

ILC関連施設設計・施工・維持管理に資する 三次元地盤情報データベース・システムの構築

DEVELOPMENT OF GEOTECHNICAL DATABASE
SYSTEM FOR USE IN ILC-RELATED PLANT
DESIGN, CONSTRUCTION AND MAINTENANCE

西山昭一^{#, A)}, 横山幸也^{A)}, 松下典史^{A)}, 下山昌宏^{A)}, 吉兼理説^{A)}, 下山奈緒^{A)}
佐貫智行^{B)}

Syoichi Nishiyama^{#, A)}, Tatsuya Yokoyama^{A)}, Norihumi Matushita^{A)},
Masahiro Shimoyama^{A)}, Masanori Yoshikane^{A)}, Nao Shimoyama^{A)},
Tomoyuki Sanuki^{B)}

A) OYO corporation

B) Tohoku Univ



【本日の発表内容】

1. **なぜ地盤情報DBが必要か**
 - (1) 地盤リスクとは
 - (2) DBを作る目的
 - (3) 地盤情報とは
 - (4) 三次元地盤モデルとは
2. **DBシステムの機能**
 - ・登録、参照、地質解析機能
3. **まとめ**
 - ・課題、展開、展望

◆地盤(地質)リスクの定義

①地盤(地質)の**不確実性**そのもの

- ・不可視(深し)で十分な情報が得られない
- ・地質の成り立ちや分布・構造には**地域性**がある

②事業に**損失をあたえる地質事象**

「望ましくない地質事象の生起確率とその事象の大きさの組み合わせ(脇坂 2008)」

土木構造物の施工に際し地盤リスクを正確に把握し、適切な対策をとる必要がある

<ILCの地盤リスク>

◇ILCサイトは安定的な岩盤を適地とする
⇒国内では花崗岩分布域に相当

しかし、局所的には断層破碎帯、風化による脆弱層、湧水帯など、建設事業や工程に影響を与える地質リスクの可能性はある

例えば、地下大空洞に要求される“基本性能”とは

- ・長期的な岩盤空洞の安定性が確保されること
- ・地震時の空洞安定性が確保されること
- ・岩盤の変位が実験に影響を及ぼさないこと
- ・伝播してくる各種振動が実験に影響を及ぼさないこと
- ・実験装置に影響を及ぼすような湧水や滴水がなく室内環境が適正に保持されること

ILC施設の土木工事に関するガイドライン策定
(宮原 2014)

