それぞれのオブジェクトには、

- ・オブジェクトの配置座標
- ・床の大きさ
- ・軒高
- ・棟高
- ・屋根の種類
- ・屋根の向き

をパラメタとして与え、形状を生成させる。生成手法は、床の大きさを線で生成し、そこから押し出しを繰り返し面を作成することによって形状を構築している。図 3 が基本オブジェクトの各パラメタの意味するものであり、3dsMax 内での 3 次元空間座標を用いて設定を行う。図 4 が基本オブジェクトの生成を段階的に図で示したものである。床の大きさを表した線形状から押し出しを繰り返し、自動的にオブジェクト生成する。

図 5 は本手法で用いる基本オブジェクトであり、左から「切妻」「寄棟」「片流れ」「入母屋」である。「陸屋根」といった平らな屋根も、「片流れ」の傾きを無くす事によって作成可能となる。またこれらのオブジェクト組み合わせることにより、例えば、「段違い」であれば「片流れ」を 2 つ組み合わせるといったように、様々な住宅を作成することが可能とな

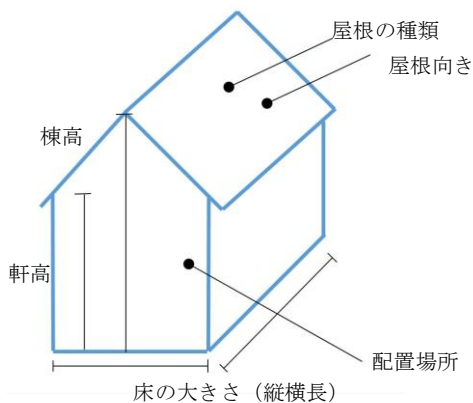


図 3 基本オブジェクトの各パラメタ

る（図 6 参照）。

また、住宅地に住宅を複数配置する際には、住宅金融支援機構の調査結果等を参考にし、「切妻」「寄棟」等の配置割合を、スクリプト内で計算処理を行い作成する屋根の形状を決定する。

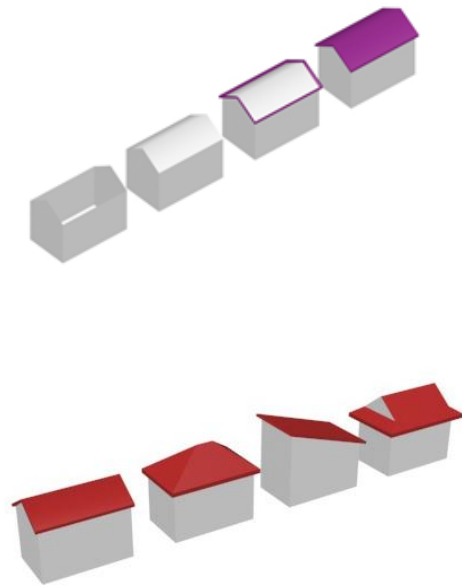


図 5 基本オブジェクトの種類

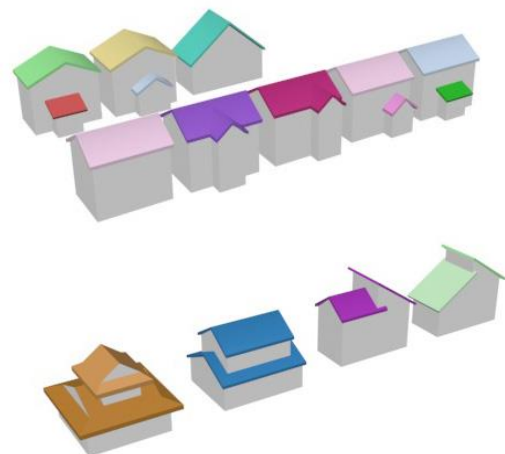


図 6 基本オブジェクトの組み合わせ

5. シミュレーション例

図 7 は、住宅の延床面積を全国平均の 40 坪前後だとして乱数を加えて多少の幅を持たせ、50 件程度の住宅を均等に配置した場合のシミュレーション例である。図 7 (a) は住宅金融支援機構の調査結果をもと

