

防災教育を目的としたポリゴン縮小処理による3次元地形モデルの自動生成 Automatic Generation of 3D Terrain Model by Polygon Reduction Processing for Disaster Prevention Education

村瀬 孝宏^{*1}, 杉原 健一^{*2}
 Takahiro MURASE^{*1}, Kenichi SUGIHARA^{*2}
^{*1} 中京学院大学 短期大学部
^{*1} Junior College, Chukyo Gakuin University
^{*2} 岐阜協立大学 経営学部情報メディア学科
^{*2} Information Media, Gifu Kyoritsu University
 Email: murase@chukyogakuin-u.ac.jp

あらまし：土砂災害を防止・軽減するために、構造物によって土砂移動現象を無害化するような防災対策が急務である。このためにも地質学など、土石流や土砂崩れのメカニズムを学ぶ防災教育が重要である。このとき土石流等のシミュレーションを行える3D地形モデルは防災教育に有効である。本研究は、地層に相当する内部構造を持つ3D地形モデルを自動生成し、土砂崩れ等の土砂移動現象を、仮想空間内で、このレイヤーをもつ3D地形モデルで再現し、防災教育を支援することが目的である。

キーワード：防災教育，3次元CG，自動生成，地形モデル，ポリゴン縮小処理

1. はじめに

日本列島は地震の活動期に入ったとされ、南海トラフ地震や首都直下地震のリスクは高まっている。一方、地球温暖化がもたらす気象災害の激甚化は、従来の概念や常識が通用しない領域に入ったとみられ、土砂災害は毎年のように全国各地で発生しており、住民の暮らしに大きな影響を与えている。その一方で、新たな宅地開発が進み、それに伴って土砂災害の発生するおそれのある危険な箇所も年々増加し続けている。土砂災害の種類には、山腹が崩壊して生じた土石等又は溪流の土石等が一体となって流下する土石流、土地の一部が地下水等に起因して滑る又はこれに伴って移動する地滑り、傾斜度が30°以上である土地が崩壊する急傾斜地の崩壊などがある。こうした災害を防止・軽減するためには、構造

物によって土砂移動現象を無害化するような防災対策が急務である。このためにも地質学や土質力学など、土石流や土砂崩れのメカニズムを学ぶ防災教育が重要であり、土石流等のシミュレーションを行える3D地形モデルは防災教育に有効である。

2. 3D地形モデルの自動生成システム

これまでの研究で、「キー等高線から表面のみで成り立つ3次元地形モデル」の自動生成には成功した。また、基盤地図やGoogle Earthから「表面のみで成り立つ3次元地形モデル」の構築は可能であるが、地層などの内部構造(図1参照)を持つ3D地形モデルは現状ほとんど構築されていない。本研究では、地層に相当する内部構造を持つ3D地形モデルを自動生成し、「流れ盤に沿う土砂崩れ」、受け盤斜面の「トッ

