

# 地形を対象とした3次元製図基準に関する研究

窪田 諭<sup>1</sup>・中村 健二<sup>2</sup>・重高 浩一<sup>3</sup>・今井 龍一<sup>3</sup>・櫻井 淳<sup>4</sup>

<sup>1</sup>正会員 関西大学准教授 環境都市工学部 (〒564-8680 大阪府吹田市山手町3丁目3番35号)

E-mail: skubota@kansai-u.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 大阪経済大学准教授 情報社会学部 (〒533-8533 大阪市東淀川区大隈2丁目2番8号)

E-mail: k-nakamu@osaka-ue.ac.jp

<sup>3</sup>正会員 国土交通省国土技術政策総合研究所防災・メンテナンス基盤研究センターメンテナンス情報基盤研究室 (〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地) / 関西大学大学院総合情報学研究科連携大学院客員教授

E-mail: {shigetaka-k258, imai-r92ta}@nilim.go.jp

<sup>4</sup>学生会員 関西大学大学院 総合情報学研究科 (〒569-1095 大阪府高槻市霊仙寺町2丁目1番1号)

E-mail: k400448@kansai-u.ac.jp

社会基盤施設の3次元モデルと密接な関連を有する地形については、施設と地形の密接な関連を考慮した上で、その3次元での取得と利用を促進することが必要である。しかし、取得した地形データを3次元で作成するための定義と基準が存在しないため、3次元地形の表記としての描き方とビューのガイドラインである「地形を対象とした3次元製図基準」が必要である。本研究では、地形の3次元データを取得・整備し、円滑に流通する環境を構築することを目的に、3次元地形の描き方とビューを定義する「地形を対象とした3次元製図基準」について検討し、構成項目(目次案)と検討項目をまとめた。これは、3次元製図基準を策定するための基礎資料となり、3次元地形の描き方とビューを検証する3次元ブラウザにつながるものである。

**Key Words :** *Three-dimensional Data, Standardization, Landform, CIM*

## 1. はじめに

社会基盤施設の3次元モデルはCIM (Construction Information Modeling) の実現の中核をなすものであり、3次元モデル作成のために3次元の図形の描き方を定義し、標準化することが必要である。しかし、現在の土木製図基準<sup>1)</sup>は2次元を対象としており、3次元を対象とした製図の定義がなく、土木製図基準も策定されていない。したがって、3次元の図形の描き方を定める「3次元製図」に関する定義と基準が必要である。

社会基盤施設の3次元モデルと密接な関連を有する地形については、施設の計画、設計段階では現状の地形を元に実施され、施工段階においては現状、掘削時、完成時などにおいて異なり、維持管理段階においては地滑りや土砂崩落などの被害への対応が急務であるなど、施設と地形の密接な関連を考慮した上で、その3次元での取得と利用を促進することが必要である。しかし、地形データについては、3次元にてその取得が進んでいるにもかかわらず、業務段階を跨って十分に活用されているとは言い難い。取得した地形データを3次元で作成するための定義と基準が存在しないため、3次元地形の表記

としての描き方とビューのガイドラインである「地形を対象とした3次元製図基準」が必要である。

そこで、本研究では、地形の3次元データを取得・整備し、円滑に流通する環境を構築することを目的に、3次元地形の表記としての描き方とビューを定義する「地形を対象とした3次元製図基準」について検討する。ここでは、既存の仕様における表記を参考に、3次元製図を定義し、3次元図形の描き方の共通事項と地形特有の事項を整理して、地形を対象とした3次元製図基準の構成項目を提案する。その上で、地形を対象とした3次元製図基準を策定するための検討項目をまとめる。これは、今後、3次元製図基準を策定するための基礎資料となり、3次元地形の描画とビューを検証するための3次元ブラウザの開発につながる点に意義がある。なお、本研究は、一般財団法人日本建設情報総合センター社会基盤情報標準化委員会の小委員会検討テーマとして、「地形を対象とした3次元製図基準検討小委員会」を組織し、2013年11月から2014年6月に5回の小委員会によって検討した成果である。本小委員会は、大学、国土交通省、測量関係企業、CAD/ITベンダ、地図調製企業の計13名によって構成された。

