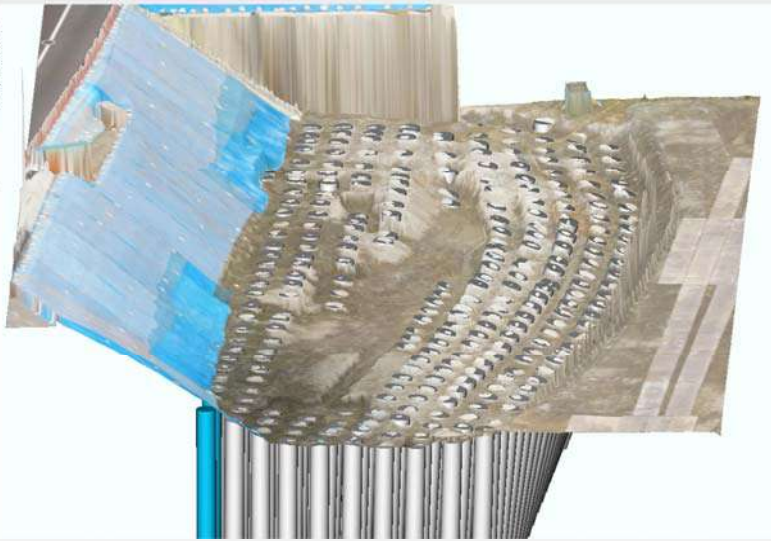
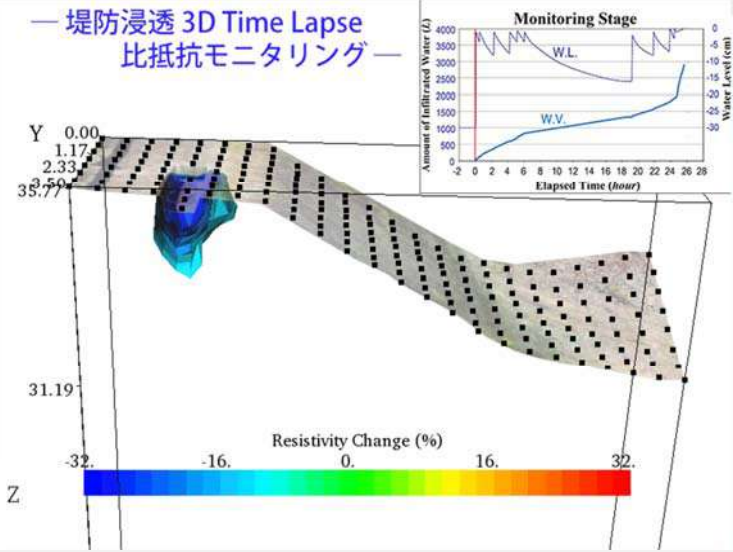