地盤リスクはILC地下施設に限ったものではなく、
地形・地質の類似性から地上施設や周辺地域も直
接・間接的に同じ状況に置かれる



地盤リスク情報を**ILC施設と地域全体**で考え
蓄積・管理・運用すべきものである

提案



ボーリング調査



職人

地質屋

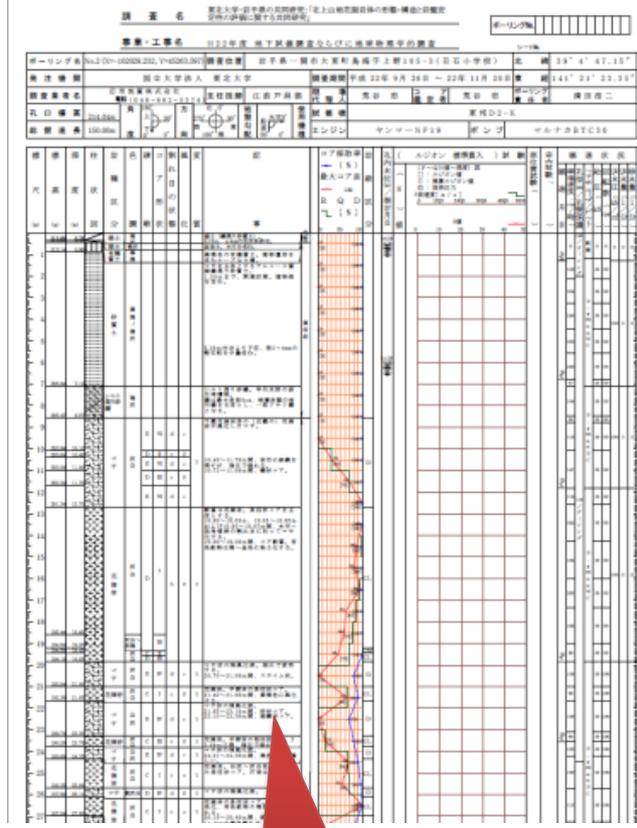
職人

コア



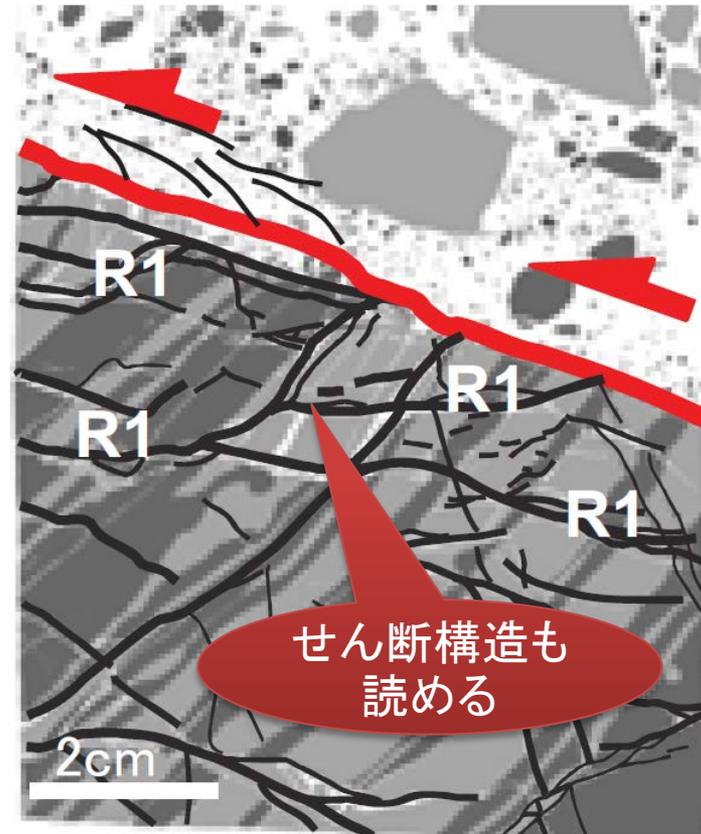
線の情報

柱状図



記載・記録

高品質ボーリングから読み取れる
岩盤組織の変形

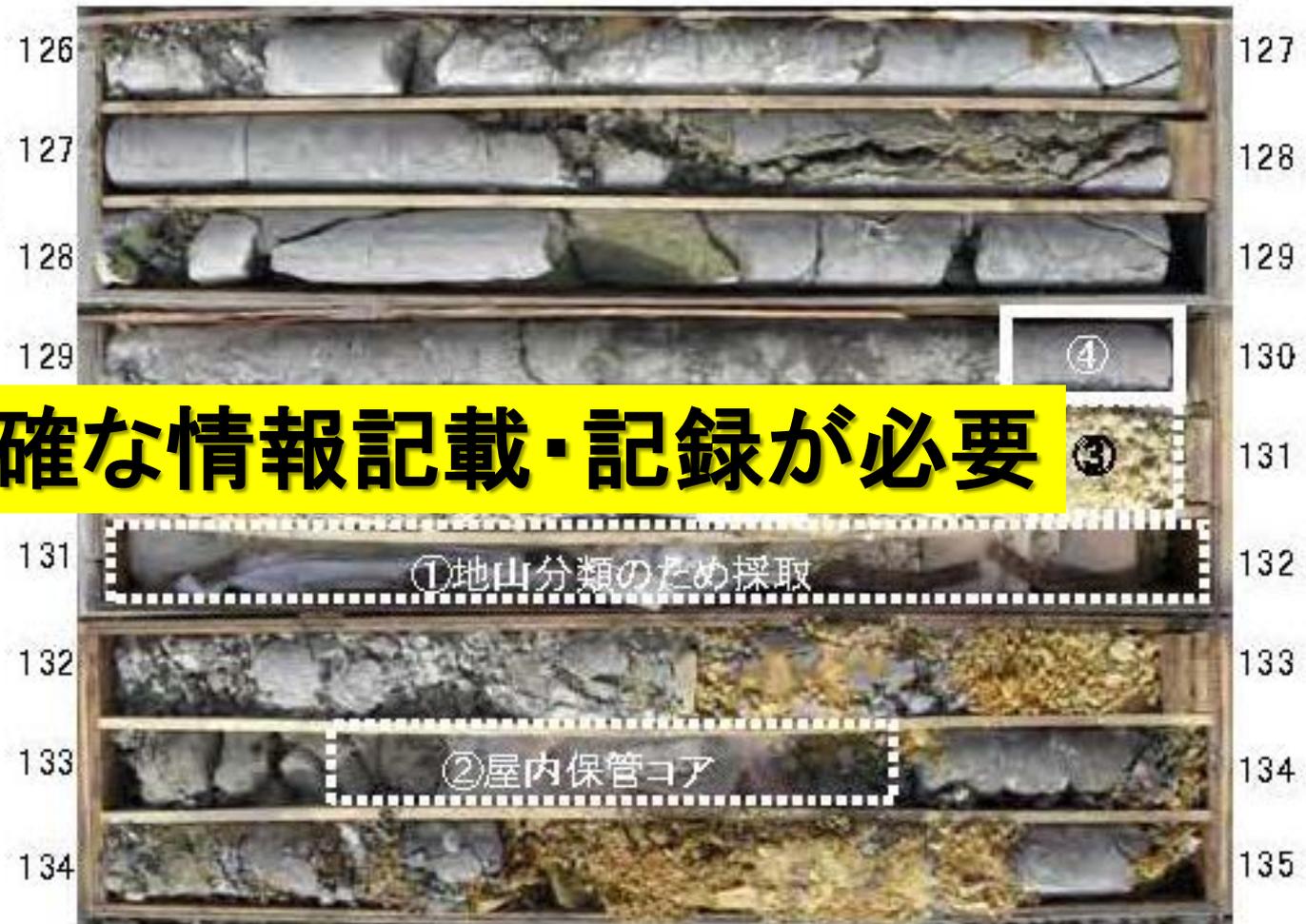


すべり層のサンプリングと認定方法に関する研究
(土木研究所共同研究報告書 2013)