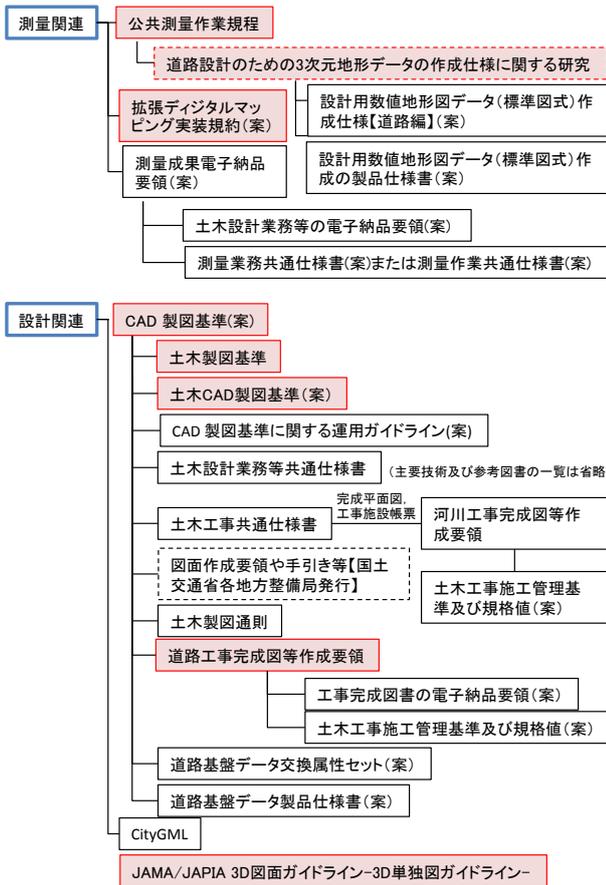


図-1 既存仕様の関連性

## 2. 3次元地形データに係わる既存仕様と利用場面の整理

3次元地形データに係わる既存仕様と利用場面を整理するために、既存の仕様の調査と小委員会参画者へのヒアリングによる利用場面の調査を行った。

### (1) 3次元地形データに係わる既存仕様の調査

3次元地形データに係わる共通性の高い基準類と項目を整理するために、関連する既存仕様を調査した。対象とした仕様は、土木製図基準 [2009年改訂版]<sup>1)</sup>、土木CAD製図基準(案)<sup>2)</sup>、CAD製図基準(案)<sup>3)</sup>、3D図面ガイドライン-3D単独図ガイドライン-<sup>4)</sup>、道路工事完成図等作成要領(第2版)<sup>5)</sup>、道路設計のための3次元地形データの作成仕様に関する研究<sup>6)</sup>、公共測量作業規程の準則<sup>7)</sup>、拡張デジタルマッピング実装規約(案)改訂版<sup>8)</sup>である。以上の8つの基準類の概要をまとめるとともに、図-1に示すように、既存仕様の関連性を図化した。また、図-2に示すように、これらの基準類が対象とする測量・調査、設計、施工の各フェーズに図化して整理した。これらの図化結果より、3次元地形モデルを測量・調査、設計、施工、維持管理で利用する際に関連する既

	測量・調査	設計	施工
2次元	公共測量作業規程	CAD製図基準(案)	
	測量成果電子納品要領(案)	土木製図基準	
	測量業務共通仕様書(案)	土木CAD製図基準(案)	
		CAD製図基準に関する運用ガイドライン(案)	
		土木製図通則	
3次元	土木設計業務等の電子納品要領(案)		土木工事共通仕様書
	土木設計業務等共通仕様書		土木工事施工管理基準及び規格値(案)
			工事完成図書の電子納品要領(案)
			道路工事完成図等作成要領
			道路基盤データ交換属性セット(案)
			河川工事完成図等作成要領
	拡張デジタルマッピング実装規約(案)		
	設計用数値地形図データ(標準図式)作成仕様【道路編】(案)		
	設計用数値地形図データ(標準図式)作成の製品仕様書(案)		

分類: 共通 道路 河川

図-2 既存仕様の整理(各フェーズ)

存仕様を整理できた。これらの整理結果は、3次元地形データの利用場面を考慮して3次元製図基準を検討する際の元資料として使用し、関連する条項を抽出して3次元製図基準に反映させることを考える。

