

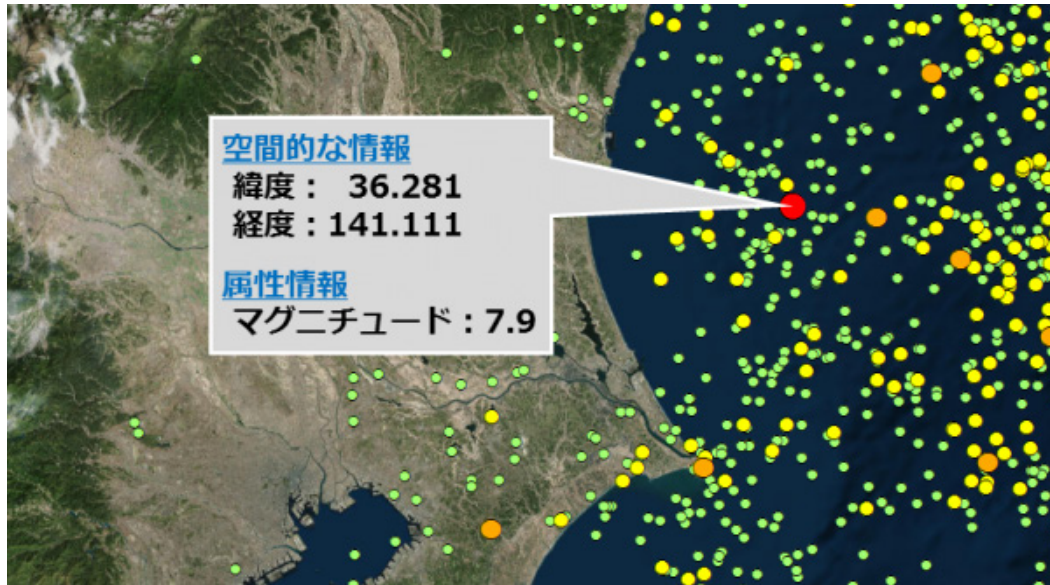
# 地理情報と GIS データモデル

## 地理情報とは

GIS（Geographic Information System：地理情報システム）は、その名前が示すとおり地理情報を扱うシステムです。では地理情報とは何でしょうか？地理には「地球上の山川・海陸・気候・人口・集落・産業・交通などの状態」<sup>〔出典 1〕</sup>という意味があります。つまり、地球上に存在するあらゆる地物や事象の状態をあらわす情報が地理情報と言えます。ちなみに「地理情報」に似た言葉で「地理空間情報」という言葉がありますが、ほぼ同じ意味で使用されています。



地物や事象の「状態」をあらわすための情報（＝ 地理情報）を大別すると 2 つの要素から構成されます。1 つめは地球上での位置や形状などであらわされる「空間的な情報」、2 つめはそれらに付随する情報で、GIS の世界では「属性情報」と呼んでいます。



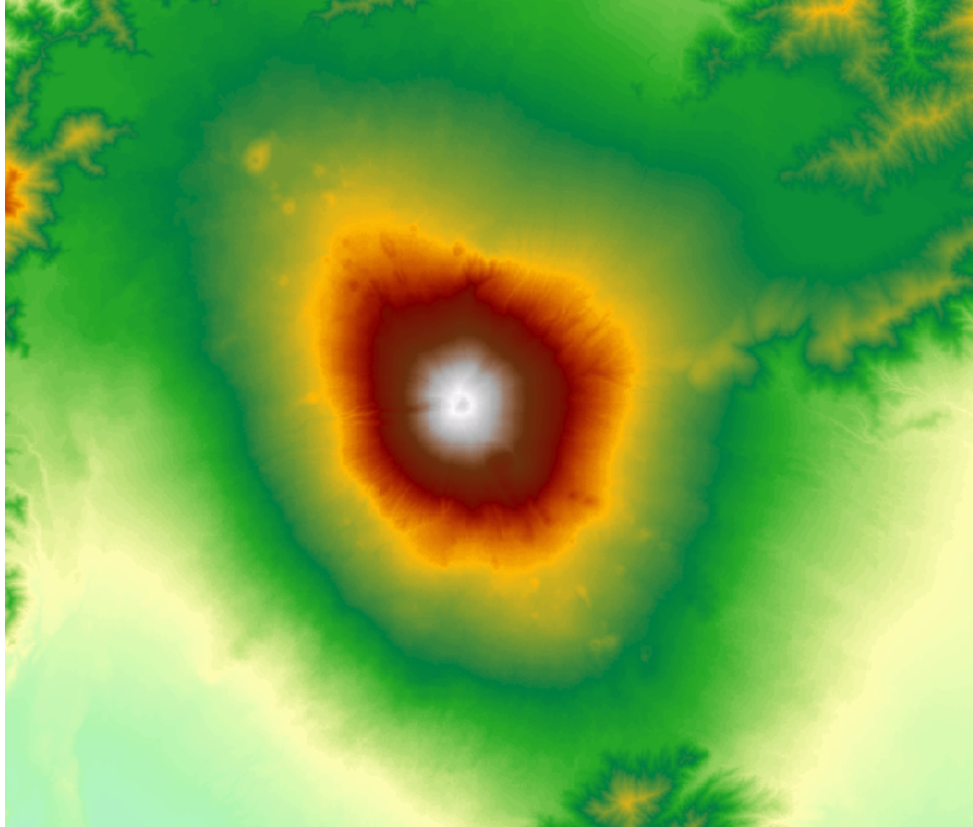
たとえば、地震の状態をあらわす空間的な情報は震源の位置を示す緯度と経度の座標で、属性情報は地震のマグニチュード、発生日時などの情報です。空間的な情報があることで GIS 上で震源の位置を点として示すことができ、属性情報（例：マグニチュード）があることで値によって点の大きさや色を変えて表現することができます。

