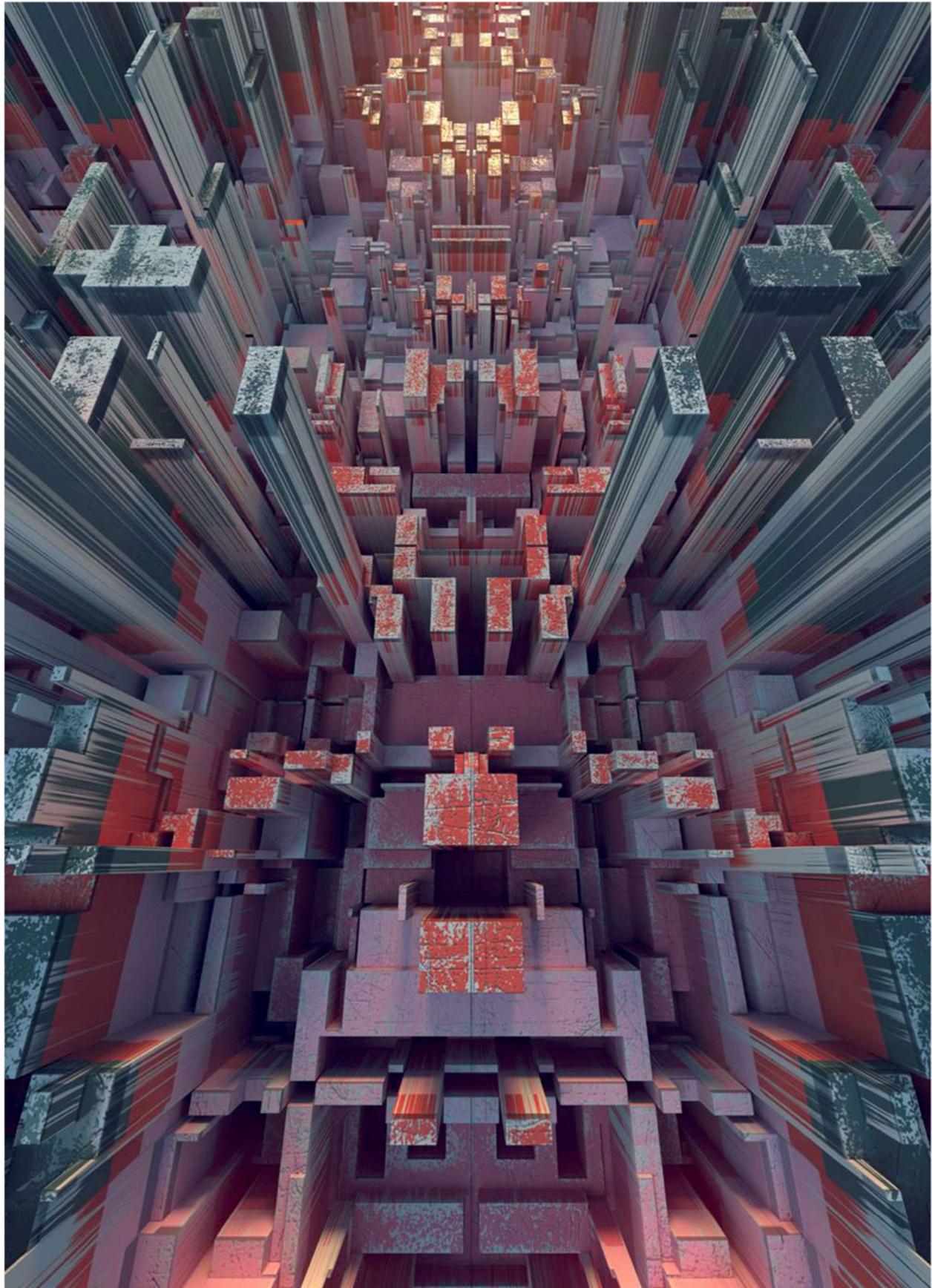




PLATEAU  
by MLIT

# Handbook of 3D City Models

## 3D都市モデル導入のためのガイドブック



# 3D都市モデルを活用した 災害リスク情報の可視化マニュアル

Manual for the Visualization of Disaster Risk with 3D City Models

series  
No. 05

## はじめに

- Project “PLATEAU”では、2020 年度に「3D 都市モデルを活用した災害リスク情報の 3D 表示に関する検討調査業務」を実施した。本実証調査では、洪水、津波、高潮等の災害リスク情報（以下、「災害リスク情報」という。）を3D都市モデル上に活用して可視化する手法を確立するため、全国 48箇所の河川等を対象に実証実験を行った。
- 近年、洪水等の水災害はますます激甚化・頻発化・広域化しており、これに対応するためには、多様な関係者や分野が連携し、国民目線に立ったわかりやすい情報提供等を通じて、平時から防災意識を高め、社会全体で災害へ備える力を向上させていくことが必要である。
- この点については、まちづくりの DX（デジタルトランスフォーメーション）の取組においても例外ではなく、3D 都市モデルという新たな手法を活用し、災害リスク情報を視覚的にわかりやすく発信することで、地域の防災力を高めていくことが求められている。
- 本マニュアルは、上記の実証調査で得られた成果をもとに、3D 都市モデルを活用した災害リスク情報の直感的・視覚的にわかりやすい可視化の手法を取りまとめ、全国の地方等の参考に供することを目的とするものである。本マニュアルを通じて、地方公共団体等の防災意識の向上や防災政策の高度化が促進され、防災・減災が主流となる安全・安心な社会の実現に貢献できれば幸甚である。

## 目次

<b>第 1 章 災害リスク情報の三次元化の背景と目的.....</b>	<b>1</b>
1.1 本マニュアルの位置づけ.....	2
1.2 災害リスク情報の 3D 表示に取組む背景と目的.....	3
1.2.1 災害リスク情報の現状 .....	3
1.2.2 3D 災害リスク情報の重要性の高まり .....	3
1.3 災害リスク情報の三次元化により期待される価値 .....	5
1.4 対象とする災害リスク情報.....	7
<b>第 2 章 3D 災害リスクデータの作成方法.....</b>	<b>9</b>
2.1 3D 災害リスクデータ作成と活用の考え方 .....	10
2.2 3D 災害リスクデータ作成の事前準備 .....	11
2.3 3D 災害リスクデータ作成に必要なオリジナルデータの入手.....	16
2.3.1 3D 災害リスクデータ作成に必要なオリジナルデータの入手方法 .....	16
2.3.2 オリジナルデータ入手にあたっての留意事項 .....	20
2.4 3D 災害リスクデータの作成方法 .....	23
2.4.1 洪水浸水想定区域図データの三次元化の方法 .....	24
2.4.2 津波浸水想定データの三次元化の方法 .....	37
2.4.3 内水、高潮浸水想定区域図データの三次元化の方法 .....	49
2.4.4 土砂災害警戒区域データの三次元化の方法 .....	58
2.5 3D 都市モデル（建物モデル）への災害リスク情報の属性の付与.....	61
2.5.1 3D 都市モデルの建物モデルに付与する災害リスクの属性情報 .....	61
2.5.2 3D 都市モデルの建物モデルへの災害リスク情報の付与方法 .....	62
2.6 品質評価.....	64
2.7 3D 災害リスク情報の更新 .....	66
<b>第 3 章 3D 災害リスクデータの活用方法.....</b>	<b>67</b>
3.1 地域の防災意識向上.....	68
3.2 危機管理体制の強化.....	70
3.3 災害に強い都市構造の立案 .....	72

# 第1章

## 災害リスク情報の三次元化の背景と目的

## 1.1 本マニュアルの位置づけ

現在、政府では、サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムを構築することにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会「Society5.0」の実現を目指しており、国土交通省都市局が2020年度からスタートさせたProject “PLATEAU”（プラトー）における3D都市モデルを基盤とした「まちづくりのデジタルトランスフォーメーション（UDX）」の取組は、この潮流に位置づけられるものである。

3D都市モデルの最大の特徴は、都市の幾何形状（ジオメトリ）モデルに加えて、様々な“都市の意味”（セマンティクス）に関するデータが統合されていることである（参照：「3D都市モデル標準製品仕様書」）。この特徴を有効に活用することで「可視化（ビジュアライズ）」と「再現性（シミュレーション）」、「双方向性（インターラクティブ）」といった3D都市モデルの提供価値を導くことが出来る。

防災政策の領域においても、これらの3D都市モデルの提供価値を取り入れることにより、その内容を高度化し、新たな価値をもたらすことが期待される。特に、これまで必ずしも直感的な理解が容易ではなかったハザードマップ等の災害リスク情報については、3D都市モデルのもつ「可視化」の提供価値を発揮することで、より一層わかりやすく視覚化し、住民の防災意識の向上等に繋げるポテンシャルは大きい。

本マニュアルは、3D都市モデルを活用したユースケース開発のうちでも、特に災害リスク情報の可視化手法に関する点にフォーカスし、地方公共団体等においてこれを実現するための企画・検討を行う際に参考とするための知見を提供することを目的に、その技術的要点について取りまとめたものである。なお、3D都市モデルを活用したユースケース開発全般については、「3D都市モデルのユースケース開発マニュアル（公共活用編）」及び「3D都市モデルのユースケース開発マニュアル（民間活用編）」を参照されたい。

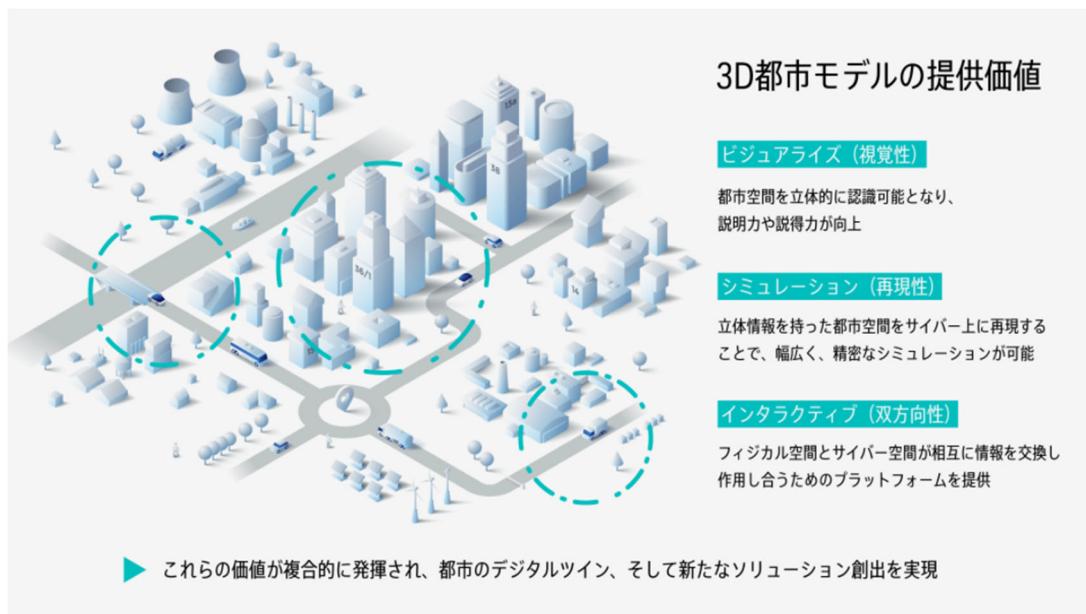


図1-1 3D都市モデルの提供価値

(出典：PLATEAU HP <https://www.mlit.go.jp/plateau/3Dcitymodel/>)

## 1.2 災害リスク情報の3D表示に取組む背景と目的

### 1.2.1 災害リスク情報の現状

近年、平成30年7月豪雨、令和元年房総半島台風・東日本台風をはじめとして、水災害が多発しており、今後も、気候変動の影響による水災害リスクの激甚化・広域化・頻発化が懸念されている。このような状況を踏まえ、安全・安心を確保するために、水災害のリスクに対する取組みを更に強化する必要がある。

水害を含む自然災害に対しては、平時から災害リスクを認識し、災害発生時の危険箇所や避難場所について正確な情報を把握することが重要である。災害リスク情報を把握するための手法の一つとして、市町村において洪水氾濫や土砂災害、津波・高潮などのハザードマップが公表されている。しかし、例えば浸水深を確認したい場合、ハザードマップで表現される災害情報は二次元の地形図に浸水想定区域等を重ね合わせて表示したものに過ぎないため、浸水域の範囲と段階別の浸水深の色分けを確認することによって浸水リスクをおおよそ把握することはできるが、地域住民にとって必ずしも直感的に浸水等の状況がイメージできるものとはなっていない。このため、いざという時の住民や企業の具体的な行動（避難行動・企業活動）につながりづらいとの指摘がなされることがある。

### 1.2.2 3D 災害リスク情報の重要性の高まり

こうした中で、国内外において、災害リスクを三次元的に表示することで住民等の直感的な理解を促すための取組が進められてきた。例えば鎌倉市では、実際の市街地の映像を用いてリアルな津波被災の状況をCGでシミュレーションした動画を作成・公開し、住民が直感的に津波の危険性を理解しやすい形で普及啓発を行っている。また尾鷲市では、Google Earthを用いて市内の津波の浸水状況を立体的に可視化したマップを用いて、地域住民が参加するワークショップを大学との協働により開催し、参加者がマップを見ながら避難のあり方に関する検討を深めるなど、自治体レベルで様々な取組が行われている。

また海外においても、例えばドイツのドレスデン市では、約135,000棟の建物を再現した3D都市モデルをインターネット上で公開し、この3D都市モデル上でエルベ川の氾濫危険区域を3Dで重ね合わせた結果を公表することで災害リスクの視覚化を進めている。

2020年7月に公表された国土交通省の「総力戦で挑む防災・減災プロジェクト～いのちとくらしをまもる防災減災～」でも、行政の情報発信が住民や企業の具体的な行動（避難行動・企業活動）につながっていない事例等も踏まえ、災害リスク情報を三次元で表示することによる視覚的にわかりやすい情報発信の推進が主要施策として位置づけられている。

2020年度からスタートした国土交通省都市局のProject“PLATEAU”における3D都市モデルを活用した災害リスク情報の可視化の試みは、これらの取組を一層前進させるためのものである。3D都市モデルを活用することで、水害等の災害リスク情報と都市空間の三次元的モデルを重ね合わせ、浸水範囲や浸水深を直感的に理解することや、建物モデルの属性情報に災害リスク情報を持たせることで都市スケールでのリスク分布の可視化が可能である。さらに、人流データ等の各種の都市活動データを重畳することで、都市における防災上の課題や災害リスクの現状等を把握し、地方公共団体の防災まちづくりや住民の防災意識の向上などの様々な分野での活用が期待されるところである。

## コラム：近年の我が国の防災への取組み

### 総戦力で挑む防災・減災プロジェクト

国土交通省では、近年の豪雨・台風等の気候変動による災害の激甚化を踏まえ、抜本的かつ総合的な防災・減災対策として「総力戦で挑む防災・減災プロジェクト～いのちとくらしをまもる防災減災～」を取りまとめた。（令和2年7月）。「連携」と「国民目線」をキーワードに省庁間や省内の壁を乗り越えてプロジェクトを推進することとしており、わかりやすい情報発信の推進の一環として、「災害リスク情報の3D表示」に取り組むこととしている。

例えば、河川の外水氾濫や内水氾濫の場合、浸水範囲や浸水深がその地域における主要建物やインフラとどのように関わっているかを把握することは重要である。災害リスク情報の3D表示は、浸水深と周辺地形、構造物を視覚的に分かりやすく発信できる。この結果は、記者会見やプレスリリース、SNS等の活用により、メディア等と連携する情報発信も可能となる。

総力戦で挑む  
防災・減災プロジェクト  
～いのちとくらしをまもる防災減災～

国土交通省  
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

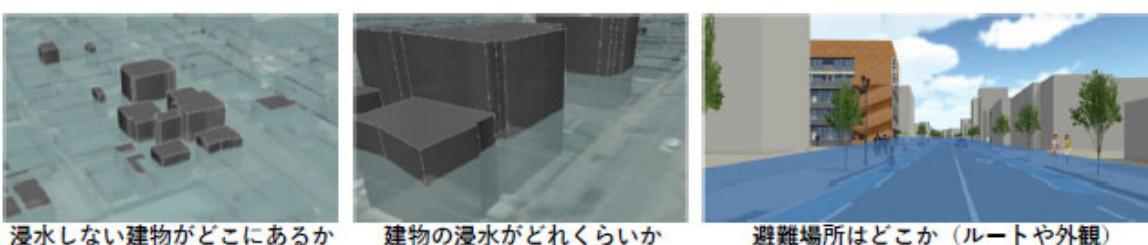


図 1-2 災害リスク情報の分かりやすい発信

(出典：[https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/img/browse\\_relation.pdf](https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/img/browse_relation.pdf))

### 都市再生特別措置法の改正（防災指針の検討）

頻発・激甚化する自然災害に対応するため、防災まちづくりの観点から総合的な対策を講じることが喫緊の課題である。防災の観点を取り入れたまちづくりを加速化させるため、2020年6月に都市再生特別措置法が改正され、立地適正化計画に関する法制度の見直しが実施された。

立地適正化計画では、災害ハザードエリアにおける新規立地の開発抑制及び移転促進等が記載されている。新たに、居住誘導区域内の防災対策を記載する「防災指針」を位置付け、コンパクトシティの取組における防災の主流化を推進することとしている。

3D都市モデルを活用した災害リスク情報の可視化及びその評価の結果を防災指針の検討に用いることで、地域固有の災害リスクの状況に応じた防災まちづくりの推進が可能となる。

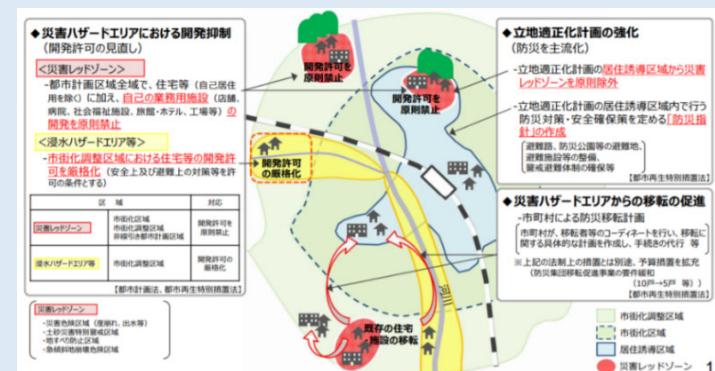


図 1-3 見直し内容（出典：  
[https://www.mlit.go.jp/toshi/city\\_plan/content/001375022.pdf](https://www.mlit.go.jp/toshi/city_plan/content/001375022.pdf)）

### 1.3 災害リスク情報の三次元化により期待される価値

1.1で述べたように、3D都市モデルは「可視化（ビジュアライズ）」と「再現性（シミュレーション）」、「双方向性（インタラクティブ）」という3つの価値を提供する（図1-1）。図1-4に示すように、災害リスク情報を3D都市モデルに重畠することで、3D都市モデルの3つの価値を防災分野で発揮することが期待される。

Project “PLATEAU”で整備した3D都市モデルは、国際標準規格であるCityGMLに基づき作成されている。CityGMLの特徴として、活用場面に応じて建物表現の詳細度（LOD）を任意に設定できることが挙げられ、例えば、都市スケールでの災害リスクを概観したい場合は、地形図に表現された建物の矩形（外形）を用いて、それに一律の高さを付与して建物を三次元に立ち上げることで、比較的簡易に都市をモデル化することが可能となる。一方で、特定の建物の被災シミュレーションを実施したい場合には、ドアや窓等の開口部まで緻密に表現した建物モデルを作成することにより、より詳細で高度な災害リスクの評価を実施することができる。

このように、3D都市モデルを用いて都市を仮想空間上に再現し、これと併せて災害リスク情報をビジュアライズすることにより、都市スケールで災害リスクとの相互関係を視覚的に理解できる。例えば、浸水がどれくらいの高さまで迫るのか、どの道路が水没するのか等を見た人が同じイメージで理解できるため、避難行動に関する共通意識を形成しやすくなる。また防災政策を担当する自治体等にとっても、浸水しない建物や道路がどこにあるか把握できるため、地区的実情に応じた防災計画の立案が可能となる。また、従来の2Dハザードマップでは難しかった「垂直避難」施策の検討もより視覚的にわかりやすい形で実施することができるほか、窓やドアの位置、屋内の構造等を再現することにより、屋内外をシームレスに繋ぐ詳細な避難経路等の検討も可能となる。

さらに、3D都市モデルが有するセマンティクスの特性を活用し、災害リスクに関するデータを人流・交通流等の他のデータと組み合わせて分析やシミュレーションを行い、新たなリスクや解決策を見つけることも期待される。



図 1-4 災害リスク情報の三次元化の仕組み

また、表 1-1 に示すように、3D 都市モデルを活用することで、地方公共団体のみならず、民間企業等の多様なプレイヤーに新たな価値を提供し得る。例えば、2020 年 8 月から不動産事業者に対して、いわゆる重要事項説明として水害ハザードマップにおける取引対象物件の所在地を説明する義務が設けられたところであるが、ハザードマップの提示と併せて 3D 都市モデルを活用することで取引相手に対しより分かりやすく災害リスク情報を説明することが可能となる。また、防災教育の場面でも、3D 都市モデルを活用することで、住民や学生の興味を惹起しながら災害リスクの啓発を行うことができるといった効果が期待される。

表 1-1 期待される価値

利用者	期待される価値
国・自治体	<ul style="list-style-type: none"> <li>・災害に強いまちづくりの検討</li> <li>・防災計画の立案、安全な場所への避難計画の策定</li> <li>・避難経路、避難施設等の整備検討</li> </ul>
民間事業者	<ul style="list-style-type: none"> <li>・災害リスクを踏まえた地盤かさ上げ等の宅地開発</li> <li>・不動産取引の相手方への災害リスク情報の提供</li> <li>・企業 BCP 計画</li> </ul>
住民	<ul style="list-style-type: none"> <li>・居住地に関する災害リスクの認知</li> <li>・自宅からの逃げ込める場所（高い建物など）までの避難経路の把握</li> <li>・防災教育や避難訓練</li> </ul>

