

令和5年度 全地連 スキルアップ講習会
地盤情報の利活用と地質リスクマネジメントについて —品質確保の観点から—

第1部

地盤情報の活用と今後の展開

(一社) 全国地質調査業協会連合会

情報化委員会

委員長 秋山泰久 委員 坂森計則 星野耕一

要 旨

1. 令和5年度の小規模工事を除く全ての公共工事におけるBIM/CIM原則適用が開始された
2. DX戦略に基づきBIM/CIM活用への転換・活用拡大が加速している
3. 地質調査分野成果のBIM/CIM対応は急務である
4. 3次元地質・地盤モデルは成果の3次元表現が目的ではなく、地質リスクなどを分かりやすく伝達・共有する事が目的である
5. 地質リスクを始め、設計・施工・維持管理の利用を考慮した情報伝達・共有が重要である

内 容

1. BIM/CIMに係る国の動向

2. 3次元地質・地盤モデルの

作成手順や活用事例について

2.1 モデル活用の基本的な考え方

2.2 モデル活用事例

2.3 モデルの基本構成

2.4 モデル作成手順・照査方法

2.5 モデル作成ソフトウェア

3. BIM/CIM適用業務への対応

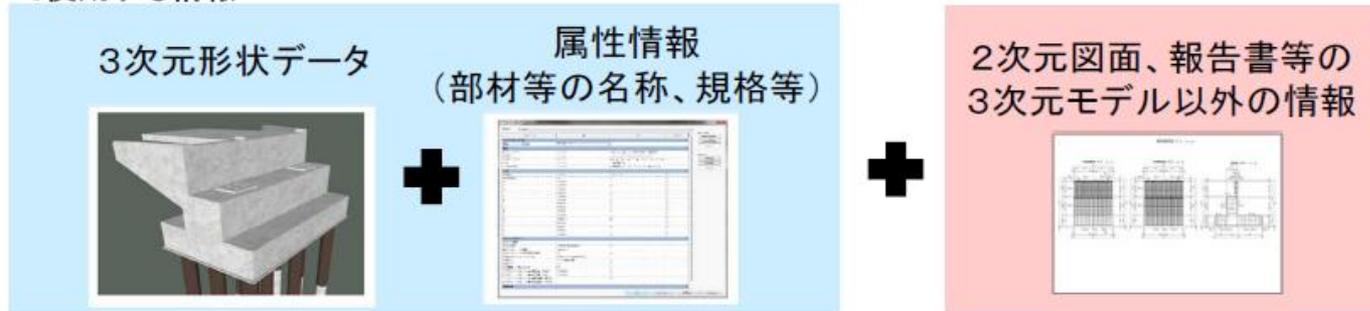
1. BIM/CIMに係る国の動向

おさらい： BIM/CIMの概念（変わりました！！）

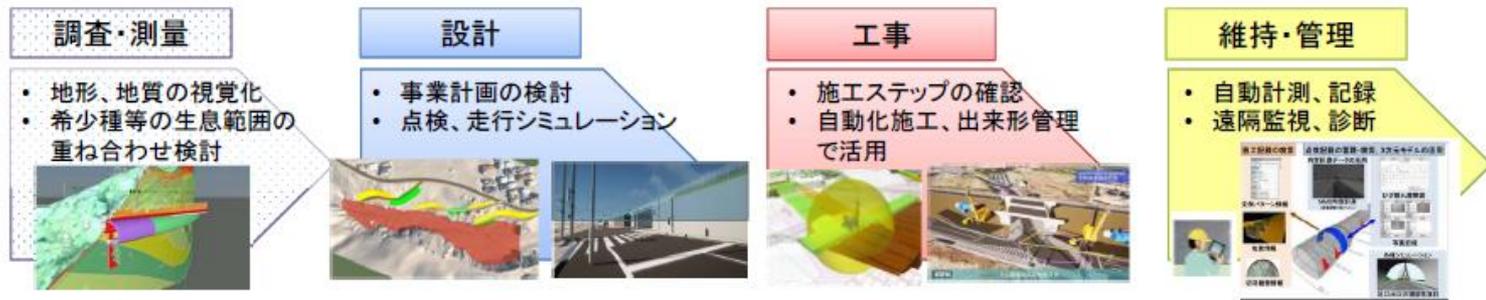
BIM/CIM: Building/Construction Information Modeling, Management の略。
 建設事業で取扱う情報をデジタル化することにより、受発注者のデータ活用・共有を容易にし、
 建設事業全体における一連の建設生産・管理システムの効率化を図ること。
 情報共有の手段として3次元モデルや参照資料を使用する。

BIM/CIMの意義： **データの活用・共有**による受発注者双方の生産性向上

BIM/CIMで使用する情報



BIM/CIM適用の流れ（**情報の連続性**が重要）



1. BIM/CIMに係る国の動向

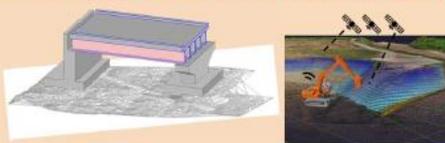
令和5年度からのBIM/CIM原則適用

- 国土交通省では、すべての詳細設計業務・工事において原則適用
- BIM/CIM原則適用の実施内容は、以下の2項目からなる
 - 1) 活用内容に応じた3次元モデルの作成・活用
 - 2) DS(Data-Sharing)の実施(発注者によるデータ共有)

BIM/CIMの意義 データの活用・共有による受発注者双方の生産性向上

R5原則適用

1. 活用内容に応じた3次元モデルの作成・活用



3次元モデルを作成するという手段を目的化するのではなく、業務・工事ごとに発注者が活用内容を明確にした上で、必要十分な3次元モデルを作成・活用する

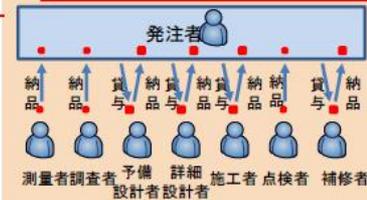
義務項目

- 「視覚化による効果」を中心に未経験者も取組可能な内容とした活用内容
- すべての詳細設計・工事において適用

推奨項目

- 「視覚化による効果」の他「3次元モデルによる解析」など高度な活用内容
- 大規模な業務・工事や条件が複雑な業務・工事を中心に、積極的に活用

2. DS(Data-Sharing)の実施(発注者によるデータ共有)



将来的なデータ管理に向けた第一歩として、業務、工事の契約後速やかに、受注者に設計図書作成の基となった情報を説明することを発注者に義務づける

詳細設計段階

- ① 出来あがり全体イメージの確認
- ② 特定部の確認(2次元図面の確認補助)
 - ・立体交差部
 - ・既設構造物等との接続部
 - ・2m以上の高低差がある掘削・盛土の施工部
 - ・橋梁の上部工・下部工の接続部 等

施工段階

- ① 施工計画の検討補助
- ② 2次元図面の理解補助
- ③ 現場作業員等への説明

既設構造物との取合い確認

トンネルと地質の位置確認

1. BIM/CIMに係る国の動向

令和5年度からのBIM/CIM原則適用

1) 活用内容に応じた3次元モデルの作成・活用

3次元モデルの作成・活用は、義務項目、推奨項目から構成

- 義務項目

- ✓ 「視覚化による効果」を中心に未経験者も取組可能な内容とした活用目的
- ✓ 原則すべての詳細設計・工事において、発注者が明確にした活用目的に基づき、受注者が3次元モデルを作成・活用

- 推奨項目

- ✓ 「視覚化による効果」の他「3次元モデルによる解析」など高度な内容を含む活用目的
- ✓ 一定規模・難易度の事業において、発注者が明確にした活用目的に基づき、受注者が1個以上の項目に取り組むことを目指す(該当しない業務・工事であっても積極的な活用を推奨)

1. BIM/CIMに係る国の動向

令和5年度からのBIM/CIM原則適用

1) 活用内容に応じた3次元モデルの作成・活用

- 詳細設計・工事は義務項目が適用
- 測量、地質・土質調査、概略・予備設計は推奨項目が適用

活用目的(事業上の必要性)に応じた3次元モデルの作成・活用

※ 複雑な箇所、既設との干渉箇所、工種間の連携が必要な箇所等

- ・ 出来あがり全体イメージの確認
- ・ 特定部※の確認

- 業務・工事ごとに**発注者が活用目的を明確**にし、受注者が3次元モデルを作成・活用
- 活用目的の設定にあたっては、業務・工事の特性に応じて、**義務項目**、**推奨項目**から発注者が選択
- 義務項目は、「視覚化による効果」を中心に**未経験者も取組可能な内容**とした活用目的であり、原則すべての詳細設計・工事において、発注者が明確にした活用目的に基づき、受注者が3次元モデルを作成・活用する
- 推奨項目は、「3次元モデルによる解析」など**高度な内容**を含む活用目的であり、一定規模・難易度の事業において、発注者が明確にした活用目的に基づき、受注者が1個以上の項目に取り組むことを目指す（発注者が受注者の提案について妥当性を認めた場合、発注者が推奨項目を選択していない業務・工事であっても積極的な活用を実施）

対象とする範囲

◎：義務 ○：推奨

		測量 地質・土質調査	概略設計	予備設計	詳細設計	工事
3次元モデル の活用	義務項目	-	-	-	◎	◎
	推奨項目	○	○	○	○	○

対象としない業務・工事

- 単独の機械設備工事・電気通信設備工事、維持工事
- 災害復旧工事

対象とする業務・工事

- 土木設計業務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く土木工事（河川工事、海岸工事、砂防工事、ダム工事、道路工事）
- 上記に関連する測量業務及び地質・土質調査業務

積算

- 3次元モデル作成費用については見積により計上（これまでと同様）

1. BIM/CIMに係る国の動向

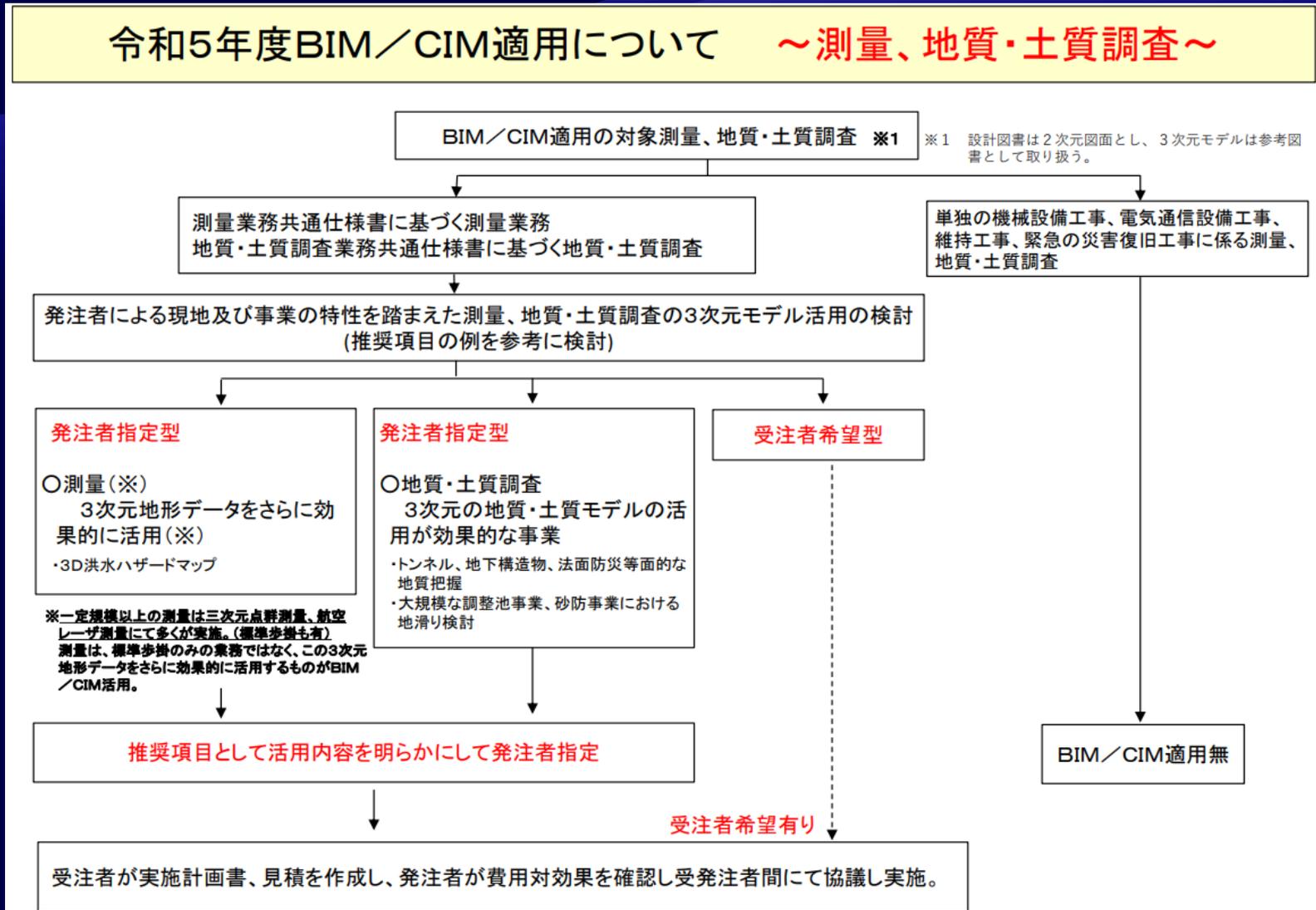
令和5年度からのBIM/CIM原則適用

1) 活用内容に応じた3次元モデルの作成・活用

- 発注方式
 - ✓ 発注者が必要と判断した場合は「発注者指定型」
 - ✓ それ以外はすべて「受注者希望型」
- 地質・土質調査では、発注者指定型を適用するものを除き、全ての業務で**受注者希望型**が適用
- ダム、トンネル、砂防などの地質条件が密接に関わる業務において活用を推奨しているほか、**地質構造の複雑性等**によって必要に応じて推奨

1. BIM/CIMに係る国の動向

【参考】関東地整におけるBIM/CIM適用フロー

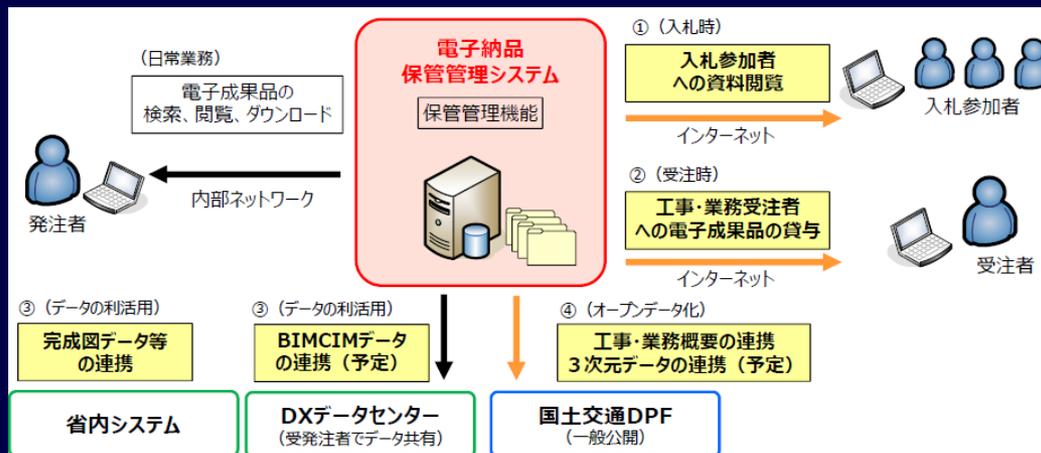


1. BIM/CIMに係る国の動向

令和5年度からのBIM/CIM原則適用

2) DS (Data-Sharing) の実施 (発注者によるデータ共有)

- DS(Data-Sharing)では、確実なデータ共有のため、業務・工事の契約後速やかに**発注者が受注者に**設計図書作成の基となった情報の説明を実施
- 設計図書作成の基となった情報には、設計図、測量成果の他、**地質・土質調査成果**も含まれる
- データ共有に当たっては、**電子納品保管管理システム**の利用により、資料検索、データ受渡しの効率化が図られる



1. BIM/CIMに係る国の動向

【重要】

【直轄土木業務・工事におけるBIM/CIM適用に関する実施方針(抜粋)】
 なお、過去の基準要領については現在適用しておらず、参考資料として使用してください。

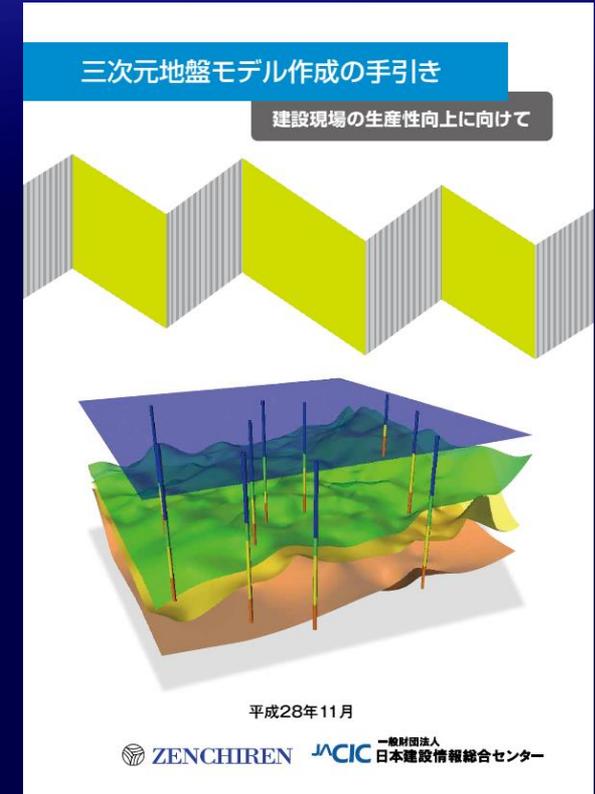
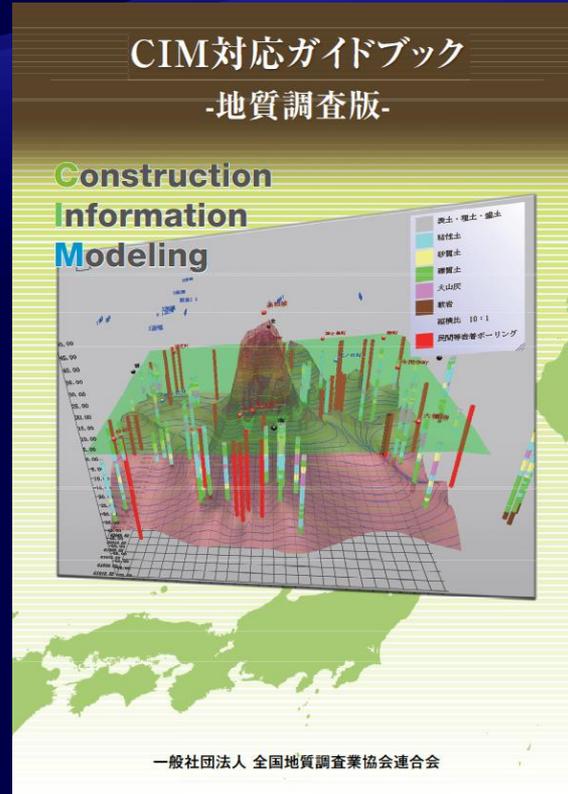
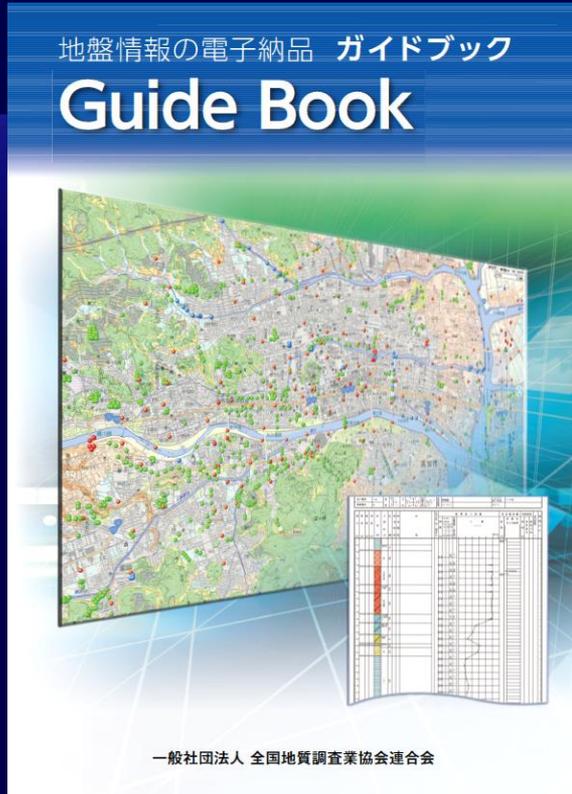
内容は「土木分野【R4.3】(BIM/CIM関連基準・要領等(令和4年3月))」でご確認ください。

令和5年度にガイドラインの集約・整理を予定しております。

■ BIM/CIM関連基準要領等	
直轄土木業務・工事におけるBIM/CIM適用に関する実施方針 令和5年3月	
<p>BIM/CIMを活用する上で適用する基準要領等を掲載しています。 なお、過去の基準要領については現在適用しておらず、参考資料として使用してください。 内容は、土木分野【R4.3】でご確認ください。 令和5年度にガイドラインの集約・整理を予定しております。</p>	
LINK	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 直轄土木業務・工事におけるBIM/CIM適用に関する実施方針 ● 回解説 ● 別紙-1 義務項目、推奨項目の一覧 ● 別紙-2 設計図書の作成の基となった情報の説明(例) ● 別紙-3 BIM/CIM適用業務実施要領 ● 別紙-4 BIM/CIM適用工事実施要領 ● 別紙-5 BIM/CIM(統合モデル)管理支援業務実施要領

1. BIM/CIMに係る国の動向

BIM/CIM等に対する全地連の対応



業務で作成・納品する地盤情報(地盤データ)の品質確保のため、実務者向けのガイドを作成・公開

- ・ 地盤情報の電子納品ガイドブック (2014年) : https://www.zenchiren.or.jp/geocenter/guide/ed_guide_high.pdf
- ・ CIM対応ガイドブック (2014年) : https://www.zenchiren.or.jp/geocenter/guide/cim_guide_high.pdf
- ・ 三次元地盤モデル作成の手引き (2016年) : <https://www.zenchiren.or.jp/geocenter/guide/sanjigen.pdf>

1. BIM/CIMに係る国の動向

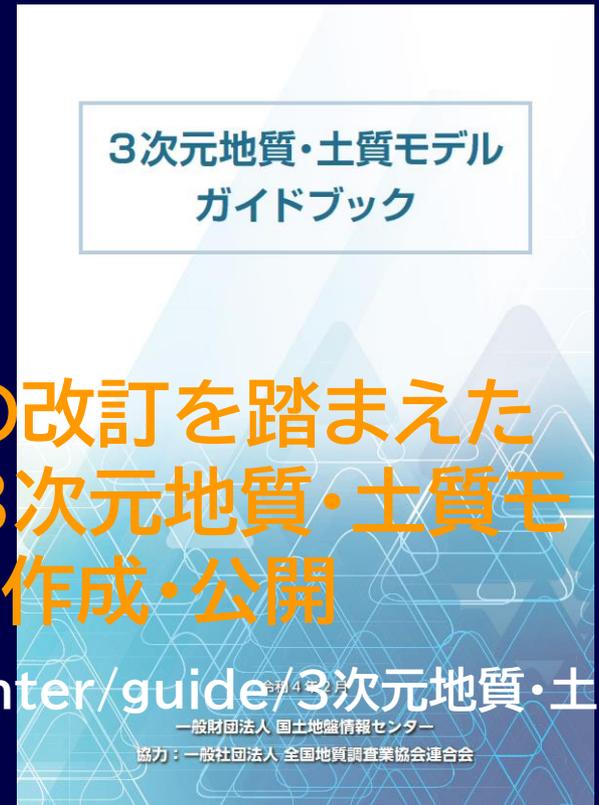
BIM/CIM等に対する全地連の対応

- » BIM/CIM推進委員会を始め、各WGへ的人员派遣・BIM/CIM活用ガイドライン(案)の執筆
- » 関係情報の発信、講習会の実施
- » ガイドブック等の作成・公開



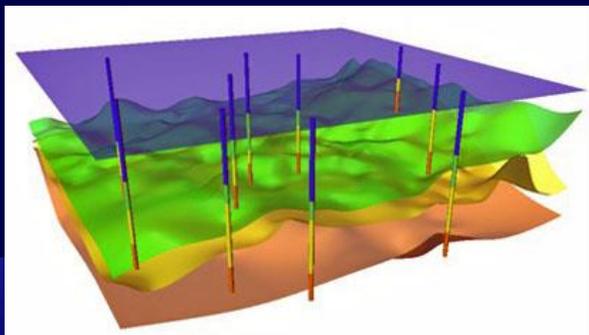
BIM/CIM活用ガイドライン(案)の改訂を踏まえた(ガイドラインに活用するための)「3次元地質・土質モデルガイドブック(令和4年2月)」を作成・公開

⇒ https://www.zenchiren.or.jp/geocenter/guide/3次元地質・土質モデルガイドブック_WEB用_0202.pdf



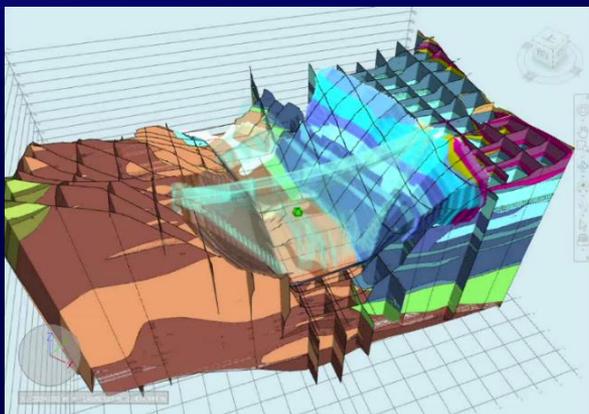
※BIM/CIM活用ガイドライン(案)第1編 共通編(令和4年3月)に一部加筆・修正の上活用されている

2. 3次元地盤モデルの作成手順や活用事例について



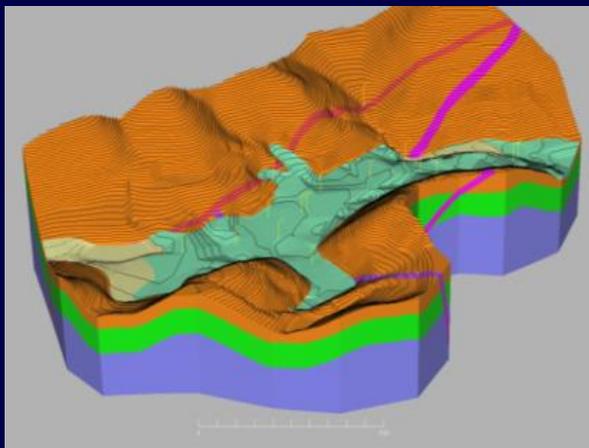
モデルの作成

- ・ ボーリングモデル
- ・ 準3次元地盤モデル(準3次元地質平面図・断面図 など)
- ・ 3次元地盤モデル(サーフェス、ソリッド、ボクセル など)



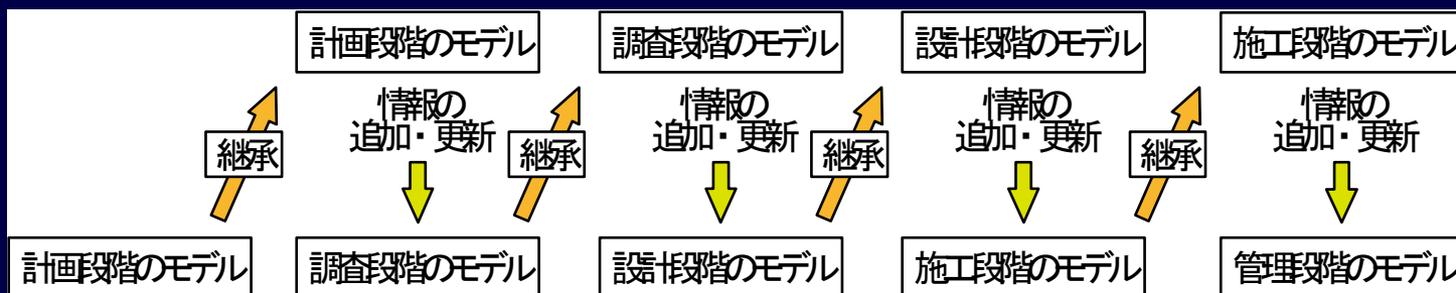
モデルの活用

- ・ 測量、地質調査、周辺状況の3次元可視化
- ・ 地質・土質上の課題把握
- ・ 基礎地盤と構造物の位置関係の確認
- ・ 基礎地盤の岩盤分類評価の確認
- ・ 地下水面の位置関係の確認
- ・ 数値解析(シミュレーション)
- ・ 数量算出(土工量)
- ・ 施工計画・地盤改良範囲の設定 など



2.1 モデル活用 of 基本的な考え

- ◆ 地質・土質モデルは、各事業の特性や測量・調査、設計、施工、維持管理・更新など **各事業段階で使用目的が異なる**ため、モデルの種類ごとの特性に留意し **目的に応じたモデルを選択・作成**
- ◆ 地質・土質モデルを次の段階に継承する場合は、**モデル作成の考え方、使用したアプリケーション、使用データ、不確実性、地質リスクの内容**など、引き継ぐべき情報の記録内容や方法について検討し **引継ぎ書を作成**



地質・土質モデルは、事業段階の進捗、地質・土質調査の進捗に合わせて、情報が増加

地質・土質モデル作成の意義

「どの様なモデルを作成すれば良い?」、「どの様なモデルが効果的?」など、良く聞かれます。

- ◆ 少なくとも「地質・土質モデルを作成する事」を目的としている訳ではない！！

※とりあえずモデルを作成してみて「こんな事に有効だったね」という段階は既に過ぎている



- ◆ 「不確実性を持った多様な地質的課題(地質リスク)」をわかり易く伝達・共有する事(引継ぐ事)を目的として作成する



- ◆ 何を伝えたいかが明確になれば、自ずと作成すべきモデルが見えてくる！

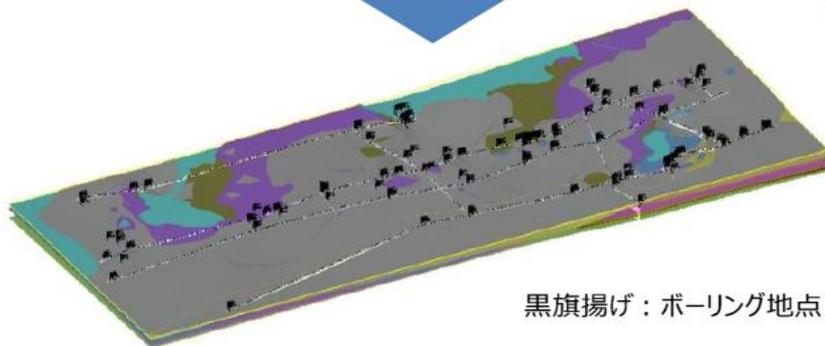
目的に応じたモデルの選択・作成

使用データを重ねることによって地質情報の不確実性を伝達

ボーリング実施密度にばらつきがあり、
精度の良い部分と不確実性が大きい部分ができる

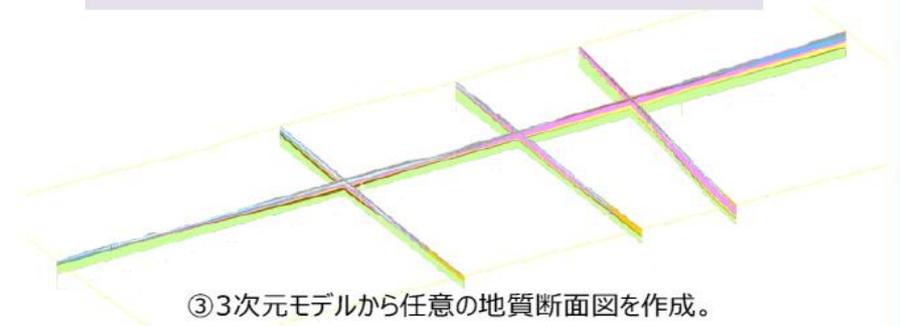


①調査ボーリング実施地点を結ぶ形で地質断面図を作成。



②作成した地質断面図を基に3次元モデルを作成。

ボーリング間の「不確実性」は全くみえなくなる

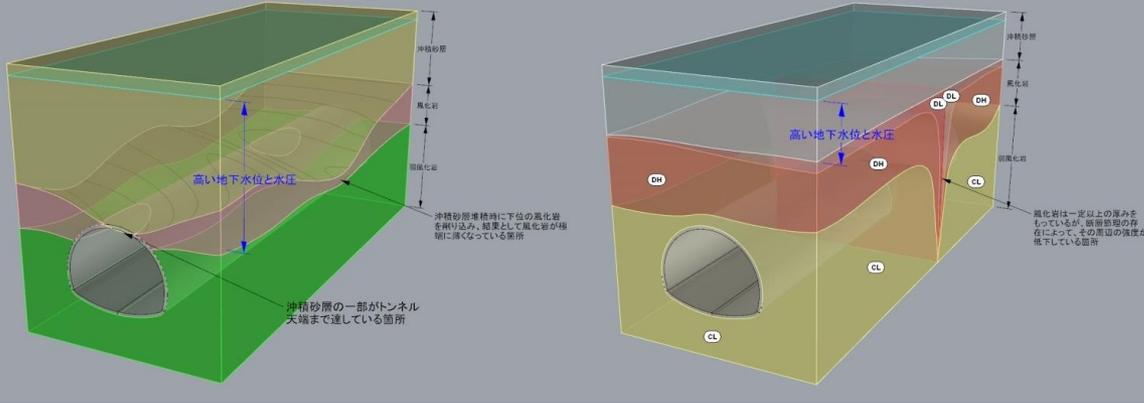


③の成果だけでは①のボーリングデータの位置や密度を知ることはできない

モデル作成に使用したボーリングデータを重ねることによって、地質情報の粗密・質などを視覚化、地質情報の不確実性を次段階へと引き継ぐ

地質リスクの引継ぎ

モデルにリスク情報をアノテーション(注記)で可視化



トンネルの地質リスク(例)

- ・高い地下水位と水圧
- ・沖積砂層の一部がトンネル天端まで達していること
- ・風化岩の厚み



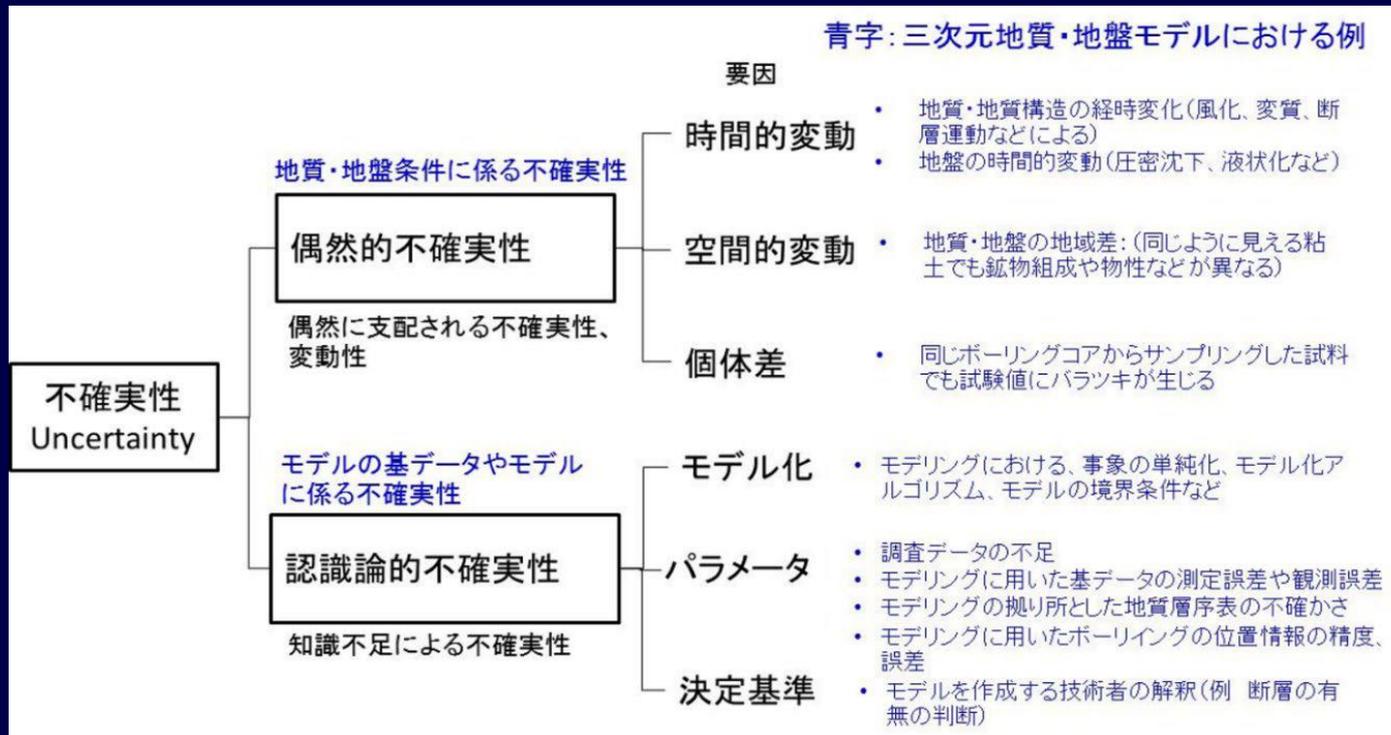
斜面点検を想定した地質リスクの表示(例)

- ・モルタルの縦断亀裂の開口
- ・亀裂の進展状況
- ・地盤傾斜計の箇所 など

不確実性の引継ぎについて

3次元地盤モデルを計画、設計、施工、維持管理・更新に引き継ぐには、**地質調査データの品質や密度、地質解釈やモデル化手法を正確に記録し、モデルの利用者が不確実性を評価・検証・低減できる状態にするためのトレーサビリティを確保する必要がある。**

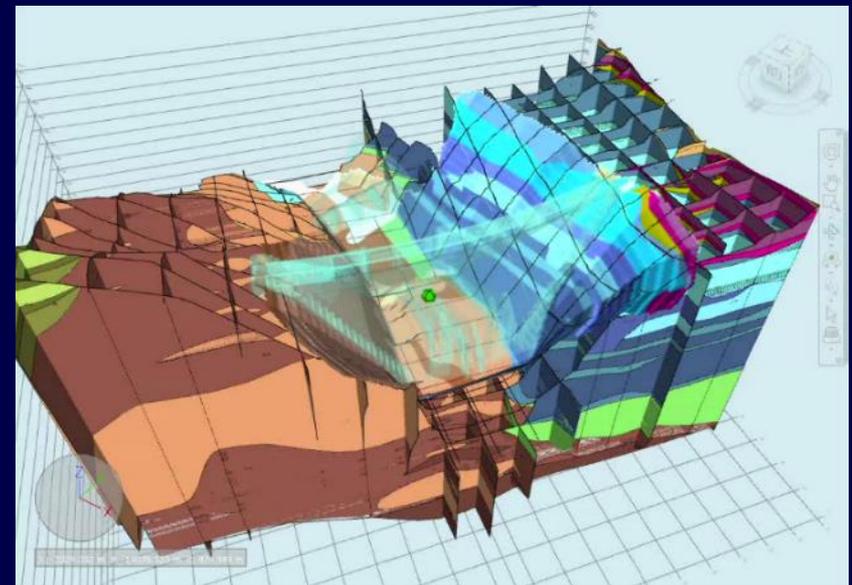
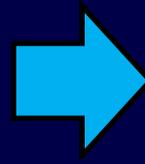
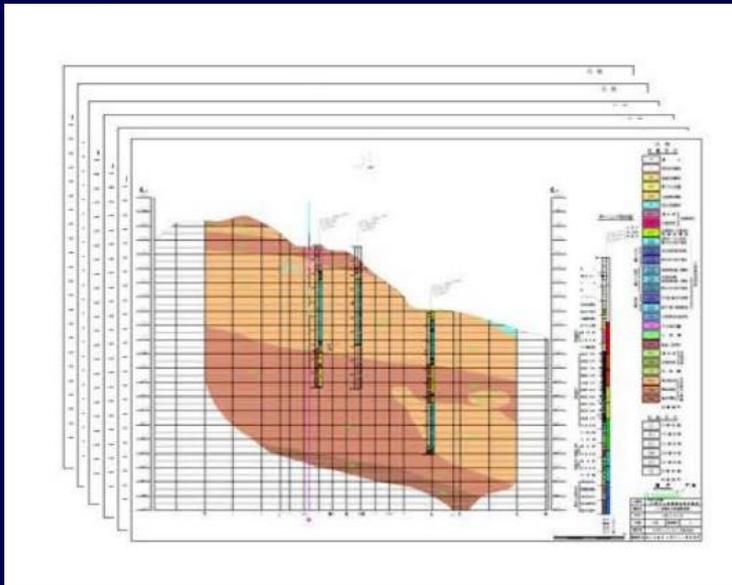
不確実性を後工程に引き継ぐために必要な情報として、**①解析の考え方、②推定アルゴリズム、③空間補間手法のパラメータ、④地質解釈の根拠となる文献資料の明示・参照先、⑤不確実性を評価した方法**等を記録



