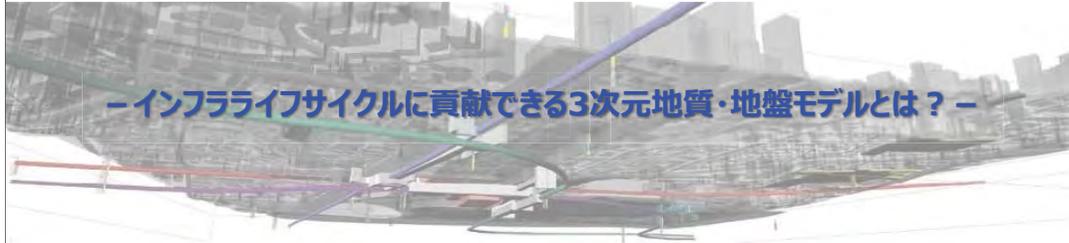


BIM/CIMにおける 3次元地盤モデル適用の現状と課題

—インフラライフサイクルに貢献できる3次元地質・地盤モデルとは？—



応用地質株式会社

技術本部 ジオデザインセンター-BIM/CIMグループ 西山 昭一

目次

1. はじめに
2. BIM/CIMの概要
3. BIM/CIMにおける3次元地質・地盤モデル
4. 3次元地質・地盤モデルの現状と課題
5. BIM/CIMソリューションの紹介
6. おわりに

1.1 OYOの紹介：事業領域

1. はじめに

調査・コンサルティング事業



計測機器事業



1.3 本発表の視座

1. はじめに

【土木学会「地盤の課題と可能性に関する声明(2022/9/20)」より】

- 地盤の状態を可視化するためには、地盤情報の国民的共有化、データの統合解析、維持管理における『地盤と構造物の履歴書』の活用が肝要
- 『地盤』は、国土・都市計画から構造物の計画・調査・設計・施工・維持管理まで、国土やインフラに関わるすべての分野に共通する「土木工学におけるハブ」
- 『地盤』は現代の顕著な「汎土木工学フロンティア」

⇒地質・地盤の役割と価値を再認識

【論点】

インフラライフサイクルに貢献できる3次元地質・地盤モデルとは何か？

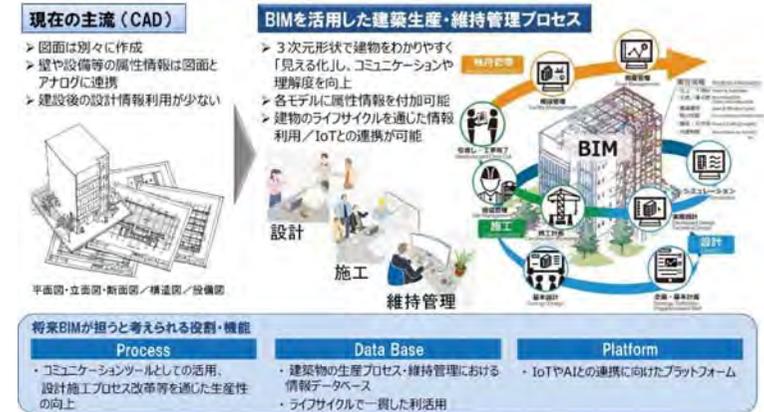
目次

1. はじめに
2. BIM/CIMの概要
3. BIM/CIMにおける3次元地質・地盤モデル
4. 3次元地質・地盤モデルの現状と課題
5. BIM/CIMソリューションの紹介
6. おわりに

2.1 BIMの定義と枠組み

◆BIM (Building Information Modelling)

信頼性のある意思決定を行うための設計、建設及び運用に係る過程を円滑化する、資産の共有デジタル表現の活用 (ISO 23386: 2020)



<https://www.mlit.go.jp/common/001341602.pdf>

2.2 BIMの定義と枠組み

◆BIMの構成要素

- BIMはオブジェクト指向でパラメトリックである (図1,2)。
- 各オブジェクトは建物の要素 (例えば壁やドア) を表現し、それらは他の要素との関係を持っている。もっとも重要な点は、各建物の要素にプロパティ (属性) があること (図3)。
- オブジェクトプロパティ (属性) はオブジェクトの性質 (物理的な寸法、材料の属性、用途 (構造部材か否か)、費用、と承認状況) を表す。
- オブジェクトと関連付けできるプロパティ (属性) は無限にあり、これがBIMの隠れた価値であり、オブジェクトの利用方法は無限である。
- BIMは設計の選択肢を比較し、シナリオのテストや結果をシミュレーションする強力な手段となる。

2D/3D CAD	BIM
デジタル	デジタル
基本的に手作業 静的	オブジェクト指向 パラメトリック 動的

図1: 一般的CAD (左) とBIMの比較 (右)

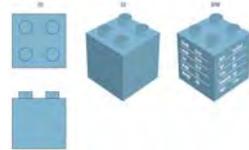


図2: 2D CADからオブジェクト指向BIMへ

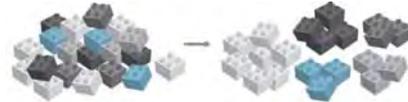
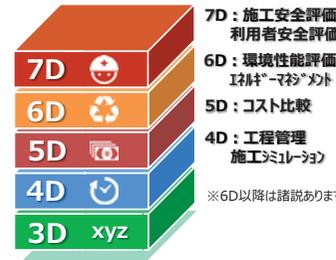


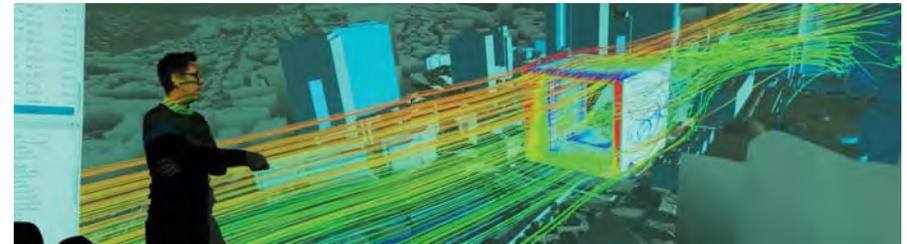
図3: オブジェクトプロパティ (属性) は様々な検索と整理機能を可能とします

引用: 一般社団法人buildingSMART Japan, 2022, 「The BIM Manager: BIMプロジェクト管理のための実践ガイド」

2.3 BIM活用の次元



- BIM (Building Information Modeling) は「モデル+属性情報」を建築ライフサイクル全般で流通させることを見据えた多次元での利用を想定
- BIMは「建設ライフサイクルにおける多次元データを利活用するためのコミュニケーションツール」
- 様々なBIMアプリケーション間でデータを共有するためには、データ交換標準が重要となる

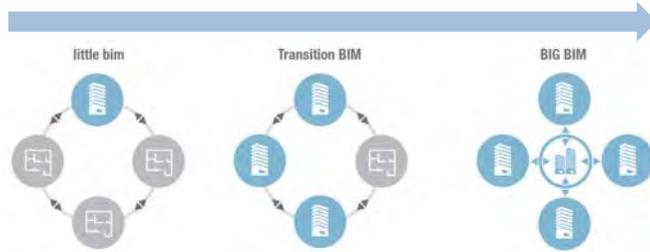


2.4 BIM導入の遷移

2. BIM/CIMの概要

◆リトルBIM/トランジションBIM/ビッグBIM

- トランジションBIMとは、BIMが契約で義務付けられていない場合でも、基本的な調整のためにモデルを自発的に社内でも共有することを指す。
- トランジションBIMは、調整と情報伝達を改善するという点で、プロジェクトに利益をもたらす、BIMの技能を共同環境で向上させることができる。

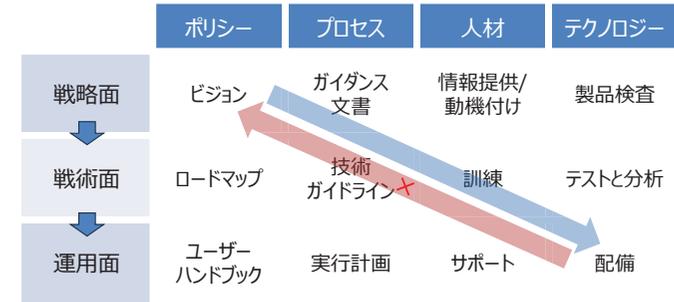


引用：一般社団法人buildingSMART Japan, 2022, 「The BIM Manager : BIMプロジェクト管理のための実践ガイド」

2.5 BIM導入に必要なもの

2. BIM/CIMの概要

◆BIM導入のマトリックス



引用：一般社団法人buildingSMART Japan, 2022, 「The BIM Manager : BIMプロジェクト管理のための実践ガイド」

2.5 BIM/CIMとは

2. BIM/CIMの概要

令和5年度BIM/CIM原則適用

- 活用内容に応じた3次元モデルの作成・活用
- DS (Data-Sharing) の実施 (発注者によるデータ共有)



令和6年度以降、高度化・対象範囲拡大を目指す

引用：<https://www.mlit.go.jp/tec/content/001590426.pdf>

2.6 BIM/CIM定義の変遷について

2. BIM/CIMの概要

令和元年 CIM (Construction Information Modeling/Management) は、計画、調査、設計段階から3次元モデルを導入することにより、その後の施工、維持管理の各段階においても3次元モデルを連携・発展させて事業全体にわたる関係者間の情報共有を容易にし、一連の建設生産システムの効率化・高度化を図ることを目的としている。

令和2年～令和4年 BIM/CIM (Building/Construction Information Modeling, Management) とは、コンピュータ上に作成した3次元の形状情報 (3次元モデル) に加え、構造物及び構造物を構成する部材等の名称、形状、寸法、物性及び物性値 (強度等)、数量、そのほか付与が可能な情報 (属性情報) とそれらを補足する資料 (参照資料) を併せ持つ構造物に関連する情報モデル (BIM/CIMモデル) を構築すること (Building/Construction Information Modeling) 、及び、構築したBIM/CIMモデルに内包される情報を管理・活用すること (Building/Construction Information Management) をいう。

令和5年 BIM/CIM (Building/Construction Information Modeling, Management) とは、建設事業で取扱う情報をデジタル化することにより、調査・測量・設計・施工・維持管理等の建設事業の各段階に携わる受発注者のデータ活用・共有を容易にし、建設事業全体における一連の建設生産・管理システムの効率化を図ることである。受発注者の生産性向上を目的に、直轄土木業務・工事にBIM/CIMを適用し、取り組むものとする。

【BIM/CIM 適用の対象範囲】

以下に示す業務・工事に該当するものを対象とする。

- 測量業務共通仕様書に基づき実施する測量業務
- 地質・土質調査業務共通仕様書に基づき実施する地質・土質調査業務
- 土木設計業務等共通仕様書に基づき実施する設計及び計画業務
- 土木工事共通仕様書に基づき実施する土木工事