## 1.4 対象とする災害リスク情報

本マニュアルが対象とする災害リスク情報の定義は表 1-2 のとおりである。

**表 1-2 対象とする災害リスク情報**

災害リスク情報	概要
洪水浸水想定区域	<p>法令にもとづき洪水予報河川及び洪水特別警戒水位への水位の到達情報を通知および周知する河川（水位周知河川）において、洪水時の円滑かつ迅速な避難の確保を図るため、想定最大規模および計画規模の降雨により河川が氾濫した場合に浸水が想定される区域</p> <p>（根拠法令：水防法第 14 条第 1 項・水防法第 14 条第 2 項、水防法施行規則第 2 条）</p> <p>＜参考文献：洪水浸水想定区域図作成マニュアル (<a href="https://www.mlit.go.jp/river/bousai/main/saigai/tisiki/syozai_ti/pdf/manual_kouzuishinsui_171006.pdf">https://www.mlit.go.jp/river/bousai/main/saigai/tisiki/syozai_ti/pdf/manual_kouzuishinsui_171006.pdf</a>) ＞</p>
内水浸水想定区域（雨水出水浸水想定区域）	<p>法令にもとづき指定された排水施設等について、雨水出水時の円滑かつ迅速な避難の確保を図るため、想定最大規模降雨により排水施設に雨水を排除できなくなった場合又は放流先の河川の水位上昇等に伴い排水施設から河川等に雨水を排除できなくなった場合に浸水の発生が想定される区域</p> <p>（根拠法令：水防法第 14 条の 2 第 1 項）</p> <p>＜参考文献：内水浸水想定区域図作成マニュアル（案） (<a href="https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/pdf/souteizu_manual.pdf">https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/pdf/souteizu_manual.pdf</a>) ＞</p>
高潮浸水想定区域	<p>法令にもとづき指定された海岸について、高潮時の円滑かつ迅速な避難を確保するために、想定し得る最大規模の高潮であって国土交通大臣が定める基準に該当するものにより当該海岸について高潮による氾濫が発生した場合に浸水が想定される区域</p> <p>（根拠法令：水防法第 14 条の 3 第 1 項）</p> <p>＜参考文献：高潮浸水想定区域図作成の手引き (<a href="https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/saidai_takashio/pdf/takashio_tebiki_ver2.pdf">https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/saidai_takashio/pdf/takashio_tebiki_ver2.pdf</a>) ＞</p>

## 第1章 災害リスク情報の三次元化の背景と目的

災害リスク情報	概要
津波浸水想定	<p>基本指針に基づき、かつ、基礎調査の結果を踏まえ、津波があった場合に想定される浸水の区域および水深            (根拠法令：津波防災地域づくりに関する法律第8条)</p> <p>&lt;参考文献：津波浸水想定の設定の手引き  <a href="https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/kaigan/tsunamishinsui_manual.pdf">https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/kaigan/tsunamishinsui_manual.pdf</a> &gt;</p>
土砂災害警戒区域／ 土砂災害特別警戒区域	<p>&lt;土砂災害警戒区域&gt;            急傾斜地の崩壊等が発生した場合に住民等の生命または身体に危害が生ずるおそれがあると認められる土地の区域で、土砂災害を防止するために警戒避難体制を特に整備すべき土地の区域            ※土砂災害：急傾斜地の崩壊、地すべり、土石流            (根拠法令：土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律第7条、土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律施行令第2条)            &lt;参考：土砂災害防止法に基づく土砂災害警戒区域等について  <a href="https://www.mlit.go.jp/river/sabo/sinpoupdf/gaiyou.pdf">https://www.mlit.go.jp/river/sabo/sinpoupdf/gaiyou.pdf</a> &gt;</p> <p>&lt;土砂災害特別警戒区域&gt;            土砂災害警戒区域のうち、急傾斜地の崩壊等が発生した場合に建築物に損壊が生じ住民等の生命又は身体に著しい危害が生ずるおそれがあると認められる土地の区域で、一定の開発行為の制限及び居室を有する建築物の構造の規制をすべき土地の区域            ※土砂災害：急傾斜地の崩壊、地すべり、土石流            (根拠法令：土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律第9条、土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律施行令第3条)            &lt;参考：土砂災害防止法に基づく土砂災害警戒区域等について  <a href="https://www.mlit.go.jp/river/sabo/sinpoupdf/gaiyou.pdf">https://www.mlit.go.jp/river/sabo/sinpoupdf/gaiyou.pdf</a> &gt;</p>

## 第2章

# 3D 災害リスクデータの作成方法

## 2.1 3D 災害リスクデータ作成と活用の考え方

災害リスク情報を3D災害リスクデータとして作成するに当たっては、まずは想定するユースケースの内容を検討した上で、データの設計、作成、活用の3つの段階に区分して検討及び作業を進める必要がある。

設計の段階では、想定するユースケースに応じて、必要となるデータの要件を定義し、河川管理者や自治体などから必要な災害リスクのデータ等を入手する。この際、ユースケースの趣旨を踏まえて、データをどのように表現するか、建物モデルにどのような属性情報を付与するかを考慮し、データ要件に必要な事項を定義する必要がある。

作成の段階では、まず入手したデータをチェックすることが重要である。チェックに当たっては、データ要件定義との符合、入手したデータのエラー値の有無の確認、各種ガイドラインやマニュアル等に従ったデータが作成されているかの確認を行い、必要に応じてデータの修正を実施する。その後、汎用GIS等のツールを使用して災害リスク情報の3Dポリゴンデータを作成し、仕様書に従った属性情報を付与したうえで、CityGML形式のデータを作成する。また、建物モデルへの属性情報付与に必要な2DのGISデータを整備する。

活用の段階では、3D都市モデルの可視化環境において3Dポリゴン化された災害リスク情報が適切に表示されているか、建物モデルへの属性情報の付与が適切に行われているかを確認する。また、オープンデータ化を行う場合には、必要な仕様書やメタデータを作成する。

以下の項では、各段階における詳細を述べる。

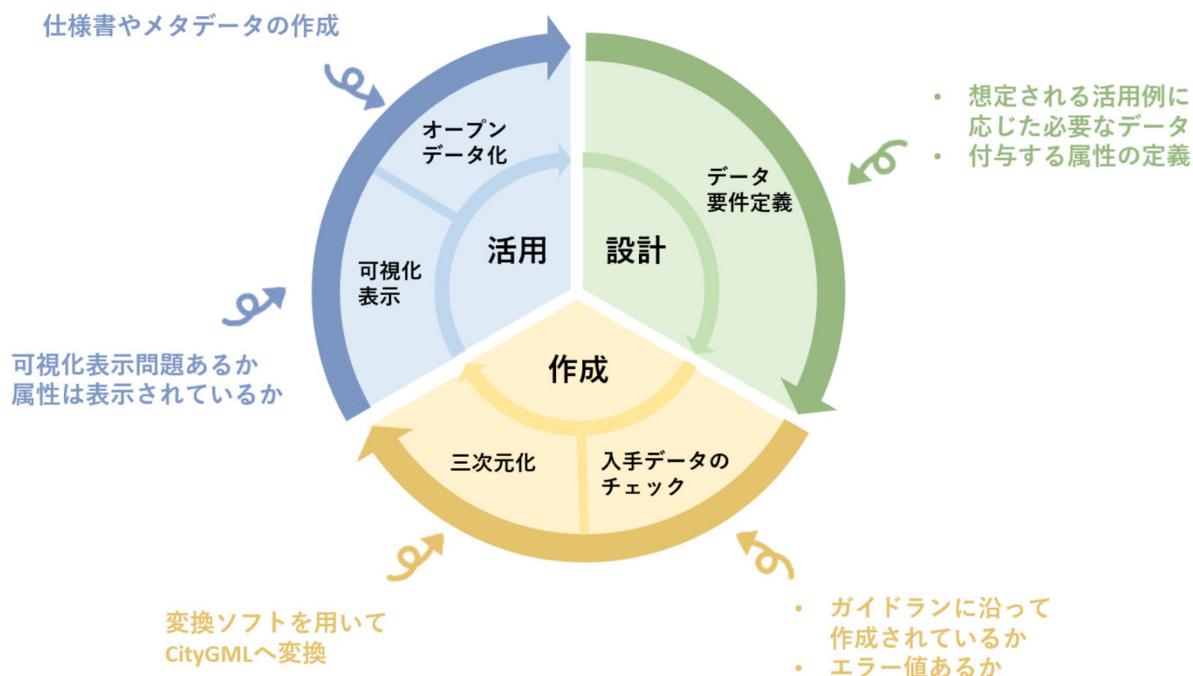


図 2-1 3D 災害リスクデータ作成と利活用の流れ

## 2.2 3D 災害リスクデータ作成の事前準備

本マニュアルが3D災害リスクデータとして作成する災害リスク情報は、1.4で述べたとおり、「洪水浸水想定区域」、「高潮浸水想定区域」、「内水浸水想定区域」、「津波浸水想定」、「土砂災害警戒区域」である。

これらは、通常二次元のGISデータとして作成されている情報であるため、これを三次元化して表現する必要がある。

三次元表現にあたっては、

- ① 災害リスク情報がもともと保有する「高さ」に関する情報を用いて二次元から立ち上げることで三次元化する方法
- ② 3D都市モデルの地形データに上から布をかけるようなイメージで覆い被せて三次元的に表現する方法（ドレープ表現）
- ③ 3D都市モデルの建物に属性情報として災害リスク情報を付与することで個々の建物の災害リスクを表現する方法

の3つの表現方法を組み合わせて実施する必要がある。

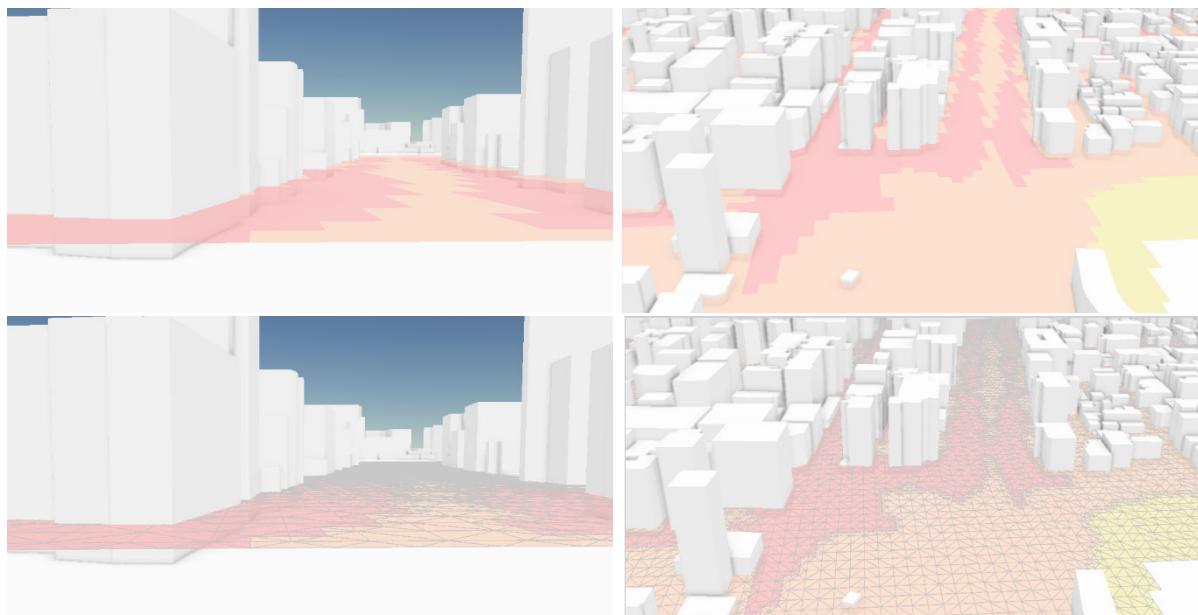


図 2-2 洪水浸水想定区域図の浸水位による浸水位面の三次元表示

浸水ランクに応じて浸水部分を色分け。下段は、ジオメトリの形状が分かるようワイヤーフレーム表示したもの

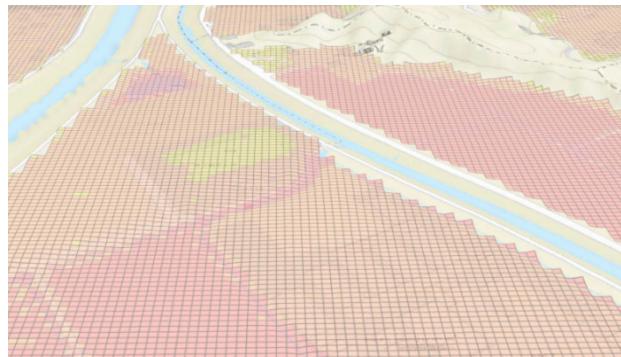


図 2-3 地形データへのドレープによる洪水浸水想定区域図の三次元表示

三次元地形データに災害リスク情報をドレープ状に貼り付けることで三次元的に表現することができる。各メッシュには、属性として浸水深、浸水ランク、浸水継続時間が格納されている。

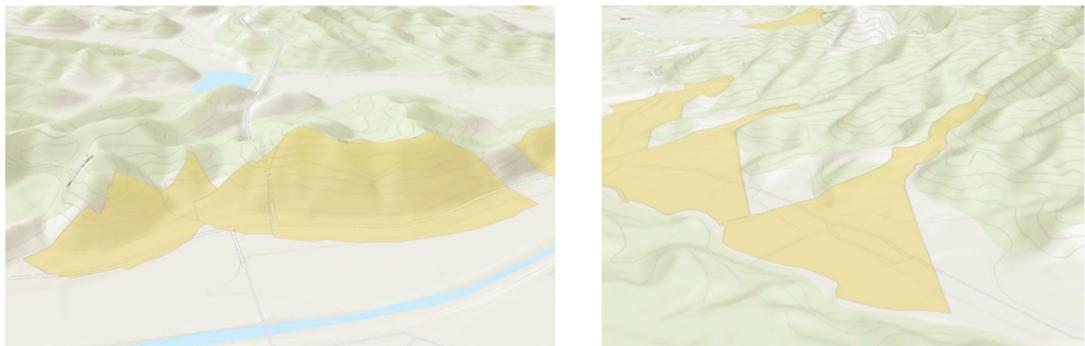


図 2-4 地形データへのドレープによる土砂災害警戒区域の三次元表示

高さ情報を保有しない土砂災害警戒区域等は、三次元地形データに貼り付けることで三次元的表現が可能となる。



図 2-5 建物データへの属性付与による三次元表示

3D 都市モデルの建物モデルの属性情報に災害リスク情報を付与することで建物を浸水ランクに応じて着色等することができる。

## コラム

### 水部の三次元表現方法について

CityGMLでは、水部（WaterBody）は、水と空気の境界として定義される「WaterSurface」（水の表面）、水と地面の境界として定義される「WaterGroundSurface」（水の地面側面）、および仮想境界として表現される「WaterClosureSurface」（水の閉鎖面）という異なる面で囲まれる領域であると定義されている。

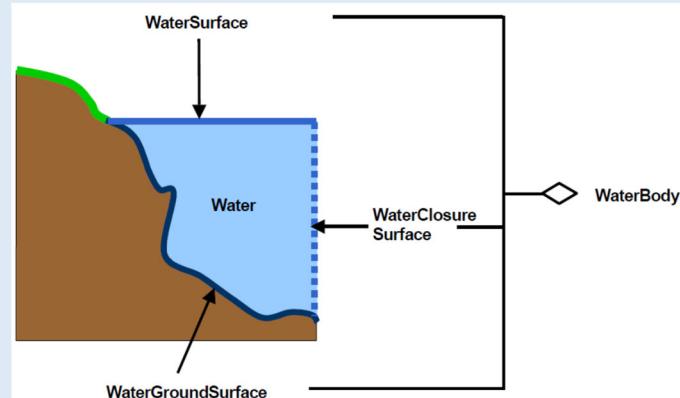


図2-6 CityGMLによる水部モデル（模式図）

出典：Open Geospatial Consortium 「OGC City Geography Markup Language (CityGML) Encoding Standard」 P119 ([https://portal.ogc.org/files/?artifact\\_id=47842](https://portal.ogc.org/files/?artifact_id=47842))

この定義を踏まえると、水部の表現としては、①それぞれの境界で囲われた「水部」として表現する方法、②水と空気の境界である「WaterSurface」のみで表現する方法の2つが考えられる。浸水ランクを三次元的に表現する場合、①の方法によると、浸水ランクごとのエリアの境界が壁のように表示されてしまう。このため、PLATEAU VIEWでは、浸水ランク別の着色及び水面表現の両方の場合において、見た目に違和感なく表示でき、かつデータ容量をより少なくできる「WaterSurface」のみで表現する方法を採用している。

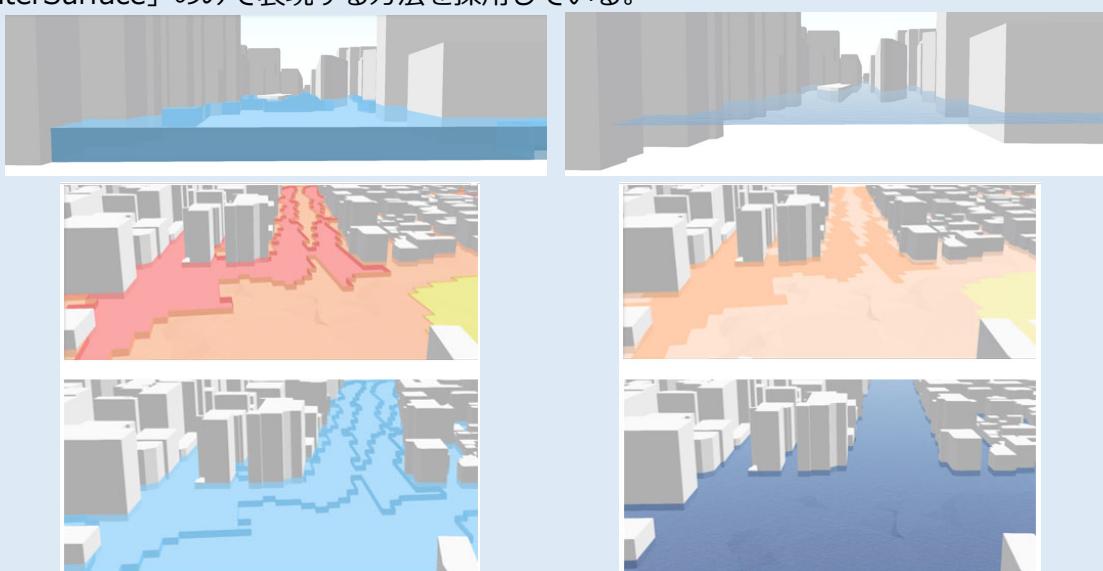


図2-7 水部の三次元表現の違い

左側：水の表面、水と地面の境界、側面の仮想境界で囲われた水部として表現した方法  
右側：水の表面のみで表現した方法

左側の場合、浸水ランクごとのエリアの境界が壁のように表現される

## 浸水想定区域図の三次元表現方法について

洪水浸水想定区域には、下図の通り浸水深に応じて、浸水ランクが設定されている。

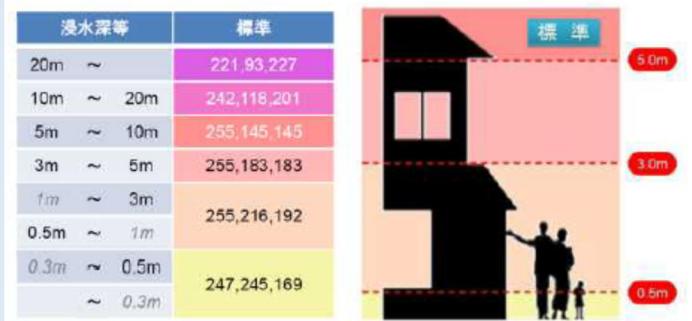


図2-8 洪水浸水想定区域における浸水ランク

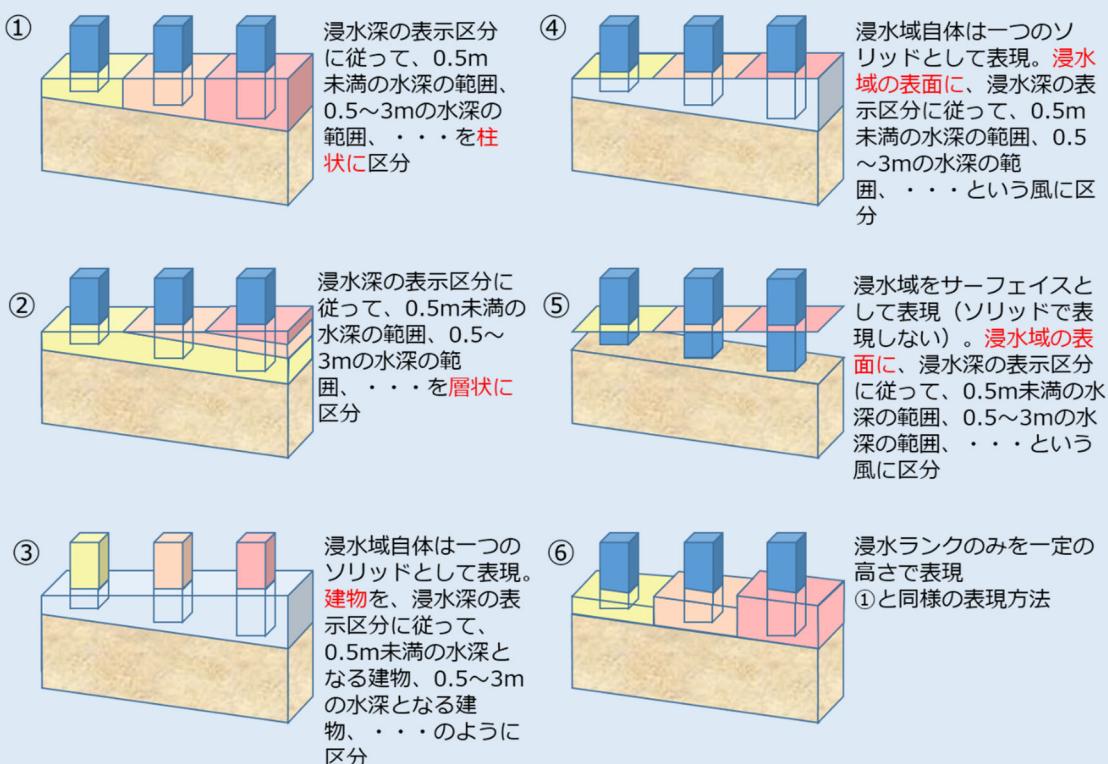
浸水ランクの三次元表現方法は、前項で記載した水部としての表現、水面としての表現の違いも含め、下の図のような表現方法が考えられる。

図の①～④は、境界で囲われた水部として表現する方法である。このうち③は、建物で浸水ランクを表現する方法である。

⑤は水と空気の境界である「WaterSurface」として表現する方法である。

⑥は、幾何形状は①～④と同じであるが、浸水深を使用せず浸水ランクの深度区分を利用するものである。

公表されているハザードマップと同等の表示ができ、また建物等と重畳した際に浸水状況を把握しやすいことから、①と⑤が挙げられる。PLATEAU VIEWでは、前項の検討結果も踏まえ、⑤の表現を採用した。