2.2 モデル活用事例

【地質・土質上の課題把握】

- 地質断面図を重ねた準3次元地盤モデル(準3次元地質断面図等)を作成して3次的に可視化
- 2次元表現に比べ、必要な場所の地質区分を誰でも容易に確認
- 本体構造物と地質・地盤との位置関係把握も容易
- 破碎帯、強風化岩、湧水、高透水帯等の地質・土質上の課題を容易に把握



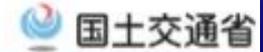
準3次元地盤モデル

地質断面図を3次元空間上に配置

2.2 モデル活用事例

【推奨項目の事例】

【推奨項目No.10】重ね合わせによる確認（支持層と基礎杭）



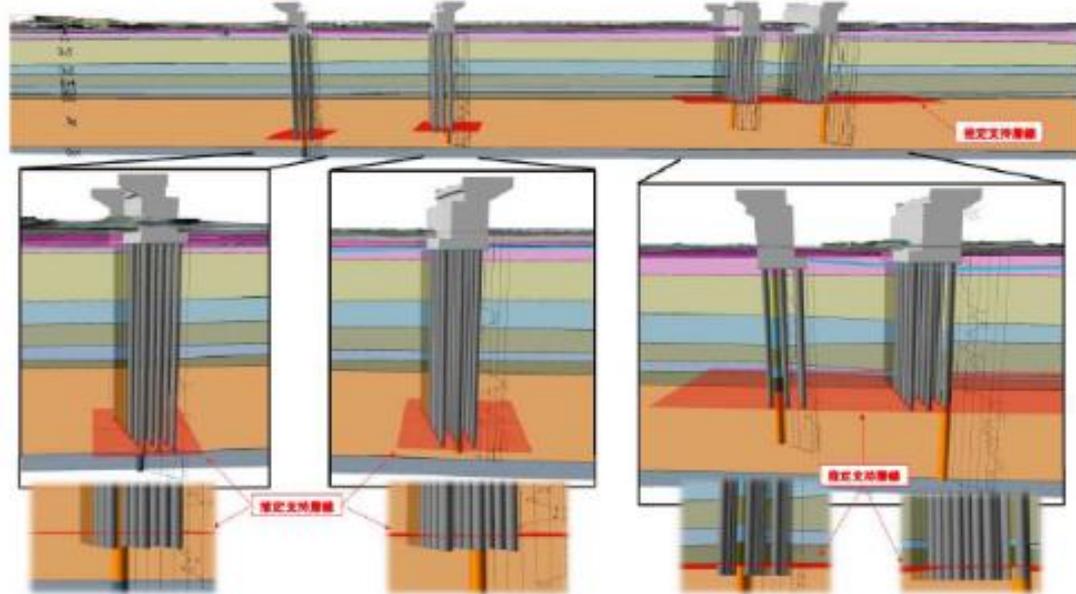
【事例15】地質・地盤の可視化による設計品質および施工確実性の向上【橋梁】

- 2つの橋梁が近接する箇所において、橋台背面アプローチ部の擁壁は、確実な地盤改良による沈下防止が重要となるため、過年度の地質調査結果より、地質モデルを作成した。
- 地質モデルを使用し、支持杭深度および地盤改良定着深度の確認を行うことにより、設計品質向上及び施工確実性（手戻り防止）を図ることができる。

●統合モデル



●バイパスの地質全体モデル図



事業名	平久土浦B-P橋梁詳細設計業務3 K11
発注者	常総国道事務所
受注者	新復建技術コンサルタント
工種	橋梁
使用ソフトウェア	V-nasClair, Navisworks, Infraworks, AdobeAcrobat
モデル詳細度	200~400

2.2 モデル活用事例

【推奨項目の事例】

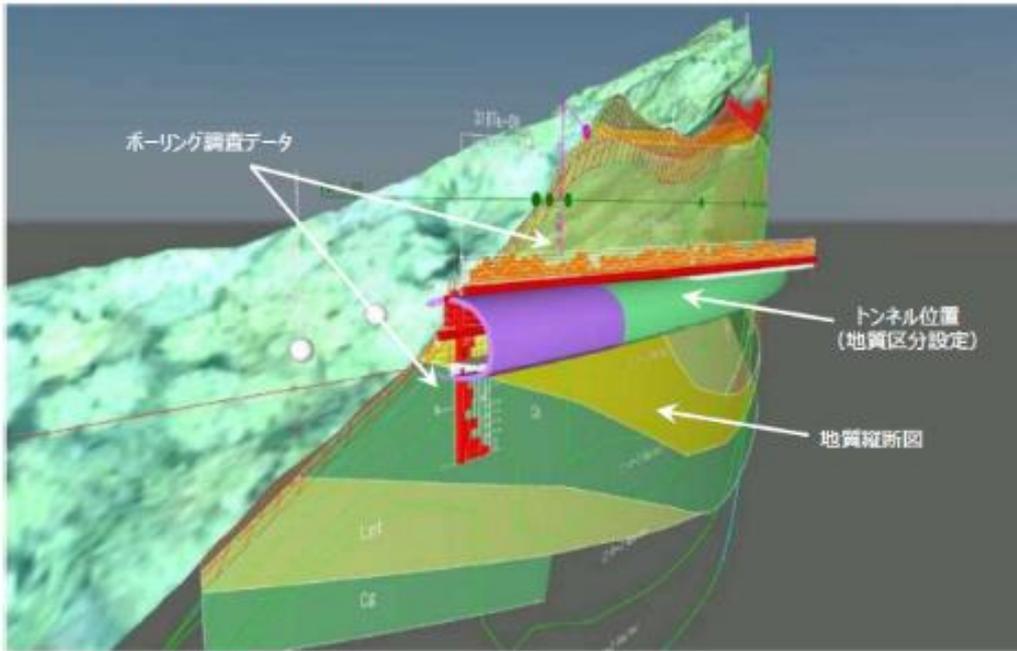
【推奨項目No.11】重ね合わせによる確認（地質）



【事例16】地質とトンネルの3次元モデルの統合による地質区分設定の確認【トンネル】

- 地質情報を3次元化し、トンネルの3次元モデルと統合することで、地質調査結果及び地山分類の確認を実施した。
- 確認の結果、ボーリング調査データ、地質縦断面図およびトンネルの位置関係を立体的・視覚的に確認することができ、地質区分設定ミスの防止につながった。

●3次元モデルによる地山区分の照査



事業名	島海ダム2号トンネル詳細設計業務
発注者	島海ダム工事事務所
受注者	中央復建コンサルタンツ㈱
工種	道路
使用ソフトウェア	Civil3D、NavisWorks Manage
モデル詳細度	300~400

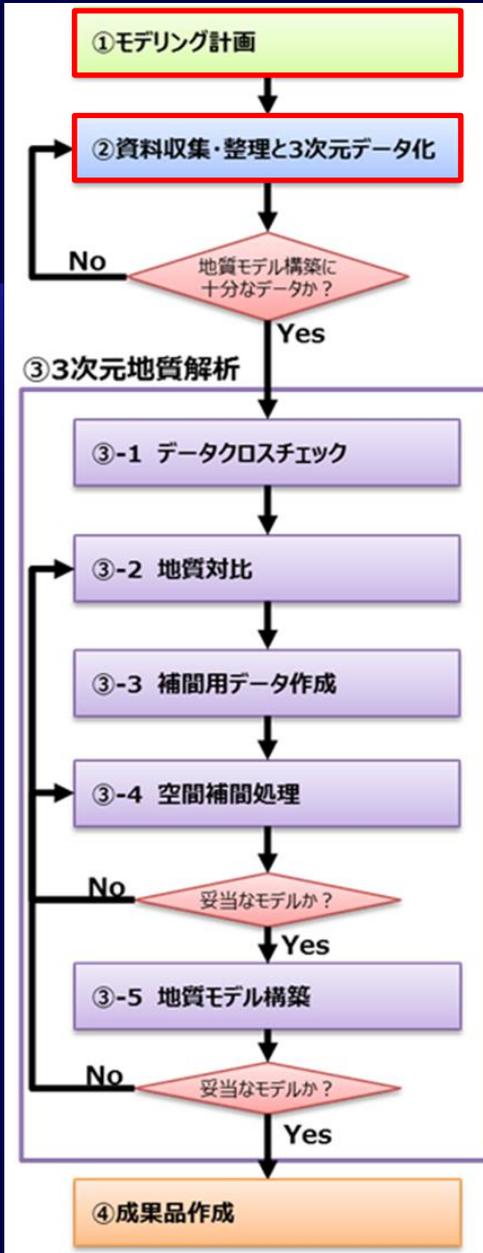
2.4 モデルの作成手順・照査方法

① モデリング計画

- (1) 「モデルの活用目的」の明確化
- (2) 「モデルの種類、対象範囲」の決定
- (3) 「付与する属性情報、参照資料」の決定
- (4) 「納品方法」の明確化
- (5) 「ソフトウェア」の選定

② 資料収集・整理と3次元データ化

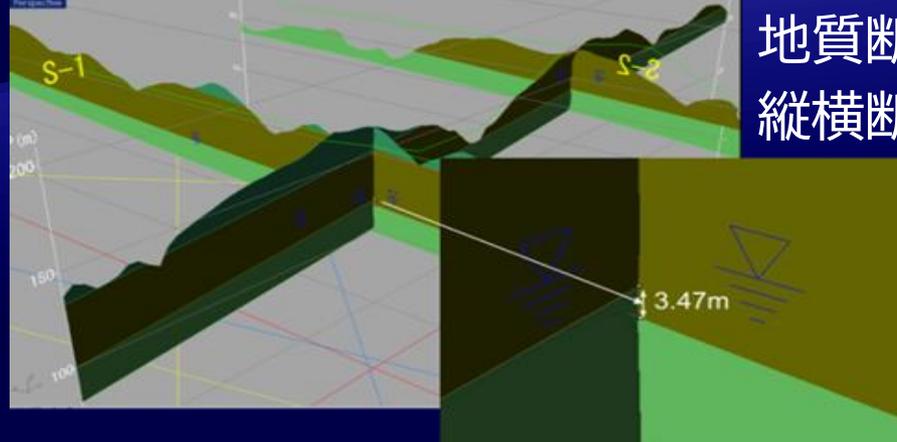
- (1) 収集対象データ
 - ・地形データ(等高線, DEM, レーザー測量データ 等)
 - ・ボーリングデータ
 - ・各種図面データ(地質平面図, 地質断面図 等)
 - ・調査報告書, 文献資料 等
- (2) 入力データの品質チェック
- (3) 品質確認記録
- (4) 入力データの3次元化



モデルの作成手順(③3次元地質解析)

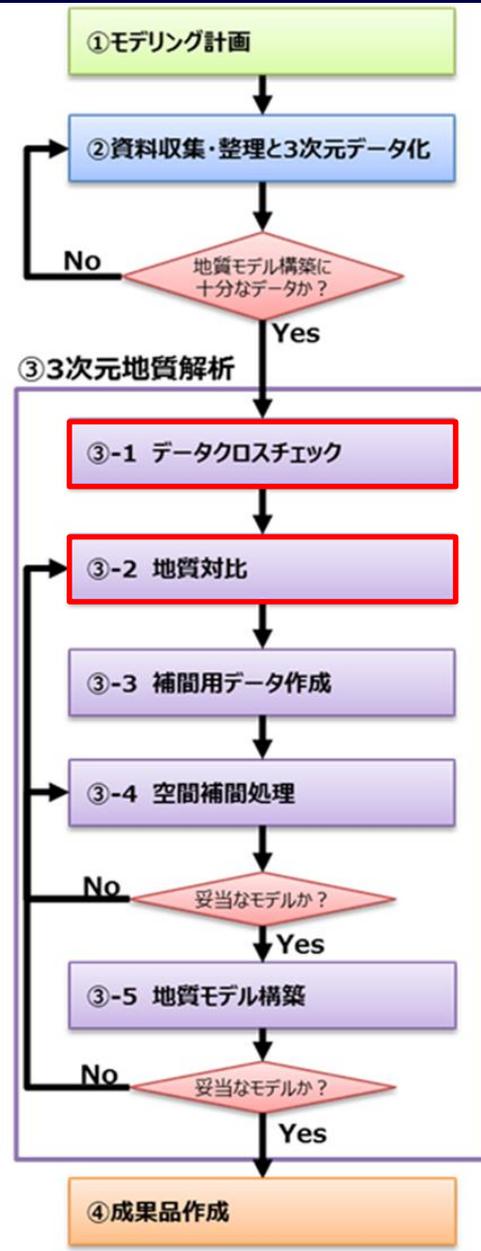
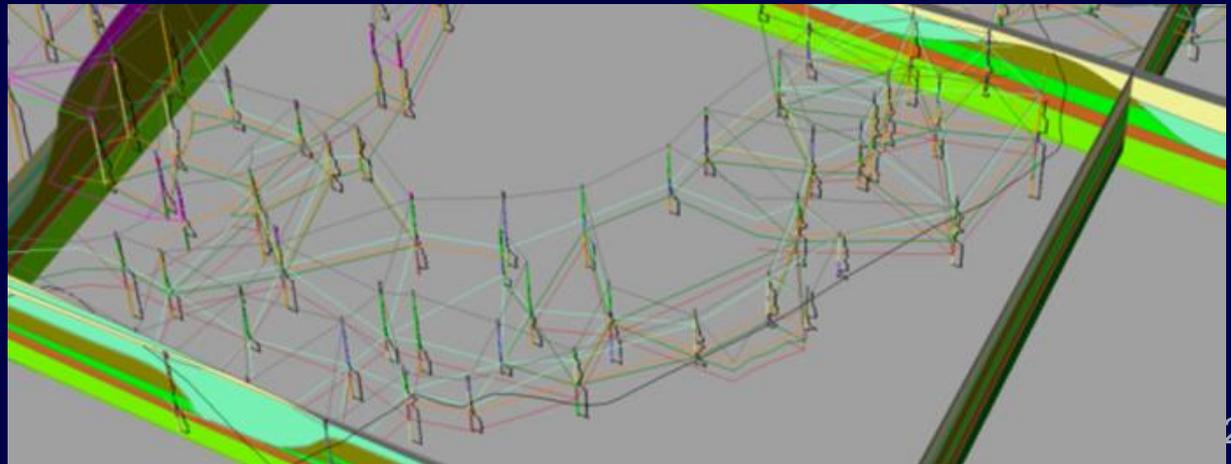
③-1 データクロスチェック

不適合を抽出し、修正または棄却



③-2 地質対比

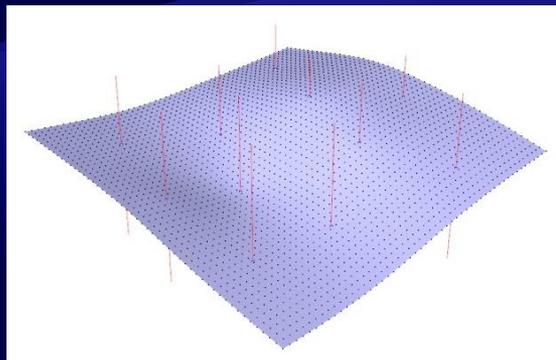
地質調査データの同じ条件(同一時代、同じ地質体、類似物性値等)の境界を判別し、境界データとしてグループ化



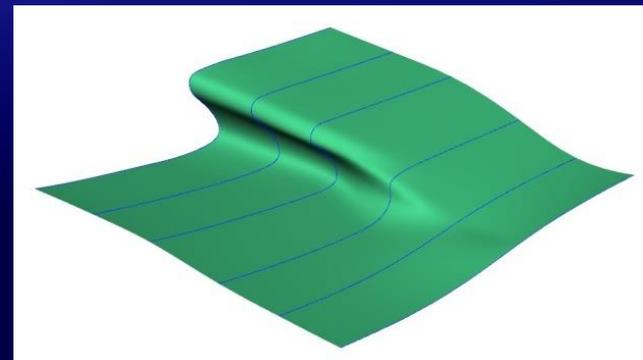
モデルの作成手順(③3次元地質解析)

③-3 補間用データ作成

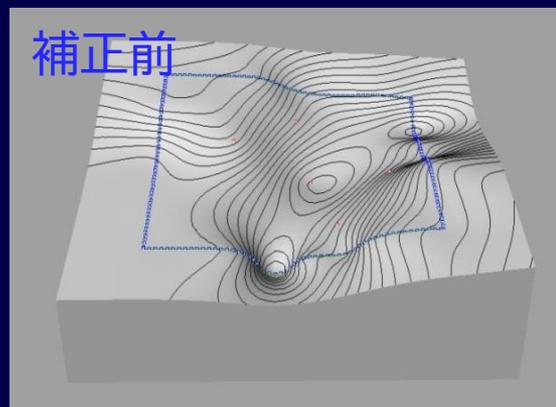
計算に用いる座標データセットを作成、補正



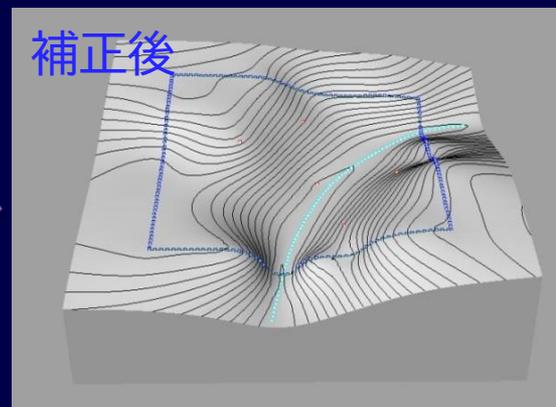
グリッド法の例
点→グリッド



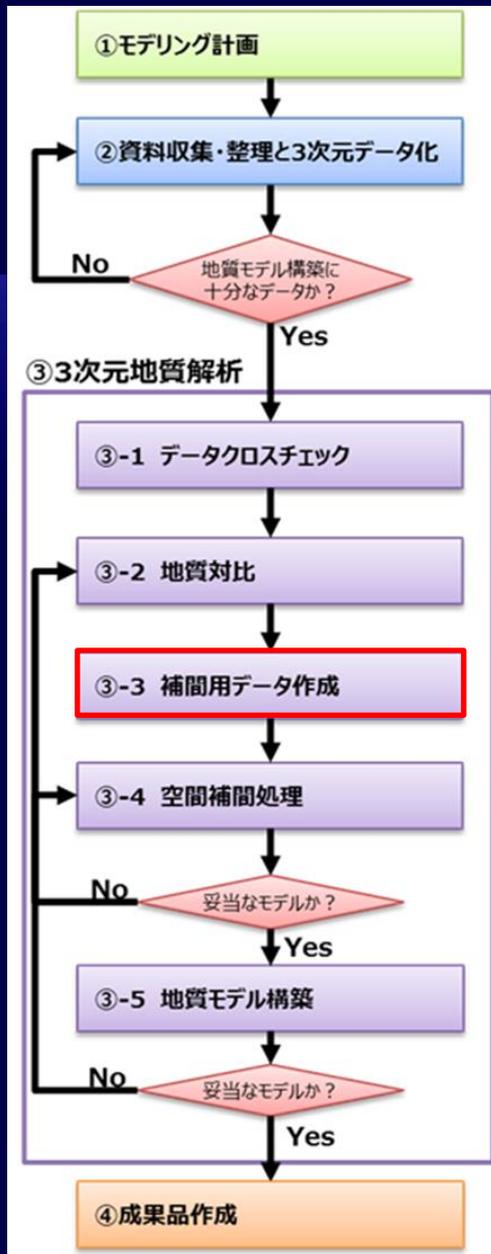
曲線法の例
NURBS曲線→NURBS曲面



補正前: 谷底に閉じたコンターが発生



補正後: 仮定の河川勾配線を補助点データとして作成²⁵



モデルの作成手順(③3次元地質解析)

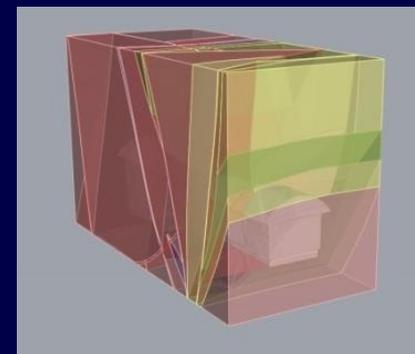
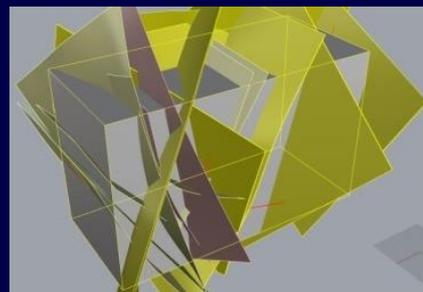
③-4 空間補間処理

空間補間法の特徴を考慮し、事象毎に適した手法を選定

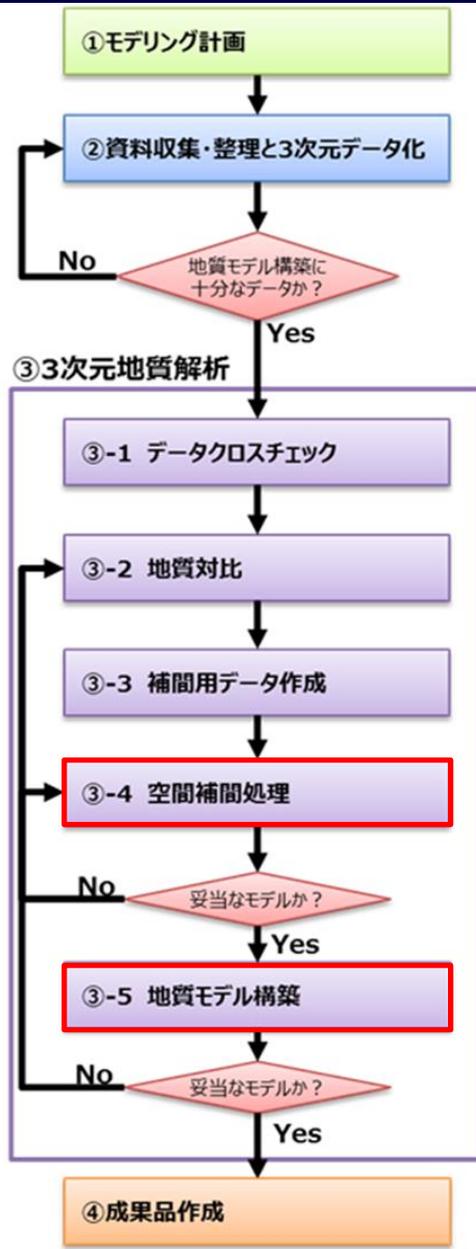
	地形サーフェスモデル				地質境界サーフェスモデル	
入力データの種類	(測量点)	(グリッド)	(等高線)	(多価関数※)	(離散点)	(断面線・等高線・混在)
適する アルゴリズム	TIN (不整三角網補間)					
	自然近傍法				NURBS (非一様有理B-spline)	
	長方形補間				最適化原理 (BS-Horizon/Horizon2000)	
					最小曲率法 (Minimum Curvature)	
					Kriging(クリギング)	

③-5 地質モデル構築

- (1) 3次元地質・地盤モデルの妥当性評価
- (2) モデルの仕上げ作業



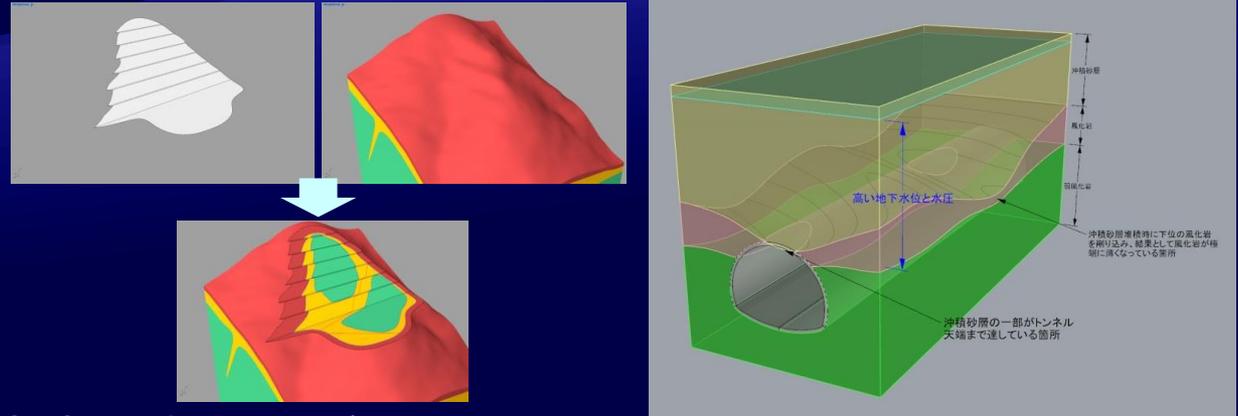
サーフェスモデルからソリッドモデル作成



モデルの作成手順

④ 成果品作成

(1) 3次元可視化資料



(2) 3次元モデルからの図面出力

CADデータ(2次元, 3次元)、画像 等

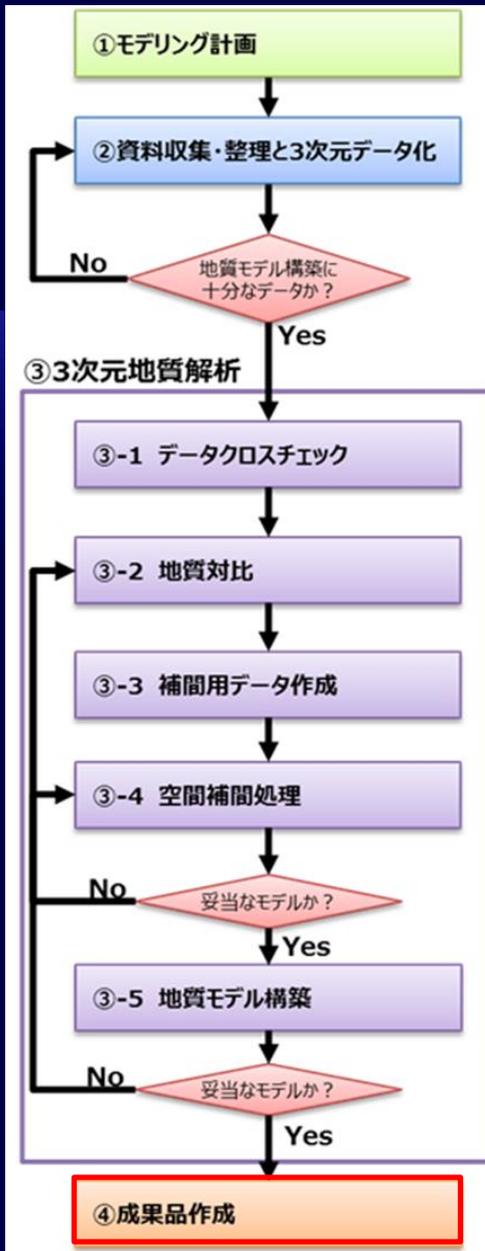
(3) 属性情報

- ・形状データに直接付与
- ・CSV、EXCEL、XML等のファイル形式

(4) 参照資料品質管理記録

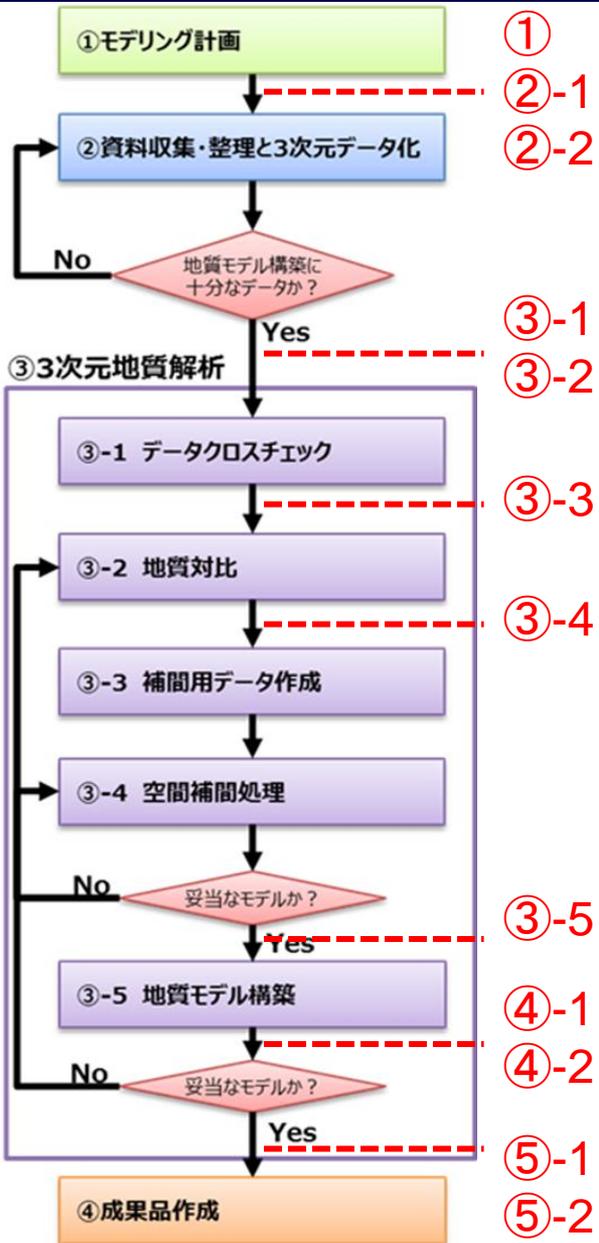
(5) 品質管理記録

(6) その他(出力ファイルフォーマット, 格納フォルダ)



モデルの照査方法

地質情報管理士等の「電子納品に関する有資格者」による対応が望ましい



① 照査計画の策定

② 基本条件の照査

②-1 モデリング計画確認

②-2 地質調査データの品質確認

③ 細部条件の照査

③-1 品質チェックシートの確認

③-2 3次元データ化の確認

③-3 データ修正方針の確認

③-4 地質対比方法の確認

③-5 補間アルゴリズム記録シートの確認

④ 要求事項の照査

④-1 作成モデルのリスト確認

④-2 作成モデルの妥当性確認

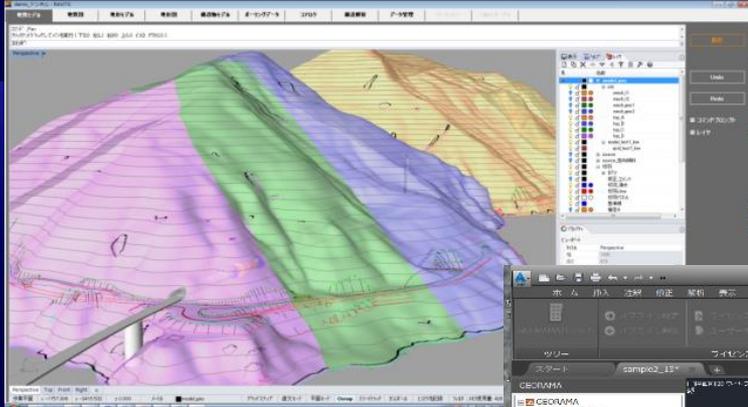
⑤ 成果品の照査

⑤-1 成果品確認

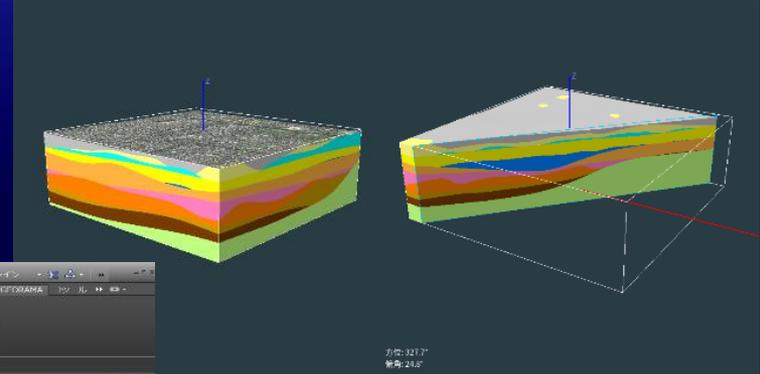
⑤-2 照査記録シート・引継シート作成

2.5 モデル作成ソフトウェア

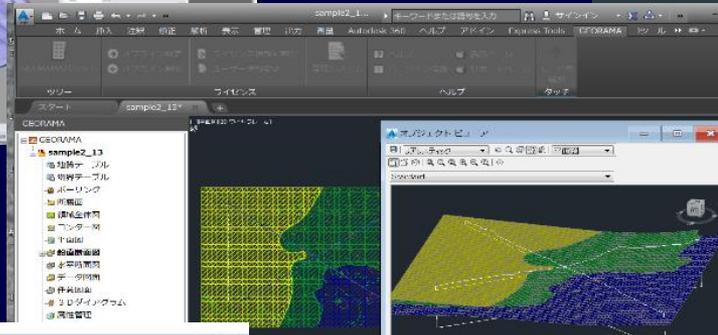
- 3次元モデルの作成ソフトウェア
- 日本国内で入手可能, 日本語のWebページ有



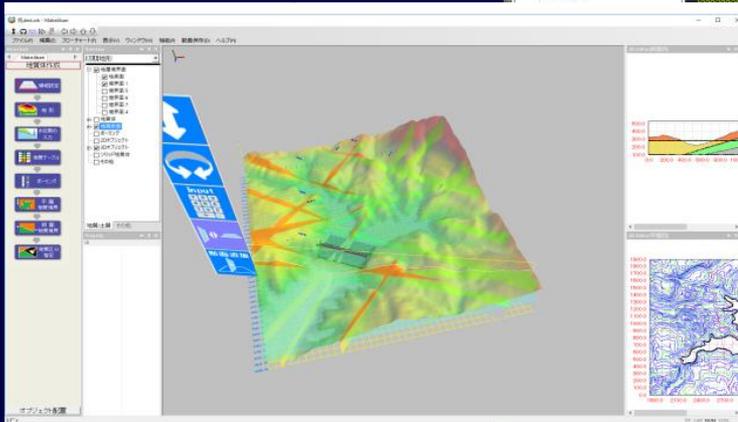
GEO-CRE



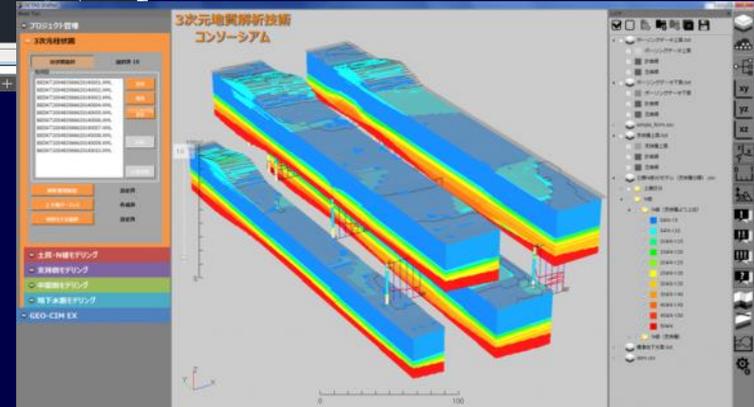
Geomap3D



GEORAMA



MakeJiban



OCTAS Drafter 29

3. BIM/CIM適用業務への対応

【令和5年度の特記仕様書(例) 関東地方整備局】

第〇条 BIM/CIM適用業務

本業務は、BIM/CIM適用業務(受注者希望型)である。

契約後において、受注者から3次元モデルの活用提案があった場合、3次元モデルの活用を行うことができる。

詳細については、受発注者で協議し、以下の1~4により実施する。

1. BIM/CIM実施計画書の作成

...

2. BIM/CIM実施報告書の作成

...

3. 成果の納品

...

4. BIM/CIM適用の費用について

...

令和5年度の特記仕様書では、BIM/CIM適用業務のほか、情報共有システムの活用、DXデータセンターの使用の項目が盛り込まれている。

第〇条 情報共有システムの活用

1. 本業務は、情報共有システム活用の対象業務である。活用にあたっては「土木工事等の情報共有システム活用ガイドライン」(令和5年3月)に基づき実施すること。

2. 受注者は、本業務で使用する情報共有システムを選定し、本業務の契約後速やかに、監督職員と協議し承諾を得なければならない。

...

第〇条 DXデータセンターの使用

本業務は、国土技術政策総合研究所が運用するDXデータセンターを使用することで、VDIサーバーを経由した3次元モデルを取り扱う専用ソフトの利用及び受発注者間のデータ共有の円滑化を図る業務である。

3次元モデルを活用するにあたり、受注者が希望する場合、DXデータセンターにインストールされている専用ソフトウェアを使用することができる。

...

