

新都市社会技術融合創造研究会

3次元データ活用に関する研究 (H28-29)

PL: 小林泰三 (立命館大学)

学: 福井大学 (藤垣)、**立命館大学** (建山・横山)

産: 福井コンピュータ(株) (荒川・平・直江)

五大開発(株) (山森・関家・佐藤)

国土防災技術(株) (中島・土佐・真弓・戎・藤原・山田)

前田工織(株) (横田・辻)

ソイルアンドロックエンジニアリング(株) (後藤・石井・井上・池永・松浦)

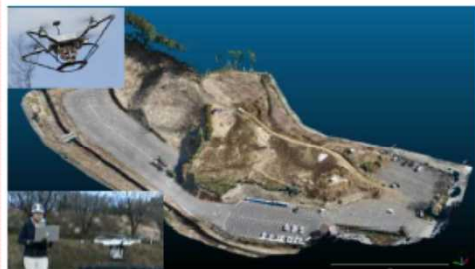
官: 近畿地方整備局 道路部、企画部、近畿技術事務所

協力 福井河川国道事務所

坪内建設(株)

(株)東京測器研究所

①ドローン等による3次元測量

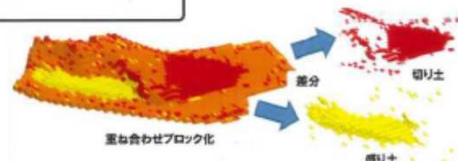


ドローン等による写真測量等により、短時間で面的(高密度)な3次元測量を実施。

②3次元測量データによる設計・施工計画



3次元測量データ(現況地形)と設計図面との差分から、施工量(切り土、盛り土)を自動算出。



③ICT建設機械による施工

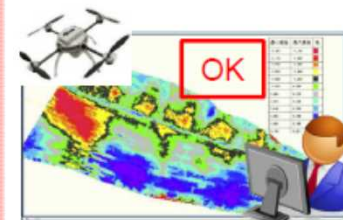
3次元設計データ等により、ICT建設機械を自動制御し、建設現場のIoT(*)を実施。



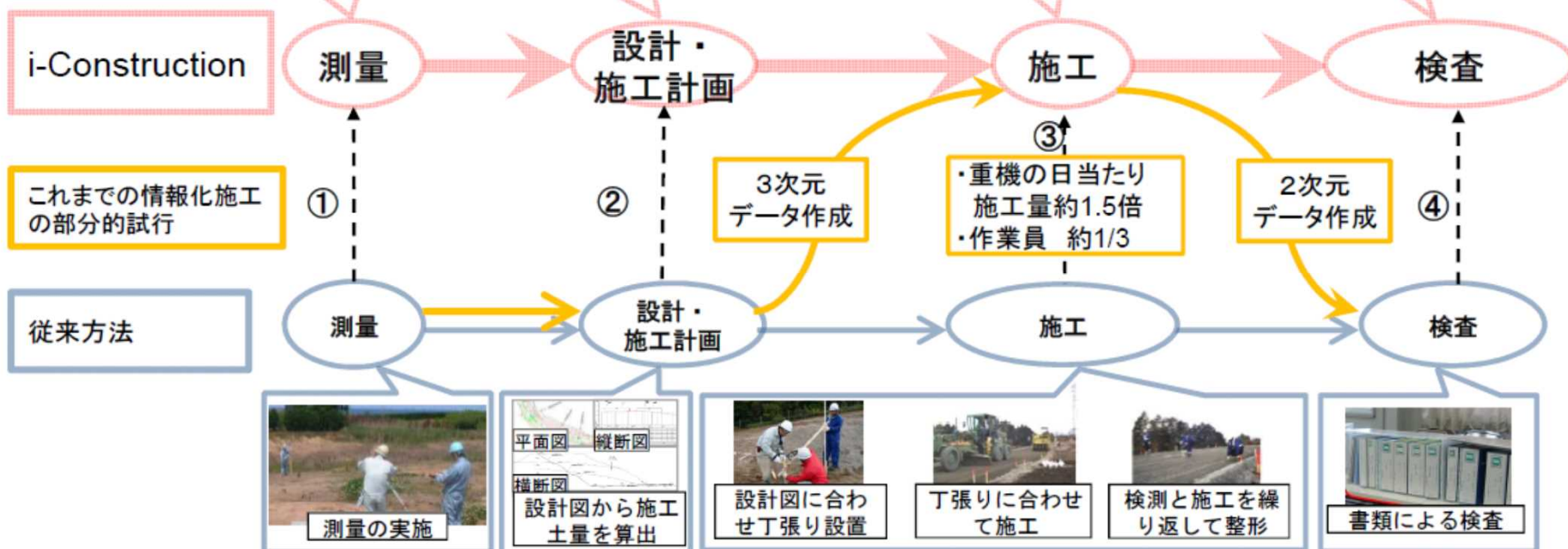
※IoT(Internet of Things)とは、様々なモノにセンサーなどが付され、ネットワークにつながる状態のこと。

