

一般財団法人日本建設情報総合センター
小委員会検討テーマ

地形を対象とした
3次元製図基準検討小委員会
活動成果報告書

2015年6月

目次

小委員会活動の成果概要	1
第 1 章 背景と目的.....	5
第 2 章 検討体制	6
第 3 章 小委員会活動計画書	8
第 4 章 小委員会の活動実績	15
4-1 第 6 回地形を対象とした 3 次元製図基準検討小委員会議事録	16
4-2 第 7 回地形を対象とした 3 次元製図基準検討小委員会議事録	24
4-3 第 8 回地形を対象とした 3 次元製図基準検討小委員会議事録	31
第 5 章 達成目標とそれに対する小委員会の活動成果	37
5-1 達成目標.....	37
5-2 3 次元地形描画ガイドラインの目次（案）	38
5-3 3 次元地形描画ガイドラインの草案.....	40
5-4 3 次元地形描画ガイドラインにもとづき、CAD ソフトによって作成した地形 の検証結果	54
第 6 章 今後の展開.....	57
付属資料 1 地形を対象とした 3 次元製図基準検討小委員会 2014 年度活動成 果（社会基盤情報標準化委員会報告資料）エラー! ブックマークが定義されて いません。	
付属資料 2 3 次元描画ガイドラインの表示ルールに関する検討エラー! ブッ クマークが定義されていません。	

小委員会活動の成果概要

2014年度	小委員会名／検討テーマ	小委員長名
小委員会 2号	地形を対象とした3次元製図基準検討小委員会	窪田 諭
1. 背景と目的		
<p>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、3次元での取得と利用の促進が必要である。地形データはレーザプロファイラ（LP）やモバイルマッピングシステム（MMS）により3次元で積極的に取得されているが、業務段階を跨って十分に活用されているとは言い難く、3次元を対象としたモデルの表記が定義されていない。したがって、取得した地形データを3次元モデルで表記するための描画とビューのガイドラインが必要である。</p> <p>申請者らは、2013年度から「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、JACICの支援のもと、8回の小委員会を開催した。小委員会には各回10数名の委員・随行者・オブザーバが参加し、特に3次元地形のビューの定義と方法について議論を重ねた。</p> <p>本小委員会では、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次元地形モデルの表記としての描画とビューのルールである「3次元地形描画ガイドライン」の草案を提案した。ここでは、現況地形をLP、MMS、設置型レーザスキャナ、UAV等によって計測して得られる点群データをCADソフトに3次元で表示し描画するためのルールを検討した。</p>		
2. 検討体制		
<p>本小委員会は産官学の技術と知識を結集して構成され、委員13名の検討体制とした。委員は次のとおりである。</p> <p>窪田諭（小委員長、関西大学）、重高浩一（副小委員長、国総研）、中村健二（大阪経済大学）、森下淳（国交省技術調査課）、長谷川裕之（国土地理院）、住田英二（測技協）、小野田敏（アジア航測）、土屋義彦（建設システム）、大野聡（シビルソフト開発）、竹内幹男（福井コンピュータ）、佐藤隆一（フォーラムエイト）、渡辺完弥（三菱電機）、深田雅之（ゼンリン）</p>		
3. 小委員会の活動実績		
<p>本小委員会では、2014年度には3回の小委員会を開催し、2013年度からの通算では8回である。小委員会の開催日時と出席者数は、次のとおりである。</p>		
<ul style="list-style-type: none"> ● 第6回 2015年1月14日（水） 出席者数：11名 ● 第7回 2015年3月12日（木） 出席者数：14名 ● 第8回 2015年5月21日（木） 出席者数：14名 		
4. 達成目標とそれに対する小委員会活動の成果概要		
<p>本小委員会では、4.1節に示す達成目標に対して、4.2節から4.4節に示す検討を行った。4.2節から4.4節の成果概要に示すように、2014年度の目標を達成することができたと考えている。</p>		
4.1 達成目標		
<p>活動計画書において達成目標としたのは以下の3点である。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 3次元地形描画ガイドラインの目次（案）（4.2節に記載） ● 3次元地形描画ガイドラインの草案（4.3節に記載） ● 3次元地形描画ガイドラインにもとづき、CADソフトによって作成した地形の検証結果（4.4節に記載） 		

4.2 3次元地形描画ガイドラインの目次（案）

2013年度小委員会成果である地形を対象とした3次元製図基準の目次案を精査し、3次元地形描画ガイドラインの目次（案）を作成した。3次元地形描画ガイドラインの目次案は次のとおりである。

1. 総則
 - 1-1 概要
 - 1-2 適用
 - 1-3 3次元モデル地形の表示・描画における考え方
 - 1-4 用語の定義
2. 次元の考え方
3. 適合性クラス
4. 3次元地形モデルの表示レベル
5. 座標系
6. 管理情報
7. 3次元地形モデルの表示に係わる一般事項
8. アノテーションの表示
9. 点の表示
10. 線の表示
11. 面の表示
12. 対象地物

4.3 3次元地形描画ガイドラインの草案

本ガイドラインでは、現況地形をLP、地上型レーザスキャナ、MMS、UAVなどの特性の異なる様々な機器によって計測した点群データを対象に、3次元地形モデルを表示・描画するためのガイドラインを策定する。2014年度は、特に、現況地形の点群データの表示ルールを対象とした。3次元地形描画ガイドラインの概要を記述する。

1. 総則
 - 1-1 概要
現況地形を対象とし、3次元CADソフトを用いた地形の点群データの表示と描画のガイドラインを作成する。
 - 1-2 適用
本ガイドラインの適用範囲として、現況地形を各種機器で計測した点群データの表示ルールを対象とすることを明確にした。
 - 1-3 3次元モデル地形の表示・描画における考え方
 - 1-4 用語の定義
ガイドラインで使用する用語を規定した。3次元地形モデルは、現況地形の形状をLP、MMS、地上設置型レーザスキャナ、UAVカメラ等で計測することにより、点群データを取得し加工して、利用用途に応じて3次元で表現した形状モデルである。
2. 次元の考え方
3次元を標準として、地形データの表記を定める。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。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。
3. 適合性クラス
ISO10303/AP203の適合性クラスを参照し、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。CC6のソリッドモデルの適用については、利用場面を考慮して検討する。
4. 3次元地形モデルの表示レベル
3次元地形モデルの表記における表示レベルにおいては、次の3段階での検討を進める。
 - (1) 点密度による表示（見え方）の整理：点密度ごとに、点群データの表示（全体表示、詳

細表示、断面表示)を整理する。

(2) 利用用途に応じた点密度と表示レベルの検討：整理結果から、業務段階や用途、目的に応じた点密度や表示レベルを検討する。

(3) 複数計測機器のデータ融合のための留意点の検討：計測機器の特性を考慮して、複数計測機器のデータ融合による留意点を検討する。

計測機器によって取得されるオリジナルの点群データの密度をもとに、点密度が 1 点/m²、10 点/m²、100 点/m²、1000 点/m²の場合の表示（見え方）を示す。

計測機器による点密度の場合分けを表示して検討した結果、本ガイドラインでは、点密度による表示ルールを以下に定める。

- 本ガイドラインでは、業務目的に応じて必要な範囲の現況地形を取得して表示する。さらに、その目的に必要な道路、鉄道、河川、建物等の地物も取得して表示する。
- 地形を対象とした場合、1000 点/m²～1 点/m²の点密度において地形形状が把握可能である。
- 1000～100 点/m²では、点群同士が密接に分布し、詳細設計に活用できる可能性が高い。
- 10 点/m²では、点群同士の間隔が多少離れているが、1000～100 点/m²と誤差の傾向が類似しているため、詳細設計に活用できる可能性がある。
- 1 点/m²では、点群がまばらに分布しているが、10 点/m²と比較して誤差は数十 cm 程度のため、概略設計に活用できる可能性がある。
- 計測機器自体の精度や、様々な計測機器で取得するデータの融合による精度があるため、これらを考慮する必要がある。

表示レベルの検討では、地形計測分野に馴染みの深い「地図情報レベル」、あるいは BIM/CIM 分野で使用される LOD : Level of Detail or Development (最適詳細度) によって整理する。

5. 座標系

3次元 CAD においては、右手系直交座標系とする。

6. 管理情報

3D 単独図ガイドライン (JAMA) 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。管理情報として、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、データ計測年月日等を記載する。また、JACIC の CoBie 小委員会との整合を図る。

7. 3次元地形モデルの表示に係わる一般事項

8. アノテーションの表示

アノテーションは図形要素の属性情報として保持し、表示方法は各ベンダおよびソフトで工夫する。

9. 点の表示

適合性クラス CC3 および CC4 において対象とする。基準点、水準点、多角点等、公共基準点、その他の基準点を表記し、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。

10. 線の表示

適合性クラス CC3 を対象とする。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、各社で設定する。

12. 対象地物

3次元モデルとして描画する地物を示し、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。

4.4 3次元地形描画ガイドラインにもとづき、CADソフトによって作成した地形の検証結果

点群データの密度による3次元モデルの表示を整理するために、現況地形の点群データを計測機器によって取得し、加工して3次元で表示した。UAVカメラ、地上設置型レーザスキャナ、LP、MMSによる点群データを用いて、現況地形のサンプルデータを作成し表示した。整理内容は次のとおりである。

- ・計測機器と点密度の整理
- ・人が描画する際の目安とするために、対象箇所を3次元と2次元（断面）表示
- ・点密度とソフトウェア処理時間の整理

点群データの点密度と計測機器の関係を次表に示す。表中の①～⑭の点群データを3次元CADソフトに可視化し、その表示を小委員会にて議論した。点群データを可視化した結果をもとに、3次元地形描画ガイドラインをブラッシュアップし、その草案を作成した。

点密度 \ 計測機器	LP	MMS	地上設置型 レーザスキャナ	UAVカメラ ※写真測量
オリジナルデータの 点密度	約20点/m ²	約4500点/m ²	約1万点/m ² (常時観測機器 は約20点/m ²)	約500点/m ²
1000～100点/m ²	/	③	⑦	⑪
100～10点/m ²		④	⑧	⑫
10点/m ²	①	⑤	⑨	⑬
1点/m ²	②	⑥	⑩	⑭

5. 3次元地形描画ガイドラインの策定に向けた留意事項

計測機器自体の精度や、様々な計測機器で取得するデータの融合による精度があるため、これらを考慮する必要がある。表示レベル（地図情報レベルやLOD）の提案においては、業務段階、用途、目的に応じた点密度、計測機器の精度に対応して検討する必要がある。

今後の展開として、利用用途に応じた点密度と表示レベルの検討：整理結果から、業務段階や用途、目的に応じた点密度や表示レベルを検討する。そして、複数計測機器のデータ融合のための留意点の検討：計測機器の特性を考慮して、複数計測機器のデータ融合による留意点を検討する。

第1章 背景と目的

社会基盤施設の3次元モデルは、CIMの実現の中核をなす。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は、施設と地形の密接な関連を考慮した上で、3次元での取得と利用の促進が必要である。地形データはレーザプロファイラ（LP）やモバイルマッピングシステム（MMS）により3次元で積極的に取得されているが、業務段階を跨って十分に活用されているとは言い難く、3次元を対象としたモデルの表記が定義されていない。したがって、取得した地形データを3次元モデルで表記するための描画とビューのガイドラインが必要である。2013年度には「地形を対象とした3次元製図基準検討小委員会」を設置し、5回の小委員会を開催して議論してきた。小委員会には各回約10数名の委員・随行者・オブザーバが参加し、既存仕様の調査、3次元地形モデルの利用ニーズ、地形を対象とした3次元製図基準の定義と構成項目案を検討した。