ただし、小規模なもの及び災害復旧工事等の緊急性を要する業務・工事を除く。

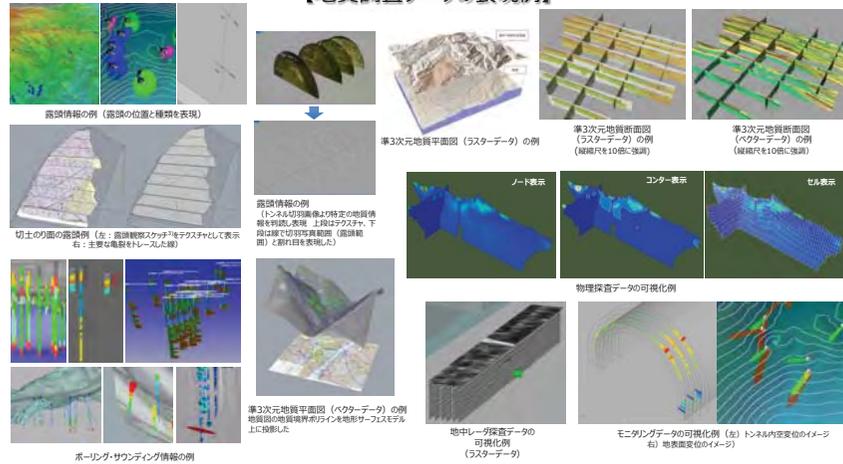
なお、これによらず対象以外の業務・工事においても積極的な導入を推進する。

仕様書 (特記仕様書) に入れるかは、あくまでも発注者の判断。

3.2 3次元地質・地盤モデルとは

3. BIM/CIMにおける3次元地質・地盤モデル

【地質調査データの表現例】

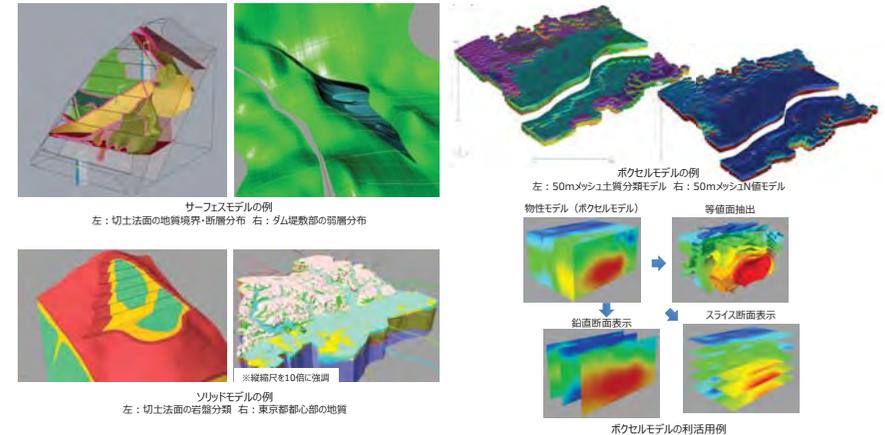


引用) 3次元地質解析技術コンソーシアム：「3次元地質解析技術マニュアルVer3.0」,2020.

3.2 3次元地質・地盤モデルとは

3. BIM/CIMにおける3次元地質・地盤モデル

【3次元地質・地盤モデルの表現例】

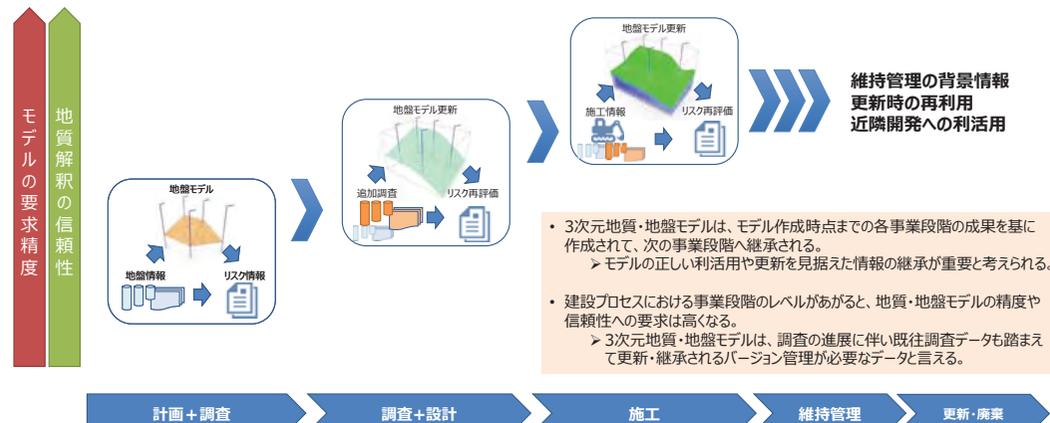


引用) 3次元地質解析技術コンソーシアム：「3次元地質解析技術マニュアルVer3.0」,2020.

3.3 BIM/CIMにおける3次元地質・地盤モデルの継承とは

3. BIM/CIMにおける3次元地質・地盤モデル

【事業の進展に伴い更新される3次元地質・地盤モデルのイメージ】

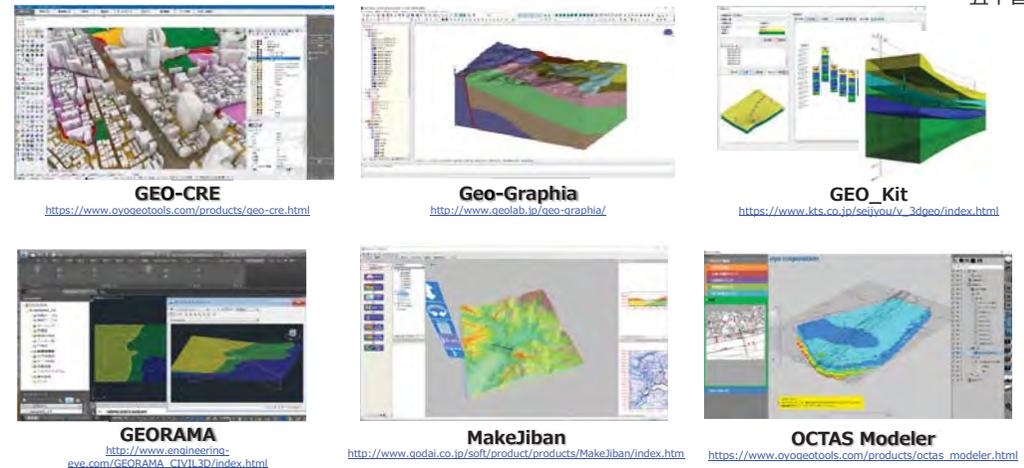


引用) 3次元地質解析技術コンソーシアム：「3次元地質解析技術マニュアルVer3.0」, 図4.6-2に追記, 2020.

3.4 3次元地質解析システム（国内製品の例）

3. BIM/CIMにおける3次元地質・地盤モデル

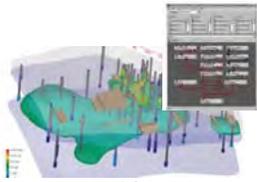
五十音順



3.5 3次元地質解析システム（海外製品の例）

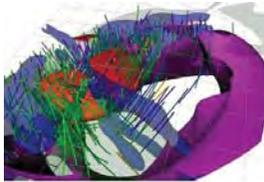
3. BIM/CIMにおける3次元地質・地盤モデル

アルファベット順



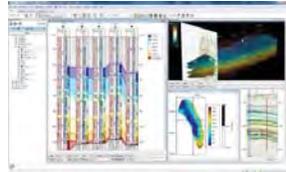
EVS/MVS

<https://www.ctech.com/products/mvsevs-product-suite/mvs/>



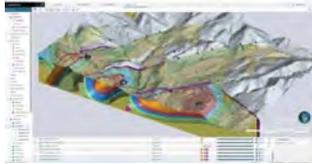
GeoModeller

<https://www.intrepid-geophysics.com/geomodeller-commercial/>



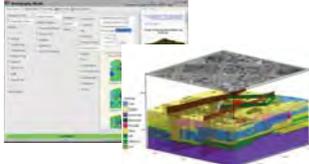
GoCAD

<http://www.edam.com/products/goacad/>



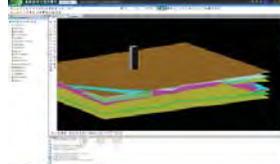
Leapfrog

<https://www.sequent.com/products-solutions/leapfrog-geo/>



RockWorks

<https://www.huilinks.co.jp/software/geo/rockworks/section02>



VULCAN

<http://www.manet.com/products/vulcan/>

3.6 ハードウェアへの要求性能

3. BIM/CIMにおける3次元地質・地盤モデル

CPUは性能が頭打ちなので、そこそこに新しいもので十分（コア数が増えても、ソフトが追いついていないことが多い）

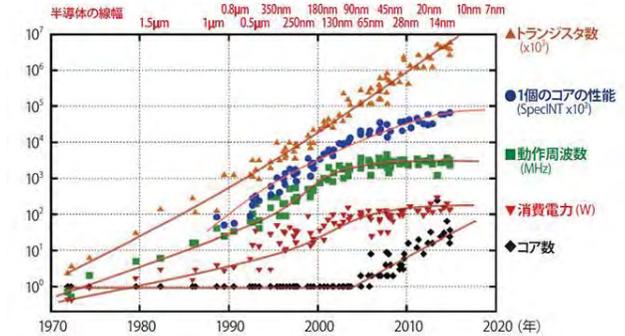


図1 マイクロプロセッサの進歩

グラフの枠の上にかかれていいるのは、半導体加工の基準となる線幅（プロセスルールと呼ばれる）で、マイクロプロセッサの誕生以来、どんどん細くなってきた。それにより、トランジスタ数も増加し続けてきた。しかし、動作周波数と消費電力は2000年代半ばに頭打ちとなり、同時期にコア数が増え始めた。（2010年までのデータはM. Horowitzら、2010-15年のデータはK. Ruppelによる。赤い線は佐野による）

<https://www.r-ccs.riken.jp/newsletter/202003/interview.html>

3.6 ハードウェアへの要求性能

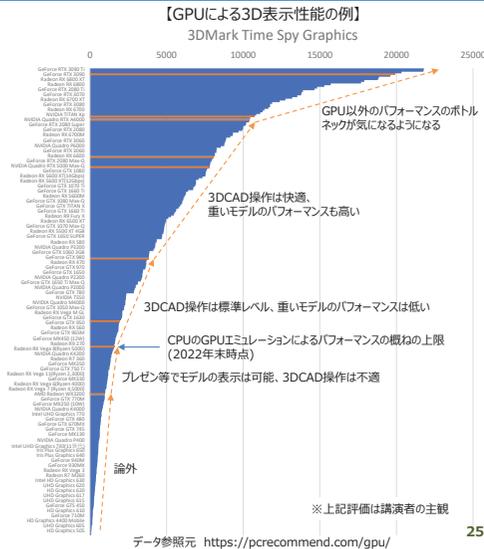
3. BIM/CIMにおける3次元地質・地盤モデル

◆3次元データをストレスなく扱うために必要なハードウェアの性能

- 3次元表示性能はGPUに依存する。CPUのGPUエミュレーションは、負荷のかかる作業や精密な作業には推奨できない（右図）。
- CPUエミュレーションGPUでは3D表示に不具合（表示精度低下、テクスチャ表示の不具合、ソフト自体の動作不良）が生じる場合がある。
- VDI（仮想デスクトップ）は、負荷のかかる作業や精密な作業では非効率となる場合がある。
- RAMは16GB以上を推奨（64bitの性能を生かす）
- モニターはフルHD以上を使用する。
- 拡張モニターで作業空間を広く使用することを推奨する。
- マウスはCAD精度に拘る（CAD専用製品が高解像度のゲーミングマウスを推奨する）。



- ★講演者のゲーミングマウス
 - ・有線（バッテリー切れの心配なし）
 - ・16,000DPI（最大解像度）
 - ・450IPS（最大認識速度）
 - ・軽い
 - ・無駄に光る



データ参照元 <https://pcrecommend.com/gpu/>

3.7 BIM/CIMデータ連携

3. BIM/CIMにおける3次元地質・地盤モデル

◆BIM/CIMで重要なのは3次元データ連携



3.8 BIM/CIMモデル納品の現状

3. BIM/CIMにおける3次元地質・地盤モデル

【BIM/CIMモデルの納品ファイル形式※】

BIM/CIMモデル	納品ファイル形式
地形モデル	J-LandXML ^{※2} 及びオリジナルファイル
地質・土質モデル	オリジナルファイル
地形モデル	J-LandXML ^{※2} 及びオリジナルファイル
土工形状モデル	J-LandXML ^{※2} 及びオリジナルファイル
構造物モデル	IFC 2x3 ^{※1} 及びオリジナルファイル
統合モデル	オリジナルファイル