### 3.3 3D 比抵抗Time Lapse/3D地盤構造モデル表示例

— 堤防浸透 3D Time Lapse  
比抵抗モニタリング —



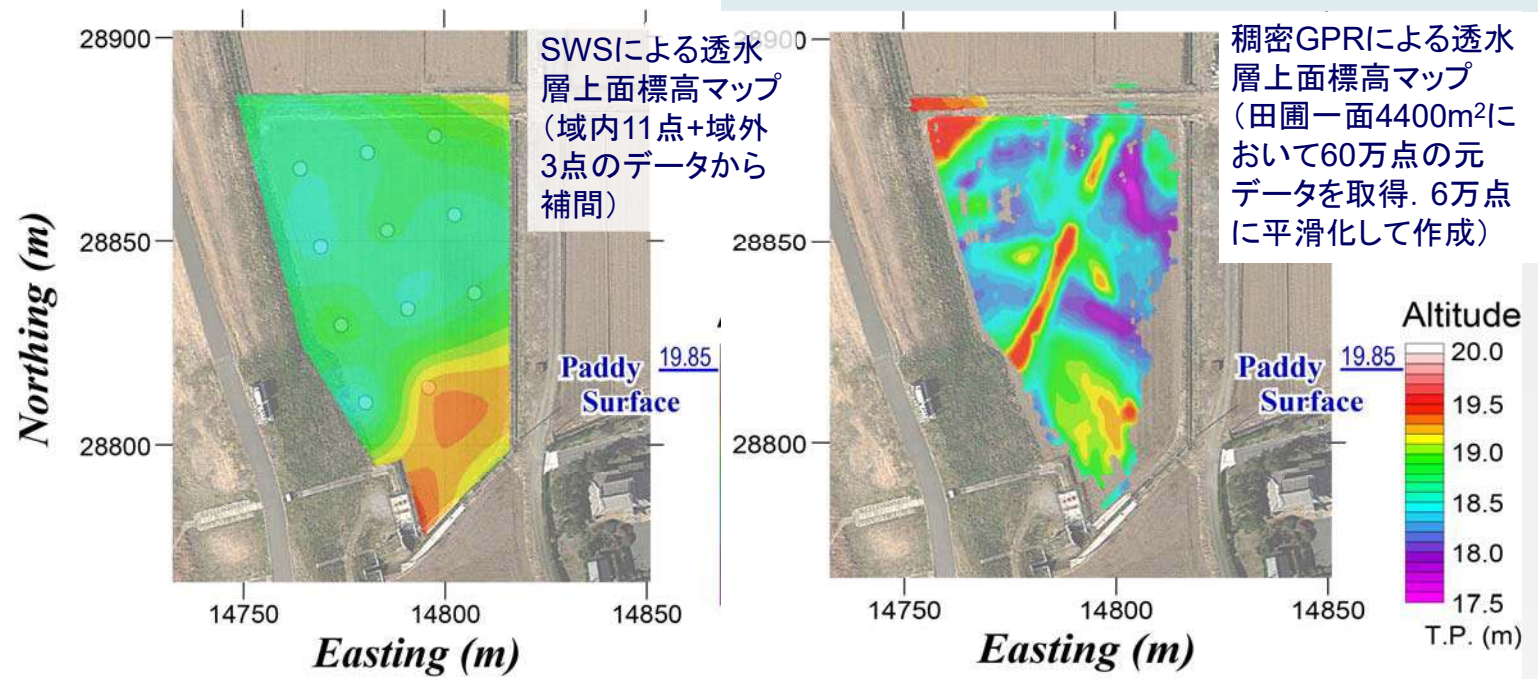
### 3.4 堤防後背地漏水発生箇所稠密物理探査・3Dモデリング例-1



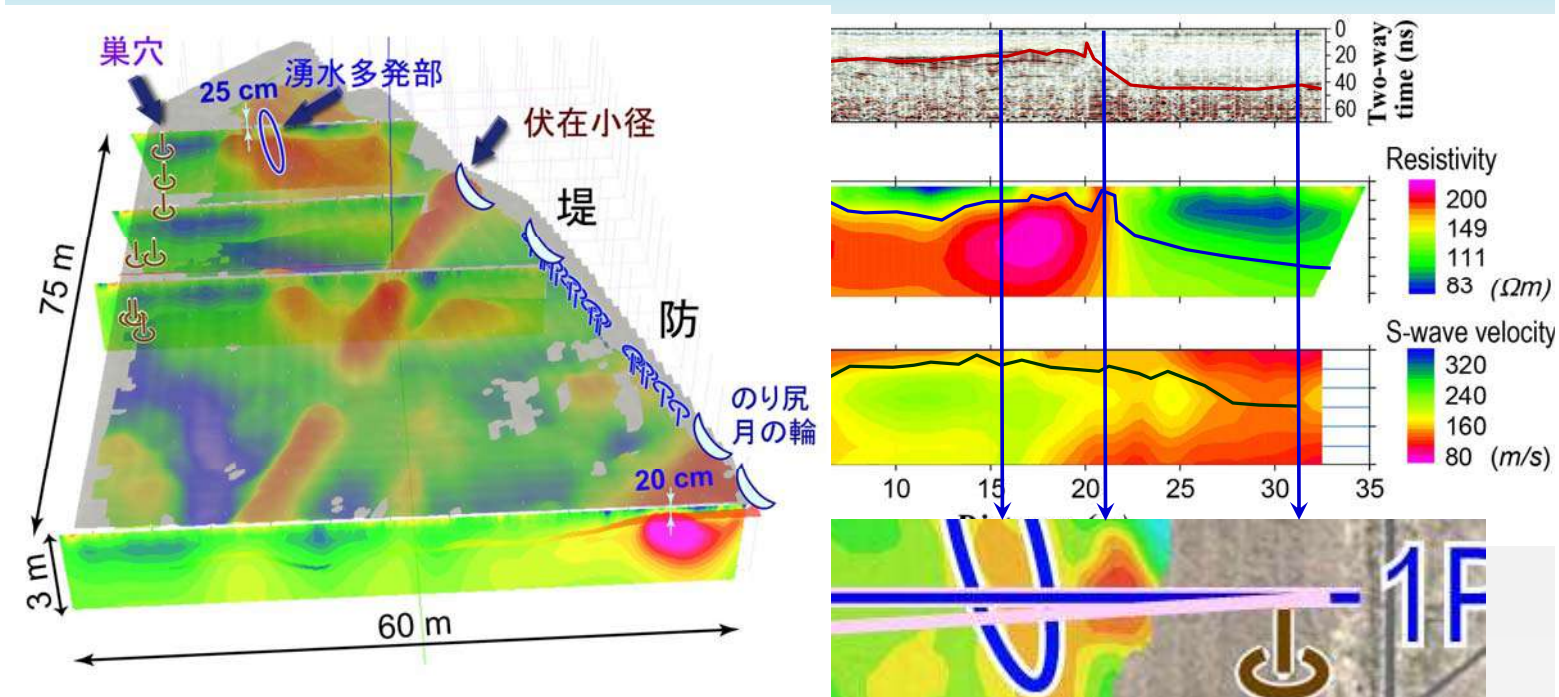
- 台風通過時に24h雨量224mmを記録し、河川が増水。
- 堤内地も冠水し、水位差1.1m程度にもかかわらず、川裏法尻・後背冠水田圃で漏水発生。
- 緊急調査時に埋立て旧排水路部のザリガニ穴を漏水湧出孔と誤認？
- 事後調査でSWS実施するも、起因不均質構造把握できず。
- 自前でGPR探査，統合物理探査実施し，浅部（～3m不均質構造調査）。