本小委員会では、2013年度の小委員会を引き継ぎ、3次元地形モデルの表記としての描き方とビューのガイドラインと位置づける「3次元地形描画ガイドライン」を検討した。2013年度成果である3次元製図の定義と地形を対象とした3次元製図基準の構成項目案をもとに、「3次元地形描画ガイドライン」の草案を作成し提案する。ガイドラインでは、現況地形をLP、地上型レーザスキャナ、MMS、UAVなどの特性の異なる様々な機器によって計測した点群データを対象に、3次元地形モデルを表示・描画するガイドラインの草案を提案する。そして、3次元地形描画ガイドラインにもとづいて点群データのサンプルを作成し、その見え方（表示）について小委員会で討議して、その結果をガイドラインにフィードバックする。

本小委員会の検討成果は、今後、地形のみならず道路や河川など各ドメインの3次元製図基準を策定するための基礎資料となる点と、これらのビューを検証するための3次元CADビューアの開発につながる点に意義がある。

第2章 検討体制

本小委員会は、3次元CADエンジンの研究開発の実績を有する大学研究者、CIM・地理空間情報に係わる施策を担う国土交通省大臣官房技術調査課、同国土技術政策総合研究所メンテナンス情報基盤研究室および同国土地理院測量指導課、地形データの取得技術を有する公益財団法人日本測量調査技術協会と測量会社、土木CADベンダの業界団体である一般社団法人オープンCADフォーマット評議会に所属するCADベンダ、ITベンダおよび地図調製企業による産官学の技術と知識を結集して構成される。小委員長は窪田 諭（関西大学）、副小委員長は重高浩一（国土技術政策総合研究所）であった。

体制図を図 2-1 に、委員名簿を表 2-1 に示す。小委員会での検討にあたっては、JACIC がオブザーバとして、さらに委員の所属組織メンバが随行者として議論に参加した。

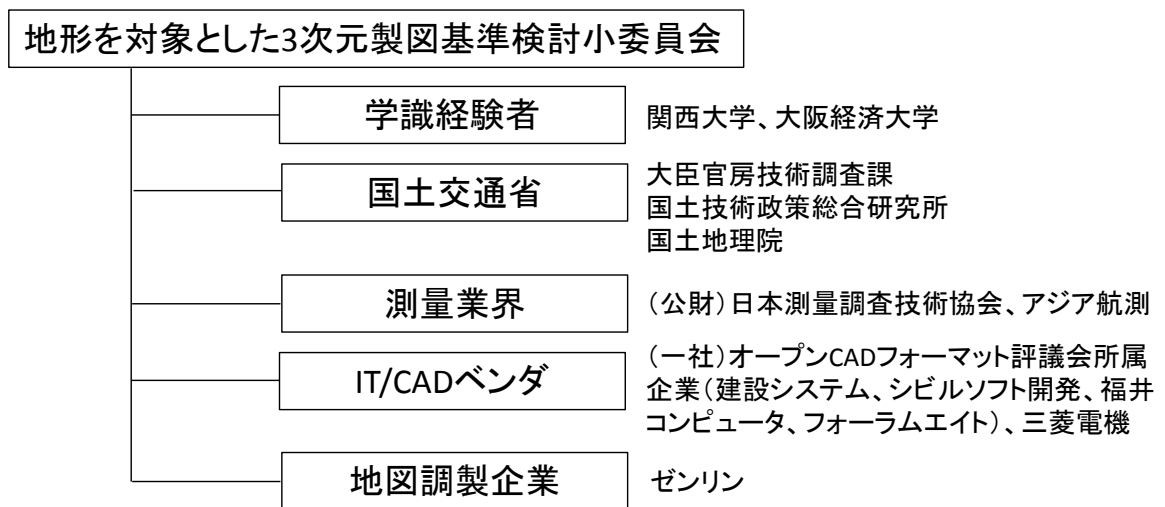


図 2-1 地形を対象とした 3 次元製図基準検討小委員会体制

表 2-1 地形を対象とした 3次元製図基準検討小委員会 委員名簿（敬称略）

	氏名	所属・役職
小委員長	窪田 諭	関西大学 環境都市工学部 都市システム工学科 准教授
副小委員長	重高浩一	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 室長
委員	中村健二	大阪経済大学 情報社会学部 准教授
委員	森下 淳	国土交通省 大臣官房 技術調査課 課長補佐 (現：国土交通省 水管理国土保全局 砂防部 保全課)
委員	長谷川裕之	国土交通省 国土地理院 測量指導課 課長 (現：国土地理院 防災企画調整室 防災企画調整官)
委員	住田英二	公益財団法人日本測量調査技術協会 空中計測・マッピング部会 部会長
委員	小野田敏	アジア航測株式会社 社会基盤システム開発センター センター長
委員	土屋義彦	株式会社建設システム 部長
委員	大野 聡	株式会社シビルソフト開発 相談役
委員	竹内幹男	福井コンピュータ株式会社 営業本部 担当課長
委員	佐藤隆一	株式会社フォーラムエイト 主事
委員	渡辺完弥	三菱電機株式会社 本社駐在神戸製作所 社会システム第二部計画課 担当課長
委員	深田雅之	株式会社ゼンリン 経営企画室
オブザーバ	河内 康	一般財団法人日本建設情報総合センター 経営企画部 次長
	児玉直樹	一般財団法人日本建設情報総合センター 研究開発部
随行者	今井龍一	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 研究官 (現：東京都市大学 工学部 准教授)
	松井 晋	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 交流研究員 (現：アジア航測株式会社 空間情報事業部 公共コンタクト 3 課課長)
	曾根田崇史	株式会社建設システム
事務局支援	櫻井 淳	株式会社関西総合情報研究所

第3章 小委員会活動計画書

本小委員会が活動開始にあたり、2014年8月にJACICに提出し、小委員会開催後に修正した活動計画書を次ページ以降に記す。小委員会活動は、活動計画書に沿って、その目標を達成することを目指して行った。

地形を対象とした
3次元製図基準検討小委員会
【活動計画書】

2014年8月1日
2015年3月12日修正版

1. 背景

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。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は、施設と地形の密接な関連を考慮した上で、3 次元での取得と利用の促進が必要である。地形データはレーザプロファイラ（LP）やモバイルマッピングシステム（MMS）により 3 次元で積極的に取得されているが、業務段階を跨って十分に活用されているとは言い難く、3 次元を対象としたモデルの表記が定義されていない。取得した地形データを 3 次元モデルで作成するための定義と基準が存在しないため、3 次元地形モデル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。

2013 年度には「地形を対象とした 3 次元製図基準検討小委員会」を設置し、5 回の小委員会を開催して議論してきた。小委員会には各回約 20 名の委員・随行者・オブザーバーが参加し、既存仕様の調査、3 次元地形モデルの利用ニーズ、地形を対象とした 3 次元製図基準の定義と構成項目案を検討してきた。

2. 小委員会の目的

本小委員会では、2013 年度の小委員会を引き継ぎ、3 次元地形モデルの表記としての描き方とビューのガイドラインと位置づける「地形を対象とした 3 次元製図基準」を検討する。2013 年度成果である 3 次元製図の定義と地形を対象とした 3 次元製図基準の構成項目案をもとに、「地形を対象とした 3 次元製図基準」の草案を作成し提案する。なお、この草案の名称は、「3 次元地形描画ガイドライン」に変更することを考えているが、小委員会にて決定する。

本小委員会の検討成果は、今後、地形のみならず道路や河川など各ドメインの 3 次元製図基準を策定するための基礎資料となる点と、これらのビューを検証するための 3 次元 CAD ビューアの開発につながる点に意義がある。

3. 活動内容

3.1 3次元地形描画ガイドライン（仮称）の目次（案）の作成

2013年度の地形を対象とした3次元製図基準の構成項目（案）をもとに、「3次元地形描画ガイドライン（仮称）の目次（案）」を作成し、小委員会の2014年度の検討範囲を明確にする。

3.2 3次元地形描画ガイドライン（仮称）の草案作成

3次元地形描画ガイドライン（仮称）の内容を検討し、その草案を作成する。3次元地形描画ガイドライン（仮称）の検討イメージを下図に示す。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幾何情報や地物、および属性項目などの規定が必要である。これにより、3次元地形の表示のための3次元CADブラウザのソフトウェア要件を明らかにできる。



LP (出典: アジア航測)



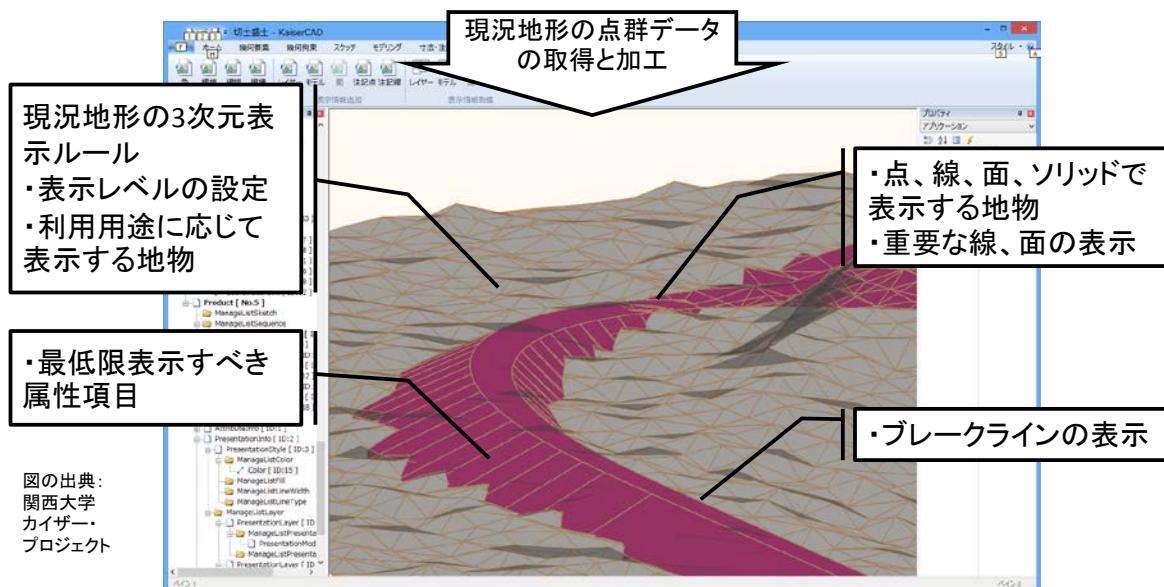
地上型レーザー扫描仪



MMS (出典: 三菱電機)



UAV



また、草案作成においては、次の項目についても検討する。

- 様々な立場からのニーズをフィードバックするための仕組み

これについては、小委員会委員に加え、一般社団法人日本建設業連合会および一般社団法人建設コンサルタンツ協会へのインタビューを実施することを考える。

- 国際標準との関係を明確にする

これについては、ISO 10303 および ISO 16792 に準拠しつつ 3 次元地形描画ガイドライン（仮称）を検討し、本ガイドラインを国際標準化するための方策を検討する。

3.3 3次元地形の描き方とビューの検討

3次元地形描画ガイドライン（仮称）の草案にもとづき、既存地物を含む地形を 3次元 CAD ソフトで作成し、地形の描き方を検証するとともに、ビューについて検討する。

4. 小委員会の達成目標

地形を対象とした 3次元製図基準として、「3次元地形描画ガイドライン（仮称）」を作成する。

- 3次元地形描画ガイドライン（仮称）の目次（案）
- 3次元地形描画ガイドライン（仮称）の草案
- 3次元地形描画ガイドライン（仮称）にもとづき、CAD ソフトによって作成した地形の検証結果