## 2.3 3D 災害リスクデータ作成に必要なオリジナルデータの入手

### 2.3.1 3D 災害リスクデータ作成に必要なオリジナルデータの入手方法

本マニュアルが対象とする災害リスク情報は、水防法、津波防災地域づくりに関する法律、土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律に基づき、国や都道府県等が一定の形式で作成したものである。またそれ以外にも、水防法で公表が定められた洪水予報河川及び水位周知河川以外の河川区間においては独自に整備されたものがある。これらの情報の入手にあたっては、それぞれの作成機関よりオリジナルデータを入手する。

また、オリジナルデータの入手にあたっては、「洪水浸水想定区域図作成マニュアル」や「浸水想定区域図データ電子化ガイドライン」のように、国によりデータの作成方法や電子化する場合のデータ仕様が定められているため、それらのマニュアルやガイドラインに基づいて作成されたデータを入手する。

なお、自治体によっては、オープンデータとしてこれらの災害リスク情報が公開されている場合がある。

主な災害リスク情報の所有者および入手すべき内容は、下表のとおりである。

表 2-1 データの入手先と内容

データの種類	所有者/入手先	入手する内容（標準的なもの）
洪水浸水想定区域（直轄管理区間）	国土交通省 各河川事務所	<p>【作成方法】  <a href="https://www.mlit.go.jp/river/bousai/main/saigai/tisiki/syozaiti/pdf/manual_kouzuishinsui_171006.pdf">洪水浸水想定区域図作成マニュアル</a>  <a href="https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/bousai/saigai/tisiki/syozaiti/pdf/e-guideline_1910.pdf">浸水想定区域図データ電子化ガイドライン</a></p> <p>【データ仕様】  <a href="https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/bousai/saigai/tisiki/syozaiti/pdf/e-guideline_1910.pdf">浸水想定区域図データ電子化ガイドライン</a></p> <p>【入手するデータ内容】          計画規模、および最大想定規模の MAXALL のシェープファイル形式のデータ（浸水継続時間を含む）</p>
洪水浸水想定区域（都道府県管理区間）	各都道府県 河川部局	<p>【作成方法】  <a href="https://www.mlit.go.jp/river/bousai/main/saigai/tisiki/syozaiti/pdf/manual_kouzuishinsui_171006.pdf">洪水浸水想定区域図作成マニュアル</a></p> <p>【データ仕様】  <a href="https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/bousai/saigai/tisiki/syozaiti/pdf/e-guideline_1910.pdf">浸水想定区域図データ電子化ガイドライン</a></p>

## 第2章 3D 災害リスクデータの作成方法

データの種類	所有者/入手先	入手する内容（標準的なもの）
		<p>【入手するデータ内容】</p> <p>計画規模、および最大想定規模の MAXALL のシェーブファイル形式のデータ（浸水継続時間を含む）</p>
津波浸水想定	各都道府県 防災部局／海岸部局	<p>【作成方法】</p> <p>津 波 浸 水 想 定 の 設 定 の 手 引 き ( <a href="https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/kaigan/tsunamishinsui_manual.pdf">https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/kaigan/tsunamishinsui_manual.pdf</a> )</p> <p>【データ仕様】</p> <p>浸 水 想 定 区 域 図 デ 一 タ 電 子 化 ガ イ ド ラ イ ン ( <a href="https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/bousai/saigai/tisiki/syozaiti/pdf/e-guideline_1910.pdf">https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/bousai/saigai/tisiki/syozaiti/pdf/e-guideline_1910.pdf</a> )</p> <p>【入手するデータ内容】</p> <p>5m もしくは 10m のメッシュごとに、浸水深と地盤高が格納された GIS データ（シェーブファイル形式）</p>
高潮浸水想定区域	各都道府県 河川・海岸・港湾部局	<p>【作成方法】</p> <p>高 潮 浸 水 想 定 区 域 図 作 成 の 手 引 き ( <a href="https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/saidai_takashio/pdf/takashio_tebiki_ver2.pdf">https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/saidai_takashio/pdf/takashio_tebiki_ver2.pdf</a> )</p> <p>【データ仕様】</p> <p>浸 水 想 定 区 域 図 デ 一 タ 電 子 化 ガ イ ド ラ イ ン ( <a href="https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/bousai/saigai/tisiki/syozaiti/pdf/e-guideline_1910.pdf">https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/bousai/saigai/tisiki/syozaiti/pdf/e-guideline_1910.pdf</a> )</p> <p>【入手するデータ内容】</p> <p>5m もしくは 10m のメッシュごとに、浸水深と地盤高が格納された GIS データ（シェーブファイル形式）</p>
内水浸水想定区域（雨水出水浸水想定区域）	市町村	<p>【作成方法】</p> <p>内 水 浸 水 想 定 区 域 図 作 成 マ ニ ュ ア ル （ 案 ） ( <a href="https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/pdf/souteizu_manual.pdf">https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/pdf/souteizu_manual.pdf</a> )</p> <p>【データ仕様】</p> <p>浸 水 想 定 区 域 図 デ 一 タ 電 子 化 ガ イ ド ラ イ ン ( <a href="https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/bousai/saigai/tisiki/syozaiti/pdf/e-guideline_1910.pdf">https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/bousai/saigai/tisiki/syozaiti/pdf/e-guideline_1910.pdf</a> )</p> <p>【入手するデータ内容】</p> <p>5m もしくは 10m のメッシュごとに、浸水深と地盤高が格納された GIS データ（シェーブファイル形式）</p>

データの種類	所有者/入手先	入手する内容（標準的なもの）
土砂災害警戒区域／土砂災害特別警戒区域	各都道府県砂防部局	<p>【作成方法】 土砂災害警戒区域等指定のための基礎調査マニュアル（各都道府県）</p> <p>【入手するデータ内容】 土砂災害警戒区域／土砂災害特別警戒区域のエリアを示す GIS のポリゴンデータ（シェープファイル形式） 現象種別（急傾斜地の崩壊／土石流／地滑りの区別）、区域区分（土砂災害警戒区域／土砂災害特別警戒区域の区別）などの情報が含まれたデータ</p>

洪水浸水想定区域図は、「浸水想定区域図データ電子化ガイドライン」において作成するデータフォーマットとその内容、フォルダ構成等の仕様が定められ、概ねこれに基づいて作成されている。

三次元化に必要な「標高」と「浸水深」は 1 つのファイルに格納されており、計画規模、および最大想定規模の MAXALL のシェープファイル形式のデータを使用する。なお、MAXALL のシェープファイル形式のデータについては、河川全体を 1 ファイルで作成しているため、ファイルサイズが大容量となっている場合がある。浸水想定区域図データ電子化用ツール（[https://www.mlit.go.jp/river/shishin\\_guideline/bousai/saigai/tisiki/syozaiti/pdf/SinsuiToolKozui\\_v3.06.lzh](https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/bousai/saigai/tisiki/syozaiti/pdf/SinsuiToolKozui_v3.06.lzh)）を使用した 3 次メッシュへの分割等、データの再作成が可能となるため、MAXALL\_CVS のフォルダのデータおよび METADATA.CSV についても併せて入手しておくことが望ましい。

浸水継続時間（MAXALL\_TIME）は、MAXALL のフォルダ内に格納されている。原則として最大想定規模についてのみ使用する。計画規模については、計算の過程上 MAXALL\_TIME が含まれることがあるが、一般には公開されていないデータであるため、注意が必要である。

なお、洪水浸水想定区域図の破堤点ごとの時系列の浸水状況を三次元で表現する場合には、「BP\*\*\*」（BP\*\*\*は、当該河川における破堤点の位置を示している）のフォルダに含まれているシェープファイル形式を入手する。

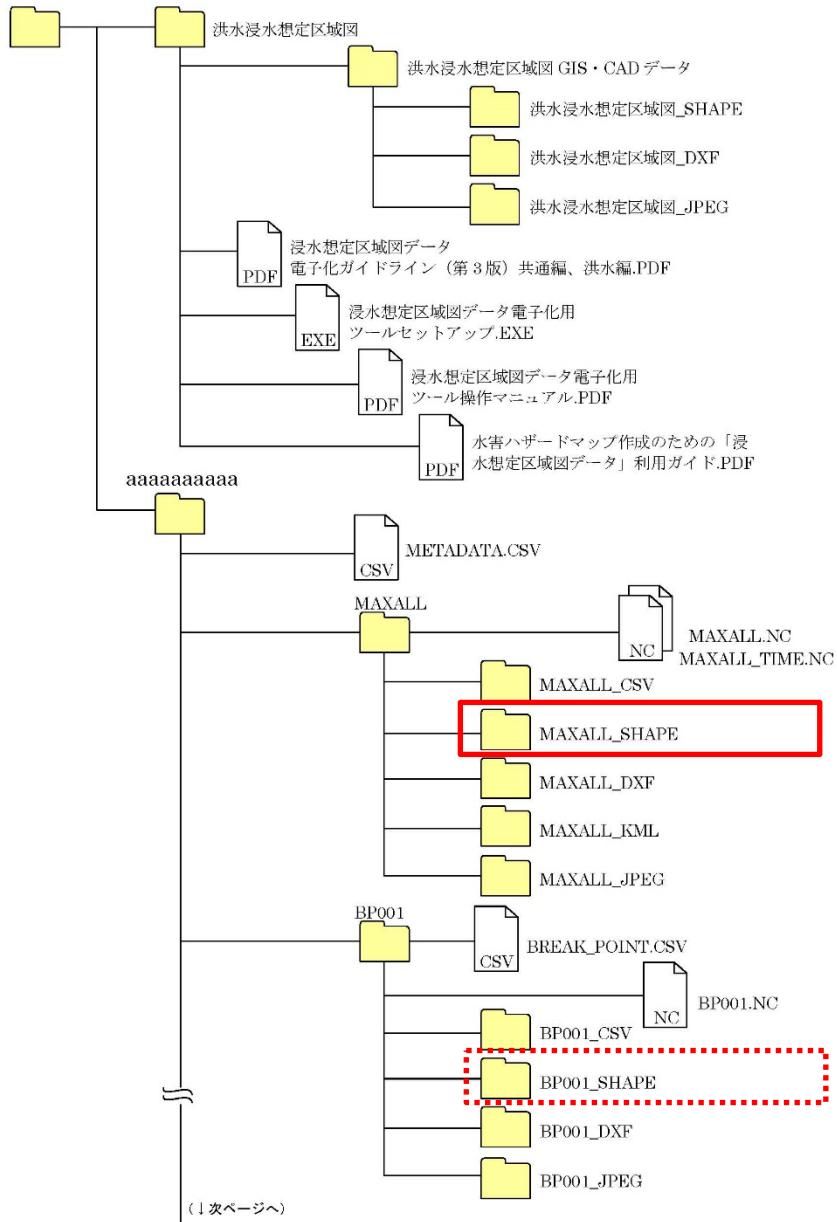
津波浸水想定、高潮、内水の浸水想定区域についても、「浸水想定区域図データ電子化ガイドライン」でデータ仕様が定められているが、令和元年 9 月に初めて規定されたため、当該ガイドラインに基づいて作成されているデータがない場合は、三次元化に必要な「標高（地盤高）」と「浸水深」がメッシュごとに計算されたシェープファイル形式等の GIS データを別途入手する必要がある。

土砂災害警戒区域については、高さの情報がないため、その区域が記された GIS データを入手する。基本的には国土数値情報として提供されているデータを利用する。

浸水想定区域図データ電子化ガイドライン(第3版) 2019.09

## 14. 市区町村への提供データの構成

市区町村に洪水浸水想定区域図データを提供する際は、本ガイドラインで示した各データを以下のフォルダ構成で提供する。



- 86 -

図 2-9 「浸水想定区域図データ電子化ガイドライン」に準拠した洪水浸水想定区域図データの  
フォルダ構成と三次元化に使用するデータ（赤実線枠内 MAXALL\_SHAPE を使用。破堤点ごと  
の時系列のデータを作成する場合には、赤破線枠内のデータを使用する）

### 2.3.2 オリジナルデータ入手にあたっての留意事項

オリジナルデータの入手にあたっての留意事項を下表に示す。

**表 2-2 データ種類別の留意点と対処方法**

データの種類	留意点	対処方法
洪水浸水想定区 域 (直轄管理区 間)	標高、浸水深などのデータが入っていない 「-9999」などの異常値が入っている	提供元の河川事務所に確認し、修正データの再提供を依頼する。
	浸水継続時間（MAXALL_TIME）のデータが含まれていない 提供データが計画規模、最大想定規模のどちらか一方しかない	提供元の河川事務所に再提供を依頼する。
	提供されるデータが「浸水想定区域図データ電子化ガイドライン」で定められたデータ形式ではない	三次元化に必要な属性が含まれていることを確認し、不足する場合には提供元の河川事務所にデータの再提供を依頼する。
浸水深と「3D都市モデル標準製品仕様書」における浸水ランクが異なっている。 原因は、以下のとおり。 <ul style="list-style-type: none"><li>・ 浸水想定区域図データ電子化ガイドラインに浸水ランクの階級ごとのコードが位置づけられていない。</li><li>・ 浸水ランクの閾値が浸水想定区域図作成マニュアル（第4版）や水害ハザードマップ作成の手引き（平成28年4月）に記載のある詳細版の設定になっている。</li><li>・ 浸水ランクが、浸水ランクの閾値が変更された浸水想定区域図作成マニュアル（第4版）以前の閾値の設定になっている。</li></ul>	浸水深より再計算を行う。	
洪水浸水想定区 域	(直轄管理区間の場合の留意事項と同じ)	

## 第2章 3D 災害リスクデータの作成方法

データの種類	留意点	対処方法
(都道府県管理 区間)		
津波浸水想定	「標高」が含まれていない	データ提供元の都道府県等に再提供を依頼する。
	データ形式が、CSV 形式、ラスター形式等シエーブファイル形式ではない	データ仕様を確認し、変換を行う。
	メッシュの形状が異なる（同じ「浸水深」のメッシュが一つにまとめられている場合など）	メッシュを再作成する。
	浸水深と「3D 都市モデル標準製品仕様書」における浸水ランクが異なっている。 原因は、以下のとおり。 <ul style="list-style-type: none"><li>・ 浸水想定区域図データ電子化ガイドラインに浸水ランクの階級ごとのコードが位置づけられていない。</li><li>・ 浸水ランクの閾値が津波浸水想定の設定の手引き（Ver.2.10）に記載のある詳細版の設定になっている。</li><li>・ 浸水ランクが、浸水ランクの閾値が変更された津波浸水想定の設定の手引き（Ver.2.10）以前の閾値の設定になっている。</li></ul>	浸水深をもとに再計算を行う。
高潮浸水想定区 域	「標高」が含まれていない	データ提供元の都道府県等に提供を依頼する。
	データ形式が、CSV 形式、ラスター形式等シエーブファイル形式ではない	データ仕様を確認し、変換を行う。
	浸水深と「3D 都市モデル標準製品仕様書」における浸水ランクが異なっている。 原因は、以下のとおり。 <ul style="list-style-type: none"><li>・ 浸水想定区域図データ電子化ガイドラインに浸水ランクの階級ごとのコードが位置づけられていない。</li></ul>	浸水深をもとに再計算を行う。

## 第2章 3D 災害リスクデータの作成方法

データの種類	留意点	対処方法
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 浸水ランクが、浸水ランクの閾値が変更された高潮浸水想定区域図作成の手引き（Ver.2.00）以前の閾値の設定になっている。</li> </ul>	
内水浸水想定区域（雨水出水浸水想定区域）	「標高」が含まれていない	データ提供元の都道府県等に提供を依頼する。
	データ形式が、CSV 形式、ラスター形式等シェーブファイル形式ではない	データ仕様を確認し、変換を行う。
	浸水深と「3D 都市モデル標準製品仕様書」における浸水ランクが異なっている。 原因は、以下のとおり。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 浸水想定区域図データ電子化ガイドラインに浸水ランクの階級ごとのコードが位置づけられていない。</li> <li>・ 浸水ランクの閾値が水害ハザードマップ作成の手引き（平成 28 年 4 月）に記載のある詳細版の設定になっている。</li> </ul>	浸水深をもとに再計算を行う。
	特になし	

## 2.4 3D 災害リスクデータの作成方法

災害リスク情報の三次元化の手順は、データの種類によって細かな作業は異なるが、概ね下図のような流れで行う。なお、津波、高潮、内水の浸水想定区域については、令和元年9月の「浸水想定区域図データ電子化ガイドライン（第3版）」で初めて規定されたため、それ以前に作成されたデータについては、「標高データ統合」の作業工程が発生するが、将来的に「浸水想定区域図データ電子化ガイドライン」に準拠したデータ整備が進めば、地盤高等も同様されたデータが標準となるため、洪水浸水想定区域図と同じ手順となる。

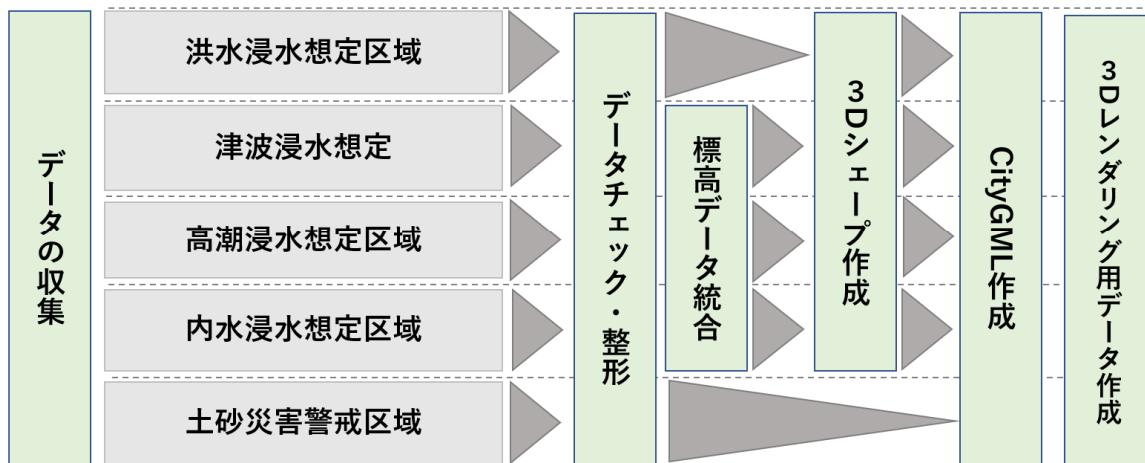


図 2-10 3D 災害リスク情報の作成フロー

災害リスク情報の三次元化に必要なデータは、高さを含む位置情報を持ったデータである。このため、データの取り扱いには、位置情報を取り扱うことができる GIS ソフトウェアを使用する。洪水浸水想定区域や土砂災害警戒区域のデータは、GIS データとして一般的なシェープファイル形式で作成されているため、それを取り扱うことが可能なソフトウェア（ESRI 社 ArcGIS、QGIS など）を利用する。

CityGML 及び 3DTiles などの 3D レンダリング用データの作成が可能なソフトウェアとしては、様々なデータフォーマットの読み込み、変換、書き出しに対応したソフトウェアである Safe Software 社「FME」が挙げられる。「FME」は、有償ソフトウェアであるが、CityGML、3DTiles、シェープなど、様々なデータフォーマットに対応している。

#### 2.4.1 洪水浸水想定区域図データの三次元化の方法

洪水浸水想定区域図データの三次元化にあたっては、「浸水想定区域図データ電子化ガイドライン」に従って作成されたデータを使用する。

#### 浸水位を表現するための標高の考え方

洪水浸水想定区域図の浸水深は、浸水シミュレーションにより計算された浸水面（青の破線）の高さである浸水位と各メッシュの「地盤高」をもとに算出している。

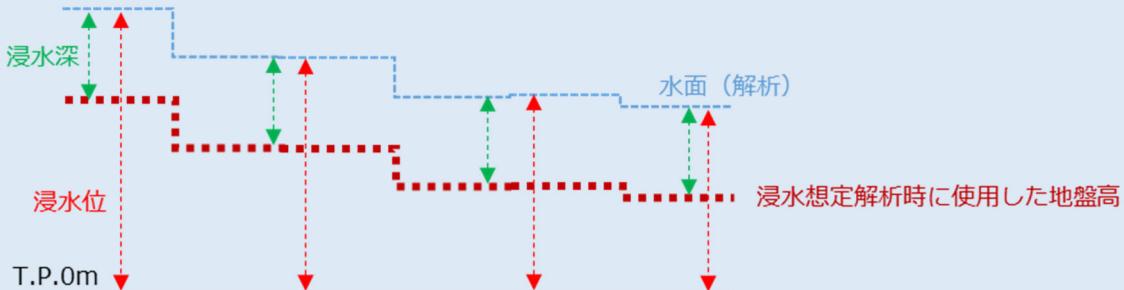


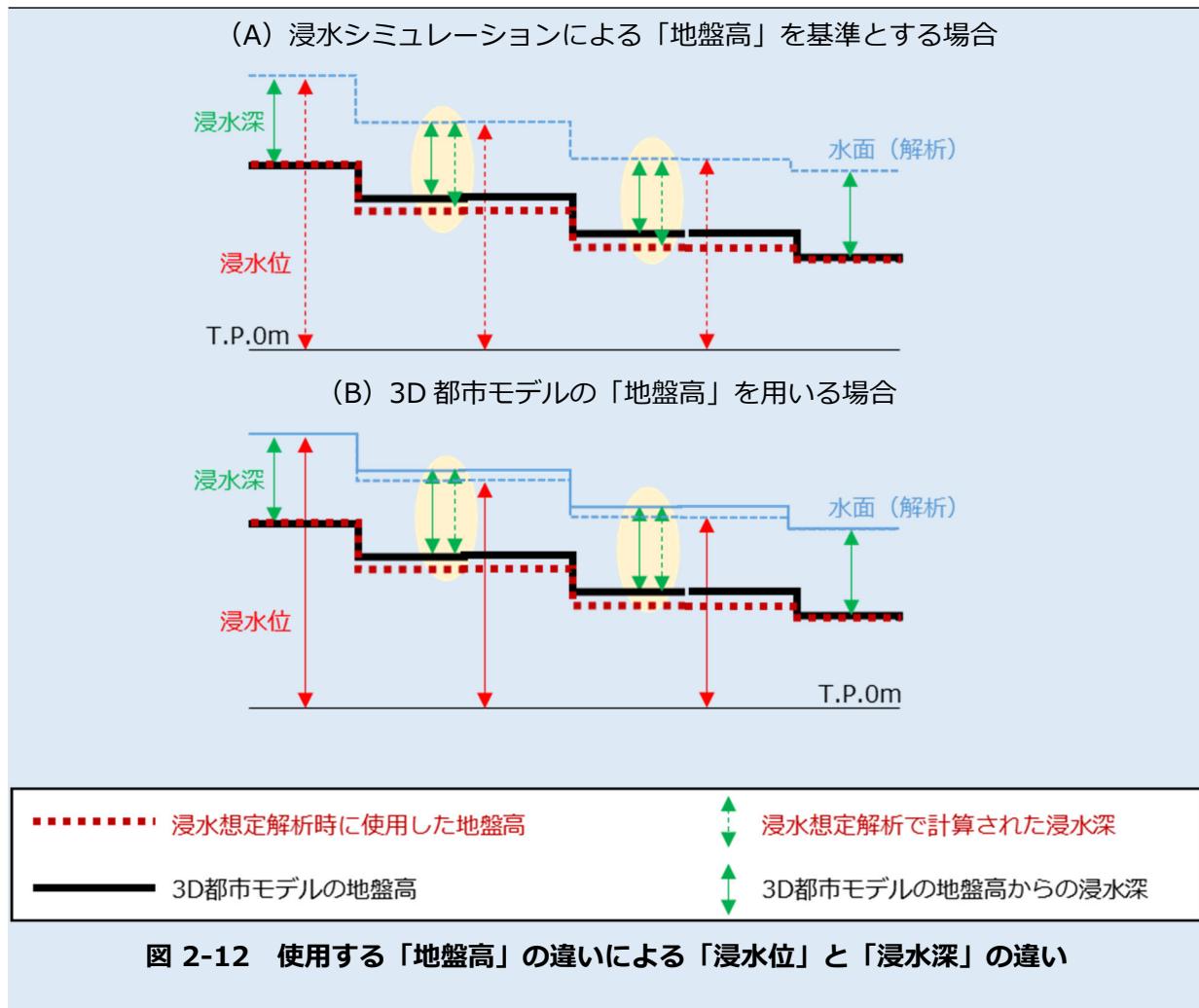
図 2-11 浸水想定区域図における浸水位、浸水深、地盤高の関係

洪水浸水想定区域図の三次元化では、浸水位を三次元で表現するが、その際、基準となる「地盤高」として、浸水シミュレーションで使用された「地盤高」と、重畳する3D都市モデルの「地盤高」の2種類が挙げられる。