### 3.4 堤防後背地漏水発生箇所稠密物理探査・3Dモデリング例-2



### 3.4 堤防後背地漏水発生箇所稠密物理探査・3Dモデリング例-3



● 湧水多発部は、浅所に高比抵抗・高S波速度体伏在。GPR断面とも整合的。

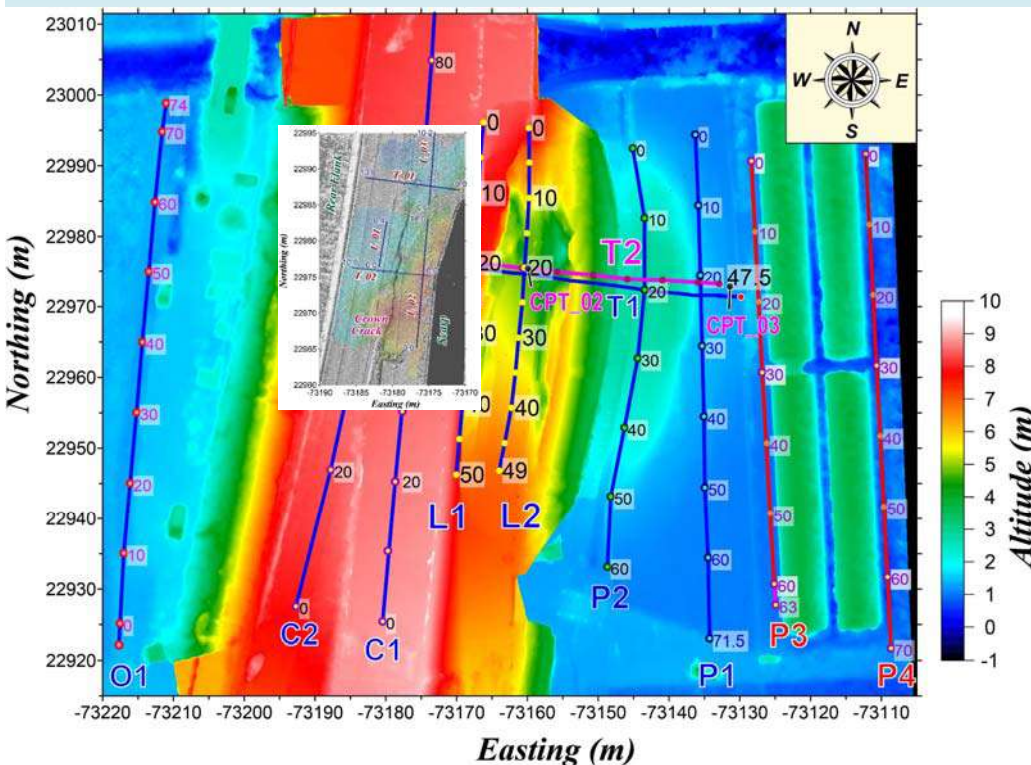


### 3.5 道路盛土崩壊箇所稠密物理探査・地表DEM処理例-1



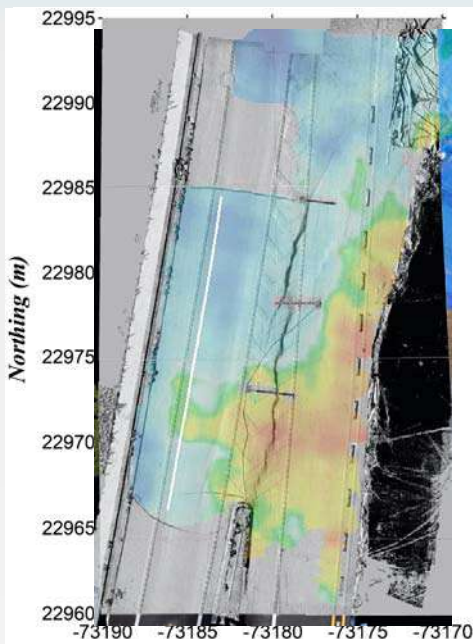
- 軟弱地盤上に地盤改良・補強土壁支持された自動車専用道盛土区間の一部が供用後約3か月で大規模変状.
- 2016年熊本地震時に震度4, 同年6月豪雨直後に補強土壁盛土区間が部分崩壊.
- 地震後路面変状発生. 法尻部に抑止杭+H鋼の対策工実施.
- 土研が詳細物理探査を4次にわたって実施.
- 提供UAV撮影画像を解析処理し, 開削6ステージの盛土内部状況をオルソ画像化