5. 小委員会の体制

本小委員会は、3次元 CAD エンジンの研究開発の実績を有する大学研究者、CIM・地理空間情報に係わる施策を担う国土交通省大臣官房技術調査課、同国土技術政策総合研究所メンテナンス情報基盤研究室および国土地理院測量指導課、地形データ取得技術を有する公益財団法人日本測量調査技術協会と測量会社、土木 CAD ベンダの業界団体である一般社団法人オープン CAD フォーマット評議会に所属する CAD ベンダによる産官学の技術と知識を結集して構成される。

【学】3次元 CAD エンジンの開発や 3次元モデルの作成・応用技術の経験と知識

を有し、成果を取り纏める。

- 窪田 諭（関西大学 環境都市工学部 都市システム工学科 准教授）
- 中村健二（大阪経済大学 情報社会学部 准教授）

【国土交通省】国土交通省の施策との整合性を図り、成果の政策展開を検討する。

- 重高浩一（国土交通省 国土技術政策総合研究所 メンテナンス情報基盤研究室長）
- 森下 淳（国土交通省 大臣官房技術調査課 課長補佐）
- 長谷川裕之（国土交通省 国土地理院 測量指導課長）

【測量業界団体】3次元地形データの取得・応用ニーズと利用場面の抽出および3次元CADでの表記とビューの検証を行う。

- 住田英二（公益財団法人日本測量調査技術協会）
- 小野田敏（アジア航測株式会社）

【IT/CAD ベンダ】3次元地形データの利用場面とCADソフトでの利用する留意点を検討する。

- 土屋義彦（株式会社建設システム）
- 大野聡（株式会社シビルソフト開発）
- 竹内幹男（福井コンピュータ株式会社）
- 佐藤隆一（株式会社フォーラムエイト）
- 渡辺完弥（三菱電機株式会社）

【地図調製企業】3次元地形データの応用技術と利用場面を検討する。

- 深田雅之（株式会社ゼンリン）

6. 活動スケジュール

小委員会の活動期間は、平成 26 年 8 月～平成 27 年 6 月の 1 カ年である。小委員会は、3 回の開催を計画している。小委員会の開催場所は、関西大学東京センターとする。活動スケジュール表を次に示す。

	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月
小委員会の開催			◎				◎			◎	
3次元地形描画ガイドライン(仮題)の目次(案)の検討	■										
3次元地形描画ガイドライン(仮題)の草案作成			■								
3次元地形描画ガイドライン(仮題)の検証								■			
成果の取り纏め											■

第4章 小委員会の活動実績

地形を対象とした3次元製図基準検討小委員会では、2014年度には3回の小委員会を開催し、2013年度からの通算では8回である。小委員会の開催日時と出席者数は、次のとおりである。小委員会の開催場所は、いずれも関西大学東京センターである。

- 第6回 2015年1月14日（水） 出席者数：11名
- 第7回 2015年3月12日（木） 出席者数：14名
- 第8回 2015年5月21日（木） 出席者数：14名

第6～8回小委員会の議事録を次ページ以降に示す。

4-1 第6回地形を対象とした3次元製図基準検討小委員会議事録

【日 時】2015年1月14日(水) 16:00～18:00

【場 所】関西大学 東京センター

【出席者】(敬称略)

(小委員長) 関西大学 窪田

(委員) 大阪経済大学 中村、

国土技術政策総合研究所 重高、国土交通省 森下、国土地理院 長谷川

日本測量調査技術協会 住田、株式会社シビルソフト開発 大野、

株式会社フォーラムエイト 佐藤、三菱電機株式会社 渡辺、

株式会社ゼンリン 深田

(随行者) 国土技術政策総合研究所 松井、株式会社建設システム 曾根田

(事務局支援) 株式会社関西総合情報研究所 櫻井

【議題】

1. 委員紹介 (資料 6-1)

2. 議事

(1) 前回議事録の確認 (資料 6-2)

(2) 平成26年度活動計画について (資料 6-3)

(3) 3次元地形描画ガイドラインの討議 (資料 6-4)

3. その他

【配布資料】

資料 6-1 委員名簿

資料 6-2 第5回小委員会議事録

資料 6-3 地形を対象とした3次元製図基準検討小委員会【活動計画書】

資料 6-4 3次元地形描画ガイドライン(案)

地形を対象とした3次元製図基準検討小委員会 活動成果報告書(2014年6月)

参考資料 第39回土木情報学シンポジウム講演論文

1. 討議概要

第6回地形を対象とした3次元製図基準検討小委員会では、まず、委員紹介および前回議事録の確認を行った。次に、資料6-3をもとに、平成26年度活動計画について報告した。そして、資料6-4をもとに、3次元地形描画ガイドラインの討議を行った。討議内容をまとめたものを次に記載する。

【平成26年度活動計画】

- 修正および検討事項
- ◇ 本小委員会では、「現況地形」のみを対象とする。
- ◇ 検討イメージに関する事項
 - ・ イメージ図を修正する
- ✓ 新設部分のみに吹き出しがついており、既設部分は対象では無いように見える
- ✓ イメージ図では、新設道路も対象のように見える。既設地形を表現するニーズが多いため、当面は、既設地形を対象とすることを検討する
- ◇ 今後の展開に関する事項
 - ・ 記述内容の修正箇所
- ✓ 「3次元CADブラウザ」は、「3次元CADブラウザの開発と検証」と明記する

【3次元地形描画ガイドライン】

- 修正および検討事項
- ◇ 全体に関する事項
 - ・ 提案では、表示編と描画編に分類し当面は表示編の検討を進めることとしているが、下記理由によりこれを再検討する
- ✓ 点群データは、段階的な表現方法があるため、一概に表示編と描画編を分けることは難しい
 - ＜点群データの表現方法＞
 - ① 生情報を扱う場合は点群表示
 - ② 加工して表示する場合はTIN表示

- ③ 作り込んで表示する場合はブレイクラインを加えて表示
 - ・ 「描画ガイドライン」の名称を再検討する
- ✓ 2次元製図基準の「表記標準化」の言葉を参考とする
- ◇ 1-2 適用
 - ・ 対象を「現況地形を計測した点群データのみ」とする
- ◇ 1-4 用語の定義
 - ・ 3次元地形モデルの定義において、現況地形と新設地形の定義を追加・修正する
- ◇ LODの検討
 - ・ LODの定義において、計測機器ごとに点群データの取得精度が異なるため、表現できる地形や構造物が異なることを踏まえ、マトリックスで作成する
- ◇ 2-5 管理情報および表題欄
 - ・ タイトルを「管理情報および表題欄」から「管理情報」に修正する。表題欄は、2次元製図で使用される印象があるため、削除する
 - ・ 管理情報は、COBie小委員会で検討中のため、最低限必要な情報のみの記載とする
- ◇ 2-9 線の表示
 - ・ 3次元では太さの情報を持たないため、線の太さは定義しない
 - ・ 線の色は、都市計画法などを調査し、整合性を取ることを検討する

2. 討議内容

討議内容について、会話の記録を次に記載する。

【平成26年度活動計画について（資料6-3）】

- （大野）検討計画では、既設地形と新設造成地とを対象としている。しかし、検討イメージでは、新設部分のみ吹き出しがあり、既設部分は対象で無いように見える。

（窪田）検討イメージを修正する。

（大野）新設造成地には、道路計画は含まれるか。検討イメージでは、道路が含まれるように見える。

(窪田) 新設の構造物は、ドメイン毎に決めればよいと考える。切り分けをどうするかについて、検討する。

(窪田) 新設造成地という言葉では無いほうがよいか。

(大野) 建設コンサルに誤解を与えないようにすべきである。

(長谷川) 表示の仕方は、既存面、計画面など複数の方法がある。地理院の場合は、造成予定地は、2次元では表現するが3次元では表現しないため、現況のみ表示できればよい。建設コンサルの場合のニーズについては、ヒアリングすべきである。

(窪田) 様々な計測機器で取得したデータは、現況を表している。そのため、まずは現況をどう表すかを議論したい。

- (中村) 項目毎の描き方まで定義するのか。例えば、地面は TIN で表現する、道路は面をスイープさせる、などが考えられる。

(窪田) 3次元描画ガイドラインを表示編、描画編に分けることを考えている。(議事3で詳細に議論する)

- (中村) 表示の仕方はどうするのか。例えば、河川カルテでは、距離標ごとに表示することが考えられる。官の調査などでは、見せ方が変わってくるのではないか。

(窪田) 利用者によって見せ方が変わるため、ソフト側に決めてもらうのが良いと考えている。

(中村) まずは、モデルケースとして、汎用的な見せ方を定義するという考えか。

(窪田) まずは、汎用的な見せ方を定義する。その後、利用場面を考慮してレベル毎に分けることができればよいと考える。

- (渡辺) 今後の展開について、2点意見がある。
 - ① 3次元 CAD ブラウザは、どこまで実施するのか。開発と検証を実施するのであれば、明確に記述してはどうか。
 - ② ドメイン毎の3次元製図基準には、地形編は入らないのか。

(窪田) 回答

- ① ブラウザは、機能要件を定義する予定である。項目に、開発と検証を記述するかは検討する。
- ② 3次元製図基準の中に地形が含まれるため、ドメイン毎には入れていない。