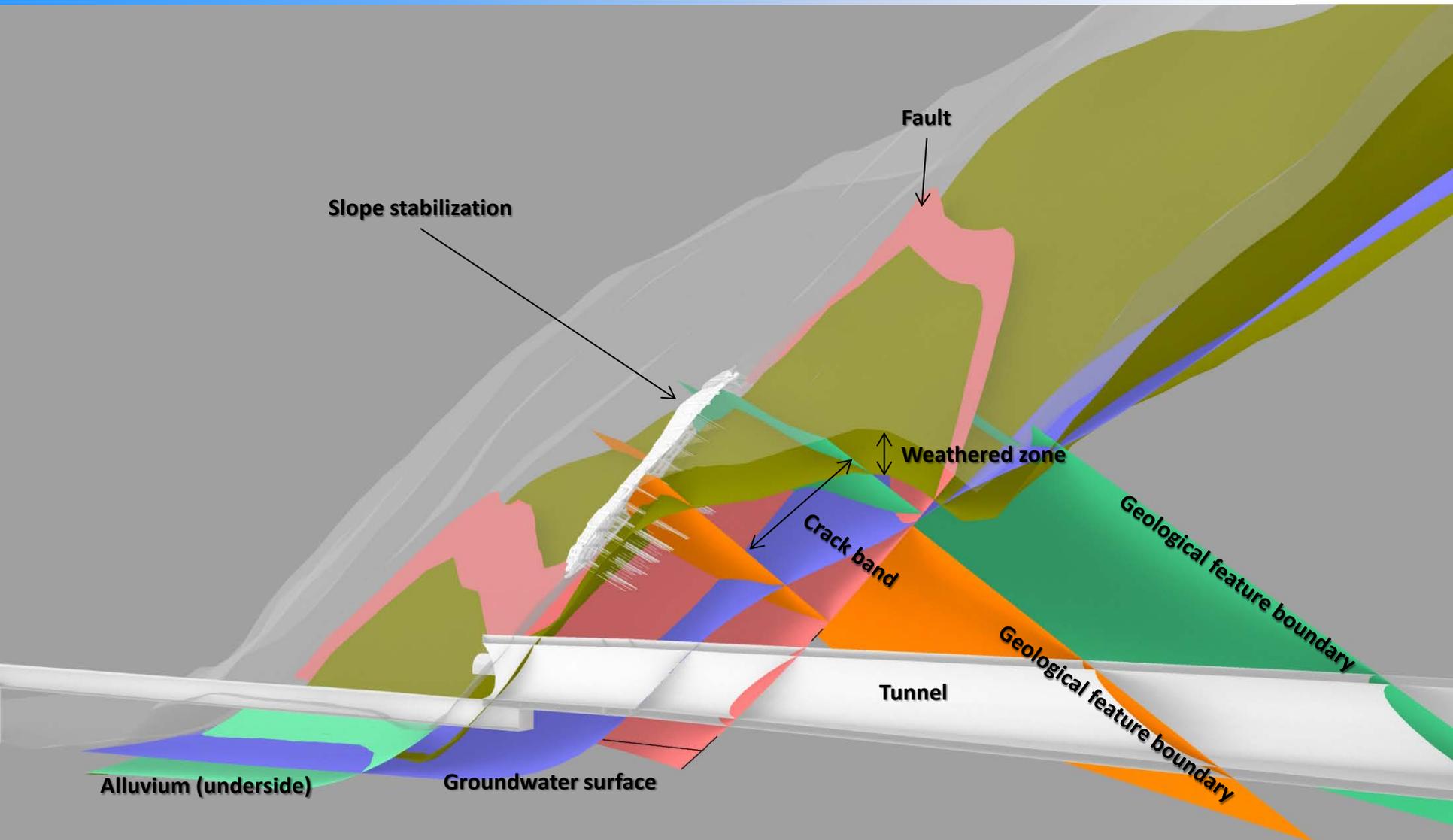
ボーリングコアの劣化

6年5ヶ月経過

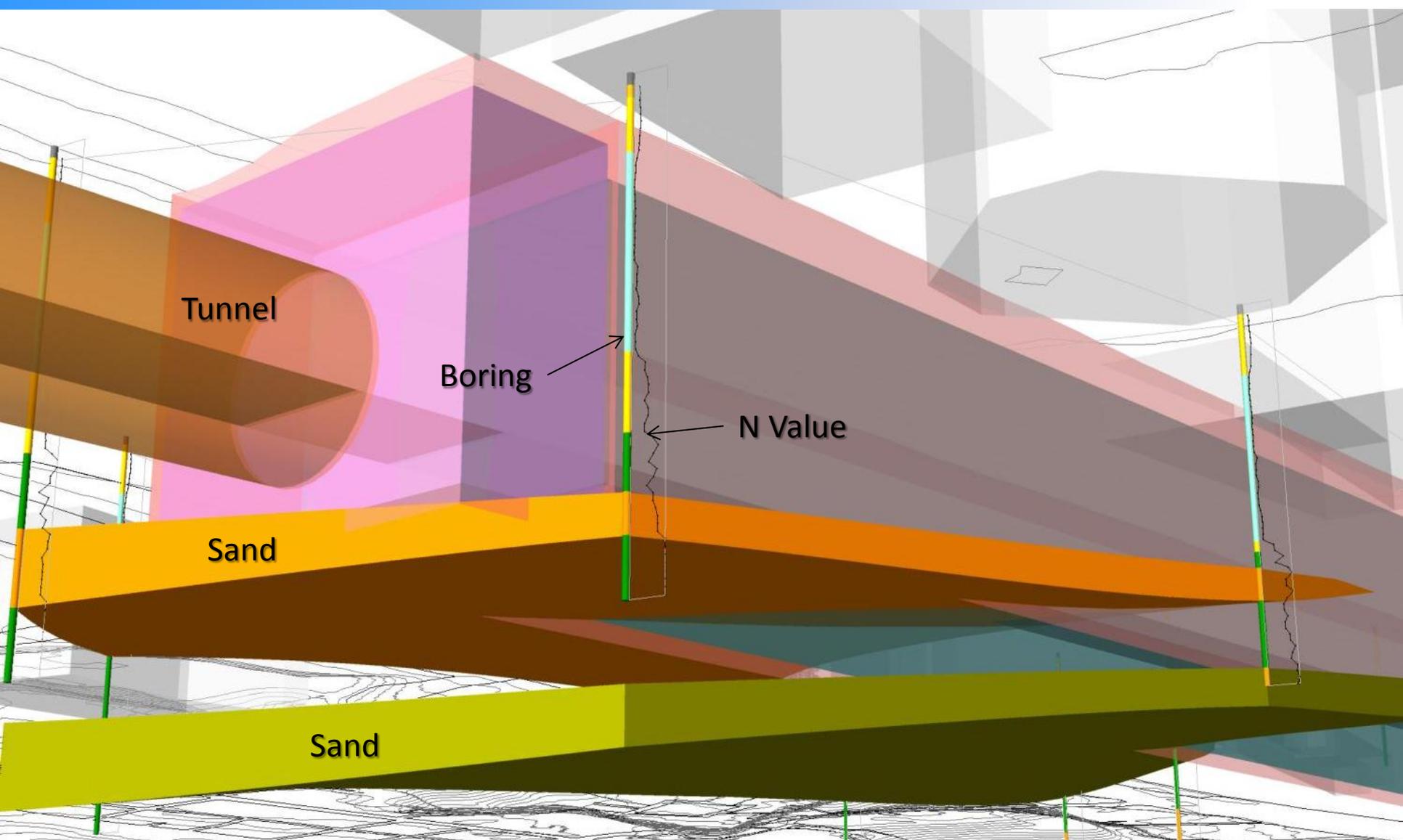
正確な情報記載・記録が必要



掘削後のボーリングコアにおける岩石性状の変化と特徴について (岡崎, 伊東 2012)



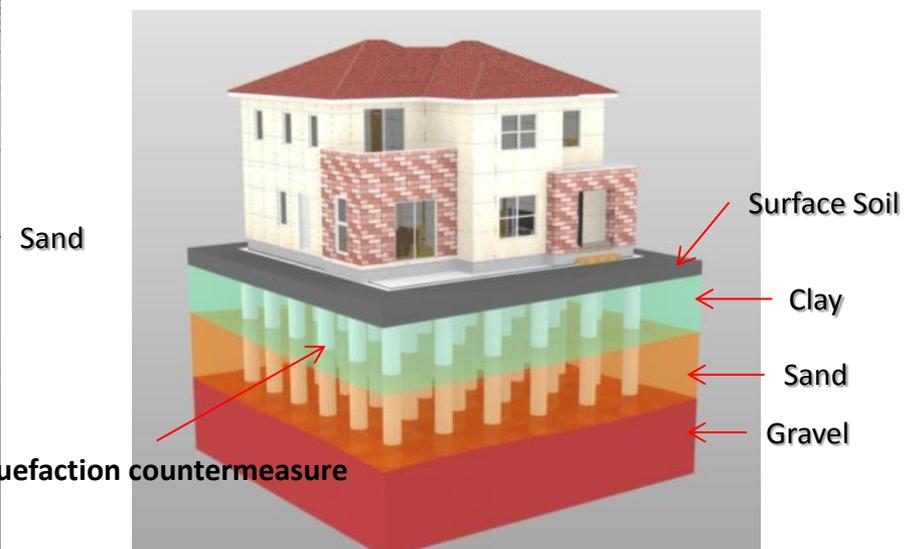
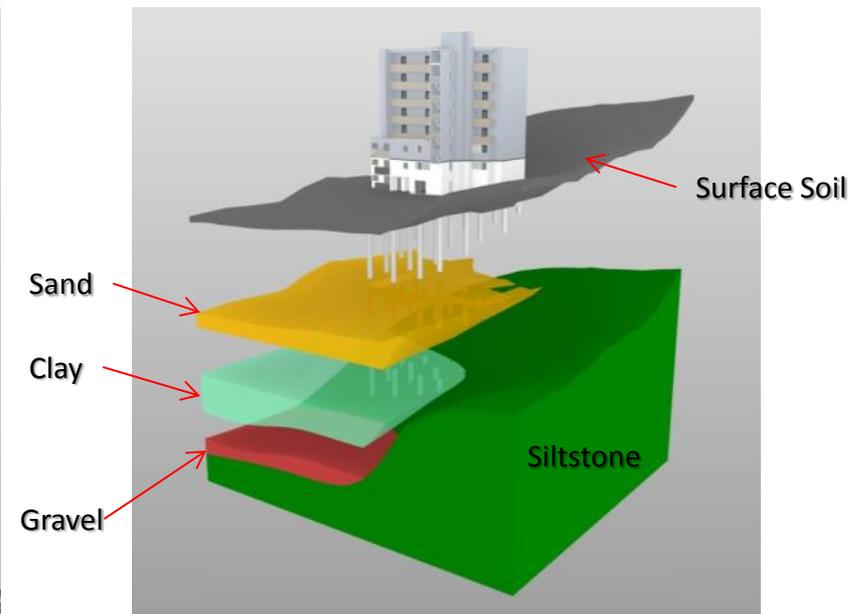
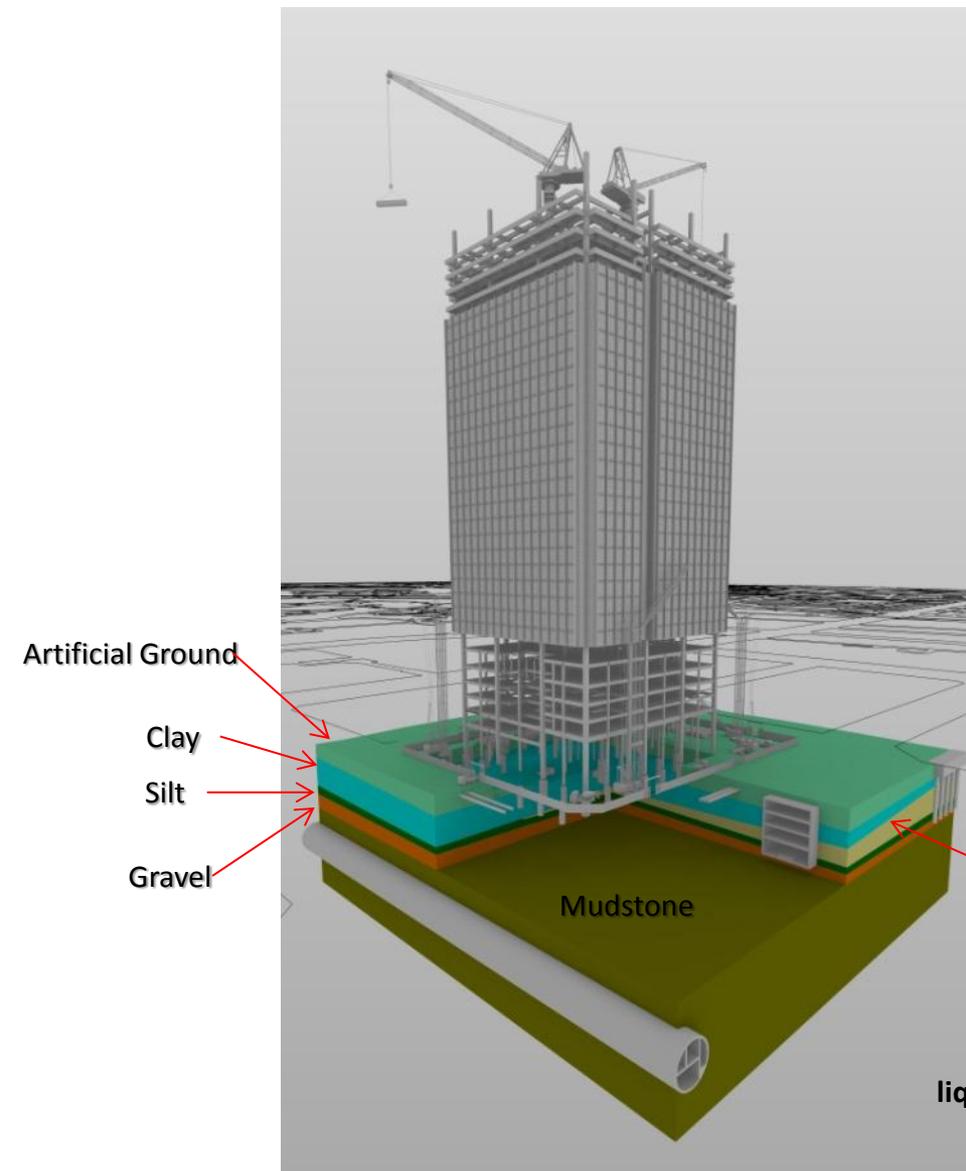
地質調査に基づき、構造物に影響のある地質構造をモデル化する
⇒ 三次元CGで表現したもの(三次元地盤モデル)