### 3.5 道路盛土崩壊箇所稠密物理探査・地表DEM処理例-2

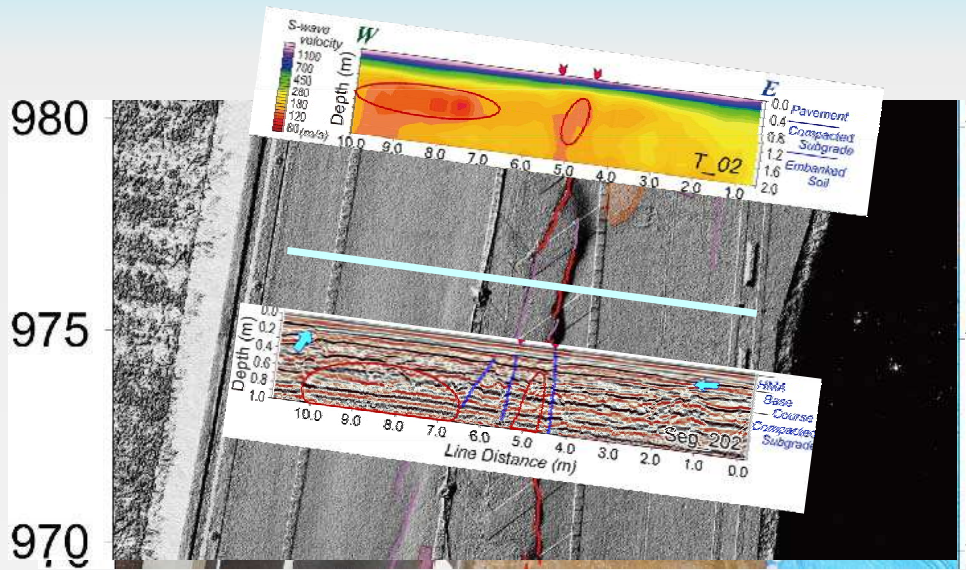


- 崩落部に縦断方向に9測線, 横断1測線設定.  
(Hybrid表面波探査, 直流式電気探査, OhmMapper, トモグラフィ探査, GPR)
- 天端舗装面上に5測線設定し, 高周波表面波探査実施 (GPRは総延長4km以上)
- ポールカメラ撮影画像処理し, 詳細路面DSM/オルソ画像作成.
- 崩落前路面変状追跡.