次の図の(A)で示すように浸水シミュレーションで使用された「地盤高」を用いる場合は、浸水シミュレーションにおける浸水位と一致する一方で、3D都市モデルに重畳した際に、表示される「浸水深」が浸水シミュレーションによる「浸水深」と異なって表現される可能性がある。

次の図の(B)で示すように3D都市モデルの「地盤高」を用いる場合は、3D都市モデルに重畳した際に、表示される「浸水深」が浸水シミュレーションによる「浸水深」と一致するが、浸水シミュレーションと異なる「地盤高」にもとづく浸水位となるため、浸水位の表現に不整合が生じる可能性がある。

PLATEAU VIEWでは、表示上の「浸水深」が浸水シミュレーションによる浸水深と異なる可能性はあるものの、浸水シミュレーションにおける浸水位と一致し、浸水位が不整合なく表示可能な浸水シミュレーションで使用された「地盤高」を用いている。



## 浸水面をフラットに表現する方法

洪水浸水想定区域は $5m \times 5m$ のメッシュ形状で浸水位が表現されており、そのまま3D表示することで各メッシュ間で水面に段差が生じる。

このため、PLATEAU VIEWでは、段差のないなだらかな水面となるよう、浸水位をメッシュの中心点に代表させたTIN（triangulated irregular network）を作成している。

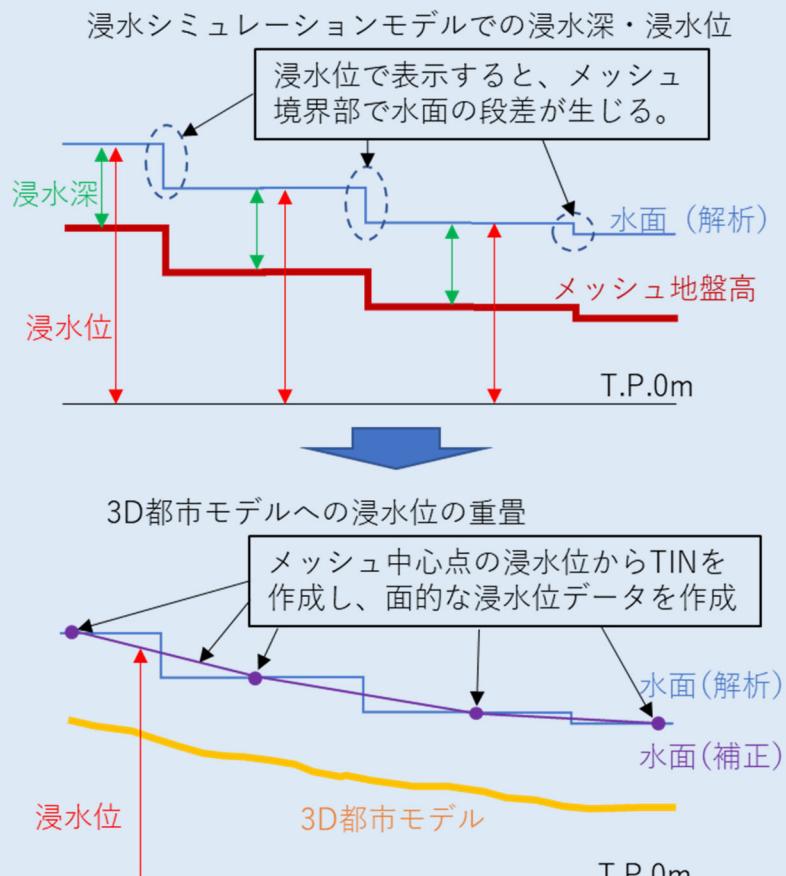


図2-13 浸水面をフラットに表現する方法

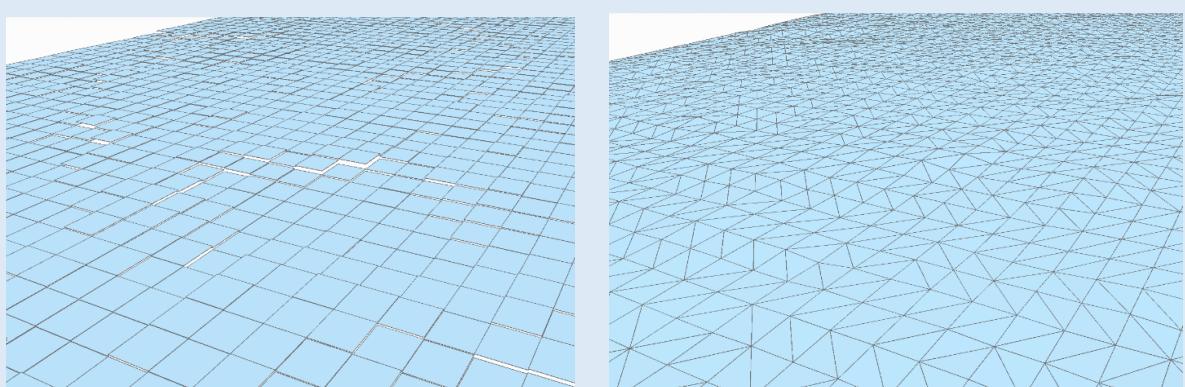


図2-14 メッシュによる水面表現（左）とTINによる水面表現

## (1) データのチェック／加工

収集したデータについては、表 2-2 で示した通り、データの不足やエラーなどが含まれる場合があるため、事前にデータに問題がないか、確認を行う。

「浸水想定区域図データ電子化ガイドライン」に基づいて作成されたデータでは、「MAXALL\_SHAPE」は、下の図に示すように（A）浸水想定区域全域が 1 ファイルで作成されている場合、（B）浸水想定区域が 2 次メッシュごとにファイル分割されている場合、（C）浸水想定区域が 3 次メッシュごとにファイル分割されている場合の 3 通りがある。浸水域が広い場合に、浸水域全域が 1 ファイルで作成されているとファイルサイズが膨大になり、その後の処理、確認作業に時間を要する。このため、3 次メッシュごとにファイル分割しておくことが望ましい。「浸水想定区域図データ電子化ガイドライン」に基づいて所定の構成で作成されている場合には、「MAXALL\_CSV」から、「浸水想定区域図データ電子化用ツール」を利用して容易に 3 次メッシュごとに分割した「MAXALL\_SHAPE」を作成することができる。

(A) 浸水想定区域全体が 1 ファイルで作成されている例

名前	更新日時	種類	サイズ
MAXALL.DBF	2017/10/20 18:49	DBF ファイル	184,478 KB
MAXALL.PRJ	2017/10/20 18:49	PRJ ファイル	1 KB
MAXALL.SHP	2017/10/20 18:49	SHP ファイル	442,746 KB
MAXALL.SHX	2017/10/20 18:49	SHX ファイル	29,517 KB

(B) 浸水想定区域が 2 次メッシュごとにファイル分割されている例

名前	更新日時	種類	サイズ
MAXALL_533915.DBF	2018/10/31 9:41	DBF ファイル	1,468 KB
MAXALL_533915.PRJ	2018/10/31 9:41	PRJ ファイル	1 KB
MAXALL_533915.SHP	2018/10/31 9:41	SHP ファイル	3,523 KB
MAXALL_533915.SHX	2018/10/31 9:41	SHX ファイル	235 KB
MAXALL_533924.DBF	2018/10/31 9:42	DBF ファイル	291 KB
MAXALL_533924.PRJ	2018/10/31 9:42	PRJ ファイル	1 KB
MAXALL_533924.SHP	2018/10/31 9:42	SHP ファイル	696 KB
MAXALL_533924.SHX	2018/10/31 9:42	SHX ファイル	47 KB

(C) 浸水想定区域が 3 次メッシュごとにファイル分割されている例

名前	更新日時	種類	サイズ
MAXALL_52364698.DBF	2020/12/08 20:18	DBF ファイル	362 KB
MAXALL_52364698.PRJ	2020/12/08 20:18	PRJ ファイル	1 KB
MAXALL_52364698.SHP	2020/12/08 20:18	SHP ファイル	983 KB
MAXALL_52364698.SHX	2020/12/08 20:18	SHX ファイル	58 KB
MAXALL_52364699.DBF	2020/12/08 20:18	DBF ファイル	10 KB
MAXALL_52364699.PRJ	2020/12/08 20:18	PRJ ファイル	1 KB
MAXALL_52364699.SHP	2020/12/08 20:18	SHP ファイル	26 KB
MAXALL_52364699.SHX	2020/12/08 20:18	SHX ファイル	2 KB

図 2-15 「MAXALL\_SHAPE」フォルダのファイル構成の例

※シェーブルファイル形式のファイルは、DBF、PRJ、SHP、SHX の 4 種類のセットで 1 ファイル

## (2) 3D シェープの作成

3D シェープの作成方法として、ArcGIS を利用した場合の手順を一例として以下に示す。

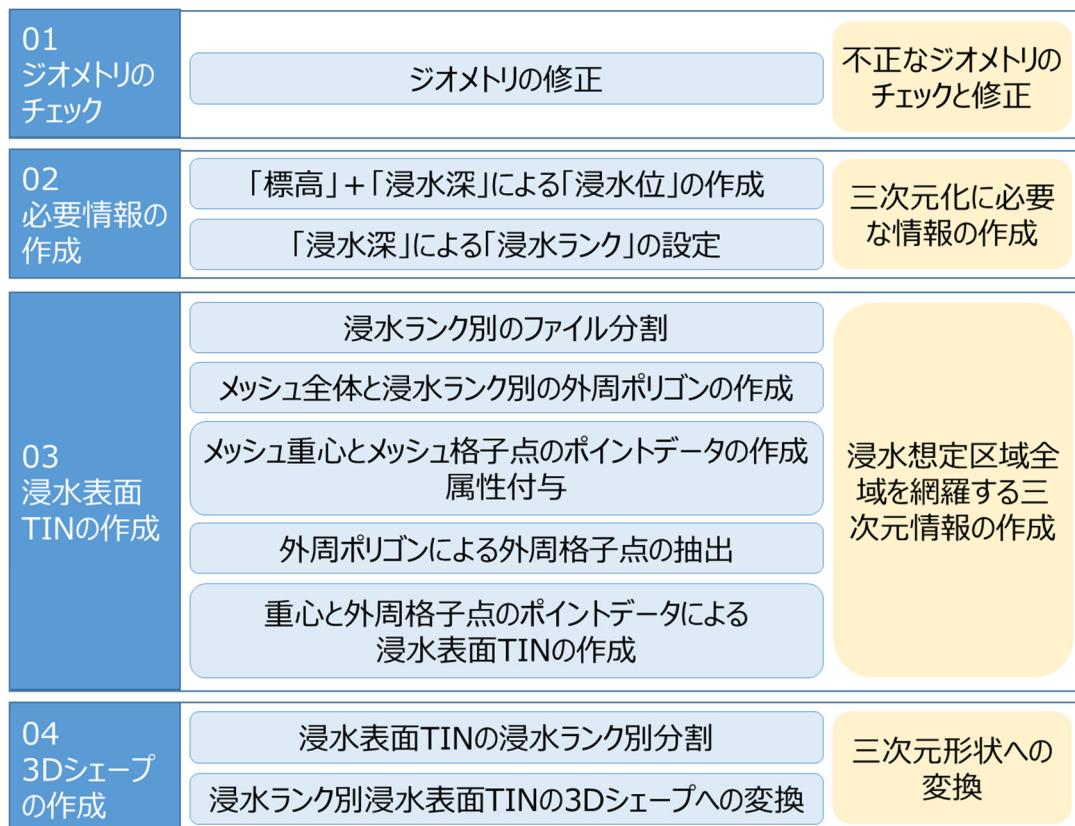


図 2-16 3D シェープの作成手順

### 01 ジオメトリのチェック

データ処理の際のエラーを防止するため、不正なジオメトリが含まれないよう、ジオメトリの修正を行う。

### 02 必要情報の作成

浸水想定区域データの三次元化では、「水面」を三次元として表現する。「水面」は、下図に示すように、浸水想定区域データに含まれている「標高」 + 「浸水深」で計算される「浸水位」をもとに作成する。

また、浸水ランクについて、「浸水深」より再設定を行う。

**ポイント.** 浸水ランクは、既に格納されている値が、「3D 都市モデル標準製品仕様書」で定義されている浸水ランクと一致していない場合があるため、改めて「浸水深」より設定し直す。

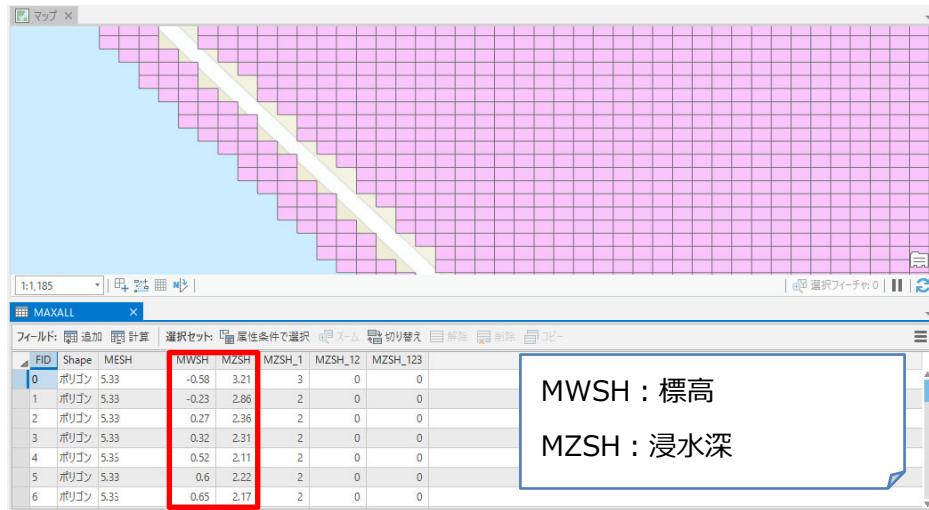


図 2-17 「浸水想定区域図データ電子化ガイドライン」に準拠した  
洪水浸水想定区域図データのシェーブデータの例と三次元化に使用する属性

### 03 浸水表面 TIN の作成

浸水ランク別に浸水位面を作成するため、浸水ランク別にファイル分割を行ったうえで、浸水位面の TIN の作成を行う。

**ポイント.** 浸水想定区域全域を網羅する三次元形状を作成することがポイントとなる。各メッシュ（水色の四角）の重心（緑色のポイント）から TIN（赤色の三角形の面）を発生させた場合、メッシュの外周部には面が作成されない。このため、メッシュの外周部の格子点にもポイント（右の図の黄色のポイント）を発生させ、その点からも TIN（黄色の三角形の面）を生成することで、浸水域のエリア全体に面を生成する。

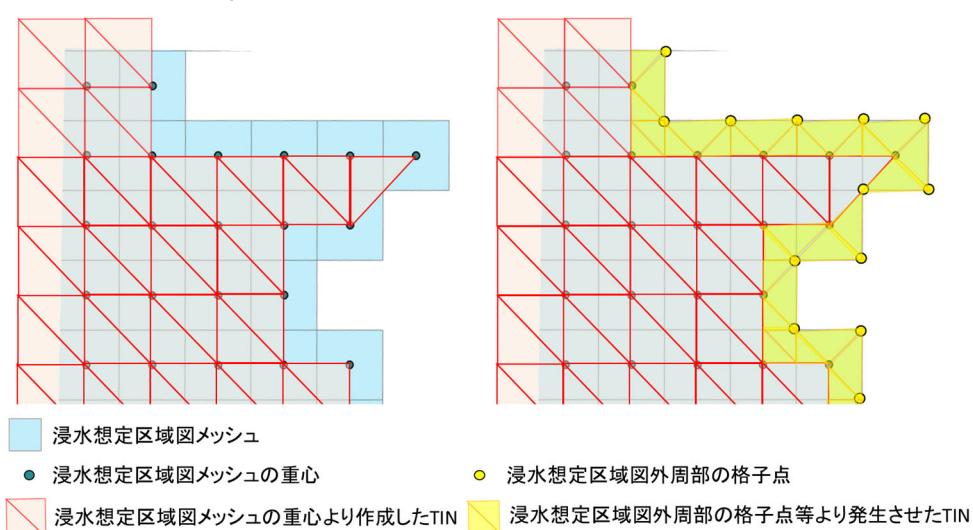


図 2-18 浸水想定区域全域を網羅する三次元情報の作成方法

**ポイント.** 元となる浸水想定区域図データは、浸水想定区域図全体が1ファイルの場合のほか、基準地域メッシュ（3次メッシュ）と呼ばれる約1km×1kmの区画ごとにファイルが分割されている場合がある。浸水表面TINの作成において、ファイル間で浸水表面の不整合が生じないよう、ファイル間の整合処理を行う。

**ポイント.** 各メッシュの重心、格子点のポイントデータを生成する際に、ソフトウェア内の処理の過程で近接した箇所にポイントが生成される可能性がある。このような近接ポイントは、微小ポリゴンが生成される原因となるため、任意で設定した閾値以下で近接するポイントがある場合には、一方を削除する処理を行う。なお、このような処理を行っても、微小ポリゴンの生成を100%防ぐことができないため、CityGMLに変換する際に再度同様の処理を行う。

#### 04 3Dシェーブの作成

浸水ランク別の浸水表面のTINをもとに、浸水ランクごとの3Dシェーブを作成する。

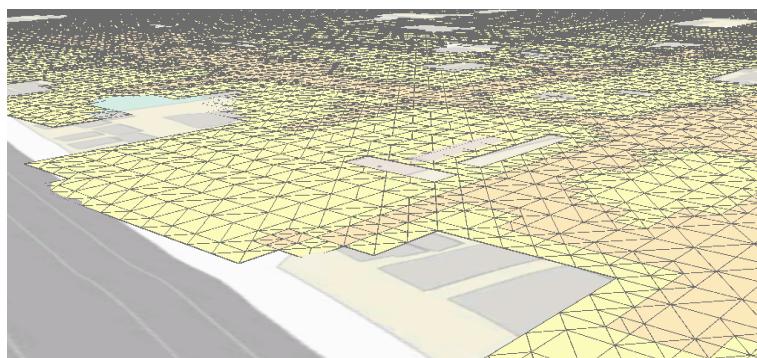
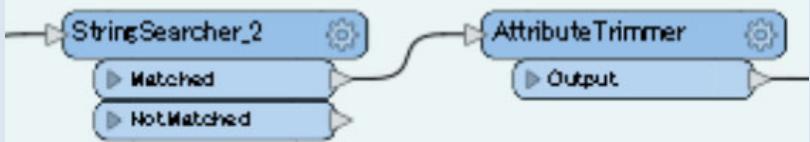
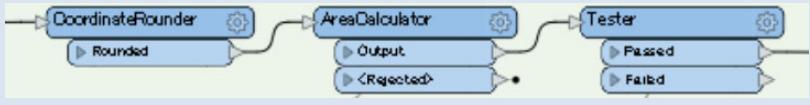


図2-19 浸水ランクごとの3Dシェーブの作成例

### (3) CityGMLへの変換

以下に、例として、Safe Software 社「FME」を使用した CityGML の作成手順を示す。

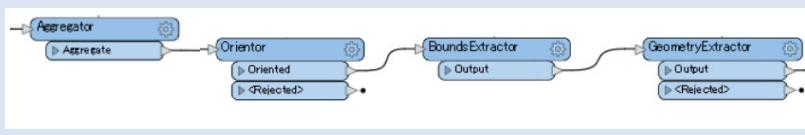
表 2-3 FME による CityGMLへの変換手順例（洪水浸水想定区域図 LOD1）

手順	処理内容	説明
1	ファイルの取り込み	CityGML 化する洪水浸水想定区域図の 3D シェープのファイルを読み込む。 
2	3次メッシュコードの取得	3D シェープのファイル名より、3 次メッシュコード（8 術数字）を取得する。 
3	浸水ランクの取得	3D シェープのファイル名より、浸水ランクを取得する。 ファイル名より取得した 3 次メッシュコードや浸水ランクについて、“_”（アンダーバー）などの不要なものを取り除く。 
4	座標処理のための準備	座標系名を設定する。 メッシュコード、ランク順でソートする。 座標系を変換する。 
5	微小ポリゴンの処理	微小ポリゴンを除去する。  <b>ポイント.</b> 座標値を取得する際に、3D シェープ作成の際に発生した微小ポリゴンを除外するため、X（経度:度）、Y（緯度:度）を小数部 8 術、Z（浸水位:m）を小数部 2 術に丸め、重複となったポイントデータを削除し、三角形ポリゴンを再作成する。

