

## 太陽光発電システムなどの環境 3D モデルによる 環境教育支援システムの開発

### Development of an Environment-education Supporting System with Environment 3D Model of Solar Energy Generating Systems

村瀬 孝宏<sup>\*1</sup>, 杉原 健一<sup>\*2</sup>, 周 欣欣<sup>\*3</sup>

Takahiro Murase<sup>\*1</sup>, Kenichi Sugihara<sup>\*2</sup>, Xinxin Zhou<sup>\*3</sup>

<sup>\*1</sup> 中京学院大学中京短期大学部

<sup>\*1</sup>Chukyo Junior College, Chukyo Gakuin University

<sup>\*2</sup> 岐阜経済大学情報メディア学科

<sup>\*2</sup>Faculty of Business Administration, Gifu Keizai University

<sup>\*3</sup> 名古屋文理大学情報メディア学科

<sup>\*3</sup>Faculty of Information Culture, Nagoya Bunri University

Email: murase@chukyogakuin-u.ac.jp

**あらまし**：東日本大震災以降、太陽光、風力、水力等の再生可能エネルギーによる発電を普及し、原子力発電に頼らない持続可能な社会の実現を目指すことが、国を挙げて全力で取り組むこととされる。これらエネルギーによる発電・送電を制御する「スマート機器」や各発電施設の 3D モデルを作成し、3次元都市モデル(例えば、グーグルアース)上に載せれば、具体的に、メガソーラーなど「次世代発電施設」はどのような形態になるか、あるいは、「太陽光発電を最適化する建物や街並み」はどのような形態になるかなどの検討を行え、環境教育に資する。しかし、現状では、多大な時間と労力を掛け、3Dモデルを作成している。そこで、施設レイアウトや住宅等の電子地図に基づいて、次世代発電施設や建物の3Dモデルをプログラムで自動的に作成するシステム開発を行い、「太陽光発電システムなどの環境3Dモデルを自動生成する環境教育支援システム」の開発を提案する。

**キーワード**：環境教育、太陽光発電、スマートグリッド、環境3Dモデル、自動生成

#### 1. はじめに

環境教育の教材となる、「スマートグリッド」や「太陽光発電」、「風力発電」などは、再生可能エネルギーを軸とした「低炭素社会」を実現するものとして注目される。低炭素社会を実現するものを教材として取り上げ、説明するとき、メガソーラーをはじめとする発電施設を繋ぐ次世代送電網の3Dモデルは、学習者の理解を助け、ゲーム世代の学習者の興味をもたせるものである。例えば、グーグルアース上に、これらの3Dモデルをのせ、次世代発電施設はどのような形態になり、どう次世代送電網は変化するか、あるいは、太陽光発電を最適化するために、住宅や高層ビルはどのような形態になるか、などの検討を行うことができる。3次元CGで、この「環境3Dモデル」を作成すれば、環境教育を支援する。ところが、現状では、この3Dモデル作成のためには、多大な時間と労力をかけている。そこで、これまでの研究成果を発展させ、施設レイアウトや住宅等の電子地図に基づいて、環境3Dモデルをプログラムで自動的に作成する「環境教育を支援するシステム」を提案する。

#### 2. 本研究の目的

環境3Dモデルは、ゲーム世代の学習者に興味を持たせ、環境問題を認識し、環境教育に資するものである。これらの3Dモデルが配置される「3次元都

市モデル」は、重要な「情報インフラ」であるため、国内外のリモートセンシング、CV(コンピュータビジョン)やCGの分野において、地上の建物等の地物の3次元モデルの生成の研究がさかんである。3次元レザースキャニングや航空写真、近距離のステレオ画像からパターン認識やCVの技術を用いて、屋根や壁などの建物の構成物を抽出し、建物の3次元モデルを自動生成あるいは半自動生成する。しかしながら、建物をスキャニングして得られる点群からパターン認識の技術で建物の概形モデルを抽出できる場合もあるが、その形態の複雑さや多様性、パターン認識技術の能力不足等で、実用に耐えられるレベルでの完全自動抽出は達成されていない。

CGの分野では、L-Systems やフラクタル等のルールを盛り込んだアルゴリズムを用いて、自動生成する「手続き型モデリング」の研究がある。この手法においても、GIS(地理情報システム)が蓄積・管理する電子地図から建物境界線等のデータを取り込んで、3次元モデルを自動生成することが多い。しかし、これらの場合、建物境界線を基本図形(長方形)に分割することなく、建物境界線全体に対して一般的な straight skeleton 手法を用いて、屋根を形成する。そのため、連なる町屋の屋根にあるような、屋根頂線が建物境界線の長辺に垂直な建物を作ることが出来ない。筆者らは、「GISとCGの統合化による3次元都市モデルの自動生成」という研究課題に取り

組んできた。当システムでは、建物境界線を長方形の集まりに分割・分離し、境界線に関連付けた属性情報に基づいて、モデルを生成する。

### 3. システムの構成と流れ

本研究では、図1に示すようなシステムで「環境3Dモデル」や「太陽光発電に最適化した建物モデル」の自動生成を行う。建物の3Dモデルの情報源になるものは、図1左端に示すような電子地図である。電子地図は、汎用GIS(ArcGISなど)によって、蓄積・管理される。電子地図上の建物ポリゴンは、GISのソフトウェア部品(MapObjects)を用いてプログラム開発したGISモジュールにて、(1)直角ポリゴンを「長方形の集まり」にまで、分割・分離する。(2)建物ポリゴン上の不要な頂点をフィルタリングする。(3)建物境界線よりセットバックした所にある窓やドアを配置するため内側境界線を生成する、などの「前処理」を行う。