### 3.5 道路盛土崩壊箇所稠密物理探査・地表DEM処理例-3

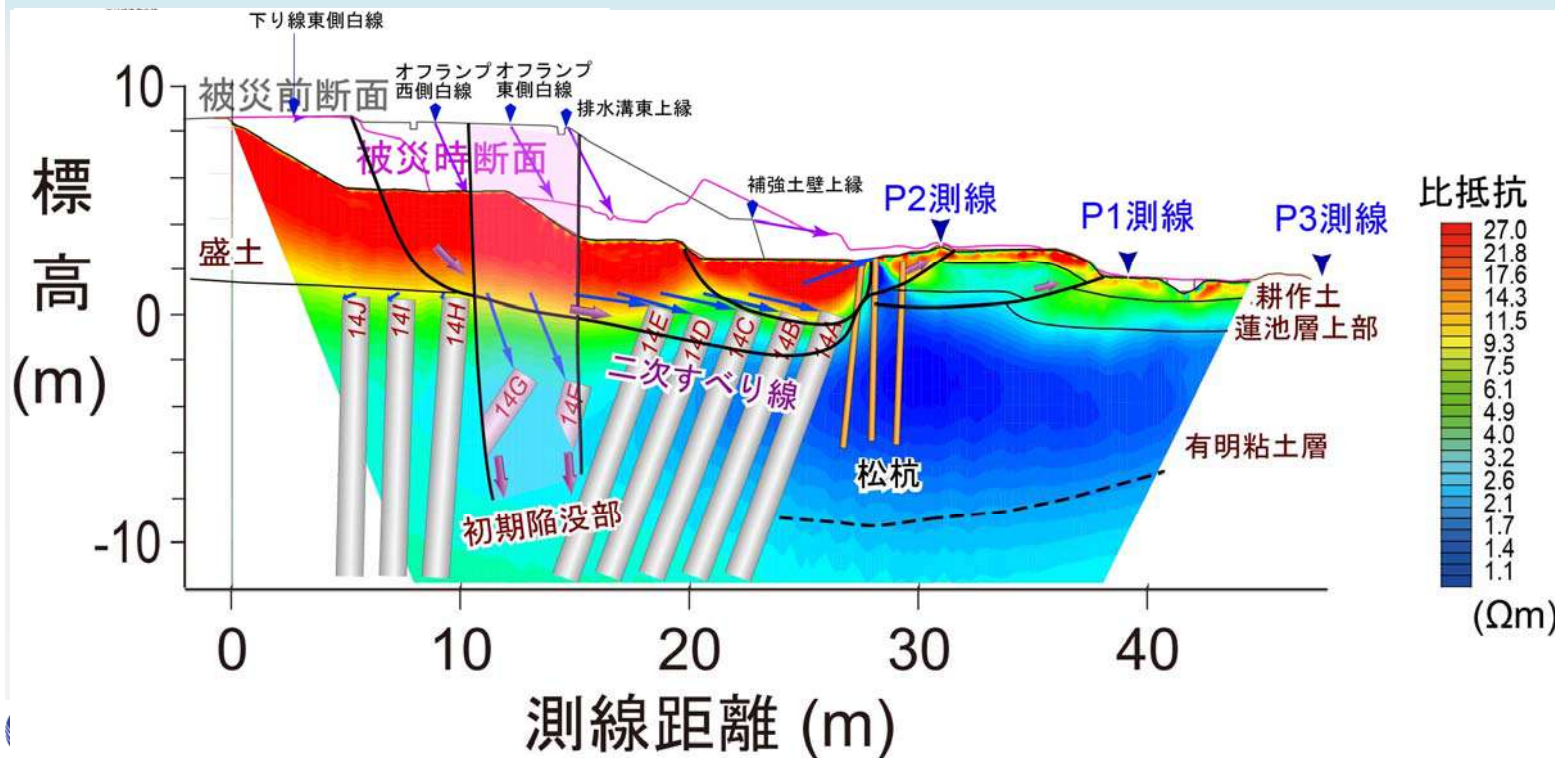


GPR RMS Amplitude Map



■ 詳細路面DSM/オルソ画像: 画素サイズ2.86mm  
標高誤差: 0.76cm

### 3.5 道路盛土崩壊箇所稠密物理探査断面解釈例-4



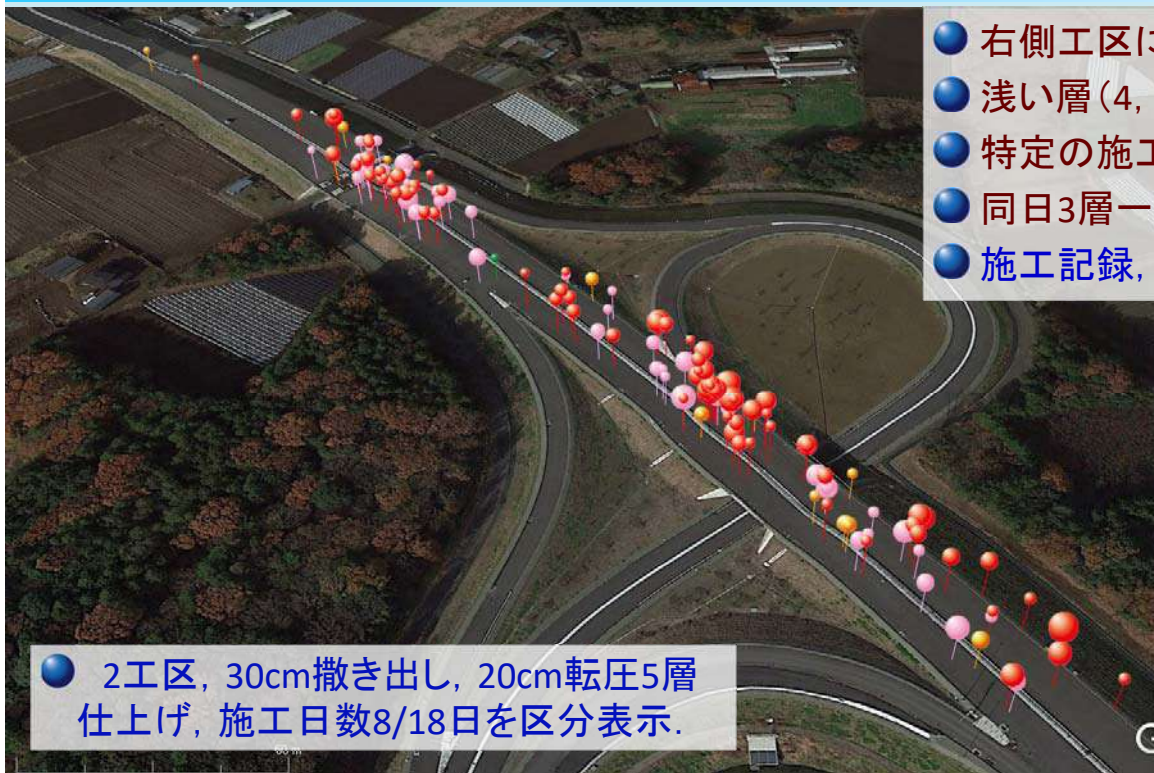


### 3.6 道路路床内残置巨礫検出・除去例-1



- 高速道路路床盛土工事現場で盛土内に規格外の巨礫埋積判明.
- 盛土・舗装工事を一時中断し, 埋積推定区間(L=540m)調査へ.
- 有効な手立てなく, 民間業者も調査辞退.
- 土研に技術相談. 稠密GPR探査実施を提案し, デモで有用性検証.
- 一次調査2.5日で43km. 540×20m区間内で148箇所異常検出.
- 掘削確認調査により146/148箇所埋積巨礫を確認・除去.
- 探査・位置出し再確認・摘出まで実質6.5日. 追加打換え工2週間.
- 現場CBR,盛土施工日等の空間情報も統合解析.

### 3.6 道路路床内残置巨礫検出・除去例-2



- 右側工区に多見.
- 浅い層(4, 5層目)に集中.
- 特定の施工日に集中(搬入材料).
- 同日3層一体施工箇所に集中.
- 施工記録, 密度管理記録との照合.

#### LEGEND

Layer	Size
5th	● >80 cm
4th	● 60-80 cm
3rd	● 40-60 cm
2nd	● 20-40 cm
1st	● <20 cm