手順	処理内容	説明
		※3Dシェーピング作成の際にも、微小ポリゴンが発生しないような処理（近接ポイントの統合）は実施しているが、ソフトウェア上の処理で微小ポリゴンが発生する場合があるため、改めて微小ポリゴンを除外する処理を実施する。
6	同一ランクが連続する範囲のジオメトリの調整	<p>境界部で誤差が生じる可能性を回避するとともに、処理のパフォーマンスを上げるために、元の水面ジオメトリを一旦中心ポイントに変換し、連続する範囲を識別するためのIDを付与した後、元のジオメトリを復元する。手順は下記の通り。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>同一ランクが連続する範囲を融合する。</li> <li>その範囲を識別するためのIDを設定する。</li> <li>元のジオメトリを属性として保存しておく。</li> <li>同一ランクが連続する範囲について、いったん中心ポイントに変換する。同一ランクが連続する範囲を識別するIDを、そのポイントに付与する。</li> <li>元のジオメトリ（水面）を復元する。</li> <li>ファイル、ランクごとにID順でソートする。</li> </ul> <pre> graph LR     Start(( )) --&gt; Dissolve[Dissolve]     Dissolve --&gt; Counter[Counter]     Counter --&gt; Clipper[Clipper]     Clipper --&gt; Sorter2[Sorter_2]     Sorter2 --&gt; End(( ))     </pre>
8	ジオメトリの記述	<p>同一ランクが連続する範囲ごとに集約する。 ポリゴンの向きを反時計回りに統一する。 バウンディングキューブの境界座標を取得する。 GML3.1.1のエンコーディングルールに基づいてgml:MultiSurfaceを作成する。</p> <pre> graph LR     Start(( )) --&gt; Aggregator[Aggregator]     Aggregator --&gt; Orientor[Orienter]     Orientor --&gt; BoundsExtractor[BoundsExtractor]     BoundsExtractor --&gt; GeometryExtractor[GeometryExtractor]     </pre>
9	XML文書の作成	<p>ファイルごとにEnvelope計算を行う。 UUIDを生成し、gml:idとして、UUIDに接頭辞を加えて生成する。 既定のタグに、規模(L1/L2)、浸水ランク(1,2,3,4,5,6)の値を記述し、XML文書として作成する。</p>

手順	処理内容	説明
		<pre> graph LR     Start(( )) --&gt; SC[StatisticsCalculator]     SC --&gt; Summary[Summary]     SC --&gt; Complete[Complete]     Summary --&gt; Root[XMLTemplater]     Root --&gt; RootOutput[Output]     Root --&gt; SUB[SUB]     SUB --&gt; Output[Output]     Root --&gt; AttributeManager[AttributeManager]     AttributeManager --&gt; AttributeManagerOutput[Output]     </pre>
10	XML文書の調整	<p>XML文書はポリゴンごとに作成されるため、重複して記載された不要な属性を削除する（例://gml:MultiSurface/@gml:id、//gml:MultiSurface/@srsName、//gml:MultiSurface/@srsDimension、//gml:Polygon/@gml:id）</p> <p>XML文書の書式を調整する。</p> <pre> graph LR     XQ[XMLXQueryUpdater] --&gt; XQInput[Input]     XQ --&gt; XQResults[QueryResults]     XQ --&gt; XQRejected[Rejected]     XQResults --&gt; XQOutput[Output]     XQRejected --&gt; XQOutput     XQOutput --&gt; XQFormatter[XMLFormatter]     XQFormatter --&gt; XQFormatterInput[Input]     XQFormatter --&gt; XQFormatterPassed[Passed]     XQFormatter --&gt; XQFormatterFailed[Failed]     </pre>
11	CityGMLの出力	<p>CityGML形式の文書として出力する。Encodingの文字コードは Unicode 8-bit (utf-8)とする。</p> <p>命名規則に従い、ファイル名を作成する。</p> <pre> graph LR     FileOutput[File Output] --&gt; Value[Value&lt;@Value(_cty.gml_filename)&gt;]     Value --&gt; DataFile[Data File]     </pre>

表2-4 FMEによるCityGMLへの変換手順例（洪水浸水想定区域図 LODO）

手順	処理内容	説明
1	ファイルの取り込み	CityGML化する洪水浸水想定区域図のシェープファイルを読み込む。 
2	3次メッシュコードの取得	シェープファイルのファイル名より、3次メッシュコード（8桁数字）を取得する。 
3	座標処理のための準備	座標系名を設定する。 ファイルごとに、浸水ランク昇順、浸水深昇順、浸水継続時間昇順でソートする。 座標系を変換する。 
4	ジオメトリの記述	属性セットが同じポリゴンを集約する。 ポリゴンの向きを反時計回りに統一する。 バウンディングキューブの境界座標を取得する。 GML3.1.1のエンコーディングルールに基づいてgml:MultiSurfaceを作成する。 
5	XML文書の作成	ファイルごとにEnvelope計算を行う。 UUIDを生成し、gml:idとして、UUIDに接頭辞を加えて生成する。 浸水深の小数部の桁数を調整する。 浸水継続時間の単位を換算する。 浸水継続時間の小数部の桁数を調整する。 属性名を変更する。 既定のタグに、規模（L1/L2）、浸水ランク（1,2,3,4,5,6）、浸水深、継続時間の値を記述し、XML文書として作成する。

手順	処理内容	説明
6	XML文書の調整	<p>XML文書はポリゴンごとに作成されるため、重複して記載された不要な属性を削除する（例://gml:MultiSurface/@gml:id、//gml:MultiSurface/@srsName、//gml:MultiSurface/@srsDimension、//gml:Polygon/@gml:id）</p> <p>XML文書の書式を調整する。</p>
7	CityGMLの出力	<p>【Data File Writer】</p> <p>CityGML形式の文書として出力する。Encodingの文字コードは Unicode 8-bit (utf-8)とする。</p> <p>命名規則に従い、ファイル名を作成する。</p>

#### (4) 3Dレンダリング用データの作成

3Dデータを取り扱えるソフトウェアは、スムーズに描画ができるよう、独自フォーマットを採用していることが多い、直接 CityGML 形式のデータを読み込んで利用できるソフトウェアは限られる。このため、Web ブラウザ等で表示等を行うために、データ変換を行う。

データ変換が可能なソフトウェアとしては、CityGMLへの変換の場合と同様に、様々なデータフォーマット間の変換が可能な Safe Software 社「FME」が挙げられる。

表 2-5 3D レンダリング用データの例

3D レンダリング用データ	説明
3DTiles	国際的な地理空間情報に関する標準化団体である OGC (Open Geospatial Consortium)において、標準として定められたデータ仕様であり、三次元地理空間情報をストリーミング、レンダリングするために設計されたものである。
Indexed 3D Scene Layers (I3S)	3DTiles を利用可能なソフトウェアとしては、Web ブラウザで 3D 表示が可能なオープンソースライブラリの Cesium が挙げられる。Cesium は、3D データを Web 配信するために、PLATEAU VIEW で利用されているほか、国内のみならず、海外においても広く利用されている。
KML	3DTiles と同様に、OGCにおいて、標準として定められたデータ仕様である。

## 2.4.2 津波浸水想定データの三次元化の方法

津波浸水想定データの三次元化にあたっては、津波防災地域づくりに関する法律に基づいて作成された津波浸水想定のデータを使用する。なお、「浸水想定区域図データ電子化ガイドライン」に基づいて作成されたデータがあれば、それを使用する。データがない場合には、10m×10mなどのメッシュごとの津波浸水深、および地盤高のデータを使用する。

津波浸水想定データの三次元化に関して、浸水位、および浸水面の考え方、および作成方法は、洪水浸水想定区域図の場合と基本的には同じである。

洪水浸水想定区域図データの三次元化と同様に、「地盤高」と「浸水深」から、「浸水位」を演算により計算し、その値をもとに三次元化を行う。この際、津波浸水想定の場合は、地震による地盤変動が考慮されるため、「地盤高」について注意が必要となる。

津波浸水想定においては、地震による地盤変動（隆起、沈降）が考慮される。「津波浸水想定の設定の手引き」により、下図のとおり、地震によって陸域が沈降する場合には、断層モデルから算定される沈降量を地形データの高さから差し引き、地震による陸域の隆起が想定される場合には、隆起量は考慮しないことになっている。このようにして得られた津波による浸水位は、地盤が沈降した状態での浸水深を表現したものである。3D都市モデルは、現地形、すなわち地盤変動がない状態で作成されており、地盤の沈降が考慮された浸水位を採用した場合、想定される浸水深よりも浅く表現されてしまうことになる。このため、津波浸水想定においては、地盤変動後の地盤高ではなく、地盤変動前の地盤高を用いて、これと浸水深により、浸水位面を作成する。

■ 「津波浸水想定の設定の手引き(2019年4月)」では、**地震による陸域の沈降が想定される場合**、津波がより陸域に遡上しやすくなるため、**沈降量を陸域の地形データの高さから差し引くことを基本としている。**

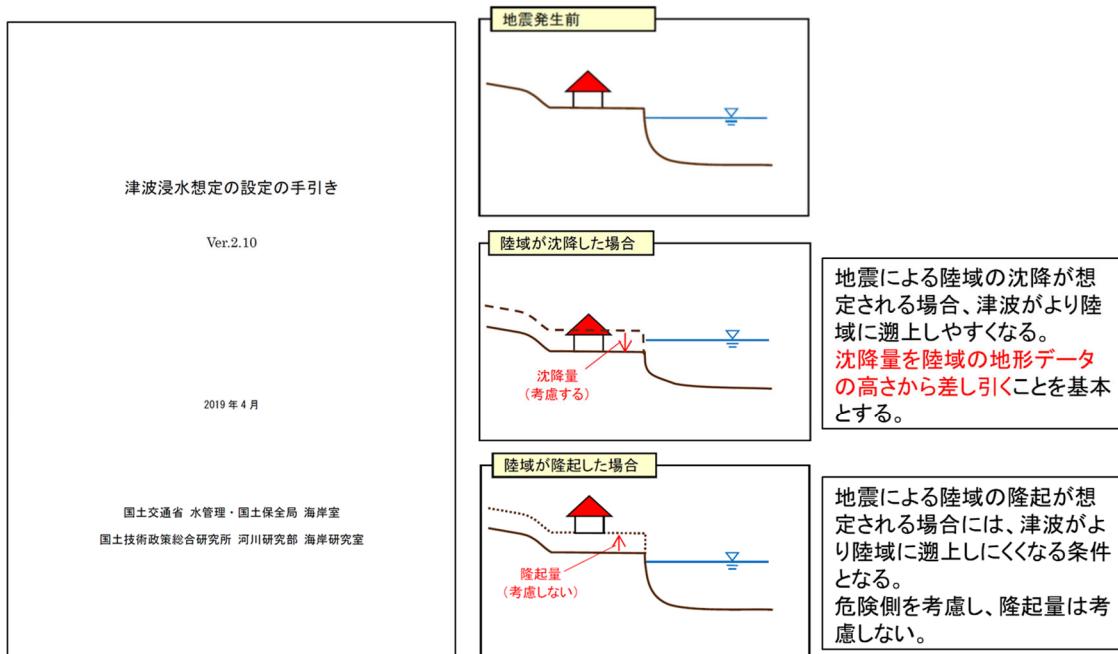


図 2-20 「津波浸水想定の設定の手引き」による地震による地盤変動の取り扱い

- 津波浸水想定モデルでは沈降を考慮した地盤高を対象とするのに対し、3D都市モデルでは現況地盤高を使用するため、津波浸水想定モデルに比べて地盤高が高くなる。
- これにより、津波浸水想定モデルと比較して、**3D都市モデルでは浸水深が小さくなることや、浸水範囲が小さくなることが想定される。**

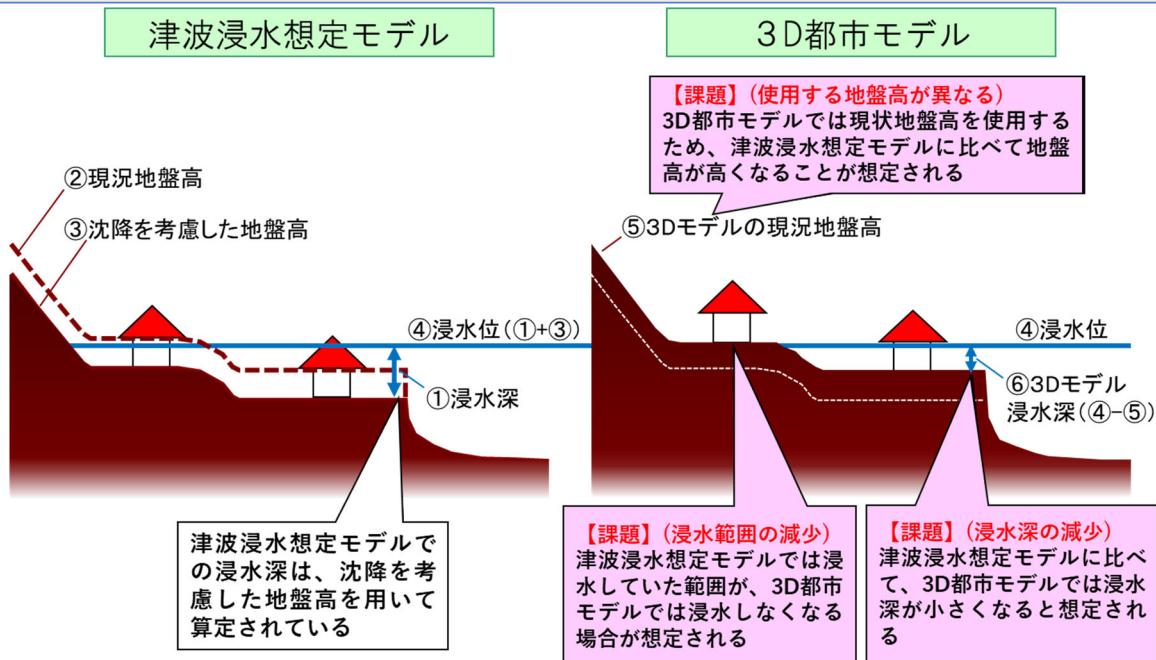
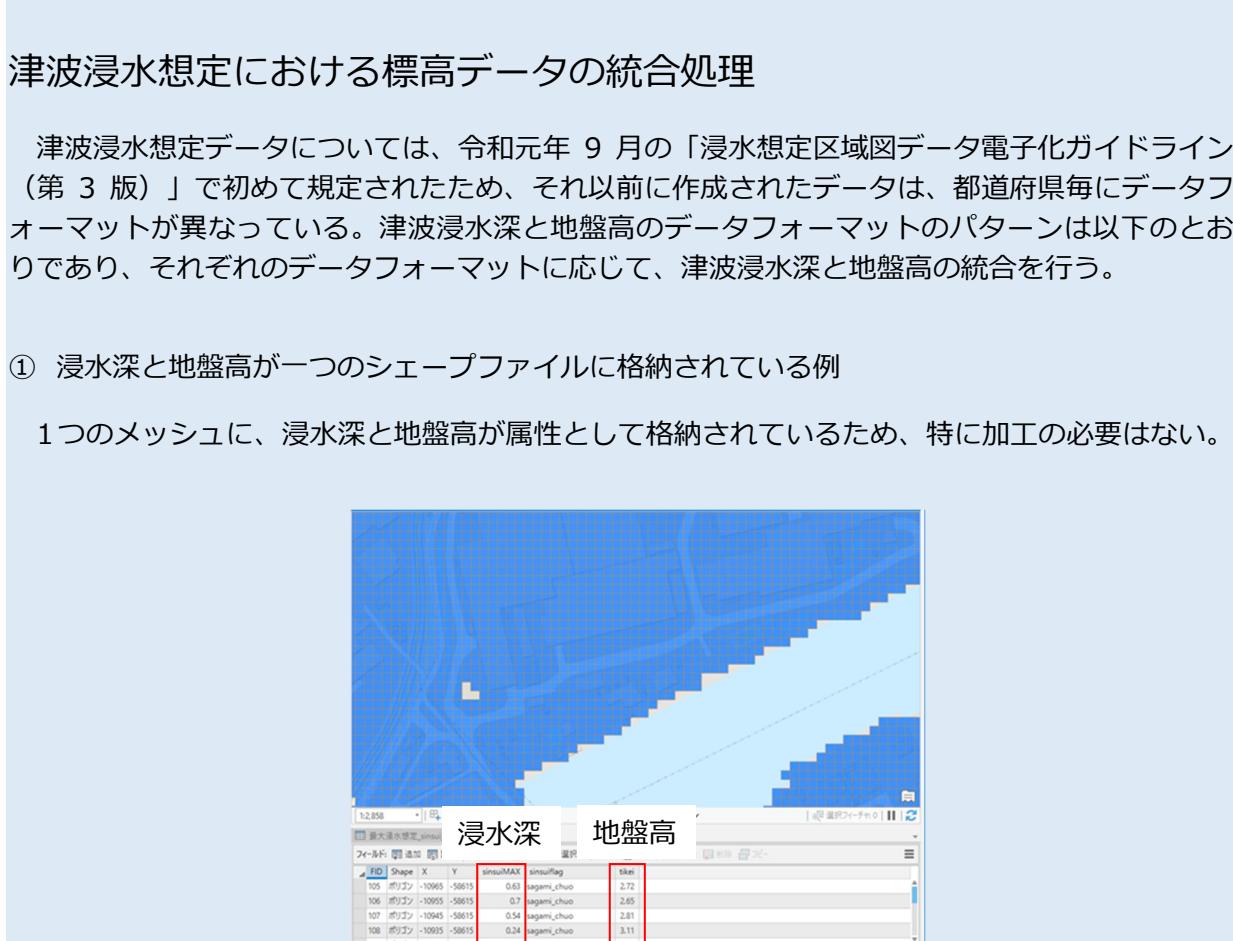


図 2-21 津波浸水域を 3D 都市モデルに適応する上での課題

## (1) データのチェック／加工

収集したデータについては、表 2-2 で示した通り、データの不足やエラーなどが含まれる場合があるため、事前にデータに問題がないか、確認を行う。



## 第2章 3D災害リスクデータの作成方法

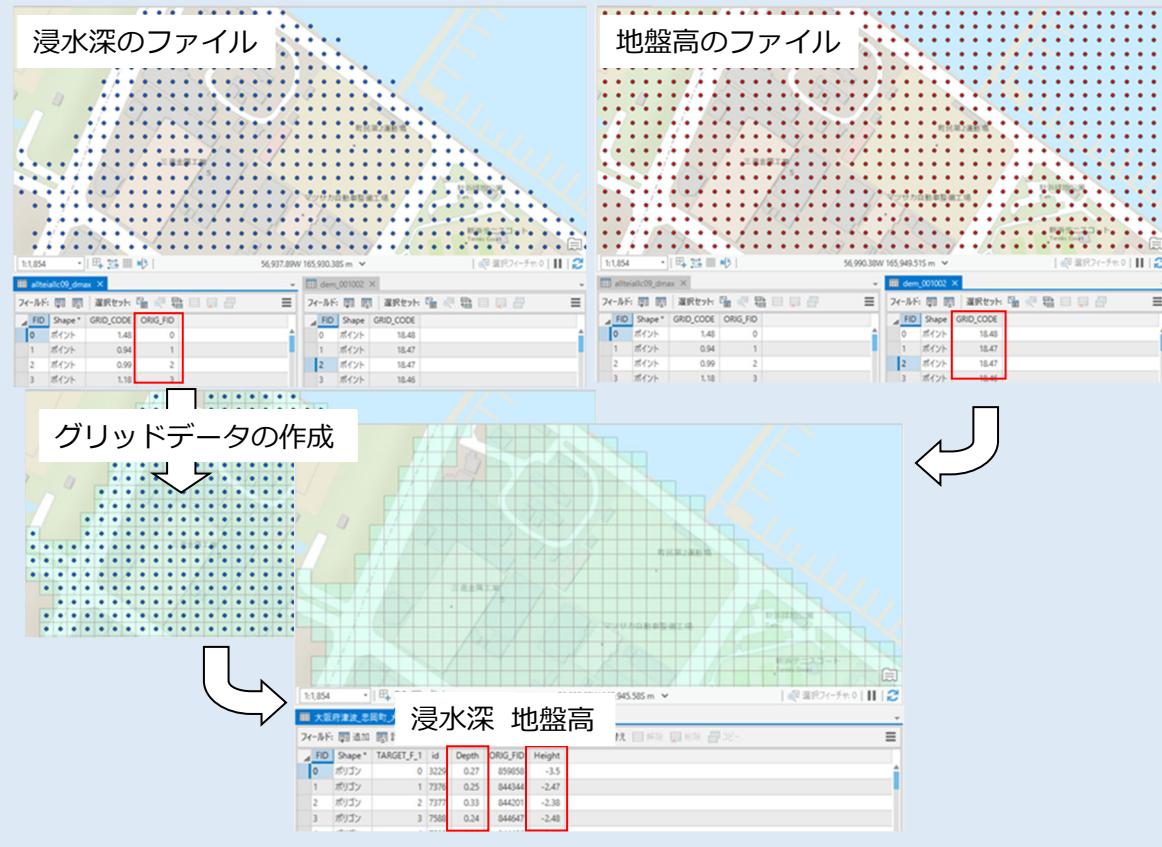
### ②浸水深と地盤高が別々のシェープファイルとして提供された例

浸水深と地盤高が別ファイルであるため、空間結合により、相対的な位置関係に基づいて、両者の属性を結合し、浸水深と地盤高の両方の情報を含む1つのファイルに加工する。



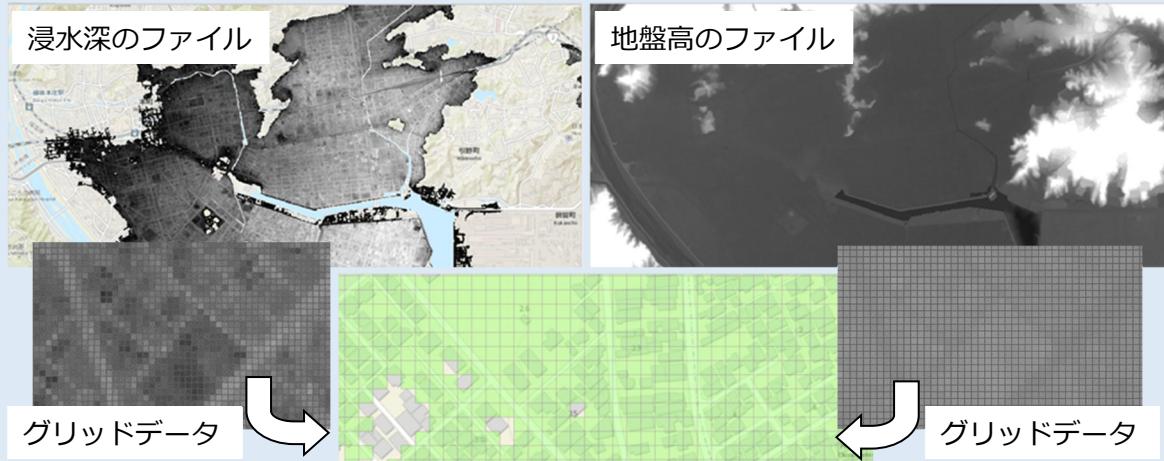
### ③浸水深と地盤高が別々のポイント形式のシェーブデータとして提供された例

②の場合と同様に、空間結合により両者の属性を結合し、浸水深と地盤高の両方の情報を含む1つのファイルに加工する。



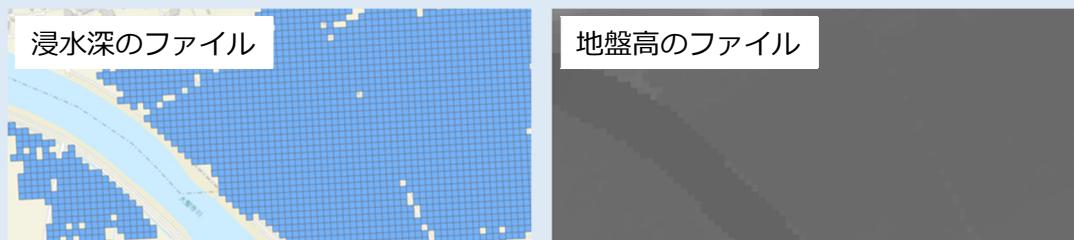
④浸水深と地盤高ともラスターデータ（格子状に並んだセルで構成されるESRIグリッド形式データ）として提供された例