本研究で特に参照できる既存仕様として、3D図面ガイドライン-3D単独図ガイドライン-と道路設計のための3次元地形データの作成仕様に関する研究が挙げられる。3D図面ガイドライン-3D単独図ガイドライン-では、3D単独図を製品モデルと製品特性(アノテーション、属性)を表した3Dモデルと、製品特性(注記など)および管理情報を3Dモデルから独立した情報として表すものと定義し、3D単独図を作成するための方法を国際規格ISOに準拠して記している。道路設計のための3次元地形データの作成仕様に関する研究では、公共測量作業規程の準則に基づいて、設計用の数値地形図データ作成仕様を定義している。そこでは、作成する3次元モデルの利用用途に応じて、3次元として取得・描画するレベルが設定されている。

### (2) 3次元地形データに係わる利用場面の調査

3次元地形データに係わる利用場面の調査として、3次元地形モデルが地形を対象とした3次元製図基準に従って作成される場合のニーズと利用場面を測量業界やCADベンダ、地図調製企業が提供するサービスやソフトウェアを参考に抽出した。抽出結果を表-1に示す。表では、利用場面を調査・計画、設計・施工、運用・維持管理およびその他に分類して整理した。地形を対象とした3次元製図基準に従い、3次元CADソフトによって高精度な3次元地形モデルが作成されることにより、高精度

表-1 3次元地形データの利用場面

業務段階	利用場面
調査・計画	<ul style="list-style-type: none"> <li>・道路の線形計画</li> <li>・景観シミュレーション</li> <li>・防災シミュレーション</li> </ul>
設計・施工	<ul style="list-style-type: none"> <li>・関係者間のより正確なイメージの共有</li> <li>・概略の土量算出</li> <li>・縦横断面の現況データの自動生成</li> </ul>
運用・維持管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>・林道や法面の管理</li> <li>・埋設管の干渉チェック</li> <li>・トンネル内のケーブル接続位置の確認</li> <li>・災害予防対策（急崖など危険箇所の把握）</li> <li>・災害復旧の計画立案</li> <li>・災害原因分析での利用</li> </ul>
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>・カーナビゲーションでの難交差点案内の補助コンテンツ</li> <li>・高精度・高密度な標高・勾配</li> <li>・データを有する地図データの調製</li> <li>・勾配情報を加味した経路誘導システム（災害時誘導ルート、エコルート）</li> <li>・空間設計・シミュレーション</li> <li>・ロボット制御用データ（自動運転車、農耕機械の自動走行）</li> </ul>

なデータの整備とそれを活用した業務支援での利用場面が多いと考える。

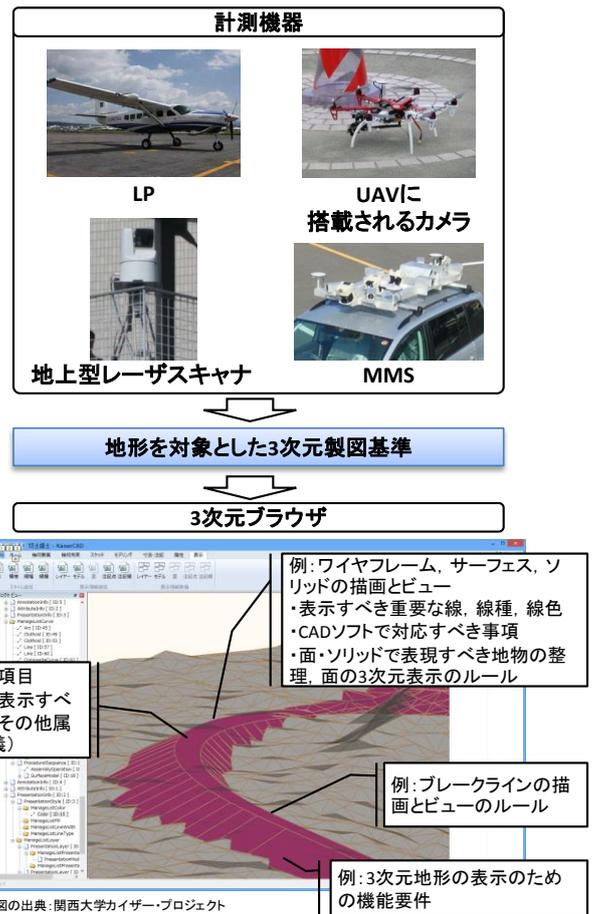


図-3 3次元地形の表示に関する検討イメージ

### 3. 地形を対象とした3次元製図の定義

3次元製図は、これまでの社会基盤情報の標準化活動において検討されておらず、明確に定義されていない。そこで、本研究で検討する地形を対象とした3次元製図基準を定義し、検討範囲を明確にした。定義を次に示す。