- ※1: buildingSMART JAPAN「土木データビュー定義」に適合したソフトウェア、ソフトウェアの対応状況については、「土木データビューの概要」(注)と併せて「規定対応ソフトウェア一覧表(第2版)」(土木データビュー定義)は2022年度に「3次元モデル地盤データ交換標準」に準拠したものに更新される予定である。
- ※2: 国土交通省国土技術政策総合研究所「LandXML1.2に準じた3次元設計データ交換標準(案)(略称「J-LandXML」)」
- ※3: 異なるソフトウェア製品間でのデータ活用では、データが適切に変換されない場合もあり注意が必要である。「BIM/CIMモデル作成 事前協議・引継ぎシート」に基づいて、作成ソフトウェア全体の条件等事前協議しておくこと。

＜IFCについて＞

平成29年度からのBIM/CIM活用業務及びBIM/CIM活用工事では、構造物モデルのデータ交換形式として(オリジナルファイルに加え)IFCを採用している。
 当面、橋梁、トンネル等の土木構造物としてのクラス定義を含むデータ交換は行えないが、データの拡張性や、政府調達(WTO・TBT協定)を踏まえ、現時点でデータ交換可能な範囲で国際標準を採用している。使用するソフトウェアのIFC対応範囲や、IFC入出力時の留意事項等について事前に確認しておくこと。

※引用 国土交通省：BIM/CIMモデル等電子納品要領(案)及び同解説,令和4年3月。

ソフトウェアに依存

3次元地質・地盤モデルは専用ソフトでないと構築できないのでモデル作成・更新の面では問題ない(各者ソフト整備の前提)

例えば、設計にて3次元地質・地盤モデルを活用する場合は、設計ソフトで利用できるデータに変換しなければならない

地質・地盤モデルのBIMデータ交換標準は未完成

3次元形状データ dxf/dwg、csv、他 機械可読性データ

3.9 J-LandXMLの概要

3. BIM/CIMにおける3次元地質・地盤モデル

◆J-LandXMLとは

- J-LandXMLは、世界的なデータ交換フォーマットであるLandXML 1.2 を利用し、日本国内の道路事業・河川事業等へ適用するために、一定のデータ表現方法を規定したものである。
- 国土技術政策総合研究所が公開している「LandXML1.2 に準じた3次元設計データ交換標準(案) Ver.1.4」およびこの基準に準拠して作成されたLandXML ファイルを略称として「J-LandXML」と呼ぶ。

◆J-LandXMLにおける地層表現

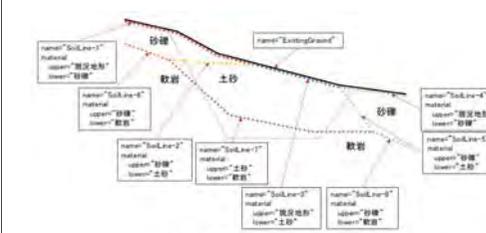


図 4-31 地形線を用いた地層線の例(2)

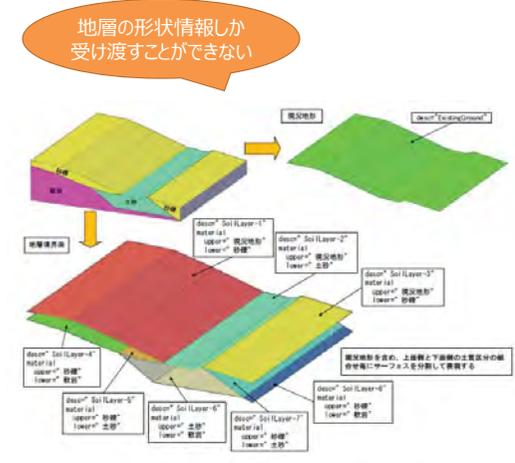


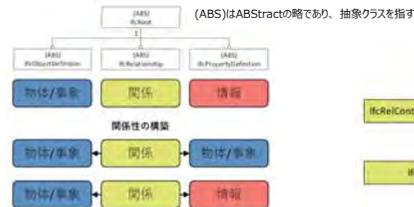
図 4-33 サーフェスを用いた地層表現例

引用 国土交通省国土技術政策総合研究所：LandXML1.2に準じた3次元設計データ交換標準(案) Ver.1.4,令和3年3月。
<https://www.mlit.go.jp/tec/content/001395568.pdf>

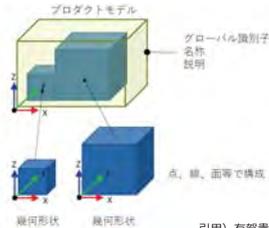
3.10 IFCの概要

3. BIM/CIMにおける3次元地質・地盤モデル

◆IFC (Industry Foundation Classes) の基本構成

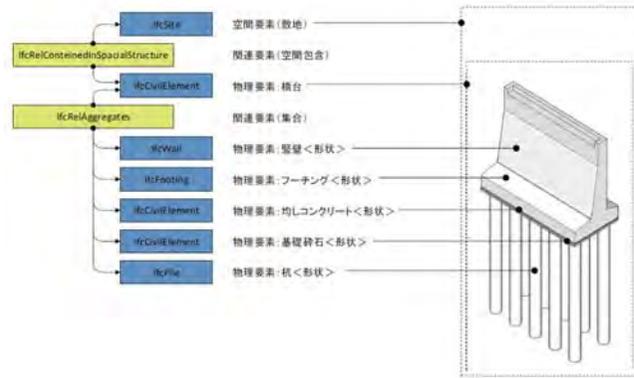


◆プロダクトモデルと幾何形状の関係



引用) 有賀貴志：土木IFCセミナー「CIMにおけるIFCの可能性」,2017/12/27.

◆IFC要素構成 (橋台の例)



3.11 IFC “インフラストラクチャ”の策定状況

3. BIM/CIMにおける3次元地質・地盤モデル

◆IFC4.3：2021年11月 最終標準策定完了

⇒2024年春 ISO公開予定

- 対象は鉄道、道路、港湾、橋梁。共通要素として土質、土工、地盤改良等
- IFC4.3の地盤モデルは土質を対象としており、地質・地質工学要素が不足している

◆IFC4.4：IFC4.3の拡張 (ISO化は将来)

⇒2022年10月にリリース候補完了

⇒2023年1月～9月の期間で実装試験を実施

⇒2023年秋に最終候補策定予定

⇒IFC4.3のISO公開後、ISO承認プロセスへ提出予定

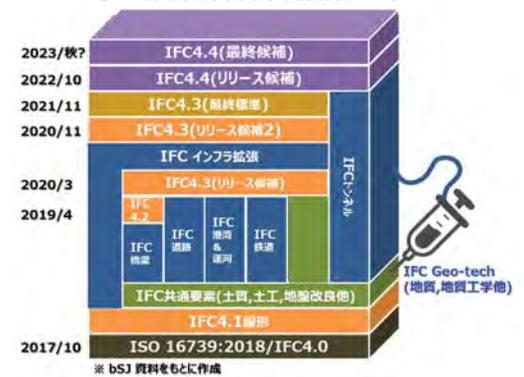
- 対象としてトンネルを追加
- トンネルでは地盤も構造物として扱われるため、地質・地質工学モデルも必要
- トンネル建設に絡む地質・地盤要素は多岐にわたるため、IFC4.4の地盤モデルは、トンネル以外の各種インフラへの網羅的な適用も期待できる

- OGC (Open Geospatial Consortium) のデータ交換標準とIFC “地盤モデル” を連携させる検討も進められている

- IFC “地盤モデル” を国内のインフラで利活用するには、国内の建設文化に合わせた調整(翻訳、辞書作成、IDM/MVD※作成)が必要になる

※MVD (Model View Definition) は、データ連携プロセスにおいてIFCをどのように活用するかを記述したドキュメントである。IDM (Information Delivery Manual) で定義されたデータ連携要求に基づいて作成される。

【IFCインフラストラクチャの構成イメージ】



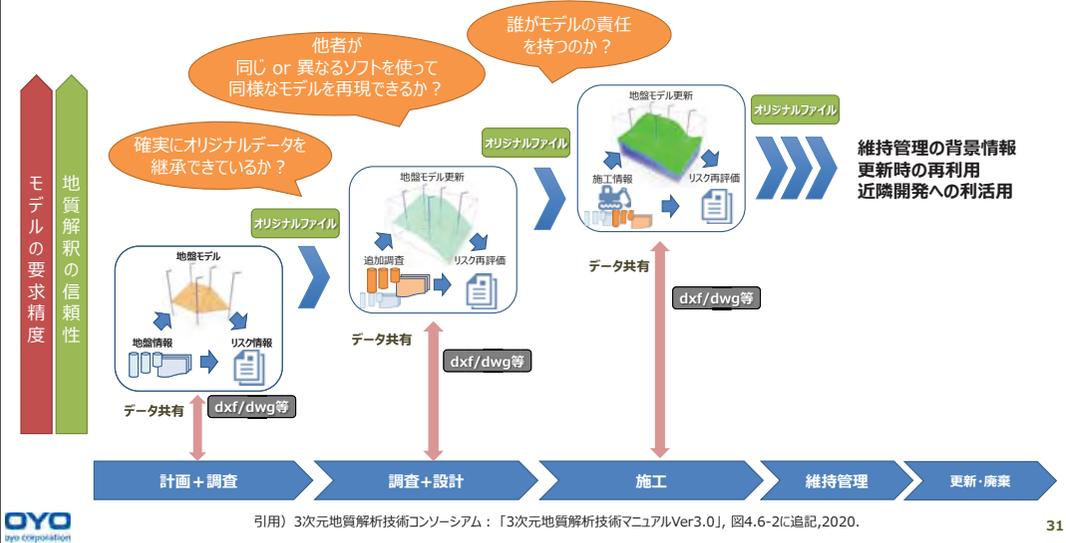
※ b5J 資料をもとに作成

※応用地質(株)はbuilding SMART International/Japan に加盟し、IFC (Industry Foundation Classes) の策定・普及活動に参画しています



3.12 BIM/CIMにおける3次元地質・地盤モデルの現状

3. BIM/CIMにおける3次元地質・地盤モデル

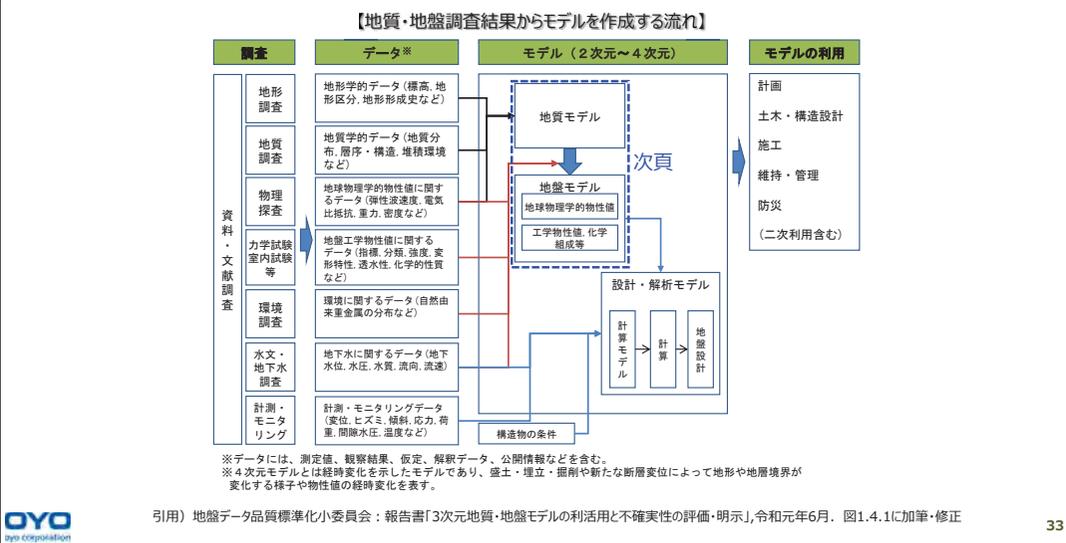


目次

- はじめに
- BIM/CIMの概要
- BIM/CIMにおける3次元地質・地盤モデル
- 3次元地質・地盤モデルの現状と課題
- BIM/CIMソリューションの紹介
- おわりに

