

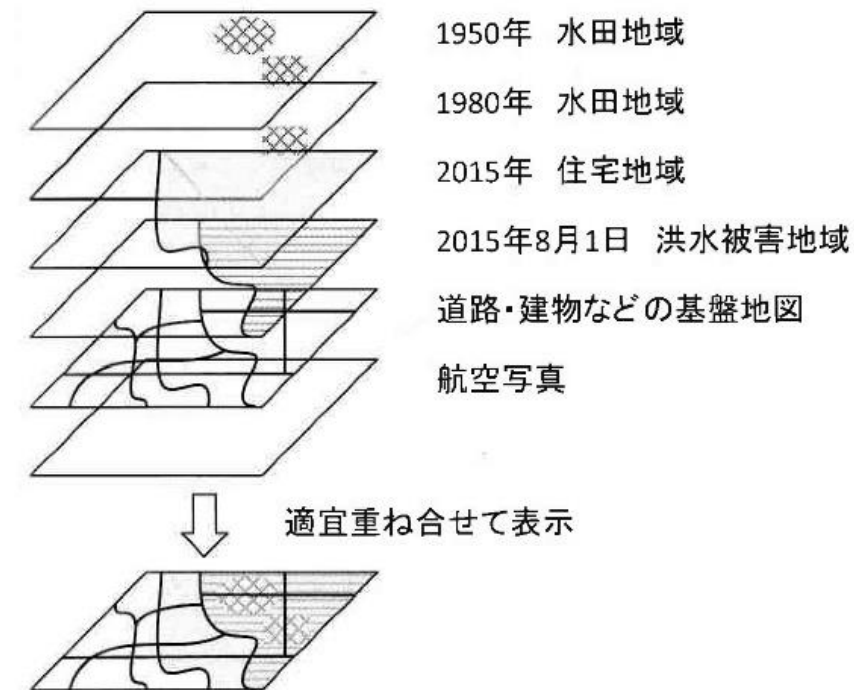
2. BIM/CIMの技術的な体系

- (1) 計測と測量
 - a) 公共測量とGIS
 - b) 3次元測量手法
- (2) 地盤の3次元モデリング
 - a) 地形の3次元モデリング
 - b) 地層の3次元モデリング
 - c) 土工の3次元モデリング
 - d) 地盤関連のソフトウェアと機能 (J-LandXML)
- (3) 構造物の3次元モデル
 - a) 立体の3次元モデリング
 - b) オリジナル形式とIFC形式
 - c) 構造物関連のソフトウェアと機能 (IFC)
 - d) 既製オブジェクトの活用
 - e) VR/AR/MR

- 公共測量とは、基本測量以外の測定のうち、以下の(1)(2)をいう。
 - (1) 測量法第5条第1号に規定する「その測定の実施に要する費用の全部又は一部を国又は公共団体が負担し、又は補助して行う測定」
 - (2) 同条同項第2号に規定する「基本測量又は公共測定の測定成果を使用して次の事業のために実施する測定で国土交通大臣が指定したもの」
 - ①行政庁の許可、認可その他の処分を受けて行われる事業
 - ②その実施に要する費用の全部又は一部について国又は公共団体の負担又は補助、貸付けその他の助成を受けて行われる事業
- なお、ここでいう「測定」には、基準点測定、地形測定などの一般の測定のほかに地図の調製や測定用写真の撮影も含まれる。
- 公共測量に該当する場合には、発注者(測定計画機関)は、「公共測量」にかかる諸手続を行う必要がある。

(国土地理院HPから作成)

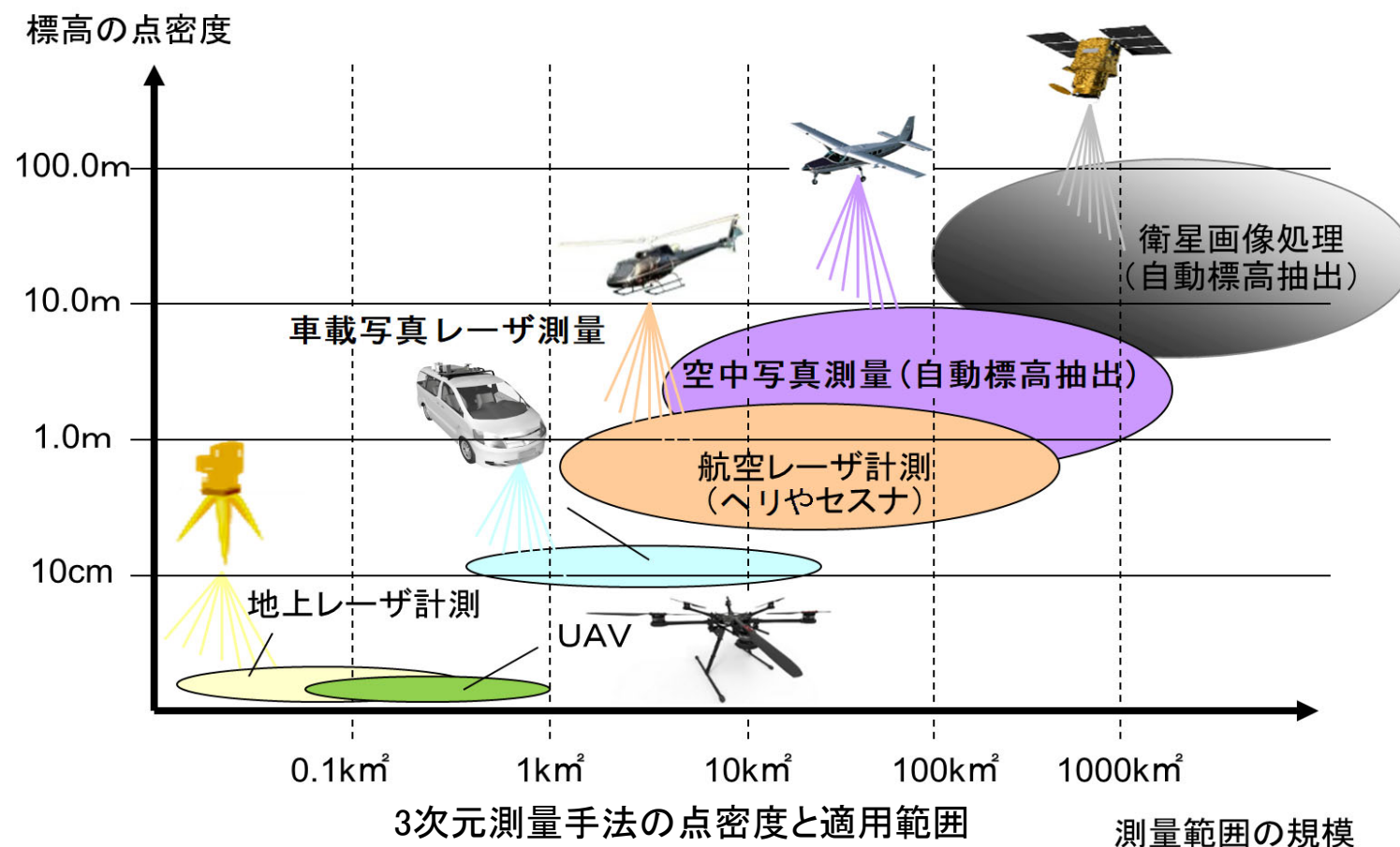
- 地理情報システム (GIS: Geographic Information System) は、地理的位置を手がかりに、位置に関する情報を持ったデータ (空間データ) を総合的に管理・加工し、視覚的に表示し、高度な分析や迅速な判断を可能にする技術である。
- 地理空間情報は、位置情報をキーにして異なるデータを重ね合わせることで分析等がなされることから、様々な主体によって整備されるデータ間での位置情報の整合性が必要である。
- このためには、地理空間情報を空間上の位置に対応づける基準となる基盤地図情報 (電子的な地理空間情報) の整備・更新・提供が必要である。
- 地理空間情報の整備に基盤地図情報が活用されることで、地理空間情報の相互活用が容易になる。



(国土地理院HPから作成)

3次元測量手法の選定について

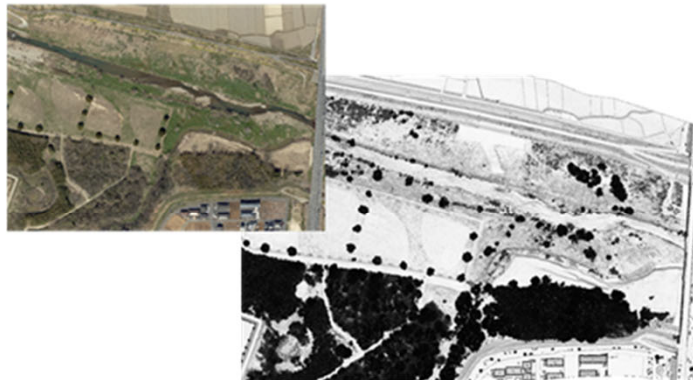
- BIM/CIMで用いる地形モデルを作成するためには、面的に計測する3次元測量の結果を用いることが多い。
- 3次元測量手法については、その方式の違い、計測高度の違い等から、1回の計測、撮影等により行われる際の、計測精度、面的な密度及び計測可能範囲に違いがある。



3次元測量手法の選定について

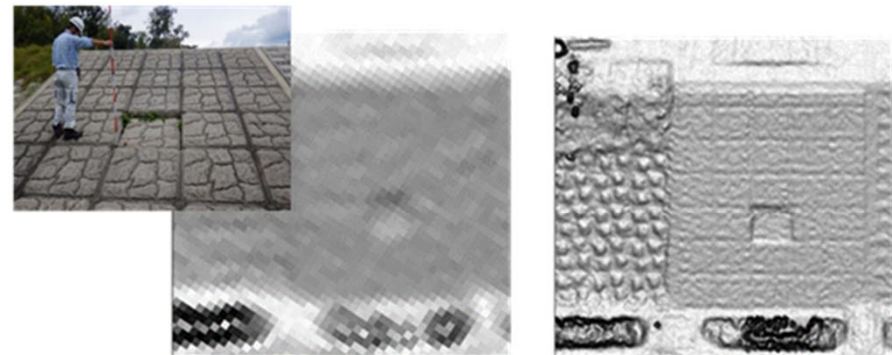
- 取得される3次元点群データについては、「計測点密度(計測点間隔)」「フットプリント(対象物を計測した際のレーザ径)」の2つの要因により空間分解能が決まる。
- 地図情報レベル1000や500の地形モデルを生成する場合は「数mから数十cm程度」、護岸被覆など構造物モデルを生成する場合は「数十cmや数cm程度」の計測点密度やフットプリントの空間分解能を持った3次元点群データを利用する。
- 対象範囲、位置精度、計測対象物の細かさ、目的に応じて、適切な計測点密度及びフットプリントに対応したレーザ計測機器を選定することが重要である。

● 地形の表現事例



点間隔: 約50cm、フットプリント約50cmで取得された点群の陰影図

● 構造物等細かい形状の表現事例



点間隔: 約50cm、フットプリント約50cmで取得された点群の陰影図

点間隔: 約10cm、フットプリント約10cmで取得された点群の陰影図

計測点密度及びフットプリントによる地形・構造物の再現性の違い

3次元測量手法(空中写真測量)

- 「航空写真測量」とも呼ばれる。
有人の航空機あるいはUAVから撮影した写真を使用して、地理・地形情報を精密に抽出する技術である。航空機では広域、UAVでは局所的な計測に適している。
- 近年はデジタルによるマッピングが主流となり、紙地図への出力だけでなく、GISの基盤地図として大いに利活用されている。
- 一般的には、地表の垂直写真を飛行コースに沿って60%～80%ずつ重複させながら撮影した航空写真と地上の位置関係を詳細に求め、写真上での像の違いを立体的かつ精密に測定することによって正確な3次元計測、地形図の作成が可能である。

<メリット>

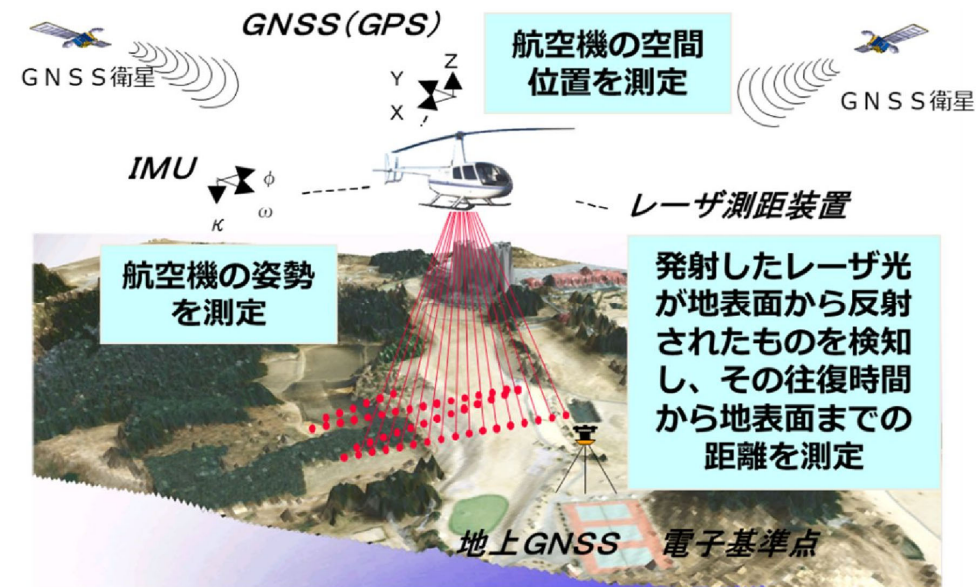
- ・ 上空から計測するため、地上から立ち入れない区域のデータを取得できる。
- ・ 上空で撮影を実施することにより、広範囲に計測を実施することができる。
- ・ 写真を取得できるため、現地状況等を視覚的に確認できる。