3. BIM/CIM適用業務への対応

【BIM/CIM実施計画書】

業務着手時に、BIM/CIM実施計画書を作成、提出
BIM/CIM実施計画書のテンプレート、記載例が国交省HPで公開

・国土交通省本省

https://www.mlit.go.jp/tec/tec_fr_000115.html

・関東地方整備局

<https://www.ktr.mlit.go.jp/gijyutu/gijyutu00000217.html>

【記載項目】

- 1) 3次元モデルの活用内容（実施内容、期待する効果等）
- 2) 3次元モデルの作成仕様（作成範囲、詳細度、属性情報、別業務等で作成された3次元モデルの使用等）
- 3) 3次元モデルの作成に用いるソフトウェア、オリジナルデータの種類
- 4) 3次元モデルの作成担当者
- 5) 3次元モデルの作成・活用に要する費用

3. BIM/CIM適用業務への対応

【見積書の作成】

- 業務着手時に、BIM/CIM適用に関する見積書を作成。BIM/CIM実施計画書と併せて提出。
- 全地連の積算支援ホームページ：BIM/CIM 活用業務(地質・土質モデルの作成)積算基準(案)を参照。

https://www.zenchiren.or.jp/sekisan/pdf/R4_BIM/CIM_final_R0409.pdf

新しい積算・新規改訂

積算基準(案) 液状化ポテンシャルサウンディング (PDC) 因(令和5年5月)

積算基準(案) 土層強度検査棒を活用した調査・試験 因(令和5年3月)

積算基準(案) 道路防災点検 因(令和4年12月)

積算基準(案) 安心トイレ 因(令和4年12月)

積算基準(案) BIM/CIM活用業務 因(令和4年9月)

積算基準(案) モノレール架設・運搬 因(令和4年3月)

積算基準(案) 高品質ボーリング 因(令和4年1月)

積算基準(案) 地質リスク調査検討業務 因(令和3年12月)

積算基準(案) 2次元・3次元微動探査、1次元微動アレイ探査 因(令和3年3月)

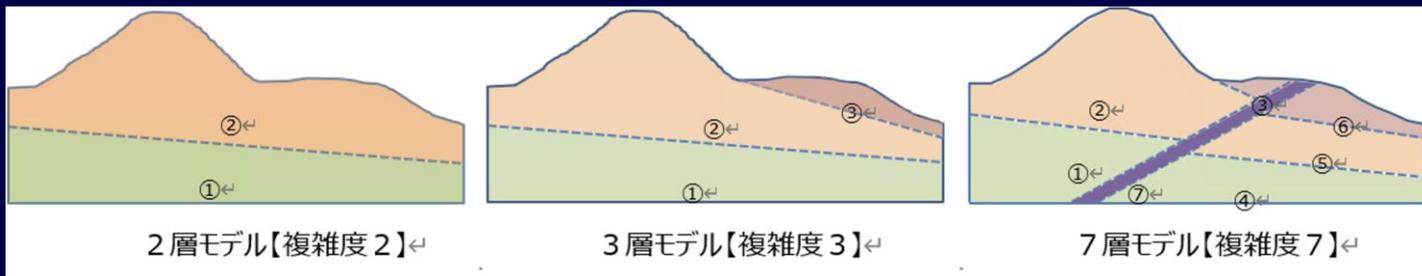
積算基準(案) 車両給水費、泥水処理費、試掘、舗装の取壊し・復旧 因(令和3年1月)

3. BIM/CIM適用業務への対応

【見積書の作成】

種別・細目	主任技師	技師A	技師B	技師C	技術員	備考
(コンサルティング業務)						
直接人件費						
①BIM/CIM 実施計画書	0.5	1.0	1.0	0.5		BIM/CIM 実施(変更)計画書
②BIM/CIM モデルの作成・更新						BIM/CIM モデル作成統合モデル
・モデリング計画	0.5	1.5	2.0	1.5	0.5	
・資料収集整理と3次元データ化	1.0	2.0	2.0	4.0	4.0	
・3次元地質解析	1.5	3.0	3.0	6.0	6.0	地質モデル
※1・工学的3次元地盤モデル構築	0.5	1.5	2.5	2.5	1.5	物性モデル
※2 ③BIM/CIM モデルを活用した検討の実施	-	-	-	-	-	リスクに関するシミュレーション(地質)
※3 ④BIM/CIM モデルの照査	0.5	1.0	1.0			チェックシート
⑤BIM/CIM 実施報告書	0.5	1.0	1.0	2.0		BIM/CIM 実施報告書
⑥BIM/CIM モデルの納品				1.0	1.0	事前協議・引継書シート データ量を考慮した電子媒体
直接経費						
電算費	上記直接人件費の2%					
消耗品費	上記直接人件費の1%					

同じ1構造物でも、作成する地質モデルの数や種類で難易度が異なる。
 作業負荷に応じて、適切な人工で歩掛を調整する必要がある。⇒ **経験が必要!**



3. BIM/CIM適用業務への対応

【BIM/CIM実施報告書】

業務完了時に、BIM/CIM実施報告書を作成、提出
テンプレート、記載例が国交省HPで公開 ※BIM/CIM実施計画書と同じ

【記載項目】

- 1) 3次元モデルの活用概要(実施概要、期待する効果の結果等、期待した効果が十分に得られなかった場合の考察を含む)
- 2) 作成・活用した3次元モデル(作成範囲、詳細度、属性情報、基準点の情報等)
- 3) 後段階への引継事項(対応する無償ビューワーの種類、2次元図面との整合に関する情報、活用時の注意点等)
- 4) 成果物
- 5) その他(創意工夫内容、基準要領に関する改善提案・意見・要望、ソフトウェアへの技術開発提案事項等)

3. BIM/CIM適用業務への対応

【BIM/CIM実施報告書】

地質・土質調査では「BIM/CIM適用業務実施要領」の記載内容に加え、以下を参考に引継ぎ内容を記載する事を推奨する。

【記載項目】

- 1) 地質解釈の根拠となる文献資料(資料の明示・参照先明示)
- 2) 解釈の考え方
- 3) 推定アルゴリズム(使用したアプリケーション)
- 4) 使用したデータの種類・数量等
- 5) 空間補間手法及びパラメータ
- 6) 作成したモデルの種類
- 7) 作成した属性情報、属性情報の付与方法
- 8) 想定される地質リスク
- 9) モデルの不確実性、及び不確実性を評価した方法(考え方)
- 10) その他必要事項

※サーフェスモデルを作成した場合は、地層の上側・下側境界面の情報

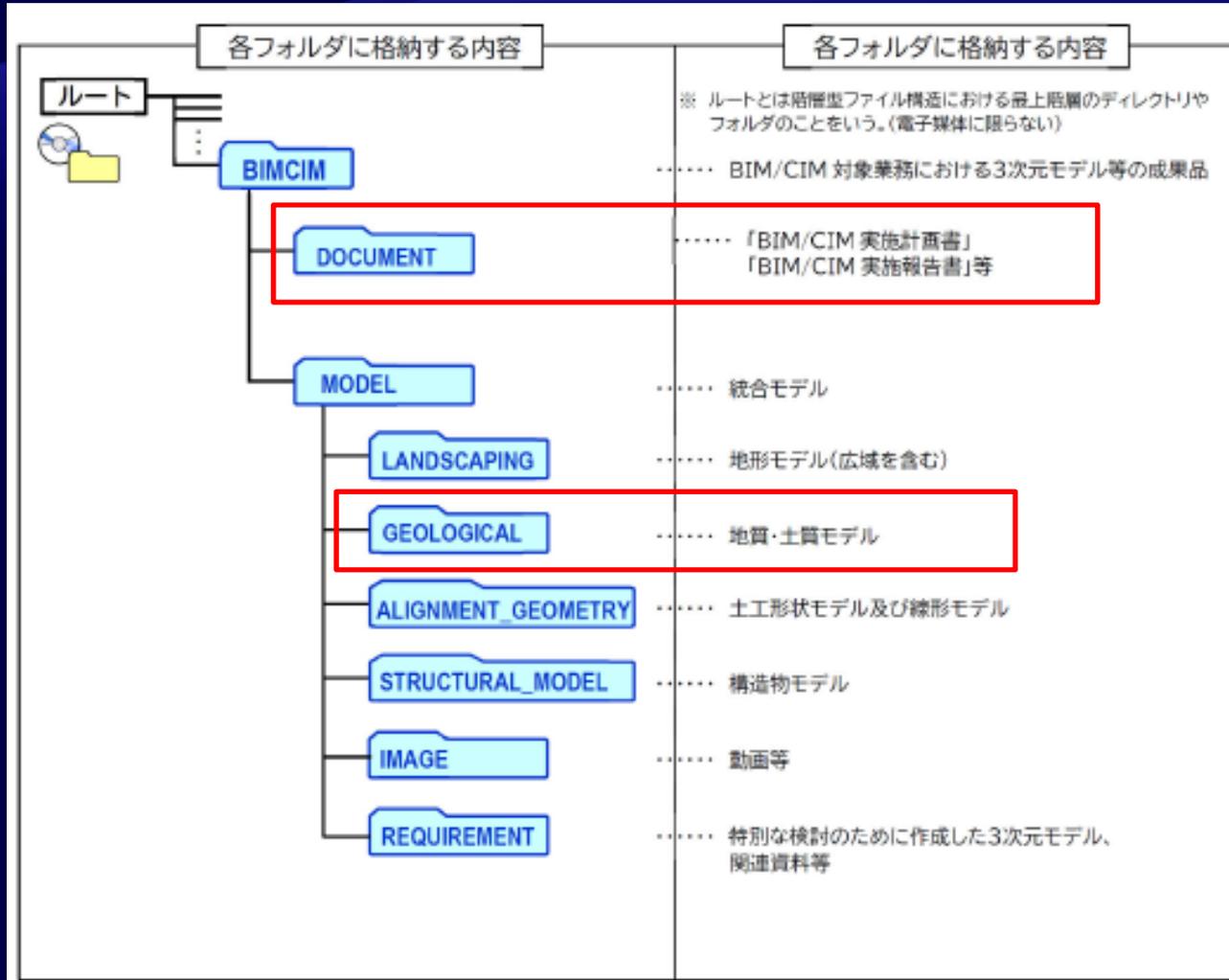


不確実性
の引継ぎ

3. BIM/CIM適用業務への対応

【電子成果品の納品】

BIM/CIM実施計画書、BIM/CIM実施報告書、3次元モデルを納品



3. BIM/CIM適用業務への対応

【情報共有システム】

- 受発注者間で情報を交換・共有し、業務効率化を実現するシステム
- 国土交通省では、2023年度より、**全ての業務で情報共有システムの活用が原則化**

- ◆必須利用機能
- ・ 発議書類作成機能
 - ・ ワークフロー機能
 - ・ 書類管理機能
 - ・ 工事書類等出力・保管支援機能

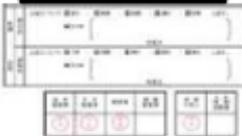
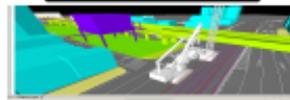
- ◆任意利用機能
- ・ 掲示板機能
 - ・ スケジュール管理機能

「オンライン電子納品機能」も必須
「3Dビュー機能」を積極的に活用することも期待

■情報共有システム（ASP）概念図

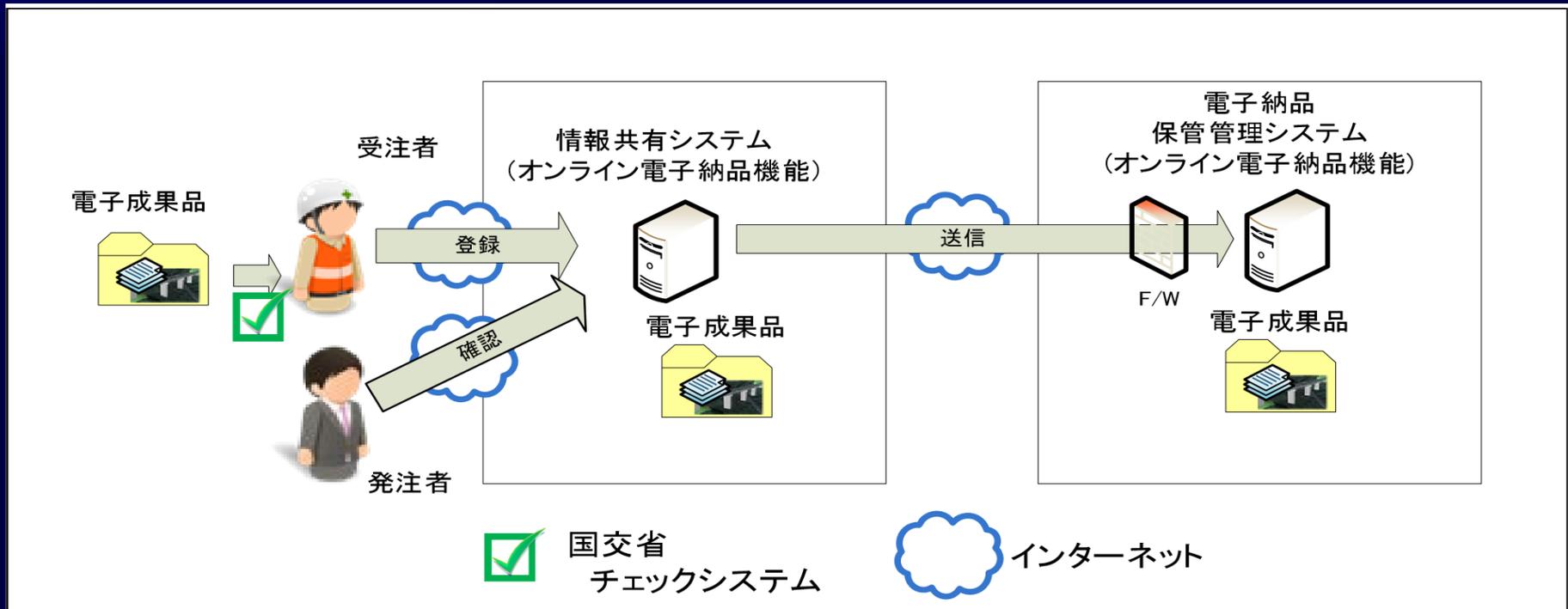


■機能例

決裁処理機能	掲示板機能	スケジュール管理機能	3Dビュー機能	書類管理機能
				
Webを介して決裁を行うことで、対面回数の削減、決裁状況の見える化、ワンデーレスポンスの効率化	質疑事項の回答と決定、変更箇所などの過程を記録でき、状況確認を行いながら業務の履行が可能	検尺の立ち合いや打合せなど、複数業務のスケジュールを管理でき、日程調整などの効率化	BIM/CIMデータをweb上で表示しながら打合せを実施。変更事項を適宜反映可能	大容量データの共有や、変更履歴の管理を行うことにより、業務履行を効率化

3. BIM/CIM適用業務への対応 【オンライン電子納品】

- 情報共有システムに登録された電子成果品をインターネット経由で納品
- 国土交通省では、土木工事を対象に2021年12月より運用を開始しているが、業務にも運用拡大し、2023年4月以降に完了する情報共有システムを利用するすべての業務に適用

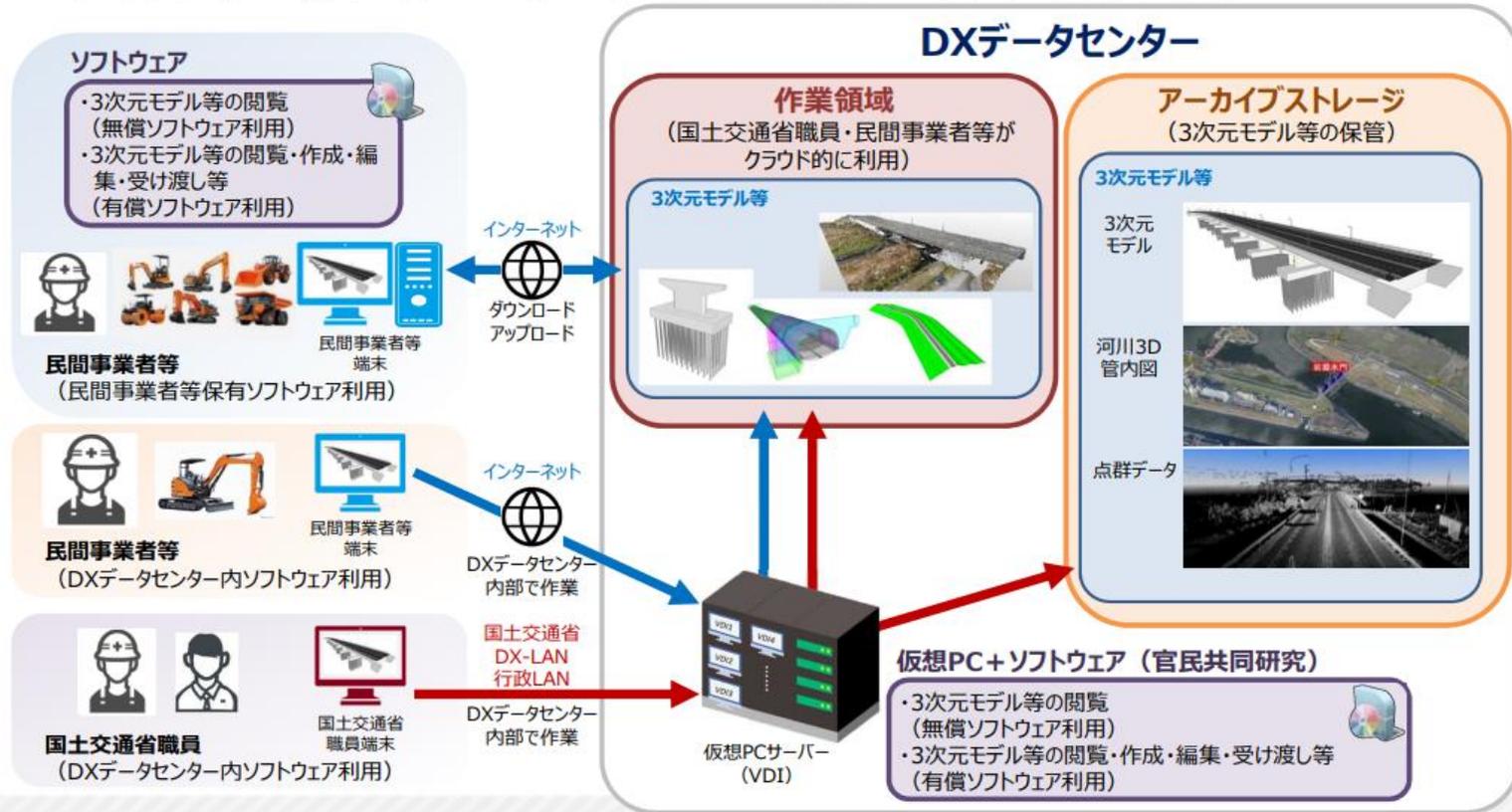


3. BIM/CIM適用業務への対応 【DXデータセンター】



1. DXデータセンターの概要

- BIM/CIMで用いる3次元モデル等を保管し、受発注者が測量・調査・設計・施工・維持管理の事業プロセスや、災害対応等で円滑に共有するための実証研究システムとして「DXデータセンター」を構築
- 当面の取り組みとして、3次元モデル等を扱うソフトウェアを搭載することにより、受発注者が3次元モデル等の閲覧、作成、編集、受け渡し等を遠隔で行うことを可能とする官民共同研究を実施



3. BIM/CIM適用業務への対応

【BIM/CIM適用業務で必要なスキル】

- ◆ 最も重要なのは「地質・土質技術者のスキル」のスキルです(今までと何も変わりません)。自らの技術研鑽に励んでください。
- ◆ 地質調査のスキルにプラスして「3次元モデル作成に使用するソフトウェアを使いこなす技術」、もしくは「使用するソフトウェアを十分把握し(特性を理解し)、的確なモデル作成の指示ができる」スキル

※モデル作成のスキルを身につけないと見積書の作成ができません！

【出典・参考となる資料等】

- 第1章
 - ◆ BIM/CIM活用ガイドライン(案) 第1編 共通編 令和4年3月 国土交通書
(<https://www.mlit.go.jp/tec/content/001472848.pdf>)
 - ◆ 第10回 BIM/CIM推進委員会(令和5年8月10日)資料
(https://www.mlit.go.jp/tec/tec_tk_000115.html)
 - ◆ インフラ分野のDXアクションプラン(第2版)(令和5年8月8日)
(<https://www.mlit.go.jp/tec/content/001622902.pdf>)
 - ◆ BIM/CIMポータルサイト 国土交通書
(https://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bimcim/spec_cons_new.html)
- 第2章
 - ◆ 義務項目、推奨項目 事例集 令和5年4月 国土交通省
(<https://www.mlit.go.jp/tec/content/001598923.pdf>)
 - ◆ BIM/CIM 活用業務(地質・土質モデルの作成)積算基準(案) 全地連
(https://www.zenchiren.or.jp/sekisan/pdf/R4_BIM/CIM_final_R0409.pdf)
 - ◆ 3次元地質解析マニュアルVer3.0 3次元地質解析技術コンソーシアム
(<https://www.3dgeoteccon.com/3次元地質解析マニュアル>)
 - ◆ 3次元地盤モデリングガイドブック 技術マニュアル Ver3.0 対応版 3次元地質解析技術コンソーシアム
(<https://www.3dgeoteccon.com/web3次元地質解析マニュアル>)
- 参考となる資料
 - ◆ 三次元地盤モデル作成の手引き 平成28年11月 全地連・JACIC
(<https://www.zenchiren.or.jp/geocenter/guide/sanjigen.pdf>)
 - ◆ CIM対応ガイドブック 地質調査版 (一社)全国地質調査業協会連合会
(https://www.zenchiren.or.jp/geocenter/guide/cim_guide_high.pdf)
 - ◆ 3次元地質・土質モデルガイドブック(令和4年2) 国土地盤情報センター・全地連
(https://www.zenchiren.or.jp/geocenter/guide/3次元地質・土質モデルガイドブック_WEB用_0202.pdf)

ご静聴有難うございました



Appendix

～ BIM/CIMに係る国の動向 ～

BIM/CIMに係る国の動向

i-Constructionとインフラ分野のDXの関係

インフラ分野のDX(業務、組織、プロセス、文化・風土、働き方の変革)



BIM/CIMに係る国の動向

おさらい：BIM/CIMの概念

【BIM/CIM活用の目的】

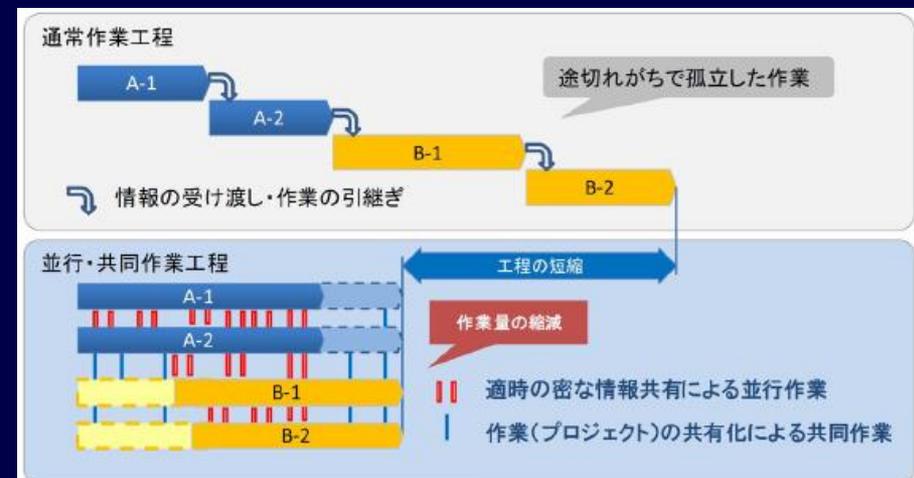
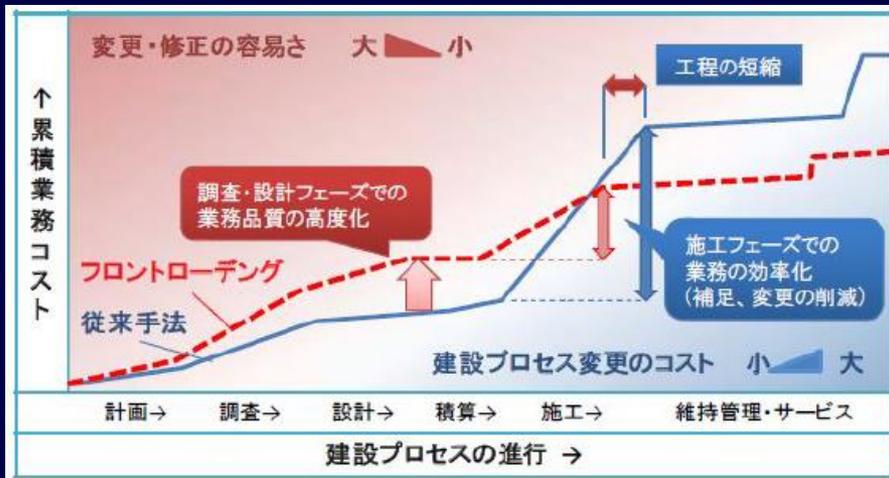
計画、調査、設計段階から3次元モデルを導入することにより、その後の施工、維持管理の各段階においても3次元モデルを連携・発展させて事業全体にわたる関係者間の情報共有を容易にし、一連の建設生産・管理システムの効率化・高度化を図ることを目的としている。

最新のICTを活用して、建設生産システムの計画、調査、設計、施工、管理の各段階において情報を共有することにより、効率的で質の高い建設生産・管理システムを構築する。

【BIM/CIMの活用効果】

BIM/CIM を活用することで、ミスや手戻りの大幅な減少、単純作業の軽減、工程短縮等の施工現場の安全性向上、事業効率及び経済効果に加え、副次的なものとしてよりよいインフラの整備・維持管理による国民生活の向上、建設業界に従事する人のモチベーションアップ、充実感等の心の豊かさの向上が期待されている。

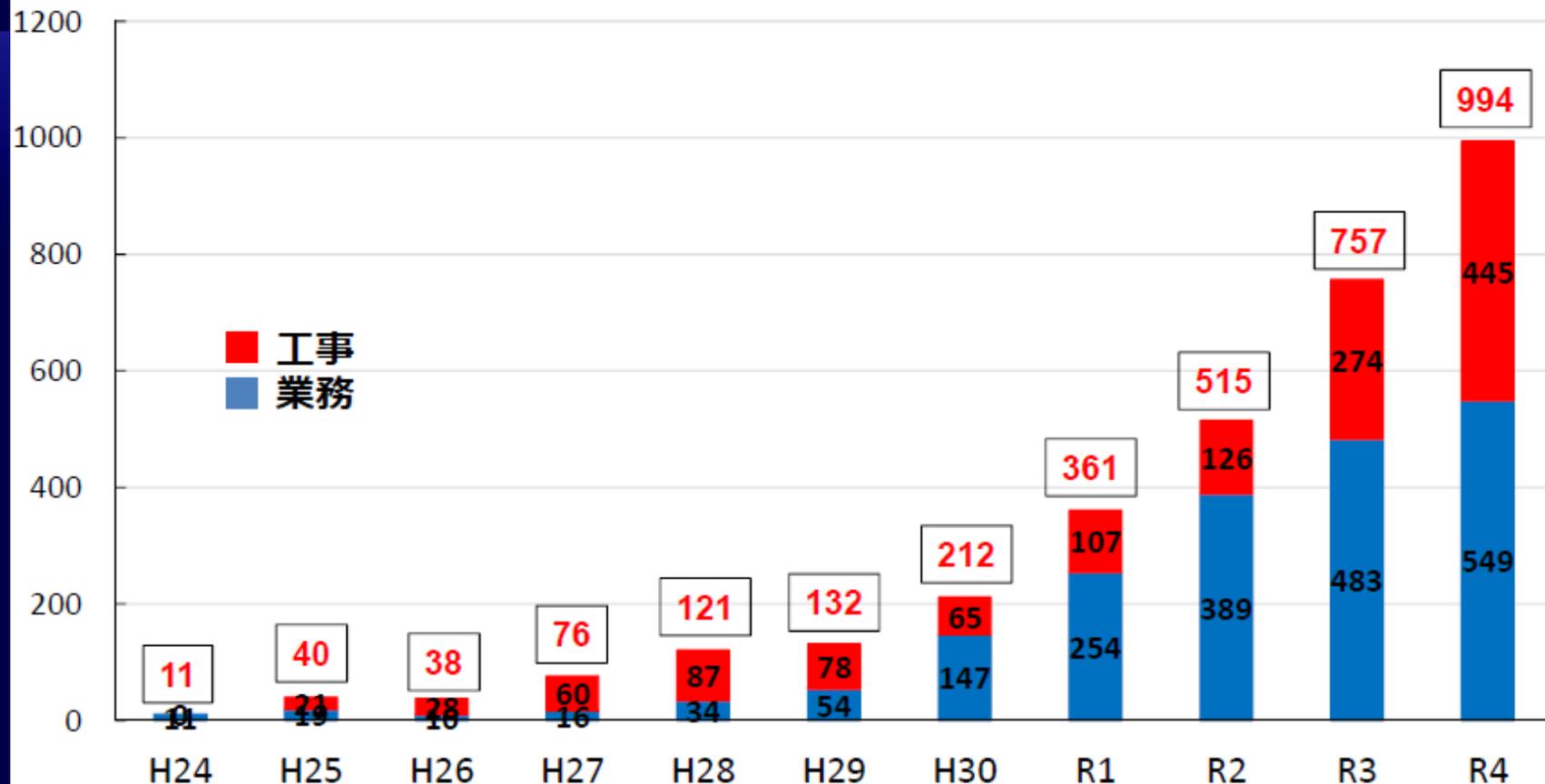
BIM/CIM の活用効果として、「フロントローディング」と「コンカレントエンジニアリング」がある。



BIM/CIMに係る国の動向

BIM/CIM活用業務・工事の推移

BIM/CIM活用業務・工事の推移 (令和5年3月31日時点)



累計事業数(令和4年度末時点)

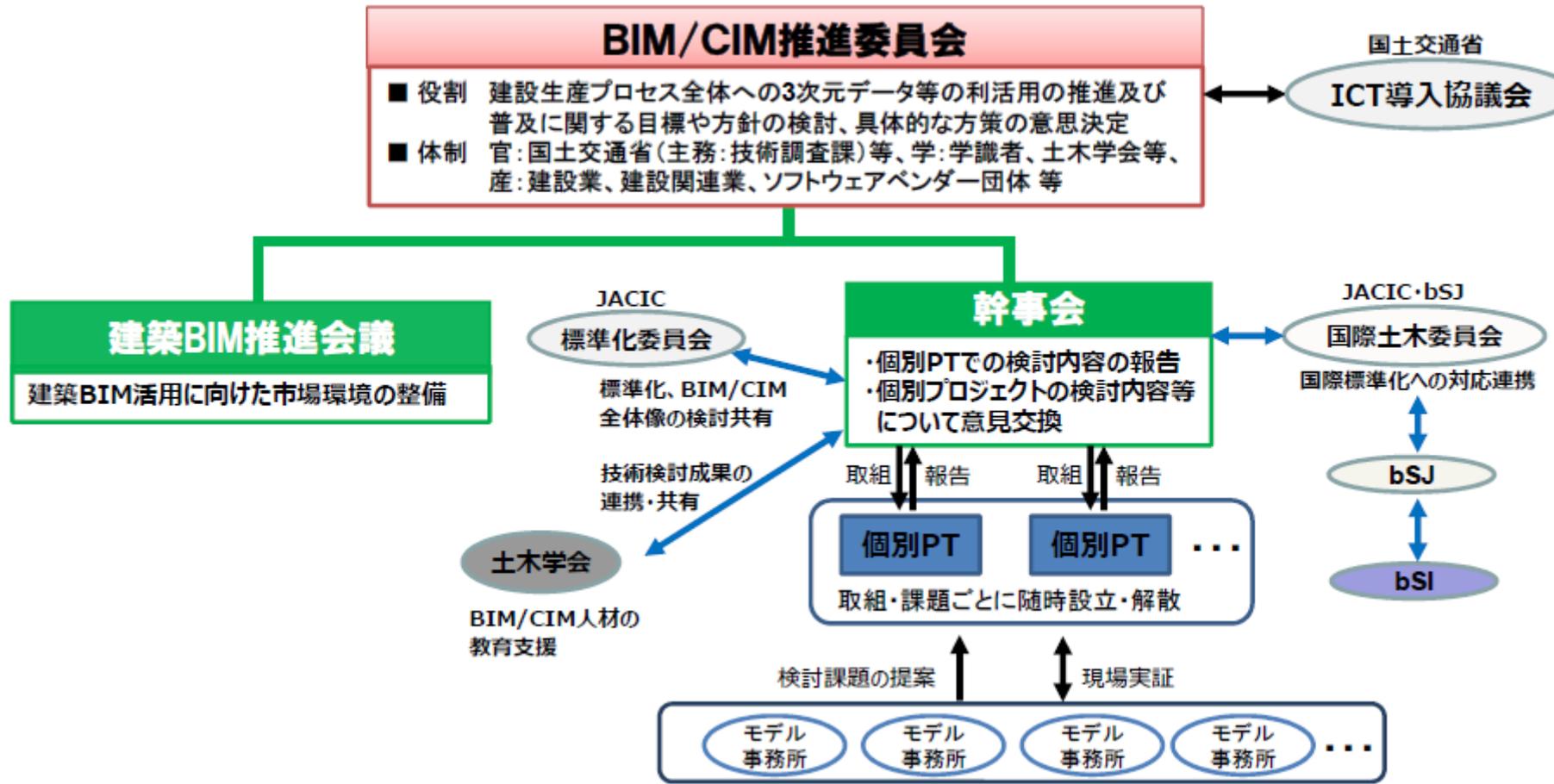
業務：1966件

工事：1291件

合計：3257件

BIM/CIMに係る国の動向

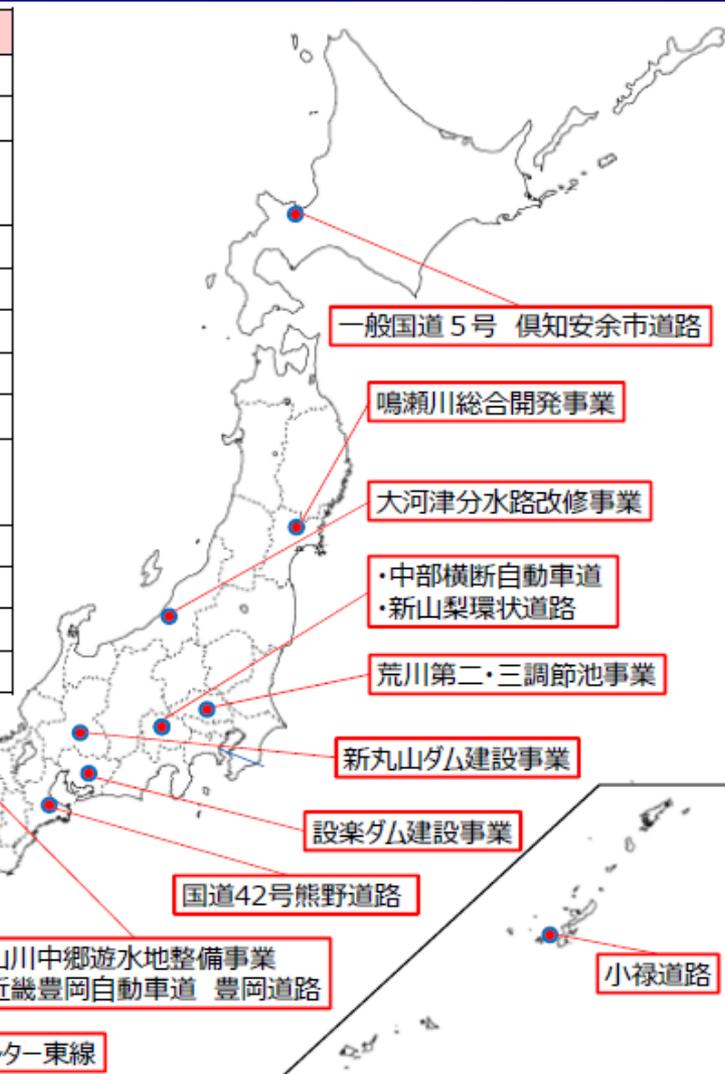
BIM/CIM推進委員会の体制



BIM/CIMに係る国の動向

モデル事務所の取組み

初期段階	現段階	事業	事務所
施工	施工	一般国道5号 俱知安余市道路	小樽開発建設部 【北海道】
予備設計	設計	鳴瀬川総合開発事業 ※1	鳴瀬川総合開発工事事務所 【東北】
維持管理	維持管理	中部横断自動車道 ※2	甲府河川国道事務所 【関東】
設計	設計	新山梨環状道路	
設計	設計	荒川第二・三調節池事業	荒川調節池工事事務所 【関東】
施工	施工	大河津分水路改修事業	信濃川河川事務所 【北陸】
施工	施工	新丸山ダム建設事業 ※3	新丸山ダム工事事務所 【中部】
施工	施工	国道42号熊野道路	紀勢国道事務所 【中部】
設計	設計	設楽ダム建設事業	設楽ダム工事事務所 【中部】
施工	施工	円山川中郷遊水地整備事業	豊岡河川国道事務所 【近畿】
施工	施工	北近畿豊岡自動車道 豊岡道路	岡山国道事務所 【中国】
施工	維持管理	国道2号大槌橋西高架橋 ※4	
予備設計	予備設計	松山外環状道路インター東線	松山河川国道事務所 【四国】
施工	施工	立野ダム建設事業 ※5	立野ダム工事事務所 【九州】
施工	施工	小祿道路	南部国道事務所 【沖縄】



- ※1 2022年より本体関連工事に着手
- ※2 2021年全線開通
- ※3 2020年度末本体工事契約
- ※4 2022年度末供用開始
- ※5 2023年度末事業完了予定

 **モデル事業**

BIM/CIMに係る国の動向

モデル事務所の取り組み（先行実施事例）

現段階	事業	R5実施内容
施工	一般国道5号 倶知安余市道路	3DデータのDS・現場での共有
設計	鳴瀬川総合開発事業	事業監理プラットフォームの改修
維持管理	中部横断自動車道	維持管理におけるBIM/CIMの活用
設計	新山梨環状道路	3D及び4Dモデルを活用した事業工程深度化の検討
設計	荒川第二・三調節池事業	施工管理における3Dデータの活用
施工	大河津分水路改修事業	3Dデータ契約図書化の検討
施工	新丸山ダム建設事業	設計における統合モデルの活用
施工	国道42号熊野道路	施工ステップ・施工条件の確認
設計	設楽ダム建設事業	4Dモデルによる施工ステップ等の確認
施工	円山川中郷遊水地整備事業	維持管理での活用に向けた3Dモデルの検討
施工	北近畿豊岡自動車道 豊岡道路	ICT施工での活用方法に関する検討
維持管理	国道2号大樋橋西高架橋	維持管理での3Dモデル活用の検討
予備設計	松山外環状道路インター東線	事業監理ツールの試行運用
施工	立野ダム建設事業	試験湛水CIMの構築の検討
施工	小祿道路	統合モデルの活用

BIM/CIMに係る国の動向

BIM/CIMロードマップ（案）1/3

発注者内で事業実施計画が共有され、事業関係者が共通のプラットフォームに保管された事業実施に必要なデータに容易にアクセスできるようにするための実施項目

BIM/CIM検討項目	令和3年度	令和4年度	令和5年度	令和6年度以降	作成したガイドライン
データ管理手法の標準化		発注者のデータ管理の現状分析	プロジェクトのデータ管理手法の標準案の策定 (プラットフォームへのアクセス権、更新ルール等を含む)	データ管理を効率化するための納品方法の改定	・BIM/CIMモデル等電子納品要領(案)及び同解説
管理データを元にした、円滑な事業実施のためのBIM/CIM活用方法	事業監理のための統合モデル活用方法の検討		課題把握	プロジェクト内でのBIM/CIM活用方法の検討 (BIM/CIM活用ガイドライン(案)の改定)	・事業監理のための統合モデル活用ガイドライン(素案) ・BIM/CIM活用ガイドライン(案)
データ管理のためのシステム間の連携	各システムの整備、更新 (電子納品保管管理システム、国総研DXデータセンター、ICTプラットフォーム)				
データ管理を行うプラットフォームの構築	国総研DXデータセンターの構築	国総研DXデータセンターを活用した試行			

BIM/CIMに係る国の動向

BIM/CIMロードマップ（案）2/3

施工上のリスクと対応状況が可視化され、後工程において必要な対応を手戻りなく実施でき、発注者が積算業務を効率的に実施できるようにするための実施項目

BIM/CIM検討項目	令和3年度	令和4年度	令和5年度	令和6年度以降	作成したガイドライン
発注図書の精度向上	3次元モデル成果物作成要領(案)の改定		各基準要領を適宜改定		<ul style="list-style-type: none"> ・3次元モデル成果物作成要領(案) ・i-construction 推進のための 3次元数値地形図データ作成マニュアル
	設計で活用可能な測量 3D仕様の検討				
リスク情報の継承手法	4Dによる設計から施工への設計意図伝達手法				<ul style="list-style-type: none"> ・設計ー施工間の情報連携を目的とした 4次元モデル活用の手引き(案)
	地質リスク等の原因別に各リスク情報への対応及び伝達方法を整理				
契約図書の在り方				3D契約図書化に関する検討	
BIM/CIM積算	BIM/CIMを活用した数量算出の検討				<ul style="list-style-type: none"> ・土木工事数量算出要領(案)に対応する BIM/CIM モデル作成の手引き(案)

BIM/CIMに係る国の動向

BIM/CIMロードマップ（案）3/3

これらの働き方を実現するための環境整備に関する実施項目、各プロセスの効率化のための実施項目

BIM/CIM検討項目	令和3年度	令和4年度	令和5年度	令和6年度以降	作成したガイドライン
データ形式の標準化	土木IFC検定（IFC）の実施		↑		・LandXML1.2 に準じた3次元設計データ交換標準(案)Ver.1.5
	IFC 4.3に関する情報収集及び対応				
	OCF検定（J-LandXML）の実施				
教育、能力開発	発注者向け研修コンテンツの拡充			資格の活用	・研修コンテンツ
	BIM/CIM事例集の拡充				・BIM/CIM事例集1.2
監督検査の効率化	ICT施工による発注者の監督・検査プロセスの効率化				
	ICT施工対象工種の順次拡大				
維持管理の効率化	3次元データの利活用による業務効率化に向けた検討				
	維持管理に必要なデータの整理				
設計照査の効率化	BIM/CIMによる効率化が見込まれる照査項目の整理	(民間における設計プログラム等の開発状況を踏まえた対応)			・BIM/CIM設計照査シート の運用ガイドライン(案)

BIM/CIMに係る国の動向

BIM/CIM 令和5年度実施予定内容

R5実施方針に合わせた既存要領等の改訂

・R5.3に発出したBIM/CIM関連基準と既存の基準類のについて内容の不整合が生じている箇所があることから、利用頻度が高い基準類から、最新の実施方針に合わせて改訂を実施

先行的に改訂する基準・要領

- ・BIM/CIM活用ガイドライン(案) 第1編 共通編(R4.3)
 - ・発注者におけるBIM/CIM実施要領(案) (R4.3)
 - ・3次元モデル成果物作成要領(案) (R4.3)
- ※上記以外の基準・要領についても、R5年度末を目標に随時改訂を実施

改訂の方向性

- ・原則適用の実施方針と整合を図るように修正
- ・義務項目を最低限実施する内容とし、必要性に応じ、更なる高度利用を推奨する記載を予定

BIM/CIMに係る国の動向

BIM/CIM 令和5年度実施予定内容

地質調査成果の更なる活用について

課題

- ・調査、設計、施工の各段階において、地質調査が複数回、実施されているが、業務等が異なる場合、過去の地質調査業務の詳細なデータが反映されていない
- ・3次元地質モデルを作成するルールは定めているが、目的に応じたニーズが不明で整理をすべき