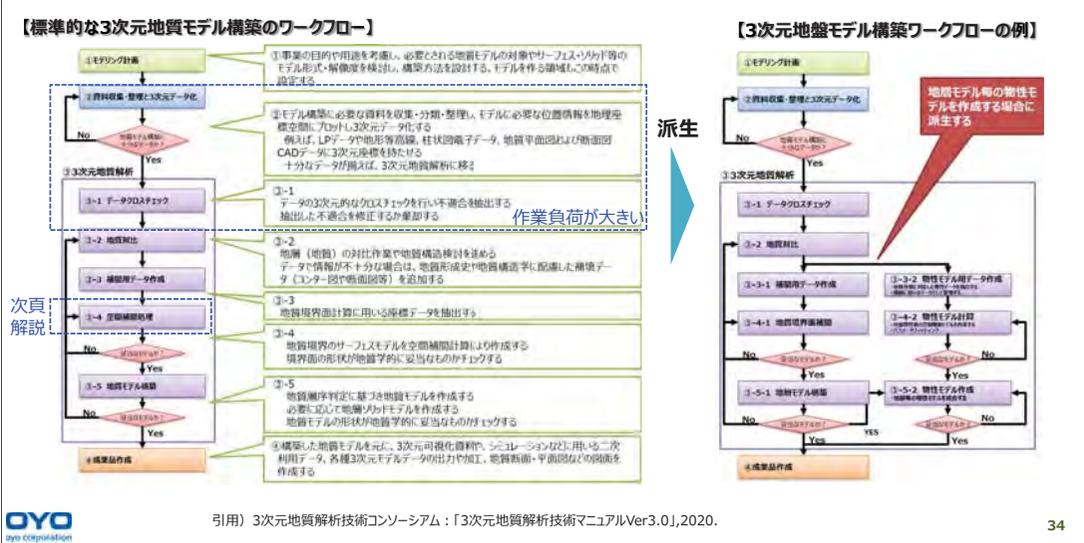
4.1 地質・地盤調査結果からモデルを作成する流れ

4. 3次元地質・地盤モデルの現状と課題



4.2 3次元地質・地盤モデル構築のワークフロー

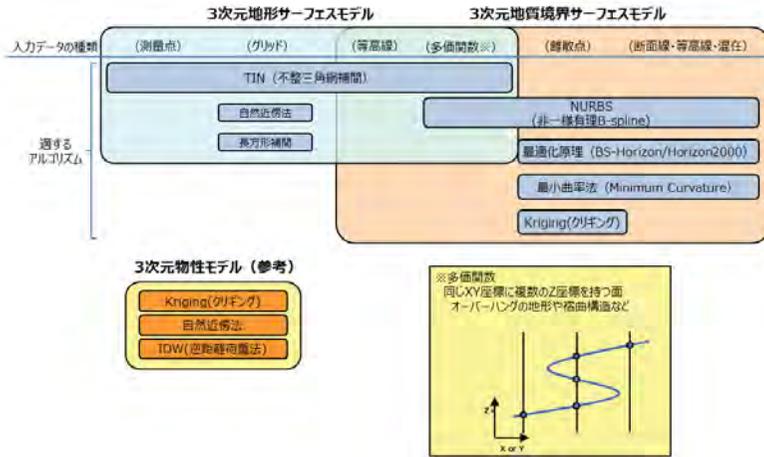
4. 3次元地質・地盤モデルの現状と課題



4.3 空間補間処理

4. 3次元地質・地盤モデルの現状と課題

【空間補間アルゴリズムの適用例】



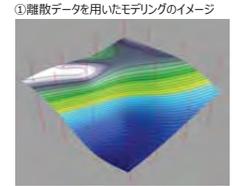
引用) 3次元地質解析技術コンソーシアム：「3次元地質解析技術マニュアルVer3.0」,2020.

4.4 客観性の高い空間補間とは

4. 3次元地質・地盤モデルの現状と課題

① 離散データを用いた空間補間

使用データ：各種地質調査、ボーリング、マッピング結果
手法：点と点の間を数学的手法・地球統計学アルゴリズム等で補間することによるモデル化（古典的方法）
※技術は成熟、ソフト製品多い

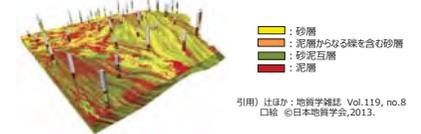


引用) 3次元地質解析技術コンソーシアム：「3次元地質解析マニュアル Ver3.0,2020.

② 3次元物理探査による空間補間（補完）

使用データ：探査データ（古くは海域での音波探査や地上でのパイロサイズを用いた反射法探査）
手法：①の離散点間の物性値を取得し、物性値の解釈（地球統計学やAI等利用）によるモデル化
※海外ソフト製品の多くで採用、解釈方法は現在も研究対象

②3次元物理探査によるモデリングのイメージ



引用) 辻ほか：地質学雑誌 Vol.119, no.8 口絵 ©日本地質学会,2013.

③ 解釈図面による空間補間

使用データ：地質解釈結果の地質断面図、地質平面図
手法：線と線の間を数学的アルゴリズムによりモデル化（線から点群を作り①で補間するものが多い）
※①のソフト製品でも応用可能、技術は成熟、国内では専用ソフト多い
※モデルの信頼性は（主観的な）図面の品質に大きく依存することに注意が必要

③解釈図面によるモデリングのイメージ



引用) https://www.engineering-eye.com/GEORAMA_CIVIL3D/features.html

客観性の高い空間補間は、②>①>③の順である。

4.5 3次元地質モデル構築の難易度

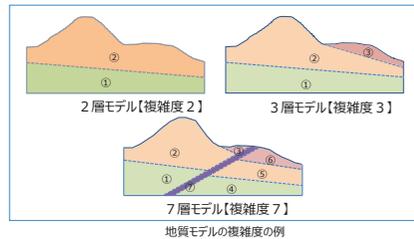
4. 3次元地質・地盤モデルの現状と課題

【地質事象等に応じた3次元地質モデル構築の難易度の例】

分類		3次元地質・地盤モデル構築の難易度		備考	
		低	高		
地質	自然地盤	地質時代	新しい時代	古い時代	新：第四紀、新第三紀 古：中生代以前
		種類	堆積岩	火山岩 深成岩 変成岩	
		層相	整然層	非整然層	整然層：堆積性砂層物 非整然層：混合・変形する メランジュ、タービタイト等
		層相変化	少ない	多い	
	地質構造	単純	複雑		
人工地盤	成り立ち	明確	不明確		
地質調査データ	質	良	不良※	※モデル化が不可能な場合もある	
	量	多い	少ない		
対象モデル数		少ない	多い		
解析領域		狭い	広い		
解像度・分解能		低い	高い		

- ◆地質構造の複雑性が増すほど地質調査による予測・推定の難易度は上がり、3次元地質モデル構築の難易度も高くなる。
- ◆調査の質が高ければ信頼性の高い3次元地質モデルを構築できるが、モデル構築の難易度自体が低くなるわけではない。

- ◆地質モデルの数が多くなれば必然的に作業量が増え、データ管理も慎重に進めなければならない



地質モデルの複雑度の例

引用) 3次元地質解析技術コンソーシアム：「3次元地質解析マニュアルver3.0」,2020.

4.6 地質・地盤の不確実性とリスク

4. 3次元地質・地盤モデルの現状と課題

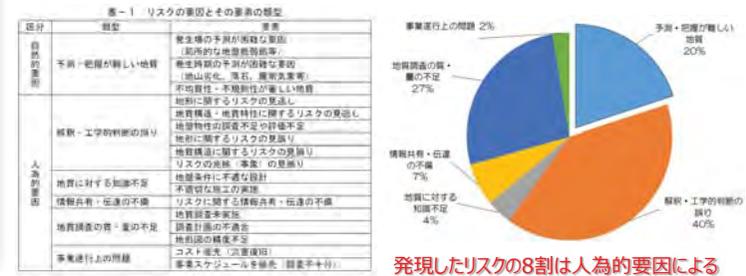
地質・地盤の不確実性

地質・地盤をリスク要因とする事象、その結果またはその起こりやすさに関する情報、理解または知識が、たとえ部分的にでも欠落している状態。地質・地盤条件の情報不足、推定・想定との乖離。

地質・地盤リスク

当該事業の目的に対する地質・地盤に関わる不確実性の影響。計画や想定との乖離によって生じる影響。

【地質・地盤リスクの影響が生じた事例における要因の分析】



発現したリスクの8割は人為的要因による

引用) 国土交通大臣官房技術調査課 国立研究開発法人土木研究所：「土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン」[同左 参考資料],令和2年3月.

4.7 地質・地盤リスク情報の例

【地質リスク管理票の例】



【リスクスコアを用いた地質リスク事象の評価例※】

影響度	可能性の高さ(発生確率)	可能性の高さ(発生確率)				
		非常に低い (Very Low)	低い (Low)	中程度 (Medium)	高い (High)	非常に高い (Very High)
非常に高い (Very High)	事業の継続不能となる影響	A	A	A	B	B
高い (High)	事業が中断または大幅な遅延となる影響	B	A	A	A	A
中程度 (Medium)	損失を受けるが事業は継続可能で遅延がある	B	B	A	A	A
低い (Low)	軽微な遅延で事業継続可能なる影響	C	B	B	B	B
非常に低い (Very Low)	事業に低い影響を与えない	C	C	C	C	C

リスクランク	リスクの程度	リスクの程度
Red	事業が中断した場合、周辺住民が避難する可能性がある。対策を講ずることが必要である。	リスクを回避することが望ましいリスク事象
Orange	事業が中断した場合、周辺住民が避難する可能性がある。対策を講ずることが必要である。	詳細な地質調査を実施して、安全なリスク低減対策を講ずるべきリスク事象
Yellow	事業が中断した場合、軽微な遅延が対策や対策の更新により対応できる。	地質調査を行い、結果に応じた適切なリスク低減対策を講ずるべきリスク事象
Green	事前の地質調査の必要性が低い。施工期間や維持管理期間にリスクを確保する。	リスク回避や低減対策を必要とせず、施工期間や維持管理期間にリスクを確保する

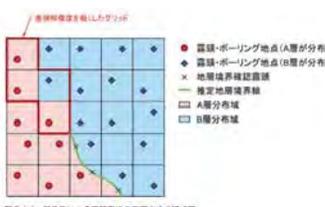
※影響度と発生確率の指標は、対象とする土工・構造物や、地質リスク事象によって異なるため、それぞれ独立して設定されるケースが多い
 ※影響度・発生確率ともに、定性的な指標が設定されるケースが多い

引用) 国土交通省大臣官房技術調査課 国立研究開発法人土木研究所「土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン 参考資料」令和2年3月。