On underground tunnel construction, groundwater flow is a potential negative factor which may cause project delays and liquefaction. 3D geotechnical modelling is applicable for estimating aquifer distribution, spring water location and simulating ground settlement and its range.

1. なぜ地盤情報DBが必要か

(4) 三次元地盤モデルとは



For the secure urban development on soft ground, it is important to detect the depth of supporting stratum and the change in foundation strength. 3D geotechnical model is usable for understanding soft ground characteristics and foundation strength as well as estimating ground water level distribution, surface vulnerability and spatial distribution of liquefaction strength.

三次元地盤モデルの性能

(1) 地下に潜む地盤情報を“見える化”できる

- ① **二次元断面ではわからない**奥行き方向の地盤情報を可視化できる
- ② 対象構造物と地盤の相互関係が**三次元で把握し易くなる**
- ③ わかりやすい図を作成できるので**速やかな合意形成**に役立てられる

(2) 二次元/三次元CADで利用可能なデータを提供できる

- ① 自由な位置で**設計用の断面図**を作成できる
- ② 地質と構造物の**干渉チェック**や**ボリューム計算**が可能
- ③ **三次元CADで再利用**できる三次元形状データである

(3) モデル構築作業がシステム化されている

- ① **トレーサビリティを確保し**利用情報の追跡・モデルの更新が容易
- ② 新たな地盤情報を用いて**短期間でのモデル更新**が可能
- ③ モデル更新費が**安価**に抑えられる

機械・製造系三次元CAD/CAMの分野では当たり前かもしれないが
土木地質分野では発展途上

三次元地盤モデルの難点

① 事業段階のニーズに応じたモデルが必要

- ・事業段階（概略設計・詳細設計・施工等）により
モデルの要求範囲・精度が変わる

→ LODの観点が必要

② 三次元モデルデータだけが独り歩きしかねない

- ・作成方法の記録が無いと、モデルの信頼性や
更新方法がわからない
- ・モデルデータだけでは地盤リスクがわからない

→ 属性情報として付与

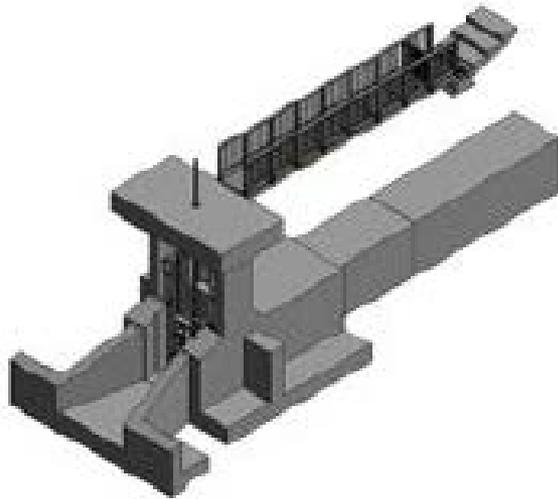
③ 地盤情報が更新・変化※する場合、適切なタイミングで モデル更新が必要となる

※変化：強度変化、風化、地盤沈下、斜面変動、地下水変動など

検討中

検討中

河川施設本体三次元モデルの LOD (Level of development) 検討例



LOD400

外形・接合部材・構成
部材を正確にモデル化
(鉄筋・ボルトまで)

既存河川施設の3次元モデル化における最適
詳細度と必要点検情報の解明に関する研究
(久保, 矢吹 2013)

費用対効果に応じてLODを設定する

＜三次元地盤モデルのLOD案＞

◆全LODでカバーすべきものは影響の大きいリスク情報

- ・その発現で**人命保持**に支障が生じること
- ・その発現で施設が**機能不全**に陥ること
- ・その発現で莫大な**損害**が生じること

◆個々のLOD設定を決めるうえで重要な要素

①精度

- ・対象スケール(縮尺)、作図精度、解像度

②信頼性

- ・使用情報の密度、地質推定根拠と対象範囲
- ・調査手法の限界、地質解釈の限界
- ・技術成熟度、技術者の経験、最新知見の有無など

➡ **モデルに属性として組み込み、実用性を検討中**

テーブルとして登録する仕組み
は開発

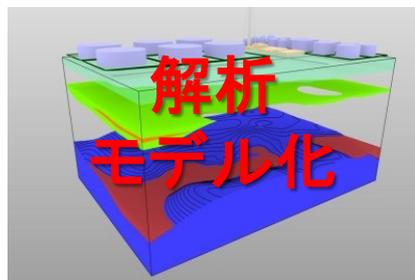
地盤情報DBのイメージ

調査データ(既往資料・報告書 等)



【こだわったこと】
◇情報の入れやすさ
◇情報の引き出しやすさ
◇情報の見える化

電子化
情報整理



2. DBシステムの機能

システムのインターフェース(入口)

The screenshot displays the MAGIS software interface. The main window shows a map of a region with various colored zones and a red line indicating a path or boundary. The interface includes a menu on the left, a toolbar at the top, and a data table at the bottom.

メインメニュー

- ▶ 00 インフォメーション
- ▶ 01 ボーリングデータベース
- ▶ 02 地形断面図作成
- ▶ 03 ILCトンネル
- ▶ 04 ダンプングリング
- ▶ 05 ILC実験ホール
- ▶ 06 アクセストンネルA
- ▶ 07 アクセストンネルB
- ▶ 08 アクセストンネルC
- ▶ 09 配電施設
- ▶ 10 地震リスク
- ▶ 11 土砂災害リスク

メインマップ 地図印刷 表示

標高(m)	孔径(mm)	掘進長(m)	建設後層(m)	電気
120.4	76	50	44	44
214.04	76	150	112	112
209.48	76	130	110	110