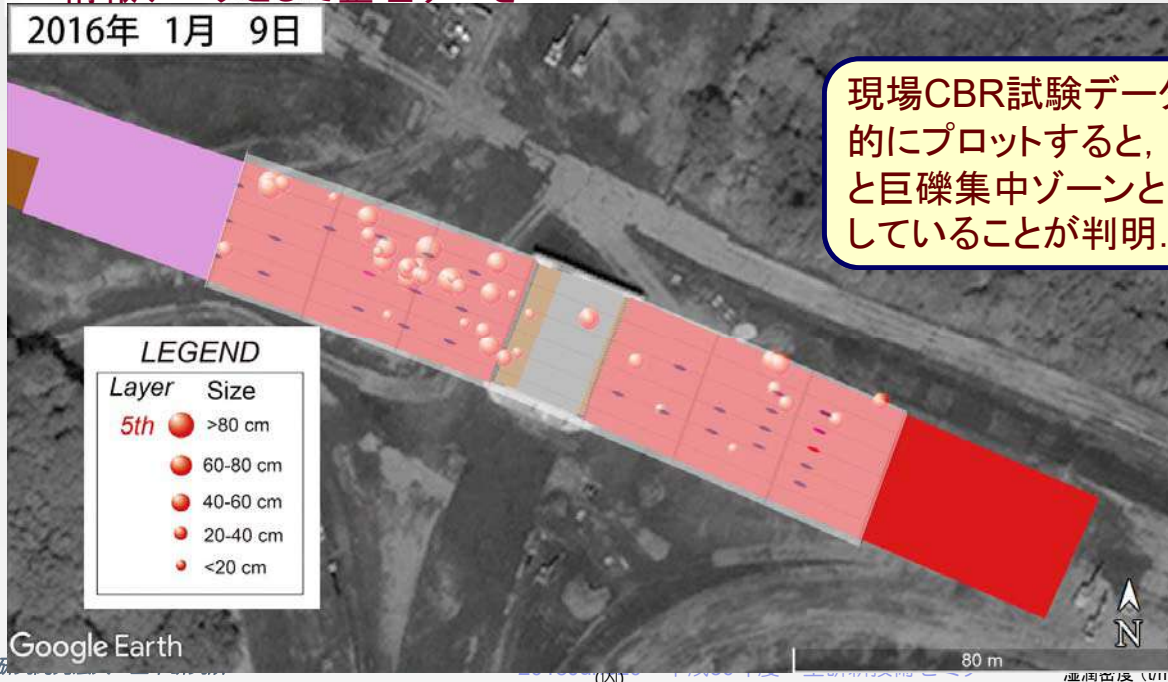
- 2工区, 30cm撒き出し, 20cm転圧5層仕上げ, 施工日数8/18日を区分表示.