4.8 不確実性の可視化例

4. 3次元地質・地盤モデルの現状と課題

【解像度による不確実性の表現方法※1】

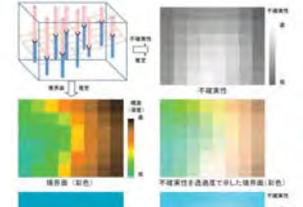


地盤データの密度・分布に起因する解釈の不確実性を部分的に描画の解像度を粗くすることにより表現する手法

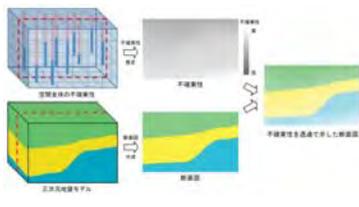
不確実性をどのように数値化する？
 数値化できない情報の表現は？

＜不確実性が数値化できる場合の表現例＞

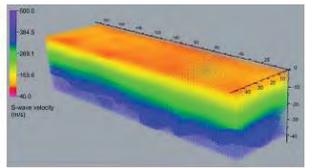
【サーフェスマデルに対する不確実性の表現方法※1】



【モデル空間全体に対する不確実性の表現方法※1】



【3次元物理探査の不確実性をVoxelモデルの透過度で表現した例※2】

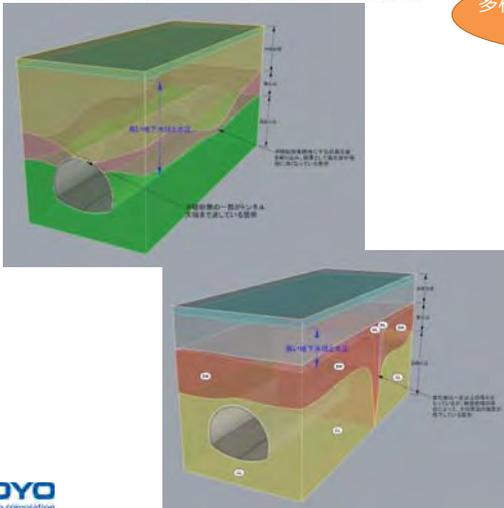


※1 引用) 地盤データ品質標準化小委員会：報告書「3次元地質・地盤モデルの利活用と不確実性の評価・明示」図5.1.1,5.1.4,5.1.5,令和元年6月。
 ※2 引用) 和田他：BIMにおける地質・地盤モデルデータ交換の国際標準,Journal of JGS Vol.70 No.5, pp25-30,2022.

4.9 地質・地盤リスク情報の可視化例

4. 3次元地質・地盤モデルの現状と課題

【トンネルにおける地質・地盤リスクのアノテーション表示例】



多様な情報を漏れなく、分かりやすく伝達するには？

【斜面点検を想定したアノテーションの例】



引用) 3次元地質解析技術コンソーシアム：「3次元地質解析技術マニュアルVer3.0」,2020.

4.10 3次元地質・地盤モデルのトレーサビリティ確保

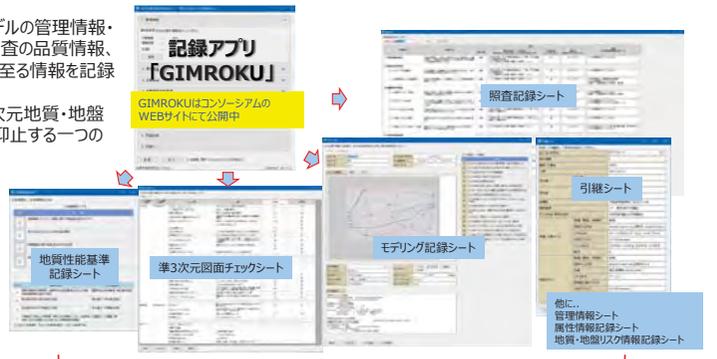
4. 3次元地質・地盤モデルの現状と課題

◆3次元地質・地盤モデル継承シート

- 「3次元地質・地盤モデル継承シート」は、モデルの管理情報・属性情報に加え、モデルの根拠となる地質調査の品質情報、モデルのアルゴリズムや妥当性、照査・引継に至る情報を記録するワークシートである。
- 3次元地質解析技術コンソーシアムでは、3次元地質・地盤モデルのトレーサビリティを確保し、独り歩きを抑制する一つの手段として本シートを提案した。



「GIMROKU」のソースコードは公開可能です。必要な方はコンソーシアムWEBサイトにてお問い合わせください。



3次元地質・地盤モデル継承シートに記録し、3次元地質・地盤モデルとともに後工程に継承する

3次元地質・地盤モデルのトレーサビリティを確保する手段

【「3次元地質・地盤モデル継承シート」の記録項目※1】

項目番号	項目	記録内容	3次元地質解析技術マニュアル※1における関連章節および参考資料
1	管理情報シート	対象事業と事業段階毎の管理情報	「7.5 属性情報」
2	属性情報記録シート	3次元モデルの形状情報と属性情報	「7.5 属性情報」
3	品質情報記録シート	地質調査情報の種類と数量	「5.1 品質管理の着目点」
4	地質調査性能基準記録シート	地質調査性能基準	「3.7 モデルの信頼性」
5	準3次元図面チェックシート	準3次元図面の品質確認	「5.4 図面データ等の品質」
6	モデリング記録シート	モデルのアルゴリズムや妥当性	「6.6 補間パラメータ/ログの記録」
7	地質・地盤リスク情報記録シート	地質・地盤リスク情報	「4.7 地質・地盤リスクの継承」
8	照査記録シート	照査結果	「4.8 照査のタイミング」
9	引継シート	引継情報	BIM/CIM活用ガイドライン(案)共通編※2

※1 3次元地質解析技術コンソーシアム：「3次元地質解析技術マニュアル」,2020.表4.6-1に追記
 ※2 国土交通省,BIM/CIM活用ガイドライン(案)共通編 別紙「BIM/CIMモデル作成 事前協議・引継シート」,2022.

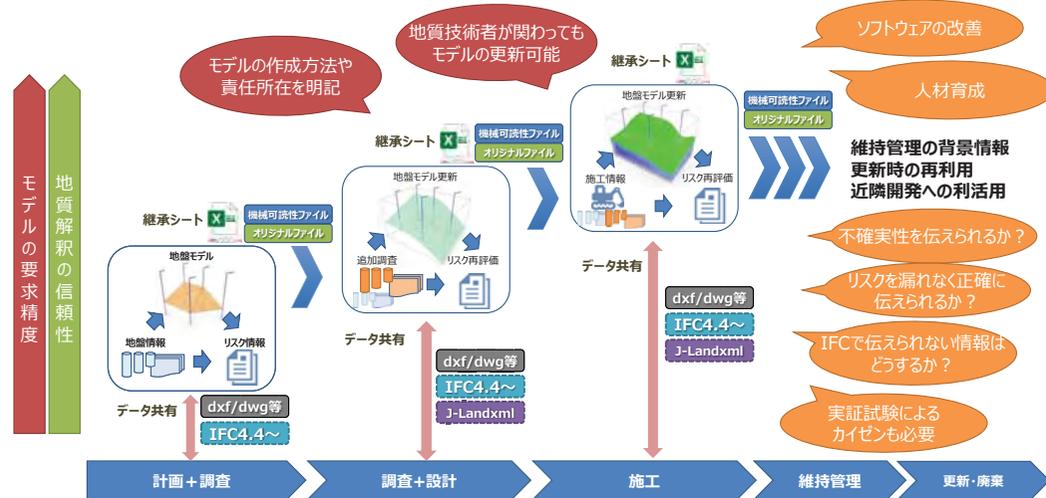
【3次元地質解析技術に必要なスキル】

種類	内容	
地質技術スキル	地質判定技術	・地質学的思考/知識 ・地形地質判読技術
	土地地質技術	・地質工学的思考/知識 ・地質・地盤リスクを判断・評価できる能力
	地質図化技術	・基本地質図学 ・土地地質図作図技術
情報処理スキル	基本情報処理知識	
	地質情報の理解	
	CADや関連ツールの機能/性能への理解	
	3次元空間把握能力	
3次元の情報処理技術の理解/習得		

引用) 3次元地質解析技術コンソーシアム：「3次元地質解析技術マニュアルVer3.0」,2020.

【BIM/CIM地盤モデル対応のスキル (OYO案)】

技術スキル (BIMモデラーの必要スキル)	
3DCAD操作スキル	3次元CADの基本操作を習得している 目的に応じて3次元CADの機能を選び利用できる
3D地質・地盤モデル作成スキル	単純な構造の3次元地質・地盤モデルを構築できる (目安：成層構造、支持地盤) やや複雑な3次元地質・地盤モデルを構築できる (目安：地すべり、断層、変形構造、火山性) シビアな要求をされる3次元地質・地盤モデルを構築できる (目安：耐震基礎、ダム、岩盤分類)
3Dソフト操作スキル	特定のツールだけでなく様々な関連ソフトを連携させて作業を遂行できる 必要に応じてモデリングを効率化させるためのプログラム設計・開発ができる
知識・管理スキル (BIMコーディネーターの必要スキル)	
3D地質・地盤モデル構築スキル	3次元地質・地盤モデルの基本構造を理解している 3次元地質・地盤モデル構築に用いる地盤情報の適性評価ができる 3次元地質・地盤モデルの適性評価ができる 付与すべき属性情報を把握している
BIM/CIM業務管理スキル	ワークフローに沿った照査ができる 既存のBIM/CIM納品物の評価ができる BIM/CIM計画書・報告書を作成できる BIM/CIMの仕様通りに納品ができる
BIM/CIM/バックグラウンドスキル	適切なソフト・ハード作業環境を理解できる 適宜BIM/CIM情勢を理解し業界動向を把握している



引用) 3次元地質解析技術コンソーシアム：「3次元地質解析技術マニュアルVer3.0」,図4.6-2に追記,2020.

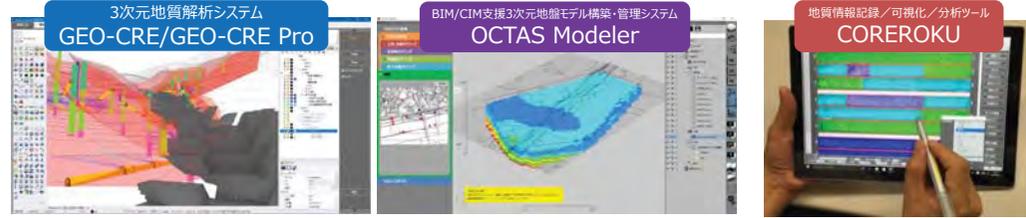
目次

1. はじめに
2. BIM/CIMの概要
3. BIM/CIMにおける3次元地質・地盤モデル
4. 3次元地質・地盤モデルの現状と課題
5. BIM/CIMソリューションの紹介
6. おわりに

5.1 OYO GeoToolsのご紹介

5. BIM/CIMソリューションの紹介

◆GeoTools



◆GeoToolsの適用できる地質事象

<平野部の地質>

<丘陵・山岳部の地質>

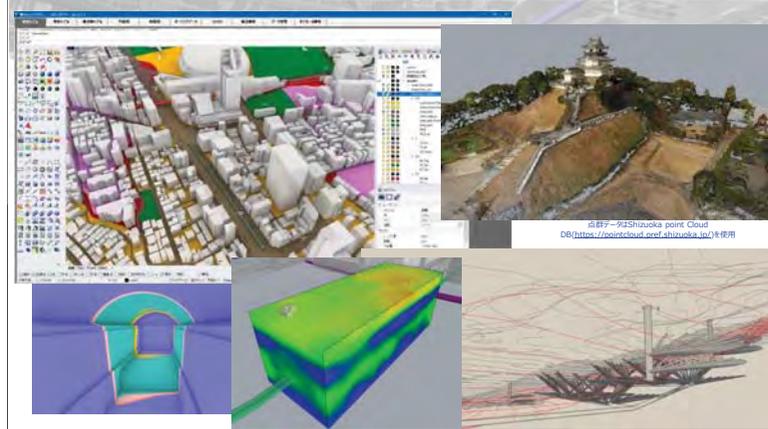


5.2 GEO-CREの概要

5. BIM/CIMソリューションの紹介

3次元地質解析システムGEO-CRE® /GEO-CRE®PRO

建設プロセスで3次元地質・地盤モデルを活用する



GEO-CRE/GEO-CRE Proは
Rhinoceors®のアドオンです

GEO-CRE® (ジオクリ) は、地形データ、高品質ボーリングデータ (PRO版の機能)、地質調査データ、物理探査データ、準3次元図面、各種CADデータなどを見える化し、パッチャルな3次元地質・地盤モデリングを可能とします。構造物モデルなどのパラメトリックモデリングも可能です。構築した3次元地質・地盤モデルを用いて、BIM/CIM/i-Constructionの支援、各種シミュレーションへの利用、2次元CAD図面の作成、CGアニメーション作成なども可能です。

詳しくは、
<https://www.oyogeotools.com/>



Rhinoceors®
design, model, present, analyze, realize...