④検査の省力化

ドローン等による3次元測量を活用した検査等により、出来形の書類が不要となり、検査項目が半減。



発注者



背景と目的

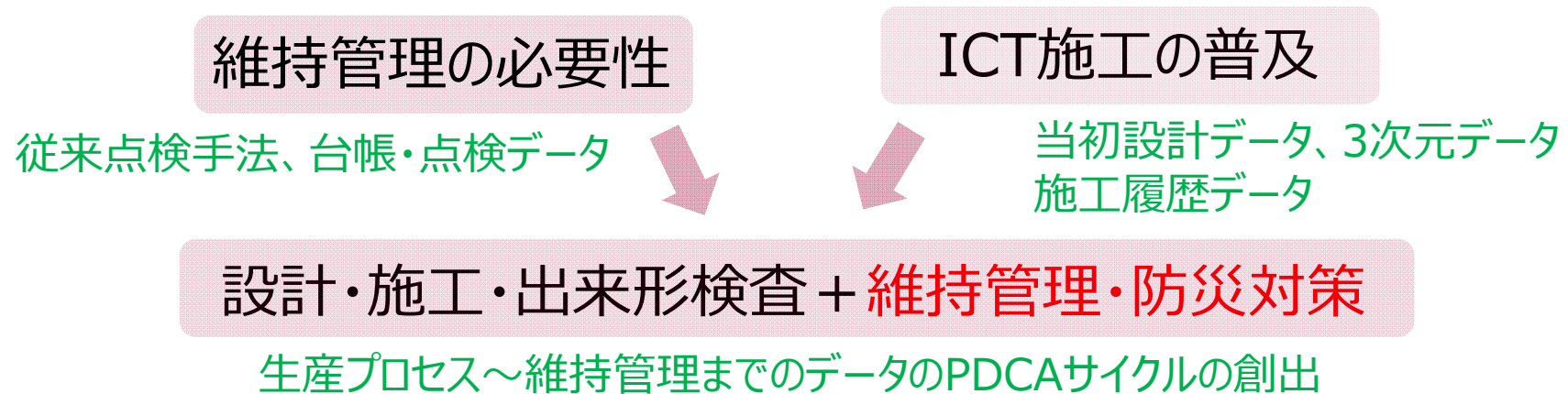
■研究の背景

H28 ICT技術を活用した「i-Construction」本格始動

⇒ 3次元データの維持管理や防災対策への具体的活用方法は？

H26 「道路土工構造物技術基準」の新規制定

⇒ 設計時に維持管理の方法の考慮、記録の保存が求められるようになった



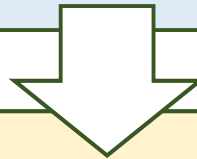
■研究の目的

- ①道路管理に利用できる「i-Construction」3次元データの検討
- ②道路管理・道路防災に向けた3次元データの活用手法の提案

実施内容

H28

1. 道路管理に活用できる3次元データの検討と
情報共有システムの構築に向けた予備検討
2. 盛土の変状計測・内部情報化実証実験（モデル実証）



H29

1. UAVによる変状計測実験と変状差分図の作成
⇒ ~~現場実証~~ ⇒ モデル地形実証 + 過去データ解析
2. UAVによる盛土内部の情報化実証実験（フィールド実証）
⇒ 道路土工現場を対象とした転圧面の圧縮ひずみ分布計測
3. 3次元データを活用した維持管理手法の提案
⇒ 土工のCIM実現にむけたデータ管理手法の提案