【3次元地形描画ガイドラインの討議（資料6-4）】

➤ （住田）対象を点群データとしている。点群データの表示の仕方として、

- ① 生情報を扱う場合は点群表示
- ② 加工して表示する場合は TIN 表示
- ③ 作り込んで表示する場合はブレイクラインを加えて表示

などが考えられる。こうした段階的な内容は、表示、描画で切り分けることは難しいのではないか。

（窪田）利用者にとっては、表示と描画で分けると使いづらいか。

（大野）利用者に説明する場合に、どう違うのかを説明することが難しい。

（住田）具体的な例で整理したほうがよい。

（窪田）次回、具体的なデータを使用して、表示と描画との切り分けを示したい。

➤ （大野）2次元製図基準では、「表記標準化」という表現を使用していた。表示と描画という新しい表現を用いると、継続性が無くなってしまわないか。

（窪田）表記標準化は、見せ方と描き方の両方を意識して決められていたか。

（大野）見せ方と描き方を対象としていた。基準通りに描けば、データ交換も行えると思いつく人が多かったため、表記標準化とした。

（大野）表示編と描画編に分けると、利用者に説明することが難しい。描画ガイドラインの中に、表示を取り込んだほうがよいのではないか。

（窪田）描画ガイドラインの名称は、次回会議にてサンプルデータを提示して改めて検討したい。また、表示と描画との扱いについても検討したい。

➤ （中村）CADソフトが理解するための内容は入るか。

（窪田）データ交換の内容のため入らない。利用者向けのガイドラインとする。

➤ （住田）（7頁。1-4用語の定義）3次元地形モデルの定義は、3次元モデルの定義とあまり変わらないため、もう少し具体化してはどうか。

（窪田）修正する。また、現況と新設の内容を加えたい。

➤ （大野）（5頁。1-2適用）対象は、点群データのみか。点群データと明確な記述が無い。

（中村）UAVも写真測量で点群データのため、点群データに特化したほうがよい

のでは。

(窪田) 点群データと明記する。

- (森下) (11 頁。LOD の検討) BIM や CIM で定義される LOD と整合性は取れているか。

(窪田) BIM の定義を基にしている。CIM は、河川の構造物や橋梁など、研究レベルで実施されている。

- (佐藤) LOD は、透視投影法とは関連するののか。

(住田) 透視投影法とは関連しない。

(佐藤) データ自体の内容か。

(窪田) データ自体の内容である。精緻な元データから、概略データを作成するといった内容では無い。

(長谷川) LOD は、建設業界では、ボルトをつけるかつけないか等が議論されている。データの概念の話である。

- (森下) LOD は、精度の話では無いのか。

(長谷川) 精度の話では無い。

(住田) しかし、縮尺や点群の精度によって、表示可能なものが決まるため、考慮する必要がある。

- (森下) LOD は、材質などの属性情報も対象とするか。

(長谷川) 対象である。しかし、概念の話のため、どこまで対象とするかは決まっていない。

(長谷川) LOD の提案は、他分野と関連性を考慮する必要があるが、CIM でも模索している段階のため、独自で決めていく必要がある。

- (大野) LOD の対象は、元の点群データであるか、点群データの加工後のデータ (TIN など) であるか。

(住田) 点群データ自体を 10cm 単位で持つなどの話ではないか。

(中村) 計測機器の精度の上限値に関係する。

(窪田) 計測機器によって表現できる地形や構造物が異なるため、LOD の定義は、計測機器ごとにマトリックス表にして作成する。

- (佐藤) (12 頁。2-4 座標系) 直交座標系は、系が異なると表現できなくなるが、考慮しなくてよいのか。

(中村) 表現する範囲は、LP の区画ほどの範囲のため、考慮する必要は無いかと考える。

- (大野) (13 ページ。2-5 管理情報および表題欄) タイトルの「～表題欄」の部分は省いたほうがよい。

(大野) 管理情報は、COBie 小委員会で検討されている。一般的な管理情報を記載して、詳細は他小委員会を参照としたほうがよい。

- (住田) 管理情報をメタデータと捉える場合、整合性を考える必要がある。

(森下) メタデータとする場合は、検索性を考える必要がある。例えば、四隅の座標値などが必要ではないか。

(住田) 利用者視点で、利用可能な情報を持つ必要がある。

(森下) LOD の情報もあれば良いのではないか。

(窪田) 最低限必要な情報を決定したい。

- (森下) 等高線は表現しないとしているが、陰影をつけない場合は、等高線があれば凹凸が分かりやすいのではないか。

(住田) 陰影はツール側で自動作成可能のため、そこまで考慮しなくて良いと考える。

- (重高) (17 頁。2-9 線の表示) 線の色および太さを検討するとあるが、ソフト側で決定することは、ソフトによって見え方が異なるので良くない。

(佐藤) 3次元では線の太さの定義はあるか。定義しないほうがよいのではないか。

(長谷川) 紙では、mm で決められる。一方で、ビューアでは、一概に決定できなく、相対的な太さで決定することとなる。利用者が混乱しないように、ある程度決定する必要があるのではないか。

(佐藤) OpenGL では、太さの情報は無い。表現する場合は、複数の線で太さを表現することになる。逆に、混乱させてしまうのではないか。

(窪田) 線の太さは、定義しないようにしたい。

- (大野) 線色は、都市計画で定義されているのではないか。

(住田) 都市計画では定義されているが、都道府県ごとに定義が異なる可能性がある。

(窪田) 線色は、都市計画などを調査して、整合性が取れるようにしたい。

- (窪田) 次回小委員会では、本ガイドラインに沿って、AutoCAD などを使用して

サンプルデータを作成する。それを基にして、本ガイドラインの討議を行いたい。
また、本ガイドラインの名称についても検討したい。

3. TODO

- 平成 26 年度活動計画の修正
 - ◇ 現況地形のみを対象とする
 - ◇ 検討イメージ、今後の展開の図を修正する
- 3次元地形描画ガイドラインの修正
 - ◇ 表記標準化や表示・描画の位置付けを再考し、名称を再検討する
 - ◇ 表示編と描画編の分類を再検討する
 - ◇ 用語の定義において、3次元地形モデルの定義を追記する
 - ◇ LOD の定義では、計測機器の取得精度等を踏まえ、マトリックスにして詳細度を検討する
 - ◇ 管理情報として、必要最小限の項目・内容を提案する
 - ◇ 線色については、都市計画法を調査し、整合を図る
- サンプルデータの作成
 - ◇ 既存の点群データを用いて、3次元地形描画ガイドラインと LOD を検討するための現況地形のサンプルデータを作成する

4. 今後に関して

次回小委員会は、3月12日（木）14～16時に、関西大学東京センターにて開催する。

以上

4-2 第7回地形を対象とした3次元製図基準検討小委員会議事録

【日 時】2015年3月12日(木) 14:00～16:00

【場 所】関西大学 東京センター

【出席者】(敬称略)

(小委員長) 関西大学 窪田

(委員) 大阪経済大学 中村

国土技術政策総合研究所 重高、国土交通省 森下、国土地理院 長谷川

日本測量調査技術協会 住田、アジア航測株式会社 小野田

株式会社シビルソフト開発 大野、株式会社ゼンリン 深田

株式会社フォーラムエイト 佐藤、三菱電機株式会社 渡辺

(随行者) 株式会社建設システム 曾根田

(オブザーバ) 日本建設情報総合センター 児玉

(事務局支援) 株式会社関西総合情報研究所 櫻井

【議題】

1. 委員紹介 (資料 7-1)

2. 議事

(1) 前回議事録の確認 (資料 7-2)

(2) 平成 26 年度活動計画 (資料 7-3)

(3) 3次元地形のサンプルデータによる表示例 (資料 7-4)

(4) 3次元地形描画ガイドラインの討議 (資料 7-5)

(5) 3次元地形描画ガイドラインの名称について (資料 7-6)

3. その他

(1) 社会基盤情報標準化委員会における活動報告 (資料 7-7)

(2) 2015年度 小委員会検討テーマの公募について (資料 7-8)

【配布資料】

資料 7-1 委員名簿

資料 7-2 第6回小委員会議事録

資料 7-3 地形を対象とした 3 次元製図基準検討小委員会【活動計画書】

(2015 年 3 月 12 日修正版)

資料 7-4 3 次元地形のサンプルデータによる表示例

資料 7-5 3 次元地形描画ガイドライン (案)

資料 7-6 3 次元地形描画ガイドラインの名称について

資料 7-7 社会基盤情報標準化委員会における報告資料

資料 7-8 2015 年度 社会基盤情報標準化委員会 小委員会検討テーマの公募について

1. 討議概要

第 7 回地形を対象とした 3 次元製図基準検討小委員会では、まず、委員紹介および前回議事録の確認を行った。次に、資料 7-3 をもとに、活動計画の修正について報告した。次に、資料 7-4 をもとに 3 次元地形のサンプルデータによる表示例について説明した。そして、資料 7-5 をもとに 3 次元地形描画ガイドラインの討議を行った。討議内容をまとめたものを次に記載する。

【3 次元地形描画ガイドライン】

➤ 点密度について

◇ 密度と精度を定義する

- 精度：絶対座標の精度
- 密度：どこまで細かいものが見えるかの精度

◇ 点密度の決定方法

- 区間ごとに密度が異なるため、標準偏差を取る等場所を検討する必要がある
- 自然地形と構造物とでは密度が異なるため、分けて検討する必要がある
- 横断図において、天端や法面等に分けて密度を数値的に決定することを検討する

◇ 点群を間引く方法

- 高密度（構造物等）、低密度（地形等）で間引く量を変える方法
- 断面の変化がある箇所と変化が無い箇所点群の間引き方を変える方法

(河川堤防に特化した研究：関西大学)

- 地形や構造物を対象として点群を間引く方法をガイドラインに記述する
- ◇ 点群のフィルタリング
 - 密度 100 点/m²の地上設置型レーザスキャナ（フィールドビューア）と MMS とを比較した場合、点群の精度が異なっているため、ノイズを除去するためのフィルタリング方法を考慮する必要がある
- 点密度のレベル分けについて
 - ◇ 用途によって必要なレベルが異なる
 - 地形では、1 点/m²あれば地形の概要を把握可能
 - 小さい橋梁等では、10 点/m²は必要
 - ◇ 地図情報レベルと LOD のどちらを使用すべきかを検討
 - 測量業界では地図情報レベル、建設業界では LOD が使用される
 - 地形に関しては、通常は地図情報レベルが使用されるため、馴染みがある
- レイヤ分けについて
 - ◇ 地形、構造物、ノイズ（植生等）の 3 種類に分類する
- TIN について
 - ◇ 2 次元による TIN では、土留擁壁などの鉛直面が再現できないため、取り扱いを議論する必要がある
 - ◇ 本基準は地形を対象としており、構造物も必要となる程度であるため、橋梁の高欄など詳細なものまで議論する必要は無い
 - ◇ 人が目視で確認する場合は、TIN よりも点群のままのほうが分かりやすい
- 資料内容について
 - ◇ 資料 5-27 頁「1 点/m²では地形の判読が困難であるため、利用しない」は、昔の航空レーザ測量データが活用できなくなるため、推奨しないという表現に変更する

2. 討議内容

討議内容について、会話の記録を次に記載する。

【平成 26 年度活動計画】

- (長谷川) ガイドラインの構成イメージにて、表示と描画の違いが明記されたことにより、討論する上で整理できたのではないか。
- (中村) 例として「堤防」の場合、地形の表現方法には、TIN での表現や横断側線をスワイプしての表現がある。表示は前者、描き方は後者を対象とする。こうした分け方で合っているか。

(窪田) 合っている。描き方は一つでは無いので、パターン分けして決められるとよいと考える。

【3次元地形描画ガイドライン】

- (中村) 意見が 3 点ある。
 1. 横断図で見た場合、天端、法面等に分けて、地図情報レベルに合わせた密度が数値的に提示できるのではないか。
 2. 密度 100 点/m²の地上設置型レーザスキャナ（フィールドビューア）と MMS を比較した場合は、点群の精度が異なっている。そのため、ノイズ除去などフィルタリングの仕方を検討する必要があるのではないか。
 3. 点群は、区間ごとに密度が異なっている。密度を決める際に、どの部分を基準に標準偏差を取るべきであるかを決める必要がある。

(佐藤) 3点密度の取り方に関して、自然地形と構造物とでは、同じ密度で考えることは無理と考える。そのため、構造物と地形とでは分けて考える必要があるのではないか。計測機器側で対象物ごとに細かい密度の設定をすることは可能か。

(中村) 実際のデータ計測では、一定密度で行っている。ただし、照射範囲や計測範囲を決めて管理することは可能である。

(佐藤) 計測後に、人手の作業が必要であるということか。

(中村) 必要である。

- (中村) レイヤに関して、ノイズ、植生、構造物の 3 種類に分けてはどうか。
- (長谷川) 密度は、用途によって必要なレベルが異なる。地形では、1 点/m²あれば大凡の地形が把握できる。一方、橋梁等では、10 点/m²は必要である。レベル分けを LOD で行う場合、BIM の LOD とは基準が異なる。また、地図情報レベルで

決める方法もある。どちらが良いかは決める必要がある。

(住田) どちらが良いかは業界によって変わる。測量業界では地図情報レベル、建設業界では LOD が使用されている。

- (小野田) 精度については、GPS 等の課題もある。また、ソフトの依存性や、座標系を何にするかなど、形状とは別の課題がある。

(長谷川) 精度には次の 2 種類がある。

1. 絶対座標の精度
2. どこまで細かいものが見えるかの精度

(中村) 1.は精度、2.は密度で定義すればよい。

- (森下) 点群を間引く際に、場所によって間引く量を変えてはどうか。構造物などの高密度の箇所は間引かず、地形などの低密度の箇所は間引く処理ではどうか。モノ単位で考えるのではなく、点群密度で考えれば良いのではないか。

(中村) 関西大学の研究において、断面変化がある箇所は詳細に、変化が無い箇所はグリッドフィルタで処理する研究を実施した。ただし、河川堤防に特化しており、構造物には対応していない。こうした内容を各社が実施する際に、方法をガイドラインに書けばよいのではないか。

- (住田) 実際には、複数の計測機器を組み合わせることになる。全体は LP で取得し、対象物は MMS 等で取得する。これらを組み合わせた場合に、座標がずれることをどこまで検討するべきか。

(窪田) 現在はルールが無いため、ケーススタディで決めることとなる。

- (佐藤) 点群から TIN にする方法として、2次元による TIN 化が一般的である。ここで、鉛直面の取り扱いについて議論する必要はあるか。土留擁壁などは鉛直面である。