<デメリット>

- ・ 上空から樹木や構造物などにより遮断される部分は取得できない。
- ・ 地上付近で撮影する技術に比べ、測量精度が低い。

3次元測量手法(航空レーザ測量)

- 航空機にレーザスキャナ、カメラ等を搭載して、空から面的に点群データ、写真画像を取得する手法。
- 固定翼(セスナなど)に搭載した計測と回転翼(ヘリコプターなど)に搭載した計測の2種類に大別されている。
- ノイズを除去したオリジナルデータから建物や樹木等をフィルタリングしたグランドデータを生成し、格子状の標高データである数値標高モデル等の数値地形図データファイルを作成する。
- 災害・防災分野、河川砂防分野、森林分野などで実用的に活用される。



<メリット>

- ・上空から計測するため、地上から立ち入れない区域のデータも取得できる。
- ・広域な範囲を効率的に計測することができる。
- ・樹木があっても地表面の計測が可能である。

<デメリット>

- ・上空から構造物などにより遮断される部分は取得できない。
- ・地上付近で撮影する技術に比べて、測量精度が低い。

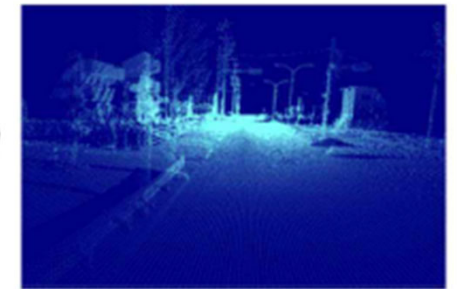
3次元測量手法(車載写真レーザ測量)

- 車両にレーザスキャナ、カメラ等を搭載し、連続的に位置、姿勢を計測することによって、道路周辺の正確な3次元情報(座標点群)とこれに重なる映像情報を同時に取得できる測量手法。
- 道路改良、補修工事等で自走可能な場合、関係者との合意形成資料に用いるための3次元地形データの取得に適している。
- 詳細設計に用いる高精度の地形測量に活用できる計測手法としても期待が高い。
- 工事完成図書を作成するための3次元計測、維持管理段階での日常の構造物点検・巡視等の幅広い分野で採用されつつある。

Mobile Mapping System



レーザスキャナから取得する3次元点群データ



CCDカメラから取得する画像データ



<メリット>

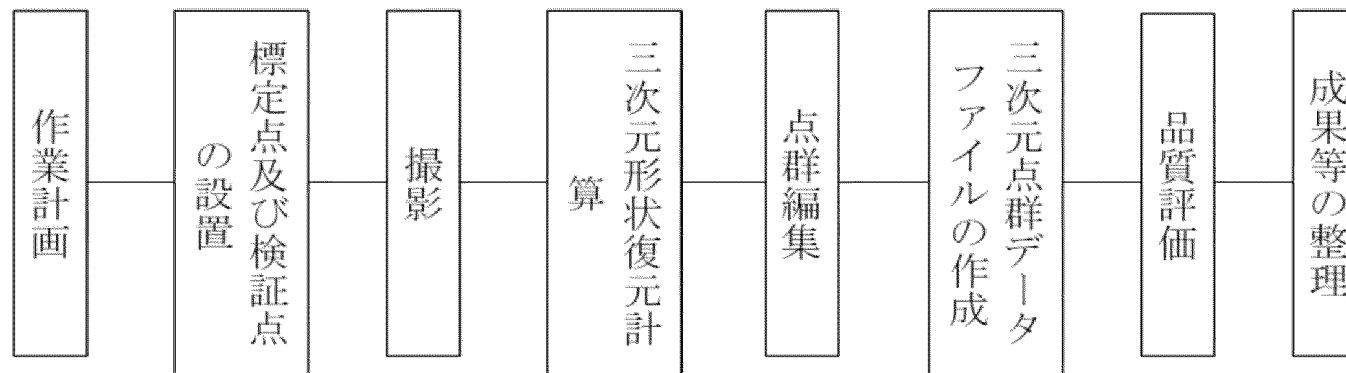
- ・ 計測調査で交通規制を行う必要がない。
- ・ トンネル内等の上空から計測できない部分に対しても有効である。
- ・ 3次元鳥瞰図(色付き点群データ)を迅速に作成できる。

<デメリット>

- ・ 山間部のGNSS受信状況が悪い区域や未舗装道路には不向きである。
- ・ 構造物等で遮断された箇所は計測できない。

3次元測量手法(UAV写真点群測量)

- UAVにより地形、地物等を撮影し、その数値写真を用いて3次元点群を抽出し、3次元形状を復元する測量手法。
- 社会インフラの維持管理(橋梁点検ほか)や災害調査(深層崩壊箇所、地すべり調査ほか)、人の立ち入り禁止区域の調査(火山変動調査ほか)、ICT活用工事、環境調査などの様々な目的に利用される。



UAV を用いた空中写真による3次元点群測量における工程別作業区分及び順序

<メリット>

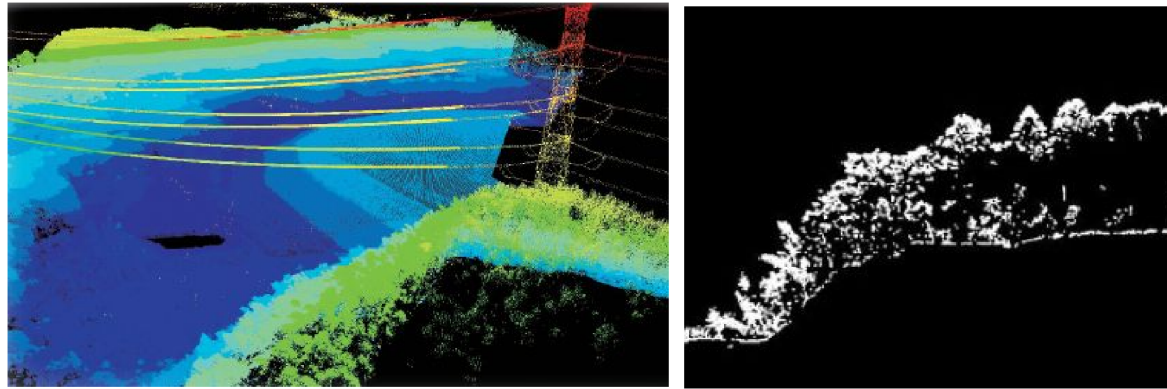
- ・局地的な範囲の地図作成が得意である。
- ・人が立ち入れない箇所でも計測が可能である。

<デメリット>

- ・草木が存在している場合には地面を撮影できないため、標高を取得できない。
- ・強風や雨などの気象条件下では計測できない。
- ・航空法等の規制により利用できない地域がある。

3次元測量手法(UAVレーザ測量)

- UAVにレーザスキャナを搭載し、空中から面的に地形を計測する測量手法。
- 局所的な計測に向き、対地高度が低いため高密度な点群データの取得が可能。
- 設計のための3次元測量、送電線等との離隔距離の確認などの施工計画、点群データの差分解析による災害状況の把握、ICT 土工等の施工管理などに用いることができる。
- 計測機器の組合せが多様なため、要求仕様や目的に応じた機器の選定が重要である。



UAVレーザ測量を利用した点群データ段彩図、断面図

<メリット>

- ・日照が不十分、樹木ありの状況であっても計測が可能である。
- ・局地的な範囲の点群データを取得できる。
- ・人が立ち入れない箇所でも計測が可能である。

<デメリット>

- ・取得データの計測密度にばらつきがある。
- ・強風や雨などの気象条件下では計測できない。
- ・航空法等の規制により利用できない地域がある。

3次元測量手法(地上レーザ測量)

- 地上でレーザスキャナを用いて3次元点群データを取得する手法。
- 他のレーザ計測手法に比べて高精度で高密度な点群データが取得できることから、ICT舗装における出来形管理のほか、設計のための3次元測量で利用されるケースが増えている。
- 砂防分野では山腹工計画、溪流保全計画の詳細設計・施工の段階で、作業中の転落、危険を伴う場面に多く活用されている。



地上レーザ測量の様子

<メリット>

- ・計測の準備作業を軽減でき、計測時間も短いため測量作業が大幅に効率化する。
- ・高精度で高密度な点群データを取得でき、その点群データから縦断面図・横断面図を作成できる。

<デメリット>

- ・取得データの計測密度にばらつきがある。
- ・強風や雨などの気象条件下では計測できない。
- ・航空法等の規制により利用できない地域がある。

3次元測量手法(航空レーザ測深)

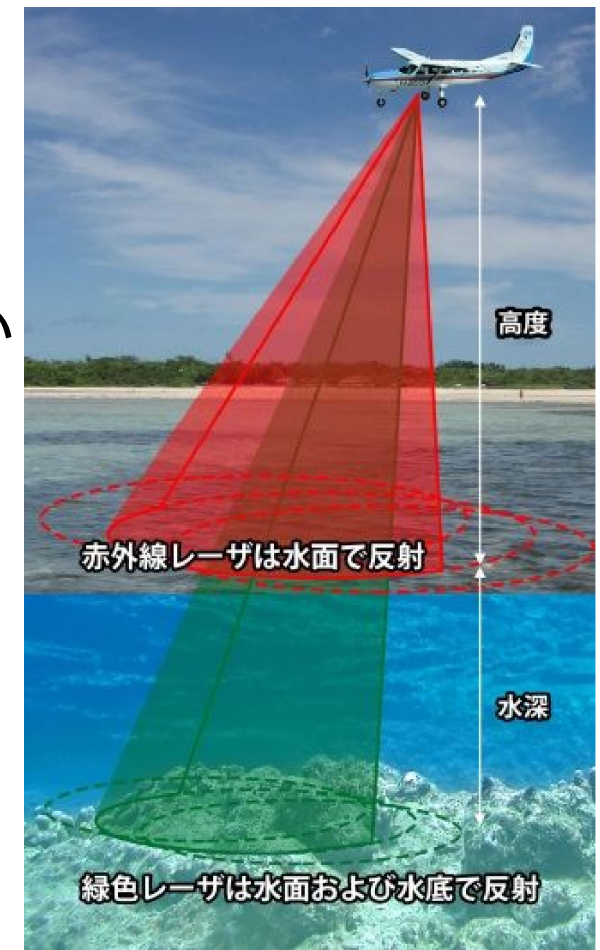
- 航空機にレーザスキャナ(水部用には緑(グリーン)レーザ)を搭載して、空から水部内の面的な3次元点群データ、写真画像を取得する手法。固定翼(セスナなど)に搭載した計測と回転翼(ヘリコプターなど)に搭載した計測の2種類に大別される。
- 海岸、港湾、河川での地形データ取得に用いられている。

<メリット>

- ・広範囲の水部内の面的な地形データを得ることができる。特に浅い水深域において船舶による計測ができない範囲の計測ができる。
- ・一定間隔ごとの断面図からでは把握できなかった面的・局所的な洗堀、深掘れなどの状況把握も可能となる。

<デメリット>

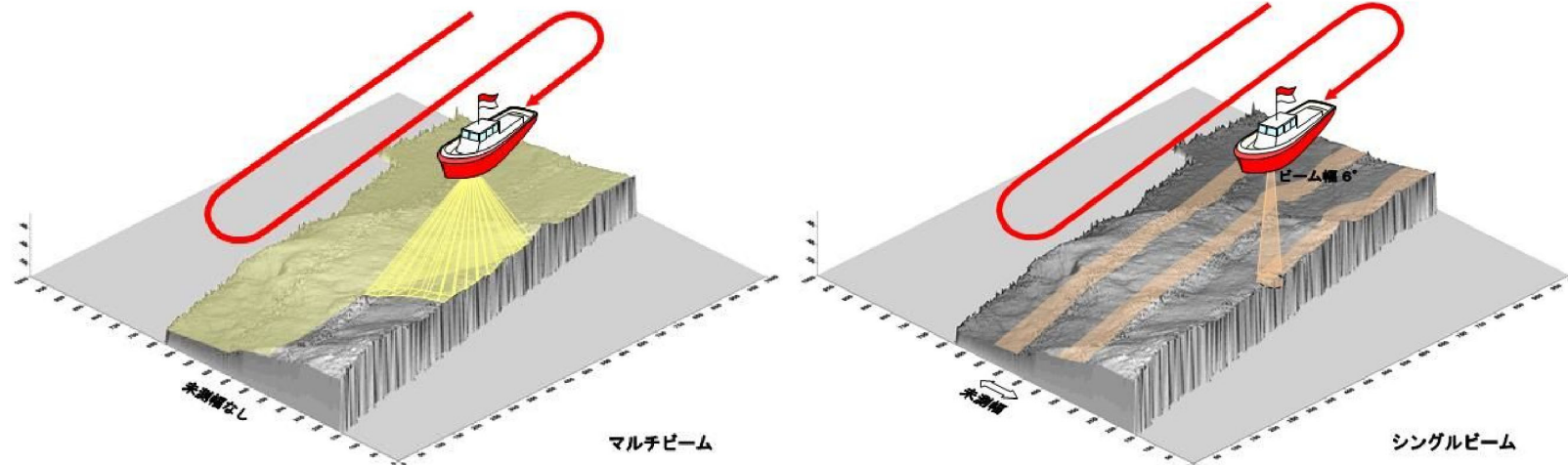
- ・計測域における水質が航空レーザ測深限界に大きく影響し、地域により異なるが計測可能な時期が限定される。
- ・水質状況や降雨状況、大潮時の河口部における河床土砂の巻き上げの影響等も考慮する必要がある。



航空レーザ測深の様子

3次元測量手法(マルチビーム測深)

- マルチビーム音響測深により、水中地形を面的かつ正確に計測できる測量手法。
- 海岸、港湾、河川、ダム貯水池等の詳細な地形を把握する深淺測量が可能となっており、海岸保全、港湾維持管理、河床変動、ダム堆砂、施工管理、水産といった幅広い分野での計画・検討やモニタリングに利用されている。