2. DBシステムの機能

◆関連ファイルの閲覧等

マップまたは一覧表から地点を選択すると、その地点に関係のある図面等が左下に表示される

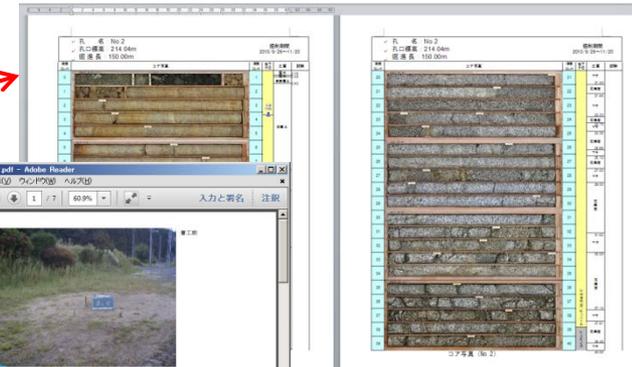
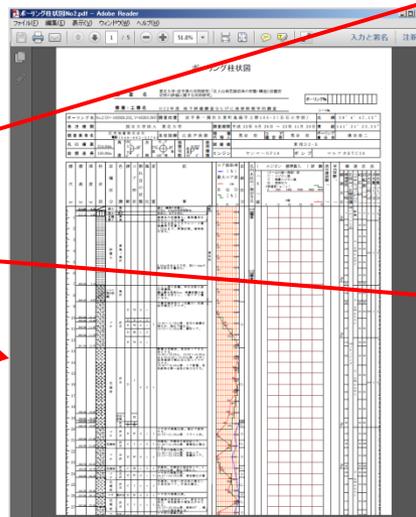
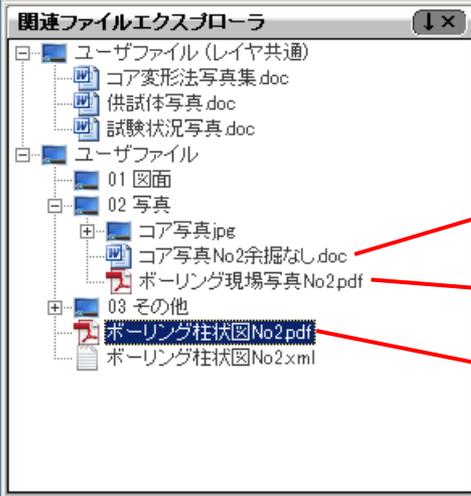
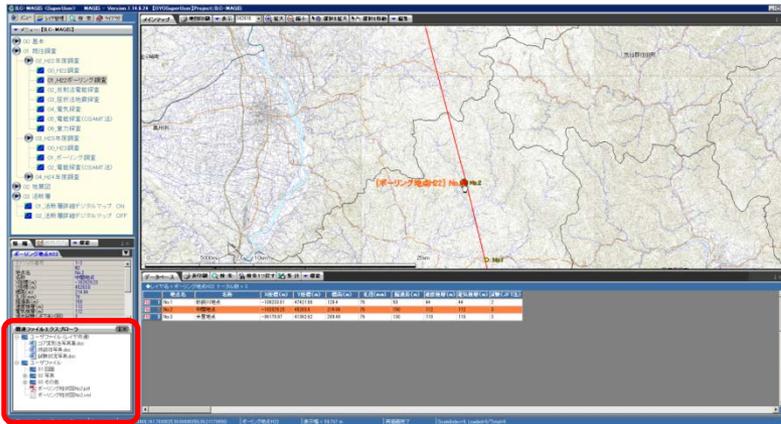


データベース

◆レイヤ名 = 集計

一覧表から

FILE	No.	地点名	X座標 (m)	Y座標 (m)
FILE 1	No.1	砂鉄川地点	-109293.81	47421.66
FILE 2	No.2	中間地点	-102029.23	45263.6
FILE 3	No.3	米里地点	-86179.97	41362.62