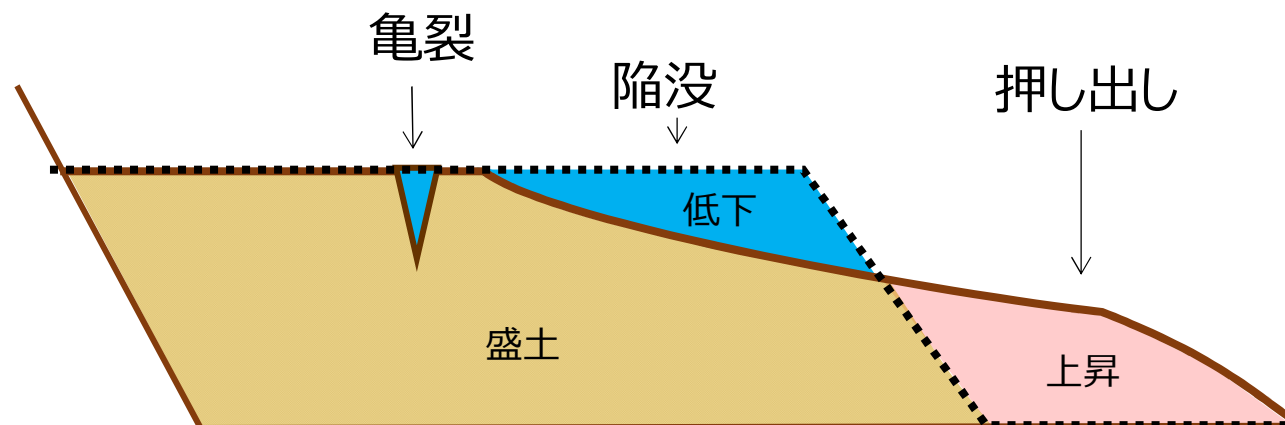
1. UAVによる変状計測実験と 変状差分図の作成

変状発生前と変状発生後の3次元データを用いた**差分解析**

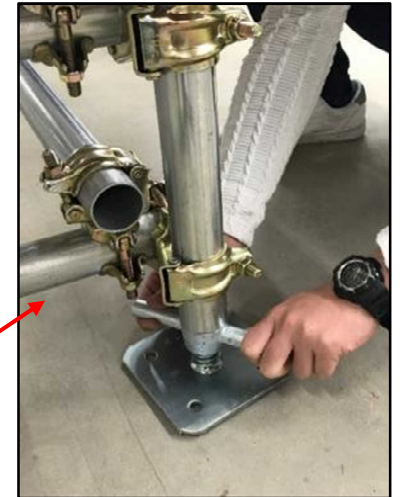
— 変状発生後DSM — ... 変状発生前DSM = 標高の増減が分かる

標高が**低下** → 亀裂や陥没が発生した箇所

標高が**上昇** → 押し出し, 隆起が発生した箇所



地形モデル・UAV