- 地形のみを対象とし、ドメインに共通する地形の共通編を作成する。対象とする地形は、道路、橋梁、河川などの既設地物を含む地形および新設造成地（盛土、切土）とする。
- 3次元CADソフトを用いた地形の3次元モデルの表記（描き方とビュー）を対象とする。紙図面への表記と3次元CADデータの交換フォーマットは対象外とする。
- 地形の3次元モデルの取得の仕方と取得分類については、公共測量作業規程の準則、設計用数値地形図データ（標準図式）作成仕様【道路編】（案）などを参照し、地形を対象とした3次元製図基準に採用する。なお、計測機器によって利用用途や精度が異なるため、計測機器による地形データの取得を考慮する。

本研究における3次元地形の表示に関する検討イメー

ジを図-3に示す。ここでは、LP (Laser Profiler)<sup>9)</sup>、UAV (Unmanned Aerial Vehicle) に搭載されるカメラ、地上型レーザスキャナ、MMS (Mobile Mapping System)<sup>10)</sup>などの特性の異なる様々な計測機器から計測された地形データを設計や施工業務に利用するために、3次元表示するための基準を作成する。これらの計測機器によって3次元地形を計測し利用することを考慮して、3次元地形の作成者のための描画ルールと3次元地形を利用者と3次元CADソフトが理解するための表示ルールについて検討する。これを3次元地形描画ガイドライン（仮称）とする。この検討においては、3次元地形を作成するワイヤフレーム、サーフェス、ソリッドにおいて表示すべき地物、幾何情報および属性項目などの規定が必要である。これは、3次元地形データを表示するための3次元CADブラウザの機能要件を検討するための基礎資料となり得る。

3次元地形描画ガイドラインと地形を対象とした3次元製図基準によって、3次元地形の描き方と表示に関する取り決めが明確になることにより、3次元CADブラウザの機能要件を検討できる（図-4）。将来的には、地形を

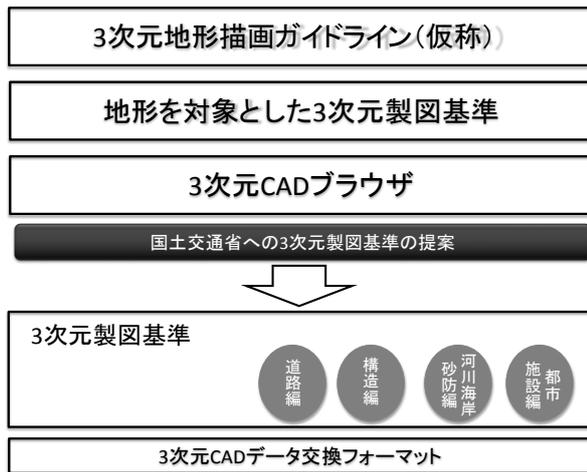


図4 地形を対象とした3次元製図基準の展開

対象とした3次元製図基準をもとに構造や河川などのドメイン毎の3次元製図基準と3次元CADデータ交換フォーマットを策定することを考える。

#### 4. 地形を対象とした3次元製図基準の構成項目

地形を対象とした3次元製図基準の定義にもとづき、基準の目次案である構成項目(案)を検討した。検討した構成項目(案)を表-2に示す。

##### (1) 総則

###### a) 概要

1-1. 概要では、本基準の定義と位置づけを明確にする。この内容は、3章にて既述したものである。

###### b) 適用

1-2. 適用では、本基準の適用範囲として、建設事業において、3次元CADシステムを用いて地形の3次元モデルを作成するために、その表記(描き方とビュー)に係わる基準を定めるものであること、および3次元地形モデルの利用用途を特に定めず基準を策定することとする。

###### c) 地形を対象とした3次元モデルの作成における考え方

1-3. では、3次元モデルの作成には地形データを計測するための様々な機器が利用されており、これらの特性を考慮する必要がある。そのため、取得方法や計測機器の違いを考慮し、地形を3次元CADシステムによって表記する基準とする。

##### (2) 地形を対象とした3次元製図基準

2. 地形を対象とした3次元製図基準においては、基準として定めるべき適合性クラス、座標系、管理情報の表

表-2 地形を対象とした3次元製図基準の構成項目(目次案)