## GIS のデータモデル

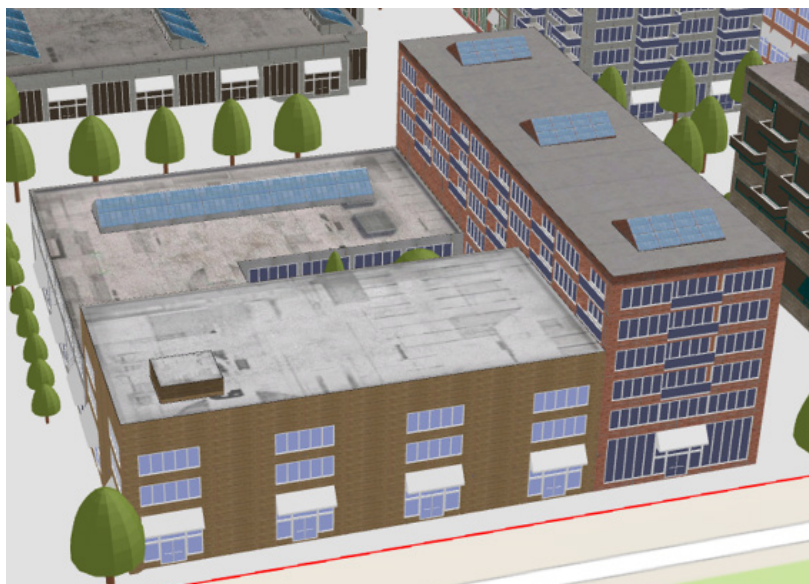
空間的な情報についてはさまざまな表現形態があり、それらに応じた GIS データモデルがあります。前述の地震の震源や信号などの位置は点であらわすことができますが、それ以外に道路のような線形的な形状であらわされるもの、建物のような面的な形状であらわされるものがあります。これらのように点、線、面であらわされる情報には一般的にベクター データというデータモデルが適用されます。



また、明確な形状として区切ることができない連続的に変化する状態や広がりを持つもの（例：標高、気温など）には一般的にラスター データというデータモデルが適用されます。