前処理したデータを、3DCGソフト(3ds MAX)をコントロールするCGモジュール(MaxScriptでプログラム開発)が取り込み、以下の処理を自動的に行い、建物の3Dモデルを自動生成する。(1)屋根や建物本体、窓など建物の部品となる、適切な大きさの直方体、三角柱、多角柱などの基本立体(プリミティブ)を作成する。(2)これらの基本立体の間で、屋根や窓用に穴を空ける、または、部品を作成するためのブール演算を行う。(3)作成した部品を回転する。(4)正しい位置にそれらを配置する。(5)それらにテキストチャマッピングを施す。

本システムでは、これまでの研究成果である「3次元都市モデル自動生成システム」を「太陽光発電に適した建物モデル」生成用に改変したシステムに、輪郭線と特徴線を描いた正面、側面イメージに基づいて「スマート化機器」などの複雑な形状の環境3Dモデルを自動生成するモジュールを組み込み、「環境都市

の3次元モデル」の自動生成を目指す。

### 4. まとめ

環境教育の教科書や教材には、「一般的な環境政策の抽象的な説明やイメージ図」、あるいは、環境問題の対策を行っている、「先行している事例などの写真」があるものの、学習者にとって身近な環境について、例えば、「空中を電線が覆う密集市街地」、まだ「再生可能エネルギーの利用が進んでいない郊外」などで、環境問題を考え、どういう姿が望ましいかが分りにくいものとなっている。本研究で開発されるシステムにより、「環境3Dモデル」を自動生成する場合、イメージ図の制作時間を大幅に短縮できるだけでなく、メーカーや環境学の研究者によって、設計案が異なるとき、提案に応じて3Dモデルを、複数個、提示できる。街並みの3Dモデルを手作業で制作する場合、建物一軒につき2時間かかるとして、300軒から成る都市モデルの場合、作成に600時間を必要とする。本システムで自動生成すれば、1時間以内で作成可能であり、環境教育を支援する教材となる。「環境3Dモデル」や「街並みの3Dモデル」の制作時間を大幅に削減できる。

### 5. 参考文献

- (1) 村瀬孝宏, 杉原健一, 周欣欣: “環境教育を支援するための建物や電信柱等の3Dモデル自動生成システム”, 教育システム情報学会第35回全国大会論文集, pp.77-78 (2010)
- (2) 村瀬孝宏, 杉原健一, 周欣欣: “スマートグリッド等の環境3Dモデルによる教育支援システム”, 教育システム情報学会第36回全国大会論文集, pp.430-431 (2011)
- (3) 村瀬孝宏, 杉原健一, 周欣欣: “環境教育を支援する3次元建物モデル自動生成システムの開発”, 日本教育工学会第27回全国大会講演論文集, pp.509-510 (2011)

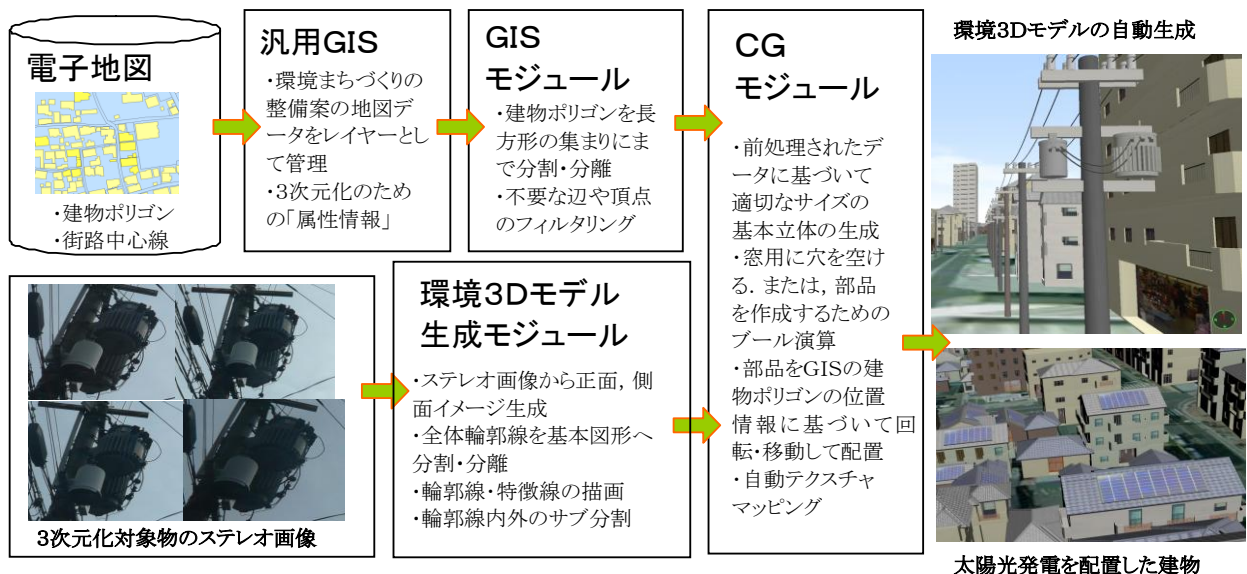


図1 3次元モデルの自動生成のプロセス