ラスターデータをポリゴンに変換する。直接ポリゴンに変換した場合、同じ浸水深が入ったセルが1つのポリゴンにまとめられてしまう可能性があるため、いったんポイント形式に変換した後、格子状のポリゴンを作成する。その後、空間結合により、浸水深と地盤高の両方の情報を含む1つのファイルに加工する。



⑤浸水深はシェープデータとして、地盤高は別形式のデータとして提供された例

空間結合ができるよう、様々な形式で提供された地盤高を、ポイント形式等のシェープファイルに加工する必要がある。加工の際には、座標系に注意し、作業を行う必要がある。ポイント形式等のシェープファイルを作成した後は、③と同様に空間結合により浸水深と地盤高の両方の情報を含む1つのファイルに加工する



⑥特に地盤高データについては、上記以外の形式で提供される場合がある。空間結合ができるよう、ポイントもしくはポリゴン（グリッド）のGISデータに変換を行う。

地盤高がCSV形式（x座標、y座標、z座標のセット）で提供された

```

1 "xnum", "ynum", "x", "y", "z"
2 1,1,-53245,88745,-21.78
3 2,1,-53235,88745,-21.75
4 3,1,-53225,88745,-21.73

```

地盤高がマトリックス状のデータとして提供された例

1	10.870	10.900	10.910	10.910	10.920	10.910	10.920	10.930	10.940	10.950	10.960	10.950	10.940
2	10.840	10.880	10.890	10.890	10.890	10.880	10.890	10.890	10.900	10.910	10.910	10.920	10.910
3	10.850	10.890	10.900	10.900	10.900	10.890	10.890	10.900	10.910	10.910	10.920	10.910	10.920
4	10.850	10.900	10.910	10.910	10.920	10.910	10.920	10.930	10.940	10.950	10.960	10.950	10.940
5	10.850	10.900	10.910	10.910	10.920	10.910	10.920	10.930	10.940	10.950	10.960	10.950	10.940
6	10.850	10.900	10.910	10.910	10.920	10.910	10.920	10.930	10.940	10.950	10.960	10.950	10.940
7	10.860	10.910	10.910	10.910	10.920	10.910	10.920	10.930	10.940	10.950	10.960	10.950	10.940

## (2) 3D シェープの作成

3D シェープの作成方法として、ArcGIS を利用した場合の手順を一例として以下に示す。

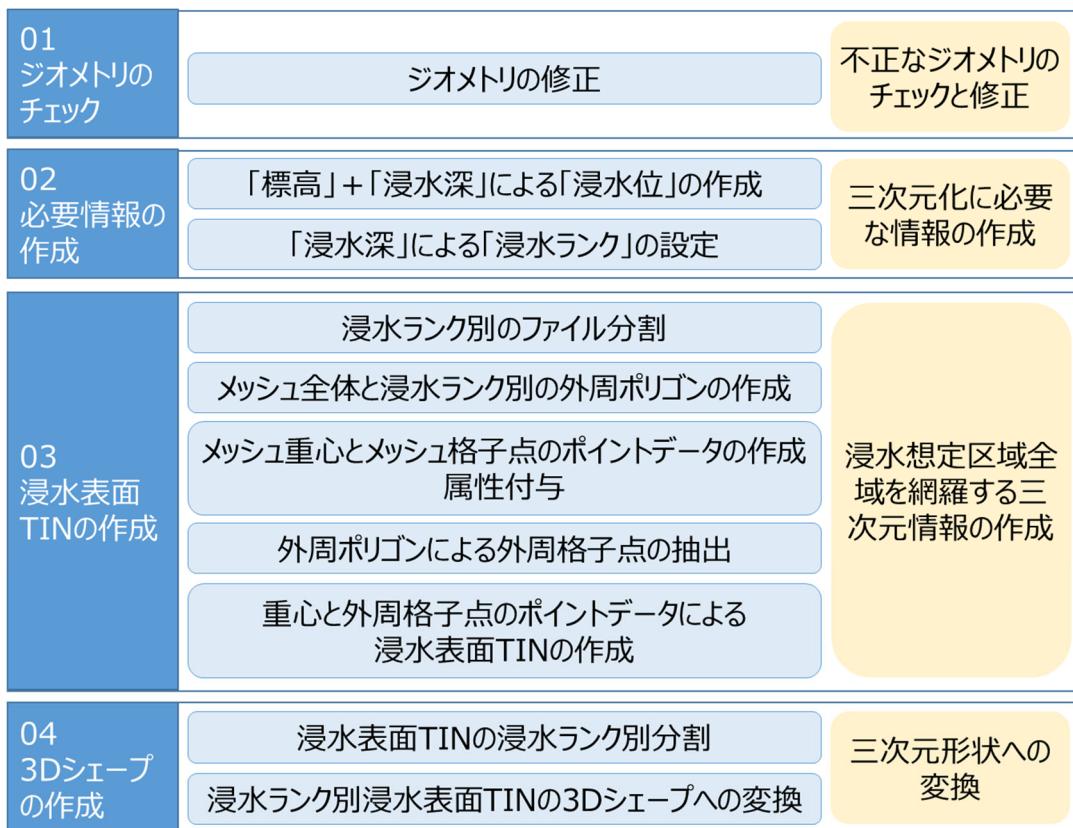


図 2-22 3D シェープの作成手順

### 01 ジオメトリのチェック

データ処理の際のエラーを防止するため、不正なジオメトリが含まれないよう、ジオメトリの修正を行う。

### 02 必要情報の作成

津波浸水想定データの三次元化では、「水面」を三次元として表現する。「水面」は、「標高」+「浸水深」で計算される「浸水位」を使用する。

また、浸水ランクについて、「浸水深」より再設定を行う。

**ポイント。** 浸水ランクは、既に格納されている値が、「3D 都市モデル標準製品仕様書」で定義されている浸水ランクと一致していない場合があるため、改めて「浸水深」より設定し直す。

### 03 浸水表面TINの作成

浸水ランク別に浸水位面を作成するため、浸水ランク別にファイル分割を行ったうえで、浸水位面のTINの作成を行う。

**ポイント.** 浸水想定区域全域を網羅する三次元形状を作成することがポイントとなる。各メッシュ（水色の四角）の重心（緑色のポイント）からTIN（赤色の三角形の面）を発生させた場合、メッシュの外周部には面が作成されない。このため、メッシュの外周部の格子点にもポイント（右の図の黄色のポイント）を発生させ、その点からもTIN（黄色の三角形の面）を生成することで、浸水域のエリア全体に面を生成する。

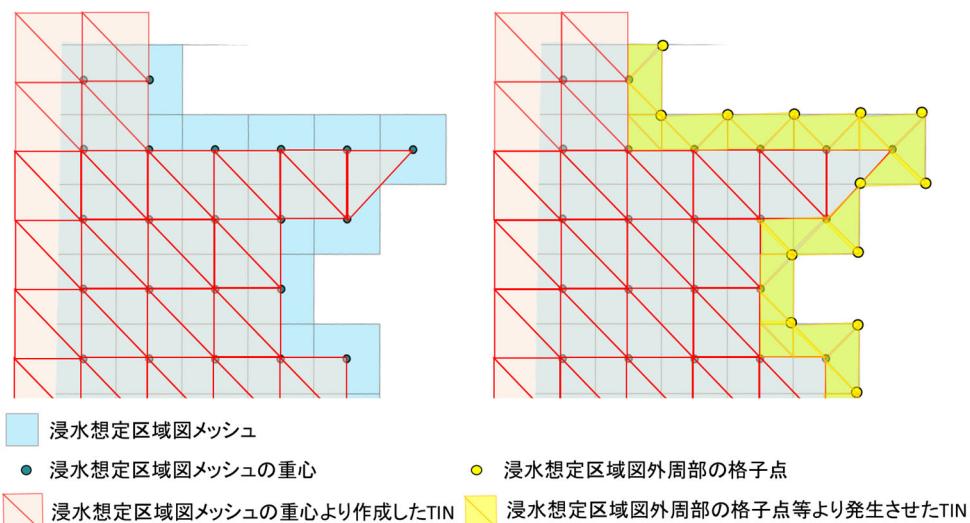


図 2-23 浸水想定区域全域を網羅する三次元情報の作成方法

**ポイント.** 各メッシュの重心、格子点のポイントデータを生成する際に、ソフトウェア内の処理の過程で近接した箇所にポイントが生成される可能性がある。このような近接ポイントは、微小ポリゴンが生成される原因となるため、任意で設定した閾値以下で近接するポイントがある場合には、一方を削除する処理を行う。なお、このような処理を行っても、微小ポリゴンの生成を100%防ぐことができないため、CityGMLに変換する際に再度同様の処理を行う。

#### 04 3Dシェープの作成

浸水ランク別の浸水表面TINをもとに、浸水ランクごとの3Dシェープを作成する。

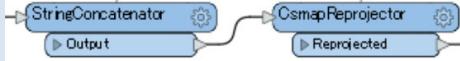
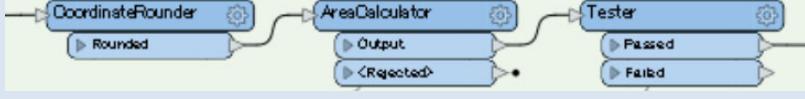


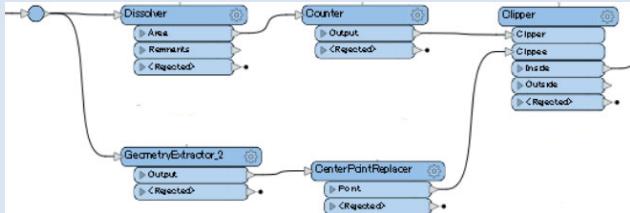
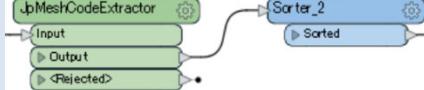
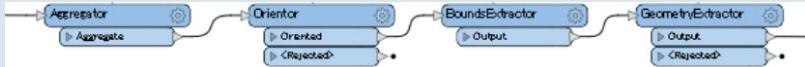
図2-24 浸水ランクごとの3Dシェープの作成例

### (3) CityGMLへの変換

以下に、例として、Safe Software 社「FME」を使用した CityGML の作成手順を示す。

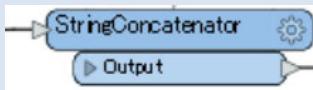
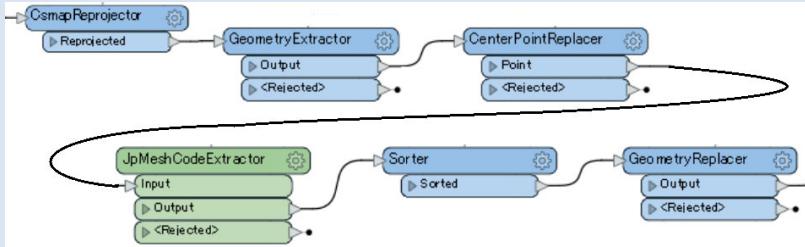
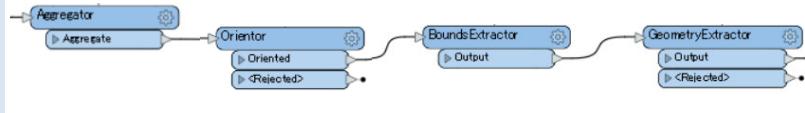
表 2-6 FME による CityGML への変換手順例（津波浸水想定 LOD1）

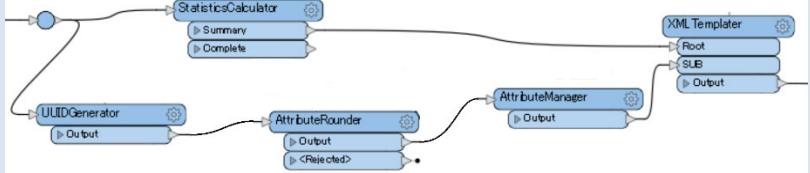
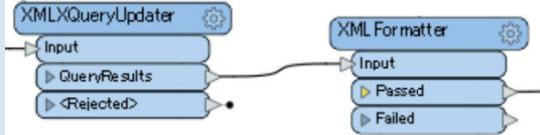
手順	処理内容	説明
1	ファイルの取り込み	CityGML 化する津波浸水想定の 3D シェープのファイルを読み込む。 
2	浸水ランクの取得	3D シェープのファイル名より、浸水ランクを取得する。 
3	座標処理のための準備	座標系名の文字列を作成する。 座標系を変換する。 
4	微小ポリゴンの処理	微小ポリゴンを除去する。  <b>ポイント.</b> 座標値を取得する際に、3D シェープ作成の際に発生した微小ポリゴンを除外するため、X（経度:度）、Y（緯度:度）を小数部 8 術、Z（浸水位:m）を小数部 2 術に丸め、重複となったポイントデータを削除し、三角形ポリゴンを再作成する。 ※3D シェープ作成の際にも、微小ポリゴンが発生しないような処理（近接ポイントの統合）は実施しているが、ソフトウェア上の処理で微小ポリゴンが発生する場合があるため、改めて微小ポリゴンを除外する処理を実施する。
5	同一ランクが連続する範囲のジオメトリの調整	境界部で誤差が生じる可能性を回避するとともに、処理のパフォーマンスを上げるため、元の水面ジオメトリを一旦中心ポイントに変換し、連続する範囲を識別するための ID を付与した後、元のジオメトリを復元する。手順は下記の通り。 <ul style="list-style-type: none"> <li>同一ランクが連続する範囲を融合する。</li> <li>範囲を識別するための ID を設定する。</li> </ul>

手順	処理内容	説明
		<ul style="list-style-type: none"> <li>元のジオメトリを属性として保存する。</li> <li>同一ランクが連続する範囲について、いったん中心ポイントに変換する。</li> <li>同一ランクが連続する範囲を識別する ID をポイントに付与する。</li> <li>メッシュコードを取得する。</li> <li>メッシュコード、ID 順でソートする。</li> <li>元のジオメトリ（水面）を復元する。</li> </ul> 
6	メッシュコードの取得	<p>メッシュコードを取得する。 メッシュコード、ID 順でソートする。</p> 
7	ジオメトリの記述	<p>同一ランクが連続する範囲ごとに集約する。 ポリゴンの向きを反時計回りに統一する。 バウンディングキューブの境界座標を取得する。 GML3.1.1 のエンコーディングルールに基づいて gml:MultiSurface を作成する。</p> 
8	XML文書の作成	<p>ファイルごとに Envelope 計算を行う。 UUID を生成し、gml:id として、UUID に接頭辞を加えて生成する。 既定のタグに、浸水ランク（1,2,3,4,5,6）の値を記述し、XML 文書として作成する。</p>

手順	処理内容	説明
		<pre> graph LR     Start(( )) --&gt; Stat[StatisticsCalculator]     Stat -- Summary --&gt; Root[XMLTemplater]     Stat -- Complete --&gt; Root     UUID[UUIDGenerator] -- Output --&gt; Root     Attr[AttributeManager] -- Output --&gt; Root   </pre>
9	XML文書の調整	<p>XML文書はポリゴンごとに作成されるため、重複して記載された不要な属性を削除する（例://gml:MultiSurface/@gml:id、//gml:MultiSurface/@srsName、//gml:MultiSurface/@srsDimension、//gml:Polygon/@gml:id）</p> <p>XML文書の書式を調整する。</p> <pre> graph LR     Updater[XMLQueryUpdater] -- Input --&gt; Formatter[XMLFormatter]     Updater -- QueryResults --&gt; Formatter     Updater -- &lt;Rejected&gt; --&gt; Formatter     Formatter -- Input --&gt; Passed[Passed]     Formatter -- Input --&gt; Failed[Failed]   </pre>
10	CityGMLの出力	<p>CityGML形式の文書として出力する。Encodingの文字コードは Unicode 8-bit (utf-8)とする。</p> <p>命名規則に従い、ファイル名を作成する。</p> <pre> graph LR     FileOutput["data_file_data"] --&gt; Value["&lt;@Value(_meshcode)_tnm_\${CRS}.gml&gt;"]   </pre>

表2-7 FMEによるCityGMLへの変換手順例（津波浸水想定LODO）

手順	処理内容	説明
1	ファイルの取り込み	CityGML化する津波浸水想定のシェープファイルを読み込む。 
2	座標系名の作成	座標系名の文字列を作成する。 
3	2次メッシュ単位のファイルにするためのジオメトリの処理	津波浸水想定のポリゴンの境界線が、必ずしも2次メッシュの区画境界線と一致しないため、2次メッシュ区画単位のファイルにするために、複数の2次メッシュにまたがるポリゴンの振り分けを行う。 <ul style="list-style-type: none"> <li>座標系を変換する。</li> <li>元のジオメトリを属性として保存する</li> <li>中心ポイントに変換する。</li> <li>2次メッシュコードを取得する。</li> <li>2次メッシュコード、浸水ランク、浸水深でソートする。</li> <li>元のジオメトリ（水面）を復元する。</li> </ul> 
4	ジオメトリの記述	2次メッシュごとに属性セットが同じポリゴンを集約する。ポリゴンの向きを反時計回りに統一する。バウンディングキューブの境界座標を取得する。GML3.1.1のエンコーディングルールに基づいてgml:MultiSurfaceを作成する。 
5	XML文書の作成	ファイルごとにEnvelope計算を行う。UUIDを生成し、gml:idとして、UUIDに接頭辞を加えて生成する。浸水深の小数部の桁数を調整する。

手順	処理内容	説明
		<p>属性名を変更する。 既定のタグに、浸水ランク（1,2,3,4,5,6）、浸水深の値を記述し、XML 文書として作成する。</p> 
6	XML 文書の調整	<p>XML 文書はポリゴンごとに作成されるため、重複して記載された不要な属性を削除する（例://gml:MultiSurface/@gml:id、//gml:MultiSurface/@srsName、//gml:MultiSurface/@srsDimension、//gml:Polygon/@gml:id） XML 文書の書式を調整する。</p> 
7	CityGML の出力	<p>CityGML 形式の文書として出力する。Encoding の文字コードは Unicode 8-bit (utf-8) とする。 命名規則に従い、ファイル名を作成する。</p> 

#### (4) 3D レンダリング用データの作成

3D データを取り扱えるソフトウェアは、スムーズに描画ができるよう、独自フォーマットを採用している場合が多い。このため、直接 CityGML 形式のデータを読み込んで利用できるソフトウェアは限られる。そのため、Web ブラウザ等で表示等を行うために、データ変換を行う。

データ変換が可能なソフトウェアとしては、CityGML への変換の場合と同様に、様々なデータフォーマット間の変換が可能な Safe Software 社「FME」が挙げられる。

##### 2.4.3 内水、高潮浸水想定区域図データの三次元化の方法

内水、高潮浸水想定区域図データの三次元化にあたっては、水防法に基づいて作成された内水浸水想定区域図、高潮浸水想定区域図のデータを使用する。「浸水想定区域図データ電子化ガイドライン」に基づいて作成されたデータがあれば、優先してそれを使用する。ない場合には、10m×10m などのメッシュごとの浸水深、および地盤高のデータを使用する。内水、高潮浸水想定区域図データの三次元化に関して、浸水位、および浸水面の考え方、および作成方法は、洪水浸水想定区域図の場合と基本的には同じである。

## (1) データのチェック／加工

収集したデータについては、表 2-2 で示した通り、データの不足やエラーなどが含まれる場合があるため、事前にデータに問題がないか、確認を行う。

特に、「浸水想定区域図データ電子化ガイドライン」に基づいて作成されたものではなく浸水深データと地盤高データが別になっている場合が想定されるため、津波浸水想定の場合と同様に、「浸水深」と「地盤高」との統合処理を行う。