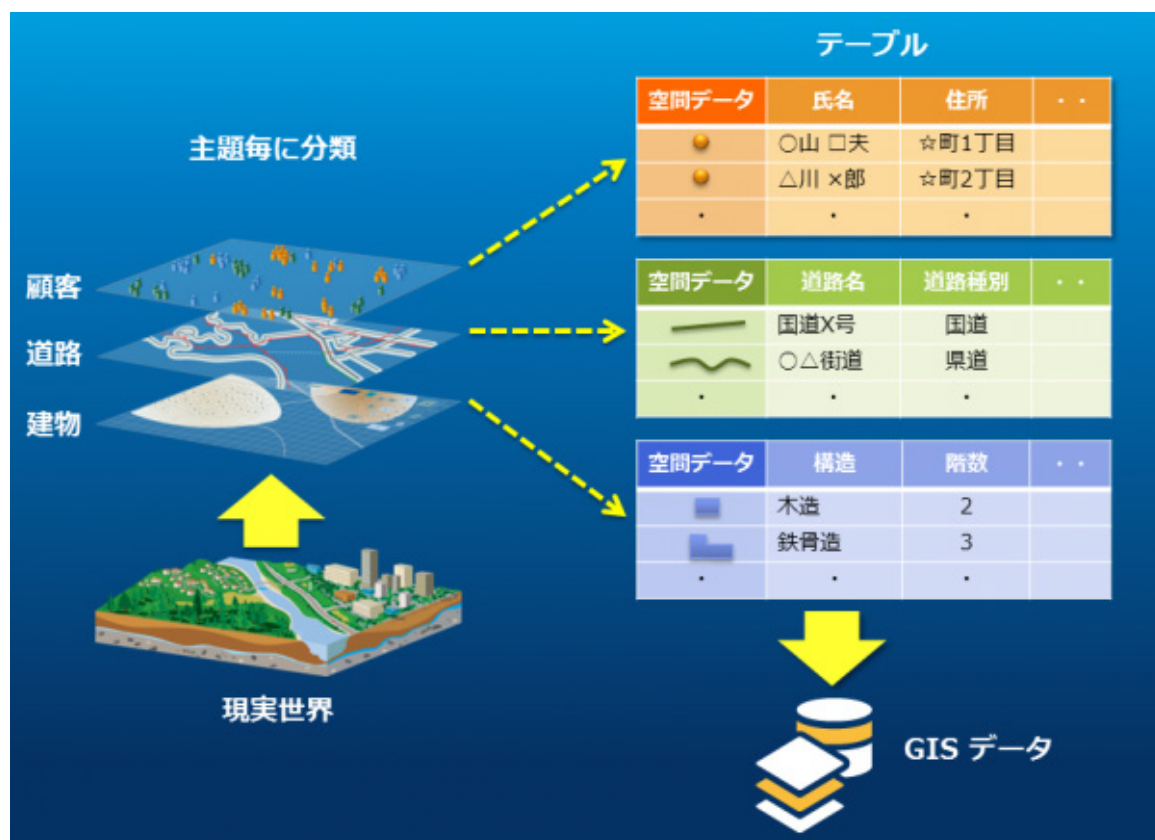
さらに、地物や事象の高さの情報を 3 次元的に表現をするための [3D データ](#) モデルもあります。





## 地理情報の GIS データ化

地理情報をデジタル情報として GIS で扱えるデータにするには、どのような GIS データモデルを適用する場合においても地理情報を主題ごと（例：建物、道路など）の層に分類して、ファイルや DBMS に格納します。たとえば、DBMS のテーブルで管理する場合は、主題ごとにテーブルを作成し、空間的な情報は空間データ型の列に格納し、属性情報は、文字、数値、日付などの型の列に格納します。空間的な情報と属性情報を別々に格納する形態もありますが、それらは共通の ID で関連付けられて管理されます。



現実世界において複雑に絡み合っているさまざまな地理情報を抽象化、分類化、簡略化して GIS データ化することにより、GIS 上でそれらを可視化して自由に重ね合わせたり、解析したりすることができます。そして、そこから地理的な関係性、傾向、パターン、最適解などが導き出され、合理的な意思決定や課題解決に役立てることができます。

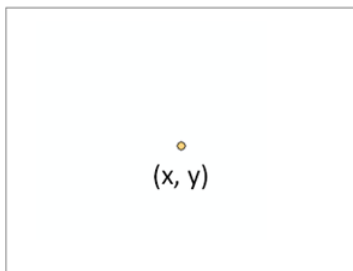
# ベクター データ

## ベクター データとは

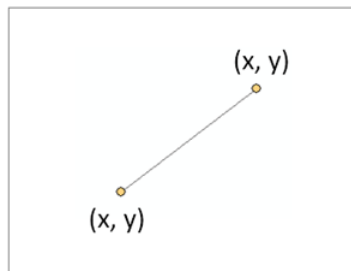
GIS のデータモデルにおける ベクターデータは、現実世界に存在する地物（目に見えないものも含む）を