(長谷川) オーバーハングまで考慮する必要は無いと考えるが、垂直な壁をどうするかは考える必要があるのではないか。

- (重高) 本基準では地形を対象としており、その場合に構造物まで必要という考え方である。そのため、橋梁の高欄まで考慮する必要は無い。また、人間の目では、点群のままの方が分かりやすい。レベル分けについては、通常使用するものが地図情報レベルであるため、馴染みがあるのではないか。点密度に置き換えた場合にどういった分類になるかを検討するのがよい。

- (住田) 資料 5-27 頁「1 点/m²では地形の判読が困難であるため、利用しない」とあるが、これを許可しないと、10 年前の航空レーザ測量データが活用できないことになる。

(窪田) 利用しないではなく、推奨しないという言い回しにしたい。

- (窪田) 今後について。

1. 点密度の整理
2. レベル分けの整理 (地形、構造物の地物ごとに整理)

- (窪田) 点群を使用してブラウザを作成するなど、点群を使用した方向性に関して、各社の意見を聞きたい。

(佐藤) フォーラムエイト社では、バーチャルリアリティとして利用。

(曾根田) 建設システム社では、手作業で測量点を取得して土量を算出している。レーザスキャナを活用すれば、こうした作業の手間が省ける。構想はあるが、実業務までには至っていない。

(大野) シビルソフト開発社では、地形を取り扱っていない。福井コンピュータ社では、精度の高いソフトが作成されていた。

(渡辺) 三菱電機社では、密度よりも量が重要と考える。低密度 (1 点/m²) でも、量が多いと表示できないことも考えられる。画面サイズも考慮する必要があるのではないか。

(深田) ゼンリン社では、用途によって必要な密度は異なる。テクスチャを貼ったほうが良い場合もある。マシンガイダンスでは、相当のデータが要求される。それぞれのデータが、こういった用途かという情報が欲しい。

- (森下) マシンガイダンスでは、点群データは設計化されていないため、結局 2 次元図面からデータを作成している。用途を考慮するのであれば、使用する側の意見を聞いたほうがよいのではないか。

(窪田) その点については、親委員会でも指摘されている。JACIC 経由で、日建連と建コン協を紹介して頂きたい。

(児玉) 紹介可能である。別途、ご相談頂きたい。

【3次元地形描画ガイドラインの名称について】

- (窪田) 次回に改めて提示して、議論したい。

【2015年度 小委員会検討テーマの公募について】

- (窪田) 次年度も引き続き公募したいと考えている。JACICとして、連続して公募してもよいか。
- (児玉) 今年度の成果と次年度の成果との違いなど、目的を明確にすれば、問題は無い。

3. ToDo

1. 点密度とレベル分けの整理
 - ◇ 地形、構造物の地物ごとに整理
2. 利用者(日建連、建コン協)へのヒアリング
 - ◇ JACIC 経由で依頼して実施

4. 次回小委員会日程

- 5月21日(木) 15時～17時

以上

4-3 第8回地形を対象とした3次元製図基準検討小委員会議事録

【日 時】2015年5月21日(木) 15:00～17:00

【場 所】関西大学 東京センター

【出席者】(敬称略)

(小委員長) 関西大学 窪田

(委員) 大阪経済大学 中村、国土技術政策総合研究所 重高、

日本測量調査技術協会 畠(代理)、株式会社シビルソフト開発 大野、

株式会社フォーラムエイト 佐藤、株式会社建設システム 曾根田(代理)、

株式会社ゼンリン 深田、アジア航測株式会社 松井(代理)

(随行者) 国土技術政策総合研究所 番上、浅田、石田

(オブザーバ) 日本建設情報総合センター 児玉

(事務局支援) 株式会社関西総合情報研究所 櫻井

【議題】

1. 委員紹介(資料8-1)

2. 議事

(1) 前回議事録の確認(資料8-2)

(2) 3次元地形描画ガイドラインの名称について(資料8-3)

(3) 3次元地形描画ガイドラインの討議(資料8-4～5)

(4) JACICへの2014年度成果報告について(資料8-6～8)

【配布資料】

資料8-1 委員名簿

資料8-2 第7回小委員会議事録

資料8-3 3次元地形描画ガイドラインの名称について

資料8-4 3次元地形描画ガイドライン(案)

資料8-5 3次元描画ガイドラインの表示ルールに関する検討

資料8-6 今後のスケジュール

資料8-7 小委員会2014年度 成果概要(案)

1. 討議概要

第 8 回地形を対象とした 3 次元製図基準検討小委員会では、まず、委員紹介および前回議事録の確認を行った。次に、資料 8-3 をもとに、3 次元地形描画ガイドラインの名称について説明した。また、資料 8-4、及び、資料 8-5 をもとに 3 次元地形描画ガイドラインについて説明した。そして、これらの資料をもとに 3 次元地形描画ガイドラインの討議を行った。討議内容をまとめたものを次に記載する。

【3次元地形描画ガイドライン】

➤ 名称

◇ 「3次元地形描画ガイドライン」で決定

➤ 修正・検討事項

◇ 資料 8-4 1-1. 概要、1-2. 適用

- 1-1.概要の「地方自治体が管理する道路、河川にガイドラインを適用できるようにする。」と 1-2. 適用の「本ガイドラインは、3次元地形データの利用用途を特に定めていない。・・・道路、鉄道、ダム、管路などの構造物の設計に必要な地形情報を与え、構造物の配置計画と個々の構造物の設計、施工、維持管理に利用される。」の文章に不整合があるので、修正する。

◇ 資料 8-4 4-2. 表示レベル

- OGC の LOD との整合性を検討する。

◇ 資料 8-4 12. 対象地物

- 「全ての地物を同じ点密度で表示する。」の記述を削除する。
 - ✓ ユーザの観点では、地形は間引いて低密度、構造物は高密度で活用したいため
 - ✓ 地形と構造物は、レイヤ分けして整理したほうが良い
- 対象とした地物の選定理由を記述する。

◇ 資料 8-5 3次元描画ガイドラインの表示ルールに関する検討

- 点群データを対象とするため、今後は次の観点で表示（見え方）の具体例

を整理する。

- ✓ 計測機器と点密度の整理（資料 8-5 にて提示）
- ✓ 各計測機器（オリジナルデータ）と対象地物の整理
- ✓ 点密度と対象地物の整理
- ✓ OGC の LOD と点密度の整理
- 対象地物（道路、橋梁、水部、法面、ブロックなど）が、各計測機器または各密度において取得可能かどうかをマトリクス表で評価する。
- 結論の訂正
 - ✓ 計測機器の特性との関連性を追記する。
 - ・ LP は元データの密度が低い
 - ・ レーザスキャナは、黒色が計測できない
 - ・ UAV カメラは、グラウンドなどの特徴が無い平面では写真測量の特性で作成できない

2. 討議内容

討議内容について、会話の記録を次に記載する。

【3次元地形描画ガイドラインの名称について（資料 8-3）】

- （窪田）名称は、「3次元地形描画ガイドライン」で決定とする。

【3次元地形描画ガイドラインの討議（資料 8-4～5）】

- （大野）1-1.概要の「地方自治体が管理する道路、河川にガイドラインを適用できるようにする。」と1-2.適用の「本ガイドラインは、3次元地形データの利用用途を特に定めていない。・・・道路、鉄道、ダム、管路などの構造物の設計に必要な地形情報を与え、構造物の配置計画と個々の構造物の設計、施工、維持管理に利用される。」の文章に不整合がある。
- （松井）構造物や地形を分けて、どれぐらいの密度が必要かについては整理するのか。

（窪田）今年度は整理する予定は無い。地形と構造物を自動で切り分けることは、

技術的に難しいため。

(松井) 地方自治体の管理などにも、対象としている。整理しない場合は、この記述も消えるのではないか。

(窪田) その通りである。今後、地山と構造物を分けて議論する必要があるが、まずは、地形のみを対象としたい。

(中村) 人が見るための参考資料として活用する場合、地物ごとに切り分けて詳細に見せる整理をした方がよいのではないか。点密度と地物の観点でまとめたほうがよい。例えば、縦軸が点密度、横軸が地物のマトリクス表にして、表示可能かを○、△、×で整理してはどうか。

(窪田) 承知した。ガイドラインの中でも、対象地物の話をしているので、対応付けて整理したい。

- (畠) OGC では LOD を定義しているが、本小委員会では、OGC の LOD との整合性は考慮しているのか。していなければ、表現の仕方が決められているので、参考にしたほうがよい。

(窪田) OGC は見ておらず、BIM を参考としていたため、OGC の LOD も参考にしたい。OGC では、基準などの検討はされているのか。

(畠) 大分前から議論されている。ただし、点群データを対象とした議論ではなく、3次元のCGについての議論である。

- (重高) 資料 8-5。7 頁で計測機器ごとに整理しているが、9 頁の検討結果では密度のみで結論を出している。検討したが、結論が出ていないのは良くない。例えば、LP は元データの密度が低い。

(窪田) 計測機器の特性に関しても議論したほうがよい。

(中村) 計測機器の特性の例として、レーザスキャナは、黒色が計測できない。UAV カメラは、グラウンドなどの特徴が無い平面では写真測量の特性で作成出来ない。

- (中村) 道路、橋梁、水部、法面、ブロックなど地物ごとに点群データの表示（見え方）を整理してはどうか。

(窪田) 計測機器の整理をした場合、結果的に、点密度と地物の整理になる。

(中村) 計測機器と地物のマトリクス表があれば分かりやすい。

(窪田) 各計測機器のオリジナルデータと対象地物の整理、点密度と対象地物の

整理をする。

- (大野) 資料 8-5 8 頁。計測範囲によって結論が変わることになる。範囲は、一定にしてはどうか。

(窪田) あくまで処理時間に関する整理結果を示している。

- (佐藤) 資料 8-4 12.対象地物の 1 項目目。複数計測機器で得られたデータを使用することは、想定しているか。対象地物について、同じ点密度で表現となっているが。

(窪田) 機器間は考慮しないで、一つの機器で考える。

(佐藤) 機器同士を混在させる場合は、ガイドラインは参照せず、各自で検討するということか。

(窪田) 今年度は検討しない。この項目は削除すべきかもしれない。

(重高) ユーザの観点では、地形は間引いて使用したい。一方、構造物は密度が高い方がよい。そう考えた場合、一定にするという言い方では厳しすぎるのではないか。

(中村) そもそも混在させずに、レイヤで分けて整理したほうがよい。

- (番上) 公共施設にトンネルを含めた方がよいのではないか。

(佐藤) トンネルを地形として扱うか。

(窪田) トンネルの中は、構造物を計測しているイメージである。

(番上) 最終的には、設計者が使うのであれば、必要ではないか。

(窪田) 地形を計測した場合に、取得できるものを対象とする。対象地物の選定理由を記述する。

- (佐藤) ブレークラインとは、どういう意味か。

(中村) ブレークラインとは、断面変化する箇所（道路と構造物の境目や、法面と天端の境目など）を繋いだ線のことである。この線があれば、間の点群が無くても形状が分かる。

【JACIC への 2014 年度成果報告について（資料 8-6～8）】

- (窪田) 6 月提出の成果は、作成出来次第、事前にお送りする。
- (窪田) 来年度採択された際は、引き続きお願いしたい。

- (窪田)報告書は、製本して配布する。
- (窪田)今年度の成果を論文にして、土木情報学シンポジウムに提出する。

3. ToDo

- 成果取りまとめ
 - ◇ 資料 8-4 3次元地形描画ガイドラインの修正
 - ◇ 資料 8-5 3次元描画ガイドラインの表示ルールに関する検討の修正
 - ◇ 成果を取りまとめ次第、メールにて送付