ファイルをダブルクリックすれば閲覧することができる

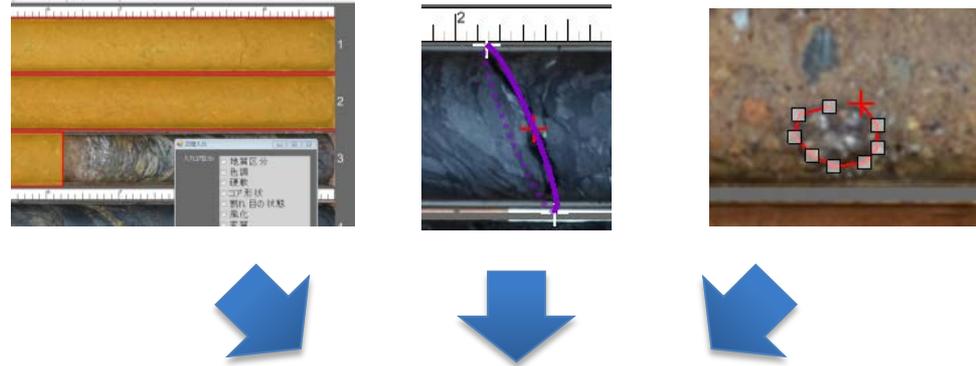
2. DBシステムの機能

基本的な地盤情報であるボーリングコア観察情報の電子化や、データの可視化を行うための機能

【主な機能】

①データ入力

地質区分、色調、硬軟、形状、割れ目状態、岩級、風化、変質、土軟硬区分、不連続面(各種、状態)、点情報(試験情報)、ポリゴン情報(混入礫等の形状)など

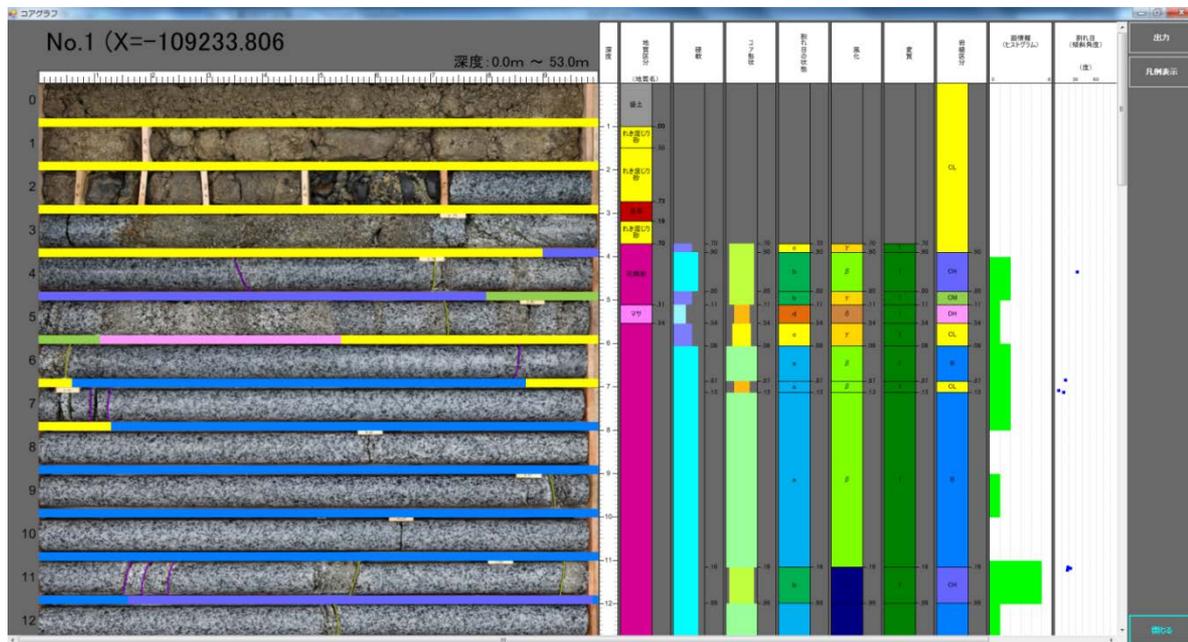


②統計解析

③ボーリングコア情報の可視化

④電子納品柱状図との連携

⑤ボアホール観察データとの連携 など



ボーリング情報の
三次元可視化

物理探査情報の
三次元可視化

地質構造情報の
可視化・分析

ボーリング情報の
可視化・分析

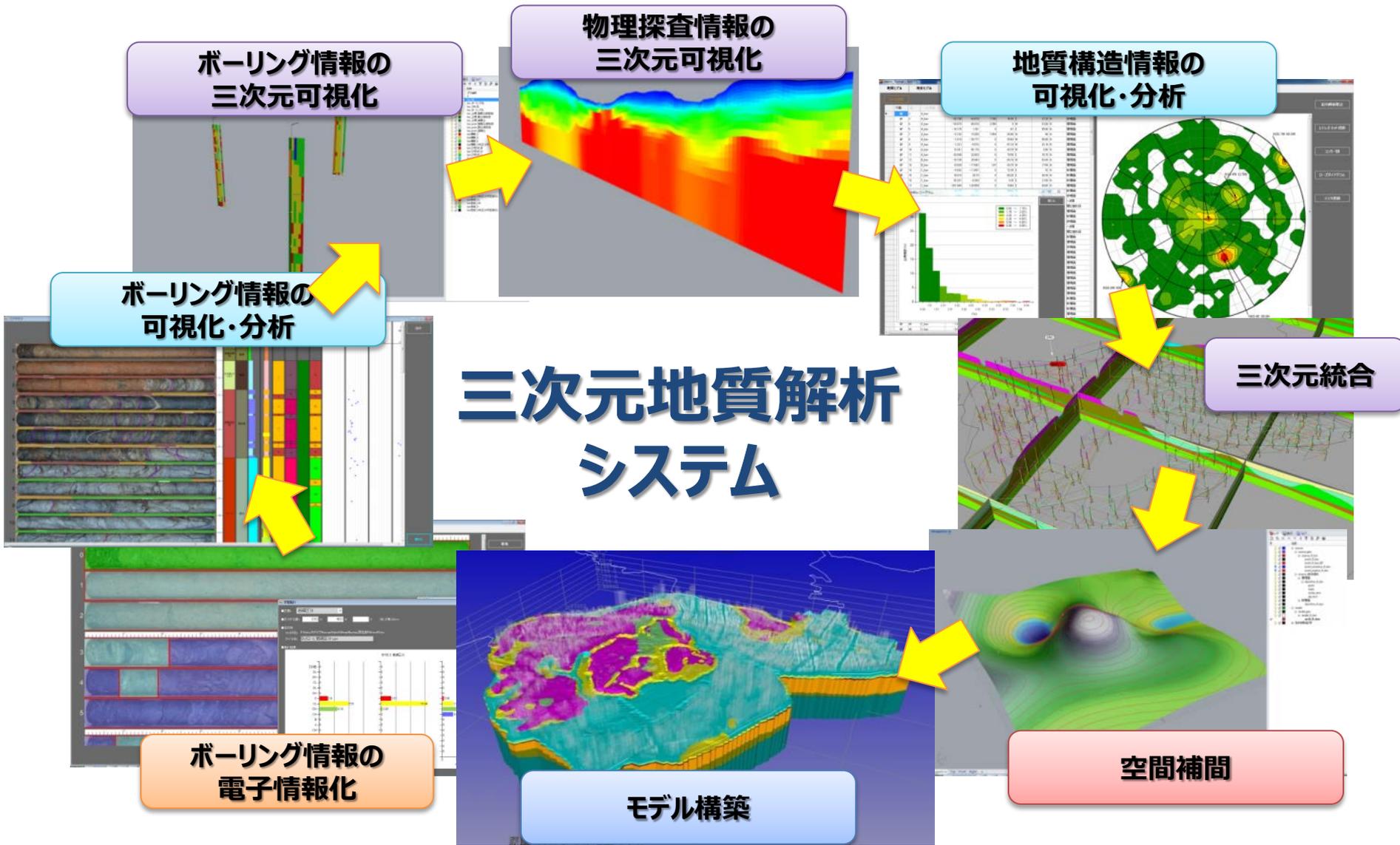
三次元地質解析 システム

三次元統合

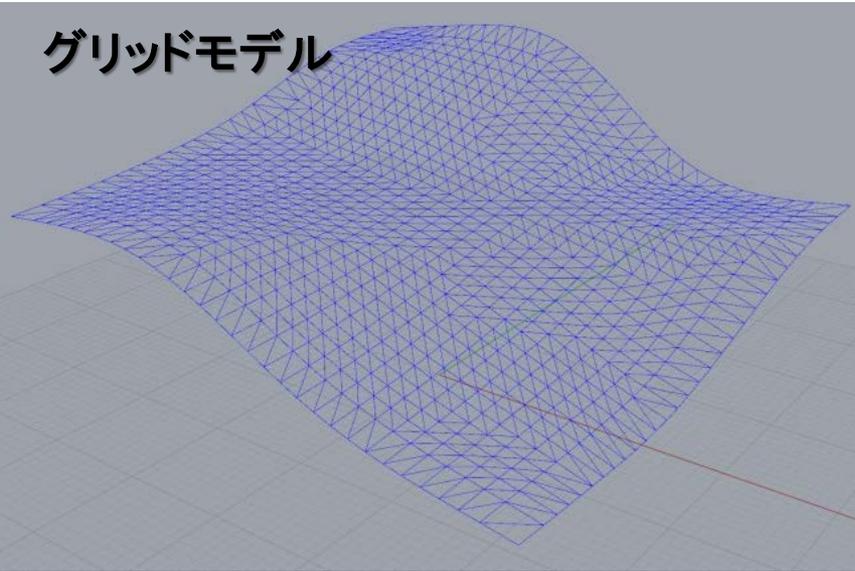