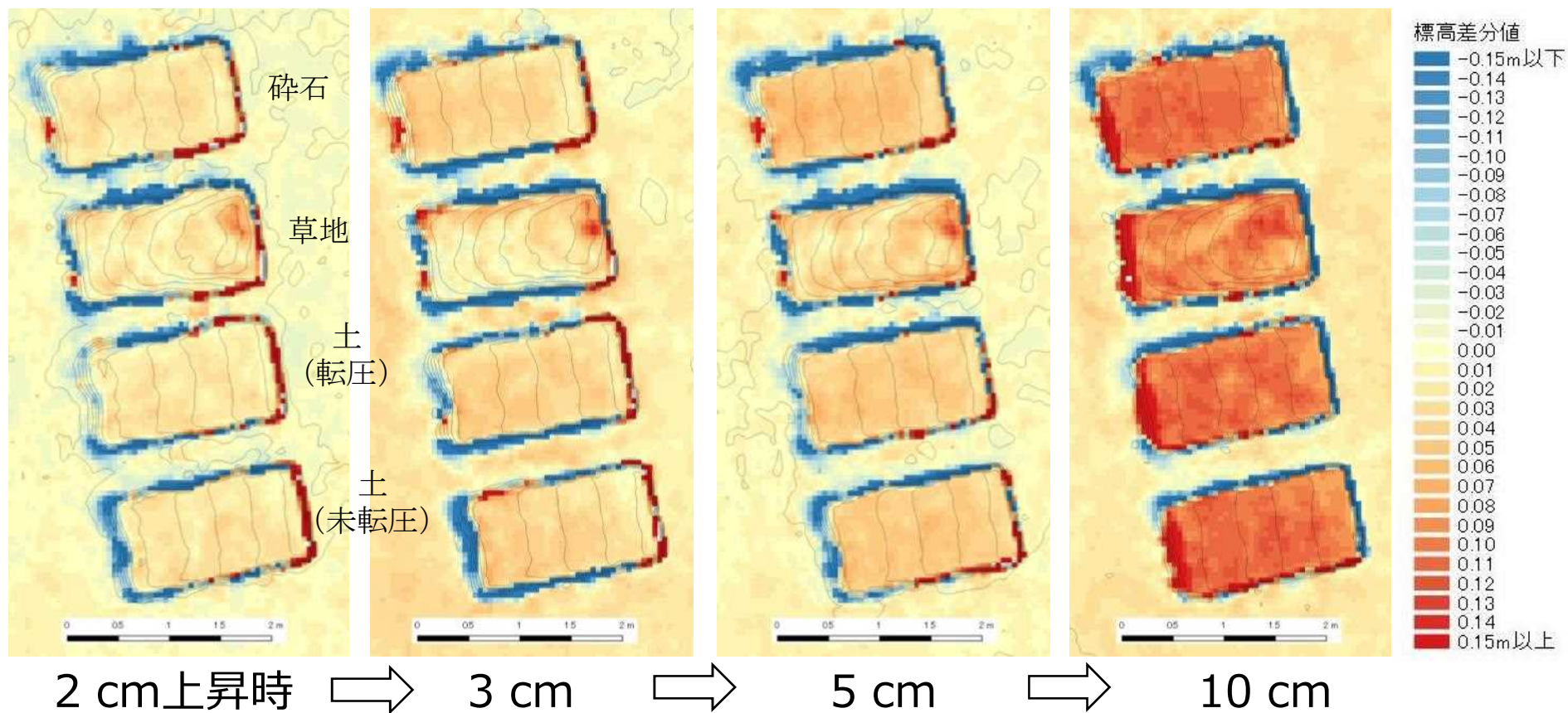
Phantom 4



付属カメラ 1240万画素

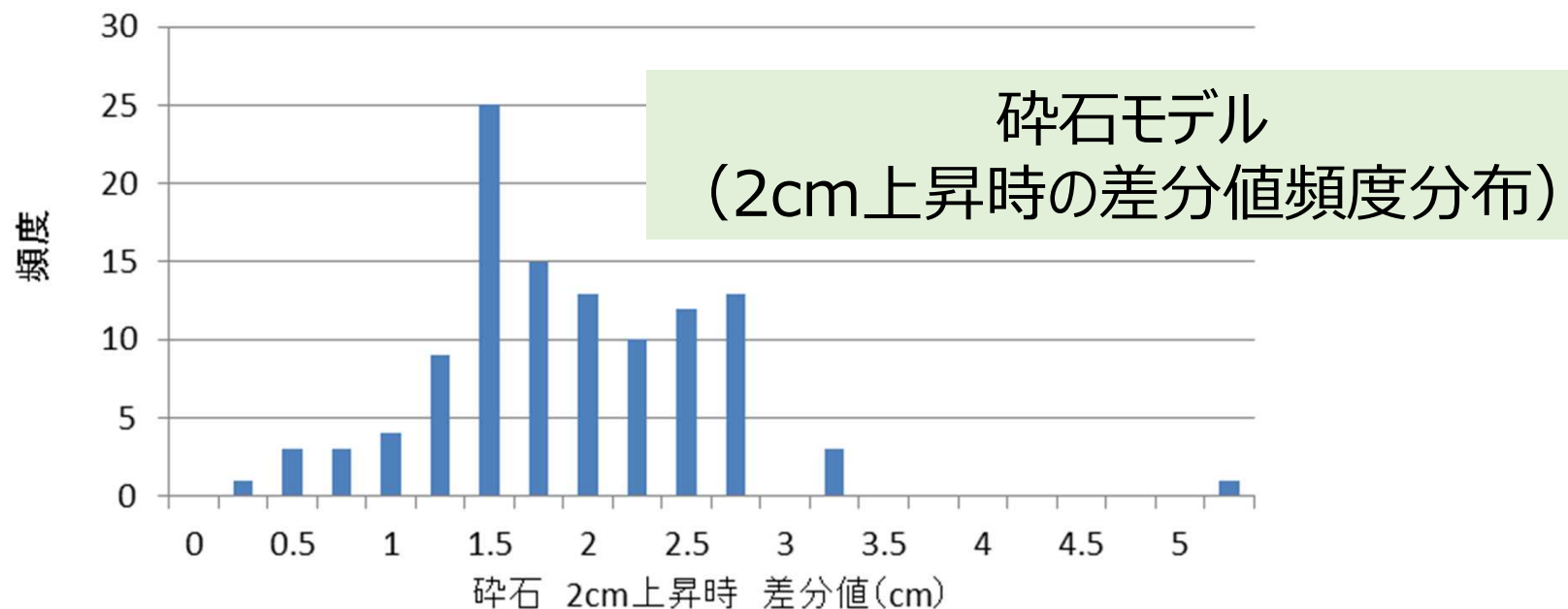
- 対地高度 : 25, 50, 100m
- 移動速度 : 2m/s
- 移動幅 : 2m
- 撮影インターバル : 2s
- 地上解像度 : 1cm(25m)
2cm(50m), 4cm(100m)

変状差分図



差分値の精度

	平均値 (cm)				標準偏差 (cm)			
上昇量	2.0	3.0	5.0	10	2.0	3.0	5.0	10
碎石	1.8	2.8	4.8	10	0.8	0.8	0.9	0.8
草地	1.1	1.5	2.9	8.7	1.4	2.0	2.1	1.6
転圧土	1.5	3.1	3.8	9.9	0.8	0.9	0.8	0.9
未転圧土	1.6	2.7	3.9	10	0.9	1.1	0.7	0.9



工事中現場におけるUAVによる変状抽出



α UAV(amuse oneself)