## (2) 3D シェープの作成

3D シェープの作成方法として、ArcGIS を利用した場合の手順を一例として以下に示す。

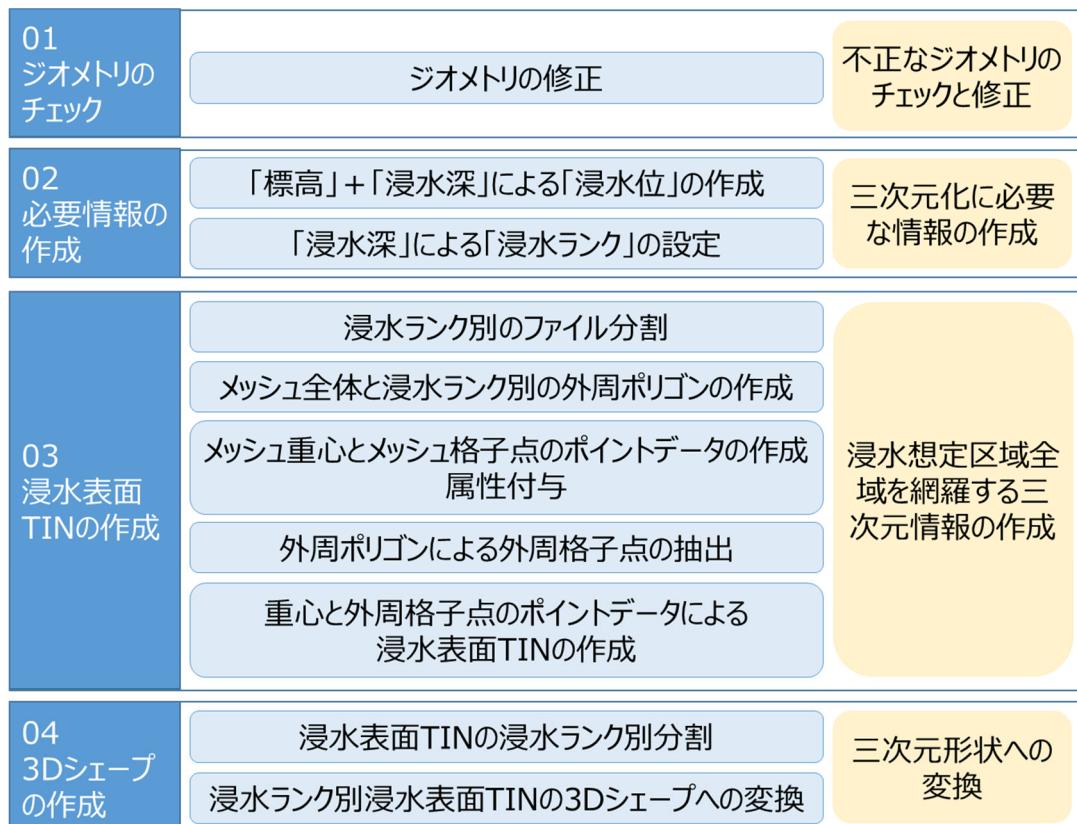


図 2-25 3D シェープの作成手順

### 01 ジオメトリのチェック

データ処理の際のエラーを防止するため、不正なジオメトリが含まれないよう、ジオメトリの修正を行う。

## 02 必要情報の作成

浸水想定区域図データの三次元化では、「水面」を三次元として表現する。「水面」は、「標高」 + 「浸水深」で計算される「浸水位」をもとに作成する。

また、浸水ランクについて、「浸水深」より再設定を行う。

**ポイント.** 浸水ランクは、既に格納されている値が、「3D都市モデル標準製品仕様書」で定義されている浸水ランクと一致していない場合があるため、改めて「浸水深」より設定し直す。

## 03 浸水表面TINの作成

浸水ランク別に浸水位面を作成するため、浸水ランク別にファイル分割を行ったうえで、浸水位面のTINの作成を行う。

**ポイント.** 浸水想定区域全域を網羅する三次元形状を作成することがポイントとなる。各メッシュ（水色の四角）の重心（緑色のポイント）からTIN（赤色の三角形の面）を発生させた場合、メッシュの外周部には面が作成されない。このため、メッシュの外周部の格子点にものポイント（右の図の黄色のポイント）を発生させ、その点からもTIN（黄色の三角形の面）を生成することで、浸水域のエリア全体に面を生成する。

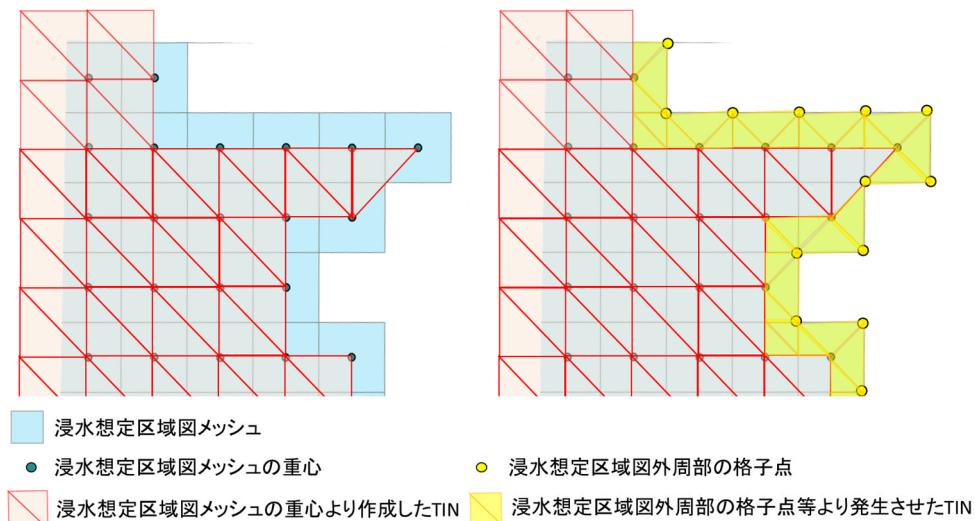


図2-26 浸水想定区域全域を網羅する三次元情報の作成方法

**ポイント.** 各メッシュの重心、格子点のポイントデータを生成する際に、ソフトウェア内の処理の過程で近接した箇所にポイントが生成される可能性がある。このような近接ポイントは、微小ポリゴンが生成される原因となるため、任意で設定した閾値以下で近接するポイントがある場合には、一方を削除する処理を行う。なお、このような処理を行

っても、微小ポリゴンの生成を100%防ぐことができないため、CityGMLに変換する際に再度同様の処理を行う。

### 04 3Dシェーブの作成

浸水ランク別の浸水表面TINをもとに、浸水ランクごとの3Dシェーブを作成する。

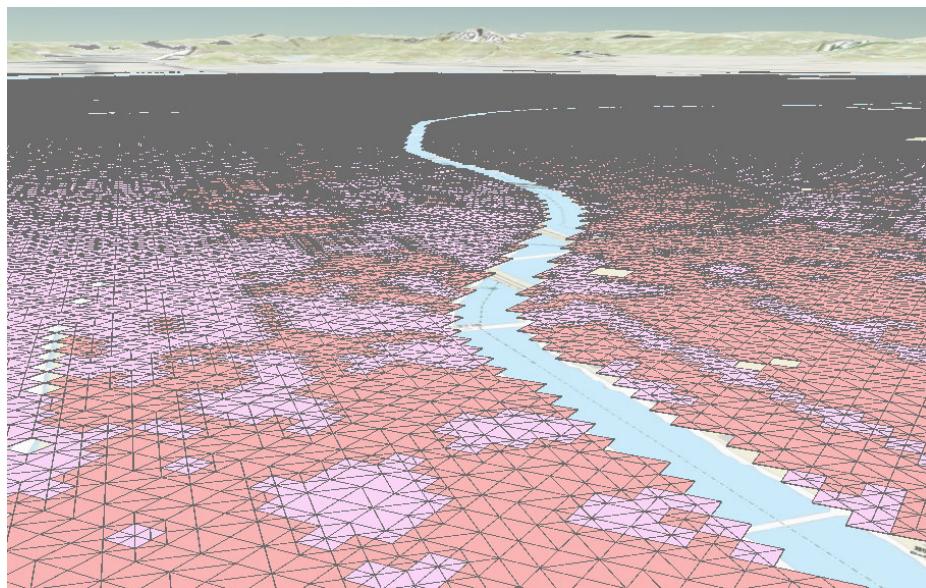
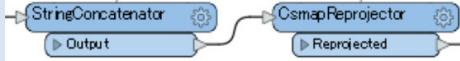
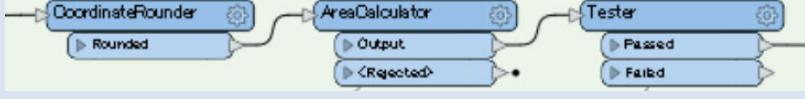


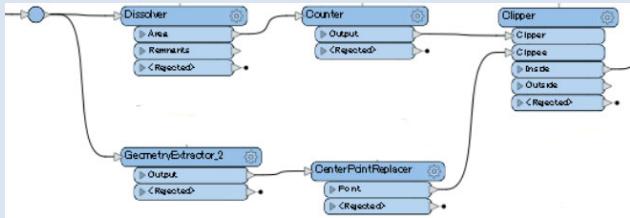
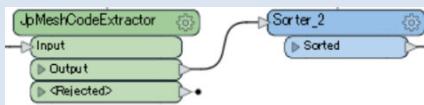
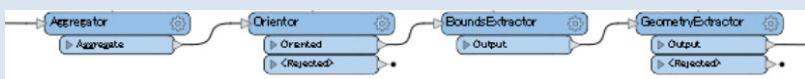
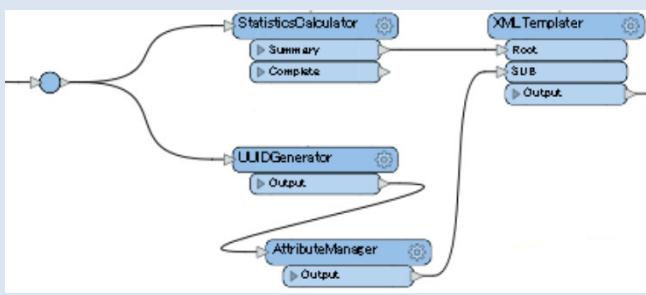
図2-27 浸水ランクごとの3Dシェーブの作成例

### (3) CityGMLへの変換

以下に、例として、Safe Software 社「FME」を使用した CityGML の作成手順を示す。

表 2-8 FME による CityGMLへの変換手順例（内水・高潮浸水想定区域 LOD1）

手順	処理内容	説明
1	ファイルの取り込み	CityGML 化する内水・高潮浸水想定区域の 3D シェーブのファイルを読み込む。 
2	浸水ランクの取得	3D シェーブのファイル名より、浸水ランクを取得する。 
3	座標処理のための準備	座標系名の文字列を作成する。 座標系を変換する。 
4	微小ポリゴンの処理	微小ポリゴンを除去する。  <b>ポイント.</b> 座標値を取得する際に、3D シェーブ作成の際に発生した微小ポリゴンを除外するため、X（経度:度）、Y（緯度:度）を小数部 8 術、Z（浸水位:m）を小数部 2 術に丸め、重複となったポイントデータを削除し、三角形ポリゴンを再作成する。 ※3D シェーブ作成の際にも、微小ポリゴンが発生しないような処理（近接ポイントの統合）は実施しているが、ソフトウェア上の処理で微小ポリゴンが発生する場合があるため、改めて微小ポリゴンを除外する処理を実施する。
5	同一ランクが連続する範囲のジオメトリの調整	境界部で誤差が生じる可能性を回避するとともに、処理のパフォーマンスを上げるため、元の水面ジオメトリを一旦中心ポイントに変換し、連続する範囲を識別するための ID を付与した後、元のジオメトリを復元する。手順は下記の通り。 <ul style="list-style-type: none"> <li>同一ランクが連続する範囲を融合する。</li> <li>範囲を識別するための ID を設定する。</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>元のジオメトリを属性として保存する。</li> <li>同一ランクが連続する範囲について、いったん中心ポイントに変換する。</li> <li>同一ランクが連続する範囲を識別する ID をポイントに付与する。</li> <li>メッシュコードを取得する。</li> <li>メッシュコード、ID 順でソートする。</li> <li>元のジオメトリ（水面）を復元する。</li> </ul> 
6	<p>メッシュコードの取得</p> <p>メッシュコードを取得する。 メッシュコード、ID 順でソートする。</p> 
7	<p>ジオメトリの記述</p> <p>同一ランクが連続する範囲ごとに集約する。 ポリゴンの向きを反時計回りに統一する。 バウンディングキューブの境界座標を取得する。 GML3.1.1 のエンコーディングルールに基づいて gml:MultiSurface を作成する。</p> 
8	<p>XML文書の作成</p> <p>ファイルごとに Envelope 計算を行う。 UUID を生成し、gml:id として、UUID に接頭辞を加えて生成する。 既定のタグに、浸水ランク（1,2,3,4,5,6）の値を記述し、XML 文書として作成する。</p> 

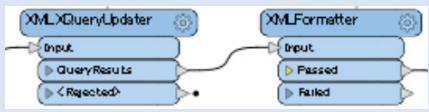
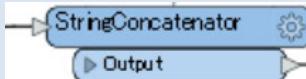
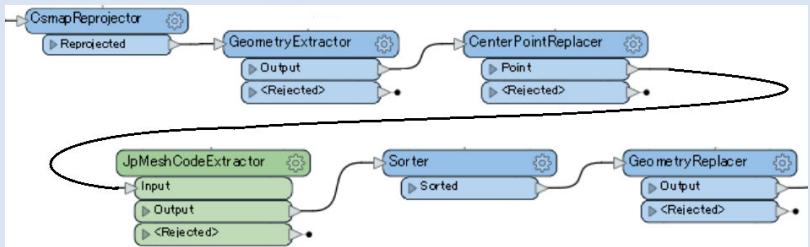
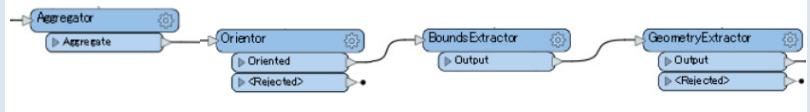
9	XML 文書の調整	<p>XML 文書はポリゴンごとに作成されるため、重複して記載された不要な属性を削除する（例://gml:MultiSurface/@gml:id、//gml:MultiSurface/@srsName、//gml:MultiSurface/@srsDimension、//gml:Polygon/@gml:id）</p> <p>XML 文書の書式を調整する。</p> 
10	CityGML の出力	<p>CityGML形式の文書として出力する。Encodingの文字コードは Unicode 8-bit (utf-8)とする。</p> <p>命名規則に従い、ファイル名を作成する。</p> 

表2-9 FMEによるCityGMLへの変換手順例（内水・高潮浸水想定区域LOD0）

手順	処理内容	説明
1	ファイルの取り込み	CityGML化する内水・高潮浸水想定区域のシェープファイルを読み込む。 
2	座標系名の作成	座標系名の文字列を作成する。 
3	2次メッシュ単位のファイルにするためのジオメトリの処理	津波浸水想定のポリゴンの境界線が、必ずしも2次メッシュの区画境界線と一致しないため、2次メッシュ区画単位のファイルにするために、複数の2次メッシュにまたがるポリゴンの振り分けを行う。 <ul style="list-style-type: none"> <li>座標系を変換する。</li> <li>元のジオメトリを属性として保存する</li> <li>中心ポイントに変換する。</li> <li>2次メッシュコードを取得する。</li> <li>2次メッシュコード、浸水ランク、浸水深でソートする。</li> <li>元のジオメトリ（水面）を復元する。</li> </ul> 
4	ジオメトリの記述	2次メッシュごとに属性セットが同じポリゴンを集約する。ポリゴンの向きを反時計回りに統一する。バウンディングキューブの境界座標を取得する。GML3.1.1のエンコーディングルールに基づいてgml:MultiSurfaceを作成する。 
5	XML文書の作成	ファイルごとにEnvelope計算を行う。UUIDを生成し、gml:idとして、UUIDに接頭辞を加えて生成する。

	<p>浸水深の小数部の桁数を調整する。</p> <p>属性名を変更する。</p> <p>既定のタグに、浸水ランク（1,2,3,4,5,6）、浸水深の値を記述し、XML 文書として作成する。</p> <pre> graph LR     SC[StatisticsCalculator] --&gt; SU[Summary]     SC --&gt; AC[AttributeRounder]     AC --&gt; AR[AttributeManager]     AR --&gt; XTM[XMLTemplater]     XTM --&gt; Root[Root]     XTM --&gt; SUB[SUB]     XTM --&gt; Output[Output]   </pre>
6	<p>XML 文書の調整</p> <p>XML 文書はポリゴンごとに作成されるため、重複して記載された不要な属性を削除する（例://gml:MultiSurface/@gml:id、//gml:MultiSurface/@srsName、//gml:MultiSurface/@srsDimension、//gml:Polygon/@gml:id）</p> <p>XML 文書の書式を調整する。</p> <pre> graph LR     XQ[XMLQueryUpdater] --&gt; Input[Input]     Input --&gt; QR[QueryResults]     Input --&gt; Rejected[Rejected]     QR --&gt; XFM[XMLFormatter]     XFM --&gt; Input2[Input]     XFM --&gt; Passed[Passed]     XFM --&gt; Failed[Failed]   </pre>
7	<p>CityGML の出力</p> <p>CityGML 形式の文書として出力する。Encoding の文字コードは Unicode 8-bit (utf-8) とする。</p> <p>命名規則に従い、ファイル名を作成する。</p> <pre> graph LR     FileOutput["File Output: &lt;@Value(_meshcode)_tnm_\$(CRS).gml&gt;"]     FileOutput --&gt; DataFileData[data_file_data]   </pre>

#### (4) 3Dレンダリング用データの作成

3Dデータを取り扱えるソフトウェアは、スムーズに描画ができるよう、独自フォーマットを採用している場合が多い。このため、直接 CityGML 形式のデータを読み込んで利用できるソフトウェアは限られる。そのため、Web ブラウザ等で表示等を行うために、データ変換を行う。

データ変換が可能なソフトウェアとしては、CityGMLへの変換の場合と同様に、様々なデータフォーマット間の変換が可能な Safe Software 社「FME」が挙げられる。

##### 2.4.4 土砂災害警戒区域データの三次元化の方法

土砂災害警戒区域データについては、「土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律」にもとづいて作成された土砂災害警戒区域、土砂災害特別警戒区域のデータ（国土数値情報 土砂災害警戒区域データなど）を使用する。

土砂災害警戒区域データについては、高さ情報を持たないため、3D シープの作成は行わない。入手したデータから、直接 CityGML、3D レンダリング用データの作成を行う。

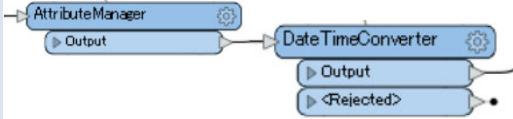
##### (1) データのチェック／加工

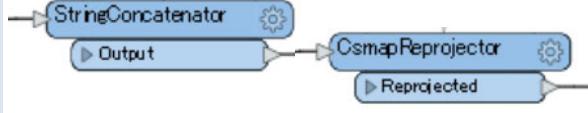
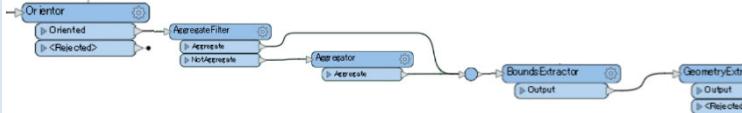
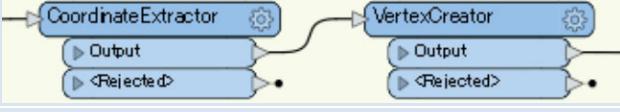
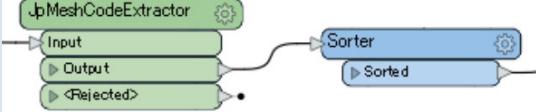
収集したデータについて、必要な情報が含まれているかどうかの確認を行う。

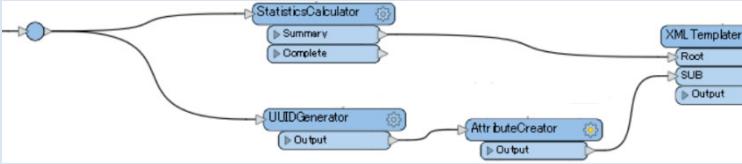
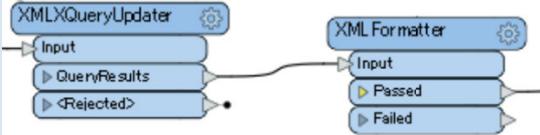
##### (2) CityGMLへの変換

以下に、例として、Safe Software 社「FME」を使用した CityGML の作成手順を示す。

**表 2-10 FME による CityGML への変換手順例（土砂災害警戒区域 LOD0）**

手順	処理内容	説明
1	ファイルの取り込み	CityGML 化する土砂災害警戒区域のシェープファイルを読み込む。 
2	属性の調整	記号で記載されているシェープファイルの属性名をわかりやすい名称に変更する。 【DateTimeConverter】 告示日（年月日）の書式を ISO 標準（XML の Date 型）に変更する。 
3	座標系の変換	座標系名の文字列を作成する。 座標系を変換する。

		
4	ジオメトリの記述	<p>ポリゴンの向きを反時計回りに統一する。</p> <p>単一ポリゴンも MultiSurface に変換されるように設定する。</p> <p>バウンディングボックスの境界座標を取得する。</p> <p>GML3.1.1 のエンコーディングルールに基づいて gml:MultiSurface を作成する。</p> 
5	2次メッシュ単位のファイルにするためのジオメトリの処理	<p>2次メッシュごとのファイルにする際に、ファイル単位となるメッシュの境界線上に存在する地物を、分割を行わずにいずれか一方の2次メッシュに含めるため、空間属性の第1点が所属するメッシュに含めるように処理を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ポリゴンの第1点のポイントの座標値を抽出し、それが所属する2次メッシュを特定する。</li> <li>・ 座標値を用い、頂点作成</li> </ul> 
6	2次メッシュコードの取得	<p>2次メッシュコードを取得する。</p> <p>2次メッシュコード、浸水ランク、浸水深でソートする。</p> 
7	XML文書の作成	<p>メッシュ区画ごとに Envelope 計算を行う。</p> <p>UUIDを生成し、gml:idとして、UUIDに接頭辞を加えて生成する。</p> <p>既定のタグに、区域区分（1: 土砂災害警戒区域（指定済）、2: 土砂災害特別警戒区域（指定済）、3: 土砂災害警戒区域（指定前）、4: 土砂災害特別警戒区域（指定前））、現象の種類（1: 急傾斜地の崩壊、2: 土石流、3: 地すべり）、都道府県コード、区域番号、区域名、所在地、告示日、特別警戒未指定フラグ（0: 特別警戒区域指</p>