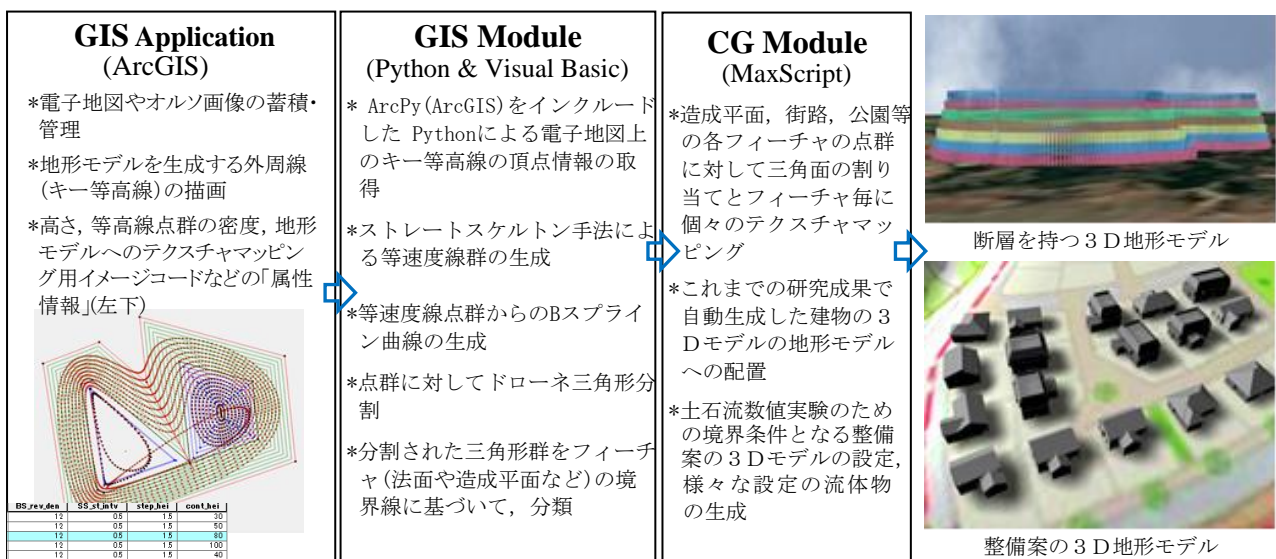


図1 3D地形モデルの自動生成システムの構成

プリング」というような土砂移動現象を、仮想空間の中で、このレイヤーを持つ3D地形モデルで再現し、防災教育等を支援することを研究目的とする。

「3D地形モデル」を作成するには、3次元CGソフト等を用いて、多大の労力と時間が必要である。筆者らは、これまでの研究で、図-1右の建物の3Dモデルが示すように、電子地図上の建物境界線(建物ポリゴン)を長方形の集まりまで分割・分離し、各長方形の上にBox形状の建物本体、上から見て長方形形状の屋根を載せて、建物3Dモデルを自動生成する手法を提案した。本研究では、「内部構造を持つ3D地形モデル」の元になる「3次元地形モデル」を自動生成するシステムの研究・開発を目的とする。そのために、計算幾何学で注目されている「ストレートスケルトン手法(以下、SS法)」を用いて、キー等高線から等高線群を自動的に描き、それらに基づいて、地形の3Dモデルを自動生成する手法を提案する。

3. SS法による等高線の自動作図

高度が上がるに従い後退していく等高線は、複数のピークを持つ尾根に見られるように自分自身の等高線と交差して、トポロジーが変化する可能性がある。こうした等高線を描くには、後退と共に交差判定を行って生成されるSS法が有効である。

交差していない形状のSimpleポリゴンにおいて、ポリゴンの各辺がポリゴン内部に、各辺自らに平行に一定速度で縮小するとき、各頂点の軌跡を辿ることによって得られる直線状の骨格がストレートスケルトンである。Simpleポリゴンの縮小プロセスは、次のイベントが生じるまで続く。

1) 辺消失イベント：辺が縮小して消失する。消失辺の両側の辺が、以降は接することになる。

2) 分割イベント：Reflex頂点(内角が180度以上の頂点)が辺に交差して、ポリゴンを分割する。分割されて2本になった辺とReflex頂点に付随する辺が、以降は接するという新たな隣接関係が生じる。

SS法は一定速度でのポリゴンの縮小プロセスにおいて、各頂点が辿る頂角の二等分線と上記のイベントを経て生じるノード(線分と線分をつなぐ頂点)の集まりとして形成される。

上述したSS法により電子地図上の地形を囲む「キー等高線」から3D地形モデルを自動生成するプロセスを図2に示す。同図(b)は要素を配置するためのSS法で後退する密な縮小ポリゴン群、(c)は自動生成された内部構造を持つ3次元地形モデル、(d)は表面モデルを構築するためのSS法で後退する縮小ポリゴン群、(e)は生成された点群にドローネ三角形分割及び三角形群に三角面の割り当て、(f)はテクスチャマッピングし自動生成した3次元地形モデルを表す。