参加団体

建設コンサルタンツ協会・全国地質調査業協会連合会

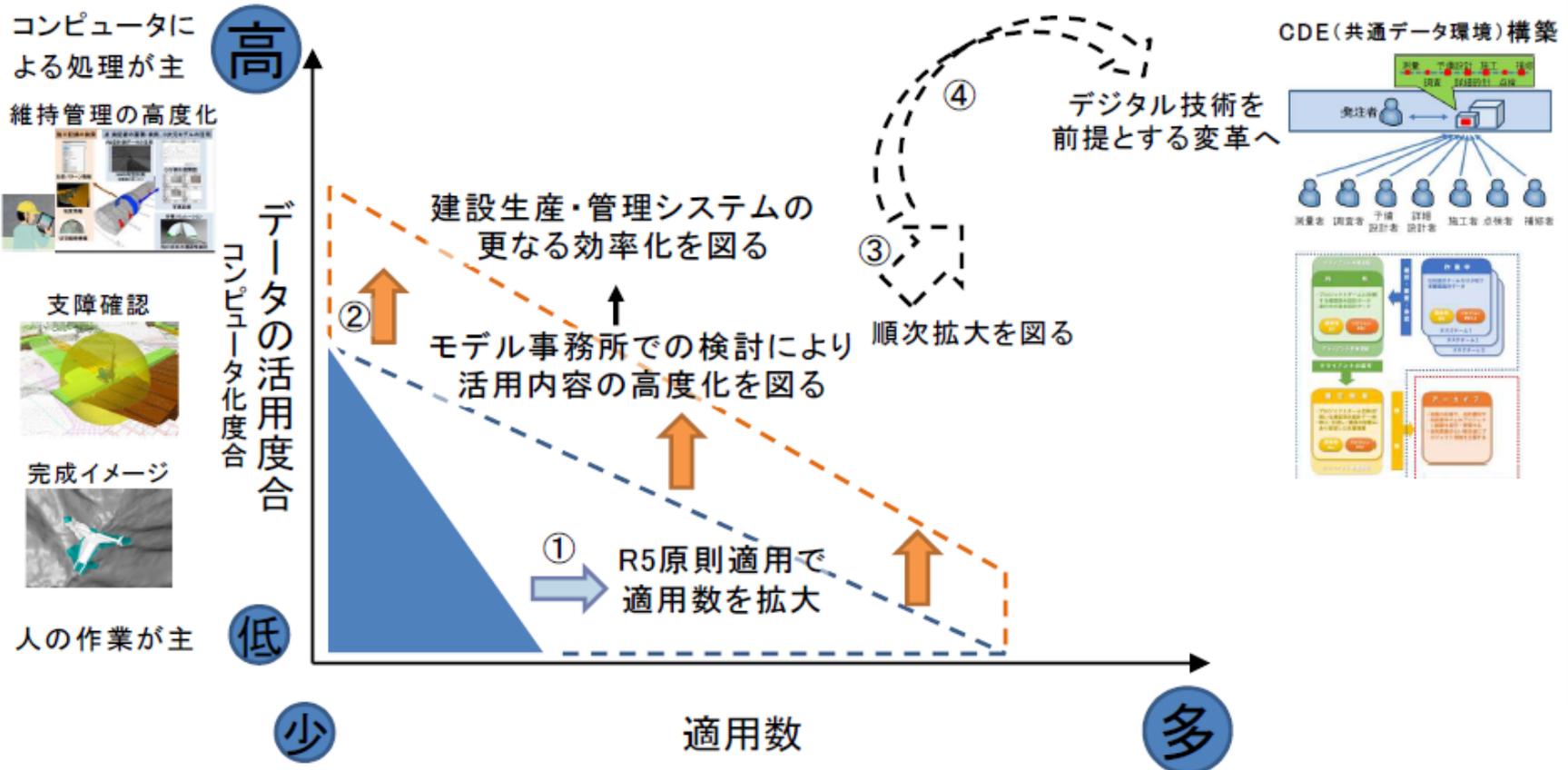
協議内容

- ・3次元地質モデルでは、形状だけでなく、付随する属性情報・不確実性が重要と考える。
- ・今後、具体事例を1つ定め、地質調査結果をどのように設計業務で活用したのかを共有する
- ・その後、3次元地質モデルに入れるべき、目的に応じた情報を検討していく

BIM/CIMに係る国の動向

BIM/CIM 今後の方向性

- 令和5年度からのBIM/CIM原則適用により、中小規模の企業を含め裾野を拡大
- 更なるBIM/CIMの効果的な活用により、建設生産・管理システムの効率化を図るとともに、紙を前提とする制度からデジタル技術を前提とする効率的な制度への変革を目指していく



～ DXデータセンター ～

- DXデータセンターポータルサイト
<https://dxportal.nilim.go.jp/exonym/>
- 利用方法等は、参考資料を参照

15. DXデータセンターポータルサイト

- 国土交通省職員は行政LAN、受注者はインターネットからアクセスが可能
- 新着情報の確認、ログイン後に各種メニューへのアクセスやマニュアル等の閲覧が可能



16

DXデータセンターポータルサイト



Microsoft Edgeでアクセス可能
受注者がインターネットからアクセスする場合のURL:
<https://dxportal.nilim.go.jp/exonym>

DXデータセンター

ID
[Input Field]

Password
[Input Field]

クリア ログイン 参考資料

IDとパスワードを入力してログイン

参考資料を掲載

ヘルプデスク

ヘルプデスク: dxhd@e-koel.jp

新着情報

- 2023/1/20 システム停止期間のお知らせ
システム調整のため一部機能の利用を停止します。受注者向けポータルサイト内の「アクセス権確認」が利用できません。
停止期間:
2023/1/25(水)10時~12時
- 2023/1/6 システム停止期間のお知らせ
システム調整のため一部機能の利用を停止します。インターネット経由でアクセスするシステム(受注者向けシステム、Web会議システム、VDIの有償ソフトウェア)が利用できません。
停止期間:

システムの更新や停止期間等の新着情報を通知

アクセス権管理が利用できません。
停止期間:
2023/1/20(金)10時~12時

ログインすると各種メニューへのアクセスが可能
(※国土交通省職員のメニューの例)

メニュー

- ユーザー情報変更
- アクセス権管理
- BIM/CIM検索
- WEB会議(主催者)
- WEB会議(参加者)
- 閲覧資料

ログインするとマニュアルや動画等の閲覧が可能
(※国土交通省職員の閲覧資料の例)

はじめに

- DXデータセンターの概要状況
- 使いこなすための7つのポイント
- FAQ (よくある質問とその対応)
- ヘルプデスクのご案内

使用方法

- スタートガイド (国土交通省職員用)
- 利用ガイド (正式運用版)
- VDI設定マニュアル (国土交通省職員用)
- 受注者作業領域の利用方法
- 受注者作業領域の利用方法
- VDIを利用した3次元データの閲覧方法
- VDIのフォルダダイレクト機能の利用方法
- BIM/CIM成果品の検索方法

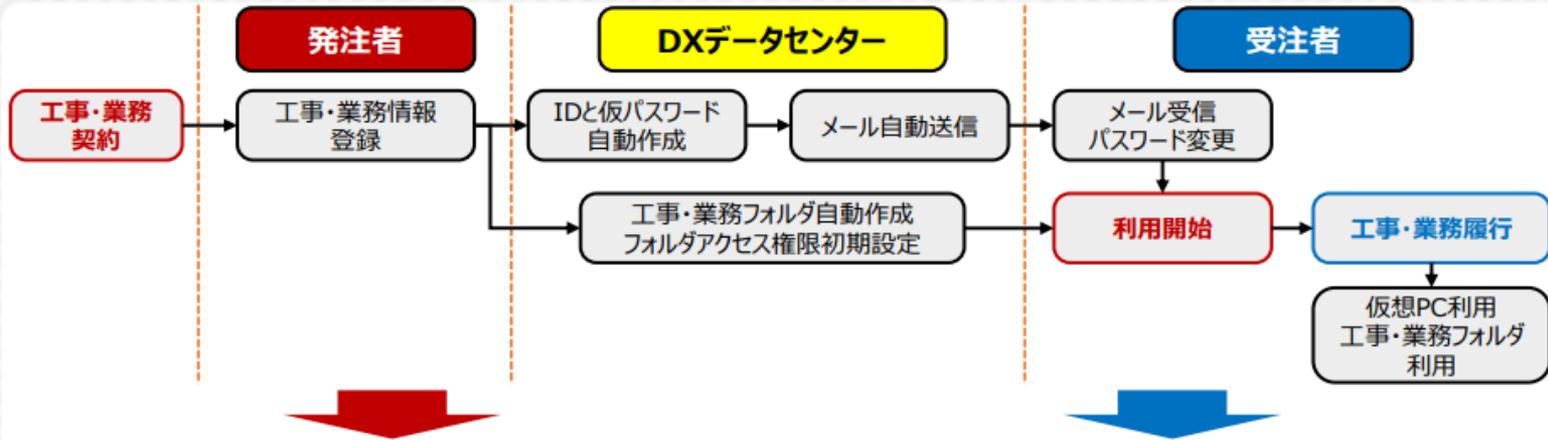
有償ソフトウェア

- 有償ソフトウェア利用方法
- 有償ソフトウェア一覧

Web会議システム

- 利用ガイド (Web会議システム編)
- Web会議システム操作マニュアル
- Web会議システム研修動画
- Web会議システム (主催者編)
- Web会議システム (参加者編)
- Web会議システム (3Dビュー操作編)

13. 受発注者の利用開始時に必要な作業



発注者の利用開始時に必要な作業

【国土交通省職員の利用準備】

- 国土交通省職員のIDとパスワードの発行
- 発注者作業領域の利用準備
- 仮想PCサーバー (VDI) の利用準備
→「スタートガイド (国土交通省職員用)」、
「VDI設定マニュアル (国土交通省職員用)」を参照

【工事・業務の受注者が利用を開始するための準備】

- 工事・業務情報を登録し、受注者のIDと仮パスワードを発行
→「利用ガイド (正式運用編)」を参照

【有償ソフトウェアの利用準備】

- ソフトウェアベンダーとの利用契約の手続き
→「有償ソフトウェア利用方法」、
「有償ソフトウェア紹介資料」を参照

受注者の利用開始時に必要な作業

【受注者の利用準備】

- 受注者のIDと仮パスワードの受信
- パスワードの変更
- 仮想PCサーバー (VDI) の利用準備
→「スタートガイド (受注者用)」、
「VDI設定マニュアル (受注者用)」を参照

- 仮想PCサーバー (VDI) と工事・業務フォルダの利用
→「利用ガイド (正式運用編)」を参照

【有償ソフトウェアの利用準備】

- ソフトウェアベンダーとの利用契約の手続き
→「有償ソフトウェア利用方法」、
「有償ソフトウェア紹介資料」を参照



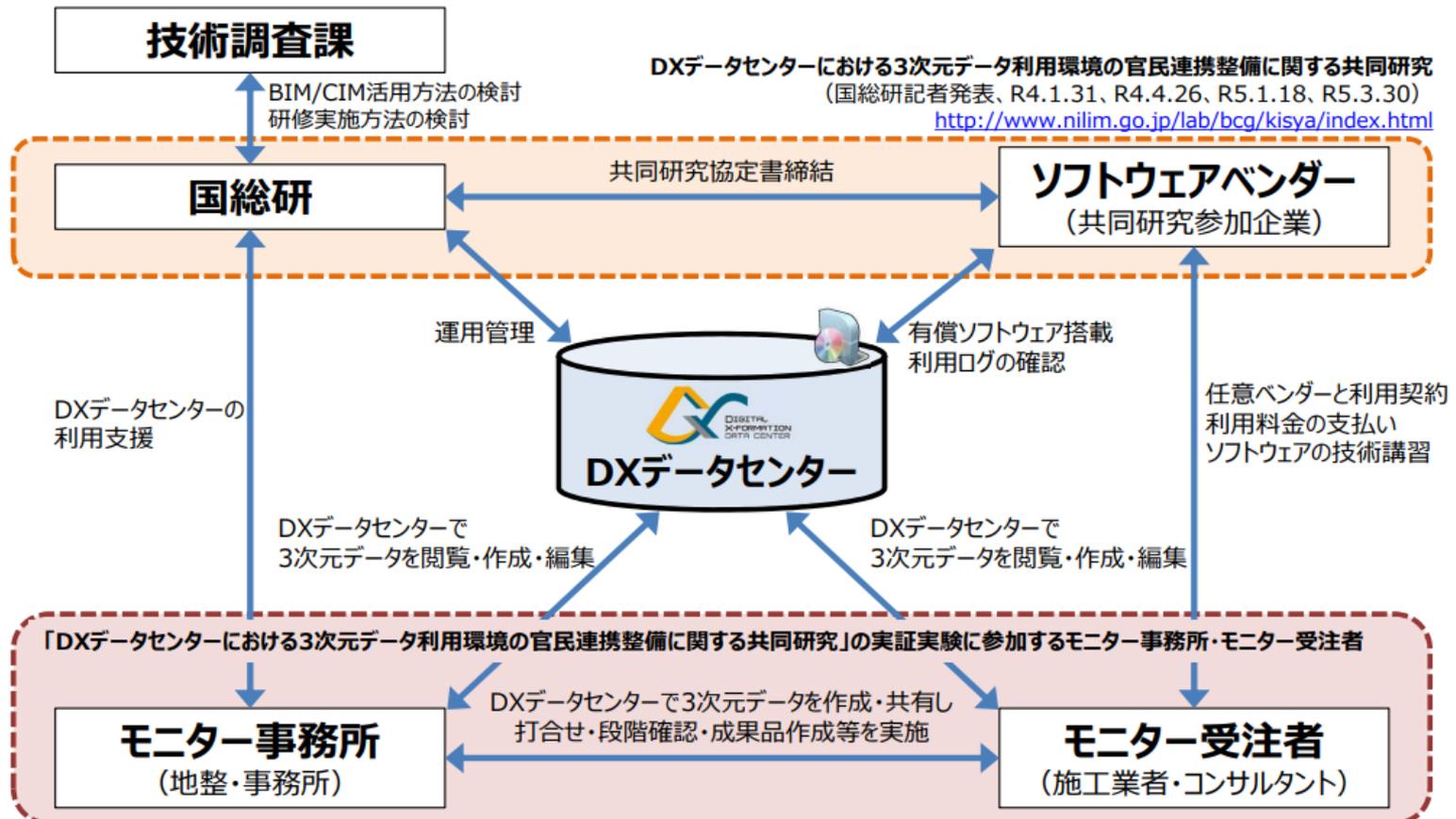
4. DXセンターの利用場面 (※令和5年2月上旬時点)

対象	モニター事務所	モニター受注者
仮想PC	<ul style="list-style-type: none"> ・3次元データの閲覧 ・構築した統合モデルの確認、受注者との打合せ資料受け渡し ・3次元管内図の閲覧 ・<u>統合モデルを活用した各種シミュレーション</u> 	<ul style="list-style-type: none"> ・構築した統合モデルの確認 ・<u>ハイスペックではないPCにて3次元データの閲覧</u> ・GISデータの閲覧、オルソ画像・DEMデータ読み込み、関係者との共有 ・<u>BIM/CIM等の3次元データの閲覧、作成、編集等</u>
作業領域 各種フォルダ	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>受発注者間の設計データの情報共有等</u> ・<u>過年度工事成果のBIM/CIMデータを集積</u> ・検討に必要な貸与資料等を設計対象の構造物単位で関係各社共有 	<ul style="list-style-type: none"> ・受注者で作成した4Dデータを発注者と共有 ・業務情報の保存、<u>受発注者間での確認</u> ・<u>関連業者との情報共有</u>(写真、位置、PDF、点群、メッシュ、オルソ画像、DEM等のデータを共有) ・受注者社内或いは協力業者で作成した<u>3次元データの共有・公開に利用</u>
検索システム	<ul style="list-style-type: none"> ・既設計成果の検索及び閲覧 ・<u>他地整のBIM/CIM成果品を参考とするため検索</u> 	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>業務範囲の周辺エリアで過去どういった業務が実施</u>されているか把握 ・事務所管内のBIM/CIMデータの有無を確認 ・既存成果の検索
Web会議システム	<ul style="list-style-type: none"> ・空撮写真を共有したWeb会議の開催 ・ステップ図及び完成パースの確認 	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>3次元設計データを共有し、設計変更内容の確認</u> ・空撮写真を共有したWeb会議の開催 ・ステップ図及び完成パースの確認



(参考1) 官民共同研究の概要

ODXデータセンターに有償ソフトウェアを搭載し、DXデータセンターの利用ニーズ、課題、ユースケース等を把握するため、国土交通省の工事・業務において受発注者が利用する共同研究・実証実験を実施



※モニター事務所やモニター受注者でなくても、ソフトウェアベンダーと利用契約手続きを行うことにより、有償ソフトウェアの利用が可能です。



(参考2) 共同研究参加者

共同研究参加者とソフトウェアの代表的なユースケース

共同研究参加者 ソフトウェア	オートデスク Autodesk AEC Collection	アイサン テクノロジー WingEarth	三英技研 STRAXcube	ESRIジャパン ArcGIS	日本建設情報 総合センター JACICルーム
	<p><u>川田テクノシステム</u> V-nasClair</p> <p><u>建設システム</u> INNOSiTE シリーズ</p> <p><u>フォーラムエイト</u> UC-1 BIM/CIM ツール</p> <p><u>福井コンピュータ</u> TREND-CORE</p>	<p><u>ビーシステム</u> ScanSurveyZ</p>		<p><u>パスコ</u> TerraExplorer シリーズ</p>	<p><u>Box Japan</u> Box</p>
代表的な ユース ケース	BIM/CIMの3次元モデル等の作成・編集等	点群データの加工・編集等	道路設計時の地形・土工モデルの作成・編集等	3D管内図等の3次元プラットフォームの作成・編集等	3次元データ等の集約・共有等

赤字: 令和5年度共同研究参加者

※ソフトウェアの利用契約手続きを行うことにより、DXデータセンターの利用者は有償ソフトウェアを利用できます。

※有償ソフトウェアは、今後、追加・変更されることがあります。

～ 重要な情報の引継ぎや
モデルの活用事例について ～

重要な情報の引継ぎ

3次元地質・地盤モデル継承シートを作成し、後工程へ継承

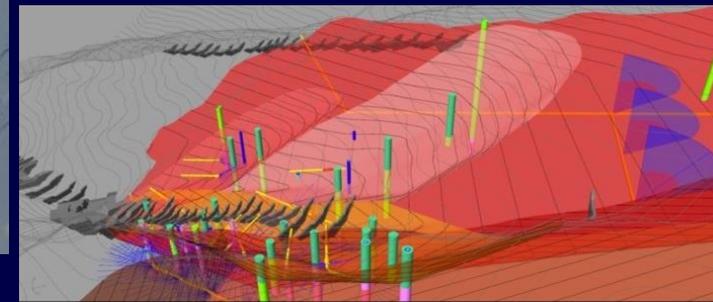
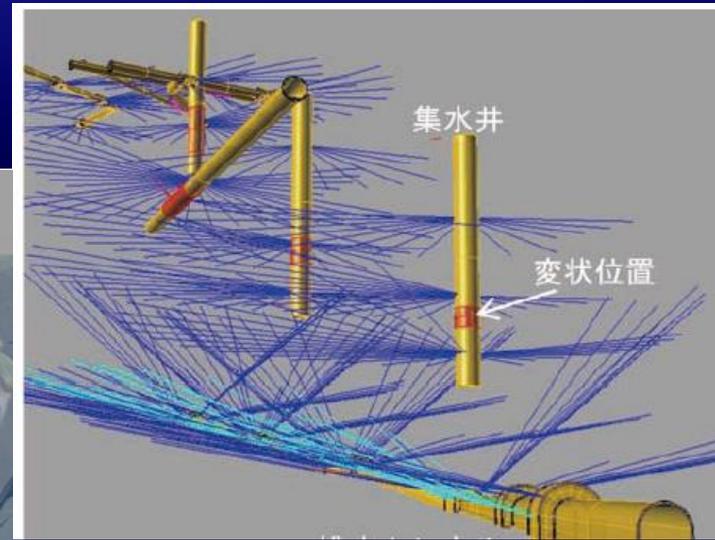
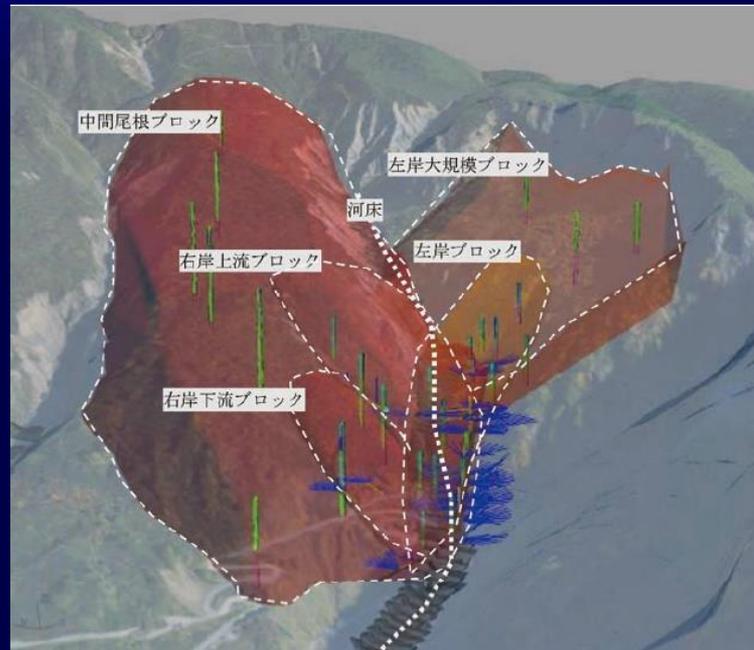
- モデルだけでなく、後工程の利活用に重要な情報を継承(根拠となる地質調査の品質情報、モデルの補間・推定方法など)
- 引継ぎ情報の記録は、「3次元地質・地盤モデル継承シート」を活用

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 トレーサビリティを確保する手段

モデル活用事例

【地すべり対策工の配置確認】

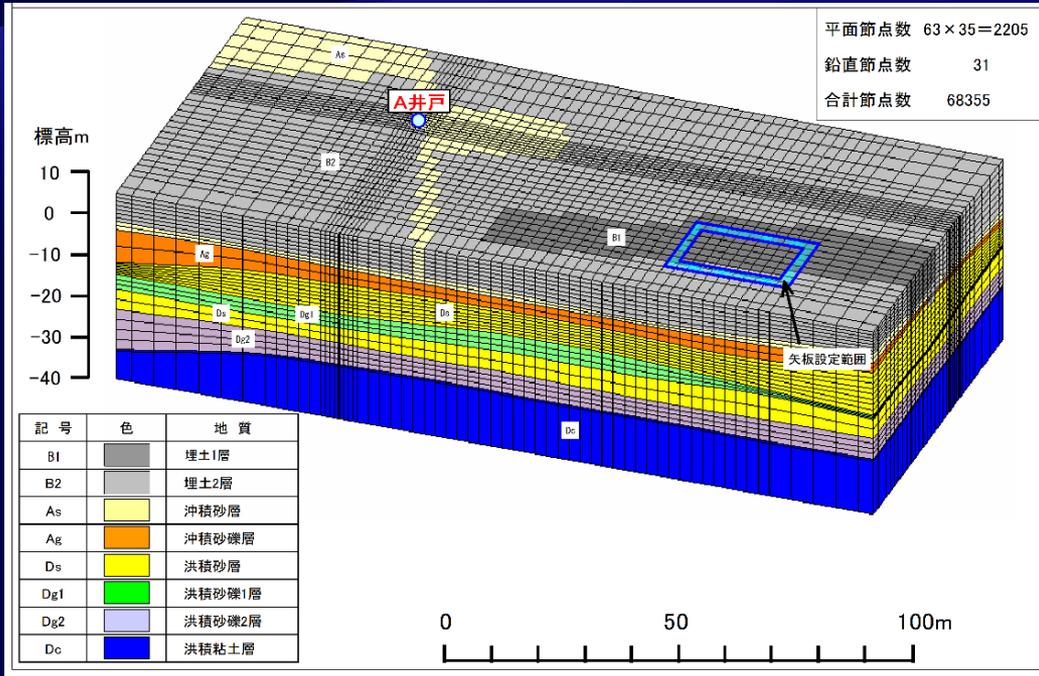
- 地すべり対策工設計妥当性検証、施工計画に活用



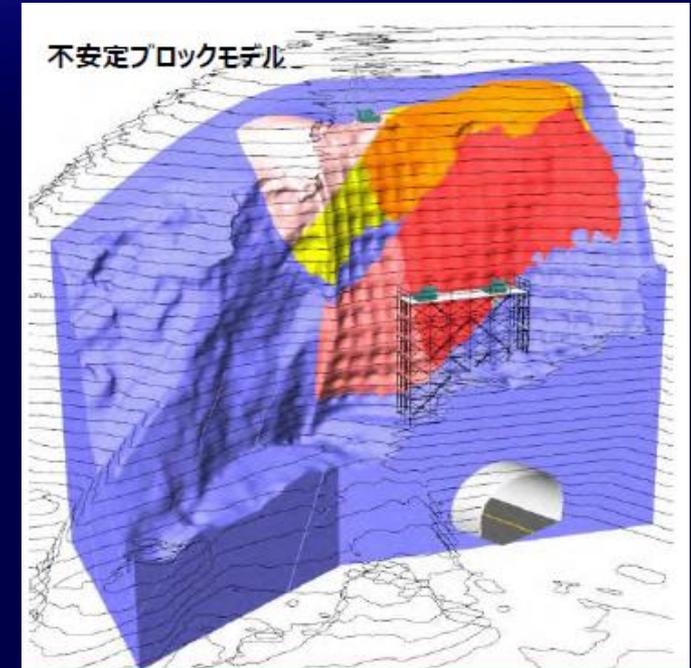
地すべり対策工 集水ボーリングの配置

【数値解析】

- 3次元地盤モデルを数値解析(シミュレーション)に活用



3次元地下水汚染シミュレーション

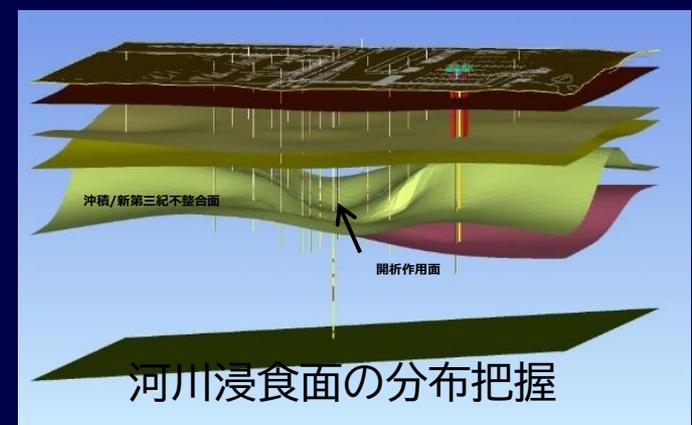
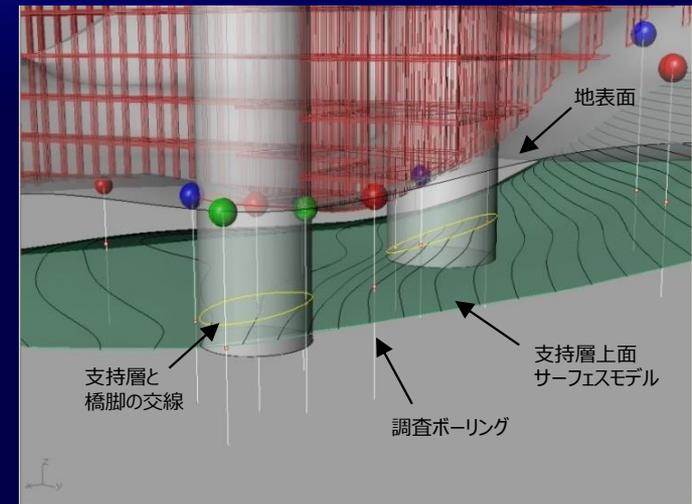
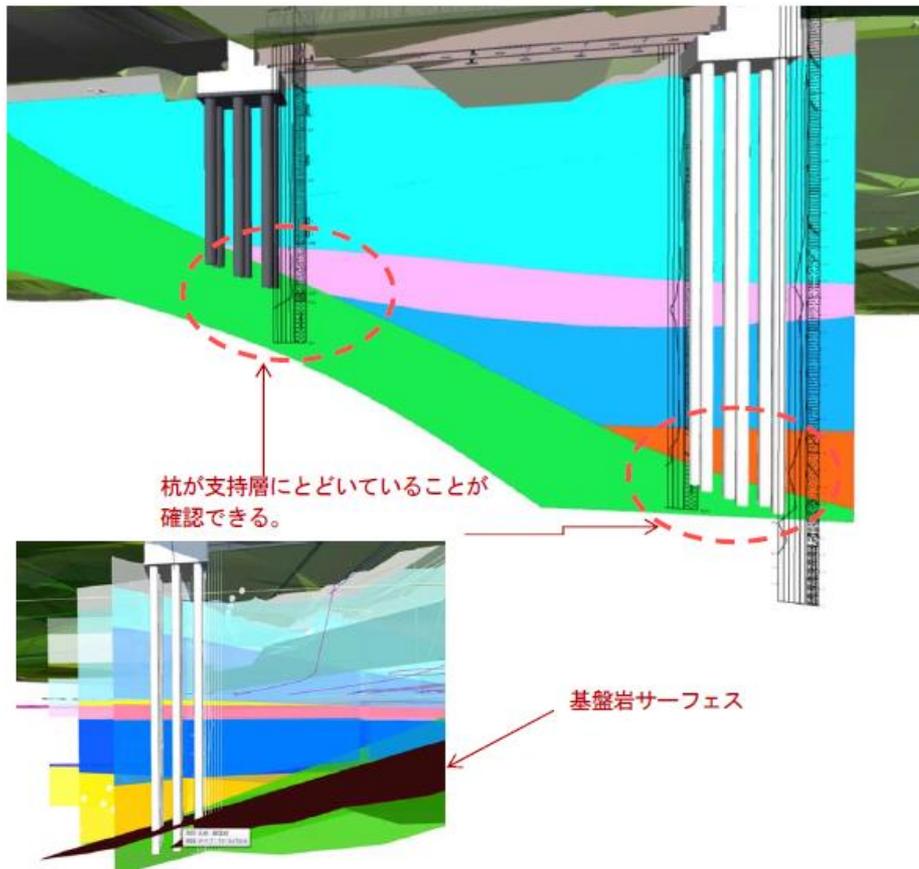


岩盤斜面の3次元地質解析

モデル活用事例

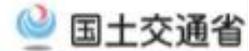
【基礎地盤と構造物の位置関係の確認】

- 3次元地盤モデル(サーフェスモデル)を用いることにより、基礎地盤と杭・基礎構造物と支持層の関係を視覚的かつ容易に確認



【推奨項目の事例】

【推奨項目No.9】重ね合わせによる確認（地すべり分布）



【事例14】地すべり分布形状の可視化による後工程におけるリスクの明確化【ダム】

- 統合モデル上の地形において、地滑りの危険がある範囲の地形を着色し、モデル上に明示した。
- 該当箇所の地形には属性情報を付与し、過年度報告書を外部参照することで、詳細について容易に確認可能とした。

●地すべり形状の分布範囲

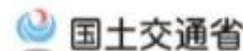


事業名	島海ダム2号機詳細設計業務
発注者	島海ダム工事事務所
受注者	セントラルコンサルタント㈱
工種	ダム
使用ソフトウェア	TREND-POINT、Recap、Civil3D、Infraworks、V-nas Clair
モデル詳細度	300（一部400）

モデル活用事例

【推奨項目の事例】

【推奨項目No.12】重ね合わせによる確認（崩壊地）



【事例17】詳細な地形モデルを活用した地形判読による地すべり地形の抽出【道路】

- 過年度業務から得られた測量結果をもとに、地形モデルを作成し、地すべりなど、特徴的な地形を判読・調査した。
- 本業務では、現地調査前に詳細な3次元地形データによる微地形の判読を実施することにより、集団移動地形（地すべり）を抽出することができた。
- これは、今後、3次元モデルの普及に伴い、建設プロセスの早期の段階において、3次元地形モデルを用いた地形判読が実施されることにより、事業リスクとなるエリアを特定し、プロジェクトのコストを削減できる可能性があることを示唆している。

●地形モデル



●ポーリングモデル（推定・解釈モデル）



●準3次元地質断面図モデル



●3次元地形モデルを用いた地形判読

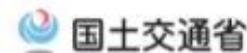


事業名	令和3年度 津島道路地質調査（その3）業務
発注者	大洲河川国道事務所
受注者	㈱愛媛建設コンサルタント
工種	道路
使用ソフトウェア	GEO-CRE, OCTAS
モデル詳細度	—

モデル活用事例

【推奨項目の事例】

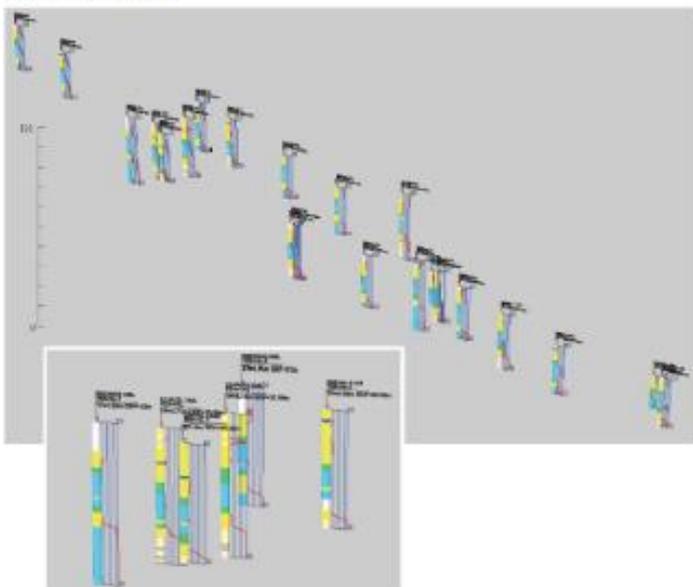
【推奨項目No.18】 後工程での3次元地質モデルの活用



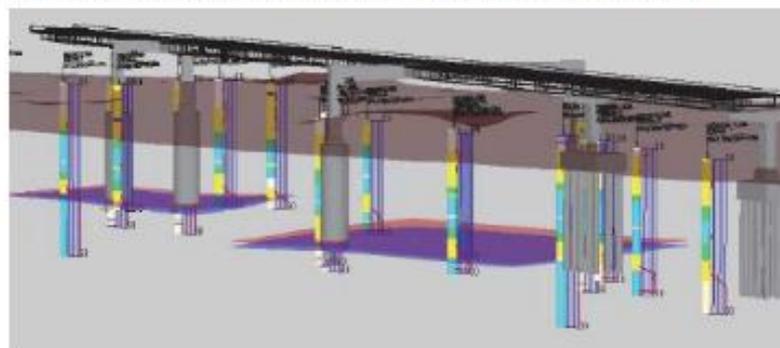
【事例30】 地質・土質モデルの可視化による後工程への情報伝達【道路（地質調査業務）】

- 本業務は、別途、バイパス延伸事業に伴う高架橋基礎の設計業務が計画されている中で、設計で必要となる地層状況（支持層、液状化層、圧密沈下層）を把握し、地盤定数を設定することを目的として地質調査を実施した。
- 地質・土質モデルを作成することにより、ボーリング実施位置や支持層把握が3次元で可視化され、支持層面と耐震基盤面を作成することにより、次工程の設計業務に資することができる。

●ボーリングモデル



●ボーリングモデルに地形・構造物、支持層面および耐震基盤面を合成



事業名	令和3年度西広島バイパス測量設計業務
発注者	広島国道事務所
受注者	広建コンサルテツツ株式会社
工種	地質調査業務
使用ソフトウェア	GEORAMA for Civil3D、GEO-CORE
モデル詳細度	—

44

～ 地質・土質モデルの基本構成 ～

地質・土質モデルの基本構成

データ構成

地質・土質モデルの種類(1/2)

● 3次元モデル

・対象の形状を3次元空間で立体的に表現した情報

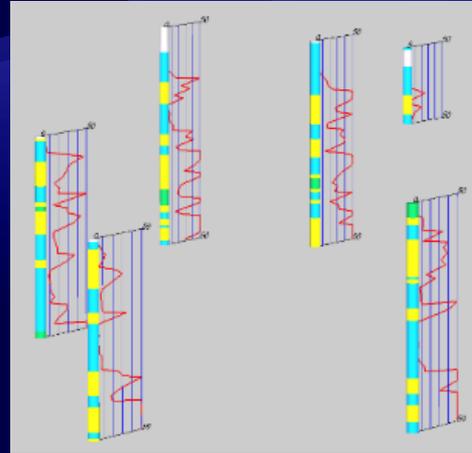
● 属性情報

3次元モデルを構成する各オブジェクトに対する情報

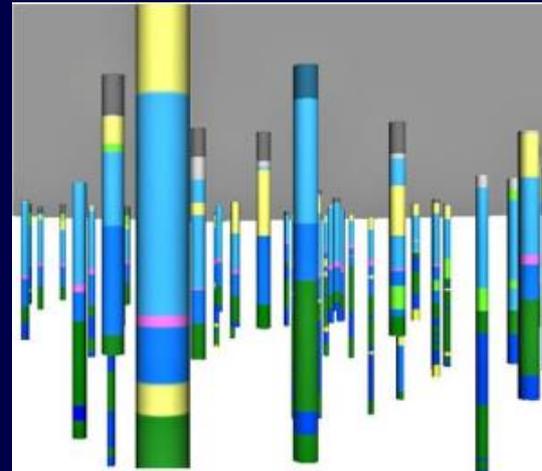
ID	地層	地質名	記号	色
L-01		埋土・盛土層	B	c65911
L-02	沖積層	沖積粘性土層	AC	9bc2e6
L-03		沖積砂質土層	AS	ffe699
L-04	洪積層	洪積粘性土層	DC	2f75b5
L-05		洪積砂質土層	DS	ffd966

● 参照資料

従来の2次元図面等の「機械判読できない資料」

調査結果モデル

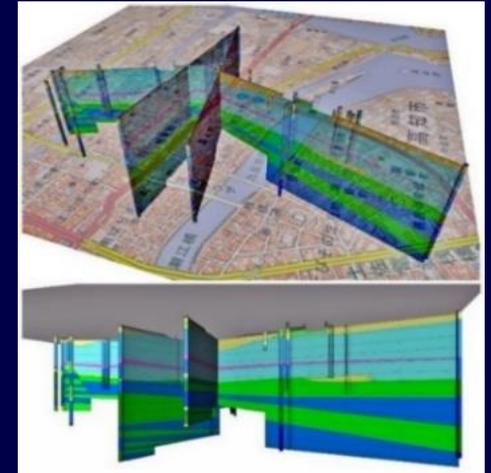


推定・解釈モデル

ボーリングモデル



準3次元地質平面図

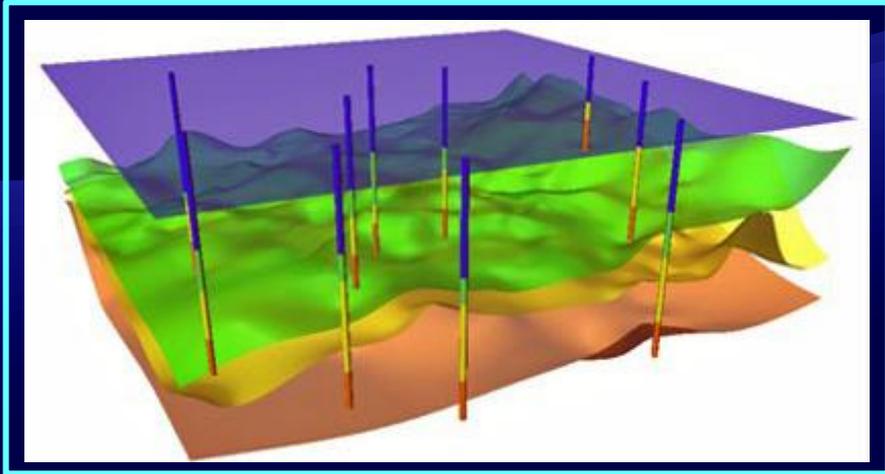


準3次元地質断面図

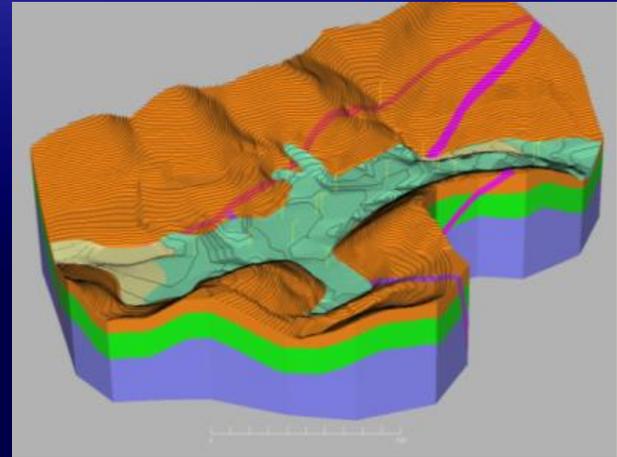
準3次元地盤モデル³

地質・土質モデルの基本構成

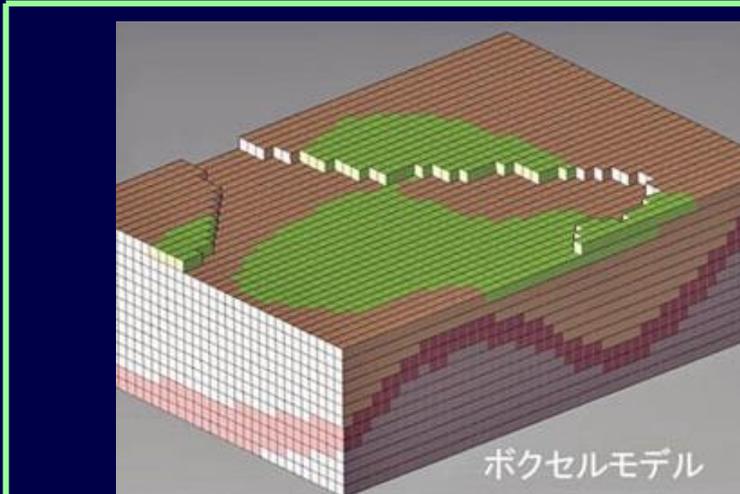
地質・土質モデルの種類(2/2) (3次元地盤モデル)