以上

第5章 達成目標とそれに対する小委員会の活動成果

本小委員会では、5-1 節に示す達成目標に対して、5-2 節から 5-5 節に示す検討を行った。5-2 節から 5-5 節の各成果に示すように、2013 年度の目標を達成することができたと考えている。

5-1 達成目標

活動計画書において達成目標としたのは次の 3 点である。

- 3次元地形描画ガイドラインの目次（案）
- 3次元地形描画ガイドラインの草案
- 3次元地形描画ガイドラインにもとづき、CAD ソフトによって作成した地形の検証結果

3次元地形描画ガイドラインの検討イメージを次図に示す。



LP (出典: アジア航測)



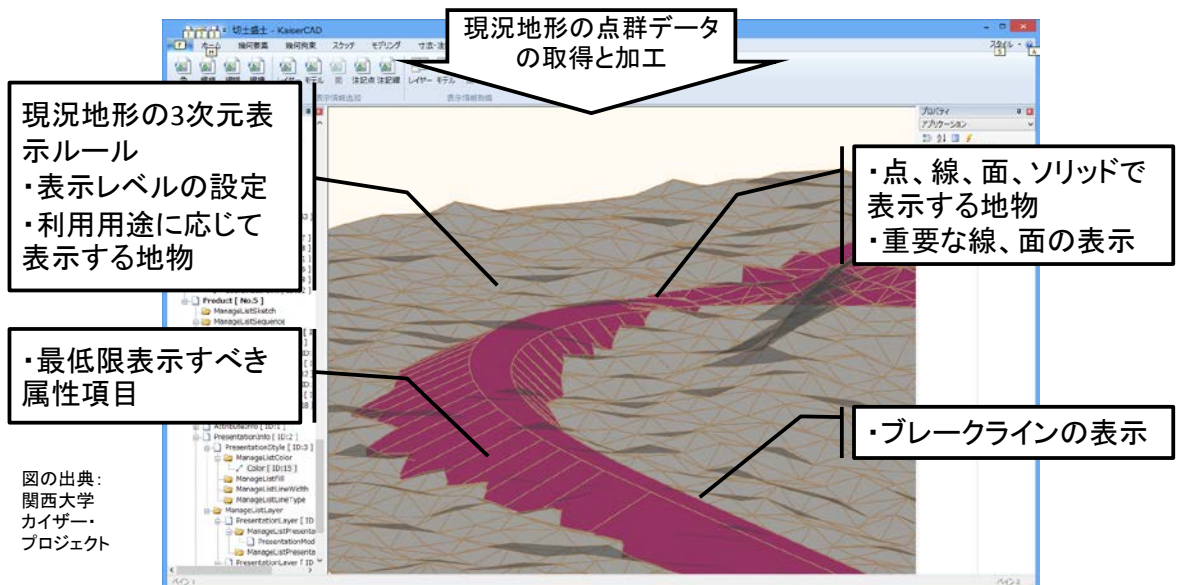
地上型レーザースカナ



MMS (出典: 三菱電機)

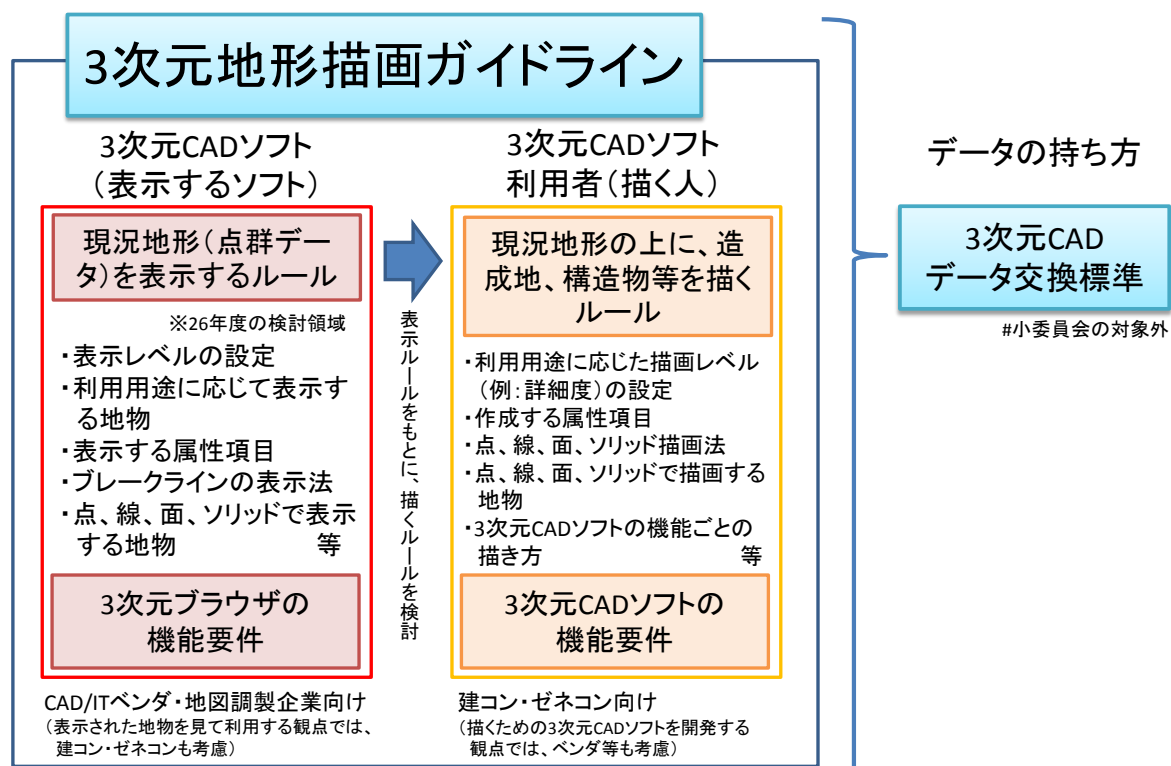


UAV



5-2 3次元地形描画ガイドラインの目次（案）

2013年度小委員会成果である地形を対象とした3次元製図基準の目次案を精査し、3次元地形描画ガイドラインの目次（案）を作成した。目次案の検討にあたっては、3次元地形描画ガイドラインの構成を次図のように考えた。



3次元地形描画ガイドラインの目次案は次のとおりである。

1. 総則
 - 1-1 概要
 - 1-2 適用
 - 1-3 3次元モデル地形の表示・描画における考え方
 - 1-4 用語の定義
2. 次元の考え方
3. 適合性クラス
4. 3次元地形モデルの表示レベル
5. 座標系
6. 管理情報
7. 3次元地形モデルの表示に係わる一般事項

8. アノテーションの表示
9. 点の表示
10. 線の表示
11. 面の表示
12. 対象地物

5-3 3次元地形描画ガイドラインの草案

本ガイドラインでは、現況地形を LP、地上型レーザスキャナ、MMS、UAV などの特性の異なる様々な機器によって計測した点群データを対象に、3次元地形モデルを表示・描画する基準を策定する。ここでは、3次元モデルの要求レベルが高すぎると利用されないため、ガイドラインの利用者に過度の負担をかけないように、3次元地形モデルの表示レベルを設定する。2014年度は、3次元地形描画ガイドライン（表示ルール）を対象とした。

1. 総則

1-1 概要

本節の目的は、3次元地形描画ガイドラインの定義と位置付けを明確にすることである。

- 現況地形を LP、地上型レーザスキャナ、MMS、UAV などの特性の異なる様々な機器によって計測した点群データを対象に、3次元地形モデルを表示・描画する基準を策定する。
- 現況地形を対象とし、3次元 CAD ソフトを用いた地形の表示（見え方）と描画（描き方）について、ドメインに共通する基準を作成する。
- 地質、紙図面への表示、3次元 CAD データの交換フォーマットは対象外とする。
- 地方自治体が管理する道路、河川にガイドラインを適用できるようにする。
- 3次元地形モデルを3次元 CAD ソフトに表示するためのルールと3次元 CAD ソフト利用者が3次元地形モデルを描くためのルールを作成する。

1-2 適用

- 本ガイドラインは、建設事業において、3次元 CAD ソフトを用いて現況地形の3次元モデルを表示し描画するための表記に係わる基準を定めるものである。
- 本ガイドラインでは、現況地形を対象とし、その表示と描画に必要な道路、橋梁、河川などの既設地物も対象とする。建設事業主体が、当該地域の現況地形を把握するために、航空測量、レーザプロファイラ測量、地上設置型レーザスキャナ、

MMS、UAV に搭載されたカメラなどによって計測した点群データを対象とする。ただし、計測機器によって点群データの密度や精度が異なるため、3次元地形データの利用用途に応じた検討が必要である。

- 本ガイドラインは、3次元地形データの利用用途を特に定めていない。本ガイドラインにおける「地形」は、利用分野毎に策定される河川計画、港湾計画、上下水道計画、都市計画および道路、鉄道、ダム、管路などの構造物の設計に必要な地形情報を与え、構造物の配置計画と個々の構造物の設計、施工、維持管理に利用される。
- 3次元地形データの利用分野（道路、構造、河川海岸砂防、都市施設）を対象とした、ドメインごとの3次元描画ガイドライン（仮称）は、本ガイドラインをもとに策定される。



LP (出典: アジア航測)



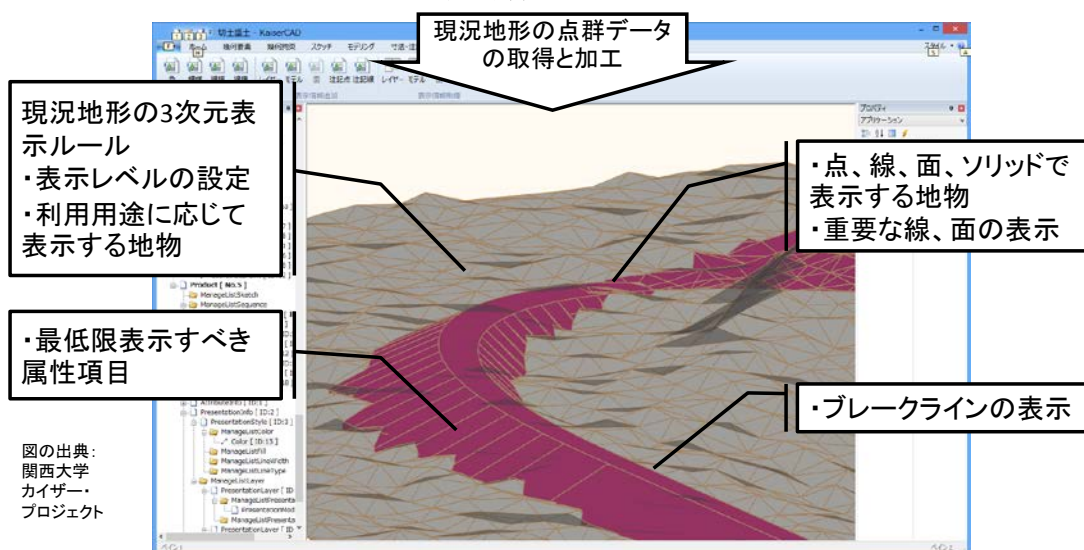
地上型レーザースカナ



MMS (出典: 三菱電機)



UAV



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

3次元地形モデルの表示と描画にあたっては、現況地形を計測するための様々な計測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。そのための考え方を示す。

- 地形データを取得する測量技術として、従来の航測図化、既成図数値化、TS 地形測量に加え、様々な計測機器による地形データの取得が進められている。3 次元地形モデルの取得方法や計測機器の特性である点群データの密度、機器の精度、計測範囲等を考慮し、現況地形を 3 次元 CAD ソフトによって表示し描画する基準とする。本ガイドラインでは、点群データを取得可能な次の計測機器を対象とする。
 - Mobile Mapping System (MMS)
 - レーザプロファイラ (LP)
 - 地上レーザ計測
 - Unmanned Aerial Vehicle (UAV) (ただし、UAV は写真測量成果をもとに、点群データを生成する。)