大分類	小分類
1. 総則	1-1 概要
	1-2 適用
	1-3 地形を対象とした3次元モデルの作成における考え方
	1-4 用語の定義
2. 地形を対象とした3次元製図基準	2-1 次元の考え方
	2-2 適合性クラス
	2-3 3次元モデルの作成レベル
	2-4 座標系
	2-5 管理情報および表題欄
	2-6 地形の3次元モデルの作成に係わる一般事項
	2-7 アノテーションの表記
	2-8 使用する点
	2-9 使用する線
	2-10 使用する面
	2-11 対象地物

示、アノテーション、使用する点・線・面の描画、対象地物を策定する必要がある。基準の策定にあたっては、管理情報やアノテーションの表示などソフトウェア側の創意工夫によって対応すべき内容と使用する線・点・面の表示など基準として対応すべき内容を明記する。本基準では、既存地物を対象としているため、道路、道路施設、鉄道、鉄道施設、建物、河川、法面および基準点を対象地物と選定することを考える。

###### a) 次元の考え方

2-1. 次元の考え方では、地形の3次元モデルの位置づけを示す。具体的には、地形の3次元モデルを3次元CADシステムで表記するために、従来2次元で扱っていたデータを3次元にする必要がある。ただし、その利用用途に応じて、全ての地形データを3次元にする必要はない。そこで、地形を表現するために必要な地表に存在する地物のうち、3次元で描画する地物を抽出し定義する。このとき、地表面のデータについては、TIN (Triangular Irregular Network) による表記が利用されることを考慮する。今後は、3次元モデルのX-Y, X-Z, Y-Z断面での可視化方法を検討する。

###### b) 適合性クラス

2-2. 適合性クラスでは、ISO10303 (STEP: Standard for the exchange of product model data) のAP203の適合性クラスを参照し、本基準の適合性クラスを示す。表-3に示すように、ISO10303/AP203ではワイヤフレームモデル、サーフェスモデル、ソリッドモデルなど、CC1からCC6

表-3 対象とする適合性クラス

CC	適合性クラス名	本基準の対象
1	製品構造と形態管理	—
2	3次元ワイヤフレームモデル/サーフェスモデル	—
3	位相付きワイヤフレームモデル	等高線やブレイクライン描画, 基準点の表現
4	位相付きサーフェスモデル	地表面の描画, 面の接続, 基準点の表現
5	多面体モデル	—
6	ソリッドモデル	要検討

まで6段階の適合性クラスを定めている。そこで、本基準では等高線やブレイクラインを描くためにCC3、および地表面を描画し、面の接続を考慮するためにCC4を対象とする。また、基準点などは、CC3およびCC4で規定される幾何要素の「点」に該当する。そのため、測地座標系での点の取り扱いを検討する必要がある。なお、体積計算や干渉計算などに必要なソリッド(CC6)は当面対象としないが、その採否を検討する必要がある。今後は、適合性クラスと地物を関連させて考え、適合性クラスで対象とする地物を検討する。

c) 3次元モデルの作成レベル

2-3. 3次元モデルの作成レベルでは、作成する3次元モデルの利用用途に応じて、3次元として取得・描画するレベルを設定する。設計用数値地形図データ(標準図式)作成仕様【道路編】(案)では、道路設計を目的として、表-4に示す3つの作成レベルを定めている。本基準では、業務目的に応じて必要な範囲の地形を取得して描画する。さらに、その目的に必要な道路、鉄道、河川、建物などの地物も取得して描画する。

d) 座標系

2-4. 座標系では、3次元CADにおいて対象物の形状や位置関係を視覚的に表現するために、座標系を定める。具体的には、右手系直交座標系を採用する。理由は次の3点が挙げられる。

- ISO 9787において、産業用マニピュレーティングロボットにおける座標系に右手系直交座標系が用いられている。
- 3次元グラフィックスの標準インタフェースであるOpenGLでは、右手系の直交座標系を用いて空間を定義している。
- 右手系の直交座標系は、3次元の図面をわかりやすく表現することが可能である。

また、一般的な3次元CADでは、右手系の直交座標系の中でも数学座標系が利用されていることから、右手系直交座標系の数学座標系とする。ただし、今後は、測量

表-4 作成レベル毎の取得すべき地物・地形<sup>9)</sup>

作成レベル	取得すべき地物・地形
レベル1	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地形が急激に変化する箇所(法面, 変形地など)</li> <li>・道路設計上のコントロールとなる地物(道路, 鉄道など)</li> <li>・住民説明, 協議資料などに用いるCG作成において表現上必要な地物(河川, 水涯線など)</li> </ul>
レベル2	<ul style="list-style-type: none"> <li>・レベル1で取得する地形・地物</li> <li>・建物の高さ情報(外形)</li> </ul>
レベル3	<ul style="list-style-type: none"> <li>・取得できる全ての項目</li> </ul>