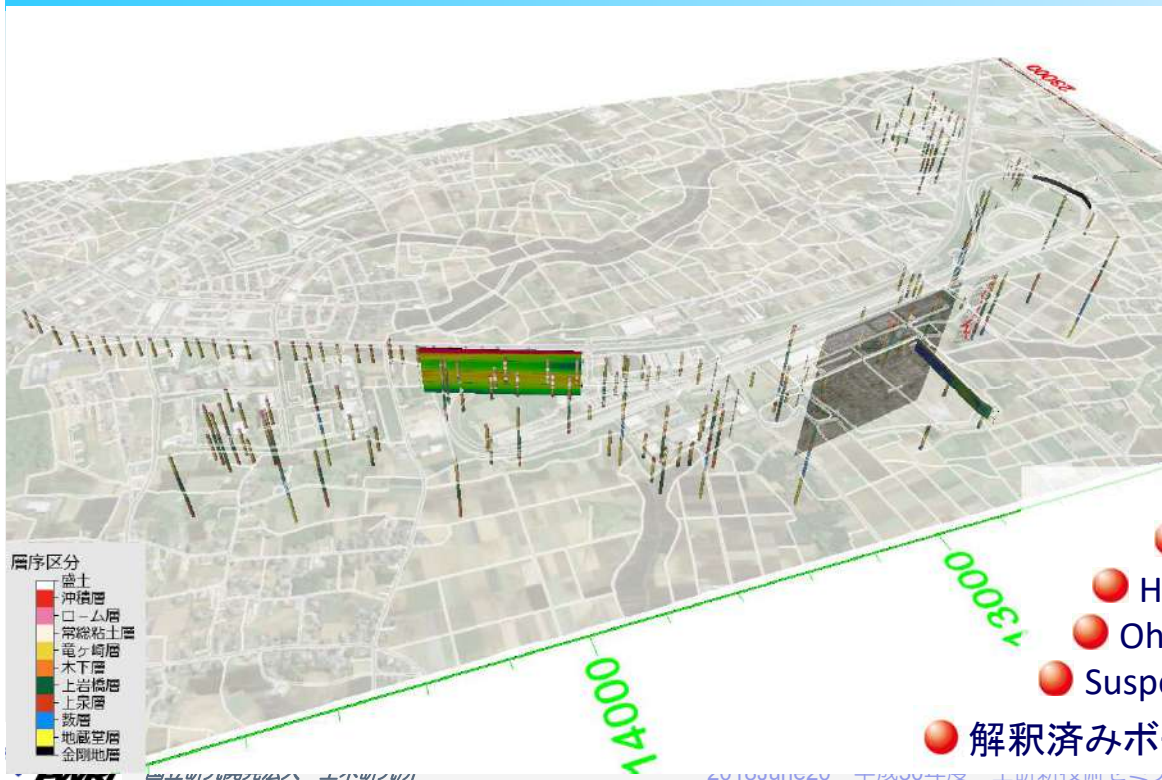
### 3.6 道路路床内残置巨礫検出・除去例-3

● 紙資料ファイルではなく、時空間情報データとして整理すべき。

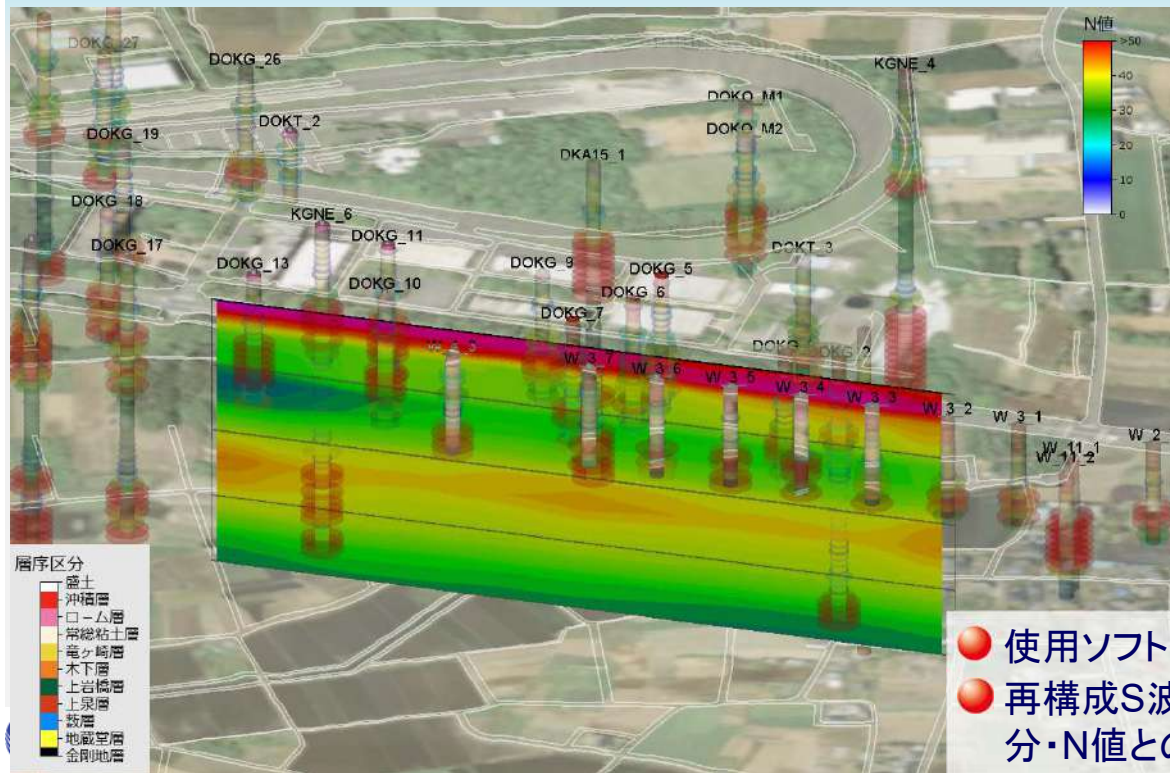
2016年 1月 9日



### 3.7 土研周辺地表地下空間情報の統合化例-1

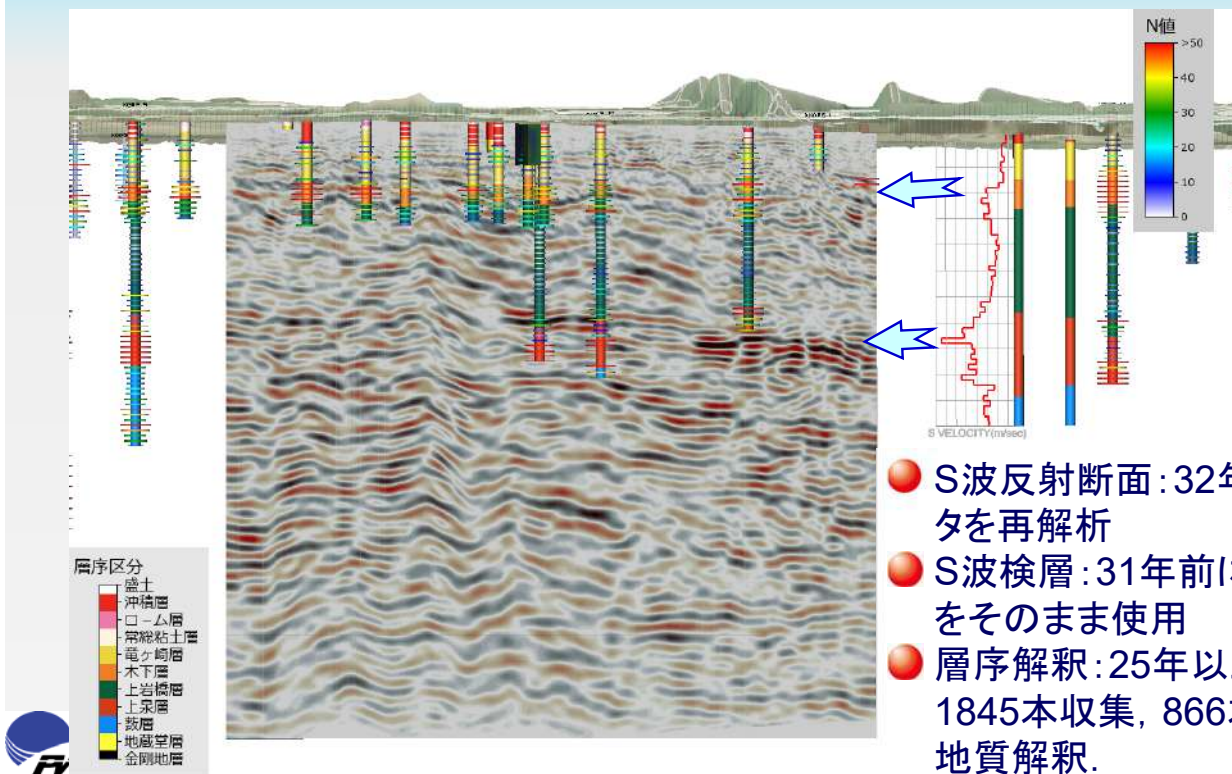


### 3.7 土研周辺地表地下空間情報の統合化例-2



- 使用ソフトはN値表示が難点.
- 再構成S波速度構造と層序区分・N値との関連性が一目瞭然.