4. まとめ

地形を囲む外周線であるキー等高線から、それに囲まれる「盛り上り」である3次元地形モデルを自動生成するシステムを開発した。本研究では、この3次元地形モデルに断層などのレイヤーを持たせることを目指した。そのためにキー等高線から、3次元地形モデルの基になる等速度線群を自動作図し、土石流や土砂崩れなどの土砂移動現象をシミュレートできる要素を「等速度線群」上に配置し、レイヤーを持つ3次元地形モデルを自動生成した。今後は土石流等をシミュレートできる「内部構造を持つ3D地形モデル」を開発し、「土砂災害のメカニズムの解明」、「土砂災害を予測」等の防災教育に役立てる予定である。

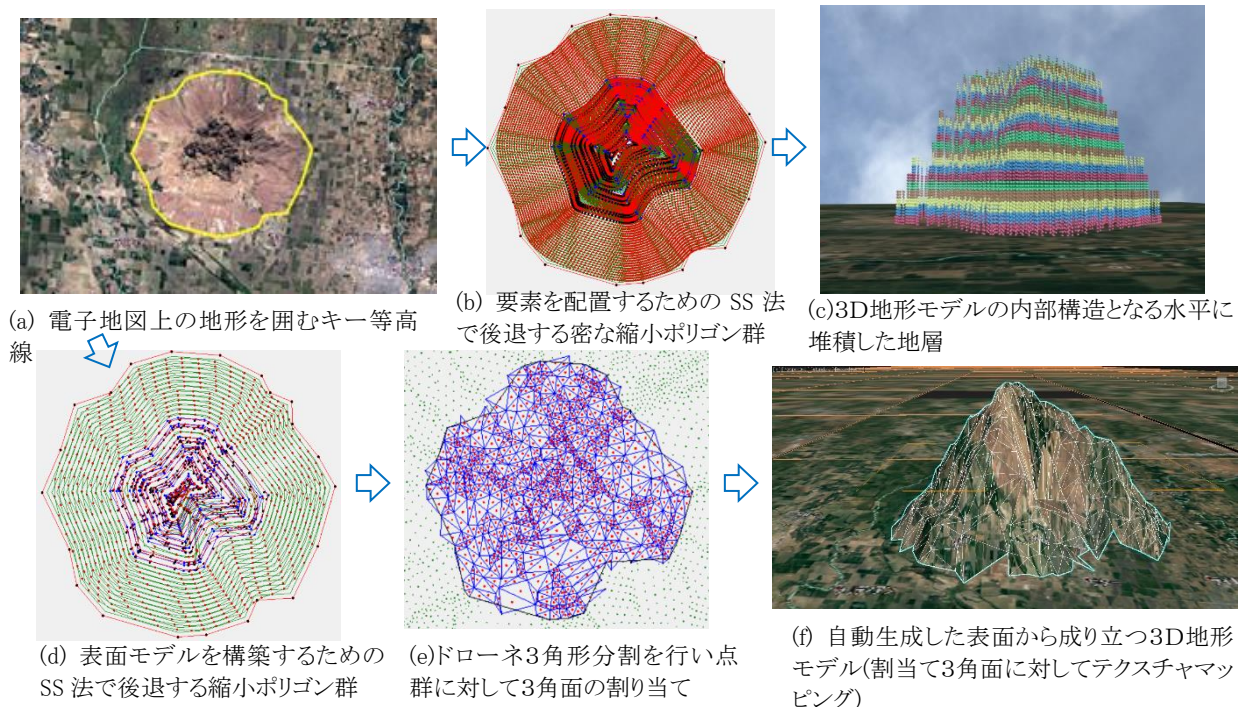


図2 Straight Skeleton手法による3D地形モデルの自動生成のプロセス