による地形データの取得、既存情報を元に図面更新を行うことを考慮し、測地座標系の使用を検討する必要がある。

e) 管理情報および表題欄

2-5. 管理情報および表題欄では、3D図面ガイドライン-3D単独図ガイドライン-およびISO16792(Technical product documentation - Digital product definition data practices)を参考に、地形の3次元モデルを描画する際の管理情報を定める。この管理情報は、土木製図基準における表題欄に該当するものである。具体的には、管理情報として次の情報を記載する。

- 名称(地名や工事名など)
- 地形の場所を特定する情報(住所など)
- データ作成年月日
- データ計測年月日など

これらに加えて、データ更新時間を保持し、最新の3次元モデルを表示する方法を検討する。また、管理情報の描画には、表題欄を用いて、3次元モデルとは別に表示・非表示、拡大・縮小ができるようにする。ただし、管理情報の表示位置とその構成は各ソフトウェアベンダの創意工夫によるものとし、各社で設定する。その際に、表題欄、注記、その他の管理情報は重ならないように配置する。

f) 地形の3次元モデルの作成に係わる一般事項

2-6. 地形の3次元モデルの作成に係わる一般事項では、次に示す内容を記載する。

- 単位、有効桁数の考え方を示す。有効桁数は小数点以下4桁以上とする。
- 3次元モデルは自身で現実の形状と大きさを表しているため、寸法の指示は不要とする。

g) アノテーションの表記

2-7. アノテーションの表記では、テキストや注記などの表記を示す。3次元モデルにおけるアノテーションの表記は、2次元図面の表記が適用できるが、3次元特有の表記についても定める必要がある。具体的には、ISO

16792および次の事項を参考として表記方法を検討する。

- 3次元モデルにおいて、アノテーションを明確な方向と適切な場所に表記するために、投影図または断面図を設定する。
- 3次元モデルに引出線や参照線などのアノテーションを設定する場合、投影図または断面図を用いることやアノテーションを適切に配置することにより、アノテーション同士が重なって見づらくなならないようにする。
- アノテーションの色は、画面および3次元モデルの色に対して、保護色にならないように設定する。
- アノテーションを指示するための引出線や参照線は、形状を表すために不要な3次元モデル要素にしてはならない。
- 3次元モデルにアノテーションを表記するために、アノテーション平面を設定し、これにアノテーションを設定する。このアノテーション平面は、そのまま投影図または断面図にできる。
- 投影図および断面図は、3次元モデルの空間内に平面を作成し設定する。投影図および断面図の種類は、ISO 128 (JIS Z 8316) に従う。また、投影図と断面図を見る方向は、平面に矢印を表記し、平面の名前を文字で明確に表記する。この矢印の方向で、指示内容が読めるように寸法などのアノテーションを設定する。
- 地形の位置を特定するために必要な基準点などは、アノテーションによって明示する。

#### h) 使用する点

2-8. 使用する点では、基準点などを作成するための「点」の描き方を定める。具体的には、適合性クラスCC3およびCC4を対象とし、基準点、水準点、多角点など、公共基準点、その他の基準点を表記する。また、情報として、緯度、経度、標高を有する。点の色は、背景の色と明瞭に区別できるようにする。

#### i) 使用する線

2-9. 使用する線では、ワイヤーフレームモデルにおいて、線を利用する場合の標準的な方法を示す。適合性クラスは、CC3を対象とする。また、線の色は、背景の色と明瞭に区別できるようにする。線の色および太さは、各ソフトウェアベンダで設定することとする。ただし、今後、地形の3次元モデルのビューを考慮して、線種と線色を検討する必要がある。引出線や寸法線および寸法補助線などの線の用法は、ISO 128 (JIS Z 8316) を参照する。今後は、描き方の他に線の利用方法についても具体的に策定する。