マルチビーム音響測深（近年）とシングルビーム音響測深（20世紀後半～）

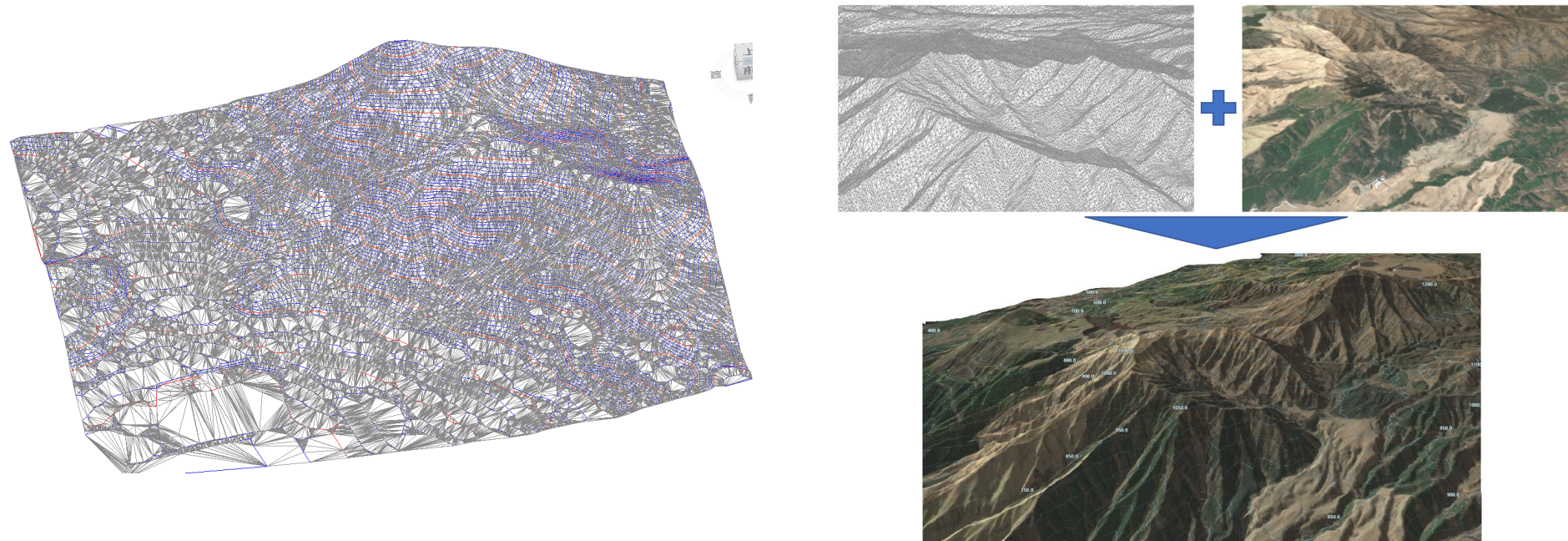
<メリット>

- ・目的に応じた多様な機種があり、数メートルの浅所から数千メートルの深海までを網羅する。
- ・陸上部の点群データとの合成により、水陸一体データとして活用できる。

<デメリット>

- ・測量船の進入困難な浅所（概ね水深3m以浅）については、データ取得が困難である。
- ・扇状の超音波ビームの端部は精度が劣化する傾向にあり、また、写真等による実物の確認ができないため、取得データの品質の評価においては、工学的判断が必要である。
- ・測深速度が3～6ノット程度のため、広大な範囲を実施するには、多くの作業時間を要する。

- 一般的に、3次元の地形モデルは、数値地図(国土基本情報)や測量成果等を基に、TIN(Triangulated Irregular Network: 不整三角網)、テクスチャ画像等を用いて表現される。
- テクスチャ画像として、航空写真や測量成果を基に作成したオルソ画像を組み合わせる場合もある。
- 景観検討、解析等の地形モデルの活用目的に応じて、組み合わせるデータやモデルの作り込みの程度を検討する必要がある。



TINとテクスチャ画像を組み合わせた例

地形モデルの詳細度

- 地形モデルの詳細度については、構造物に対するモデル詳細度（後述）のような区分定義ではなく、測量精度や点密度により示す。

【指定の例】

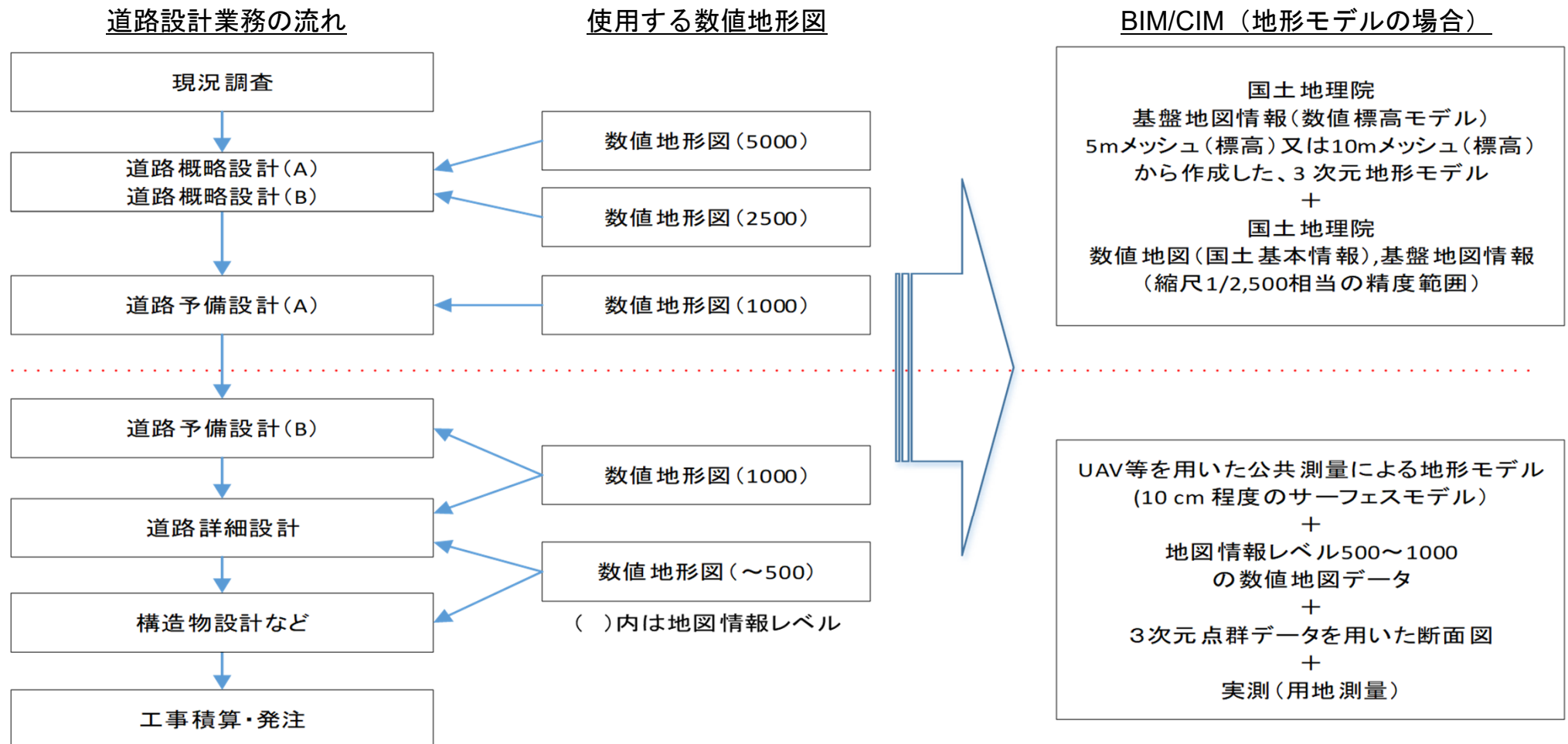
- ・地図情報レベル250、点密度は0.1mメッシュ当たり1点以上
 - ・地図情報レベル500、格子間隔0.5m以内
 - ・地図情報レベル5000、格子間隔5m以内
- 等

地形のモデル詳細度を規定する項目

項目	設定方法
測量精度	地図情報レベル※で設定 (地図情報レベル 250、 500、 1000、 2500、 5000、 10000、 の 6 段階)
点密度	1m メッシュあたりに必要な点数 (1m メッシュあたり 10 点以上の場合) 又は 1 点あたりの格子間隔で設定

地形モデルの詳細度(道路事業の場合)

- 従来の各種設計において必要な数値地形図のレベルと、それに対応する3次元地形モデルのレベルの大まかな対応は以下のとおり(※道路事業の場合)。
- 事業の進行に合わせて、求められる地形モデルの精度も高くなっていく。
- 地形モデルは、各々の地物の属性を持たない。そのため、コントロールポイントとなる構造物のエッジ、土地の境界等の取得のために補足測量が必要となる場合がある。



【参考】地形モデルの作成に関する留意点

- 地形モデルを作成する際、必要十分な3次元測量の成果があるとは限らない。
- たとえば設計業務において、既存の3次元測量の成果がない場合、「当該業務内にて測量を実施し、その結果を使用」、「既存の2次元測量成果を3次元化して対応」、「国土地理院・基盤地図情報(数値標高モデル)を使用」のいずれかの対応が必要となる。
- なお、基盤地図情報等の国土地理院の測量成果を複製又は使用する場合は、測量成果の複製承認申請又は使用承認申請が必要となる場合があるので、注意すること。

(詳細は国土地理院: <https://www.gsi.go.jp/LAW/2930-index.html> 参照)

【地図の利用手続パンフレット】

国土地理院の地図利用が
手続の運用緩和でこんなに身近に

防災・減災をはじめあらゆる場面でご利用できます



ハザードマップや3次元都市データなど

地図帳など

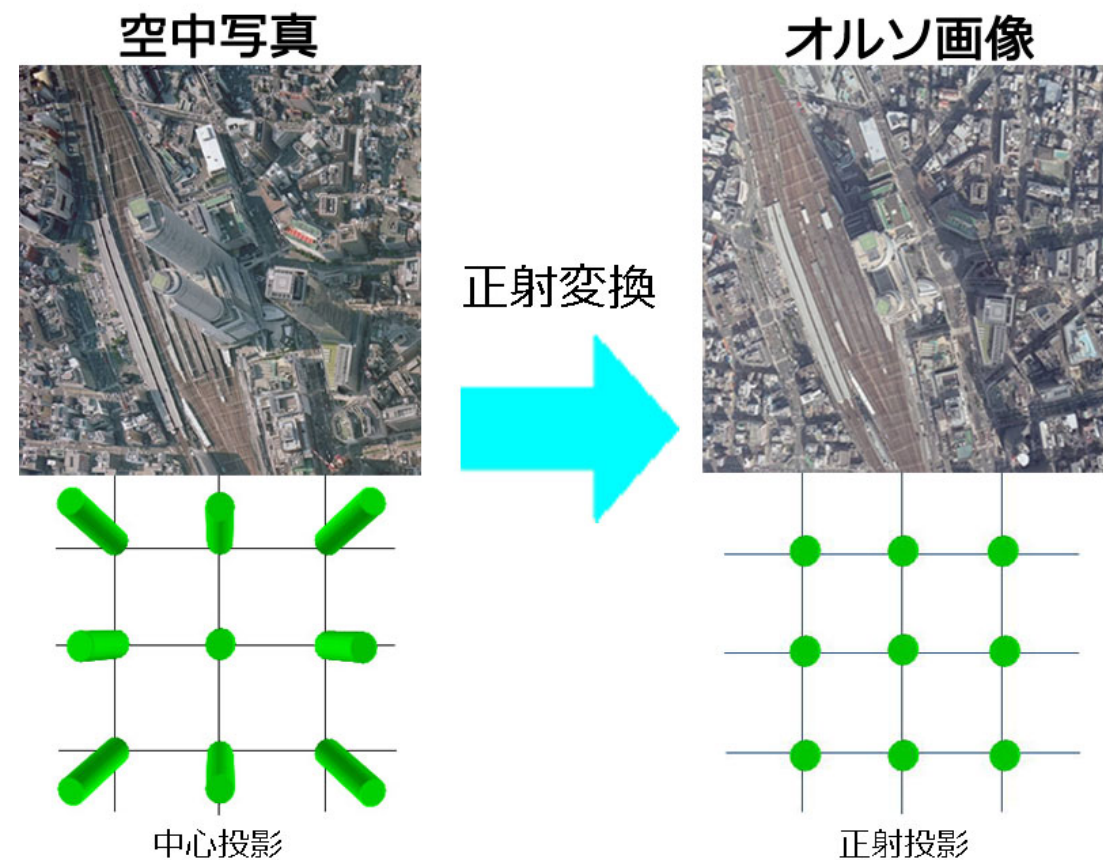
国土地理院へ
申請は必要？

国土地理院の地図等の基本測量成果を利用するときは
① 測量法第29条、30条に基づき承認申請が必要な場合
② 出典の明示だけで良い場合があります。

カーナビ・GIS・アプリなど

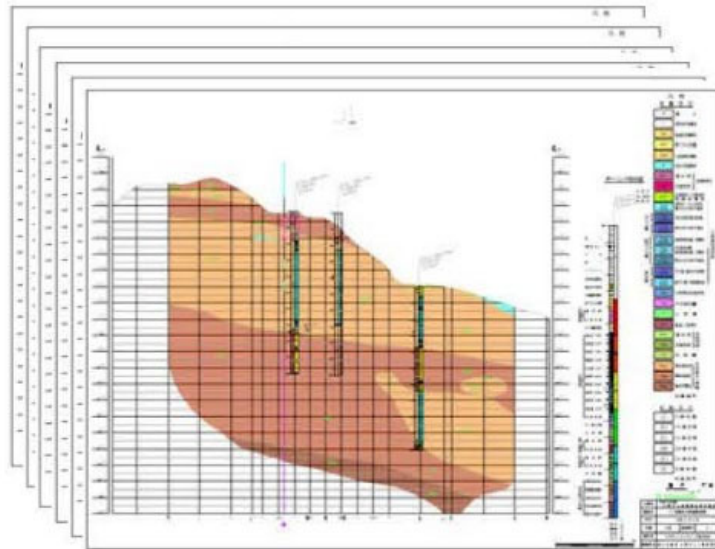
【参考】テクスチャ

- テクスチャとは、3次元コンピュータグラフィックスで、3次元オブジェクトの表面に表示される模様である。
- テクスチャの一つであるオルソ画像とは、空中写真を位置ズレのない画像に変換し、正しい位置情報を付与したものである。
オルソ画像は移された像の形状が正しく、位置も正しく配置されているため、地理情報システム(GIS)などにおいて、画像上で位置、面積及び距離などを正確に計測することが可能であり、地図データなどと重ね合わせて利用することもできる。