1-4 用語の定義

基準で使用する用語について規定する。ここに示す用語は、3D 単独図ガイドライン (JAMA)、3D 単独図活用ガイドライン (日本 PTC/USER 会) を一部編集したものである。

- 製図一般に関する用語
 - 製図：図面を作成する行為
 - 図面：情報媒体、規則に従って図または線図で表した、そして多くの場合には尺度に従って描いた技術情報
 - 注記：図面の内容を補足する事項を図中に文章で表したもの
- 図面に関する用語
 - 管理情報：表題欄および設変履歴などの管理情報と材質などの製品特性の情報
 - 表題欄：図面の管理上必要な事項、図面内容に関する定型的な事項などをまとめて記入するために、図面の一部に設ける欄
- CAD に関する用語
 - 形状モデル：平面上又は三次元空間内の形状をコンピュータ内部に表現したモデル
 - 3次元モデル：三次元形状を表現した形状モデル。体積情報によるソリッド

モデル、面情報によるサーフェスモデル、線情報によるワイヤフレームモデルに分類できる。また、3D モデルに製品特性を表すアノテーション（注釈）を付け加えた場合も 3D モデルと呼ぶ

- 3次元地形モデル：現況地形の形状を LP、MMS、地上設置型レーザスキャナ、UAV カメラ等で計測することにより、点群データを取得し加工して、利用用途に応じて 3次元で表現した形状モデル

2. 次元の考え方

本基準では 3次元を標準として、現況地形の点群データを取得・加工した 3次元地形モデルの表示ルールを定める。現況地形の 3次元モデルを 3次元 CAD システムで表記するためには、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。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。

- 本ガイドラインは地形を対象とするものであるが、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。
- 地表面のデータについては、TIN による表記が利用されることを考慮する。

3. 適合性クラス

ISO10303/AP203 の適合性クラスを参照し、本ガイドラインの適合性クラスを示す。ISO10303/AP203 では、以下の適合性クラスを定めている。

CC	適合性クラス名
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
4	位相付きサーフェスモデル
5	多面体モデル
6	ソリッドモデル

- 本ガイドラインでは、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、地表面の接続を考慮するために CC4 を対象とする。
- 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。
- 3次元地形の表記を対象とするため、体積計算や干渉計算等に必要なソリッド(CC6)は対象としないが、この適用については、さらに検討が必要である。
- 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。

4. 3次元地形の表示レベル

3次元地形モデルの表記における表示レベルにおいては、次の3段階での検討を進める。

(1) 点密度による表示（見え方）の整理

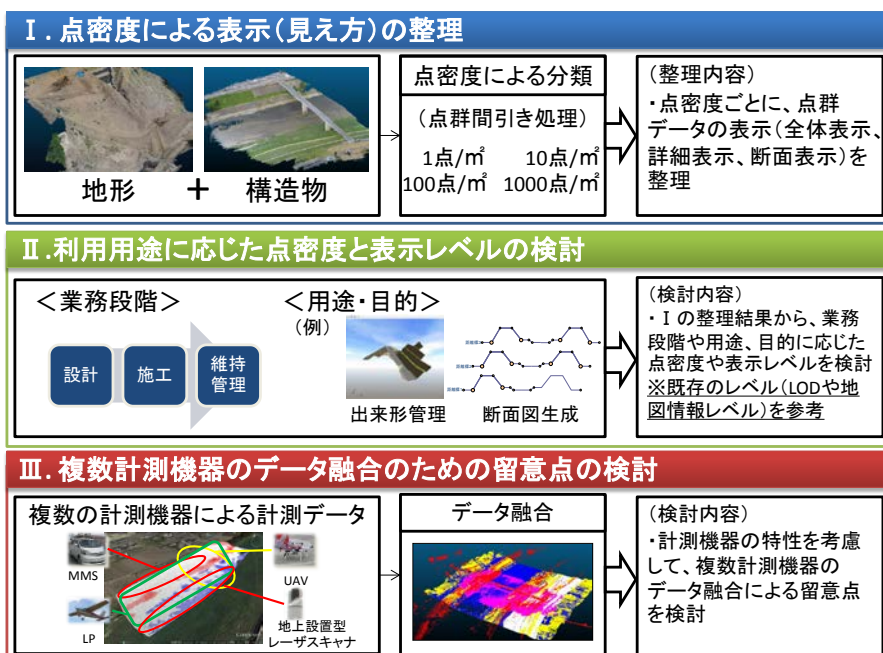
点密度ごとに、点群データの表示（全体表示、詳細表示、断面表示）を整理する。

(2) 利用用途に応じた点密度と表示レベルの検討

整理結果から、業務段階や用途、目的に応じた点密度や表示レベルを検討する。

(3) 複数計測機器のデータ融合のための留意点の検討

計測機器の特性を考慮して、複数計測機器のデータ融合による留意点を検討する。



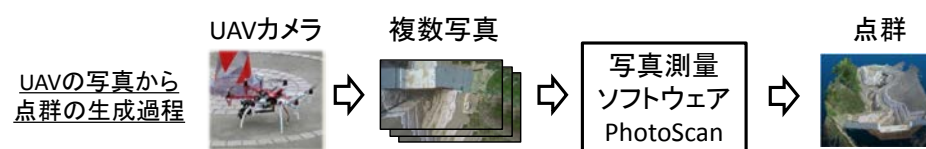
2014年度は、(1) 点密度による表示（見え方）の整理を対象とした。


4-1 点密度による表示（見え方）


点群データを取得するために使用した計測機器を次に示す。

UAV	
	<ul style="list-style-type: none"> • 製品名 : DJI F550 • 製造 : 快適空間FC社 • 自動飛行距離 : 半径1,000m • 飛行時間 : 5～10分程度 • 通信方式 : 2.4Ghz • 測量機器 : 1,200万画素デジタルカメラ* • GPS計測機器 : WooKong M GPS モジュール

*写真測量ソフトPhotoscanで点群座標データを生成



地上設置型レーザスキャナ(常時観測機器)	
	<ul style="list-style-type: none"> • 製品名 : フィールドビューア • 製造 : 三菱電機エンジニアリング社 • レーザクラス : Class 1M • 測距距離 : 10m～250m • 測距ポイント : 約8500pt / 90s • 電源 : AC100V±10%, 50/60 Hz • 消費電力 : 145W

地上設置型レーザスキャナ	
	<ul style="list-style-type: none"> • 製品名 : S-3180V • 製造 : PENTAX • レーザクラス : Class 1M • 測距距離 : 0.3m～187.3m • 測距ポイント : 約1,016,000pt / sec • 電源 : 24VDC (scanner) / 100-240VAC (power unit) • 消費電力 : 65W

計測機器によって取得されるオリジナルの点群データの密度をもとに、点密度が1点/m²、10点/m²、100点/m²、1000点/m²の場合の表示（見え方）を示す。

計測機器と点密度の整理

点密度 \ 計測機器	LP	MMS	地上設置型 レーザスキャナ	UAVカメラ ※写真測量
オリジナルデータの 点密度	約20点/m ²	約4500点/m ²	約1万点/m ² (常時観測機器 は約20点/m ²)	約500点/m ²
1000～100点/m ²	/	③	⑦	⑪
100～10点/m ²		④	⑧	⑫
10点/m ²	①	⑤	⑨	⑬
1点/m ²	②	⑥	⑩	⑭

この表のうち、⑦～⑭の表示例を巻末に示す。

計測機器による点密度の場合分けを表示して検討した結果、本ガイドラインでは、点密度による表示ルールを以下に定める。

- 本ガイドラインでは、業務目的に応じて必要な範囲の現況地形を取得して表示する。さらに、その目的に必要な道路、鉄道、河川、建物等の地物も取得して表示する。
- 地形を対象とした場合、1000点/m²～1点/m²の点密度において地形形状が把握可能である。
- 1000～100点/m²では、点群同士が密接に分布しており、詳細設計に活用できる可能性が高い。
- 10点/m²では、点群同士の間隔が多少離れているが、1000～100点/m²と誤差の傾向が類似しているため、詳細設計に活用できる可能性がある。
- 1点/m²では、点群がまばらに分布しているが、10点/m²と比較して誤差は数十cm程度のため、概略設計に活用できる可能性がある。
- 計測機器自体の精度や、様々な計測機器で取得するデータの融合による精度があるため、これらを考慮する必要がある。
- 表示レベル（地図情報レベルやLOD）の提案においては、業務段階、用途、目的に応じた点密度、計測機器の精度に対応して検討する必要がある。

4-2 表示レベル

表示レベルの検討では、地形計測分野に馴染みの深い「地図情報レベル」、あるいは BIM/CIM 分野で使用される LOD : Level of Detail (最適詳細度) によって整理する。ここでは、概略形状での表示、地物レベルでの表示の有無について検討する。LOD では、LOD Specification を参照し、次のように 3 次元地形モデルの表示を検討した。

- LOD100 : 要素は記号や概略形状で表す。
 - 次の地物を概略形状で表す。建物は表示しない。
 - * 地形が急激に変化する法面、変形地など
 - * 道路、鉄道など
 - * 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河川、水涯線など
- LOD200 : 量、大きさ、形状、位置や配置は近似値で表す。非図形情報はモデル要素に取り付けてもよい。
 - 本ガイドラインの対象地物を近似値で表す。
 - 建物の外形 (高さ情報) を概略の 3 次元形状で表す。
- LOD300 : 固有の形状や配置で表す。非図形情報はモデル要素に取り付けてもよい。
 - 本ガイドラインの対象地物を固有値で表す。
 - 建物の外形 (高さ情報) は概略の 3 次元形状でもよい。
- LOD400 : 固有の形状や配置で具体的に表すとともに、製造や組み立て情報を表す。非図形情報はモデル要素に取り付けてもよい。
 - 本ガイドラインの対象地物を固有値で表す。
 - 利用用途に応じて、不可視部分も固有値で表す (ドメイン毎の 3 次元描画ガイドラインで検討する事項) 。
 - 建物の外形 (高さ情報) は概略の 3 次元形状でもよい。
- LOD500 : サイズ、形状、位置、配置等を現地と同様に表す。
 - 本ガイドラインの対象地物を現地と同様の位置、配置、形状で表す。
 - 竣工モデルと捉え、竣工時に要求されるレベルとする。ただし、維持管理では、その要求レベルに応じて LOD を設定する。

5. 座標系

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。座標系は、空間中の任意の点について位置関係を表すためのシステムである。

- 右手系直交座標系とする。以下の理由による。
 - ISO9787 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。
 - 汎用 3次元 CAD エンジン開発プロジェクト（関西大学カイザー・プロジェクト）において、右手系直交座標系が採用されている。
 - 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。
 - 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。
 - 測量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。

6. 管理情報および表題欄

3D 単独図ガイドライン（JAMA）および ISO16792（Technical product documentation -- Digital product definition data practices）を参考に、3次元地形モデルを表示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。3次元では、2次元図面における表題欄と異なり、その位置や大きさを特定しない。これは、各ベンダおよびソフトウェアで工夫する。

- 管理情報として、以下を記載する
 - 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、データ計測年月日等

- データ更新時間を保持し、最新のサーフェスを表示する方法を検討する。
- 管理情報の検討にあたっては、JACIC の CoBie 小委員会との整合を図る。
- 3次元モデルを画面で確認する際には、管理情報の所在を画面上で確認できるようにする。
 - 管理情報は、3次元地形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。
- 管理情報の表示位置とその構成は各ベンダで設定する。
- 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。