ボーリング情報の
電子情報化

モデル構築

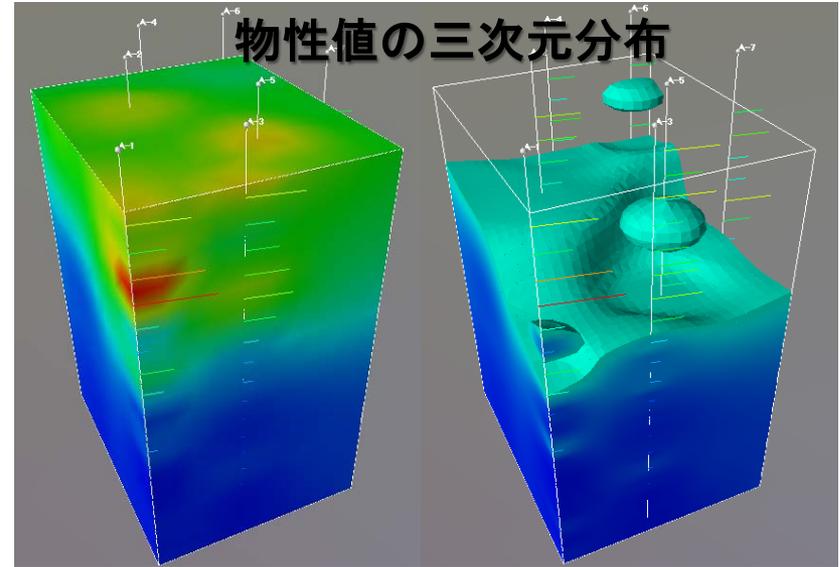
空間補間



グリッドモデル

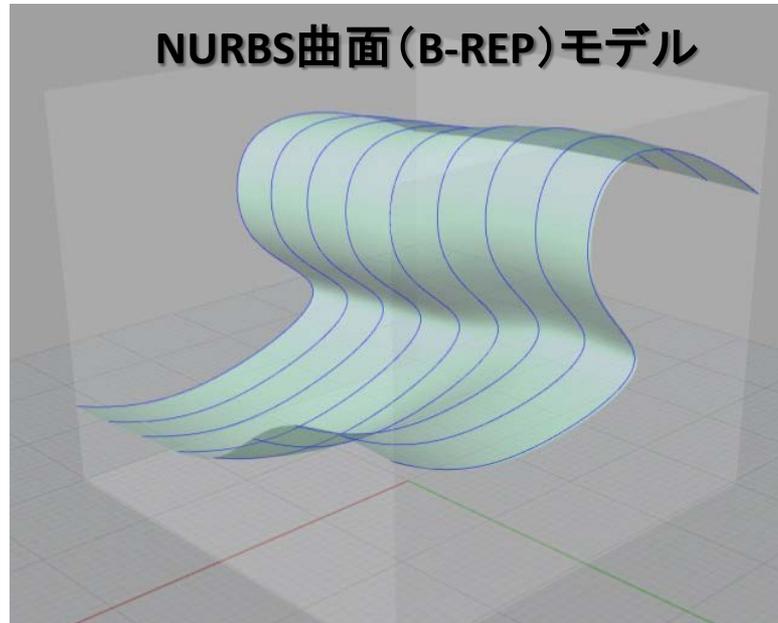


物性値の三次元分布



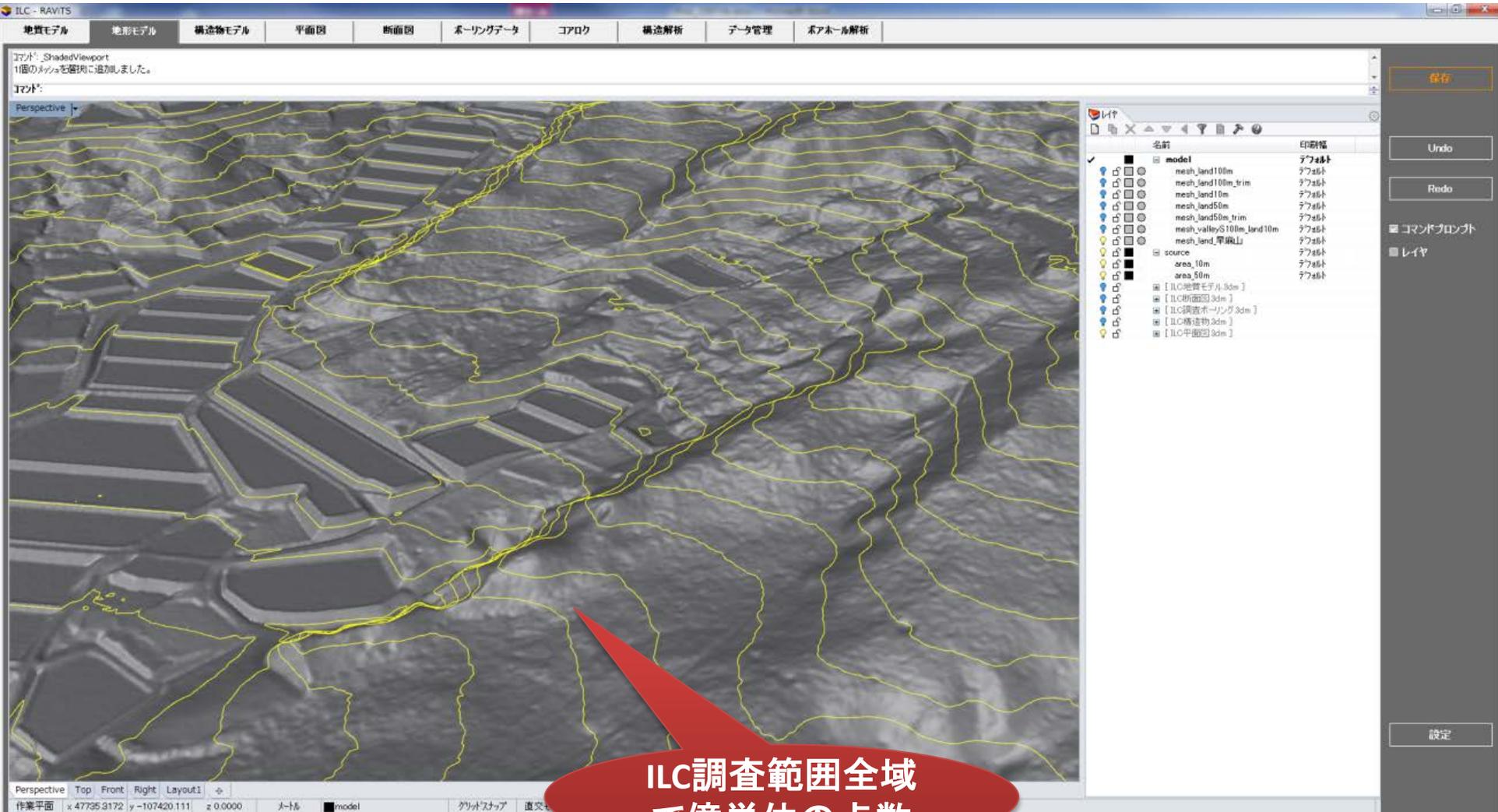
三次元地質
モデルの
形状要素

NURBS曲面(B-REP)モデル



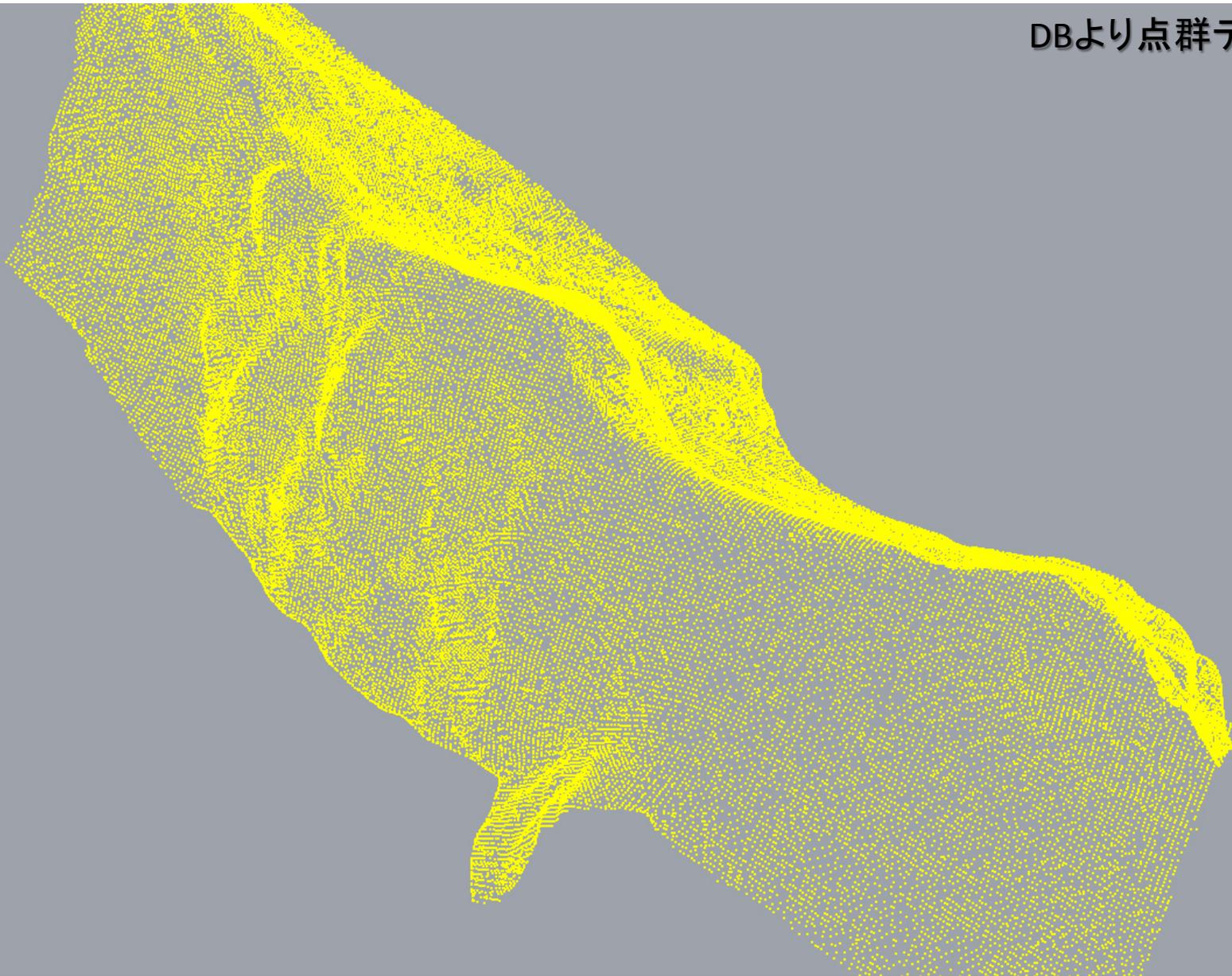
複雑な地質構造の
モデル化に適する

レーザー測量データ



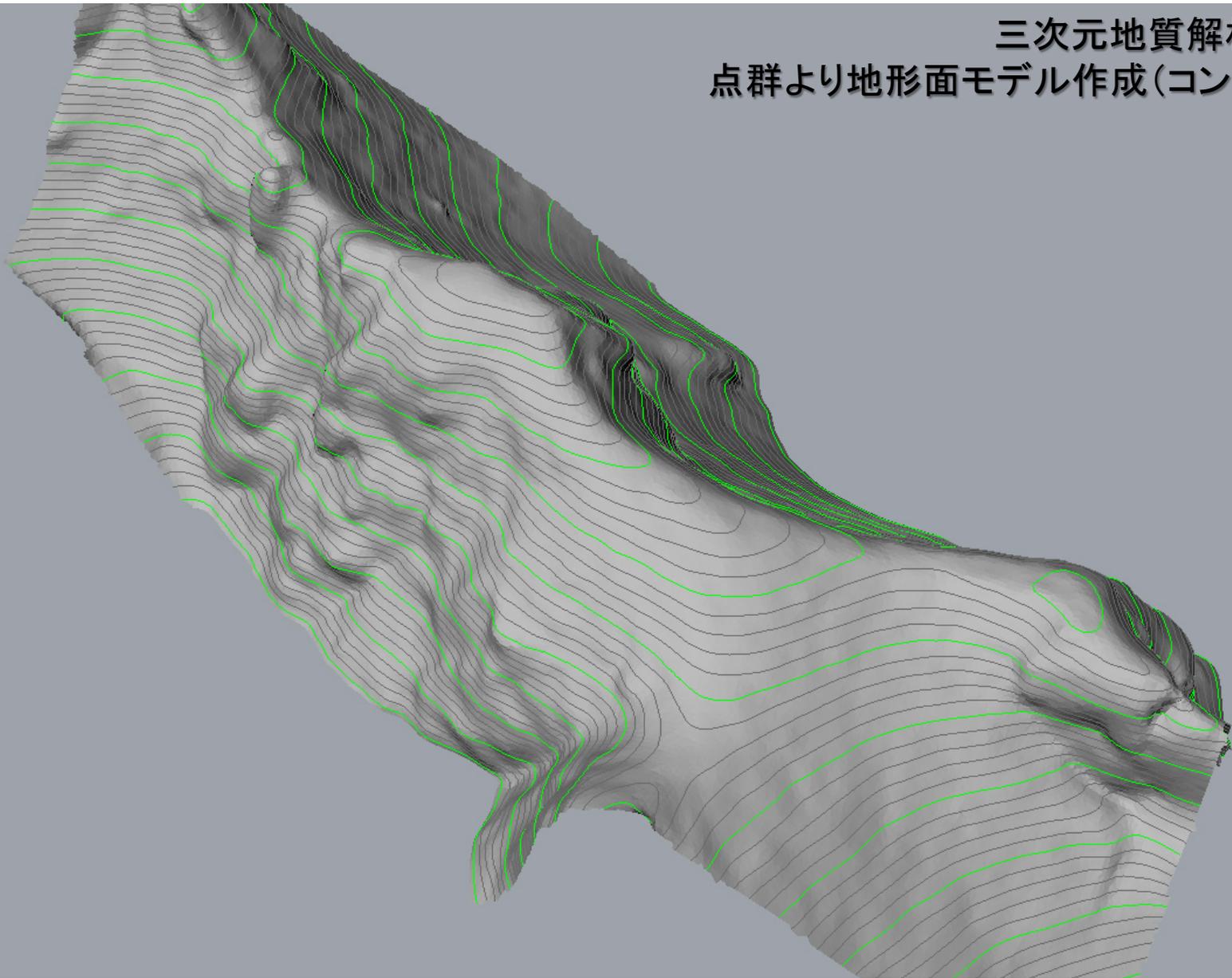
Perspective1 ▾

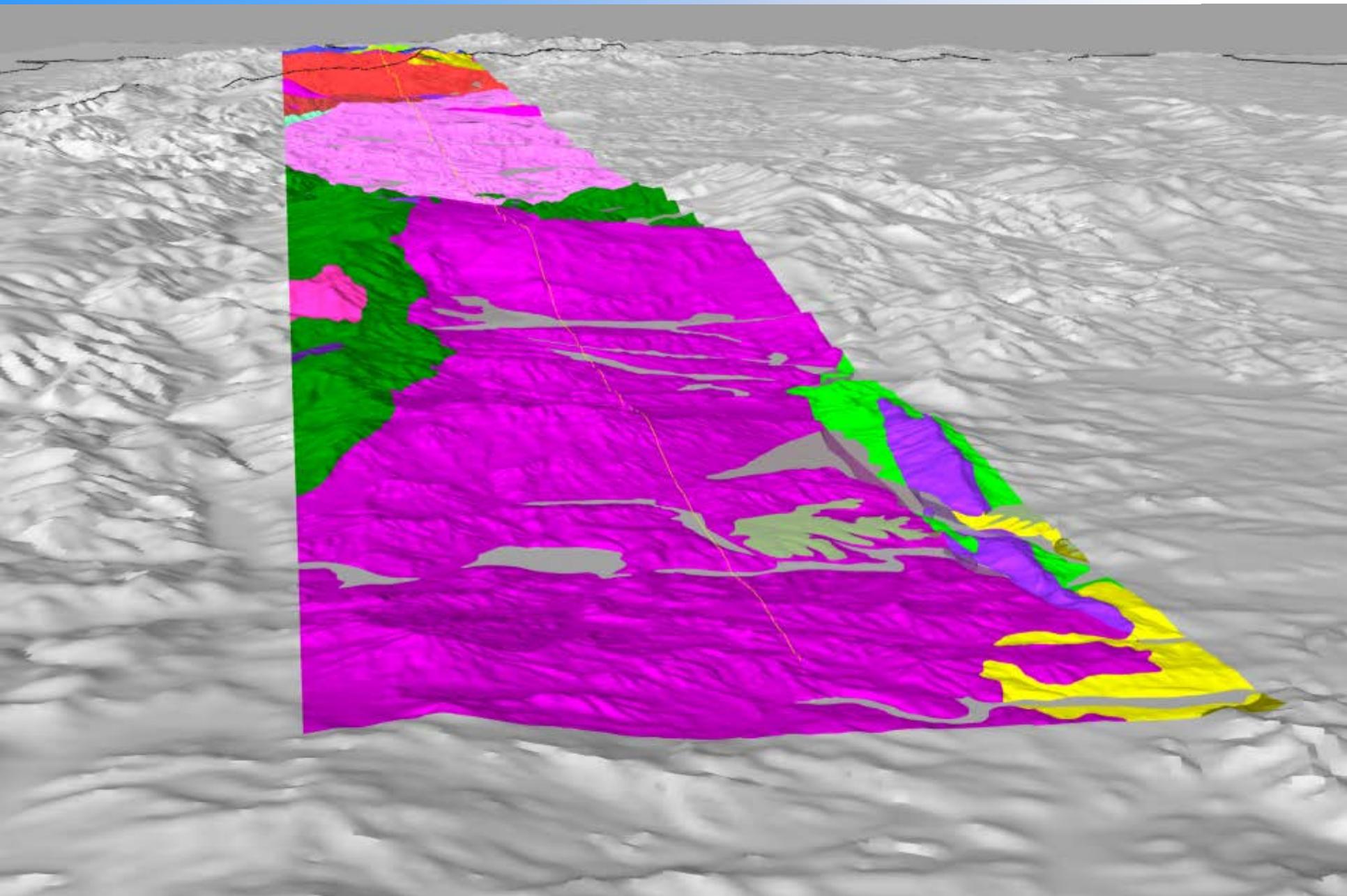
DBより点群データ取得



from_NE ▾

三次元地質解析イメージ
点群より地形面モデル作成(コンター図化)





◇地盤情報DBのプロトタイプを開発した

- ・ユーザーに合わせた管理メニューを作成できる
- ・データベースとして登録・参照・更新可能な機能を有する
- ・ビックデータに類する高密度のレーザー地形情報を扱う
- ・地表地質露頭やボーリングコアなどの地質情報を扱う
- ・物理探査や現位置試験などの岩盤物性情報を扱う
- ・LODに応じた三次元地盤モデルの構築も可能である

継続して
開発中

3. まとめ

(1) DB登録・管理・保守の仕組みの検討が必要

- ・セキュリティ、著作権の管理
- ・DBの運用機関、情報登録のコーディネーター

(2) “地盤LOD”の研究を進める

- ・DBに登録した情報から動的に“地盤LOD”データを生成

(3) 地盤リスクの表現方法を検討

- ・GBR (Geotechnical Baseline Report) の適用

リスクの明示
・分担

(4) CIMとの連携を検討

- ・CIM (Construction Information Management) の活用

情報化施工
情報共有

ご清聴ありがとうございました