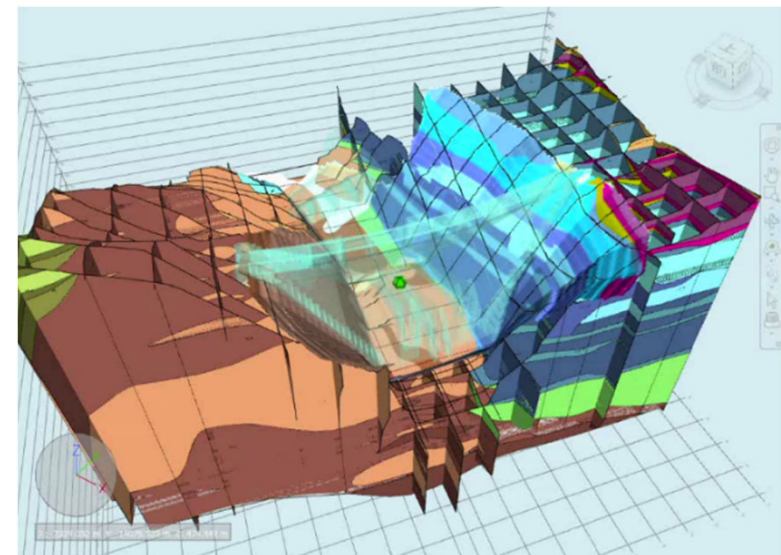
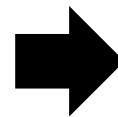


- 地質・土質モデルは、地質・土質調査の成果を3次元的に可視化したモデルである。
- 地質断面図などを3次元的に表現することで、本体構造物の周辺の地質区分や位置関係、地質・土質上の課題(破碎帯、強風化岩、湧水、高透水帯等)を容易に把握でき、最適な設計、施工計画の効率化等に資することが期待される。
- 一方、作成した地質・土質モデルは、調査の質と量に応じた不確実性を含むので、モデルの品質を明確にするため、モデル作成で用いた地質・土質調査成果やこれらに基づく推定の考え方を後工程へ継承する必要がある。

(【参考】土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン: <https://www.pwri.go.jp/jpn/research/saisentan/tishitsu-jiban/iinkai-guide2020.html>)



(2次元地質断面図)



(準3次元地質断面図※後述)

地質・土質モデルの詳細度の扱いについて

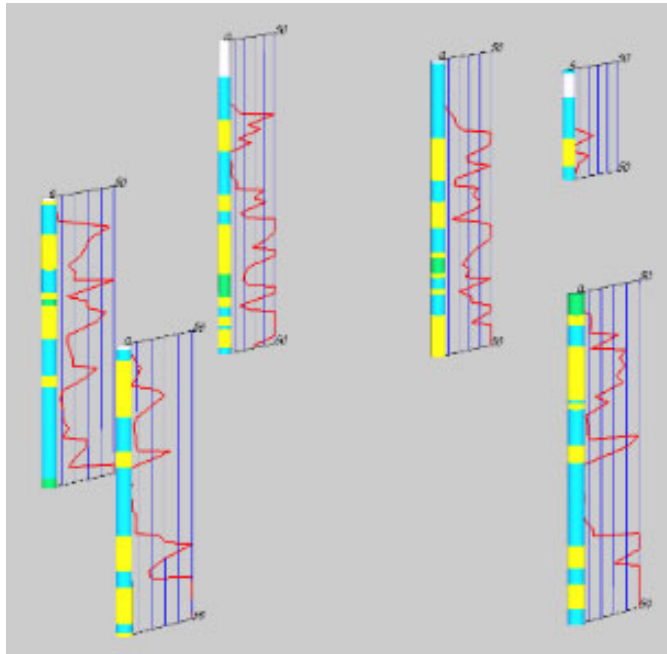
- 地質・土質モデルには「詳細度」の概念を適用しない。
- 地質・土質モデルの品質は地質・土質調査の質と量に依存するものであり、モデルがより精緻なものになったとしても、それに応じて品質が向上する訳ではないためである。
- 地質・土質モデルには、形状情報、管理情報、属性情報の3種類の情報が含まれる。
- 目的に応じて適切な地質・土質モデルを選択するとともに、後工程に引き継ぐ場合は、モデルの作成や更新、追加の方針、モデルの品質等の情報の記録方法についても検討する必要がある(特に管理情報)。

地質・土質モデルに含まれる情報

名称	概要
形状情報	・ 地質・土質モデルの3次元座標値を記載したデータである（オブジェクトデータ）。 ・ 共通IDを付与することによって、属性情報と形状情報を関連づけて、個別管理やモデルの統合などに活用する。
管理情報	・ 地盤情報データベースを構築する場合の検索に利用する。 ・ 使用した地質情報やモデル作成方法（地質・土質モデル作成ソフトウェアの種類や地層補間方法のアルゴリズムなど）等を記録する。 ・ 後続の事業段階に発生が懸念される地質・土質上の課題等を記録する。
属性情報	・ 地質情報などを付加したデータであり、個別に管理する。 ・ 共通IDを付与することによって、属性情報と形状情報を関連づけて、個別管理やモデルの統合などに活用する。

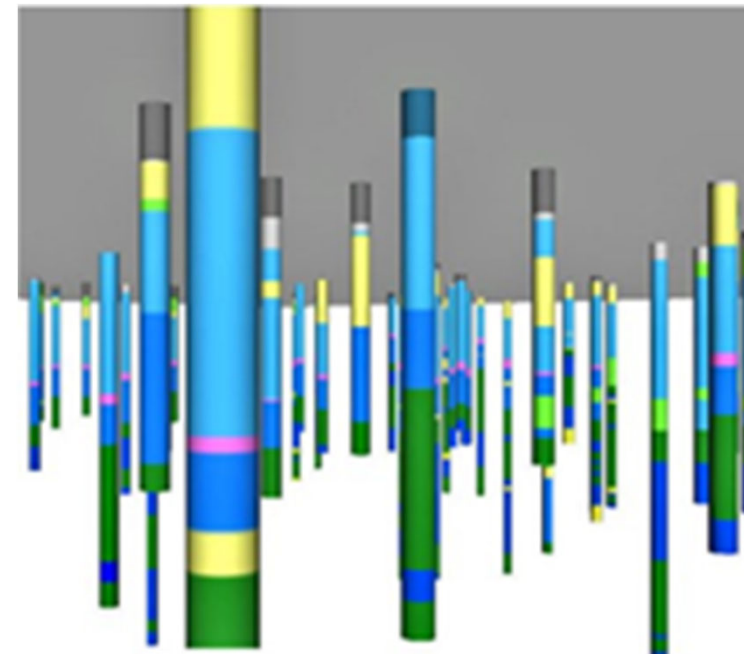
- ボーリングモデルは、地質・土質調査業務の調査結果であるボーリング柱状図(ボーリング交換用データ、又は、電子簡略柱状図)を、孔口の座標値・標高値、掘進角度、方位から3次元空間上に配置・表現したものである。
- 実際の調査結果そのものを用いて作成した「調査結果モデル」と、既往資料から工学的解釈を行い作成した「推定・解釈モデル」がある。

(※モデルの形状情報としての違いはない)



調査結果モデルの例

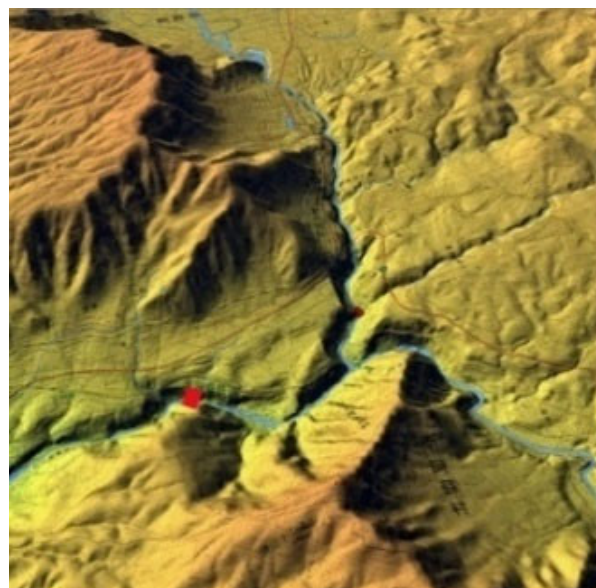
※地質・土質調査業務の調査結果であるボーリング柱状図を表現したもの



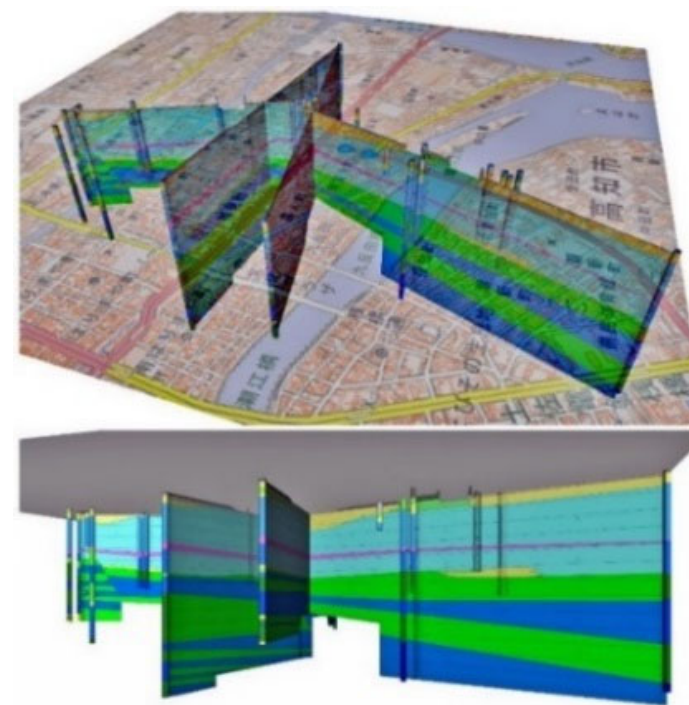
推定・解釈モデルの例

※周辺のボーリング柱状図等の既往資料を活用し、工学的解釈を加えて対象箇所の地質を表現したもの

- 準3次元地盤モデルは、地質・土質調査業務の調査結果である2次元の地質平面図、地質縦断図等を地形データ等とともに3次元空間に配置したモデルである。
- 地形表面(地形データ)に地質平面図、オルソ処理した空中写真等を貼り付けた「テクスチャモデル」と、地質断面図、速度層断面図や地山条件調査結果図等を地形データとして3次元空間に配置した「準3次元地質断面図モデル」がある。



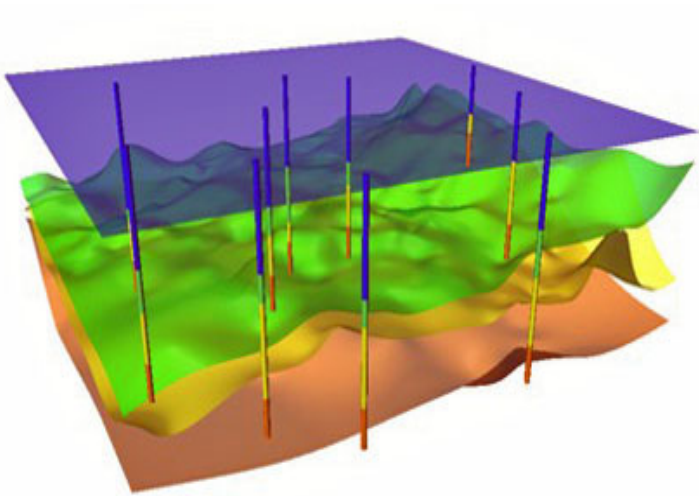
テクスチャモデルの例



準3次元地質断面図モデルの例

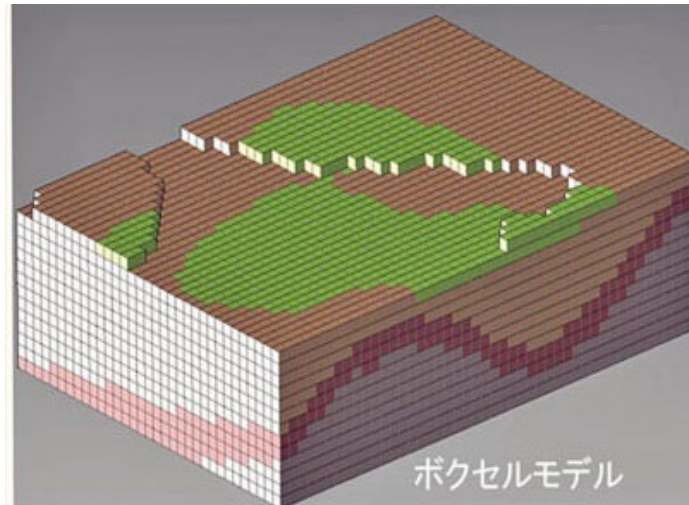
地質・土質モデルの種類(3次元地盤モデル)