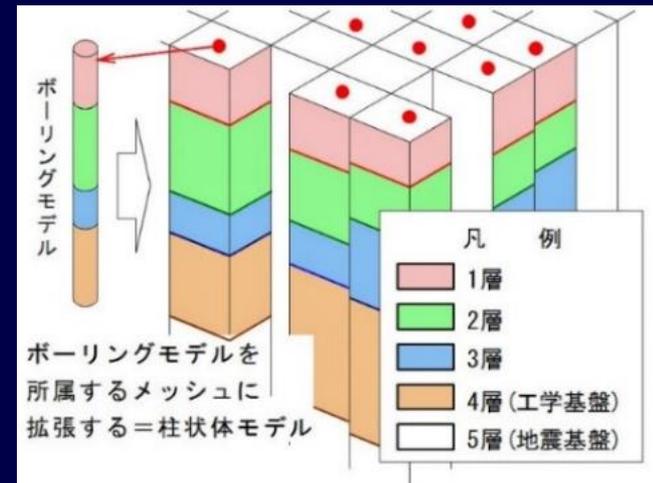
サーフェースモデル



B-Reps



ボクセルモデル



柱状体モデル

～ 国土地盤情報センターについて ～

国土地盤情報センターについて

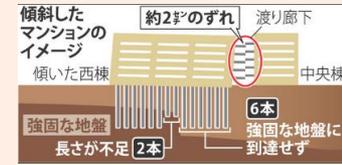
NGICの設立とボーリングデータの収集・公開状況

2014年 横浜市マンション傾き問題

杭の支持層未達。データ改ざん等による人為的問題。被害は全国規模に。



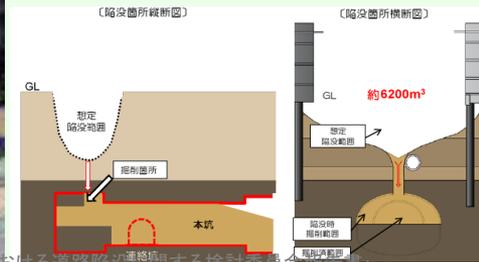
日経アーキテクチャHP:
http://kenplatz.nikkeibp.co.jp/atcl/bldnews/15/101500150/



毎日新聞HP:
http://mainichi.jp/graph/2015/10/16/20151016ddm041040160000c/001.html

2016年 福岡市地下鉄七隈線延伸工事現場における道路陥没事故

当該箇所のような特殊条件下においては、調査頻度が少なかったため、地山強度等の物性値や地層厚さを適正に評価することができなかった可能性が指摘されている。



福岡市地下鉄七隈線延伸工事現場における道路陥没に関する検討委員会報告書
https://www.pwri.go.jp/jpn/kentou-iinkai/pdf/houkokusyo.pdf

2017年 北陸新幹線柿原トンネル陥没事故

1982年の造成時に切土、盛土を施工。特に陥没現場は高い部分に挟まれた低い土地で、地下水を多く持っているなど脆弱な地質であった可能性あり。今後調査により原因究明。



中日新聞HP: http://www.chunichi.co.jp/kenmin-fukui/article/kenmin-news/CK2017090902000215.html



鉄道・運輸機構HP: http://www.jrtd.go.jp/08-2Press/pdf/h29/pressh290912.pdf

国土地盤情報センターについて

NGICの設立とボーリングデータの収集・公開状況

「地下空間の利活用に関する安全技術の確立について」答申



【答申:今後の方向性と対応策】

- 官民が所有する地盤・地下水等に関する情報の共有化
- 計画・設計・施工・維持管理の各段階における地盤リスクアセスメントの実施
- 地下埋設物の正確な位置の把握と共有化
- 施設管理者における老朽化状況の把握と対策の実施、関係者間の連携
- 地下工事の安全対策、液状化対策等の地下空間の安全に係る技術開発

【官民が所有する地盤・地下水等に関する情報の共有化】

- 国は、官民が所有する地盤情報等の収集・共有、品質確保、オープン化等の仕組みを構築。
- 全ての地盤情報について、公共工事は、原則として収集・共有を徹底。ライフライン工事は、例えば、占用手続きにあわせて、民間工事は、依頼者の同意を得た上で収集・共有する仕組み等を構築。
- 地盤情報等の品質を確保するため、地質調査等の実施に際して技術者の資格要件を付与。
- 収集した情報のプラットフォームを構築、オープン化する仕組みを構築。 77

国土地盤情報センターについて

NGICの設立とボーリングデータの収集・公開状況

「国土地盤情報データベース」の運営主体として「(一財)国土地盤情報センターが決定(2018年4月)」

【設立目的】

社会資本そのものである地盤情報を、国土形成の基盤となる「国土情報」と位置づけ、**地盤情報の的確な管理運営**を行うこと

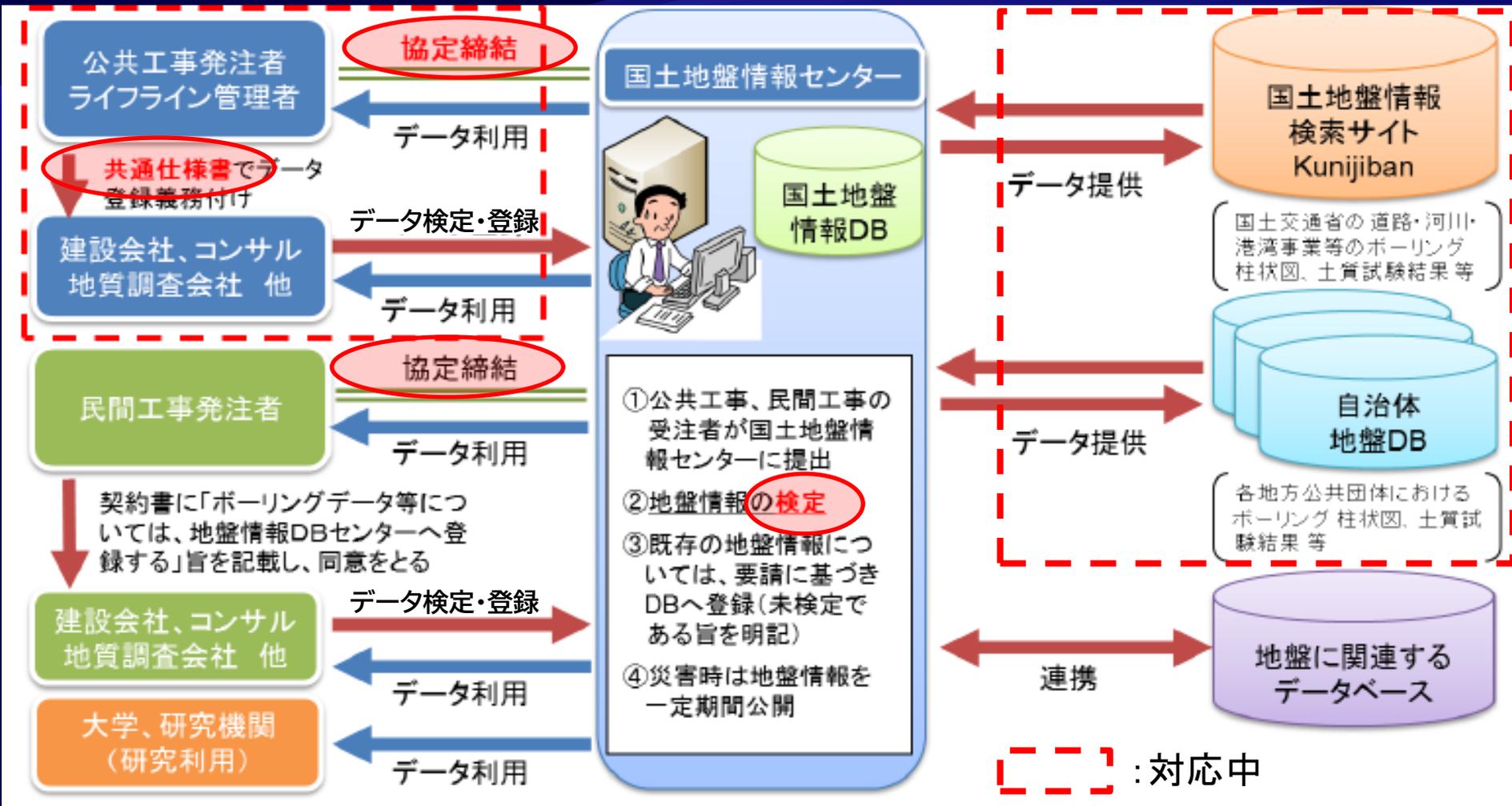
【事業内容】

- (1) 地盤情報のデータプラットフォームの構築と運営
- (2) Web-GISによる情報提供機能の開発と供用
- (3) 品質確保策の検討と実施
- (4) 地盤情報の二次利用の機能追加と機能の供用
- (5) 地質リスクマネジメントとの連携
- (6) 関係機関(産官学)への協力依頼
- (7) 関連委員会(「民間ボーリング情報公開検討会」等)の設置と課題検討
- (8) その他
 - ① 地盤データの利活用の具体的な事例紹介
 - ② 研究開発(三次元のフリーソフトの開発と提供)



国土地盤情報センターについて

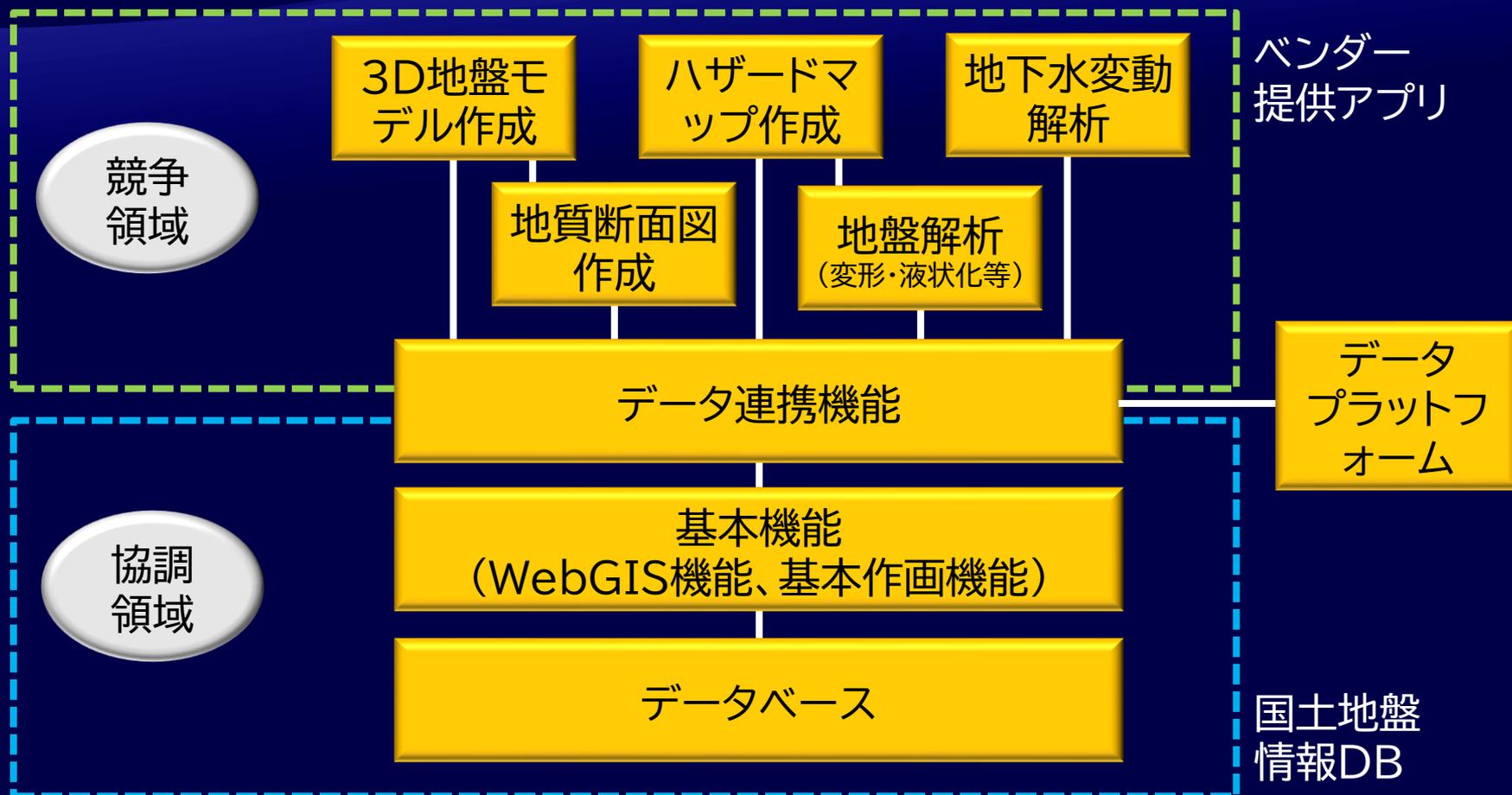
国土地盤情報データベースの運用状況



国土交通省：「発注者責任を果たすための今後の建設生産・管理システムのあり方に関する懇談会」業務・マネジメント部会 資料、2018.11.

国土地盤情報センターについて

「国土地盤情報データベース」の活用



「国土情報データベース」の活用例

－ 国土交通データプラットフォームとのデータ連携 －

国土交通データプラットフォーム

【国土交通データプラットフォームの概要】

- 国土交通省と民間等のデータによるデジタルツインの実現を目指す
- 3次元データ視覚化機能、データハブ機能、情報発信機能を有するプラットフォームの構築
- API を活用することでデータを最新の状態で提供
- 業務の効率化やスマートシティの推進、産学官連携によるイノベーション創出

連携データの紹介

【インフラデータ】
社会資本情報プラットフォーム
静岡県 施設諸元・点検データ

【工事・業務データ】
電子納品・保管管理システム
航空レーザー点群
東京都ICT活用工事データ
地方自治体の工事データ
静岡県 点群データ

国土交通データプラットフォームと連携しているデータの紹介です。
各データのサンプルを表示して閲覧することが可能です。
各データの詳細についてはリンク先でご確認ください。

1. インフラデータ
2. 地質データ
3. 工事・業務データ
4. その他データ

【その他データ】
都市3Dデータ (PLATEAU)
国土数値情報
道路交通センサス
統合災害情報システム
水文水質データベース
気象観測データ など

2. 地質データ

■ 国土情報データベース



(一財) 国土情報センターの国土情報データベースに登録されている、地質データの諸元 (調査名、位置情報等)、柱状図 (ボーリングデータ) 等の情報

- サンプル
東京都 (国土情報センター)
- リンク
国土情報データベース (一財) 国土情報センター

柱状図、XML
の表示、ダウン
ロードが可能

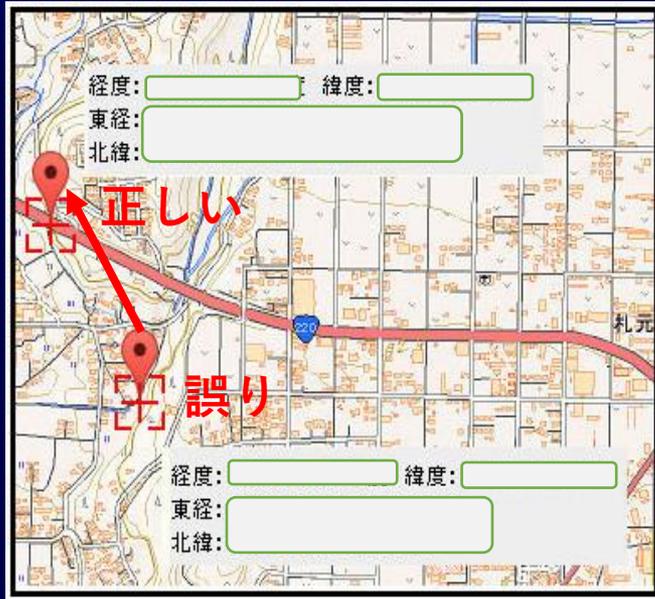
国土情報データベース

国土地盤情報センター - 地盤情報の検定 -

「地盤情報等の利活用を推進するために、早急に関係する情報のプラットフォームを構築するとともに、登録される情報を検証し、調査実施の年次、実施者等を利用者が確認できるようにする等、品質に関するランク分け等を行った上でオープン化する仕組みを構築する必要がある」

(答申「地下空間の利活用に関する安全技術の確立について」(平成29年9月)より抜粋)

測地系を変換し直すと、位置が正しくプロットされる



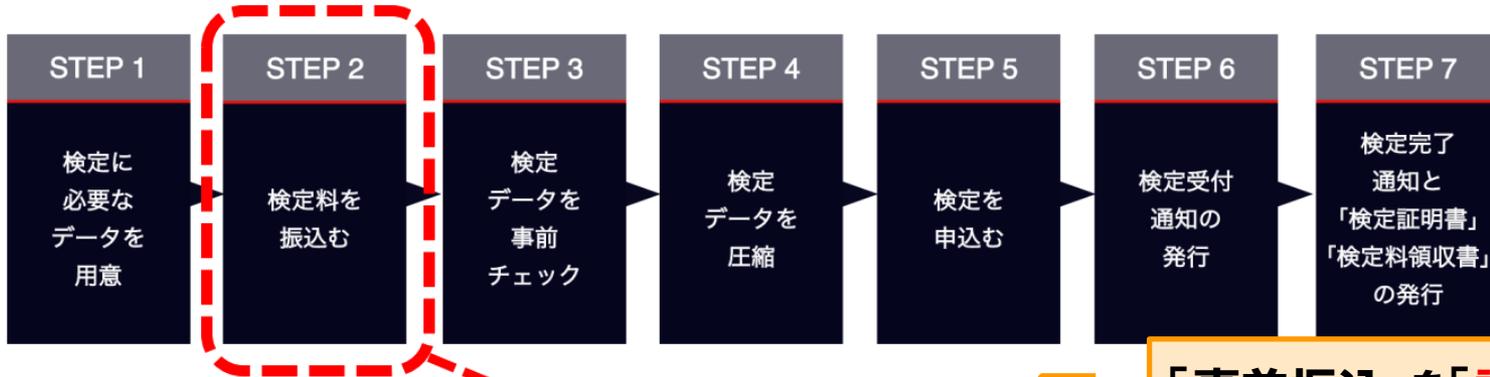
- ・ボーリングデータのエラーの代表例: 位置情報の誤り
- ・位置情報: 測地系(日本測地系/世界測地系)のミス
: 経緯度のミス

【検定項目】

分類	検定内容
ボーリング柱状図	・ボーリング数量の確認
	・地質調査技士登録番号の確認
	・調査名、発注機関などの確認
	・ 緯度経度、座標系の確認
	・岩種・土質区分、試験結果などの確認
	・様式の確認
土質試験結果	・土質試験結果の試験数量の確認
	・調査名、発注機関などの確認
	・試験結果の確認
	・様式の確認

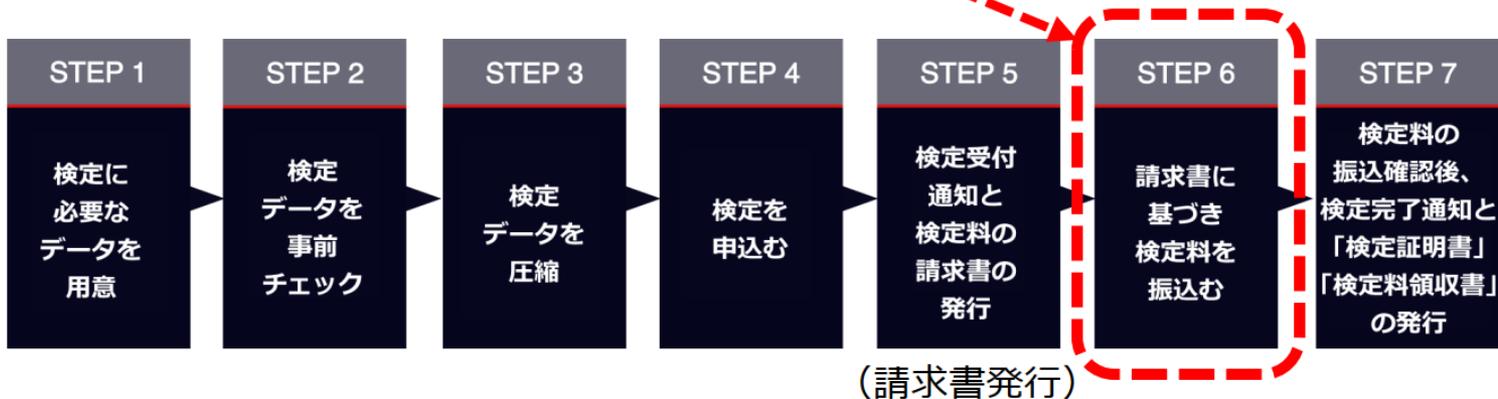
国土地盤情報センター - 検定申込手順 -

<従来>



「事前振込」を「請求書発行後のお振込み」へ変更
 ※お振込みいただく銀行口座も変更

<令和4年11月以降>



(請求書発行)

第2部

地質リスクマネジメント

一般社団法人全国地質調査業協会連合会
技術委員会 地質リスクWG

委員 西柳良平・尾高潤一郎
宮本浩二・寺田正人

スキルアップ講習会の内容

1. 『手引き』のおさらい

2. 事例紹介とその要点

2.1 調査・計画段階: 山陰道北条道路 平野部の道路事業

2.2 施工段階: 高速道路の施工中に顕在化した地すべりを最小限に回避した事例

2.3 維持管理段階: 地質リスクを考慮した道路のり面の維持管理計画案の策定事例

3. 発注動向

4. 地質リスクマネジメントに係る今後の動向

1.『手引き』のおさらい

手引きの目次構成と内容

1. 本手引きの概要	目的、適用範囲、用語の定義
2. 地質リスクマネジメントの基本事項	ガイドライン等の概要 適用すべき事業(業務)の選定 事業の流れと地質リスク調査検討業務 リスクコミュニケーション
3. 地質リスク調査検討業務の実施方針	地質リスク調査検討業務の役割 調査検討内容
4. 地質リスク調査検討業務の発注方法	発注方法、推奨資格 特記仕様として記載すべき内容 積算方法
5. 地質リスクアセスメント技術	地質調査、解析技術 地質リスクの見える化技術
6. 今後の課題	発注契約に関する事項 地質リスク情報に関する事項
<参考資料>	各種の事例、新技術、参考文献等

(1)地質リスクマネジメントの関連文書

ガイドライン(2020.03):基本的考え方

「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」

国土交通省技術調査課・国立研究開発法人土木研究所

【対象】主として事業者

近畿マニュアル(2021.03):具体的手順・手法

「地質リスク低減のための調査・設計マニュアル(案)改訂版」

国土交通省近畿地方整備局

【対象】事業者と受注者(調査・設計・施工)

手引き(2021.07):発注・実施の手引き

「地質リスク調査検討業務の手引き」

一般社団法人全国地質調査業協会連合会

【対象】主として**事業者と受注者の実務担当者**

積算基準(案)(2021.12):業務積算

「地質リスク調査検討業務」の積算基準('23.9改訂)



地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン-参考資料

- 資料1:注意すべき地形・地質の例
- 資料2:地質・地盤リスクの事例
- 資料3:地質・地盤リスクマネジメントに関する既往の取り組みの例
- 資料4 地質・地盤リスクマネジメントに関する工夫事例
- 資料5 地質・地盤リスクマネジメントの技術的手法に関する参考文献
- 資料6 海外の地質・地盤リスクマネジメントに関連する取り組みの例

とても参考になる資料!

(2)地質リスクマネジメントの意義

地質・地盤リスクマネジメント

「地質・地盤の不確実性」を適切に取り扱い、事故やトラブルを最小化して、安全かつ効率的に事業を進めるための仕組み

関係者それぞれが地質・地盤の不確実性を“見える化”し、地質・地盤リスクに関する情報を共有

経験・知識のある専門技術者を参画させたリスクマネジメント体制を構築し、強く連携して活動

関係者全員が
ONE-TEAM
で、強く連携しながら
リスクに対処

リスクの情報を確実に次の段階に引き継ぎ、適切な時期に対応を検討

多面的視点によってリスクアセスメント、リスク対応の検討を実施

事業の早期から様々な段階・階層で、運用を見直しながら継続的に実施

Point !

わかりやすく

BIM/CIM活用

関係者間で
情報共有

情報を引き継ぎながら更新

コミュニケーションが
とても重要

(R3.5地質地盤リスクマネジメントのこれからを考える講演会資料より引用)

(3)地質リスク調査検討業務の役割(課題対応)

設計業務

道路予備設計B

トンネル予備設計

橋梁下部工予備設計

道路詳細設計

トンネル詳細設計

橋梁下部工詳細設計

地質調査

A工区地質調査

B工区地質調査

C工区地質調査

トンネル地質調査

橋梁地質調査

A工区地質調査

B工区地質調査

C工区地質調査

トンネル地質調査

橋梁地質調査

—課題—

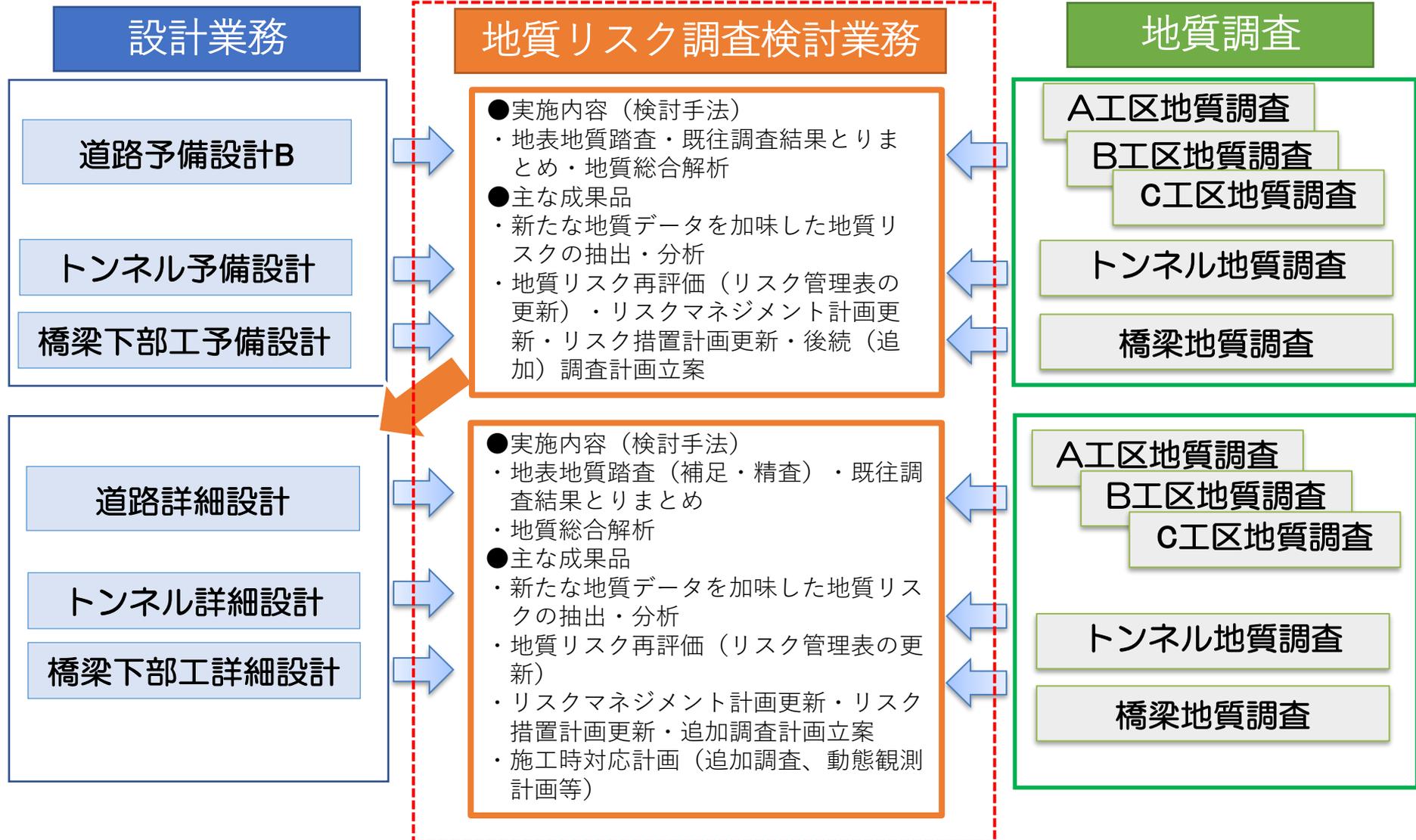
- 地質調査業務は複数案件に分割して発注される。
- 調査業者間で情報共有の仕組みが未整備。
- 調査業者間で評価結果のバラツキが生じやすい。
- 後工程へのリスク情報の引継ぎの仕組みが未整備。

—課題—

設計業者と地質調査者の間での情報共有の仕組みが未整備。特に不確実性を伴う地質情報の受け渡しには、相互理解が欠如している場合が多い。

これらの課題に対して「**地質リスク調査検討業務**」で対応

(3)地質リスク調査検討業務の役割(課題対応)

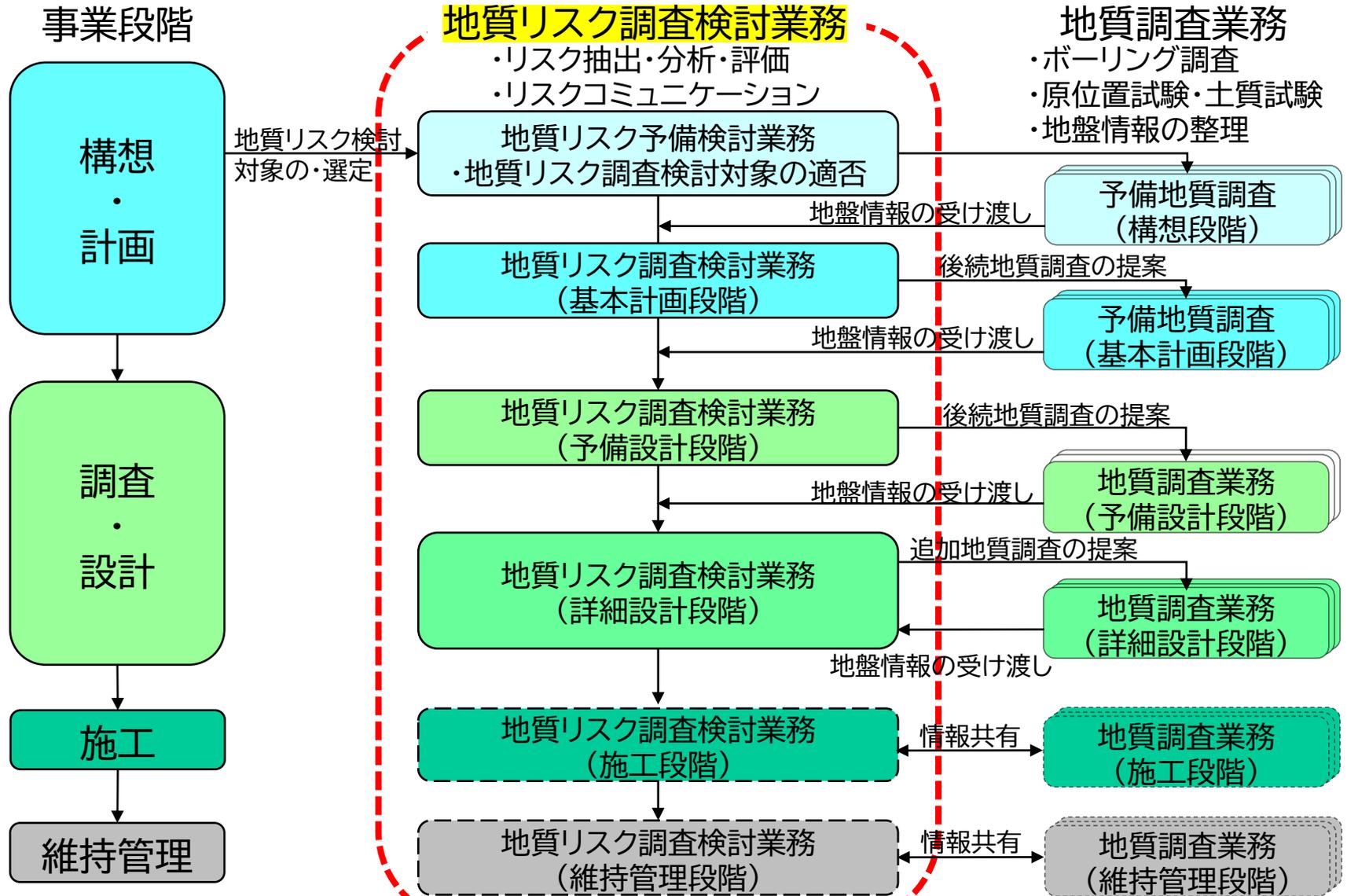


設計業務と地質調査業務の間に「地質リスク調査検討業務」を挟む

(4)通常的地質調査業務との違い

	地質リスク調査検討業務	一般地質調査業務
目的	事業における地質・地盤の不確実性を“見える化”し、地質・地盤リスクに関する情報を事業関係者で共有し、対処法を検討する。	不確実性の確度を高めることと、個々の工事における設計に必要な地質・地盤情報を得る
実施内容 と成果	事業に影響する“地質リスク”を抽出・評価・分析し対応方針を策定 地質リスク抽出結果図、地質リスク基準、地質リスク管理表、措置計画、後続調査計画	個々の業務における各種地質調査 ボーリング柱状図、土質試験結果、調査結果成果図(平面図・断面図)等
留意点 及び課題	出来るだけ事業の早期段階から実施することが有効 事業進捗(各事業段階)を通じて継続的に実施することが重要 <u>不確実性を有する地質情報に対する理解を関係者間で共有</u>	調査成果は個々の業務(業者・実施者)でバラつきが生じる恐れあり 事業全体のリスクを“見える化”“することに限界あり

(5) 事業の流れと地質リスク調査検討業務の位置づけ



(6) マネジメントツール

リスクランクと定義例

手引きpp.26~27

		可能性の高さ(発生・存在確率) L					
		非常に低い 評点:1	低い 評点:2	中程度 評点:3	高い 評点:4	非常に高い 評点:5	
影響度 E	非常に高い 評点:5	事業の継続不能となる影響	B (R=5)	A (R=10)	A (R=15)	AA (R=20)	AA (R=25)
	高い 評点:4	事業が中断または大幅な遅延となる影響	C (R=4)	B (R=8)	A (R=12)	A (R=16)	AA (R=20)
	中程度 評点:3	大きな損失を受けるが事業は継続可能で遅延がある	C (R=1)	B (R=6)	B (R=9)	A (R=12)	A (R=15)
	低い 評点:2	軽微な修復で事業継続可能となる影響	C (R=1)	C (R=4)	B (R=6)	B (R=8)	A (R=10)
	非常に低い 評点:1	事業の継続に影響を与えない	C (R=1)	C (R=2)	C (R=3)	C (R=4)	B (R=5)

リスクランクとリスク対応の関係 ※表中(R=)は、リスクスコア(R=E×L)

ー地質リスクランク(AA~C)の定義とリスク対応(リスクスコアR)ー

AA:回避:リスクを回避することが望ましいリスク事象(R=20以上)

A:回避:低減:回避または詳細な地質調査を実施して、完全なリスク低減対策を講じるべきリスク事象(R=10~19)

B:低減:地質調査を行い、調査結果に応じた適切なリスク低減対策を講じるべきリスク事象(R=5~9)

C:保有:リスク回避や低減対策を必要とせず、施工段階へリスクを保有することが可能な事象(R=5未満)

地質 リスクランク	対応方針	具体的な対応	想定事象
AA	回避	計画の見直し・大幅な変更	・事象が発現した場合、通常想定される対策工で対応が図れない事象。 例:大規模な地すべりや深層崩壊等の発生で、対策工での対応が困難なため、 道路構造も含めた計画路線を変更
A	回避 ・ 低減	計画の見直し・大幅な変更、 もしくはリスク対応することを前提に詳細な 調査や検討を実施し、確実なリスク低減策を 講じる	・事象が発現した場合、大幅な構造形式の変更が必要となる場合や安全性が著しく 低下する事象。 例:切土で地すべりが発生、追加調査や追加対策工が必要 例:支持層が予測より深く、基礎形式を変更 例:自然由来重金属類を含む掘削土があり相当の対策が必要
B	低減	リスク対応することを前提に詳細な調査や検 討を実施し、結果に応じて低減策を講じる	・事象発現でも軽微な追加対策や対策範囲の変更により対応できる事象。 例:軟弱地盤の改良範囲が軽微な範囲で変更
C	保有	次の事業段階へリスクを保有	・事前の低減対策等の必要性が低いため、施工段階や維持管理段階にリスクを保有 する事象。 例:基礎地盤にわずかな不陸があるが現場対応で対処可能

(6) マネジメントツール

リスク管理表:登録表と措置計画の例

登録表

手引きp.28

番号	リスク内容	リスク詳述	状況	リスク分析手法	影響度 E		発生確率 L		リスクスコア (E×L)	地質リスクランク	リスク分析結果	対応計画概要	優先度
					重大性	評価点	可能性	評価点					
①	緩斜面の成因が不明確	地すべりか崖錐堆積物かにより不安定化する範囲が異なり、対策工の規模が問題となる。	C	写真判読、地表踏査の実施。	高い	4	中程度	3	12	A	判断ミスは、その後の対策方針や費用に大きく影響する。	写真判読、地表踏査等の結果踏まえ、ボーリング調査などの追加調査を実施。	1
②	地下水の変動が不明確	地下水位の変動が不明なため斜面の安全率が低下する可能性がある。	C	地表踏査、既存報告書を吟味し追加調査を実施。	低い	2	低い	2	4	C	①のリスク分析結果にもよるが、追加調査により判定。	詳細調査時に地下水位測定、地下水検層等を実施。	2

【凡例】

<状況>

L:リスクが発生し、その程度が特定された状態

C:リスクが発生しているが、どの程度なのか特定されていない状況

P:リスクが取り除かれた状態

G:リスクではない状態

T:危機

O:好機

<地質リスクランク区分> リスクスコア(リスク程度 $R=E \times L$)AA:リスクを回避することが望ましいリスク事象 ($R=20 \sim 25$)A:詳細な地質調査を実施して、完全なリスク低減対策を講じるべきリスク事象 ($R=10 \sim 19$)B:地質調査を行い、調査結果に応じた適切なリスク低減対策を講じるべきリスク事象 ($R=5 \sim 9$)C:リスク回避や低減対策を必要とせず、施工段階へリスクを留保することが可能な事象 ($R=1 \sim 4$)

措置計画

手引きp.30

番号	リスク内容	措置の種類	措置の進捗	措置の手法	実施者	対応時期	必要な資材	これまでに判明した事項と今後の方針	措置コスト (千円)	残存リスク
①	緩斜面の成因が不明確	最小化	完了	複数時期の空中写真判読、現地踏査、コア判読、総合判断。	調査会社	○年△月実施済	空中写真、地形図、ボーリングコア。	当該斜面は地すべりではなく、崖錐堆積物と判断した。	800	なし。
②	地下水の変動が不明確	最小化	検討中	地下水位の測定、地下水検層、簡易揚水試験。	調査会社	□年△月までに実施	ボーリング後の観測孔仕上げ、自記水位計設置。	既存報告書から地表は湿地状であるが、地中の地下水の動きは少ない可能性あり。	1,500	契約工期の関係から十分な地下水位観測ができない。

(6) マネジメントツールの例

リスク引継帳票の例

不確実性	地形条件	...		
	後背湿地	...		
	軟弱層によるすべり安定性	改良体の固化不良	...	
調査段階	対応内容	サンプリング試料のせん断強度試験の実施	物理特性(有機物混入量含む)の把握	...
	対応状況 (上段:実施事項等) (下段:未実施の内容、理由、留意事項、フィードバックの必要性等)	各粘土層で一軸試験実施。層厚の厚いaAc2層は深度方向に複数試料で実施。	強熱減量試験は未実施。	...
	対応内容	安定計算等による対策工の要否、比較検討	解析等による必要改良強度の把握	...
設計段階	対応状況 (上段:実施事項等) (下段:未実施の内容、理由、留意事項、フィードバックの必要性等)	測点〇〇で実施。道路土工(H24)に準じ実施。比較検討により地盤改良選定。	計算上の必要改良強度は $q_u=500$ (kN/m ²)。	...
			代表地点での試験のみ。地質変化点での試験が必要。	

Point !