		定済み、1:特別警戒区域未指定) の値を記述し、XML 文書として作成する。
		 <pre> graph LR     Start(( )) --&gt; Stat[StatisticsCalculator]     Stat --&gt; Summary[Summary]     Stat --&gt; Complete[Complete]     UUID[UUIDGenerator] --&gt; Output1[Output]     Attr[AttributeCreator] --&gt; Output2[Output]     Output1 --&gt; Attr     Attr --&gt; Output2     Output2 --&gt; Root[XMLTemplater]     Root --&gt; RootOutput[Output]   </pre>
8	XML 文書の調整	<p>XML 文書はポリゴンごとに作成されるため、重複して記載された不要な属性を削除する  (例://gml:MultiSurface/@gml:id、  //gml:MultiSurface/@srsName、  //gml:MultiSurface/@srsDimension、  //gml:Polygon/@gml:id)</p> <p>XML 文書の書式を調整する。</p>  <pre> graph LR     XQuery[XMLXQueryUpdater] --&gt; Input1[Input]     XQuery --&gt; QueryResults[QueryResults]     XQuery --&gt; Rejected[Rejected]     Input1 --&gt; Formatter[XMLFormatter]     QueryResults --&gt; Formatter     Rejected --&gt; Failed[Failed]     Failed --&gt; Passed[Passed]     Passed --&gt; XMLOutput[XML]   </pre>
9	CityGML の出力	<p>CityGML 形式の文書として出力する。Encoding の文字コードは Unicode 8-bit (utf-8)とする。</p>  <pre> graph LR     Transform[...] --&gt; FileOutput[data_file,data]   </pre>

### (3) 3D レンダリング用データの作成

3D データを取り扱えるソフトウェアは、スムーズに描画ができるよう、独自フォーマットを採用している場合が多い。このため、直接 CityGML 形式のデータを読み込んで利用できるソフトウェアは限られる。そのため、Web ブラウザ等で表示等を行うために、データ変換を行う。

データ変換が可能なソフトウェアとしては、CityGML への変換の場合と同様に、様々なデータフォーマット間の変換が可能な Safe Software 社「FME」が挙げられる。

## 2.5 3D都市モデル（建物モデル）への災害リスク情報の属性の付与

### 2.5.1 3D都市モデルの建物モデルに付与する災害リスクの属性情報

3D都市モデルの建物モデルに、必要に応じて属性情報として下記の災害リスク情報を追加する。建物モデルに災害リスク情報を付与することで、あくまで便宜上ではあるが、建物ごとに災害リスクを確認することができるため、自宅や勤務先の災害リスクがどのくらいなのかなど、地域住民に対してより感覚的に災害リスクの情報提供を行うことが可能となる。

表 2-11 建物モデルに付与する災害リスク情報

対象データ	付与する情報
① 洪水浸水想定区域	計画規模/最大想定規模の区別 浸水ランク 浸水深 浸水継続時間
② 内水浸水想定区域	浸水ランク 浸水深
③ 高潮浸水想定区域	浸水ランク 浸水深
④ 津波浸水想定	浸水ランク 浸水深
⑤ 土砂災害警戒区域 ／土砂災害特別警戒区域	区域区分（土砂災害警戒区域/土砂災害特別警戒区域） 現象区分（急傾斜地の崩落/土石流/地すべり）



図 2-28 建物への災害リスク情報の属性付与のイメージ

### 2.5.2 3D都市モデルの建物モデルへの災害リスク情報の付与方法

3D都市モデルの建物モデルに対し、水防法に基づき作成された浸水想定区域図データ、津波防災地域づくりに関する法律に基づいて作成された津波浸水想定データ、水防法に基づいて作成された内水浸水想定区域図、高潮浸水想定区域図のデータ、土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律にもとづいて作成された土砂災害警戒区域、土砂災害特別警戒区域のデータの情報を属性として付与する。

作成にあたっては、GISソフトウェアを利用する。

#### (1) 建物モデルと災害リスク情報の GIS ソフトウェアでの読み込み

GISソフトウェア上で、建物モデルのデータと災害リスク情報を読み込み、重畳する。

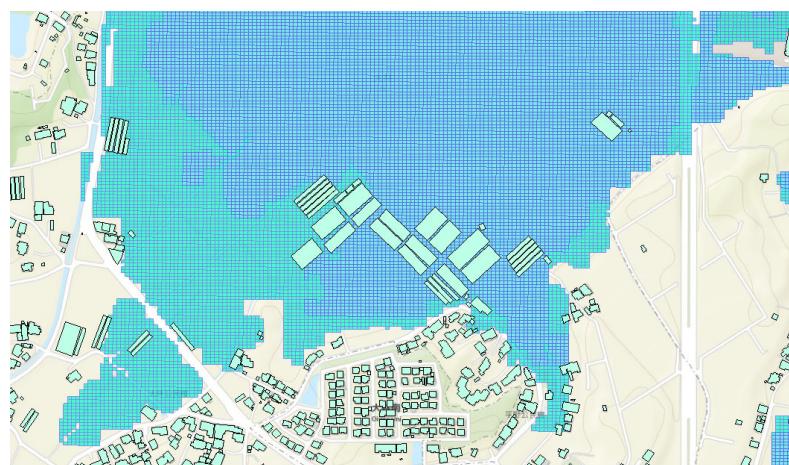


図 2-29 GIS ソフトウェア上の建物データと 3D 災害リスク情報の重畳

#### (2) 空間解析による属性付与

GISソフトウェアの空間結合機能を使用して、建物モデルの属性に、建物モデルの空間範囲に重なる災害リスク情報の属性を結合する。

**ポイント.** 災害リスク情報のうち、洪水、内水、高潮、津波のデータは、5m もしくは 10m のメッシュデータである。複数の浸水想定区域のメッシュに建物が跨って存在する場合は、面積割合が最も大きい浸水想定区域の値を採用する。面積割合が等しい場合は、安全面等を考慮し、より危険な浸水想定区域の値を採用する。

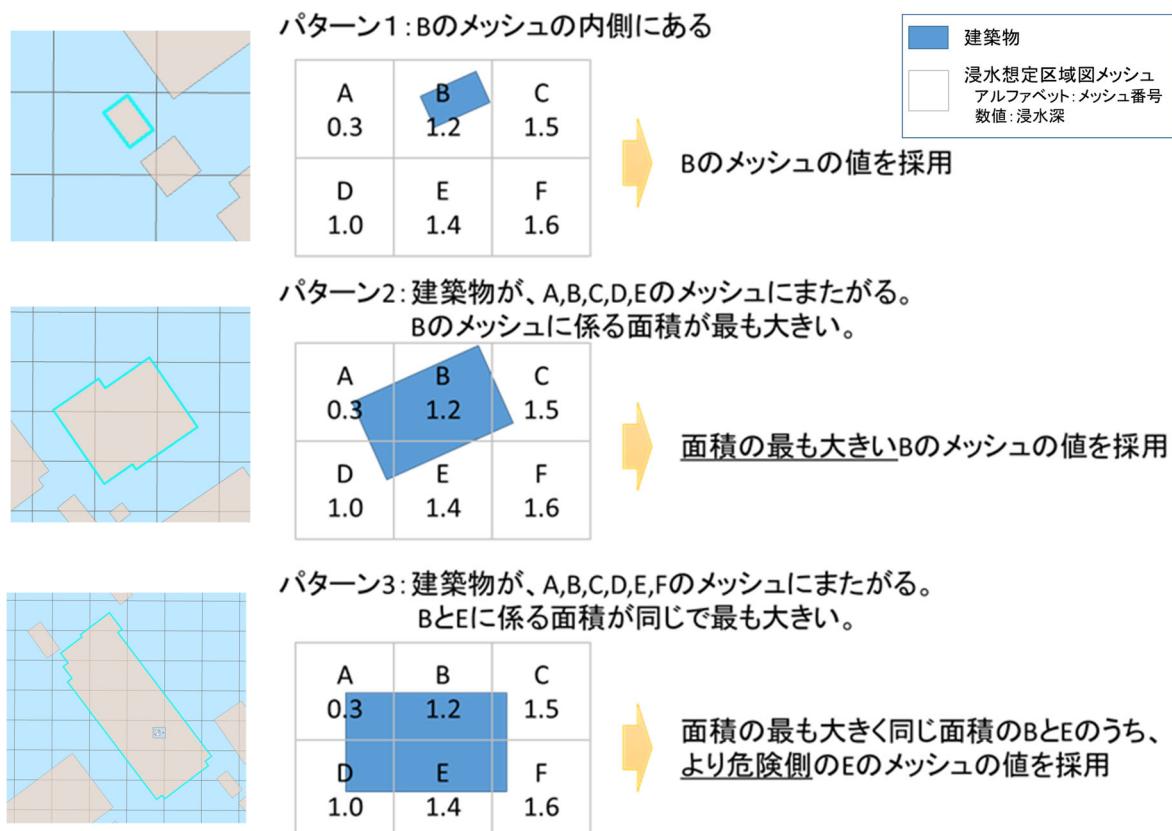


図 2-30 複数のメッシュにまたがる場合の属性付与方法

**ポイント.** 浸水深のメッシュサイズは、5m メッシュで作成され、浸水継続時間のメッシュサイズは、25m メッシュで作成されることが多い。作成の過程で、浸水継続時間の25m メッシュと浸水深の5m メッシュが一致しないことがある。

**ポイント.** 浸水継続時間は、浸水深 50 cm 以上の浸水継続時間を示したものである。浸水深があっても、継続時間のデータがない場合があるということは意識しておく必要がある。

## 2.6 品質評価

「3D都市モデル標準製品仕様書」の「6データ品質」に従い、品質評価を行う。

品質評価手法としては、品質要求項目に応じて、①全数・自動検査、②全数・目視検査、③抜取・目視検査、④抜取検査のいずれかの手法で実施する。抜取検査を実施する場合は、総面積の2%を基本とする。

なお、品質評価システムは、オープンソースとしてGitHubにて公開されている。

**表 2-12 品質評価：洪水浸水想定区域図、津波浸水想定、高潮浸水想定区域、内水浸水想定区域**

検査内容	検査項目	検査方法
完全性	データ製品内に、同じ gml:id が存在しない	全数・自動検査
	作成された浸水想定区域が、元データの範囲と一致する	全数・目視検査
	作成時の問題に起因する微小ポリゴンを含まない	全数・自動検査
論理一貫性	XML 文書として正しい構文である	全数・自動検査
	XMLSchema が規定する構造に対し、妥当な XML 文書である	全数・自動検査
	定義していない地物型が含まれていない	全数・自動検査
	コードリストで定義されたコード値が一致している	全数・自動検査
	空間座標参照系のコードが規定のコードである	全数・自動検査
	座標値に含まれる、緯度、経度、標高が、当該河川流域（洪水浸水想定区域図の場合）、都道府県（津波、高潮、内水浸水想定の場合）の空間範囲に含まれる	全数・自動検査
	gml:Polygon の境界を構成するすべての座標値が同一平面上になければならない	全数・自動検査
	全ての gml:Triangle のインスタンスの始点と終点が一致する 4 点の座標値から構成されている	全数・自動検査
	ml:TriangulatedSurface の境界が閉じていない	全数・自動検査
位置正確度	データ集合内の水平位置の座標と、元データの水平位置の座標との誤差の標準偏差が、水平距離 1.75m 以内である	抜取検査
主題正確度	主題属性が、元データの属性値と一致する	抜取検査

表 2-13 品質評価：土砂災害警戒区域

検査内容	検査項目	検査方法
完全性	データ製品内に、同じ gml:id が存在しない	全数・自動検査
	作成された土砂災害警戒区域の箇所数が、元データの箇所数と一致する	全数・自動検査
論理一貫性	XML 文書として正しい構文である	全数・自動検査
	XMLSchema が規定する構造に対し、妥当な XML 文書である	全数・自動検査
	定義していない地物型が含まれていない	全数・自動検査
	コードリストで定義されたコード値が一致している	全数・自動検査
	空間座標参照系のコードが規定のコードである	全数・自動検査
	座標値に含まれる、緯度、経度、標高が、当該自治体の空間範囲に含まれる	全数・自動検査
	gml:Polygon の境界を構成するすべての座標値が同一平面上になければならない	
	データ集合内の水平位置の座標と、元データの水平位置の座標との誤差の標準偏差が、水平距離 1.75m 以内である	抜取検査
	主題属性「名称」(gml:name) 及び「分類」(gen:class) の値が正しい	全数検査
位置正確度	gen:lod0Geometry により保持または参照する幾何オブジェクトの型が、gml:MultiSurface である	全数・自動検査

## 2.7 3D 災害リスク情報の更新

3D 災害リスク情報は、それぞれ法律に基づいて整備されている情報であり、河川整備の進捗、土地利用の大規模な変更、土地改変による地盤高の変更等により、その元となる洪水浸水想定区域、津波浸水想定、高潮浸水想定区域、内水浸水想定区域、土砂災害警戒区域に関する情報が更新されたタイミングで更新することが望ましい。

洪水浸水想定区域について、国管理河川においては法律で作成を義務付けられている河川 448 河川すべてが作成済みであるが、都道府県管理河川では対象河川 1689 河川のうち作成済みの河川は 1,579 河川（令和 2 年 7 月末時点）である（出典：洪水浸水想定・洪水ハザードマップ公表状況 ([https://www.mlit.go.jp/river/bousai/main/saigai/tisiki/syozaiti/pdf/06shinsui-hm\\_r0212.pdf](https://www.mlit.go.jp/river/bousai/main/saigai/tisiki/syozaiti/pdf/06shinsui-hm_r0212.pdf))）。また、令和 3 年 2 月に閣議決定された水防法改正に伴い、対象河川は 17,000 河川程度へと拡充されることになっており、令和 3 年度以降も順次作成されることになるため、それに合わせて作成・更新を行う。

土砂災害警戒区域については、順次区域指定が実施されている状況にある（令和 2 年 12 月末時点で、基礎調査を実施し公表済の区域数 676,771 に対し、土砂災害警戒区域指定数は 640,810（出典：全国における土砂災害警戒区域等の指定状況 (<https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sabo/content/001389225.pdf>)）。また、区域指定完了後も、土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律に基づきおおむね 5 年ごとに再度基礎調査を実施することになっている。指定の状況等を踏まえて、更新を行う。

建物モデルに付与した災害リスク情報については、災害リスク情報の更新とは別に、建物モデルの更新の際に合わせて実施する。

**表 2-14 3D 災害リスク情報の更新時期**

3D リスク情報の種類	望ましい更新時期
洪水浸水想定区域、津波浸水想定、高潮浸水想定区域、内水浸水想定区域	見直し等が行われたタイミング
土砂災害警戒区域	区域の指定、見直しが行われたタイミング
建物モデルに付与した災害リスク情報	建物モデルの更新が行われたタイミング

## 第3章

# 3D 災害リスクデータの活用方法

### 3.1 地域の防災意識向上

災害リスク情報を3D都市モデル上によりわかりやすい形で視覚化することで、地域住民等が災害をよりリアルに、かつ疑似的に体験することができる。これを通じて、災害リスクを自分事として捉えるきっかけとなるなど、防災意識の向上につなげることが可能となる。

#### 1) 小中学校における防災教育

小学校・中学校においては、地域の防災について学習することが小学校・中学校学習指導要領に示されている。学校では、ハザードマップを通じて、地域の災害リスクを把握し、児童・生徒自身や家庭の避難行動等を考えるグループワークを導入した授業等が行われている。

このような授業においては、タブレット等を用いて、児童・生徒が自身の住む町の3D都市モデルに洪水等の災害リスクを重ね合わせて見ることで、身近な建物がどの程度浸水するのか、通学路において危険な箇所はどこかといった災害リスク情報を実感により近い形で把握し、イメージすることが可能となる。また、災害リスクをより身近に感じることができるために、防災に対する意識を養うことができる。また、災害時における具体的な避難行動の在り方を考えるきっかけを提供することもできる。小中学校における防災教育は、家庭や地域でのリスクコミュニケーションを促し、生徒自身だけでなく、地域ぐるみでの防災意識の向上にも寄与することが期待される。



地域や関係機関と連携した防災教育  
出典：水害ハザードマップの利活用事例集  
伊勢市

## 2) 地域の避難訓練

自主防災組織、学校、企業等は、災害発生時における災害リスクに係る情報収集、被害を避けるための最適な避難行動、避難先での安否確認等の避難訓練を行っている。特に、地域防災計画に定められた洪水等の浸水想定区域内及び土砂災害警戒区域内の要配慮者施設では、平成29年6月の水防法等の一部改正に伴い、避難確保計画の作成、避難訓練の実施が義務付けられている。

実際の避難訓練に合わせて、例えばVRを用いて3D都市モデル上で洪水等の災害を再現することで、従来の避難訓練では体験できない災害発生時の疑似体験をすることが可能となる。訓練参加者が想定される被災の程度や、避難経路や避難先となる避難施設の把握の必要性についての理解を深めるとともに、いざというときにとるべき行動を考えるきっかけとなることが期待できる。また、避難訓練の時間・場所を選ばず実施できることから、参加機会を増やし、より効率的な実施に繋げることも可能となる。



VRを用いた災害の疑似体験  
出典：品川区 防災体験 VR

### 3.2 危機管理体制の強化

精緻に再現された3D都市モデル上で災害をシミュレーションすることで、災害対応上の課題をより正確に把握し、課題に対してより実効性のある具体的な対策を立案することが可能となる。

#### 1) 災害対応に係る防災計画等の立案と図上演習

大規模災害発生時には、国や自治体、警察、消防、自衛隊等が連携し、災害発生前の予警報・避難情報の発表、水防活動の実施、発災後の救助救出（さらには医療搬送）、消火活動、被害状況調査、物資輸送、応急復旧等の各種活動を行うこととなる。この災害対応の実行性を高めるため、各機関では単独または合同で、対応の手順等を示した防災計画やマニュアルを立案し、さらに防災計画等を検証するため、地図等を用いた図上演習や、実際に使用する機器等を用いて作業手順を確認する実動訓練を行っている。

防災計画等を立案する際には、3D都市モデルに地域の災害リスクを重ね合わせ、都市スケールで災害リスクを把握することで、検討の参考とすることができる。例えば、被害が想定されるエリアの分布から被害状況等を効率的に把握するための最適な映像機器の設置箇所の検討を行ったり、建物高さと浸水深の関係から救助ヘリ等が救助可能な施設の選定を行ったりすることが可能となり、必要に応じて災害協定を締結する等、都市全体を見渡した防災計画の立案に寄与することが期待できる。また図上演習では、1つの演習の中で、災害リスクの種類、大きさや範囲、屋根形状等を踏まえ、上空からの救助と救助艇を使った地上からの救助等のより効果的な対策を検討する等、実働に近い環境下での図上演習を実施することができる。



浸水ランクと屋根形状を表示した建物  
出典：PLATEAU HP



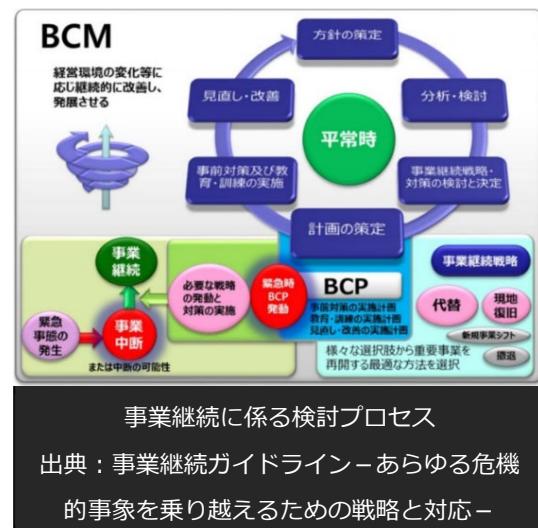
災害図上訓練 (DIG)  
出典：国土交通省  
水防災意識社会 再構築ビジョン 取組事例

## 2) 民間企業の事業継続計画（BCP）の検討

民間企業においては、災害や事故で被害を受けた場合でも、重要業務を中断させないこと、または中断しても可能な限り短い期間で再開することを目指すため、バックアップのシステムやオフィスの確保、即応した従業員の確保、迅速な安否確認等の事業継続に係る取り組みをとりまとめた「事業継続計画」（BCP：Business Continuity Plan）を作成することが望ましい。

業種によっては、業務の特性から沿岸部等の災害リスクを有するエリアへ施設を配置せざるを得ない場合もあり、特に災害リスクを踏まえた業務継続が大きな課題となっている。

3D都市モデルを活用した災害リスク情報の可視化は、民間企業が BCP を作成する際の参考資料とすることも出来る。災害リスクの程度やその範囲を具体的に把握することで、立地エリアの選定、浸水により使用が困難になる設備等の事前の把握、サプライチェーン維持のための経路検討等が可能となり、事前に災害リスクへの対策を講じることができる。また、見直した配置をサイバー空間上に再現することを通じて、平常時の業務や災害時の対応に支障がないかについて検証することも可能となる。



事業継続に係る検討プロセス

出典：事業継続ガイドライン－あらゆる危機的事象を乗り越えるための戦略と対応－

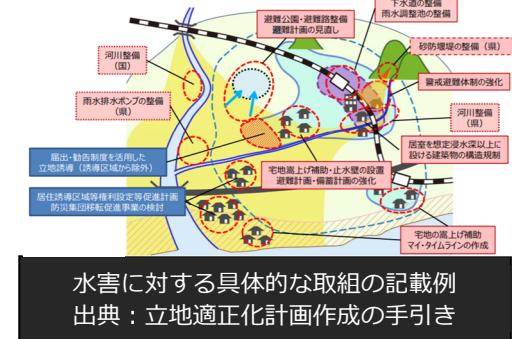
### 3.3 災害に強い都市構造の立案

三次元空間で災害リスクを分析・評価することで、浸水リスクのあるエリアにおいて、1階をピロティ構造とした場合や2階以上に避難スペースを設けた場合の支援措置を導入するなど、災害リスクに対して強靭な都市構造の検討やそのための防災まちづくり施策の立案（立地適正化計画における防災指針など）が可能となる。

#### 1) 防災指針の立案

都市再生特別措置法等の一部を改正する法律（令和2年6月10日公布）により、市町村は居住誘導区域内の防災対策を盛り込んだ防災指針を立地適正化計画に示すこととされている。また、防災指針の検討にあたっては、災害リスク分析・評価を踏まえ、居住誘導区域における防災・減災対策の取り組み方針・対策の検討を行うことが必要であるとされている。

個々の建物の災害リスクだけでなく、地区・街区スケールで災害リスクを把握することで、効果的で最適な都市機能の維持に向けた防災指針の作成が可能となる。また、これを踏まえた都市構造の再構築やインフラ整備を図ることもできる。さらに、災害リスクをよりリアルに実感できることによる地域の防災意識の向上と、これによる関係者間の連携強化が期待できるなど、災害リスクに応じたより具体的な防災まちづくりの推進が可能となる。



水害に対する具体的な取組の記載例  
出典：立地適正化計画作成の手引き