- 3次元地盤モデルは、複数のボーリング柱状図等の地質・土質調査結果を基に、様々な情報を地質学的な解釈を加えて総合的に表現したものである。
- 地層・岩盤分類・土軟硬区分などの境界面を表現した「サーフェスモデル」、上面・下面・側面等の境界面とで挟まれた内部の地質情報などを付加した「ソリッドモデル」等、異なる範囲・目的・用途・空間補間方法で地質学的な解釈を経て作成される。
- ボーリングモデルや準3次元地盤モデルに比べて、推定や解釈の余地が大きくなるため、後工程においても注意しながら活用する必要がある。



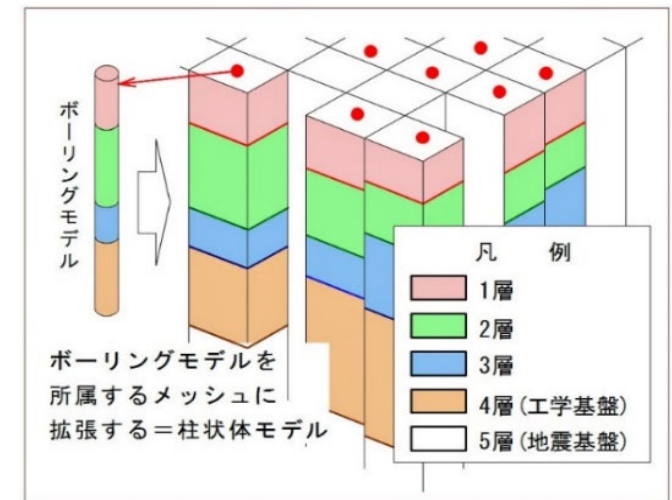
サーフェスモデルの例

※地層等の境界面に地層・岩体区分等の属性を持つ面を貼り付けて作成



ソリッドモデルの例 (ボクセルモデル)

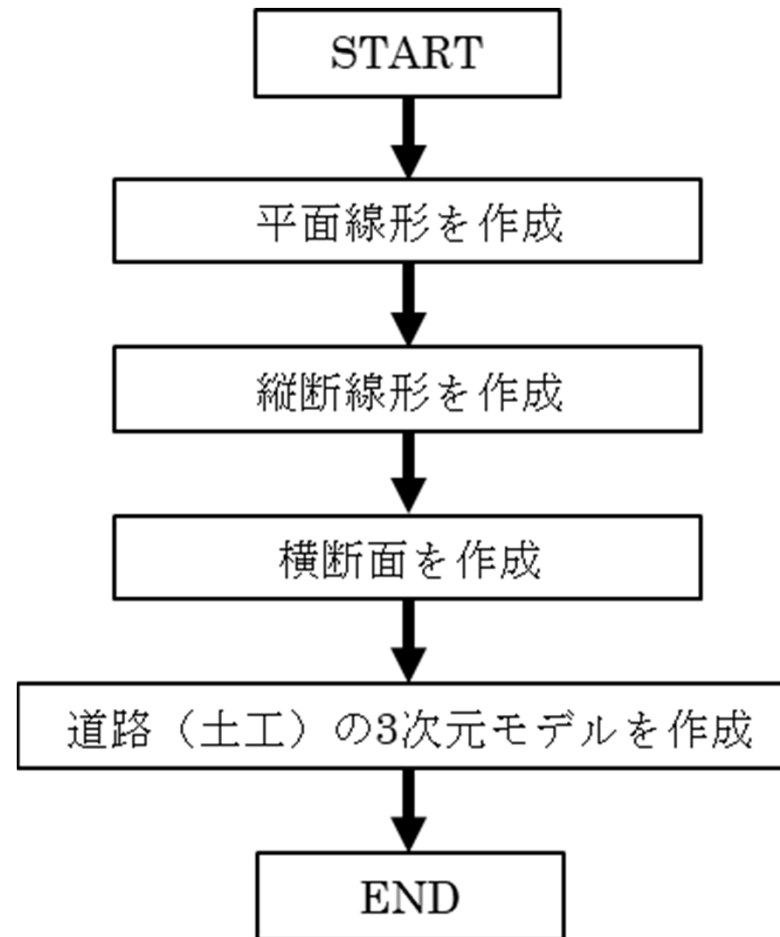
※モデル全体を小さな立方体 (空間格子) の集合体として表現



ソリッドモデルの例 (柱状体モデル)

※地層等の境界面を真上から見て小さな格子 (メッシュ) に区分し、メッシュ内の境界面間の属性情報と関連付けて作成

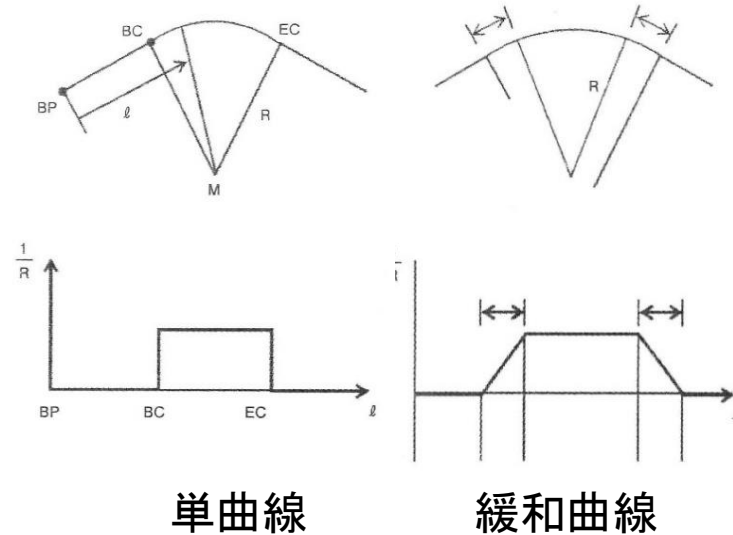
- 土工の3次元モデルを作成する方法を下図に示す。
ただし、下図に示した方法はあくまで例であり、使用する3次元CADソフトウェアによって方法が異なることに留意する。



土工の3次元モデリングの流れ（道路土工の場合）

平面線形の作成

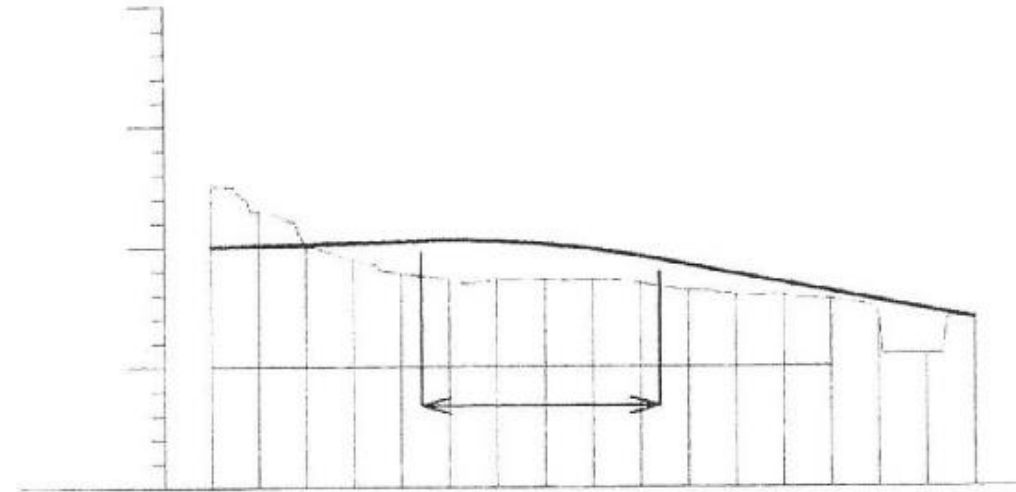
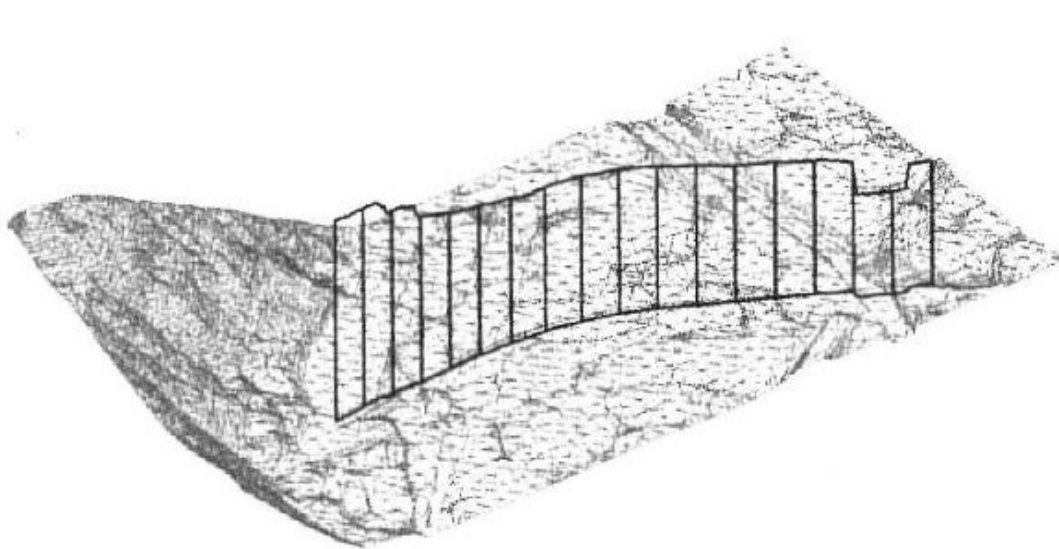
- サーフェスモデルに航空あるいは衛星写真を貼り付けた3次元モデルの中で、道路中心の平面線形を描きながら入力する。
- 基準となる点の標高は、通常0mとする。
- 道路曲線の平面線形は、一般的に直線と円弧の間に緩和曲線が入る場合が多い。
- 円弧の回転半径は、道路の規格などに合わせて、適切な値を選ぶ必要がある。
- 緩和曲線は、通常クロソイド曲線 (clothoid curve) (※) が用いられる。



※クロソイド曲線とは、道路中心線の距離と曲率(円弧の回転半径の逆数)が線形関係にあるような曲線である。運転手が、直線区間から曲線区間に入り、ハンドルを一定の回転速度で操作すると、自動車はクロソイド曲線上を走ることになる。適切な緩和曲線区間がないと、高速道路では自動車が曲線区間で車線をはみ出すか、急ハンドルを切ることによる事故が発生する可能性があり、危険である。

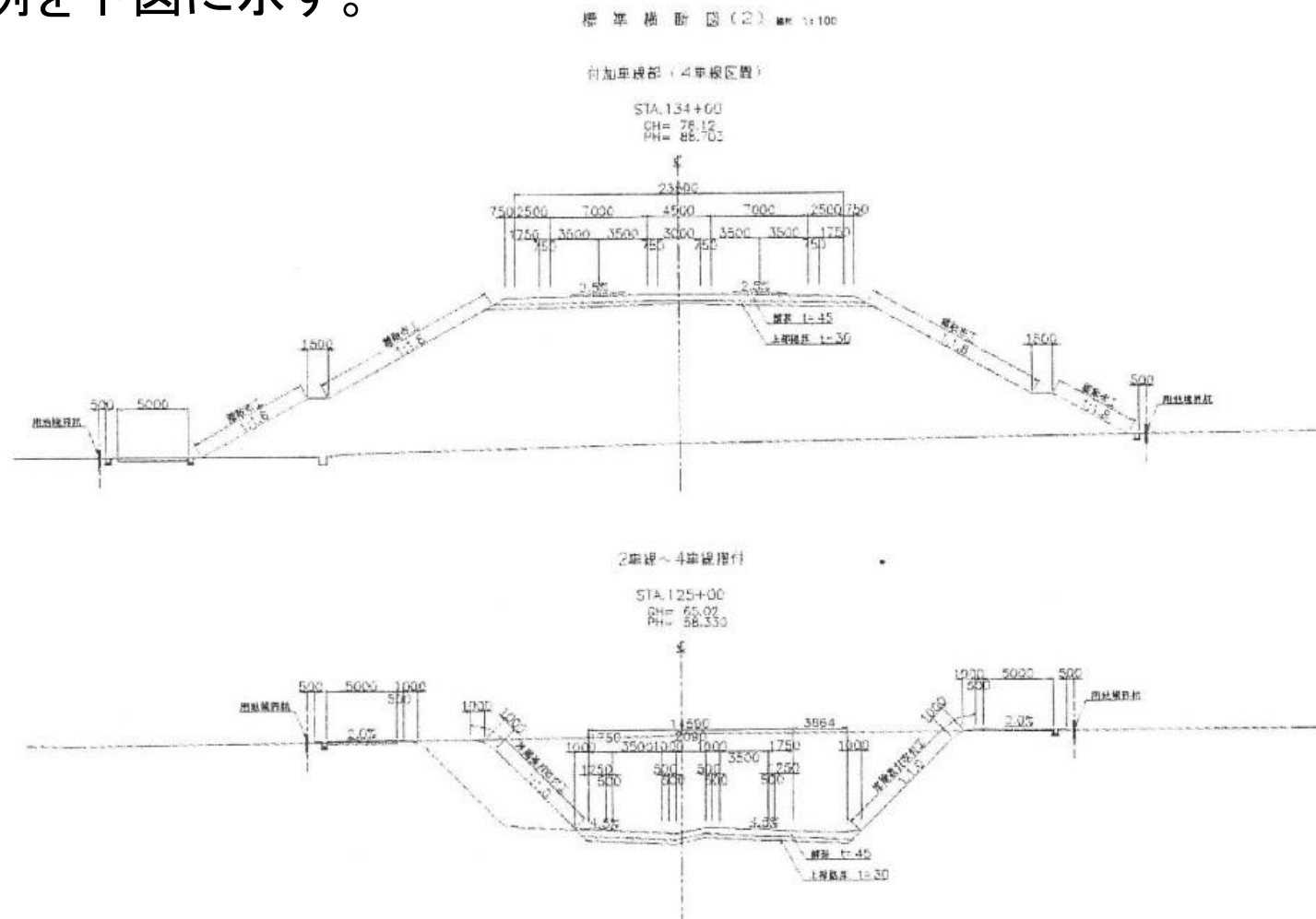
縦断線形の作成

- 平面線形に基づく地表面の縦断面をソフトウェアに自動的に描かせる。
縦断面は曲面であるが、これを水平に引っ張って平らに引き延ばしたような平面として描き、さらに、鉛直方向と水平方向で縮尺を変えて表現することができる。これは、標高差の幅が、水平方向の距離に比べて小さく、画面上で違いが認識できないことが多いからである。
- 縦断面の地表線の形状を見ながら、道路中心の縦断線形を直線と2次放物線などを組み合わせて入力する。
この際、道路の区分や設計速度に応じた縦断勾配や縦断曲線の規格に注意し、極力、掘削や盛土が大きくなならないような縦断線形を描くことが重要である。
- 平面線形と縦断線形を合わせることによって、3次元の中心線形ができあがる。