※RhinoceorsはTLM, Inc. の登録商標です

5.3 OCTAS Modelerの概要

5. BIM/CIMソリューションの紹介

BIM/CIM支援3次元地盤モデル構築・管理システム

OCTAS® Modeler 建設プロセスで3次元地質・地盤モデルを活用する



OCTAS® Modeler (オクタス モデラー) は、地質・地盤モデルの3次元可視化機能とモデリング機能を有し、地質調査データ、地質解析データ、地質・地盤リスク情報、モデル利用に関わる属性情報を格納・管理し、それらを後工程で活用することが可能な、コンパクトな“地盤BIM/CIM”プラットフォームです。

建設事業に深刻な影響を与える地質・地盤リスクの可視化や リスクマネジメント情報の共有、次の建設事業プロセスへ地盤BIM/CIMデータを継承することを目指します。

詳しくは、
<https://www.oyogeotools.com/>



OCTAS® Manager※による納品

※OCTAS Modelerより出力するフリービュー フリービュー「OCTAS」も公開中

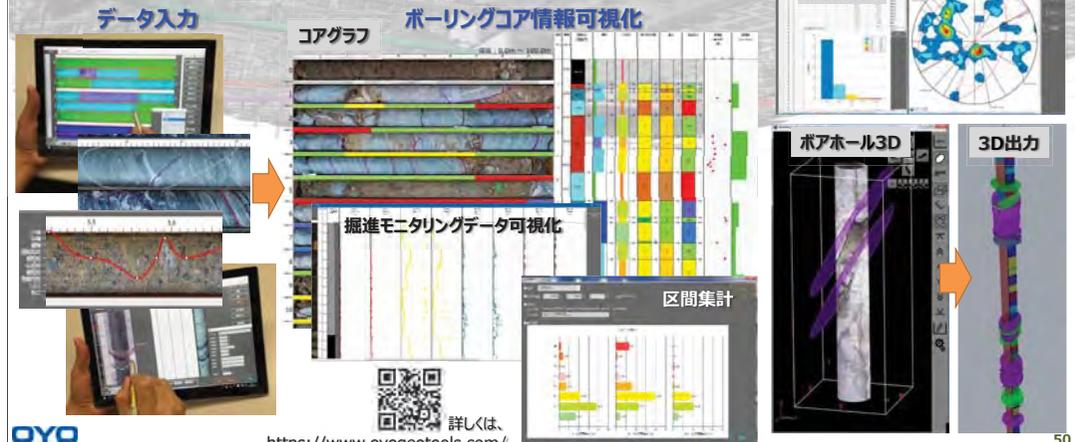
5.4 COREROKUの概要

5. BIM/CIMソリューションの紹介

地質情報記録/可視化/分析ツール

COREROKU®

ボーリングコアやボアホール孔壁の情報を記録・可視化して地質解析を支援する



詳しくは、
<https://www.oyogeotools.com/>

5.5 “フラッグシップ”GEO-CREの開発経緯

5. BIM/CIMソリューションの紹介

GEO-CREが完成する前までは、UNIX版/PC版地質モデル可視化ツールの開発と、これらも含めた様々なモデリングツールによる業務対応でノウハウ/知見を蓄積した。

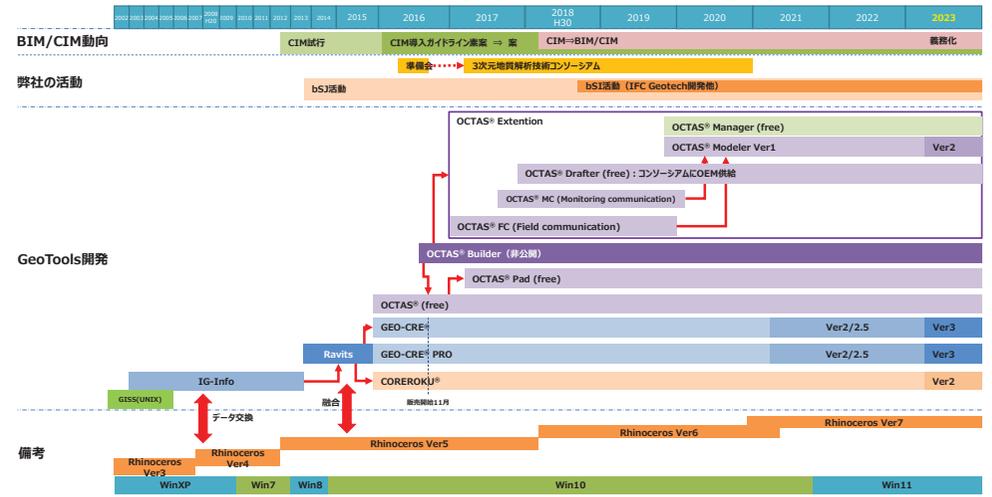
【業務実態で得られた理想的な3次元地質解析システムの知見】

- 地質モデル作成に用いるデータは、紙図面からCAD図面、テキスト情報、物性情報様々であり、全てに対応できることが望ましい
- 地質モデル作成に用いるデータの整合性確認や下処理に相当作業負荷がかかる
- 地質モデルは自由曲面なので、あらゆる形状のサーフェスモデル作成に対応必要
- 地質モデル計算アルゴリズムは、モデルの再現性を考慮するとシンプルかつ高速な性能で十分
むしろ、誰でも同じモデルができる再現性を重視したほうが良い（本質は地質調査の質・量と合理的な地質解釈）
- 3次元地質解析システムに欲しい機能
 - ・作成した地質モデルの妥当性を検証する計測・可視化機能が必要
 - ・建設事業に地質モデルを使用する際には、作成した地質モデルを自在に編集/干涉分析する高度な機能が必要
 - ・以上の操作がストレスなくおこなえる性能が望ましい
 - ・外部ソフトで作成した地質モデルも利用できるインポート機能が必要
 - ・地質モデルを他者でも利用できるように、共有3次元データによるエクスポート機能が必要
 - ・地質モデルの更新/継承には、データの散逸防止とトレーサビリティが重要
 - ・地質モデルのエビデンスとデータ共有を考慮し、極力可読性のあるデータやモデルの精度記録を残す など

当時はそのようなソフトがなかったので、上記を実現する目標で3次元地質解析システム「Ravits（ラビッツ）」を開発
「Ravits」は商標的に問題がありそうなので、その後社内公募で「GEO-CRE®」に改称

5.6 GeoToolsの開発経緯

5. BIM/CIMソリューションの紹介



5.7 事例紹介：都市再開発

5. BIM/CIMソリューションの紹介

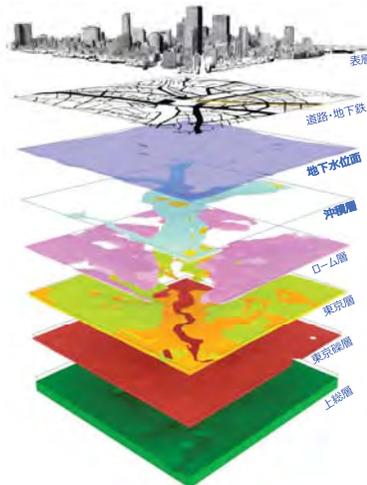
渋谷駅周辺の3次元地盤モデル



Town Value-up Management
東急建設株式会社

<利活用場面>

- ◆ 都市再開発計画・設計の基礎資料
- ◆ 被害想定マイクロゾーニング用データ
- ◆ 施設変状調査の基礎資料



5.7 事例紹介：都市再開発

5. BIM/CIMソリューションの紹介

項目	仕様
モデル化範囲	1.3 km × 1.3 km
用いたデータ	柱状図340本（施工者所有DBと公開DB）、既存3次元地質モデル、既存地盤図
使用ソフトウェア	GEO-CRE（OYO製 3次元地質解析システム）
モデル形式	ソリッド（B-Reps）、サーフェス
モデルフォーマット	dwg, dxf
モデル化の対象	地層（ソリッド）、支持層上面（サーフェス）、地下水位面（サーフェス）
地形データ	国土地理院基盤地図情報数値標高モデル5mメッシュ
モデル解像度	5 m

◆ 苦労した点

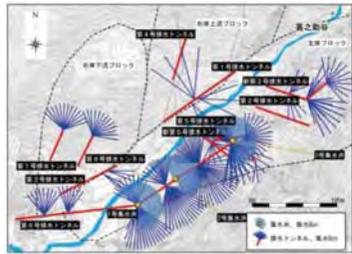
- ・古い時代の紙報告書が多く、そのデジタル化自体に時間がかかる
- ・位置が測量されていないものが多い、ポーリング位置図に位置合わせの基準が無い
⇒位置図をスキャンしての読み取り作業を手作業で行った
- ・標高がベンチマークを使用しているものが多い
⇒DEMの標高を利用せざるを得ない
- ・ポーリングデータの土質地質分類を統一化する作業

◆ 今後の課題

- ・地下インフラ情報（下水管、ガス管、水道管、地下歩道等）をBIMとして取り込み、地下空間における地盤由来のリスク評価・リスク管理に利活用する
- ・新たな地盤情報や地下・地下構造物モデルを適宜蓄積し、地盤モデル・構造物モデルを更新して都市開発のライフサイクル全体で活用していくべき

5.8 事例紹介：地すべり対策事業

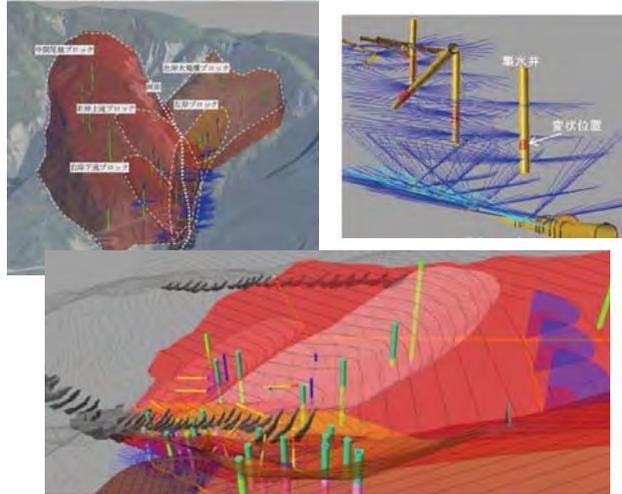
5. BIM/CIMソリューションの紹介



対策工位置図

<利活用場面>

- ◆地すべりのメカニズムを明らかにする
- ◆効果的な対策を立てる
- ◆対策の効果を監視する
- ◆追加措置の検討



引用) 田中・藤田・安達・紋爪・西山、基之助合地すべりにおける3次元モデル構築の試み、地質と調査、2014、139号、pp.12-16.