- ・ ポイント（点）
- ・ ライン（線）
- ・ ポリゴン（面）

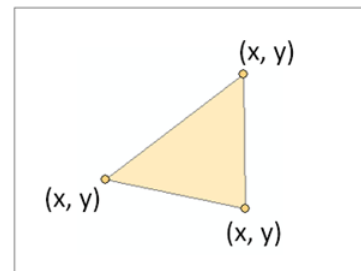
の3つの要素で表現したものです。それぞれが座標と属性情報を持っており、地図上で表現できます。ポイント（点）データは、図形情報を  $(x, y)$  の座標値で格納します。ライン（線）データは、 $(x, y)$  の座標値を結んだ線分として格納します。ポリゴン（面）データは、 $(x, y)$  の座標値を結んだ閉じた線分として格納します。格納される座標値は、緯度・経度、あるいは地図投影法により定義された値です。



ポイント データ



ライン データ



ポリゴン データ

ベクター データに格納される属性情報は、一般的にテーブル形式で格納され、図形情報と関連づけられています。

## 地物をどの図形で表現すべきか

どのような地物を、どの図形で表現すべきかについての代表例を以下に示します。

図形	代表例
ポイント（点）	電柱、信号、ATM
ライン（線）	鉄道路線、配水管
ポリゴン（面）	建物、行政界

同じ地物でも、利用目的によって図形の表現を変えることがあります。道路を表現する場合を考えてみましょう。



道路の中心線を線データとして表現



道路面を面データとして表現

道路の中心線を表現する場合、線データとして表現するのが適切です。道路の中心線を地図上で表示することで、道路の概観を容易に把握することができますし、道路間の接続関係を表現することもできます。しかし、道路を面として表現するのが適切な場合もあります。道路と位置関係上重なる電柱の点データを検索したい、というような場合は、道路は面データとして表現する必要があります。

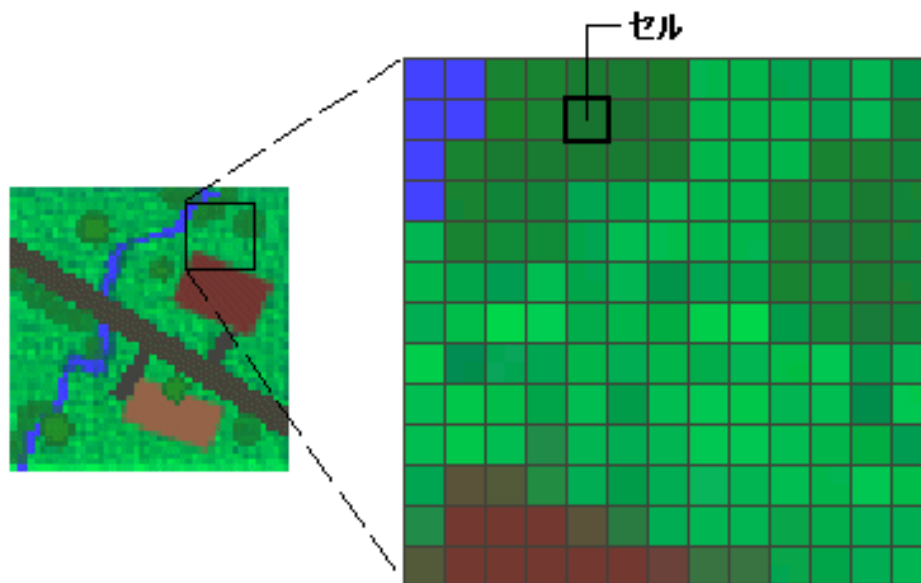
**ベクター データは、明瞭な境界を持つ地物の表現に適します**。現実世界に存在する地物の表現はもちろんですが、市区町村境界などの行政界など、目には見えないが明確な境界を持つものの表現にも適しています。しかし、気温や降水量など、不明瞭な境界を持っている地物の表現にはあまり適していません。そのような**境界が不明瞭な地物データを表現するにはラスターデータを用いるのが適切です**。

数多くの GIS データが、ベクター データとして整備され、流通しています。ArcGIS においては、ベクター データは、[シェープファイル](#)または[ジオデータベース](#)に格納することができます。

# ラスター データ

## ラスター データとは

ラスター データは、行と列の格子状(グリッド状)に並んだセル(ピクセル)で構成されるデータです。デジタルカメラなどで撮影された写真やペイントなどで作成された画像を拡大すると、四角形が格子状に並んでいることがわかると思います。この四角形ひとつひとつをセル(ピクセル)と呼び、各セルに情報を表す量(数値情報)が含まれています。