地質リスク情報を事業段階ごとに引継ぎ、更新していくことが重要

施工段階	対応内容	動態観測による安定管理	配合試験による改良材、配合量の決定。改良体の品質管理。	...
	対応状況 (上段:実施事項等) (下段:未実施の内容、理由、留意事項、フィードバックの必要性等)	測点〇〇の一般盛土部で実施。問題なく盛土完了。 施工後の沈下計測が必要。	配合試験で配合量決定。100(kg/m ³)。施工後のチェックボーリングで深度方向に強度を確認。	
維持・管理段階	対応内容	路面や法面のクラック、変状の監視	盛土の変状の点検	...
	対応状況 (上段:実施事項等) (下段:未実施の内容、理由、留意事項、フィードバックの必要性等)	すべりに関する監視は実施していない。通常の巡視で対応。	定点観測は未実施。固化体の維持・管理方法未検討。	

(7)地質リスク調査検討業務発注における歩掛構成

全国標準積算資料
 (土質調査・地質調査)
令和5年度改訂歩掛版
 発行 全地連

全国標準積算資料 目次より抜粋
 ……
 第Ⅱ編 コンサルティング業務
 第2章 コンサルティング業務の積算
 …… *地質リスク*
 2-12 地質リスク調査検討業務
 2-13 BIM/CIM 活用業務
 …… *BIM/CIM*

歩掛 令和3年12月新設
 令和5年9月には
 事業段階に対応した
 歩掛構成にリニューアル



事業段階	設計業務段階	設計業務段階 (道路事業)	地質リスク調査検討業務	歩掛表番号
構想・ 計画段階	計画立案	概略設計	地質リスク予備検討業務	歩掛
	基本計画	予備設計 (A)	地質リスク調査検討業務 (構想計画段階)	
調査・ 設計段階	予備設計	予備設計 (B)	(調査・設計段階)	歩掛
	詳細設計	詳細設計	(詳細設計段階)	
施工段階	—	—	地質リスク調査検討業務 (施工段階)	—
維持管理段階	—	—	地質リスク調査検討業務 (維持管理・点検調査段階)	—



↑
積算資料
のご案内

スキルアップ講習会の内容

1. 『手引き』のおさらい

2. 事例紹介とその要点

2.1 【調査計画段階】山陰道北条道路 平野部の道路事業

2.2 【施工段階】高速道路の施工中に顕在化した地すべりを最小限に回避した事例

2.3 【維持管理段階】地質リスクを考慮した道路のり面の維持管理計画案の策定事例

3. 発注動向

4. 地質リスクマネジメントに係る今後の動向

2. 事例紹介とその要点

2.1 【調査計画段階】山陰道北条道路 平野部の道路事業

①事業概要

北条道路は、山陰沿岸の砂丘地帯に計画されている高規格道路で、道路土工構造物、橋梁等が計画されている。



図-1 北条道路位置図

②平野部の地質リスク

図-2に示す地質条件の地盤上に盛土、橋梁、道路土工構造物が計画されている。

各地層で考えられる地質リスクは、基礎地盤の安定・変形(沈下), L2地震時の液状化、支持層の傾斜・不陸・薄層支持, 杭施工における中間層の施工障害, 地下水位障害、暫定盛土の路体の支持力が挙げられる。

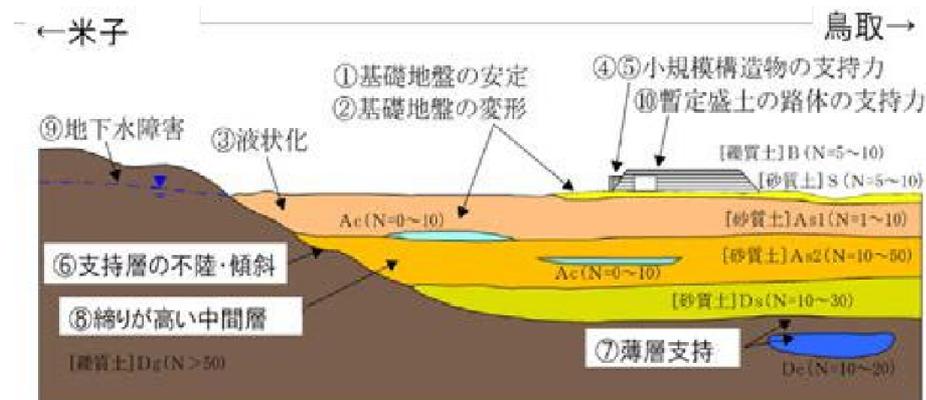


図-2 北条道路の地盤状況及び地質リスク

表-1 各事業段階で考えられるリスク (構造物単位)

構造物	施工時	完成後(常時)	完成後(地震)	維持管理
盛土	<ul style="list-style-type: none"> 沈下・すべり・側方変位 盛土材の強度 水質、水位影響 	<ul style="list-style-type: none"> 沈下・すべり 側方変位・盛土材の強度 	<ul style="list-style-type: none"> 慣性力、液状化による盛土のすべり 基礎地盤の液状化による路面の沈下 盛土材の強度 	<ul style="list-style-type: none"> 路面変状(沈下、段差、浸食等)
擁壁・カルバート	<ul style="list-style-type: none"> 基礎の施工障害 基礎の支持層未到達 水質、水位影響 	<ul style="list-style-type: none"> 支持力不足による沈下(支持層未達、薄層支持) 基礎地盤の圧密沈下 側方変位 	<ul style="list-style-type: none"> 慣性力、液状化による構造物のすべり 	<ul style="list-style-type: none"> 構造物の変状(亀裂、目地のズレ、排水施設閉塞等)
橋梁	<ul style="list-style-type: none"> 基礎の施工障害 基礎の支持層未到達 水質、水位影響 	<ul style="list-style-type: none"> 支持力不足による沈下(支持層未達、薄層支持) 基礎地盤の圧密沈下 橋台の側方変位 	<ul style="list-style-type: none"> 慣性力、液状化による下部構造物の損傷 	<ul style="list-style-type: none"> 構造物の変状(亀裂、腐食、洗堀等)

③地質リスク評価手法(リスクマトリックス評価)

地質リスク毎に、影響度Eと発生確率Lの各指標について検討(表-2)し、表-3に例示するリスクマトリックスで評価した。

表-2 地質リスク毎の影響度Eと発生確率Lの指標

地質リスク	影響度Eの指標	発生確率Lの指標
①基礎地盤の安定	地盤の層厚	N値
②基礎地盤の変形 (圧密沈下、周辺地盤の変形)	粘性土の層厚	圧密降伏応力(Pc) N値
③L2地震時の液状化	砂質土層の層厚、 分布深度	PL値(液状化指数)
④小規模構造物(カルバート)の支持力	支持力不足の地層層厚	N値
⑤小規模構造物(抗土圧構造物)の支持力	支持力不足の地層層厚	N値
⑥支持層の傾斜・不陸	支持層の出現深度	地形・地質
⑦支持層の薄層支持	支持層の層厚	N値
⑧杭施工における中間層 (締った砂質土層)	中間層の層厚	地盤とN値
⑨地下水障害	利用状況等	道路線形からの距離
⑩暫定盛土の路体の支持力	盛土材料	締固め度

表-3 マトリックス評価の事例 (L2地震時の液状化)

		リスクスコア A=6~9点 B=3~4点 C=1~2点		リスクの定性的な尺度:可能性の高さL(発生確率)		
		程度		液状化発生の可能性		
				低い【1】 (ほとんどなし)	中程度【2】 (小さい~ 中程度)	高い【3】 (激しい~ 非常に激しい)
リ ス ク の 許 容 度 : 影 響 E	液 状 化 が 与 え る ス ト 響 や 工 期 に	指標値(地震動L2)		PL値<5	5≤PL値<20	20≤PL値
		盛土	構造物			
		低い【1】	厚さ合計1m以下 (無処理、 表層処理)	液状化層の 出現深度 21m以深	C	C
中程度【2】	厚さ合計1~3m (小規模な地盤改良 ・掘削置換等)	液状化層の 出現深度 10~20m	C	B	A	
高い【3】	厚さ合計3m以上 (地盤改良:中間・ 深層地盤改良等)	液状化層の 出現深度 10m以浅	B	A	A	

④事業の進捗に合わせた地質リスク管理表

地質リスク管理表(表-5)で、地質リスク評価に対して今後の調査・設計・施工時点で何を行うべきかを示した。

表-5 考案したリスク管理表(拡大)

拡大①

予定道路構造物	盛土、カルバートボックス、補強土		
地形	砂丘、沖積平野(河口部)	地質	沖積層、洪積層
保全対象・環境	国道9号(現道)、耕作地、横断BOX(水路)		

拡大②

地質地盤リスク	発生が考えられる地質地盤リスク		リスクスコアによる地質地盤リスク評価				
	項目	内容	影響度E		発生確率L		リスク評価
			考察	点数	考察	点数	評価 E×L
①基礎地盤の安定(すべり)	橋台背面埋戻し盛土等により、S・As1層で常時、地震時にすべりが発生する可能性	【高い】厚さ合計3m以上(地盤改良：中間・深層地盤改良等)	3	【中程度】S,As1層のN値=2~4以上であり、すべりの発生確率は中程度	2	6	A
地質地盤リスクの分析結果		道路としての要求性能を確保するためプロジェクトの進行に応じたリスクの対応方針(措置計画表)					
コメント	対象	予備調査	予備設計	本調査	詳細設計	施工	維持管理
S, As1-1層は、層厚=3~8m、N値=4~36であるため、盛土部で常時、地震時にすべりの発生する可能性がある。		<p style="color: red; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">後発事業への地質リスクの引継ぎ(リスク管理表)と対応方針の明記</p> <p style="color: red; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">合同会議による地質リスクコミュニケーション</p>				<p>測により、盛土オーバーレイを検測によるすべりが討する。特定土</p>	<p>維持管理</p>

⑤地質リスクに関する合同会議 (リスクコミュニケーション)

地質リスク管理表は、関係者と共有し、今後の事後進捗に伴い更新する必要がある。調査設計関係者、工事関係者などの共有化を図ることを目的に、図-3のような合同会議等(リスクコミュニケーション)の場が必要と考えられる。

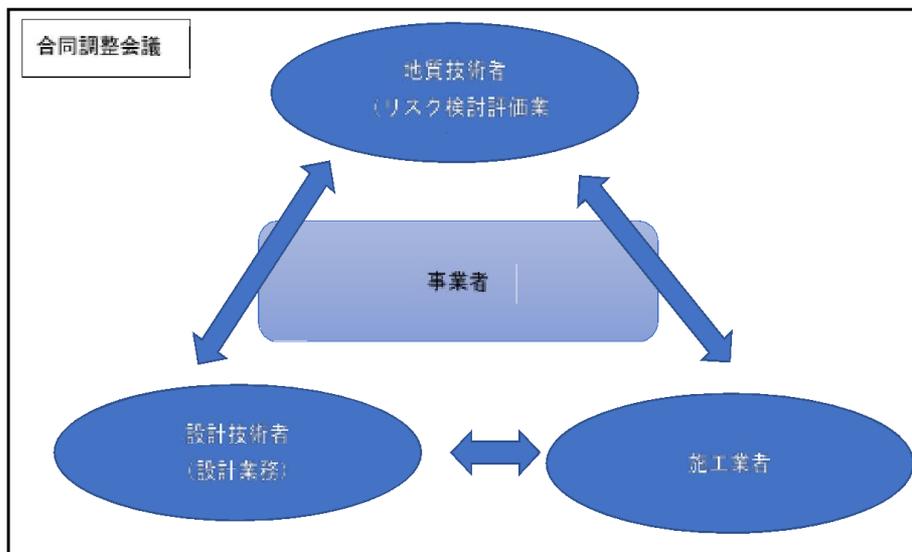


図-3 リスク共有のイメージ

⑥三次元地質モデルによる地質リスクの見える化(BIM/CIMの活用)

BIM/CIM活用による地質の不確実性の可視化は、次段階の橋梁詳細設計に継承するための有効な手段である。

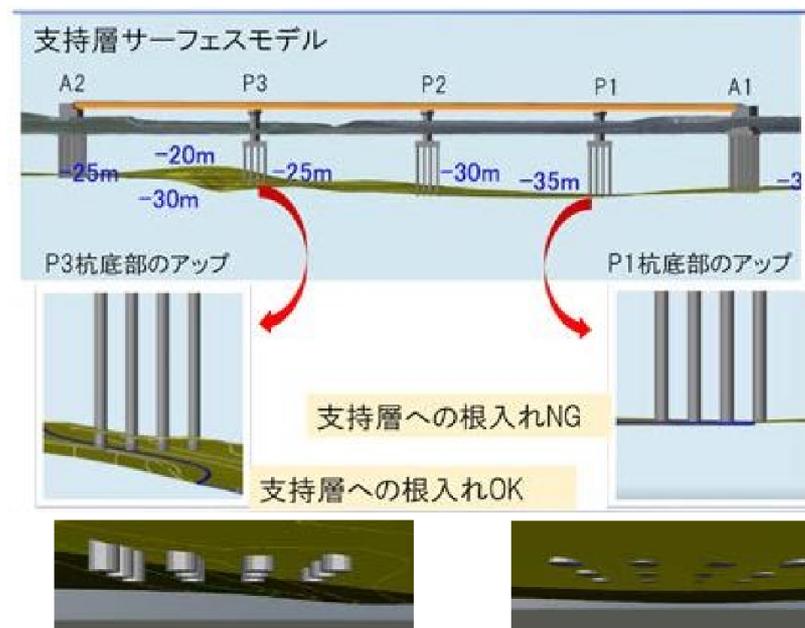


図-4 橋梁支持層の可視化 (見える化)

⑦要点(まとめ)

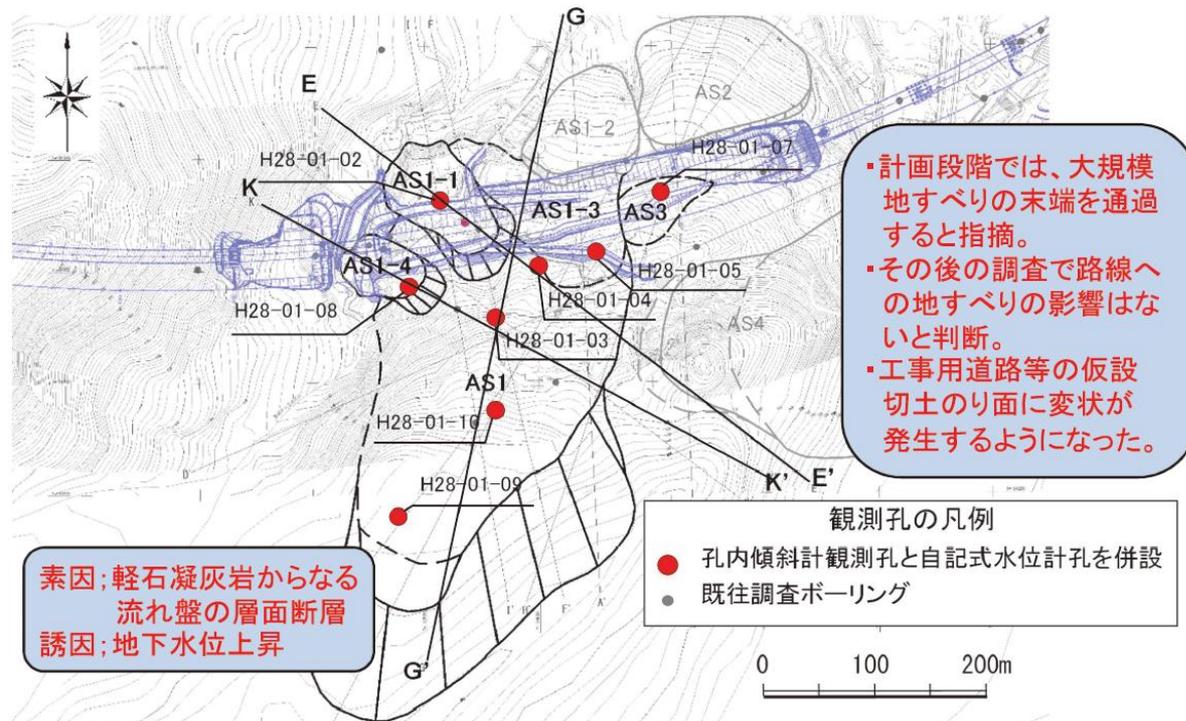
- 本事例のような建設プロジェクトにおいては、リスクを初期段階で抽出し、すべてのリスクに対して評価を行うことにより、リスクの見落としを最小限にできる。
- 詳細設計、施工段階等、事業進捗の各段階において合同会議を開催し、リスク対応の確認を行い、情報の更新および確実に引き継がれていくことが重要。
- 地盤情報の不足によるリスクスコア評価への影響が懸念される場合は、追加の地質調査の実施や評価決定について判断することが重要。
- こうした点に留意することで、より効果的・効率的なプロジェクトの運営が可能になり、事業の段階毎でのリスク管理マネジメントを遂行し、事業の手戻りを少なくできる。
- 三次元モデル(BIM/CIM)の活用によりリスクの見落とし回避、リスクコミュニケーションの有効性が確認できた。その他特に山岳地では、LP(レーザープロファイラ)データによる微地形解析や衛星SAR(synthetic aperture radar)による地盤変動解析は、山地の斜面上の不安定箇所等に対し新たな地質リスクの抽出に有効な技術と考える。
- 後続事業段階において地質リスク検討箇所の状況や対応等を引継ぎ、本事例の地質リスク評価と対応方針が有効なものであったかを検証されることが重要。

2. 事例紹介とその要点

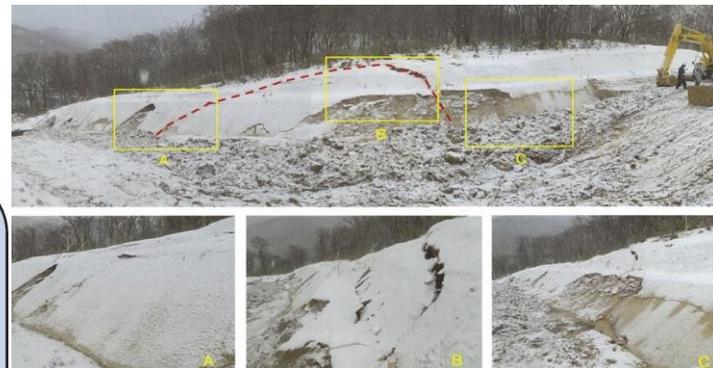
2.2 【施工段階】高速道路の施工中に顕在化した地すべりを最小限に回避した事例

① リスク発現の概要

- ・ 暫定2車線開通を目指し施工中の高速道路で、工事用道路等の切土のり面に変状が発生した。
- ・ 計画段階では大規模な地すべり地形の末端を通過すると指摘されていたが、その後の調査で路線への地すべりの影響はないと判断された。
- ・ その後、施工中に工事用道路等の切土のり面に変状が発生し、滑動中の大規模地すべりの末端が高速道路にかかることが判明した。



- ・ 計画段階では、大規模地すべりの末端を通過すると指摘。
- ・ その後の調査で路線への地すべりの影響はないと判断。
- ・ 工事用道路等の仮設切土のり面に変状が発生するようになった。

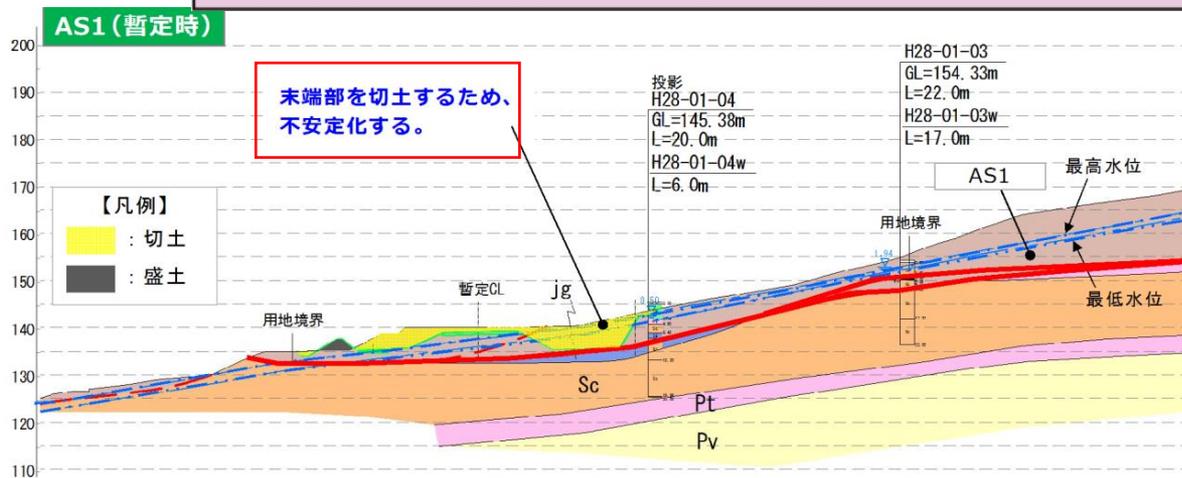
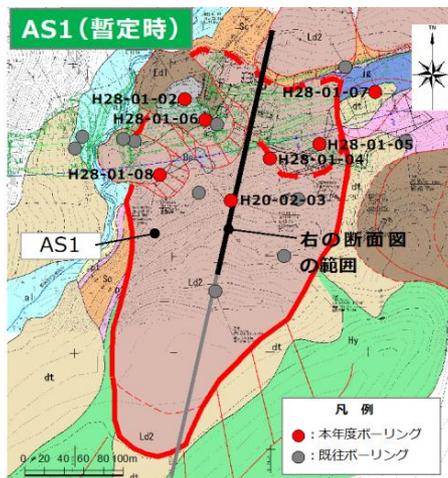


施工中に顕在化した地すべりブロックと路線の位置関係図

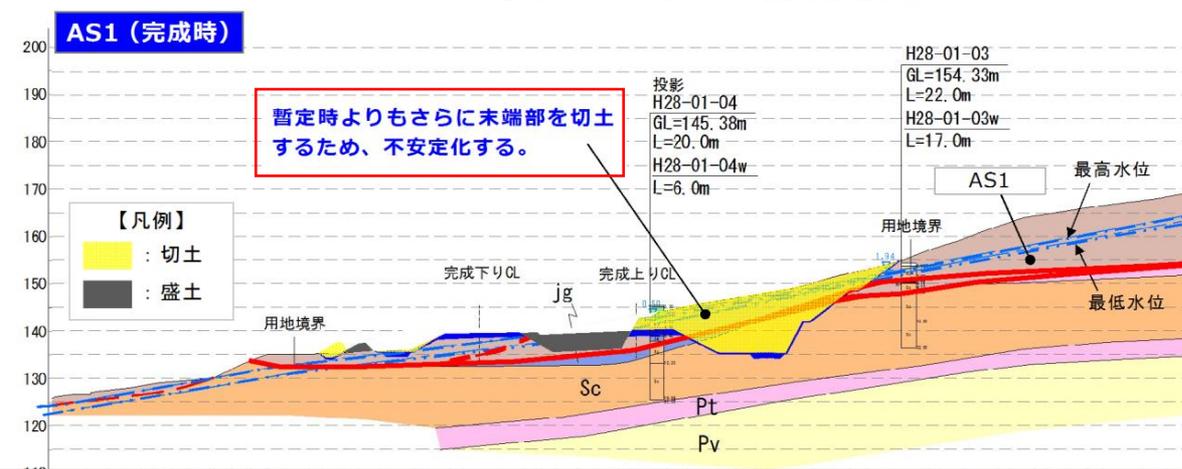
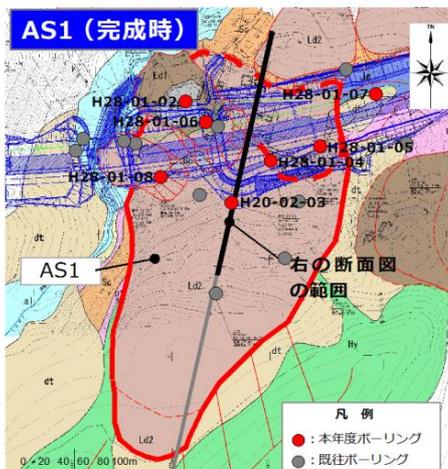
一社)関東地質調査業協会 2019年度版「地質リスク調査検討業務」実施の手引きより引用

②地質リスク解析 (地質リスク要因と事業影響の検討)

- * 基盤をなす新第三紀の火砕岩の堆積構造は緩やかな流れ盤
- * 地すべりは軽石凝灰岩の層準をすべり面としている
- * 融雪期に1cm程度のせん断変位が見られた

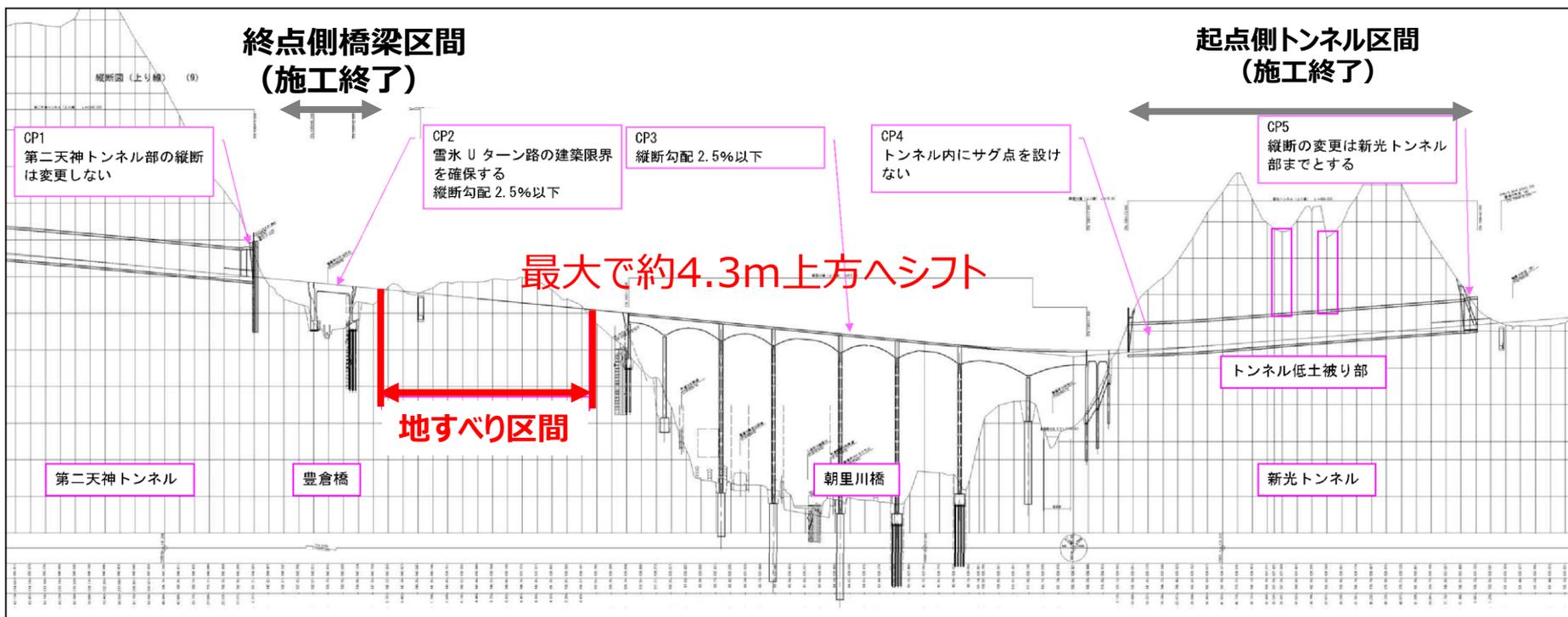


暫定時のAS1ブロックの主測線断面図



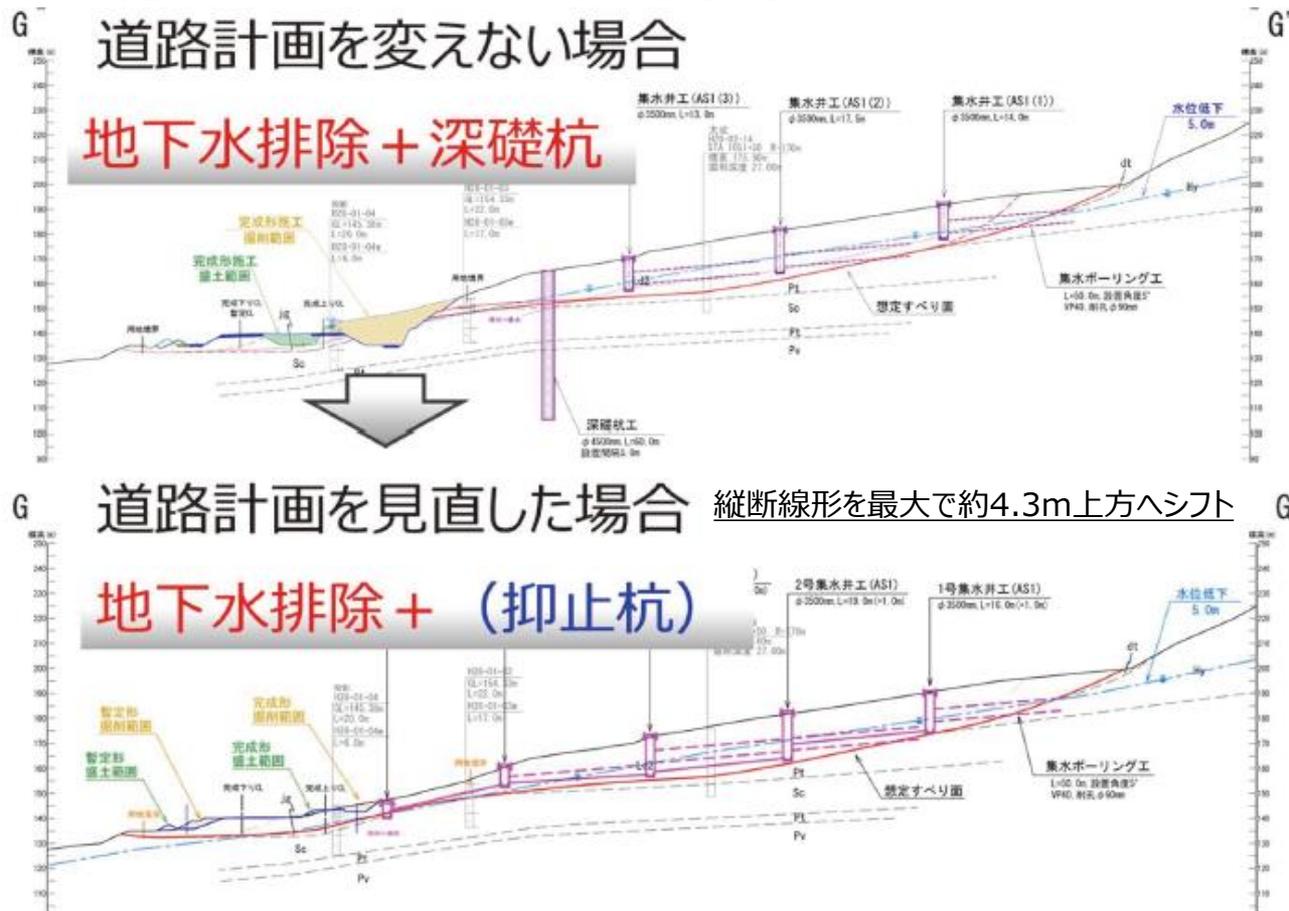
- * 暫定線・完成線ともに、地すべりの末端部をさらに切土施工することから、供用中だけでなく施工中においても、地すべりが不安定化することが予想される。
- * 特に完成線は暫定線よりも切土量が大きく、さらに不安定化すると予想される。

③地質リスク対応の検討(1) (道路構造全体の見直しによる事業影響の最小化)



- * 隣接する起点側のトンネルと終点側の橋梁は既に施工が終わっている
- * トンネル、橋梁、変更可能な線形をコントロールポイントとする
- * 完成線の縦断線形をできるだけ高い位置に変更
- * 地すべり区間の道路構造全体の見直し、切土量の削減を図る
- * 必要抑止力を最小化し、対策工費を抑え工期への影響も最小限とする

③地質リスク対応の検討(2) (道路計画の見直しによる事業影響の最小化)



- * 道路計画(縦断線形)を変更しない場合「地下水排除工 + 深礎杭」
- * 縦断線形を高い位置に変更した場合「地下水排除工 + 抑止杭」
- * 縦断線形を高い位置に変更することにより、対策工期・対策工費は大幅抑制
- * 融雪期の動態観測により地下水排除工の効果を確認し、抑止杭の必要性を検討

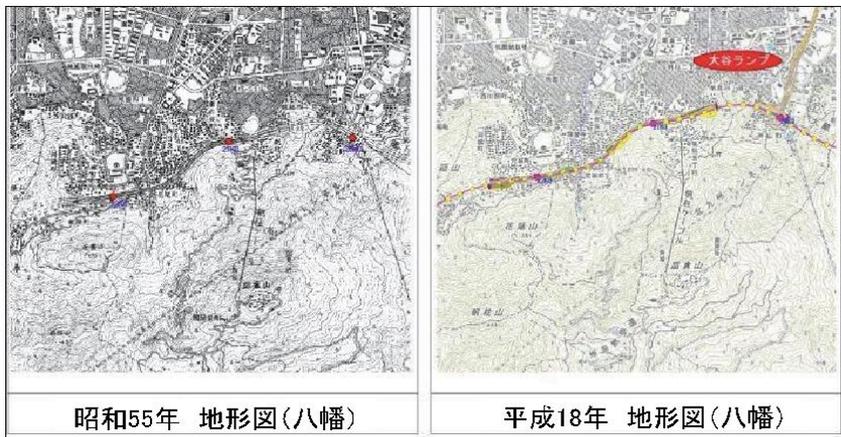
④マネジメントの効果

項目		内容	金額
①	リスク対応の予察検討 (道路計画変更なし)	調査・解析 設計 (地すべり対策) 施工 (深礎杭工 + 地下水排除工)	約30億円
		合 計	約30億円
②	リスク対応の実際 (道路計画変更あり)	調査・解析 設計 (地すべり対策 + 道路計画変更) 施工 (抑止杭工 + 地下水排除工)	約5億円
		合 計	約5億円
③	リスクを回避しなかった場合 (地すべりへの事後対応)	被災した道路の復旧工事等	約5億円以上
		調査・解析 設計 (地すべり対策 + 道路設計) 施工 (深礎杭工 + 地下水排除工)	約40億円
		合 計	約45億円以上
マネジメント効果		① (予察対応) - ② (実際対応)	約25億円
		③ (回避せず) - ② (実際対応)	約40億円以上
		③ (回避せず) - ① (予察対応)	約15億円以上

- ・予察的な対応額から実際の対応額を引くと、約25億円の効果がある。
- ・地すべりを回避しなかった場合の額から実際の対応額を引くと、約40億円以上の効果があったと算定される。

2. 事例紹介とその要点

2.3【維持管理段階】地質リスクを考慮した道路のり面の維持管理計画案の策定事例



上図:新・旧地形図による人工改変の変遷

右図:一般公開資料の整理・判読結果

- ・崩壊後、地すべり地形などの不安定地形が密集
- ・山裾の比較的傾斜面行きは花崗岩が分布する

①【概要】

以前:顕在化した損傷に着目した維持管理

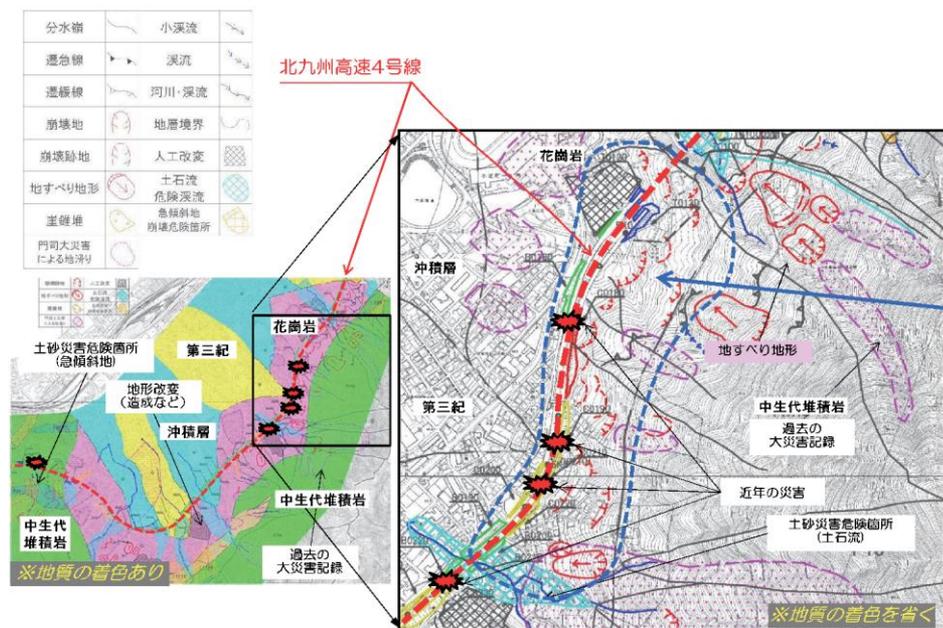
本件:地質リスクを考慮した維持管理計画

※背景:近年、土砂災害が頻発化・激甚化している。予防保全の視点から災害を未然に防ぐという観点

②【発現可能性があるリスク】斜面崩壊などの土砂災害

③【地質リスクの素因・誘因】 素因:風化花崗岩

誘因:地形改変、豪雨(地下水上昇)



④対応方針:地質リスクの選定

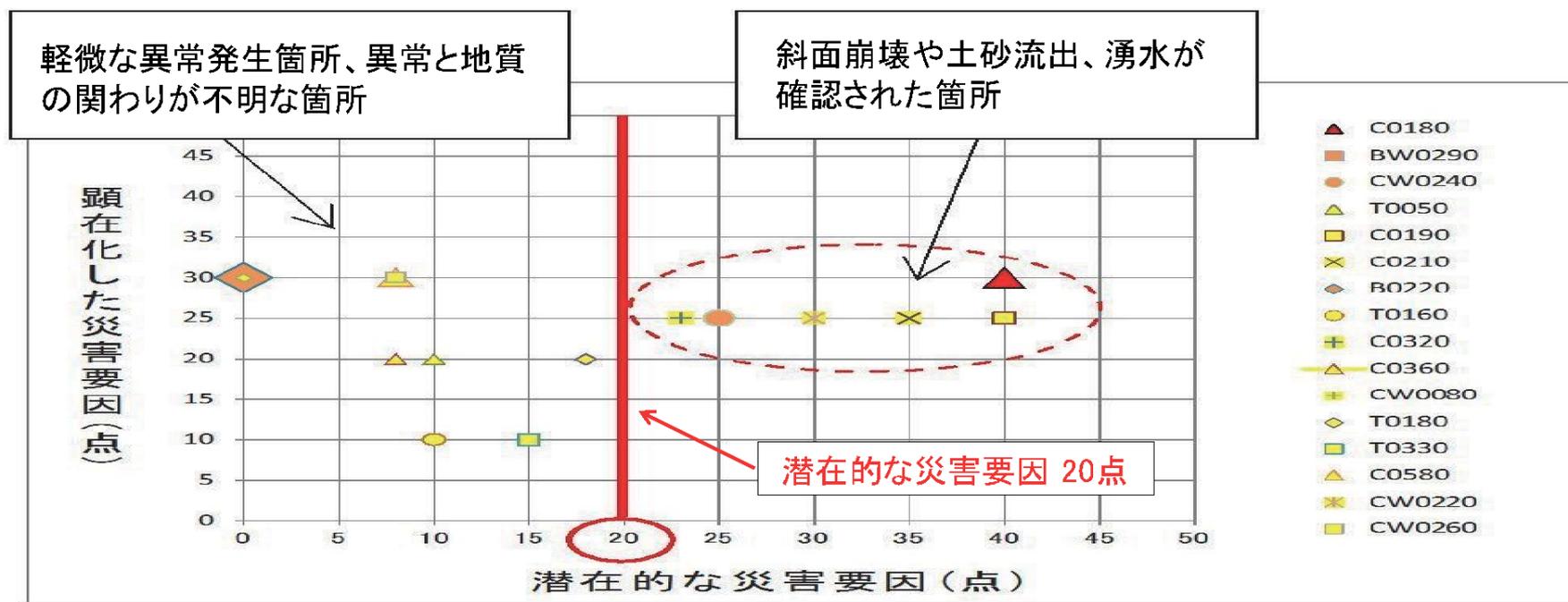
- ・「潜在的な災害要因」のうち、管理領域外に潜む地質リスクを統一的に評価できる地形判読による「周辺不安定地形」に着目した。
- ・「顕在化した災害要因」のうち、構造物に著しい変状が発生している場合は、災害発生の前兆現象と捉え、早急に維持管理計画に反映する必要があるため、評価配点を高く設定した。