55

5.8 事例紹介：地すべり対策事業

5. BIM/CIMソリューションの紹介

項目	仕様
モデル化範囲	1,900m×2,200m
用いたデータ	<ul style="list-style-type: none"> ・柱状図 35本 ・露頭情報 (踏査結果) ・地すべり動態観測結果 (地下水位、地表移動量、地中移動量) ・既設対策工変状状況 (排水トンネル、集水井、砂防堰堤)
使用ソフトウェア	Rhinoceros~GEO-CRE
モデル形式	サーフェス
モデルフォーマット	3dm(Rhinoceros), dwg/dxf
モデル化の対象	すべり面サーフェス、柱状図モデル、各種対策工
地形データ	5m (航空レーザー測量データ)
モデル解像度	5m

◆メリット

- ・大規模山岳地すべりの3次元モデルを構築することで、これまで明らかにできなかった地すべり対策工の変状位置と地すべりブロックの関連性を示すことができた
- ・3次元地盤モデルにより、ボリューム計算や任意位置での断面図作成が可能になり、今後、3次元安定解析や3次元視点から対策工を検討する上での基礎資料になり得る

◆苦労した点

- ・多年度にわたる地質調査データの3次元的な整合性を保ち、モデルを構築する作業
- ・データが不足する箇所は仮定に基づくモデルとなるため、不確実性が高くなる。不確実性を表現する手段がなかったため、調査データも3次元可視化し、調査密度が第三者でも読み取れるようにした

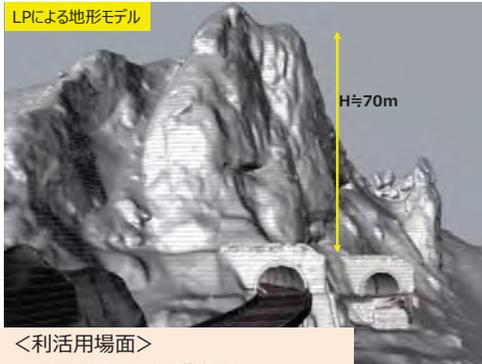
◆今後の課題

- ・新たなボーリングや地表踏査データなどを加えて、対策工の詳細設計にも使用できるレベルにまでモデル精度の向上を図る
- ・地すべり機構解明のために、孔内傾斜計データ、地表移動量データなどの観測データを3次元表示し、地中変位と地表変位の関係を明らかにする

56

5.9 事例紹介：岩盤斜面

5. BIM/CIMソリューションの紹介



<利活用場面>

- ◆対策工設計の基礎資料
- ◆施工時安全管理の基礎資料
- ◆維持管理の基礎資料



引用) 渡辺・安積・永井・村本 (2017) 上信越道北野牧トンネル西坑口の岩盤崩落リスク低減へむけて月刊基礎工、H29年7月号

57

5.9 事例紹介：岩盤斜面

5. BIM/CIMソリューションの紹介

項目	仕様
モデル化範囲	800 m × 500 m
用いたデータ	<ul style="list-style-type: none"> ・現地踏査結果 (露頭) : 約10,000m² ・ボーリング柱状図 (亀裂モデルにはボアホールカメラ解析結果を使用) : 5本 ・UAV調査結果: 斜面微地形判読 (変状判読含む)、地質種類や地質境界、亀裂の判読
使用ソフトウェア	GEO-CRE (OYO製 3次元地質解析システム)
モデル形式	サーフェス、ソリッド (B-Reps)
モデルフォーマット	3dm, octa(OYO製 3次元ビューアOCTASのデータフォーマット)
モデル化の対象	地質境界サーフェス、割れ目サーフェス、不安定ブロックソリッド
地形データ	TIN (航空レーザー測量データ)
モデル解像度	- (NURBS)

◆メリット

- ・亀裂や地質境界を3次元的に把握するとともに、設計、施工者にわかりやすく提示することができた
- ・3次元地盤モデルにより、不安定ブロックや切土のボリューム計算や任意位置での断面図作成が容易になった
- ・今後、3次元安定解析や3次元視点から対策工を検討する上での基礎資料になり得る
- ・調査結果を3次元で直感的に表現できるので、調査不足箇所の発見や、プレインストーミングに有効活用できた

◆苦労した点

- ・急崖斜面のため、現地調査手段に限られた (UAV調査は正確な地形形状の取得や地質判別に有効である)
- ・モデル構築と現地調査を並行作業で行い、調査結果に応じて何度もモデルの更新作業を行った
- ・着手時に地質調査担当者がモデリングソフトウェアを使用できなかったため、その操作教育や技術指導に時間を要した

◆今後の課題

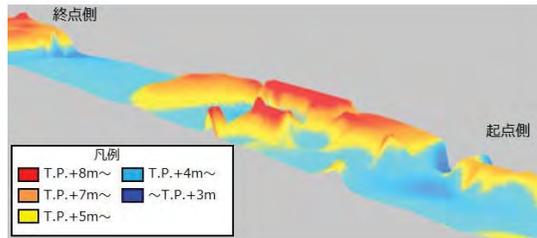
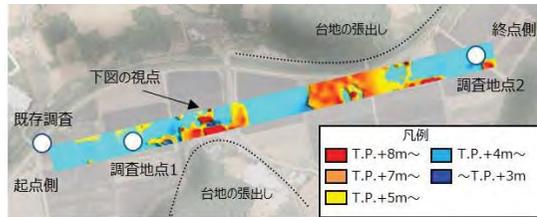
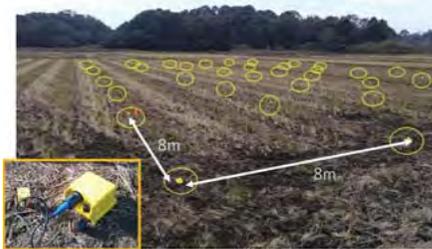
- ・新たなボーリングや地表踏査データなどを加えて、対策工の詳細設計にも使用できる程度にまでモデル精度の向上を図る
- ・岩盤斜面安定性評価のためにモニタリングデータを重ね合わせる
- ・掘削作業に伴う地質情報を反映させてモデルを更新し、モデルの信頼性を高め、工事安全管理や対策後の維持管理に使用する

58

◆3次元微動探査の適用例

3次元微動アレイトモグラフィーによる地下S波速度構造の3次元モデル化

従来の調査手法では発見が困難であった埋没谷の分布や深さを高い精度で可視化し、その後の設計の見直しや施工後の地盤沈下リスク等の回避に寄与した。



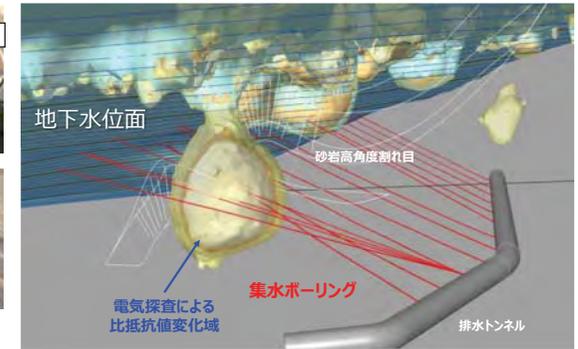
引用) 花岡俊久・小西千里・新清晃・開地富彰・松岡秀樹: 2次元/3次元微動アレイト探査を用いたBIM/CIM地盤モデルの作成事例, 第1回I-Constructionの推進に関するシンポジウム)発表論文集, pp.13~16, 2019.

◆3次元電気探査の適用例

3次元電気探査 (Fullwaverによる電気探査) により、3次元比抵抗差分解析を実施

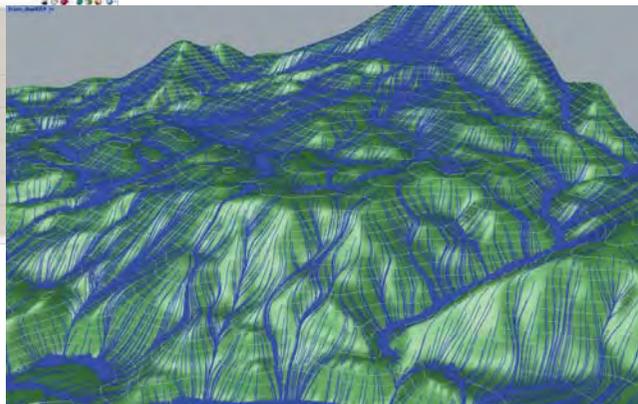
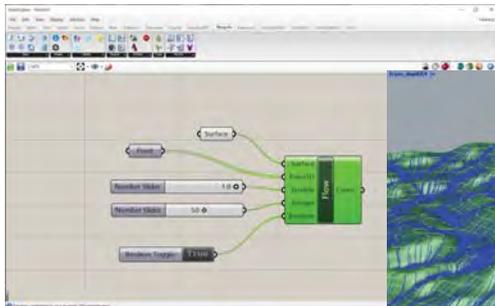
地すべり対策工 (集水ボーリング) の施工前後に3次元電気探査を実施
⇒ 3次元モデル+時間情報 (4D)

地盤の比抵抗値が変化した領域 (飽和度が変化した領域) を抽出することで、対策工の効果を3次元で可視化
⇒ 効果的な対策工の検討に利用可能



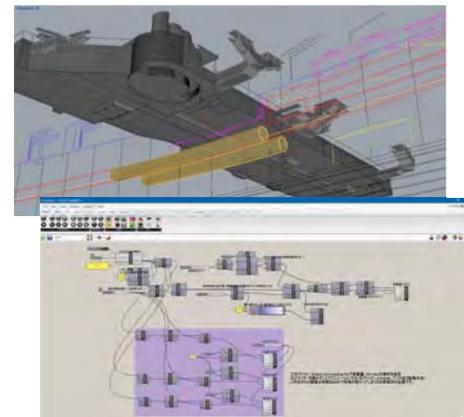
◆パラメトリックモデリングの適用例

地形モデル上に流線を発生させた例

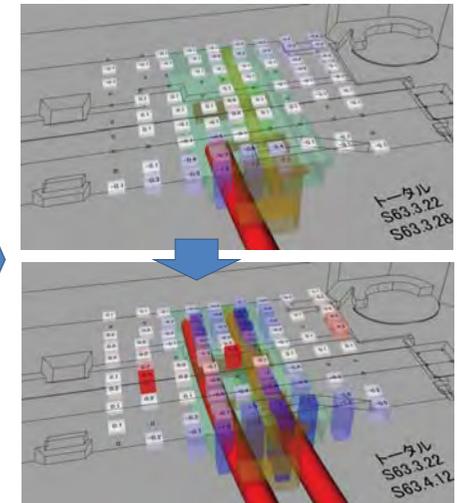


◆パラメトリックモデリングの適用例

地下鉄シールドトンネルの施工による地下躯体挙動のモニタリング結果の視覚化



【連通管式沈下計の計測結果 (数値単位mm 赤: 隆起 青: 沈下)】

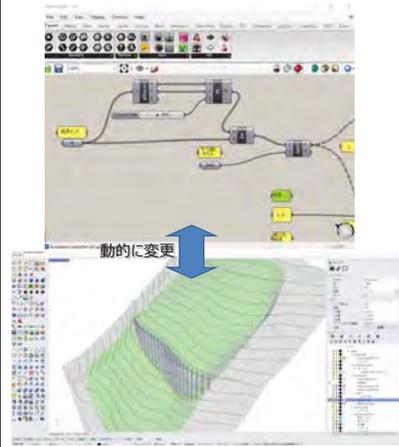


5.11 GEO-CRE : パラメトリックモデリング

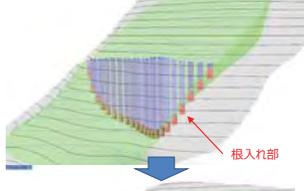
5. BIM/CIMソリューションの紹介

◆パラメトリックモデリングの適用例

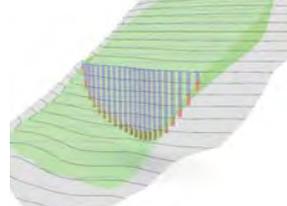
抑止杭設計の例



【杭配置変更】



【杭径変更】



- 様々なパラメータを変更することで、動的にモデルが変更され、合わせてアウトプットする各種数量も自動変更される。
- 下図事例は、杭配置変更と杭径変更した事例
- 千鳥配置、縦断方向配置、杭ピッチ変更、施工パターン変更など様々な検討に利用可能
- 数量算出可能：杭長、削孔長、ボリューム（数量算出結果はcsvファイル出力）