## ラスター データの代表例

ラスター データを用いて表現するデータの代表例を以下に示します。

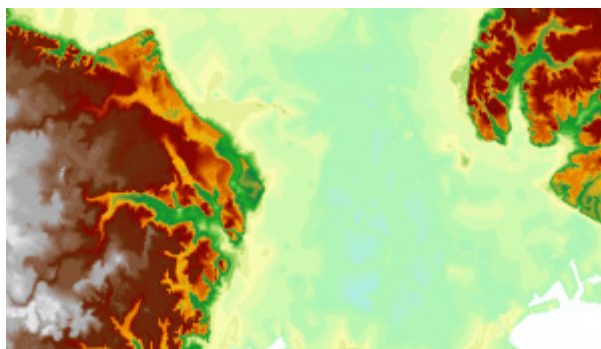
### ベースマップとして

GIS でのラスター データの主な用途のひとつは、背景として表示することです。たとえば、ArcGIS Online から配信されている衛星画像はさまざまなデータの背景として利用することができます。



## 連続データとして

気温や降水量、標高データなどの連続的に変化するデータを表すのにラスタデータは適しています。また、それらのデータは表示するだけでなくサーフェス解析などの空間解析を行うこともできます。



## 主題データとして

ラスタデータは、他のデータを用いた解析結果を主題データとして表示することもできます。たとえば、マルチスペクトル画像の解析結果として分類された土地利用の主題図として表示することにも適しています。



ラスタデータは画像ファイル(TIFF、BMP など)や[ジオデータベース](#)に格納されます。

ラスタデータを地図上に表示するには、画像座標から実世界座標への変換が必要



になる場合があります。この変換情報は、一般に画像ファイルのヘッダ一部分に格納されますが、一部の画像形式では別のファイルに格納されます。

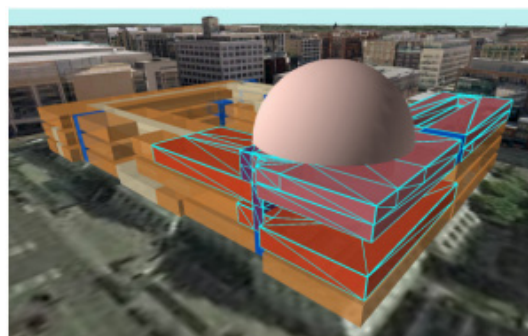
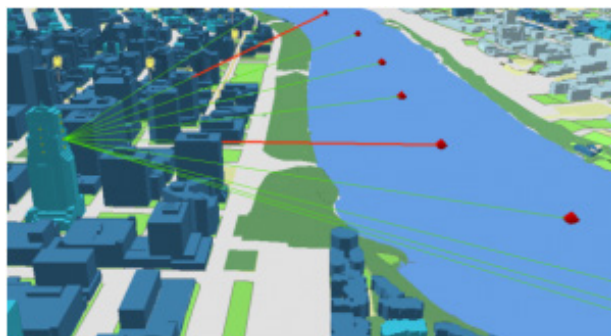
ラスター データは、素早く描画できるといった特徴があるため、ベースマップや上記のような主題データを表すのに適しています。また、明確な境界をもたない連続データを表現するのにも適していますが、明確な境界を持つ市町村境界などを表すのはあまり適していません。これは、ラスター データで表現できる最小単位がセルの大きさであるため、市町村境界がギザギザに表現され、空間的に正確でなくなる可能性があるためです。そのようなデータは[ベクター データ](#)を用いるのが適切です。

# 3D GIS データ

## 3D GIS データとは

3D GIS データとは、X 軸、Y 軸に Z 軸（高さ）を加えた 3 次元（three dimensions = 3D）の値を持ち、地理的な座標値を持つデータのことを指します。近年、データを扱う機器の性能や技術が向上したことを背景に、2D GIS データとともに 3D GIS データも一般に普及し始めました。

3D GIS データを使うことで、地理情報を立体的に表現することが可能になり、分布や現象の可視化による地図の視覚的な効果が期待できます。ただし、3D GIS データは 2D GIS データに比べデータ量が増加し、データ構造が複雑化する傾向にあります。そのため、GIS データのモデリングや拡充、品質管理の面では 2D GIS データの方が扱いやすく、汎用性が高い場合もあります。どちらの GIS データモデルが優れているということではなく、用途に応じて 2D、3D の GIS データモデルを選択することが重要です。