色別	潜在的な災害要因										顕在化した災害要因					
	他の災害種別		周辺不安定地形		不安定地質		地下水・湧水		地形改変		維持管理情報		災害履歴		その他 (対策効果)	
	評点区分	配点	評点区分	配点	評点区分	配点	評点区分	配点	評点区分	配点	評点区分	配点	評点区分	配点	評点区分	配点
a	危険箇所内	5	崩壊跡・地すべり等、異常地形が分布	15	不安定な地質分布が明らか	10	顕著／多量	15	あり	5	変状著しい／災害に至る危険性大	30	あり	20	対策なし	0
b	危険箇所の近傍	3	周辺地に異常地形が分布	5	不安定な地質分布が想定される	5	少量／不明瞭	5	近傍であり	3	変状あり／災害の恐れあり	10	近傍であり	10	応急・抑制対策あり	-10
c	危険箇所外	0	特になし	0	特になし	0	特になし	0	特になし	0	軽微／進展の可能性低い	5	なし	0	抑止、防護、補強対策あり	-40
d	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	なし	0	-	-	-	-

⑤対応結果:地質リスクの評価

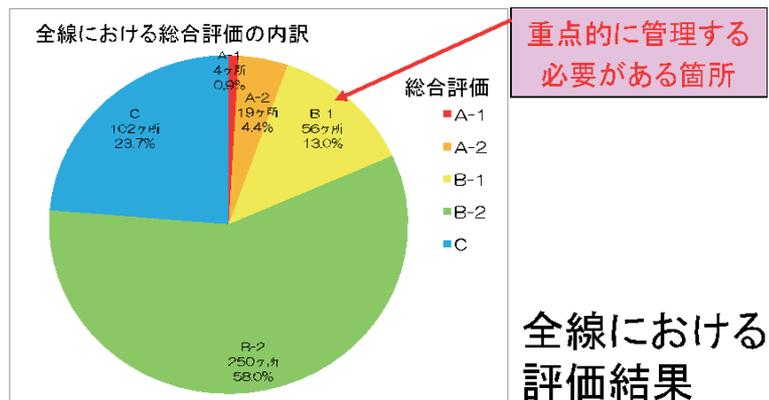
【着目点】路線全線にわたって統一的に地質リスクを評価するため、災害や異常報告のある箇所における「潜在的な災害要因」に着目

【地質リスク評価の目安】斜面崩壊などの土砂災害が発生した箇所や多量の湧水などの異常が確認された箇所と、異常が非常に軽微もしくは地形・地質などの災害要因との関わりが不明瞭な箇所は、「潜在的な災害要因」の傾向に差がみられるため、リスク評価のひとつの目安とした。



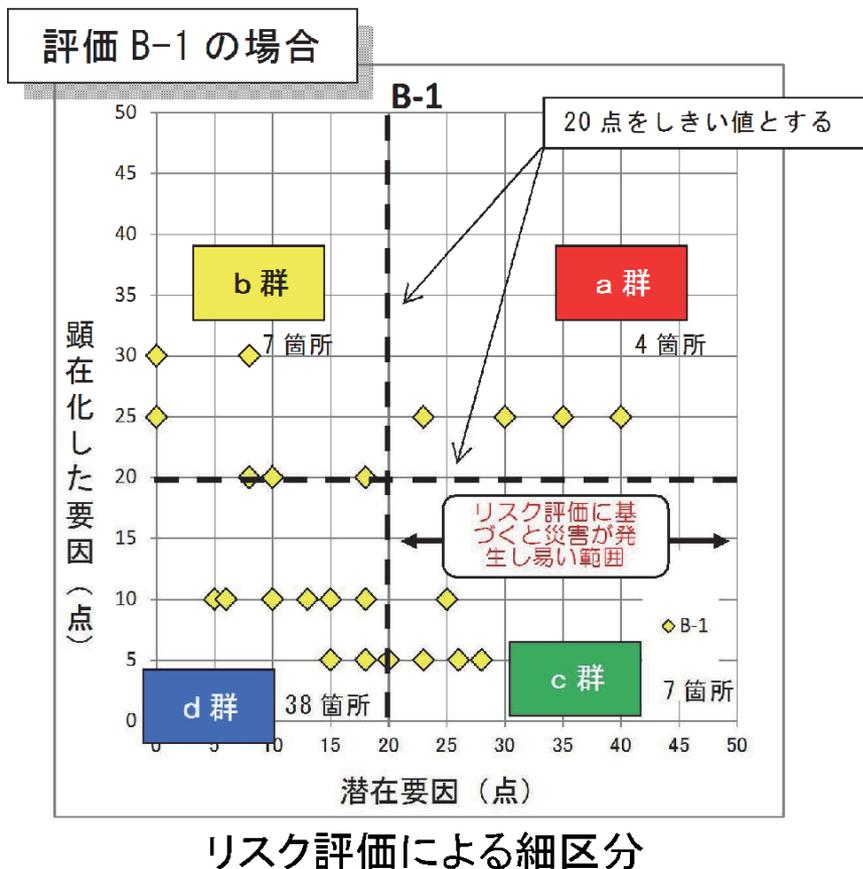
⑥対応結果:重点管理のり面の設定

- ・総合評価の結果,「要対策」(A-1, A-2)と「カルテ対応」(B-1)は、災害履歴のある地域の地質リスクと同程度の評価となることから、「重点管理対象のり面」と設定
- ・「重点管理のり面」の中でも、「カルテ対応」(B-1)は対象箇所が多いため、「リスク分析による細区分」をもとに優先度を設定



リスク分析による優先度の細区分

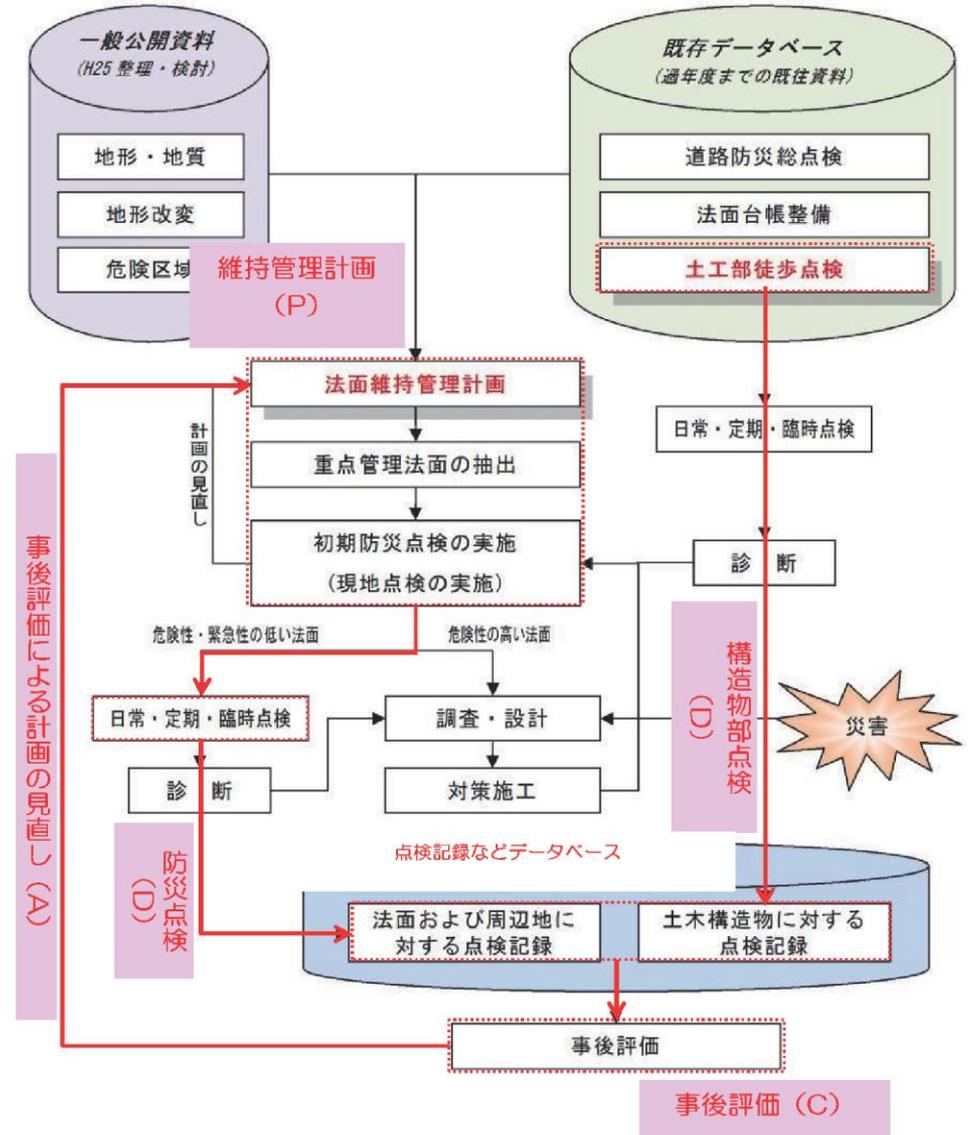
リスク評価による細区分	内容	優先度
a群	地質リスクが明らかであり、最も優先度が高い。	1
b群	明らかな変状が発生しており、災害に対する緊急性を考慮すれば、a群の次に優先度が高い。ただし、変状原因や規模(影響度)等によってはこの限りではない。	2
c群	b群に比べ目に見える変状程度が小さいため、緊急性は低い考えられが、潜在要因(地質リスク)の状況によっては災害の規模・影響度も大きくなるため、必ずしもb群より優先度が低いわけではない。	
d群	地質リスクは少なく、最も優先度が低い。	3



⑦維持管理計画案の策定

・「維持管理計画案」は、道路のり面や災害危険個所の地質リスク状況を踏まえ、事前防災の視点から計画的且つ効率的に、防災点検や予防対策などの維持管理を実践するために策定

・「維持管理計画案」は、「計画⇒点検・防災対策⇒評価⇒見直し」の「PDCAサイクル」による継続的なマネジメントサイクルを念頭に作成



維持管理計画に関する全体フロー

⑧マネジメントの要点

- ◆リスク管理表作成による, 各変状箇所の見える化
- ◆リスク管理表による優先度の設定
- ◆リスクの優先度の設定の際には, 地質の専門家である我々の知識と経験も生かした, 評価点の設定
- ◆「維持管理計画案」は, 一度決めた内容を進めるだけでなく、時代に合った維持管理の計画を立案

「PDCAサイクル」

P:計画

D:点検・防災対策

C:評価

A:見直し

による継続的且つ時代に合致させたマネジメントが重要

スキルアップ講習会の内容

1. 『手引き』のおさらい

2. 事例紹介とその要点

2.1 調査計画段階: 山陰道北条道路 平野部の道路事業

2.2 施工段階: 高速道路の施工中に顕在化した地すべりを最小限に回避した事例

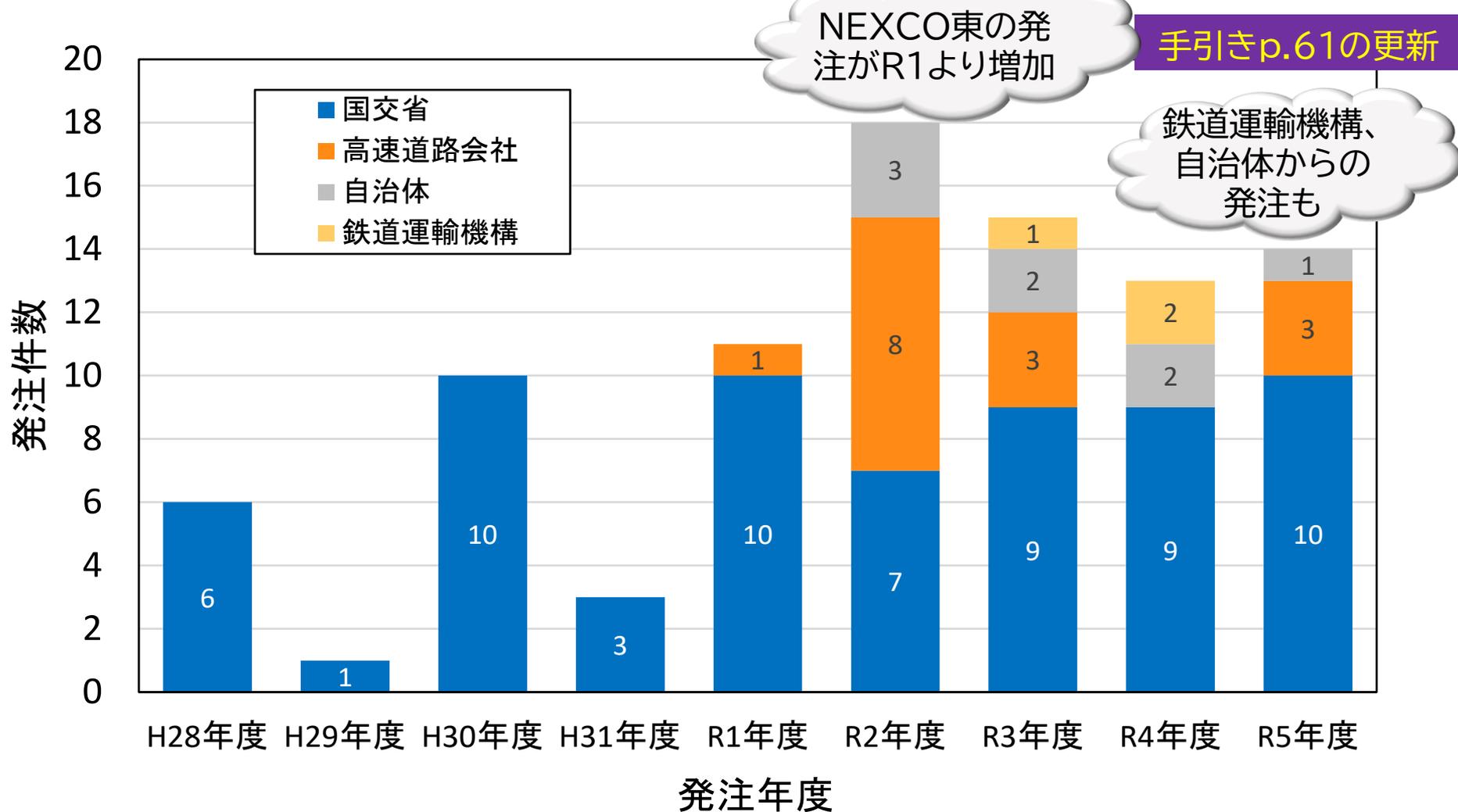
2.3 維持管理段階: 地質リスクを考慮した道路のり面の維持管理計画案の策定事例

3. 発注動向

4. 地質リスクマネジメントに係る今後の動向

3.発注動向

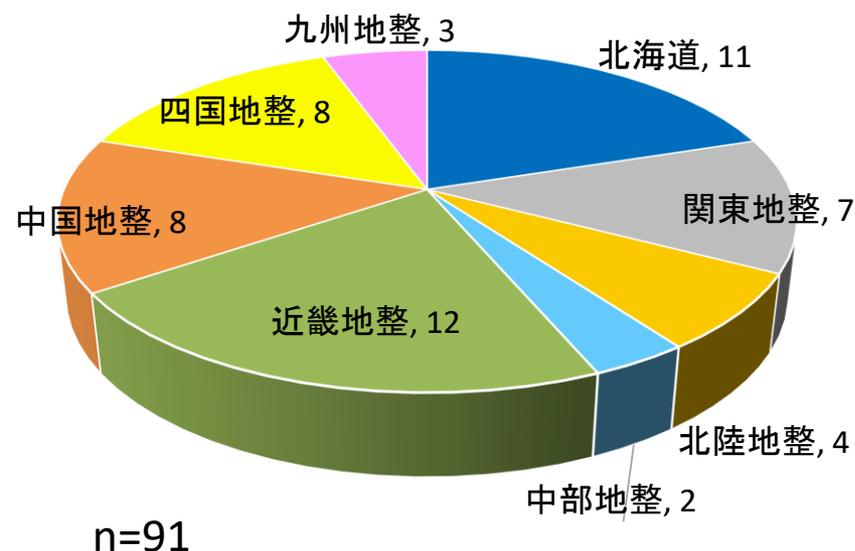
(1) 地質リスク調査検討業務等の発注実績 – 発注件数の推移 –



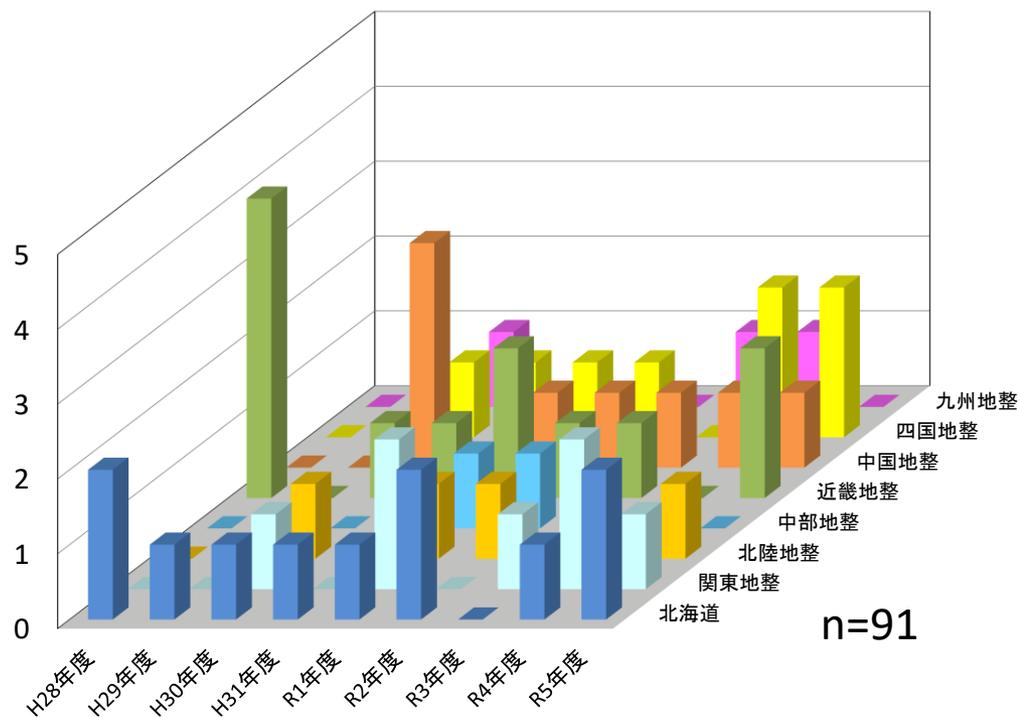
(2) 地質リスク調査検討業務等の発注実績

－地域別発注状況(R5.9時点)－

- 国交省は近畿、北海道、中国、四国、関東で実績が多い。東北・沖縄は実績なし（発注方式はプロポーザル方式が100%）



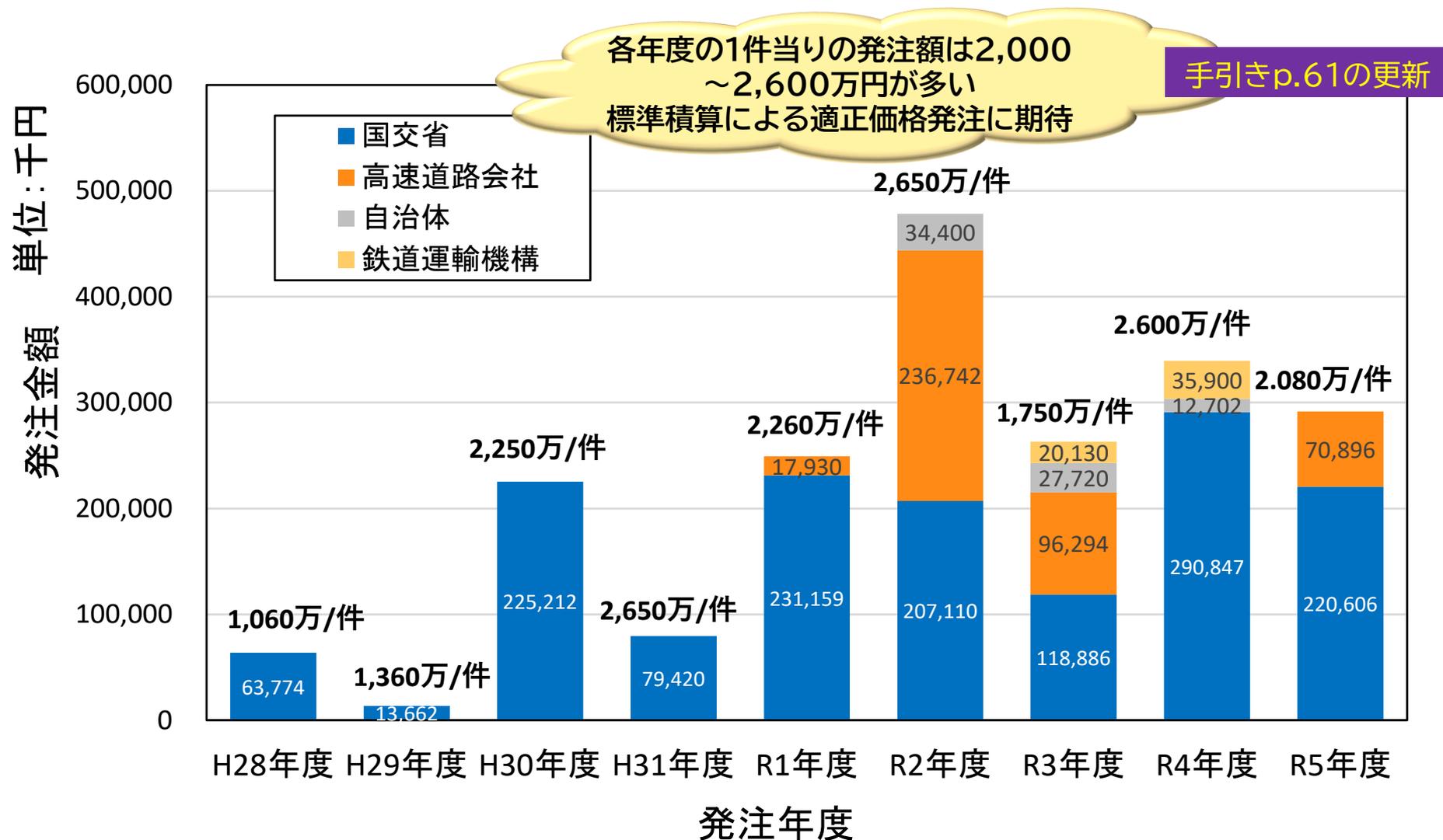
H28以降 国交省整備局別発注状況



H28以降 整備局別発注推移

- 高速道路会社はNEXCO東日本で実績が多い。
- 自治体は鹿児島県、岐阜県、兵庫県、新潟県で活用（多くが指名競争入札）。

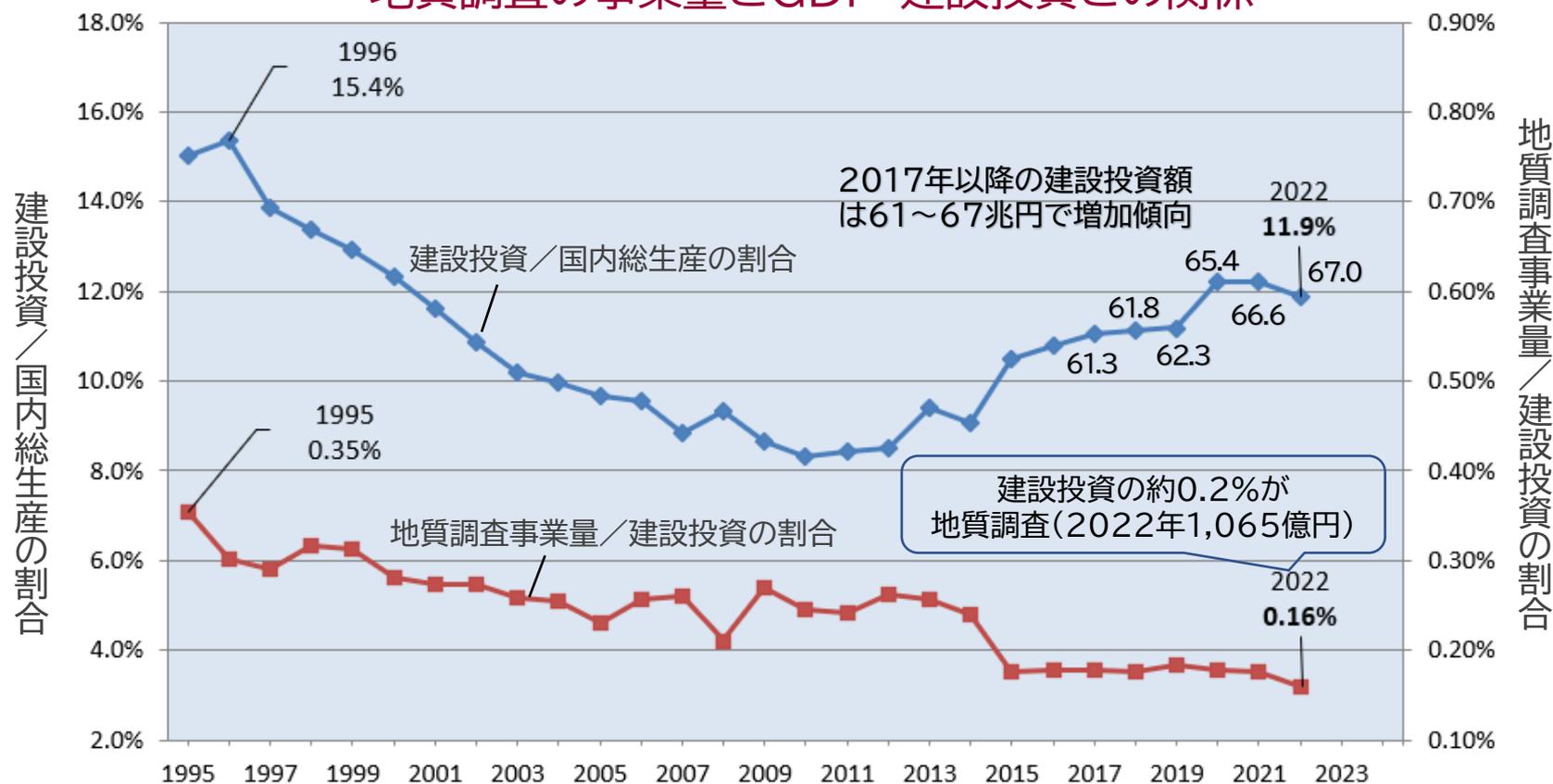
(3) 地質リスク調査検討業務等の発注実績 - 発注額の推移 -



(5) 地質リスク調査検討業務への期待

- ・2017年～2022年までの建設投資額は、61兆円から67兆円と増加傾向にある(約6兆円の増加)。
- ・地質リスク検討業務の導入により、事業の効率化が図れれば、建設投資予算の使い方にも幅が広がるものとする。

地質調査の事業量とGDP・建設投資との関係



(5) 地質リスク調査検討業務への期待

□国土交通省の事業再評価

H26~R1の6年間で延べ1,585件（重複する事業を含む）

（道路、河川、ダム、砂防、海岸、港湾・空港、公園、営繕）

286件（18%）で工期延長、587件（37%）で事業費増（＝約5兆円）

植田律・阿南修司・梶山敦司：地質・地盤リスクマネジメントにおけるリスク要因と影響評価の例，令和2年度日本応用地質学会研究発表会講演論文集

事業費増約**5兆円**そのうち**2兆円**、**実に4割が**
地質・地盤に起因！

このような事業における好ましくない結果（工期延長、事業費増、事故やトラブル）を回避・低減するためには地質リスクマネジメントが必要

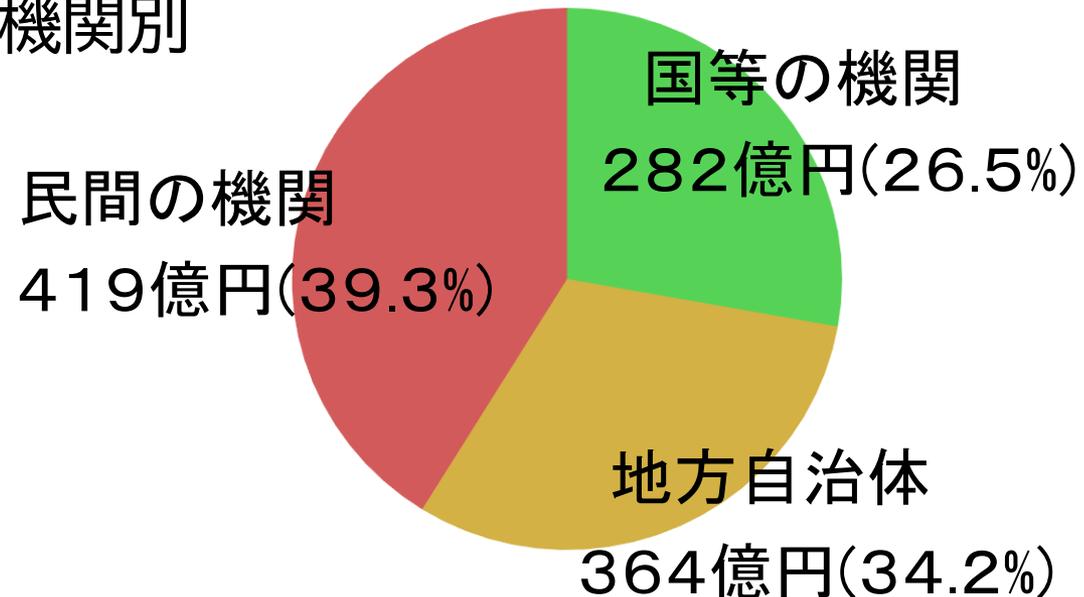
（R3.5地質地盤リスクマネジメントのこれからを考える講演会資料より引用）

(5) 地質リスク調査検討業務への期待

地質調査業の市場動向(発注機関別事業量)

- ・2022年度 地質調査業の事業量総額 1,065億円
(全地連受注動向調査結果による推計値)

- ・2022年度 発注機関別



スキルアップ講習会の内容

1. 『手引き』のおさらい

2. 事例紹介とその要点

2.1 調査計画段階: 山陰道北条道路 平野部の道路事業

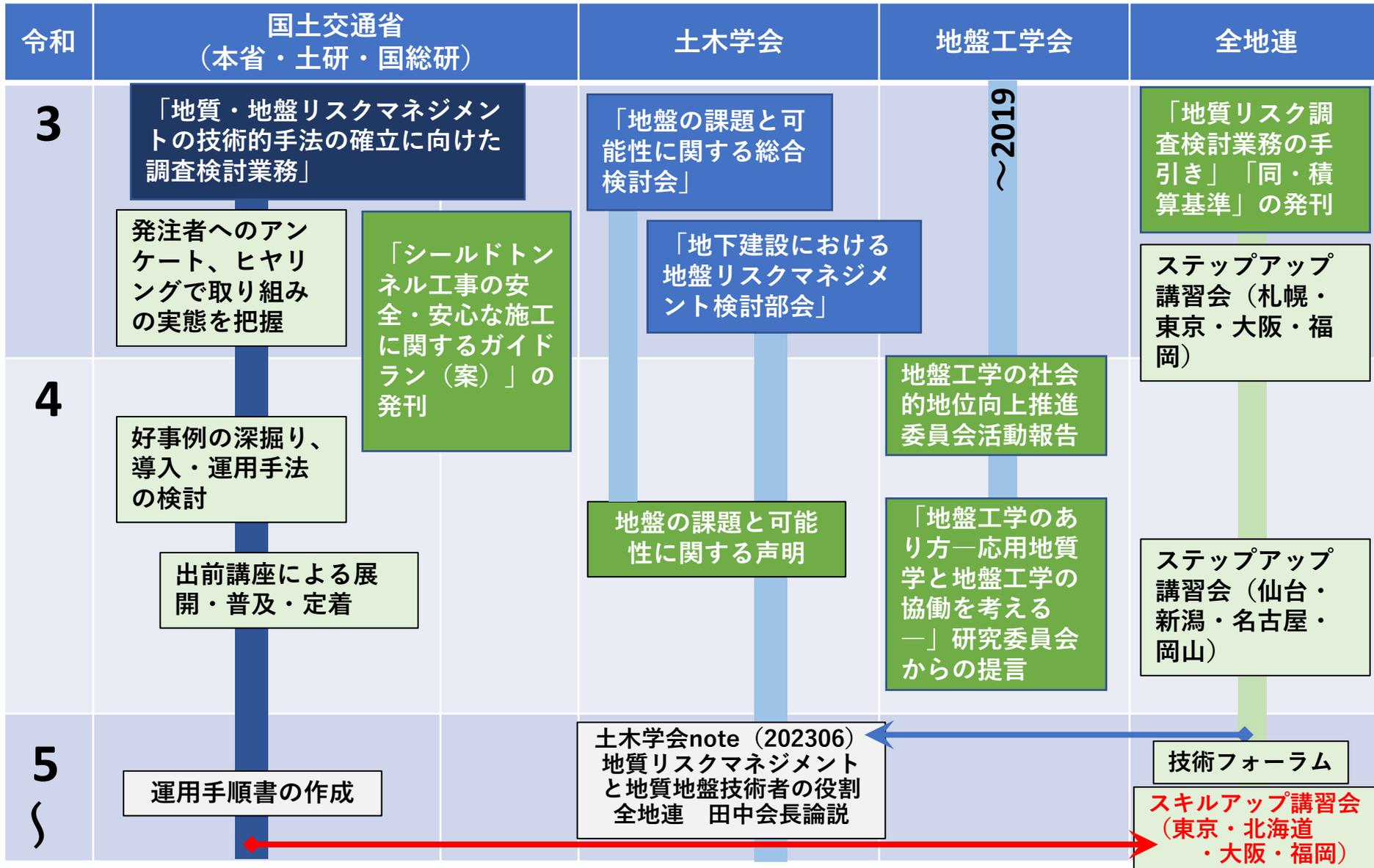
2.2 施工段階: 高速道路の施工中に顕在化した地すべりを最小限に回避した事例

2.3 維持管理段階: 地質リスクを考慮した道路のり面の維持管理計画案の策定事例

3. 発注動向

4. 地質リスクマネジメントに係る今後の動向

4. 地質リスクマネジメントに係る今後の動向



4.地質リスクマネジメントに係る今後の動向

◀本日の講習会

『手引き』、いくつかの事例、発注動向について説明

◀地質リスクマネジメントの領域【将来性】

全地連は、「地質リスクマネジメント」に係る技術領域を社会実装することにより、公共や民間等の建設事業に大きなメリットを生むものとする

◀体系化と技術の向上が必要不可欠【課題】

現状における地質リスクマネジメント技術は、発展途上にあり、今後も様々な試行を繰り返しながら向上させる必要がある

◀産学官の連携が重要【課題対応】

上記の課題に対しては、事業者、地質技術者、設計技術者、施工技術者、点検技術者などの関係者、それを支援する産官学の専門家等の連携が重要

4.地質リスクマネジメントに係る今後の動向

◀リスクマネジメントに係る知識の習得

関係者全員:リスクマネジメントの枠組みに関する基本的な知見を習得

担当する技術者:マネジメントに関する個々の手順、専門的な知見の取得、
コミュニケーション能力の向上

◀地質リスクマネジメントに係る啓発活動と実践

地質・リスク・マネジメント ⇒ 地質リスク・マネジメントへ!
 ? ? ? ○ ◎

不確実性の取扱に関するプロフェッショナルであることと同時に、解りやすい説明で、理解の得られるマネジメントを実践(BIM/CIM技術の活用)

◀地質リスクマネジメント技術の継続的な向上

地質リスクマネジメントの実践、その他事例集積と分析による学習、
要素技術(効率的な調査技術、新技術活用)、関連領域の知識など

最後に

- ようやく、“**地質リスク**”という言葉が認知されるようになった。
- 目に見えない地下に潜む“**不確実性を持った多様な地質的課題**”に対して、対処や判断を誤ると、事業に大きな影響を与える“**地質リスク**”として顕在化する。
- リスクマネジメントの概念は古くから存在しているが、社会環境の変化や自然環境の変化、価値観の多様化によって、対応すべき課題はより多く複雑化し、**判断の難易度**は上がっている。
- 近年、事業実施にあたっては、効率性や合理性がより求められるようになり、そのためには、“**適切な判断**”が重要になってきた。
- 構造物を地盤に設置する以上、**地質リスクはゼロにはできない**。
- 地質・地盤の有する不確実性への理解を共有し、避けるリスクと取るリスクを合意して判断し、取るリスクに対しては適切に対処する。
- 地質リスクマネジメントは、**不確実性のある地質情報を上手に取り扱いながら、事業者を的確に支援(事業者判断支援)するための技術**である。

地質リスクマネジメントは、事業の効率性と合理性を高めるための手段！

ご清聴有難うございました



道路土工における 不確実性の段階的な低減

～地質地盤リスクマネジメントの
必要性と実施～

(国研) 土木研究所
地質・地盤研究グループ長
宮武 裕昭

道路土工における原則

- ▶ 道路土工構造物は、計画及び設計の前提となる条件の設定に対して、実際お現場において生じる不確実性が大きいという特徴を有している。
- ▶ 道路土工構造物の性能を確保するためには、調査、設計及び施工において段階的に不確実性を低減していくことが重要である。

道路土工構造物技術基準・同解説p16

第3章 道路土工構造物に関する基本的事項 解説

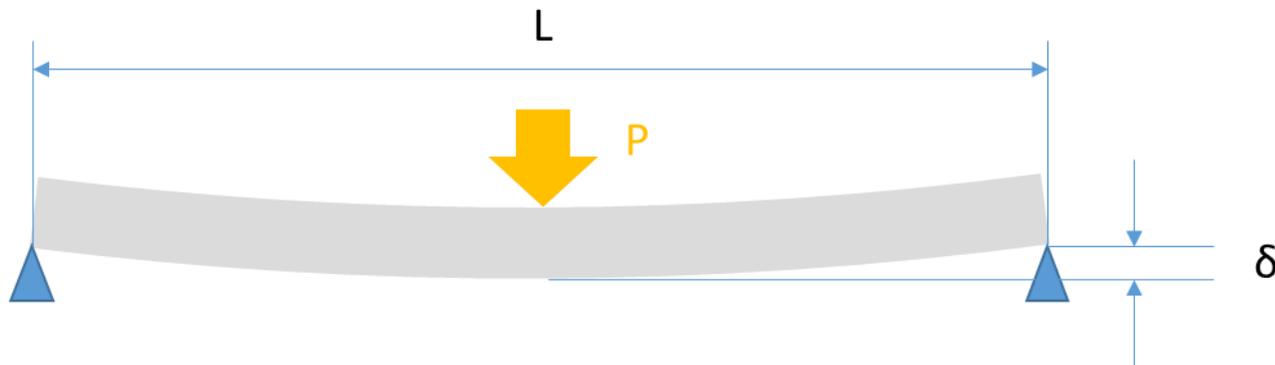
土工における不確実性とは

- ▶ 一般には、調査によって明らかにしえないこと
- ▶ 『道路土工構造物の基礎地盤を例としてみると、調査の段階でボーリング等の調査を密に実施することにはおのずと限界があり、ある程度の不確実性を残さざるを得ない。』（道路土工構造物技術基準・同解説、第3章道路土工構造物に関する基本的事項）