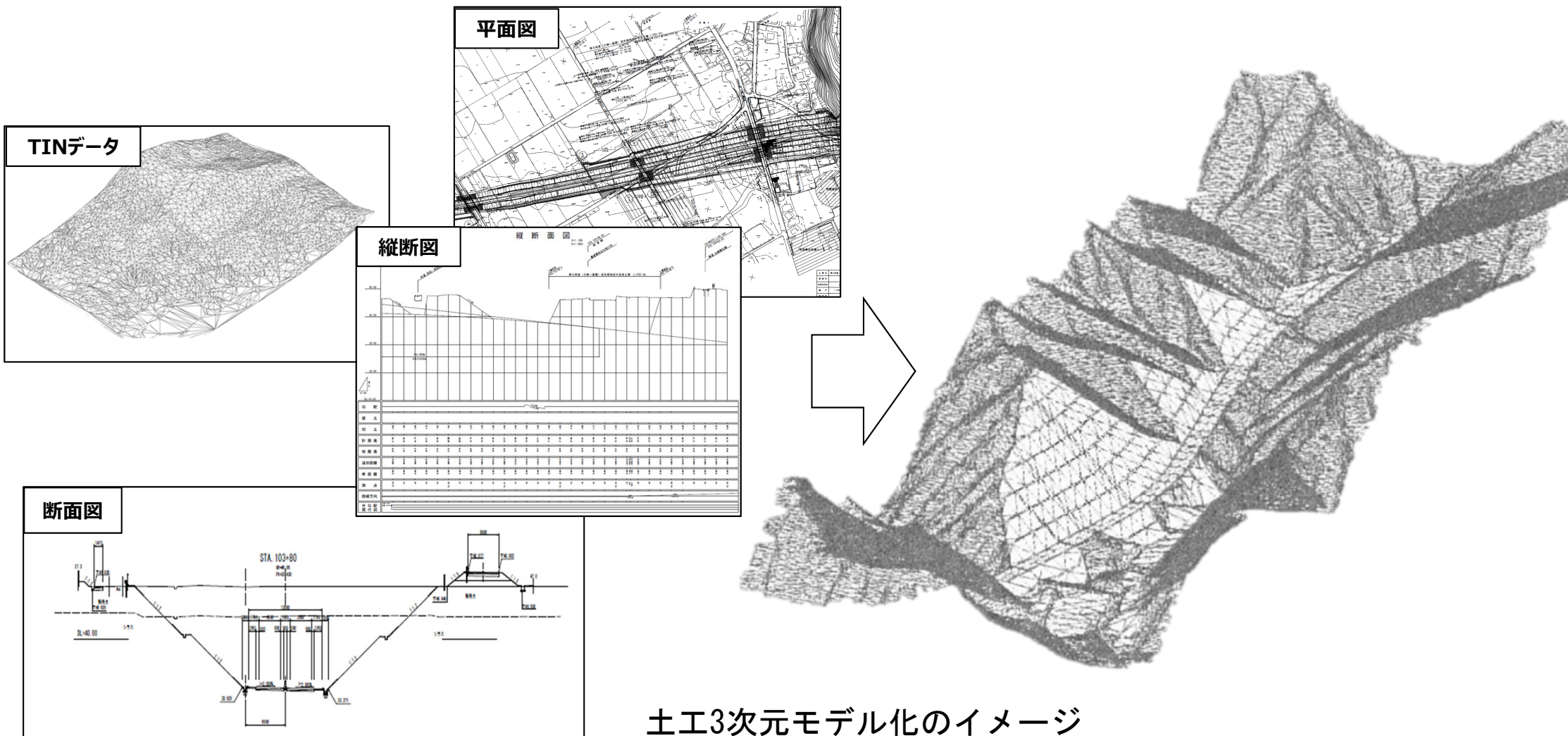


横断面の作成

- 道路の切土部と盛土部の各々標準となる横断面を測点毎に入力する。
- 測点以外の以下の箇所も横断面を入力する。
 - ・平面線形の変化点
 - ・縦断線形の変化点
 - ・道路幅員の変化点
 - ・横断勾配の変化点
 - ・法面の変化点
 - ・切土盛土の変化点
 - ・擁壁やカルバートの設置個所
- 横断面の例を下図に示す。



- 地表面のTINデータと道路の平面・縦断線形、横断の標準断面を合わせることで、切土、盛土をソフトウェアが自動的に求め、法面や法肩の形状まで3次元的に表現する。
- さらに、道路の出発点から一定間隔(通常20m)の各ステーションにおいて、地表線を含めた横断面図が自動的に出力される。

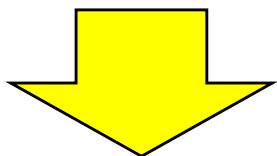


「LandXML1.2」とは

土木分野における設計・測量データのオープンなデータ標準を目指したXMLフォーマットであり、LandXML.orgにより策定された国内外で多数のCADやソフトウェアに対応したデータ形式である。
(現在、OGC※¹がLandXMLの後継として、InfraGMLを開発。bSI ※²とOGCは提携。)

【国内適用時の課題】

- ・日本における道路設計に必要な情報が不足
(例：クロソイド曲線パラメータ、片勾配すり付けの特別なパターン、累加距離標 等)
- ・河川堤防に適用する情報が不足



日本独自仕様のLandXMLとして、
LandXML1.2に含まれない属性情報を拡張要素であるFeature要素を用いて記載

LandXML1.2に準じた3次元設計データ交換標準 (案) Ver.1.4 略称「J-LandXML」

BIM/CIMやi-Constructionにおいて交換すべき3次元設計データについて、「LandXML」に準拠した形式で内容及びデータ形式を定めたものである。LandXML1.2 (オリジナル) との区別のために、頭文字に日本独自仕様を示す『J』を付け、「J-LandXML」としている。

国土交通省の直轄事業において、地形モデル、土工形状モデル等のBIM/CIMモデルについては「J-LandXML及びオリジナルファイル」の納品※³を求めている※⁴。

※1 : Open Geospatial Consortiumの略称。

※2 : building SMART Internationalの略称。

※3 : 詳細は「BIM/CIM モデル等電子納品要領 (案) 及び同解説」を参照。

※4 : IFC (IFC4.3RC1, IFC-ROAD) では日本の道路設計等に対応していない要素があるため、現在IFC形式による納品を求めている。

道路設計関係のソフトウェア

- 一般社団法人OCFでは、後述する『LandXML1.2に準じた3次元設計データ交換標準(案)Ver.1.3 ー略称: J-LandXMLー(平成31年3月)』※を適用したLandXMLに準じた3次元設計データ対応検定を2019年から開始している。
 下表～次表に示すようにLandXMLに準じたソフトウェアが公開されている。
- 特徴や手順についてもソフトウェア毎に取りまとめられ、公開されている。

※最新版は『LandXML1.2に準じた3次元設計データ交換標準(案)Ver.1.4 ー略称: J-LandXMLー(令和3年3月)』

会社名	ソフトウェア名称	バージョン
(株) エムティシー	道路・鉄道線形計画システム APS-MarkIV	12
	道路横断図システム APS-ODAN	3
	現況高さ編集ソフト APS-ZE	5
	交差点設計図化システム APS-C	10
オートデスク (株)	Autodesk Civil3D	2021
川田テクノシステム (株)	道路平面・縦横断図CAD V-ROAD・V-ROAD/M 『i-Conオプション』	23
	建設系3D汎用CAD V-nasClair 『i-ConCIM Kit』	2020
(株) 三英技研	STRAXcube	5
	LANDCube	2
(株) フォーラムエイト	UC-win/Road	14

会社名	ソフトウェア名称	バージョン
(株) 建設システム	SiTECH 3D	9
	現場大将	6
(株) ニコン・トリンブル	Trimble Business Center	5
(株) ビーガル	BIGAL 3DViewer	2
(株) ビッグバン	Bigvan LandXML Viewer	1
	Bigvan LandXML Editor	1
	Bigvan LandXML Checker	1
福井コンピュータ (株)	TREND-CORE	6
	TREND-POINT	7
	EX-TREND 武蔵 建設CAD	20
	TREND-ONE	4
	Mercury-ONE	4

【参考】LandXML1.2の要素名及び内容

No.	要素名	内容	
1	Units	単位（長さ、面積、体積、角度など）	※
2	Coordinatesystem	座標系	※
3	Project	プロジェクト名と説明	※
4	Application	アプリケーション名	※
5	CgPoints	座標点の集合	※
6	Alignments	中心線形（平面線形、縦断線形）及び横断形状	※
7	GradeModel	勾配モデル	
8	Roadways	道路構成要素の集合	※
9	Surfaces	サーフェスモデルデータ	※
10	Amendment	改定履歴	
11	Monuments	基準点情報	
12	Parcels	区画データ	
13	PlanFeatures	計画機能	
14	PipeNetworks	配管網	
15	Survey	測量データ	
16	FeatureDictionary	拡張したフィーチャ辞書	

※ LandXML1.2を構成する要素から8種類を用いて、
道路・河川分野における設計にて必要な3次元形状を表現

【参考】J-LandXMLにて追加したFeature要素(1/2)

要素名	Feature name	Property label	内容	
Project	-	projectPhase	事業段階	
		applicationCriterion	適用基準	
CoordinateSystem	-	differTP	T.Pとの標高差	
CgPoints	IntermediatePnts	alignmentRefs	参照中心線形	
	(CgPointと関係付ける ユニークな名称)	sta	累加距離標	※1
		tangentDirectionAngle	接線方向角	
		class	基準点、水準点の種類	
Alignments	-	designGmType	構築物情報	※1
		classification	規格・等級	
		trafficVolume	設計交通量	
		side	左右岸区分	※1
Alignment	Horizontal	method	設計計算手法名	
	Interval	main	主測点間隔	※2
		sub	副測点間隔	※2
	SuperelevationConfig	normalCrown	直線部横断勾配 (%)	
		singleLaneRoad	一車線道路又は多車線	
		useSlopeList	任意横断勾配リスト	
	slopeList	slopeValue	一車線道路又は多車線の横断勾配	
Spiral	-	A	クロソイドパラメータ	

※1 河川堤防への適用
 ※2 日本独自の距離標の表示

【参考】J-LandXMLにて追加したFeature要素(2/2)

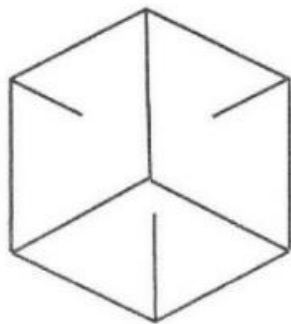
要素名	Feature name	Property label	内容
Superelevation	ReverseCrown	sta	勾配変化の変化点
	FlatSta	sta	S型連続曲線区間の反方向点と横断勾配の反転位置
CrossSects	—	projectPhase	事業段階
		profAlignRefs	参照縦断線形
CrossSect	Formation	clOffset	CL離れ
		fhOffset	計画高との高低差
	xSection	controlSect	管理断面
		targetPntID	目標座標名称
		rounding	ラウンディング距離
	StandardCrossSection	startSta	開始累加距離標
		endSta	終了累加距離標
DesignCrossSectSurf	—	xSectType	横断構成の種別
		clearance	建築限界
		pavementClass	舗装種類

※2
※2

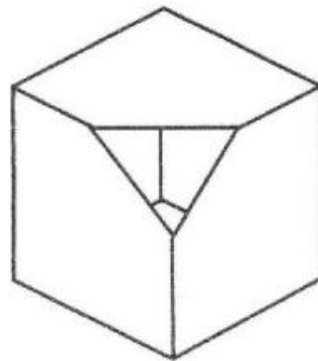
※2 日本独自の距離標の表示

立体の3次元モデリング手法

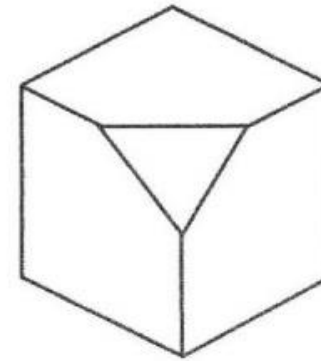
- 3次元CGにおける立体のモデリング手法には、「ワイヤフレームモデル」、「サーフェスモデル」、「ソリッドモデル」の3種類がある。
- ワイヤフレームモデルは、頂点と稜線しかなく、立体の輪郭しか表現できない。
- サーフェスモデルは、立体の表面も表現できるが中身がないため、体積を求めることができない。
- ソリッドモデルは立体の中身まで表現できるため、体積が求まり、面で立体を切った場合、断面が平面として表現できる。
- ソリッドモデルとして部材をモデリングすると、体積計算が瞬時にできる、干渉チェックができる、3次元的な見取り図により技術者以外の多くの関係者の合意形成に資する等のメリットがあるため、BIM/CIMではソリッドモデルで部材などを作成することが多い。