## 3D GIS データのデータモデル

一言で 3D GIS データと言っても、実世界を表現するためにはさまざまな 3D 表現形態が求められます。

たとえば、自分が住んでいる町の風景を思い浮かべてください。建物や道路、駅のプラットフォーム、河川、地形（標高）、樹木など、これ以外にもさまざまな地物（地理情報）が想像した風景の中に出てくると思います。

これらを 3D GIS データとして作成する場合、表現すべき内容や形状、空間的範囲や必要なテクスチャはそれぞれ異なり、それぞれの表現に適した 3D GIS データモデルが存在します。ここでは、3D GIS データの基本タイプとともに、ArcGIS で使用される主な 3D GIS データをご紹介します（製品の種類やエクステンションによって、扱えるデータ形式は異なります）。

## 3D GIS データの基本タイプ

フィーチャ データとサーフェス データの 2 種類のデータ タイプがあります。フィーチャ データは、不連続の物体（オブジェクトと呼ばれます）を表し、形状が明瞭なもの（例：建物）を示します。このタイプの 3D 情報はフィーチャのジオメトリ（図形の形状の座標情報）として格納されます。サーフェス データは、明確な形状として区切ることができず、連続的に変化する状態や面的な広がりを持つもの（例：標高、気温など）を扱います。この場合、3D 情報は基本的にセル値として格納されます。

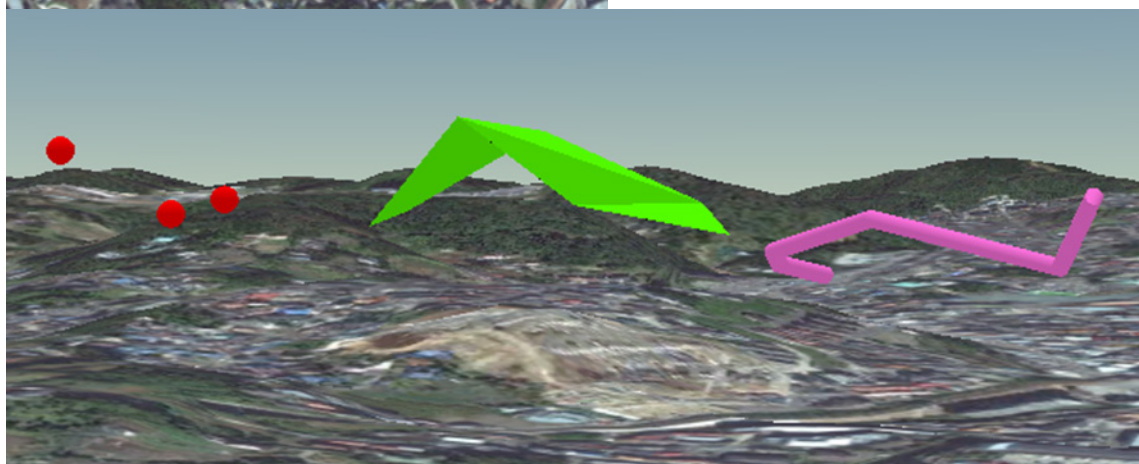
## ArcGIS で使用される主な 3D GIS データ

### 3D フィーチャ（ポイント、ポリゴン、ライン）

図形の各頂点に Z 座標値（高さの値）を持ち、[ジオデータベース](#)や[シェープファイル](#)に格納され、データの形態によって 3D ポイント、3D ポリゴン、3D ラインに分けられます。



2D 景観でみる 3D フィーチャ  
(左からポイント、ポリゴン、ライン)



3D 景観でみる 3D フィーチャ (左からポイント、ポリゴン、ライン)

## マルチパッチ

3D フィーチャは、複数の面によって構成される立体的なマルチパッチ フィーチャとして作成し、テクスチャを張り付けることができます。また、マルチパッチ フィーチャは、ジオデータベースやシェープファイルに格納することができます。