7. 3次元地形モデルの作成に係わる一般事項

- 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。

8. アノテーションの表記

アノテーションは図形要素の属性情報として保持し、表示方法は各ベンダおよびソフトで工夫する。

- 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。
- アノテーションの表記にあたっては、ISO 16792 および以下の事項を参考とする。
 - 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を、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。
- アノテーション平面を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。
 - * ISO 128 (JIS Z 8316) に従って、適切な種類の投影図および断面図を用いる。
 - * 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。
 - * 投影図および断面図の矢印の方向で、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等は、アノテーションによって明示する。

9. 点の表示

基準点などを作成するための「点」の表示方法を定める。

- 適合性クラス CC3 および CC4 において対象とする。
- 基準点、水準点、多角点等、公共基準点、その他の基準点を表記し、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。
- 田畑などの記号は、GIS におけるシンボルと同様と考え、システムのフォントフォルダにある任意のテキストまたは表示フォントから作成されるシンボルを各ソフトウェアで工夫して表示する。

10. 線の表示

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表示方法を示す。

- 適合性クラス CC3 を対象とする。

- 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、各社で設定する。
 - 地形の3次元モデルのビューを考慮し、線種と線色を検討する。
- 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、鉄道、建物）、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、堤防などの線を表示する。
- 土地と構造物の区域の境界を明確に表記する。地形のブレイクラインを3次元で取得し表記する。
 - 2次元では盛土・切土を線色で分けている。
- 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。
 - ISO 128（JIS Z 8316） 「製図－図形の表し方の原則」

11. 使用する面

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表示方法を示す。

- 適合性クラスのCC4を対象とする。
- 面の色は、背景の色と明瞭に区別できるようにする。
- 3次元地形モデルをCGで利用することを想定し、3次元地形モデルに画像を貼付する。
- 適合性クラスを対象とするため、CC6を取り扱う場面を整理する。

12. 対象地物

本ガイドラインでは、3次元地形モデルとして表示する地物を示す。本ガイドラインは現況地形を計測機器による点群データで取得し、その際に必要な地物も含めて表示することを対象としている。ただし、適合性クラスで対象地物を定義すること、3次元モデルに必要な地物を目的に応じて使い分けることから、対象地物を定義するものである。

- 点群データでは、地物毎にその点密度を個別に設定することは難しいため、本ガイドラインでは地形とともに必要な全ての地物を同じ点密度で表示する。
- 地形と地表面を表す地物については、3次元で表示する。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た。
- 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。
- 地形形状の抽出にあたっては、等高線で概ねの形状表現が可能であるが、等高線の間で急激な変化があり変化が一定でない場合は、ブレイクラインまたは等高線を作成する。
 - 道路や法面など、形状の変化が一定である場合は等高線を作成する必要はない（出典：設計用数値地形図データ（標準図式）作成仕様【道路編】（案））。
- 3次元描画ガイドラインの道路編、河川編等の作成に関して、道路、水部等の地物は道路編や河川編等で定められるべきものであるが、本ガイドラインでは地形形状を3次元で表示するために必要な道路、河川等を抽出する。
- 3次元モデルとして描画する地物を示し、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。検討対象の地物は以下のとおりである。
 - 交通施設
 - * 道路（真幅道路）
 - * 道路施設（道路橋（高架部）、木橋、徒橋、栈道橋、横断歩道橋）
 - * 鉄道（普通鉄道、地下鉄地上部、路面電車、モノレール）
 - * 鉄道施設（鉄道橋（高架部）、跨線橋）
 - 建物
 - 水部等
 - * 水部（河川、細流）
 - * 水部に関する構造物
 - 法面
 - * 変化が一定でない場合は地形形状に応じて、ブレイクラインを作成する。
 - * 維持管理での3次元モデルの利用を考慮すると、河川では護岸、矢板などの表面に現れていない構造物の表現を検討する必要がある。

■ 基準点（三角点、水準点、多角点等、公共基準点等）

- * 基準点は、三角点、水準点、多角点等、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。

5-4 3次元地形描画ガイドラインにもとづき、CAD ソフトによって作成した地形の検証結果

現況地形の点群データを計測機器によって取得し、加工して、3次元地形描画ガイドラインにもとづいて、3次元CADソフトを用いて表示した。ここで、取得はオリジナルデータ（点群データ）により、これを加工：ノイズ除去、TIN表示する。ただし、今回は、ノイズは除去していない。そして、将来的には、作り込み：ブレークラインを追加して表示する。

次の計測機器による点群データを用いて、現況地形のサンプルデータを作成し表示する。対象とする機器は次のものである。

- ・ UAVカメラ：関西大学が計測
- ・ 地上設置型レーザスキャナ：関西大学が計測（一つは常時観測機器）
- ・ LP（データを借用）
- ・ MMS（データを借用）

整理する内容は次のとおり。

- 計測機器と点密度の整理
- 人が描画する際の目安とするために、対象箇所を3次元と2次元（断面）表示
- （参考）点密度とソフトウェア処理時間の整理

マシンが表示可能な限度の目安とするために、ソフトウェア上での処理時間を記載

現況地形の点群データを可視化するために、次の3段階での検討を進める。

(1) 点密度による表示（見え方）の整理

点密度ごとに、点群データの表示（全体表示、詳細表示、断面表示）を整理する。

(2) 利用用途に応じた点密度と表示レベルの検討

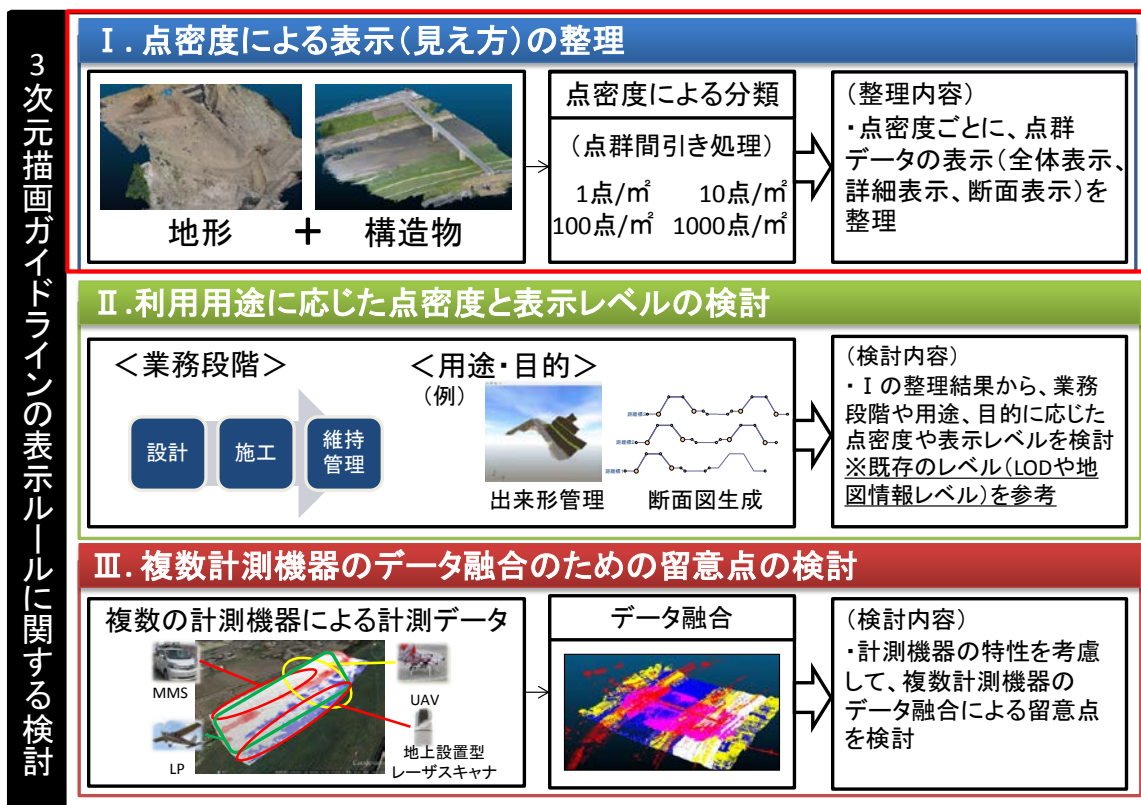
整理結果から、業務段階や用途、目的に応じた点密度や表示レベルを検討する。

(3) 複数計測機器のデータ融合のための留意点の検討

計測機器の特性を考慮して、複数計測機器のデータ融合による留意点を検討する。

2014年度は、点密度による表示の整理を行った。

2014年度の検討範囲



計測機器による点密度の場合分けを表示して検討した結果、本ガイドラインでは、点密度による表示ルールを以下に定める。

- 本ガイドラインでは、業務目的に応じて必要な範囲の現況地形を取得して表示する。さらに、その目的に必要な道路、鉄道、河川、建物等の地物も取得して表示する。
- 地形を対象とした場合、1000 点/m²～1 点/m²の点密度において地形形状が把握可能である。
- 1000～100 点/m²では、点群同士が密接に分布しており、詳細設計に活用できる可能性が高い。
- 10 点/m²では、点群同士の間隔が多少離れているが、1000～100 点/m²と誤差の傾向が類似しているため、詳細設計に活用できる可能性がある。
- 1 点/m²では、点群がまばらに分布しているが、10 点/m²と比較して誤差は数十 cm 程度のため、概略設計に活用できる可能性がある。
- 計測機器自体の精度や、様々な計測機器で取得するデータの融合による精度があるため、これらを考慮する必要がある。
- 表示レベル（地図情報レベルや LOD）の提案においては、業務段階、用途、目的に応じた点密度、計測機器の精度に対応して検討する必要がある。

・点密度とソフトウェア処理時間の整理

UAV(240m×390m)					
	1点/m ²	10点/m ²	100点/m ²	1000点/m ²	オリジナル
全点数	約5万点	約50万点	約500万点	-	約1300万点
ファイルサイズ	約3MB	約30MB	約300MB	-	約700MB
点群読込時間(※1)	約30秒	約40秒	約180秒	-	約450秒
サーフェス生成時間(※2)	約1秒	約10秒	約90秒	-	約250秒
3次元ビューア描画時間(※3)	約1秒	約4秒	描画不可	-	描画不可
地上レーザスキャナ(100m×80m)					
	1点/m ²	10点/m ²	100点/m ²	1000点/m ²	オリジナル
全点数	約4千点	約4万点	約30万点	約200万点	約2000万点
ファイルサイズ	約0.2MB	約2MB	約20MB	約100MB	約1200MB
点群読込時間(※1)	約30秒	約30秒	約40秒	約100秒	約800秒
サーフェス生成時間(※2)	約1秒	約1秒	約7秒	約40秒	約450秒
3次元ビューア描画時間(※3)	約1秒	約1秒	約3秒	約10秒	描画不可

※1 「AutoCAD Civil3D」の点群データ読込機能を使用

※2 「AutoCAD Civil3D」の点群データからサーフェスを作成する機能を使用

※3 「AutoCAD Civil3D」の3次元ビューア上でのサーフェスを描画する機能を使用

※PC性能 OS:Windows7 64bit CPU: Core i7 3.50Ghz メモリ:32GB

点群データの密度によって、点数とファイルサイズが変わるため、ソフトウェア上での処理時間にも影響する。

第6章 今後の展開

計測機器自体の精度や、様々な計測機器で取得するデータの融合による精度があるため、これらを考慮する必要がある。表示レベル（地図情報レベルや LOD）の提案においては、業務段階、用途、目的に応じた点密度、計測機器の精度に対応して検討する必要がある。

今後の展開として、利用用途に応じた点密度と表示レベルの検討：整理結果から、業務段階や用途、目的に応じた点密度や表示レベルを検討する。そして、複数計測機器のデータ融合のための留意点の検討：計測機器の特性を考慮して、複数計測機器のデータ融合による留意点を検討する。

次期小委員会の対象範囲