#### j) 使用する面

2-10. 使用する面では、サーフェスモデルにおいて、面を利用する場合の標準的な方法を示す。適合性クラス

は、CC4を対象とする。また、面の色は背景の色と明瞭に区別できるようにする。今後は、面の用法を定める必要がある。

#### k) 対象地物

2-11. 対象地物では、地形を対象とした3次元製図基準を策定するにあたり、3次元モデルとして描画する地物を示す。対象とする地物の選定にあたっては、大縮尺地形図図式を参考にして、地形形状を表現するために必要と考えられる道路、鉄道、河川、法面、等高線、基準点を抽出した。地物の取得および描画方法を検討した内容について表-5に示す。今後は、対象地物の内容を精査するとともに、3次元製図基準の道路編や河川編などの位置づけを明確にする。

### 5. 地形を対象とした3次元製図基準を策定するための検討項目

地形を対象とした3次元製図基準を策定するための留意点を検討し、検討項目にまとめた。以下に、内容を記載する。

- 本基準では、既設地物を含む地形および新設造成地（盛土、切土）を対象とする。基準の策定にあたっては、3次元地形モデルの利活用場面と具体事例を踏まえて検討する。
- 2次元製図において重要な線は、3次元モデルの作成においても重要と考えられる。構造物形状（道路縁、家形）、地形（水域、緑地、等高・等深線）、管理区域界（行政界、敷地界）、埋設管の位置、護岸被覆、切土・盛土、崖、崩壊地、急斜面、砂防堰堤、堰、ダム、堤防などの線の取り扱いを検討する。
- 2次元では盛土・切土を線色で分けており、3次元でも描き方を検討する。土地と構造物の区域の境界を明確に表記する。地形のブレークラインを3次元で取得し、3次元地形に描画する。
- SXFが準拠しているISO 10303や3D単独図ガイドラインが準拠しているISO 16792などのISO規格がある場合には、これらの国際規格を採用して基準の内容を検討する。
- ISO 10303/AP203の適合性クラスを参照して基準を検討するため、SXFとの関係性を整理する。
- Land XMLは既に様々な場面で利用されており、これとの親和性を考慮する。
- 2次元のレガシーデータとの関係性を考慮し、レガシーデータの取り込みを検討する。
- 描き方について、作成者・利用者にとって分かりやすい描き方とソフトウェアにとっての描き

表-5 対象地物の取得・描画方法

大項目	小項目	取得・描画方法
交通施設	道路, 道路施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>道路は, 外側縁線を3次元として取得し描画する</li> <li>橋梁および橋梁などの下となる地物も3次元として取得し描画する</li> </ul>
鉄道	鉄道, 鉄道施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>中心線の座標を3次元として取得し描画する</li> </ul>
建物等	建物	<ul style="list-style-type: none"> <li>建物の外形を3次元で取得し描画する</li> </ul>
水部等	水部, 水部に関する構造物	<ul style="list-style-type: none"> <li>河川は界線を3次元として取得し描画する</li> <li>細流は中心線を3次元として取得し描画する</li> <li>河川の堤防は, 堤防表法・堤防表小段・堤防天端・堤防裏法・堤防裏小段における面を3次元で取得し描画するとともに, これらの変化点の高さ情報を取得し3次元として描画する</li> <li>河川の面での表記が必要であるか検討が必要である</li> <li>CADとしては川底などのデータが必要になる可能性があるため, 水部の表現方法を検討する必要がある</li> </ul>
法面	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>法面は3次元として取得して描画する</li> <li>変化が一定でない場合は地形形状に応じて, ブレークラインを作成する</li> </ul>
基準点	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>基準点は, 三角点, 水準点, 多角点など, 公共基準点, その他の基準点, 標石を有しない標高点, 図化機測定による標高点に分類され, その記号に標高値を持たせる</li> <li>等高線は, 3次元で地形を取得し描画するため作成しない</li> <li>面の境界線は, 田畑など, 単一の面である場合, その境界となる地物は3次元として取得し描画する</li> <li>ブレークラインは, 道路や法面などで形状の変化が一定でない場合, 3次元の折れ線で作成する</li> </ul>

方の2通りを考慮する。

- 基準点など実体がない点や田畑などの記号の表記方法を検討する。
- 3次元モデル地形を取得し作成するにあたり, 単位と有効数字の考え方を示す。
- 3次元地形をCGで利用することを想定し, 3次元モデルに画像を貼付することを検討する。
- 3次元地形モデルは, 測量業者によって計測され, 設計業者による地形や構造物の設計に利用され, 施工業者によって地形が形成され, 運用・維持管理される。これらの様々な立場からのニーズをフィードバックし, 地形を対象とした3次元製図基準に取り入れる仕組みを検討する。
- 地形を対象とした3次元製図基準では, 3次元地形モデルの表記(描き方とビュー)の基準とし, 3次元CAD製図基準を策定しない。これを策定する場合には別途検討が必要である。