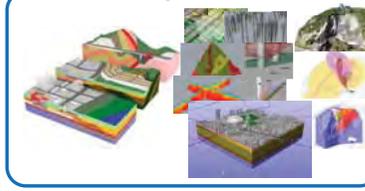
63

5.12 GEO-CRE : 地盤解析ソフトとの3次元モデル連携

5. BIM/CIMソリューションの紹介

◆地盤解析ソフトとの3次元モデル連携の例

GEO-CRE® /GEO-CRE®PRO



3Dデータ出力

Rhinoプラグイン



3Dデータ出力

地盤解析系ソフト

SSA3D
https://soft.godai.co.jp/soft/product/products/ssa3d/index.htm

Geo-Graphia
シオクラフア
https://www.geoiab.jp/geo-grapia/

FLAC3D™ VERSION 9.0
Continuum Modeling for Geomechanics in 3D

TOUGH3
https://tough.lbl.gov/software/tough3/

連成解析可能

など

64

5.13 BIM/CIM地盤モデルデータ連携

5. BIM/CIMソリューションの紹介

◆BIM/CIM地盤モデルを連携するためのデータ形式

GeoTools名称	地質・地盤モデリングに用いるデータ形式	GeoToolsの対応するImport/Exportデータ形式 (2022年10月時点)	主なBIM/CIMツール ^{※10} に渡すデータ形式			
			Civil3D	Revit	Navis Works	KOLC+
GEO-CRE GEO-CRE Pro	【地形データ】*.txt *.csv *.xml ^{※1} *.las ^{※2} 【柱状図】*.xml ^{※3} 【地質図/地質断面図 ^{※4} 】 ベクター形式：*.dxf *.dwg ^{※5} ラスター形式：*.bmp *.png *.tiff *.jpg 【物理探査データ ^{※4} 】 ベクター形式：*.inp ^{※6} ラスター形式：*.bmp *.png *.tiff *.jpg 【ポクセルデータ】*.csv	【点群データ ^{※7} 】*.txt *.csv *.xyz *.pts 【形状データ】.3dm *.3mf *.3ds *.amf *.dxf *.dwg *.igs *.iges *.lwo *.dgn *.fbx *.obj *.PLY *.skp *.sldprt *.sldasm *.stp *.step *.stl *.vrl *.vrml *.zpr *.glb *.kmz(Exportのみ) *.pdf(3dpdf Exportのみ) ^{※8} *.ifc ^{※9}	*.dxf *.dwg *.ifc *.csv	*.dxf *.dwg *.fbx *.3dm *.ifc *.txt	*.dxf *.dwg *.fbx *.3dm *.ifc *.txt	*.dxf *.dwg *.fbx *.3dm *.ifc *.txt
OCTAS Modeler		【点群データ ^{※7} 】*.las(Importのみ) *.txt *.csv 【形状データ】*.dxf *.wrl(Importのみ) 【GISデータ】*.shp(Importのみ)	*.dxf *.txt	*.dxf *.txt	*.dxf *.txt	*.dxf *.txt

- ※1 国土地理院 基礎地図情報 数値標高モデル
- ※2 OCTAS Modelerのみ対応
- ※3 国土交通省電子納品形式
- ※4 OCTAS Modelerはラスター形式は他アプリにて作成したVRMLを使用
- ※5 GEO-CRE/GEO-CRE Proのみ対応
- ※6 AVS/EXPRESS® UCD format (AVS/Expressは米国Advanced Visual Systems 社の商標)
- ※7 XYZRGB6列の場合は色付き点群として可視化する
- ※8 3dpdf出力には別途有償プラグイン (Rhino 3D PDF Exporter) 使用
- ※9 現状のIFC利用には別途有償プラグイン (ggRhinoIFC, VisualARQ) 使用
- ※10 記載の製品名またはサービス名は各社の商標または登録商標です

65

5.14 ユーザーサポート

5. BIM/CIMソリューションの紹介

◆サブスクリプションによる新サービス (2023年6月より開始)

- ライセンス
・ライセンス形態をフローティングに移行
- 保守
・定期的なアップデートの提供
- WEB講習会
・サブスクリプションユーザー[※]には、WEB会議による講習会のご利用が可能（年間最大18時間まで（1回30分を月3回上限））
・要予約（「お問い合わせ」より申し込みください）
※GEO-CRE/GEO-CRE Pro/COREROKUのみ
- GeoToolsユーザー会
・ユーザー間の情報共有/スキル向上を目的
・年4回（1月、4月、7月、10月）のWEB会議開催
- 各種マニュアル/データを公開
・データ連携マニュアルを作成/整備中
・簡易操作マニュアルを作成/整備中
・サンプルデータやチュートリアルを公開



【サポートページの例】



詳しくはお問い合わせください

66

◆データ連携マニュアルの例

1. GEO-CREからAutoCADへ

(1) データレビュー

(2) 連携対応データ/オブジェクトリスト

GEO-CRE (Ver.2.5)	AutoCAD (Ver.2024)	備考
地	地	点スタイルで表示/隠蔽
道路	ポリライン	AutoCADで表示/隠蔽はできないため表示/隠蔽 (点下、面D)
境界	ポリライン	境界は見えにくくなるため色を変更
境界/壁に押し出し	ポリライン	境界は見えにくくなるため色を変更
ポリサーフェス	3Dソリッド	ソリッドを生成
メッシュ/ポリゴン	ポリゴン	ポリゴンの生成/表示/隠蔽はできないため表示/隠蔽 (面D)
レイヤー	レイヤー	レイヤー名をすべて英数字に置き換え、レイヤー名は255文字以内
オブジェクト	オブジェクト	オブジェクトはすべて英数字に置き換え
パレット	パレット	AutoCADで表示/隠蔽はできないため色を変更
パレット/境界	パレット	境界は見えにくくなるため色を変更

(3) 変換オプションの設定例

(4) データ変換時の主な注意点

作業該当ソフト【(A)AutoCAD、(G)GEO-CRE】
 (G)dwg/dxfにてエクスポートします。
 (A)AutoCADで見えにくいため、円やポリゴン図形に変更または付加しておく見やすいです。
 (G)dmに変換すると、ファイルの容量は大幅に増加します。
 (A)点を隠す場合は点スタイル属性 (PTYPE)で調整します。
 (A)点群はAutoCADで開くと独立した点になります。
 (A)pgmなどの異層画像のリンクが切れた場合は、AutoCADであらためて異層画像を作成する必要があります。
 (A)(G)GEO-CREのタブごとにエクスポートすると、別ファイルになるため、AutoCADで1ファイルに統合する、または1つの3dm (Rhino) ファイルにまとめてエクスポートします。

【マニュアル対応製品※（準備中含む）】

- A AutoCAD
- N Navisworks
- R Revit
- C Civil 3D
- I InfraWorks

V-nasClair
 TREND-CORE
 QGIS
 KOLC+
 GEORAMA
 Make Jiban
 Geo-Graphia

※各社の登録商標です

◆GEO-CRE講習会

- 基本/応用/専門コースの最大3日間開催
- 1コースにつき6時間(10:00-17:00、昼休憩1時間、約1時間毎に10分程度休憩)
- 各コースの内容
 - 基本コース：セッティング、3DCAD基本操作、地質モデリング理論・手順、基本モデル作成、データ管理 他
 - 応用コース：基本操作・地質モデリング理論・手順の復習、応用操作、地質モデリングのケーススタディ 他
 - 専門コース：応用操作、お客様のデータを用いたの実習（方法論、ワークフロー組み立て他） 他
- 開催方法
 - 対面あるいはWEB形式（同時開催も可能）
- 5名以上は講師補助必要
- クラウドサービスによるテキスト/データ共有
- zoom記録動画の提供（復習にご利用いただけます）
- 有償開催（詳しくはお見積り致します）

詳しくはお問い合わせください

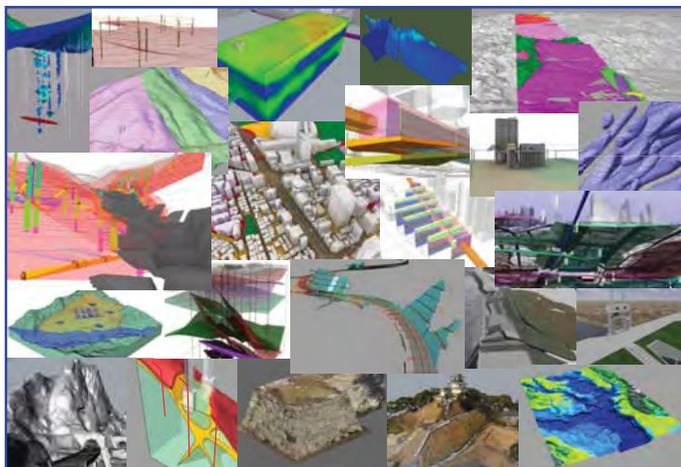


蓄積されたノウハウをサポートに生かしています

GeoTools適用例

- ☑ 地形解析・地形モデル作成
- ☑ 道路調査・設計
- ☑ トンネル調査・設計
- ☑ 河川堤防・樋門樋管調査・設計
- ☑ 建築物基礎調査・設計
- ☑ 各種エネルギープラント基礎設計・施工
- ☑ 地すべり調査・解析・対策工設計
- ☑ ダム基礎調査・設計
- ☑ 空港施設基礎設計・施工管理
- ☑ 最終処分場調査・設計
- ☑ 液状化解析
- ☑ 地下水解析
- ☑ 地中熱利用
- ☑ 地盤汚染調査・解析
- ☑ 活断層調査
- ☑ 史跡調査
- ☑ 防災啓発CG動画作成
- ☑ 地質調査一般

総数700件以上(2022年末時点)



◆新アカデミックライセンス（2023年6月より開始）

- 高専/大学の学生・教員を対象に
 - GEO-CRE/COREROKU/OCTAS Modeler(準備中)を無償提供します。
 - GEO-CRE無償版ご利用の場合は、Rhinceros教育版（導入価格は最大90% OFF）が必要です。
 - 商用利用（例：3次元地質モデル作成のアルバイト）も可能です。
- DXを体現する世代の育成に
 - 地盤系授業の実験・実習：COREROKU/GEO-CRE/OCTAS Modeler
 - BIM/CIM系授業の3次元CAD実習：GEO-CRE
 - ビジュアルプログラミングの実験・実習：GEO-CRE など

詳しくはお問い合わせください



目次

1. はじめに
2. BIM/CIMの概要
3. BIM/CIMにおける3次元地質・地盤モデル
4. 3次元地質・地盤モデルの現状と課題
5. BIM/CIMソリューションの紹介
6. おわりに

6.1 3次元地質・地盤モデル流通の近未来？

6. おわりに