①ワイヤフレームモデル



②サーフェスモデル



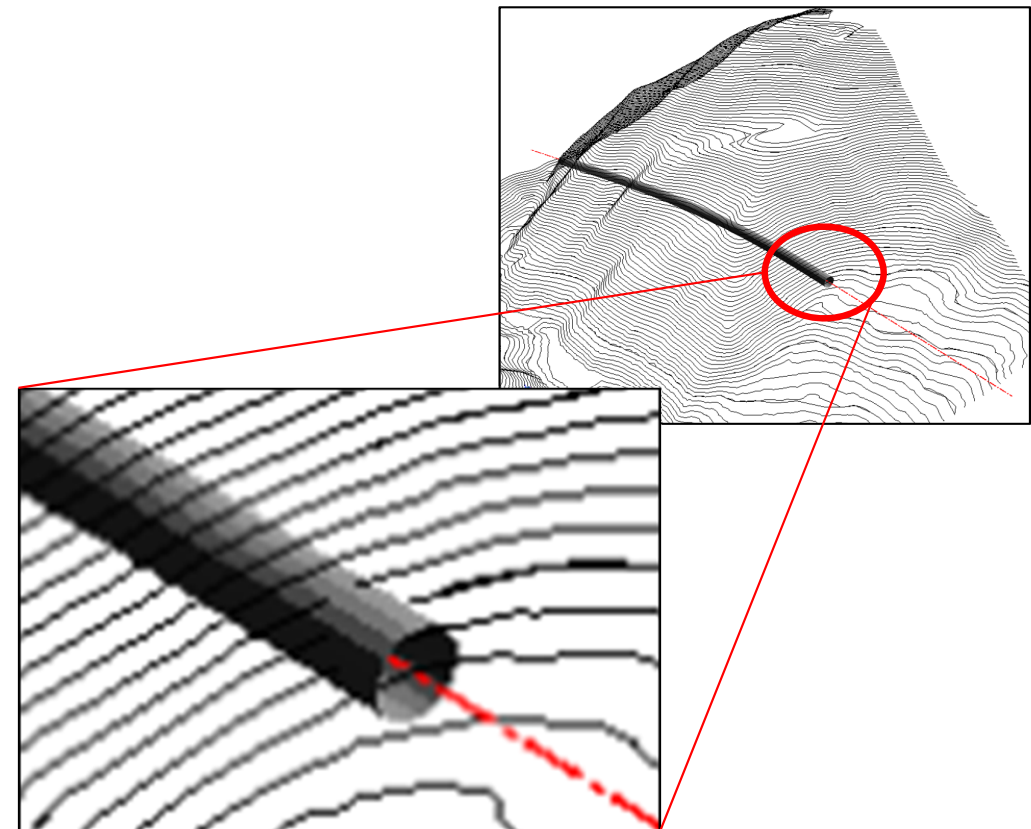
③ソリッドモデル

- 我が国におけるBIM/CIM関係の基準要領(BIM/CIM活用ガイドライン等)において、BIM/CIMモデルに関する形状の詳細度(Level Of Detail)について定義している。
- 形状の詳細度(Level Of Detail)のほか、情報の詳細度(Level Of Information)、展開度(Level Of Development)等の考え方があり、BIM/CIMモデルの活用にあたってはいずれも重要である。
- 以下に形状の詳細度(Level Of Detail)の山岳トンネルの例を示す。

<詳細度100>

対象を記号や線、単純な形状で
その位置を示したモデルである。

例)トンネルの配置が分かる程度の
矩形形状もしくは線状でモデル化する。



<詳細度200>

- 対象の構造形式が分かる程度のモデルである。
- 標準横断で切土・盛土を表現、または各構造物一般図に示される標準横断面を対象範囲でスweep※させて作成する程度のモデルである。

例) 計画道路の中心線形と

トンネル標準横断面でモデル化する。

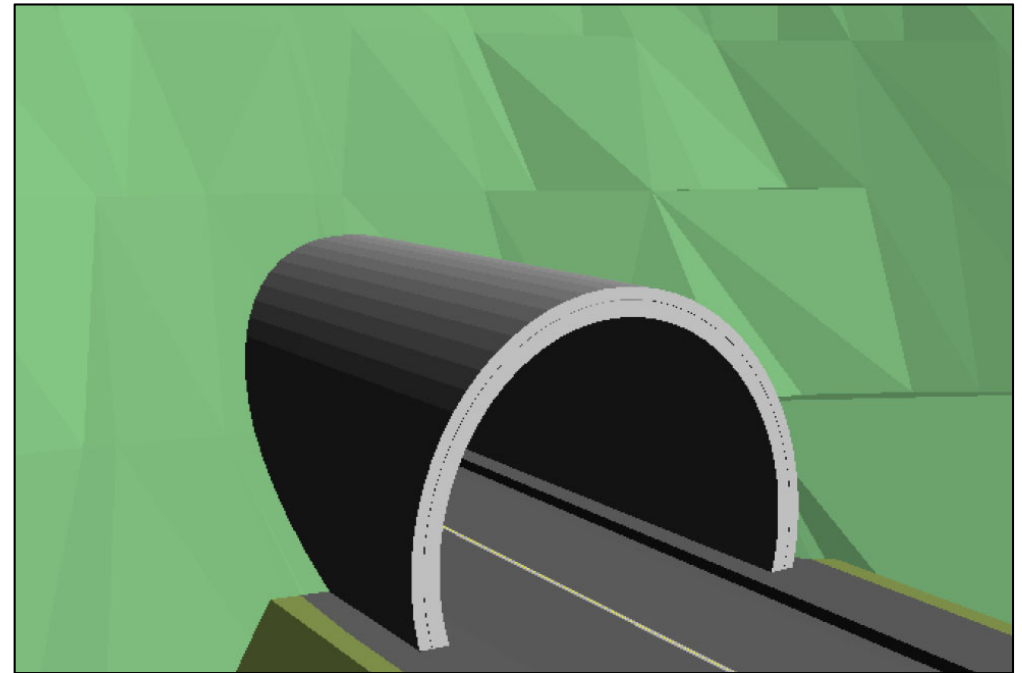
坑口部はモデル化せず位置を示す。

※スweep: 平面に描かれた図形を

ある基準線に沿って

延長させて3次元化する技法のこと。

ここでは、標準横断面を道路中心線形に沿って延長させることにより3次元モデル化している。



<詳細度300>

- 附帯工等の細部構造、接続部構造を除き、対象の外形形状を正確に表現したモデルである。

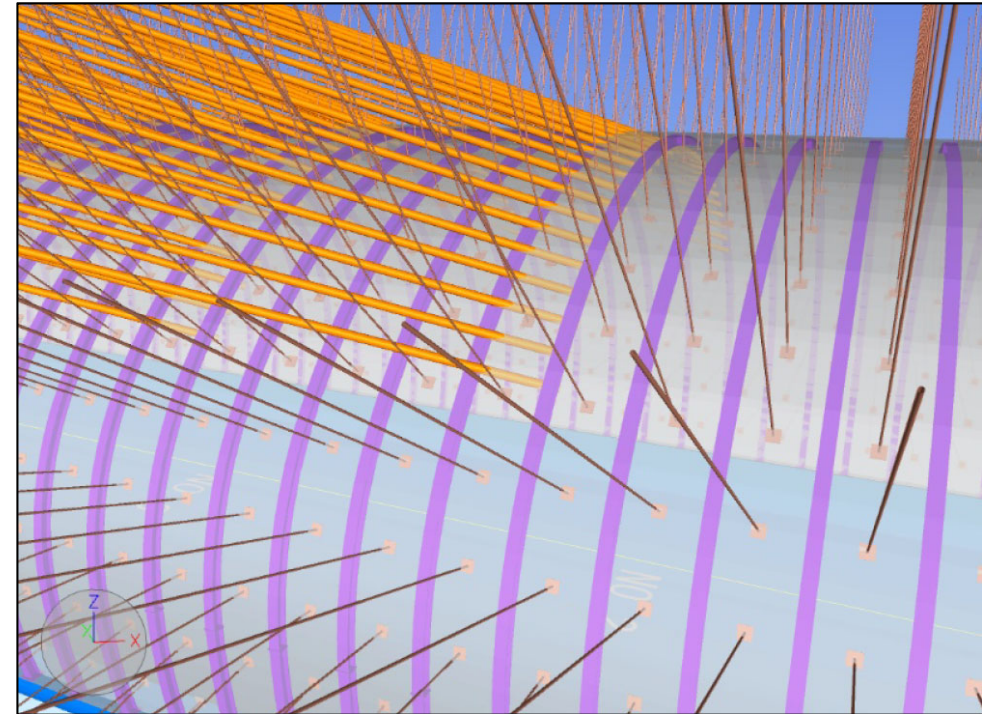
例) 避難通路などの拡幅部等の主構造の形状が正確なトンネルをモデル化する。
検討結果を基に適用支保パターンの範囲を記号等で、補助工法は対象工法をパターン化し、記号等で必要範囲をモデル化する。
坑口部は外形寸法を正確にモデル化する。
舗装構成や排水工等の内空設備をモデル化する。
箱抜き位置は形状をパターン化し、記号等で設置範囲を示す。



<詳細度400>

- 詳細度300に加えて、附帯工、接続構造などの細部構造および配筋も含めて、正確に表現したモデルである。

例) 詳細度300に加えてロックボルトや配筋を含む全ての部材、トンネル本体や坑口部、箱抜き部の配筋、内装版、支保パターン、補助工法の形状を正確にモデル化する。



<詳細度500>

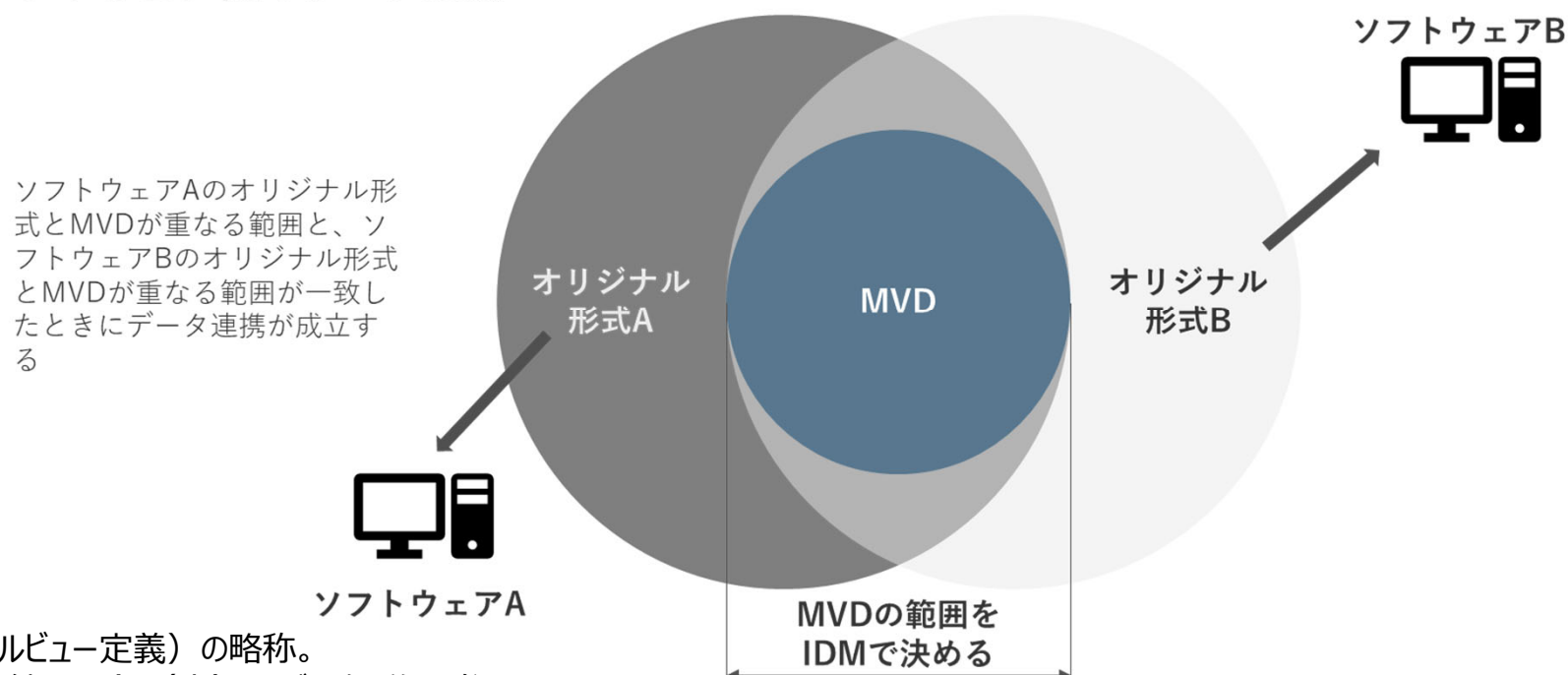
- 対象の現実の形状を表現したモデルである。

例) 設計・施工段階で活用したモデルに完成形状を表現する。

オリジナル形式とIFC形式の関係について

- 異なるソフトウェア間のオリジナル形式のデータ同士は、情報交換されるとは限らない。
- しかし、後工程におけるBIM/CIM活用のためには、情報を適切に引き継ぐ必要がある。そのため、IFC形式が用いられる。
- 異なるソフトウェア間のオリジナル形式のデータは、IFC形式を経由することで情報交換される。(ただし、IFC検定において確認したMVD※¹の範囲に限られる。)
- 国土交通省の直轄事業において、構造物モデルについては「IFC2×3及びオリジナルファイル」の納品※²を求めている。