に，平成 24 年の屋根形状の建築状況を参考に屋根の形を自動的に選択し，住宅を生成した場合の例である．(b)は平成 7 年の状況を参考に自動生成を行った場合の例である．シミュレーション例から，年代が異なると住宅の外観の割合が変化する．

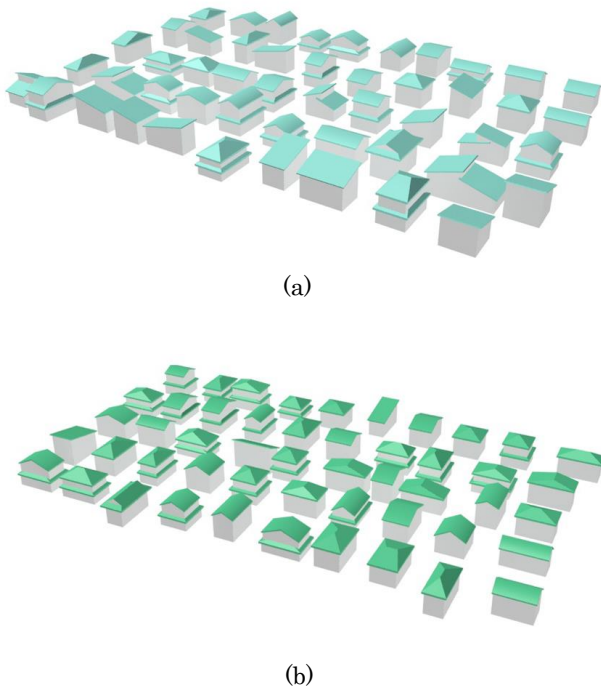


図 7 シミュレーション例

6. おわりに

本報告では，3DCG による景観シミュレーション等に必要となる重要な部品のひとつである住宅作成について，従来は手作業により作業量的にコストがかかるといった問題を踏まえ，現状の住宅建築環境に即したスクリプトによる手続き化した住宅オブジェクト作成手法について検討を行った．

本研究でのオブジェクトは，主な住宅形状の外観作成に留まっており，窓や玄関などのマッピング処理など残された課題も多く，今後さらに検討を進める必要がある．

参考文献

- [1] 榊原健二，伊藤智也，大志田憲，黒瀬左千夫，土井章男，”東日本大震災における三陸沿岸 3D 復興計画モデル構築について”，平成 25 年度芸術科学会東北支部大会論文，大会論文 25-01，2014.
- [2] T. Ito, K. Sakakibara, S. Kurose, K. Ohshida and A. Doi, “Study of Practical Use of 3DCG Techniques for Effective Information Sharing: Visualization of the Reconstruction Plan of Otsuchi, Iwate Prefecture from the Great East Japan Earthquake”, Nicograph International 2014, Poster session, 2014
- [3] 土井章男，榊原健二，黒瀬左千夫，加藤徹，高橋弘毅，”さんりく沿岸の 3D 復興計画モデル構築と人材育成”，第 21 回レイマージョン技術研究会，日本バーチャルリアリティ学会，2013.
- [4] P. Mueller, P. Wonka, S. Haegler, A. Ulmer and L. Van Gool, “Procedural Modeling of Buildings”, ACM Transactions on Graphics, 25, 3, 614-623 (2006).
- [5] 杉原健一，沈振江，林良嗣，”計画プロセスの合意形成において活用できる 3 次元都市モデルの自動生成”，第 47 回土木計画学研究発表会（春大会），土木学会，2013.
- [6] 杉原健一，松島桂樹，”GIS ベースの多目的 3 次元仮想都市空間の構築”，ヒューマンインタフェース研究会報告，情報処理学会，1999.
- [7] 藤原士朗，中沢実，服部進実，”数値地図を用いた 3 次元街並み CG 映像の構築方法”，マルチメディアと分散処理研究会報告，情報処理学会，103-108，2002
- [8] 総務省統計局，”日本統計年鑑”，
<http://www.stat.go.jp/data/nenkan/index1.htm>
- [9] 住宅金融支援機構，フラット 35 住宅仕様実態調査報告，http://www.jhf.go.jp/about/research/tech_flat35_siyou.html