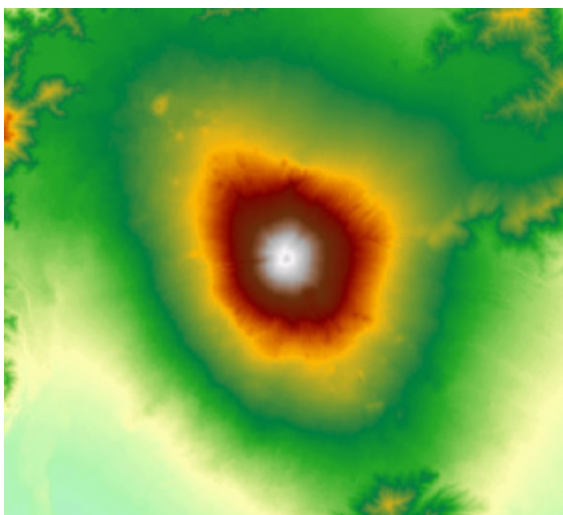
建物形状を表したマルチパッチのポリゴン フィーチャ



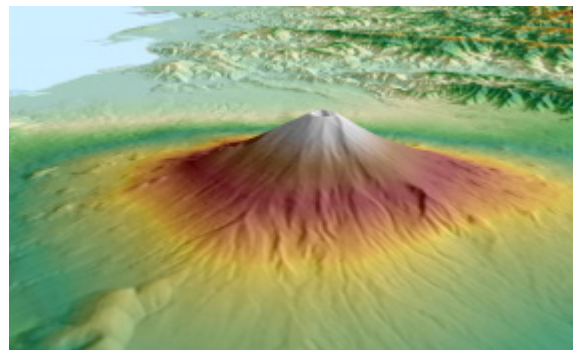
マルチパッチ ポリゴン フィーチャに建物のテクスチャを張り付けた状態

## DEM（数値標高モデル：Digital Elevation Model）

各セルに標高値を格納した[ラスター データ](#)（サーフェス データ）で、建物や樹木などを除いた地面の高さのデータです。ジオデータベースや画像ファイルとして格納されます。



DEM の 2D 表現



DEM の 3D 表現

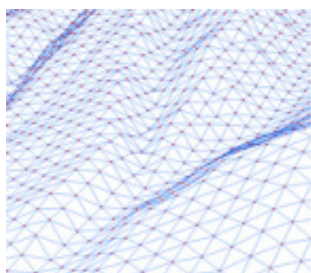


## TIN（不規則三角形網：Triangulated Irregular Network）

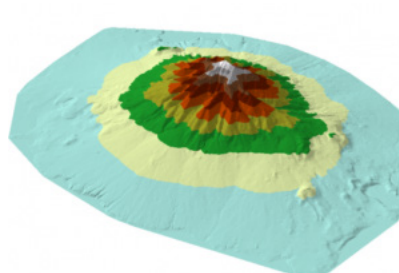
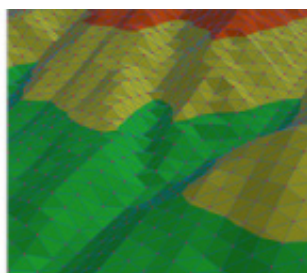
地表面を三角形の集合で表現します。不規則に配置された点を連結することで、三角形網を作成します。この時、三角形網を作成する計算には、ドロネー法という計算法を用います。

三角形の形状はまちまちで、作成ソースとなるポイントの配置に依存して三角形が不規則に配置されるため、標高値を規則正しく並んだセルに格納する DEM に比べ、変化に富んだ地形表現が可能です。

そのため、より正確に地形を表現する必要がある場合（たとえば、山頂や斜面の末端、尾根、谷底、くぼ地などの地形が変化する部分など）に利用すると効果的です。TIN は、独自形式の複数のファイルに格納されます。



TIN モデル（三角形網）



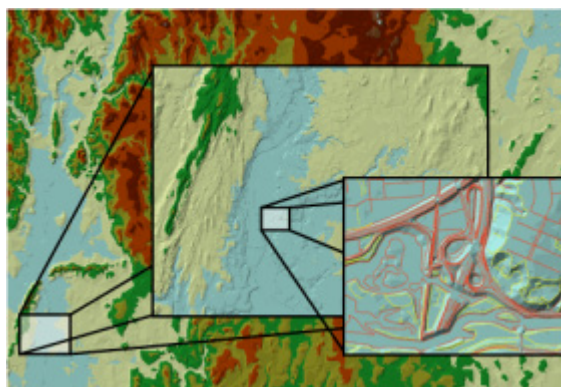
TIN で表現した標高データ  
(3D)

## トレイン データセット

多重解像度を持った TIN ベースのサーフェスを、トレイン データセットと呼びます。一般に、LIDAR や写真測量標高点をソースにして作成され、ジオデータベースのフィーチャ データセットに格納されます。作成したトレイン データセットは、元のフィーチャクラスを参照し、必要な精度に適した TIN サーフェスをリアルタイムに計算するように構成されます。