調査によって明らかにできない不確実性も多く存在

構造力学の初歩問題

両端を支持された梁の中央に荷重をかけた場合のたわみ



$$\delta = \frac{PL^3}{48EI}$$

E:ヤング率

I: 断面二次モーメント

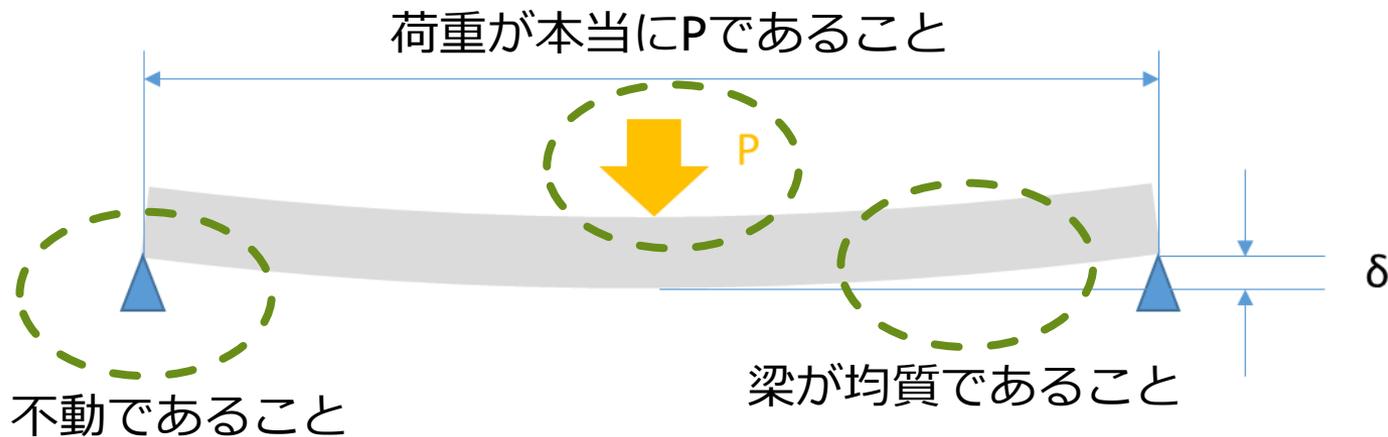
形状と δ がわかればPがわかる

Pがわかれば δ がわかる

δ が異常な値ならば異常な状態であることがわかる

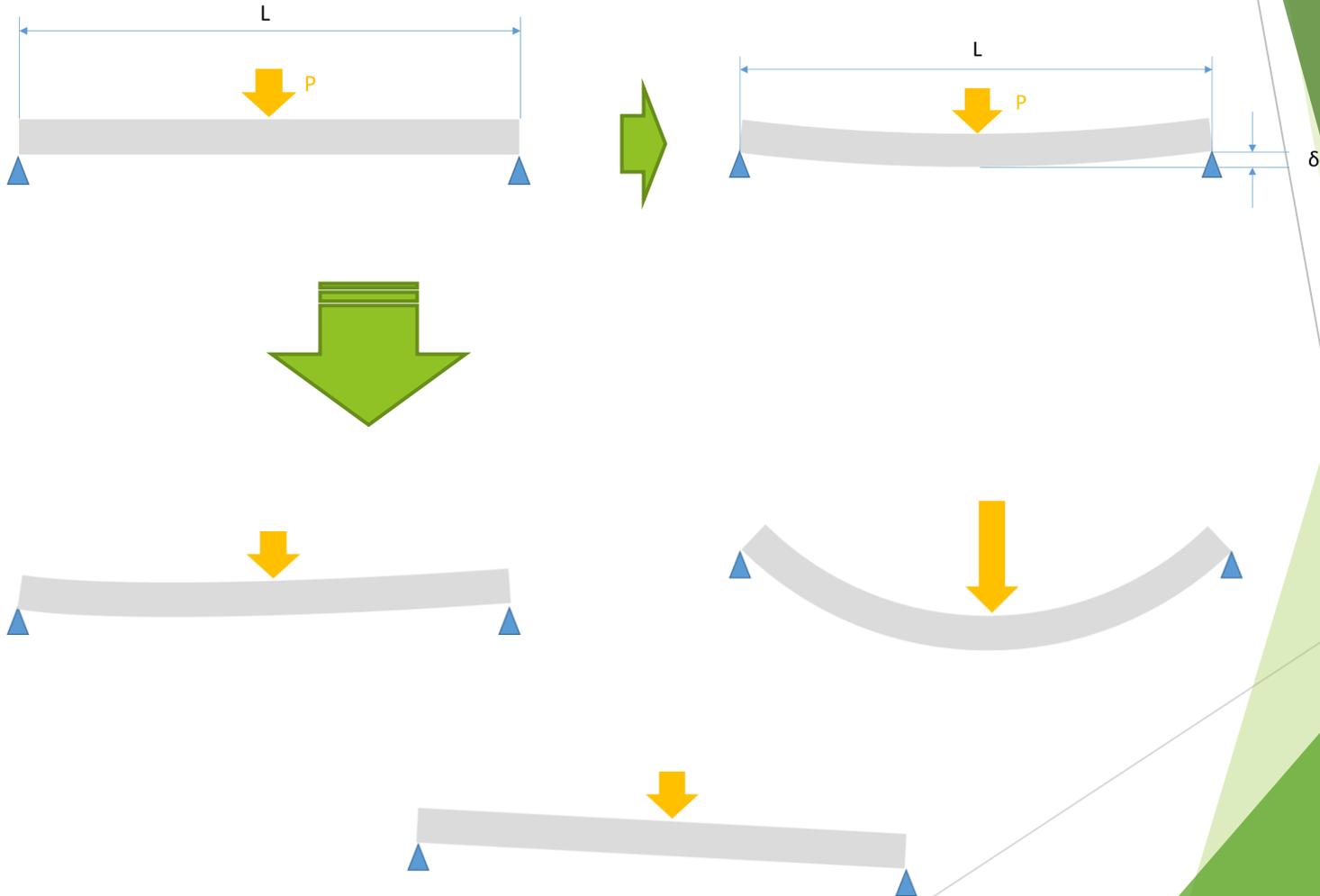
構造力学の初歩問題

両端を支持された梁の中央に荷重をかけた場合のたわみ



問題に明記されていない、当然の前提が存在

問題の前提が違うと 難しさの次元が異なる

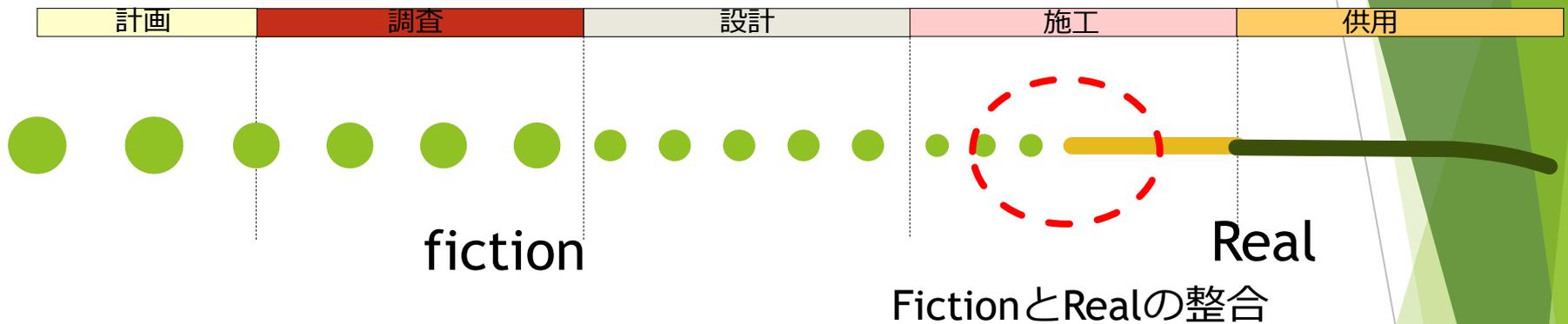


前提を成立させるための努力・条件 (橋梁の場合)

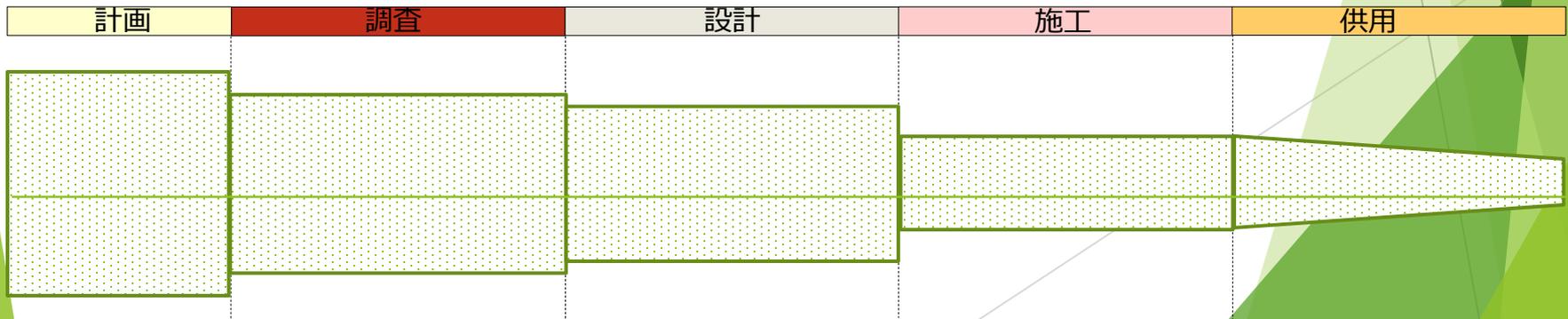
- ▶ 梁が均質である
 - ▶ 使用する材料を厳しく規定
コンクリートの場合・・・配合、現場試験、施工の規定
- ▶ 支点が不動である
 - ▶ 橋台、橋脚の基礎は必ずジャストポイントボーリング
 - ▶ 直接基礎の場合、支持層も堅固なものに限定
(堅固な支持層の方がばらつきは小さい)
- ▶ 荷重は主に重力起因
(土圧に比べてばらつきが圧倒的に小さい)

不確実性と性能の考え方

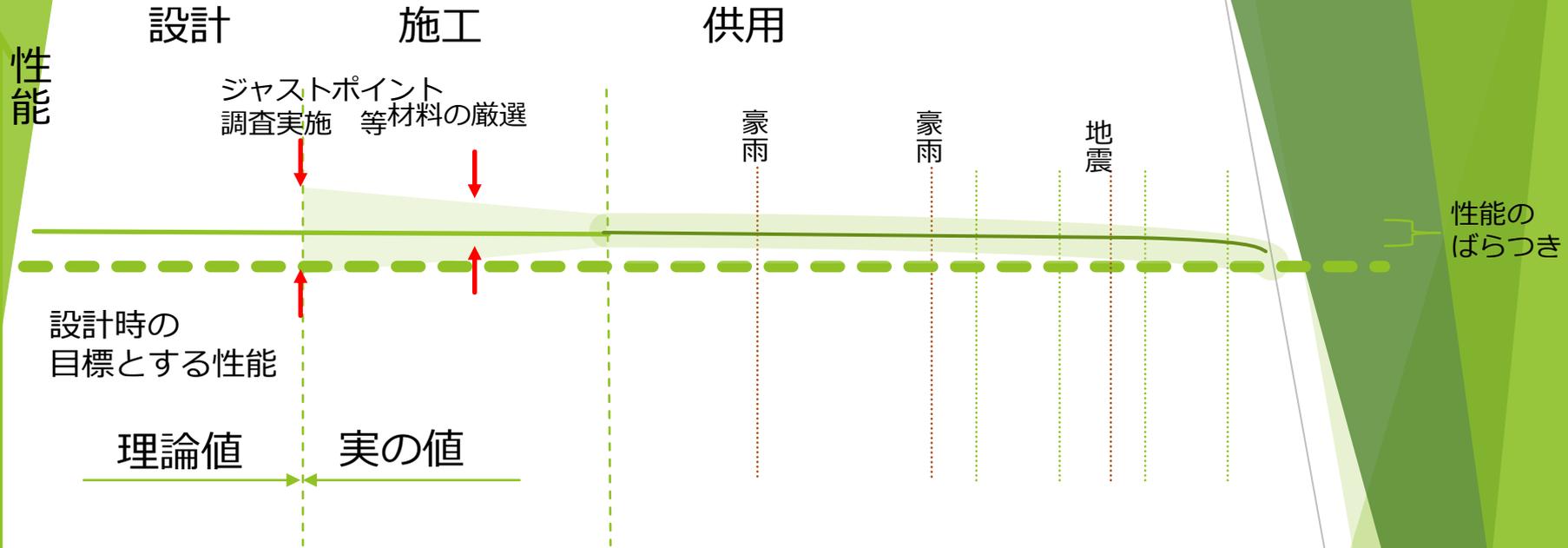
不確実性が非支配的な系（人工物、鋼、コンクリートなど）



不確実性が支配的な系（土工）



鋼構造等の性能曲線のイメージ



※施工の段階でばらつきを十分に小さく絞ることが可能。
供用後の性能の不確実性は、線として取り扱えるレベル→性能曲線

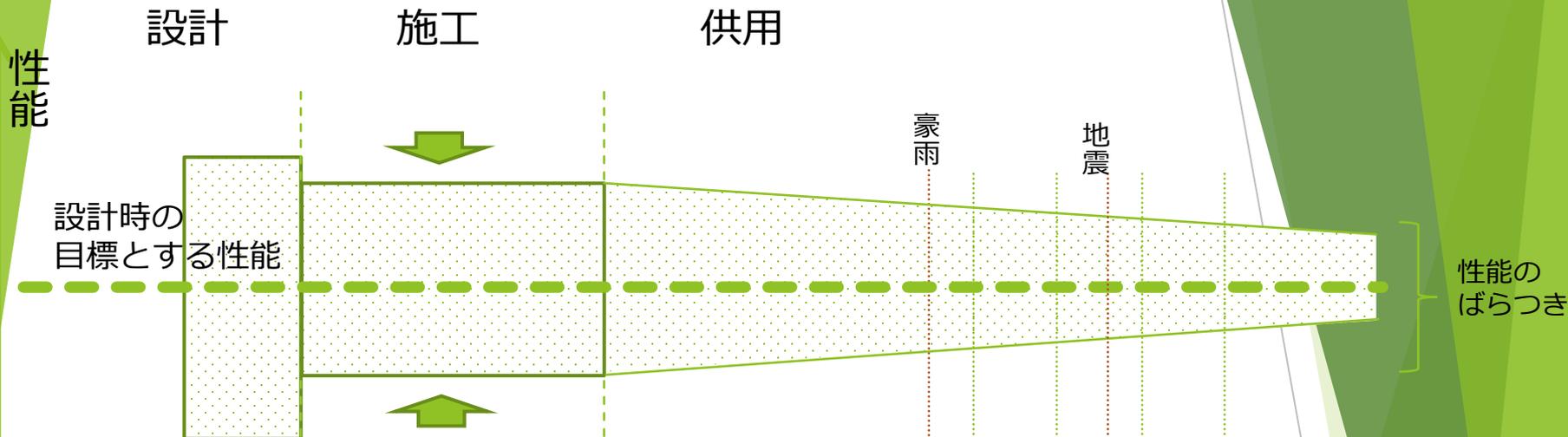
鋼構造物等のマネジメント（Control型）

- ・ 設計及び施工の段階で不確実性を徹底的に排除。
- ・ 供用の段階で、個々の構造物について、理論上の性能からの逸脱を発見し、逸脱幅を推定、修正していく方針（→Control）

供用時に壊れる原因は、

- ・ 設計想定外の作用
- ・ 材料不良もしくは施工不良

土構造物の性能曲線（？）のイメージ



設計に用いる物性値の
多くが仮定

入念な施工で大きく
ばらつきを減らせる

※設計の段階からばらつき大
(照査法のもつ不確実性が大、
材料が決まっていない、基礎地盤がよくわからないなど、
多くの物性値が仮定)

施工の段階でばらつきを小さく絞ることが困難。

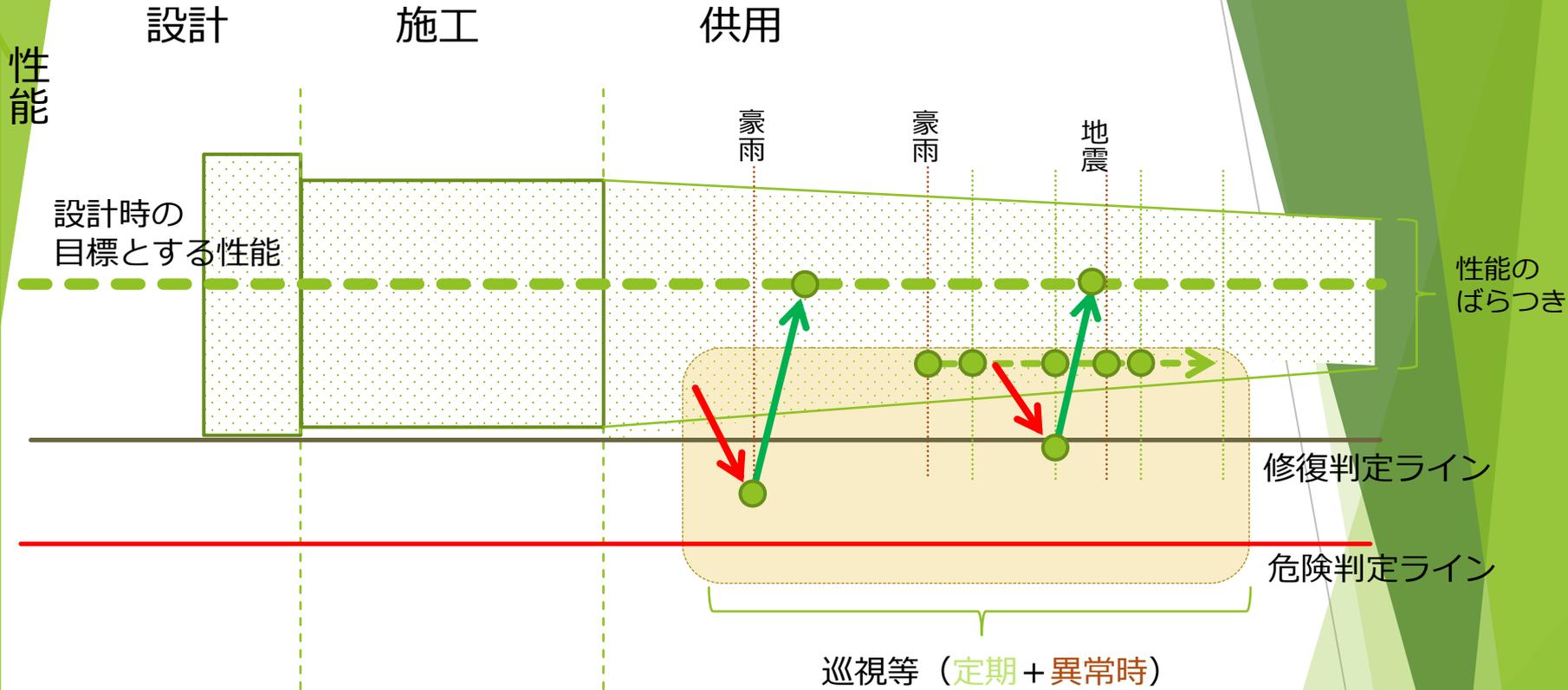
(材料のばらつき、品質管理手法の持つ不確実性、施工のばらつき)

供用後の性能の不確実性は、線として取り扱えるレベルにならない

→性能“雲” ？

壊れていない盛土の性能は推定することができない。

土構造物の性能雲のイメージ



※変状・損傷は検知できるが、劣化シナリオは不明

点検における検知範囲

土構造物等のマネジメント



経過観察



機能にかかる損傷



機能回復措置

- ・設計の段階で最も大きな不確実性を有するが、段階を踏んで不確実性が減少していく。
- ・供用の段階では経験降雨等により不確実性は減少する。
- ・巡視等により機能にかかる損傷を見つけ、設計時に目標とする性能への回復措置を行い、土構造物群として不確実性を減少させていく。

設計や施工に明確なミスがなくても少ない確率で損壊する

リスクの見える化とは？

- ▶ 不確実性の低減には限界がある
 - ▶ 調査や解析などの努力によって減らせる部分
 - ▶ 努力で減らせない部分
技術的限界、制度的限界、経済的限界・・・
- ▶ 努力しても減らせない部分を減らしたかのように見せることは極めて危険

斜面とみると安定計算したくなる技術者の性



C、φ

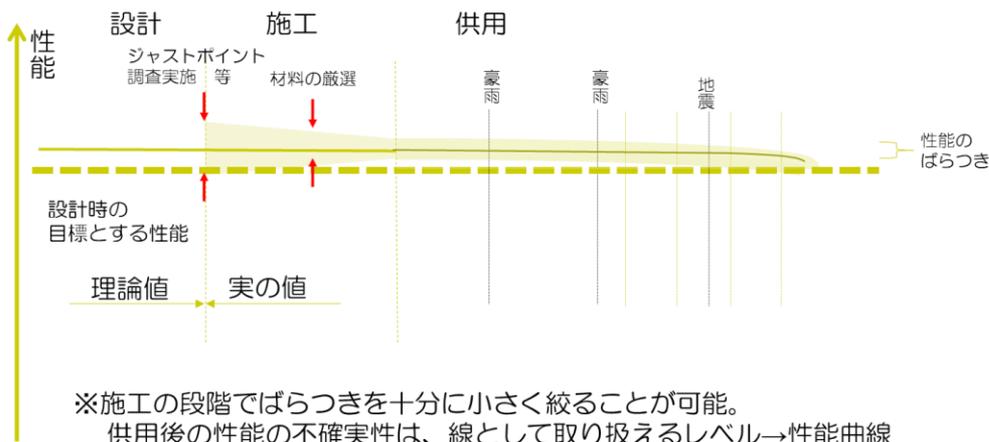
$$F_s = \frac{R \{ \Sigma W \cdot \cos \alpha \cdot \tan \phi - \Sigma U b \cos \alpha \tan \phi - \Sigma k h W \sin \alpha \tan \phi + \Sigma c l \}}{R (\Sigma W \sin \alpha + \Sigma h / R k h W + P w_1 \Delta Y_1 / R + P w_2 \Delta Y_2 / R)} > 1.2$$



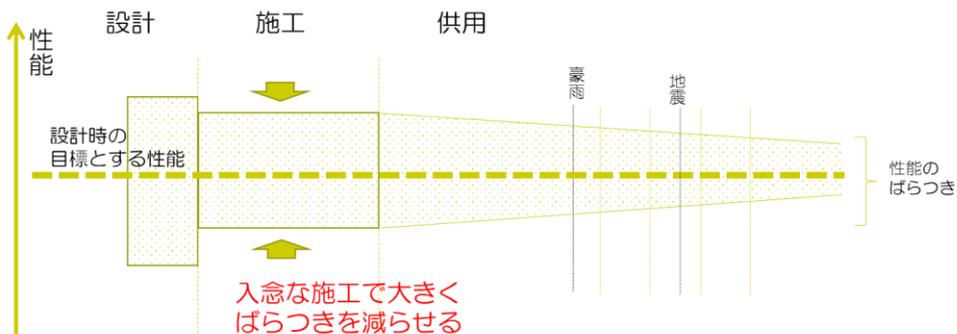
前提の正誤は計算結果からは判定できない

鋼構造等

鋼構造等の性能曲線のイメージ

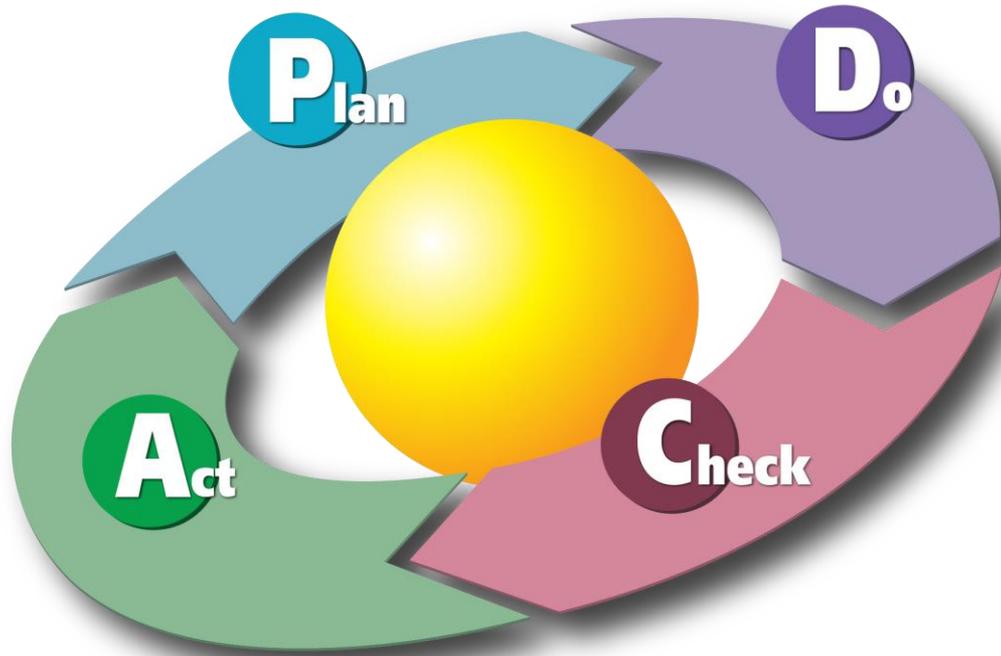


土工構築物



※設計の段階からばらつき大
 (照査法のもつ不確実性が、
 材料が決まっていない、基礎地盤がよくわからないなど、多くの物性値が仮定)
 施工の段階でばらつきを小さく絞ることが困難。
 (材料のばらつき、品質管理手法の持つ不確実性、施工のばらつき)
 供用後の性能の不確実性は、線として取り扱えるレベルにならない
 →性能“雲”？

PDCAサイクル



"Diagram by Karn G. Bulsuk
(<http://www.bulsuk.com>)".

PDCAサイクルの中心には何があるのか？

人工物の場合：あるべき状態、性能曲線

土工の場合：回避すべき状態、~~性能雲~~

→リスク分析

地質・地盤リスクマネジメント

- ▶ リスクマネジメント：
リスクアセスメント+リスク対応
- ▶ リスクアセスメント：
リスク特定+リスク分析+リスク評価
- ▶ リスク特定：リスクを発見、認識及び記述するプロセス。
- ▶ リスク分析：リスクの要因と特性、結果の起こりやすさと影響の大きさを把握し、リスクレベルを決定するプロセス。
- ▶ リスク評価：リスク分析の結果をリスク基準と比較し、リスクへの対応方針を決定するプロセス。

参考：土木事業における地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン
令和2年3月

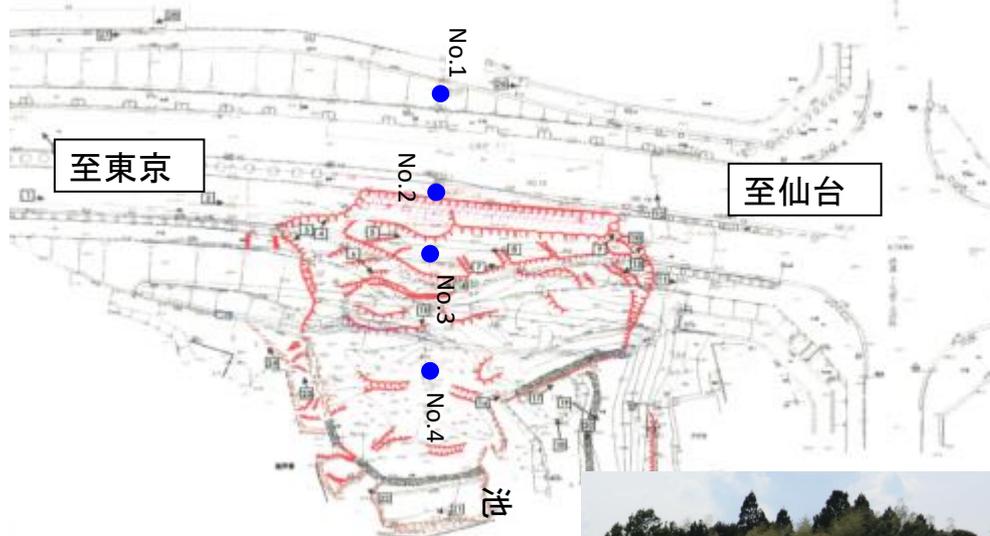
国土交通省大臣官房 技術調査課

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検討委員会

東日本大震災の盛土の被災事例

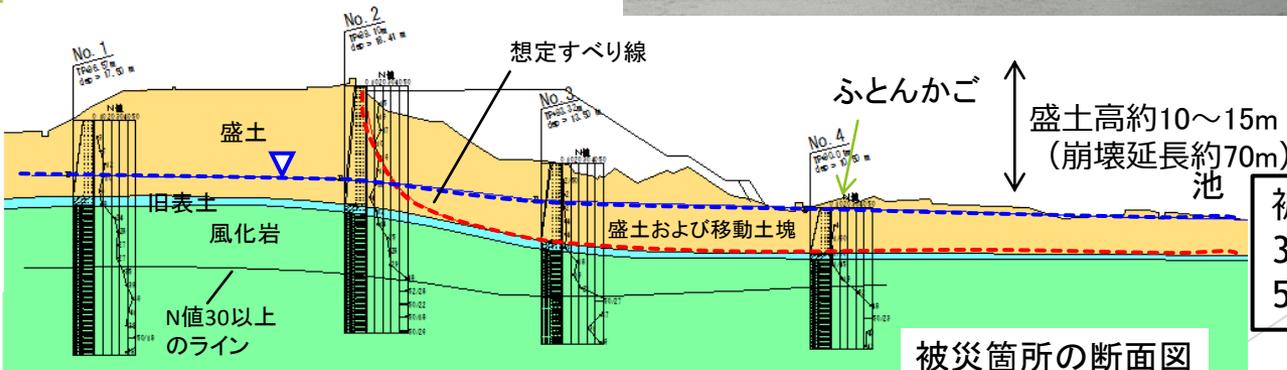
国道6号福島県双葉郡広野町（谷埋め盛土）



平面図

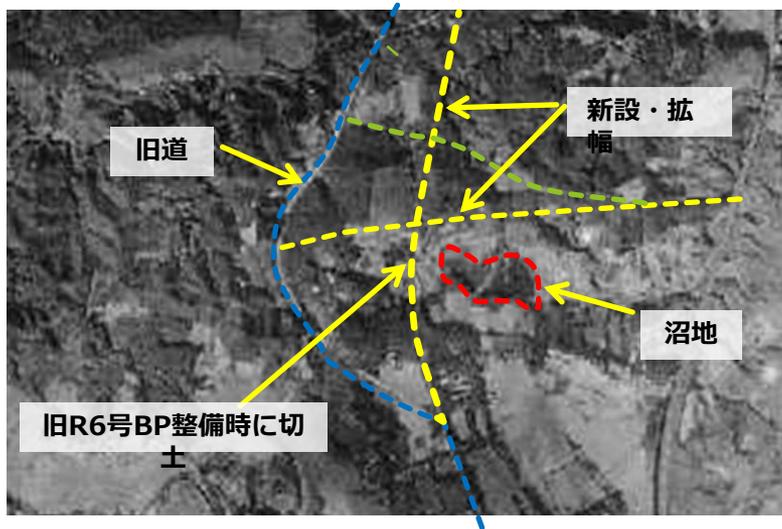


沼地に接する沢部を埋めた盛土（盛土高10～15m）が上り2車線を含んで幅約70mにわたり崩壊。埋立て造成したと推定される沼地公園と連続する基盤部（盛土）の液状化による崩壊。



被災後の交通規制状況：
 3/11 片側1車線片側交互通行
 5/6 片側2車線確保（対面通行）

※全止めによる規制なし



道路と沼地の位置関係（1947年米軍撮影）
2つの沢を埋め、道路とあわせて沼地の公園を整備



公園と道路盛土との境界にはふとんかごが設置されており、盛土基盤部には排水層が設置されている。道路盛土部は比較的乾燥していたが、ふとんかご位置以深は湿っている。写真中央下の水面は沼地の水面とほぼ同じ。



公園内は沼地周辺をミニゴルフ場として整備。崩壊箇所はその部分が大きく（20m程度）流動しており、基盤面の液状化に伴う側方流動による崩壊と推定される。

地質・地盤リスクマネジメント

リスク特定

リスクを発見、認識及び記述するプロセス。

沢埋め、地盤の傾斜、旧沼地の存在を認識

リスク分析

リスクの要因と特性、結果の起こりやすさと影響の大きさを把握し、リスクレベルを決定するプロセス。

リスク評価

リスク分析の結果をリスク基準と比較し、リスクへの対応方針を決定するプロセス。

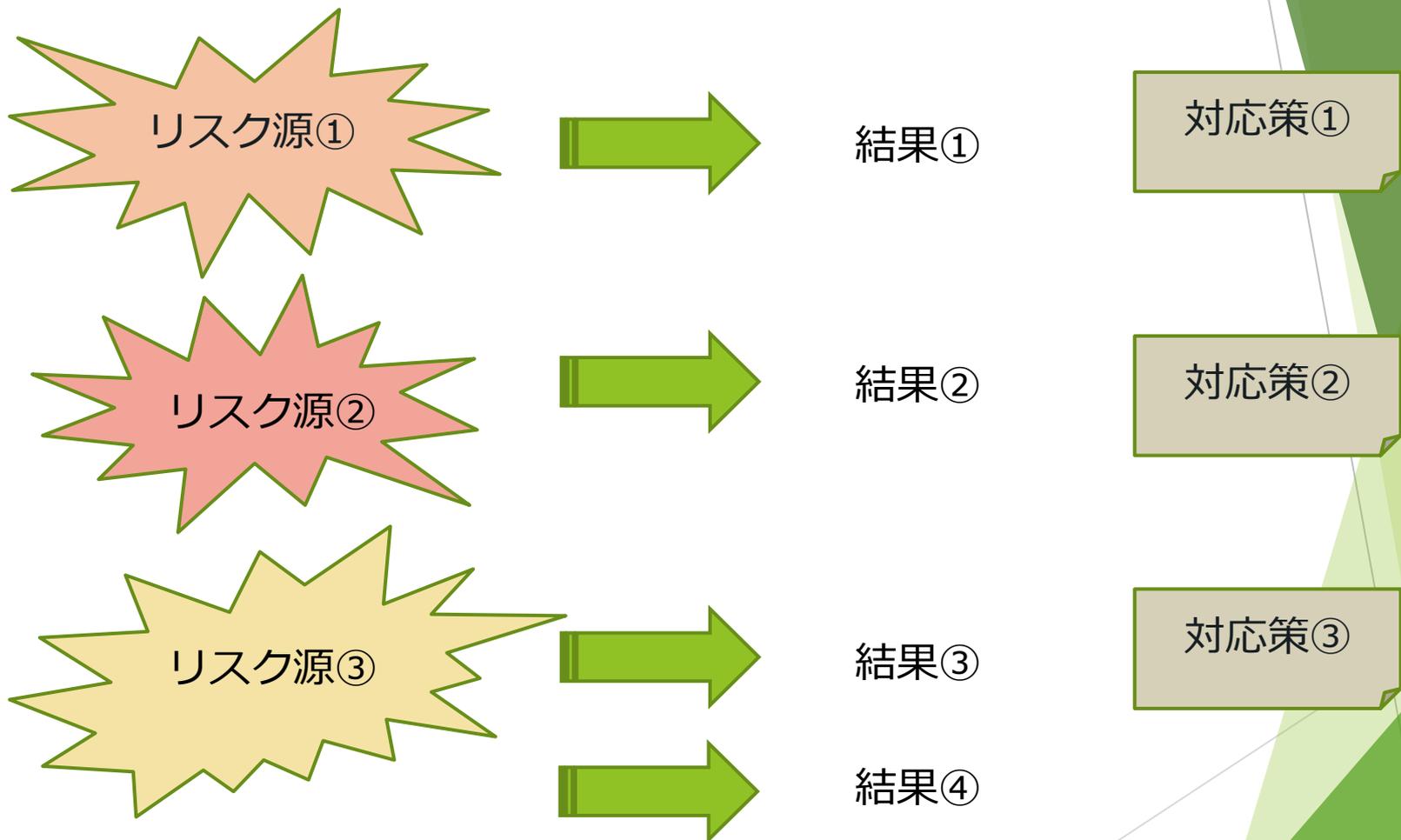
安定照査を実施、ふとんかご設置を計画

リスク対応

リスクを修正するプロセス。
回避、低減、移転、保有等の対応策の選定と実施。

リスクアセスメント

リスクマネジメントの失敗



見つけたすべてのリスクに対して、対応を講じるだけで満足してしまう
一つのリスク源から発生する結果は一つとは限らない

調査・計画

設計

施工

供用

確度の高い情報

地形図
地質図
Br結果
試験結果



成果
【図面等】

【留意事項】

一部反映

確度の低い情報

確認できないが地形等から懸念される要因等



設計に反映されなかった不確実性が施工時や供用時に不測の事態として発現

確度の低い情報の成果への反映方法が確立されていないため伝達の取りこぼしが発生

対応に失敗



基本的考え方：
事業の進捗に伴って確度の低い情報を減らそうとする

調査・計画

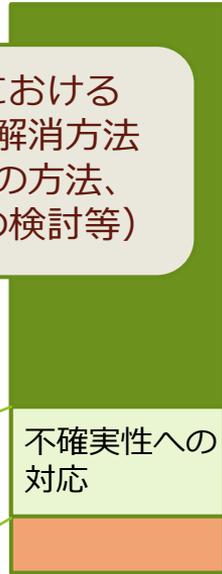
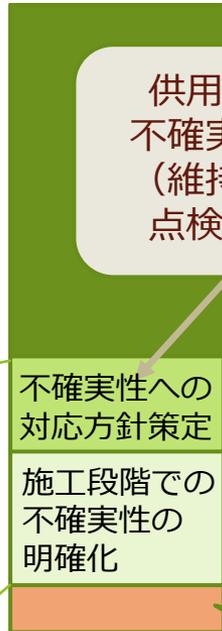
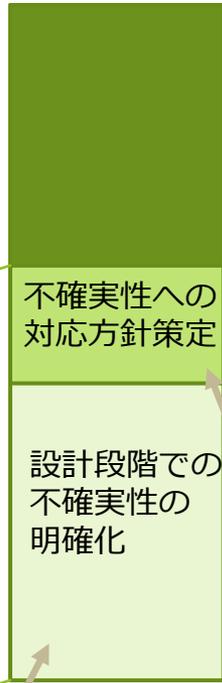
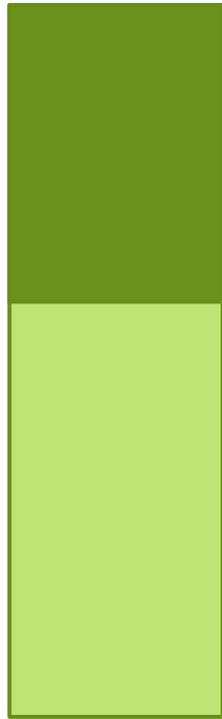
設計

施工

供用

確度の高い情報

確度の低い情報



供用段階における不確実性の解消方法
(維持管理の方法、点検手法の検討等)

施工・供用段階における不測の事態発現を低減

確度の低い情報の成果への反映方法の確立（様式・定型化、体制等）により、施工段階への伝達の取りこぼしを減少させる

施工段階における不確実性の解消方法（追加調査の実施、観測施工の提案、補助工法の選定等）

基本的考え方：
事業の進捗に伴って確度の高い情報を増やしていく

『不確実性を段階的に低減』とは

- ▶ 事業の各段階で安全性、適合性を検証・確認することではない
- ▶ 起こってはならない結果のイメージを事業を通じて共有すること
- ▶ 現場の条件から、「起こってはならない結果」を想起するイメージカこそが肝要

地質・地盤技術者の技術力

地質・地盤リスクマネジメントにおける発注者の役割とは

- ▶ 事業のライフサイクルを通じた不確実性の低減を一貫して実行できるのは事業者（≡発注者）のみ
- ▶ リスクマネジメントの責任はそのリスクを最も適切に処理できる者が担うことが望ましい
→不適切なものに責任を負わせると、不合理が発生
- ▶ 地質・地盤リスクマネジメントのガイドライン
–関係者が ONE-TEAM でリスクに対応するために–
- ▶ よいTeamとは：
Teamを構成する個々が、自分の役割だけでなく、Teamの目的を理解して動くTeam