ソフトウェア間のデータ連携

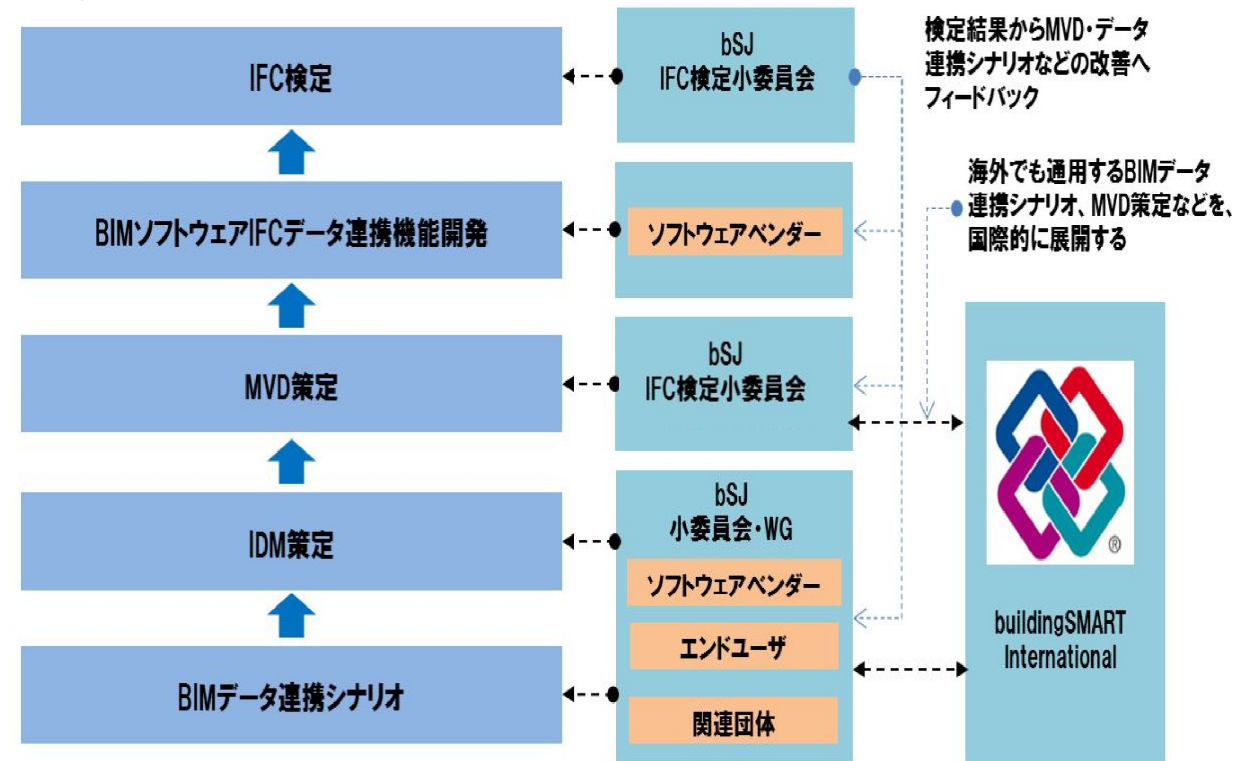


※ 1 : Model View Definition (モデルビュー定義) の略称。

※ 2 : 詳細は「BIM/CIM モデル等電子納品要領 (案) 及び同解説」を参照。

【参考】IFC形式、IFC検定について

- buildingSMART Japanを含むbuildingSMART Internationalが策定を進めてきた3次元モデルのデータ形式の「IFC」は、2013年に国際標準(ISO16739:2013)として仕様書が発行され、オープンなBIMデータ連携の手段として世界各地で活用されている。
- 我が国においてbSJが行うIFC検定は、IFCデータ連携の技術的仕様を国際IFC認証の枠組みに合わせて明文化し、IFCデータ連携の技術的内容を客観的に確認できる仕組みの構築を目指して実施するものである。
- 検定対象となるソフトウェアは、BIMデータ連携シナリオとIDM(Information Delivery Manual)を基にしたMVD(Model View Definition)に対応する必要がある。
- MVDに従って、オリジナル形式のデータはIFC形式を経由して情報交換される。



IFC検定に対応したソフトウェア

- buildingSMART Japanでは、IFCに対応した検定MVD：土木モデルビュー一定義2018のソフトウェアを公開している。オリジナル形式の拡張子との対応表を下表に示す。

会社名	ソフトウェア名称	拡張子
(株)フォーラムエイト	ALLPLAN	prj
	3DモデルIFC検定ツール	rfv
	3D配筋CAD	rfc
川田テクノシステム(株)	V-nasClair/i-ConCIM_Kit	bfox、bfo
オートデスク(株)	Autodesk Revit	dwg、rvt
福井コンピュータ(株)	TREND-CORE	TCM
(株)建設システム	デキスパート 施工Revo	dat
(株)エムティシー	トンネル設計補助システム APL	tnl、t3d
(株)横河技術情報	鋼 橋 i-Con シ ス テ ム MeBiCLink/IFC Converter	—
JIPテクノサイエンス(株)	BeCIM/MB	bcm

IFC検定に対応したソフトウェア

● 2018年のIFC検定に合格しているソフトウェアの一覧を下表に示す。

会社名	ソフトウェア名称	バージョン	検定区分	
			入力	出力
(株)フォーラムエイト	ALLPLAN	2019	入力2CAD系	出力
	3DモデルIFC検定ツール	1		出力
	3D配筋CAD	3		出力
川田テクノシステム(株)	V-nasClair/i-ConCIM_Kit	2018.30	入力2CAD系	出力
オートデスク(株)	Autodesk Revit	2019	入力2CAD系	出力
福井コンピュータ(株)	TREND-CORE	5	入力2CAD系	出力
(株)建設システム	デキスパート 施工Revo	3	入力1ビューワ系	出力
(株)エムティシー	トンネル設計補助 システム APL	5.3		出力
(株)横河技術情報	鋼橋i-Conシステム MeBiCLink/IFC Converter	2019		出力
JIPテクノサイエンス(株)	BeCIM/MB	1.04		出力

既製オブジェクトの活用について

＜パラメトリックモデルについて＞

- 3次元モデルをCADで作成する際、頻繁に使用する部材については、幅、高さ、長さ等のパラメータをインプットすると自動的に3次元モデルが生成されれば便利である。このようなパラメトリック・モデリング (parametric modeling) の機能については、最近の多くの3次元CADソフトのほとんどが有している。
- 現在国土交通省では、IFC形式によるデータ交換に向けて、パラメトリックモデル仕様の検討、当該仕様のソフトウェアへの機能実装に向けた調整等を行っている。

＜オブジェクトライブラリについて＞

- 建設機械や街灯のような、3次元CADで数多くの要素を組み合わせて作成したモデルを予め用意しておき、モデル空間内の適当な位置に設置することも、BIM/CIMで頻繁に行われる。このような事前に作られた3次元モデルをライブラリとして一般向けに提供している団体もある。
- オブジェクトライブラリもパラメトリック・モデリングと同様、作業時間の短縮に大いに貢献するものである。

ジェネリックオブジェクトとメーカーオブジェクト

- 既製オブジェクトはジェネリックオブジェクトとメーカーオブジェクトに区分される。
大まかな違いは以下のとおり。

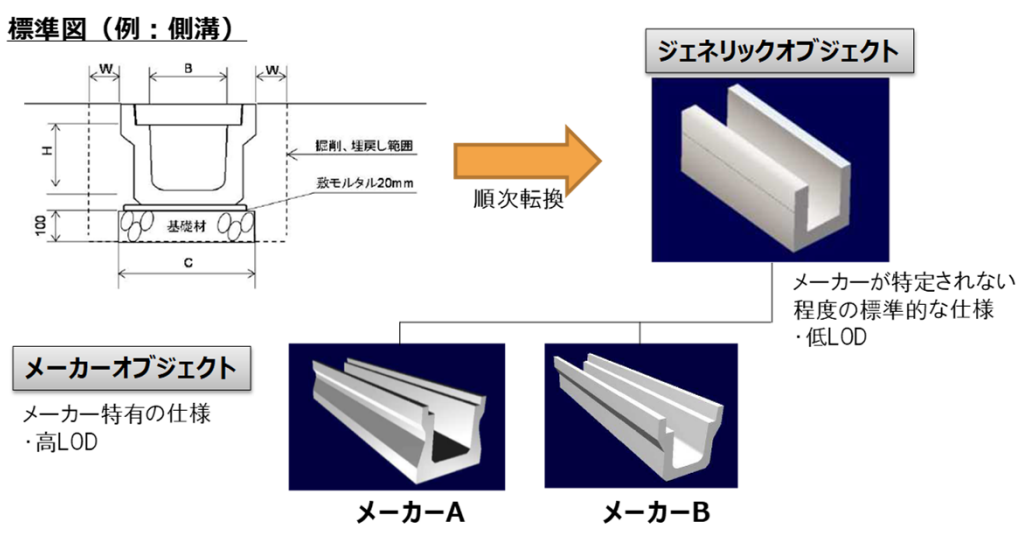
【ジェネリックオブジェクト】

設計上必要となる高さや幅等の形状により作成されるメーカーの固有でない標準的な形状を持つモデル。ソフトウェアにかかわらず、作成されるモデルは共通のものとなる。パラメトリックモデルは、ジェネリックオブジェクトに含まれる。

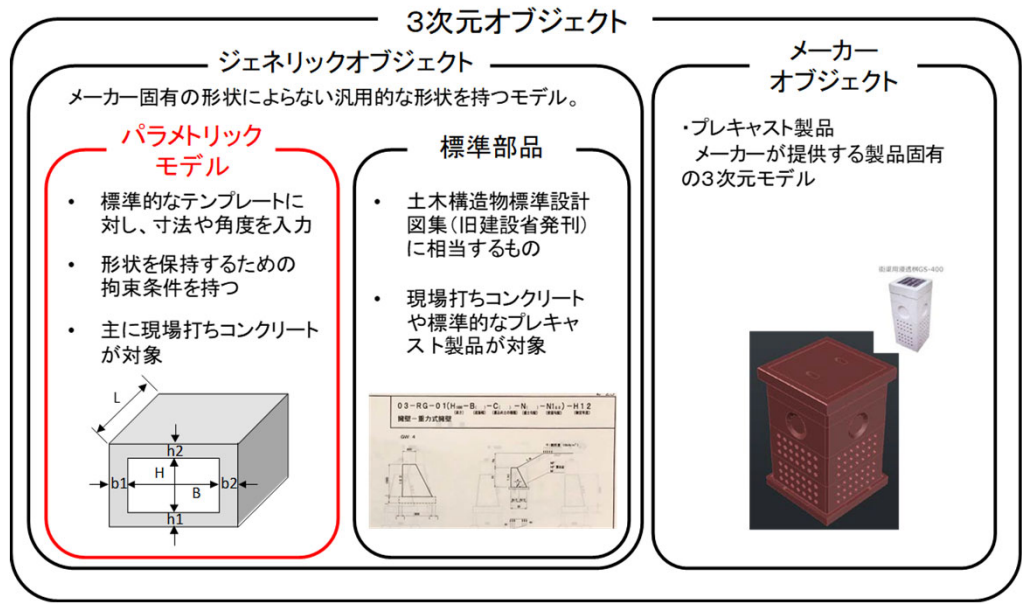
【メーカーオブジェクト】

各部材メーカー等が提供する製品固有の形状を持つモデル。

ジェネリックオブジェクト・メーカーオブジェクト関係



パラメトリックモデルの位置付け

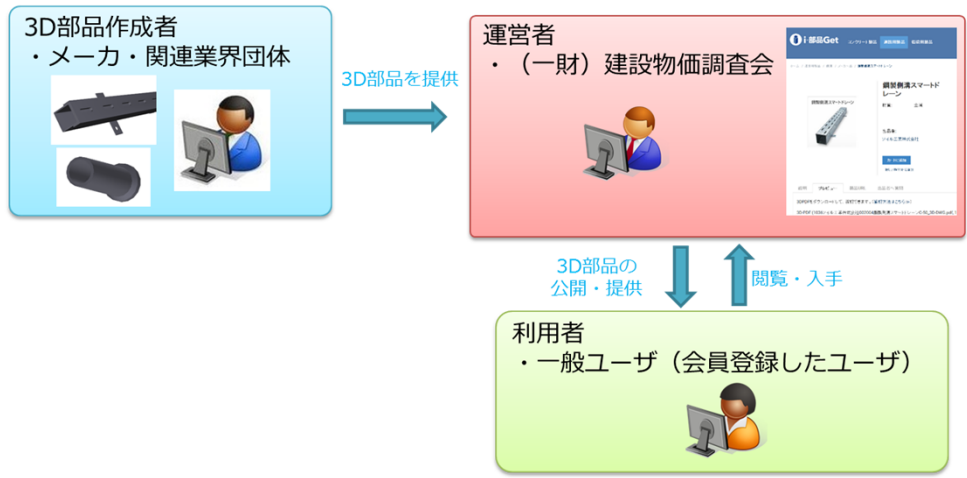


事例	i-部品Get
概要	i-部品Getは、土木関連の部品CADデータのデータベースサイトである。メーカープロダクトの部品データを中心に収録している。会員登録、ダウンロードは現在は無料である。
サイトの主な機能	- 検索機能 - 部品の説明機能 - 表示機能 - 出品者への質問機能 - ダウンロード機能
運営主体	(一財) 建設物価調査会
データ作成主体	- 部品メーカー - 関連業界団体（資料提供） (一社) 全国コンクリート製品協会など
対象データ	ジェネリックオブジェクト メーカーオブジェクト - コンクリート製品 - 道路用製品 - 橋梁用製品 など
URL	https://www.i-buhinget.com/index.php

<サイト画面>



<運用体制>



```
graph TD; A["3D部品作成者  
・メーカー・関連業界団体"] -- "3D部品を提供" --> B["運営者  
・(一財)建設物価調査会"]; B -- "3D部品の公開・提供" --> C["利用者  
・一般ユーザ (会員登録したユーザ)"]; C -- "閲覧・入手" --> B;
```

- VR (Virtual Reality) は、現実にはない世界又は体験しがたい状況をCGによって仮想空間上に作り出す技術。



- AR (Augmented Reality) は、目の前にある現実世界にコンピューターで作られた映像や画像を重ね合わせ、現実世界を拡張する技術。



- MR(Mixed Reality)は、複合現実と言われており、現実空間と仮想空間を混合し、現実のモノと仮想的なモノがリアルタイムで影響しあう新たな空間を見せる方法である。