## 6. おわりに

本研究では, 地形の3次元データを取得・整備し, 円滑に流通する環境を構築することを目的として, 3次元での地形の描き方とビューを定義する「地形を対象とした3次元製図基準」について検討した。具体的には, 3次元地形に係わる既存仕様と利用場面を調査し, 3次元製図の定義を検討した。そして, 3次元図形の描き方の共

通事項と地形特有の事項を整理して, 地形を対象とした3次元製図基準の構成項目(案)とその策定のための検討項目を明らかにした。今後は, 地形を対象とした3次元製図基準および3次元CADブラウザの構築を目指し, 3次元地形の表示を対象として基準の検討を進める予定である。

**謝辞:** 本研究は, 一般財団法人日本建設情報総合センター社会基盤情報標準化委員会の小委員会検討テーマにより行い, 同財団により活動支援を受けたものである。「地形を対象とした3次元製図基準検討小委員会」の委員各位および小委員会出席者には数多くのご助言を賜った。ここに記して深く感謝いたします。

## 参考文献

- 1) 土木学会: 土木製図基準 [2009年改訂版], 2009.
- 2) 土木学会: 土木CAD製図基準(案), 2005.
- 3) 国土交通省: CAD製図基準(案), 2008.
- 4) JAMA/JAPIA: 3D図面ガイドライン—3D単独図ガイドライン—, 一般社団法人日本自動車工業会・一般社団法人日本自動車部品工業会, 2009.
- 5) 国土交通省国土技術政策総合研究所: 道路工事完成図等作成要領(第2版), 2008.
- 6) 国土交通省国土技術政策総合研究所: 道路設計のための3次元地形データの作成仕様に関する研究, 国総研資料第664号, 2012.
- 7) 国土交通省国土地理院: 作業規程の準則, 2008.
- 8) 国土交通省国土地理院: 拡張デジタルマッピング

実装規約(案)改訂版, 2005.

jp/news/2009/1124-a.html>, (入手 2014.10.25) .

- 9) アジア航測:セスナ式 208 型, <<http://www.ajiko.co.jp/product/detail/ID4T4553HZT/>>, (入手 2014.10.25) .
- 10) 三菱電機: MMS-X, <<http://www.mitsubishielectric.co>

(2014.10.27受付)

## A THREE-DIMENSIONAL DRAWING STANDARD INTENDED FOR LANDFORM

Satoshi KUBOTA, Kenji NAKAMURA, Koichi SHIGETAKA,  
Ryuichi IMAI and Jun SAKURAI

Three-dimensional landform data are generated by mobile mapping system, laser profiler, laser scanner, UAV and so on. However, three-dimensional landform data are not utilized through the lifecycle of civil infrastructure. Three-dimensional landform data are the basis of Construction Information Modeling (CIM). There are no standards for representing and drawing three-dimensional landform data.

This paper considered the three-dimensional drawing standard intended for landform with a goal of establishment of three-dimensional drawing and three-dimensional CAD drawing standards. In this paper, the eight existing specifications were investigated for extracting common specifications with three-dimensional landform data and were mapped with the relation. The use cases of three-dimensional landform data were investigated reviewing the experts and the existing papers. If three-dimensional drawing standard for landform is standardized, high accuracy three-dimensional landform data is produced. By using high accuracy three-dimensional landform data, high accuracy map data will be produced. And, the data are utilized for supporting plan, design, construction, and maintenance in civil infrastructure.

And, the three-dimensional drawing standard for landform was defined. We targeted the landform and standardized a common specification of landform in civil infrastructure domain. The landform is composed of the existing landform such as road, bridge, river, and so on and newly developed land. The three-dimensional drawing standard is standardized the notation of drawing and the view.

The table of contents for three-dimensional drawing standard was proposed. There are two chapters; general rule and three-dimensional drawing standard for landform. In general rule chapter, it is necessary to represent definition, application range, method of thinking and words and terms. three-dimensional drawing standard for landform proposed to define the contents of conformance class, level of detail, management information, annotation, used point, line, surface and solid, and features.