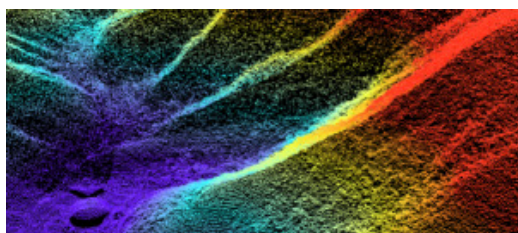
ファイル ジオデータベースのフィーチャ データセットに格納されるトレイン データセット



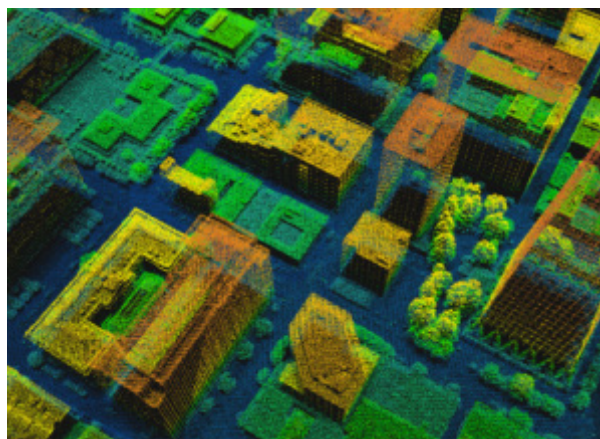
表示縮尺によってリアルタイムに計算・生成される TIN サーフェス

## LIDAR (Light Detection And Ranging) データ

レーザー測量は、レーザー光の反射を利用して対象物までの距離や対象物の形状・性質を捉える測量技術です。レーザー測量で大量に取得された点群データ（LIDAR データ）を処理し、地形や地物の形状を三次元的に表現することができます。LIDAR データは、従来は ASCII 形式で提供されていましたが、現在では LAS (\*.las) 形式が一般に利用されています。



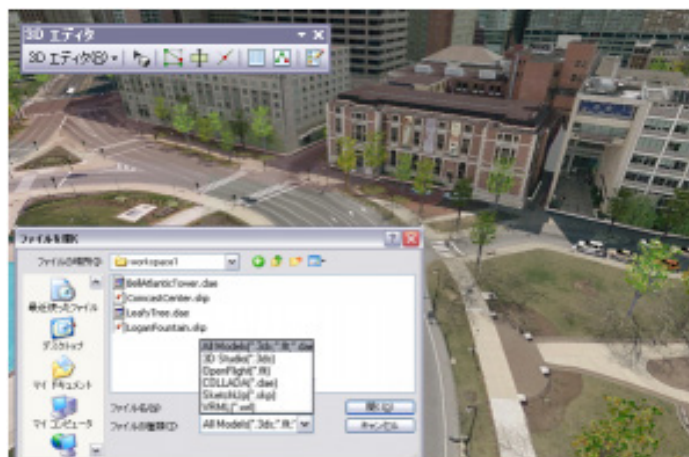
レーザー測量で取得したデータで表現した地形



レーザー測量で取得したデータで表現した市街地の様子

## 各種 3D モデル データ

ArcGIS では、CG (Computer Graphics) などで行われる 3D モデル データ形式である 3D Studio Max (\*.3ds)、SketchUp (\*.skp)、OpenFlight (\*.flt)、COLLADA (\*.dae) や CAD データなどにも対応しており、GIS データのフィーチャにモデルやテクスチャを割り当てて 3D 表現をすることができます。



サポートされる 3D データのインポート例

## 3D GIS データ作成のヒント

3D GIS データを実際に作るとなると、データの種類や量によって相応の労力が必要になります。ArcGIS 製品での 3D GIS データの扱いに関するヒントを並べました。コストに見合ったデータ作成と運用を心がけたいものです。

- 3D GIS データ（フィーチャ データ）は、マルチパッチ フィーチャの実データとして必要でしょうか。

フィーチャ データの場合、属性に Z 値（高さ）となる情報が格納されていれば、その値を使ってフィーチャを立体的に立ち上げることができますので、仮想的に 3D 表示することは可能です。

- 2D フィーチャから 3D フィーチャを作成する際、フィーチャに 1 つ 1 つ Z 値を入力しなければならないのでしょうか。

Z 値を持ったサーフェスをお持ちであれば、その属性値を利用して 2D フィーチャに Z 値を追加することもできます。