### 3.7 土研周辺地表地下空間情報の統合化例-3



- S波反射断面: 32年前に取得したデータを再解析
- S波検層: 31年前に取得・解析した値をそのまま使用
- 層序解釈: 25年以上前に土研周辺1845本収集, 866本数値化, 401本を地質解釈.



## 4.1 3D地下空間モデル構築に活用できる浅部物理探査技術

### 提供物理探査情報

- GPR ※3Dでの情報提供既に達成(延長1cm;側方30-5cm)  
※深さはせいぜい3m程度.地下水・地表起伏の影響  
※情報量が膨大.要ダウンサイジング.
- 高速電気探査 ※4Dでの情報提供既に達成(深さ数m;数10m×数10m)
- Hybrid表面波探査 ※4Dでの情報提供可能(海外では独立型1万個使用実績)
- 高分解能反射法探査(陸域) ※4Dでの情報提供可能(海外では独立型10万個使用実績)  
※表層の不均質構造の影響を強く受ける.
- DAS(光ファイバ) ※3Dでの情報提供可能(2D+タイムラプス)

### 工学的解釈

- ※比誘電率, 比抵抗などは地盤の浸透特性評価に利活用可能.
- ※室内試験データ蓄積, 土質物理学(Soil Physics)モデルによって工学的評価が可能に.
- ※多種類の断面情報を統合的に解析・解釈することで工学的物性推定が可能に.



## 4.2 3D浅部地盤モデル構築の課題

### コンテンツ

- 地表情報:
  - ✓地図情報(DEM, オルソ, ベクター情報)
  - ✓地表構造物情報(CIM)
  - ✓地質情報(ベクター地質図, 活断層, etc)
- 浅部地下情報
  - ✓ボーリング情報(柱状図, 孔壁画像, N値, 土質試験値)
  - ✓地下構造物情報(CIM)
  - ✓物理探査情報(1D-3D各種検層, 2D縦断面, 2D水平断面, 3Dボリューム, Time Lapse 3D)

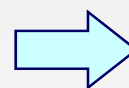
### 情報流通のための標準書式の設定

- 地表情報: ✓地図情報, ✓CIM, ✓地質情報
- 浅部地下情報 ✓ボーリング情報(XML), ▼物理探査1D-3D情報

標準的プラットフォームない

エキスパート不足

人工地層・表層地盤の不均質性への理解不足



モデリング  
実績を蓄積





## 4.3 浅部物理探査情報に基づく3D浅部地盤モデルの構築:まとめ

### ■「材木ばかり集めても家を作ることができない」:ボーリングDBの現況

- 良質の素材の提供 ※記事・N値不可欠.「創作記事」の識別・排除.  
※位置情報の修正.  
※土質試験データ, 検層データ等
- 大量のデータ提供 ※実績ベースで全国>300万本; 関東>30万本.
- 築構(モデリング)技術の構築・提供  
※プラットフォーム:産総研提供ツールに期待.  
※ケーススタディ:モデラー, モデルの高度化.

### ■「パネル・木枠・床材は家を作る材料であり築構技術が必要」:地表地下空間情報モデリングの現況

- データ提供標準書式 ※地下情報流通のための標準書式未開発⇐プロが未関与
- 築構(モデリング)技術の構築・提供  
※プラットフォーム:フリーツール(ex. Fiji)の供給期待.  
※モデリング技術の習熟とモデル評価者の育成.  
※ケーススタディによる有用性実証とプロセス考究.



## 4.4 浅部物理探査データに基づく

### 地表地下空間情報の統合化モデルの構築

- 3次元CIM構築では, 地表情報だけでなく地下空間情報の取り込みとモデリングが不可欠である.
- 浅部物理探査は, 詳細で連続的な地下空間情報を提供できる唯一の手段である.
- 地下空間のモデリングには, 浅部地質に対して深い知識を有し, かつ物理探査断面を構築解釈できる技術者の養成が不可欠.
- 地下空間情報を流通, 表示する共通プラットフォームと記述書式統一が喫緊の課題.

#### まずはご相談を!

- ★ 舗装点検打換え要否判定道路舗装構造調査
- ★ 道路盛土/法面変状区間詳細調査・3Dモデリング
- ★ 護岸背面空洞調査・3Dモデリング
- ★ 樋門樋管周辺調査・3Dモデリング
- ★ 補強土壁背面空洞調査・3Dモデリング
- ★ 河川堤防周辺高浸透層分布調査・3Dモデリング
- ★ 線形構造物基礎地盤2D解釈・モデリング

#### 問い合わせ先

- 土木研究所つくば中央研究所  
地質・地盤研究グループ 物理探査技術担当  
(TEL: 029-879-0884)  
URL: <http://www.pwri.go.jp/team/geosearch>
- 土木研究所つくば中央研究所 技術推進本部  
(TEL: 029-879-6800)
- 寒地土木研究所 寒地技術研究室  
(TEL: 011-590-4046)