Panasonic DMC-GX7 1600万画素

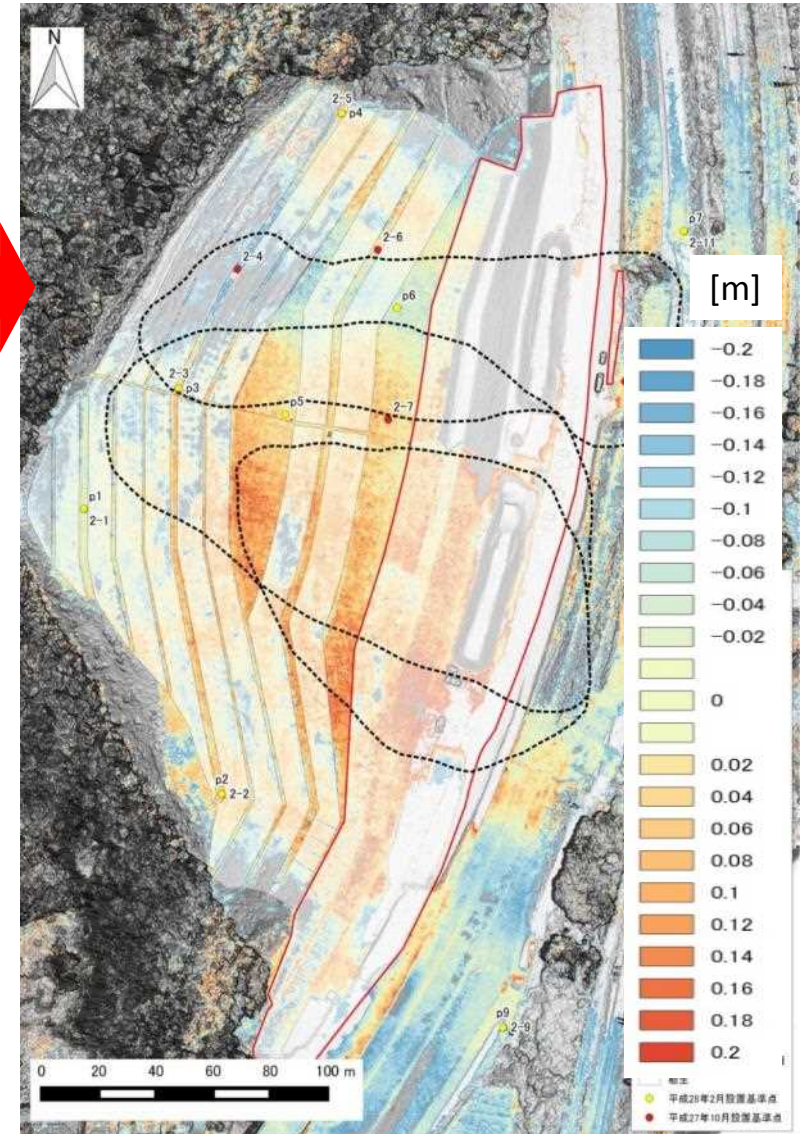


- 対地高度：100 m
- 移動速度：5 m/s
- 移動幅：40 m
- 撮影インターバル：2 s
- 地上解像度：3 cm

工事中現場におけるUAVによる変状抽出

平成27年10月撮影 ➡ 4か月 ➡ 平成28年2月撮影

変状差分図

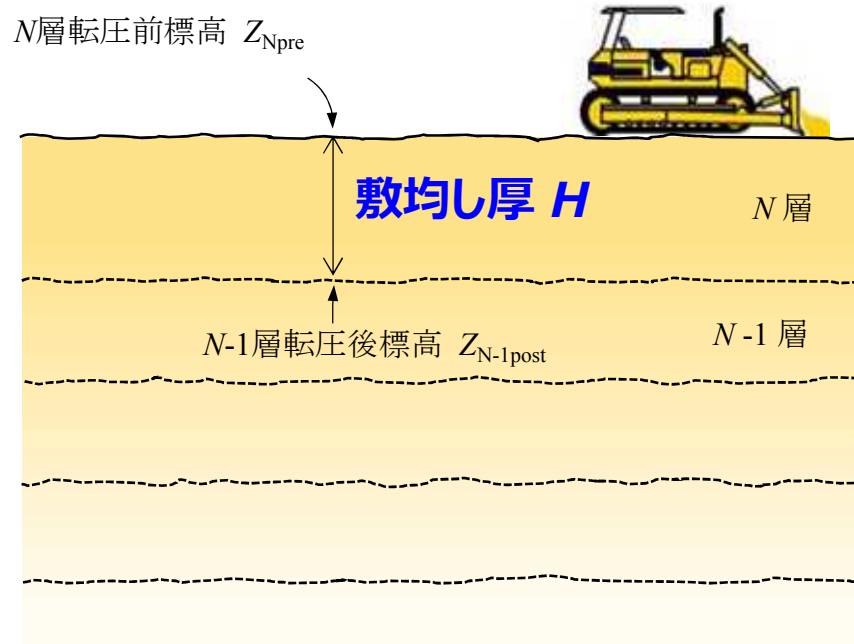


- 変状差分図には、アンカー工による効果によって変位が抑止されている様子が観察される。
- 斜面上で、すべりによる標高の沈下領域と、それによって出現する隆起領域が確認できる。
- 変状の領域や様子、対策工の効果などを定量的に確認できるようになる。

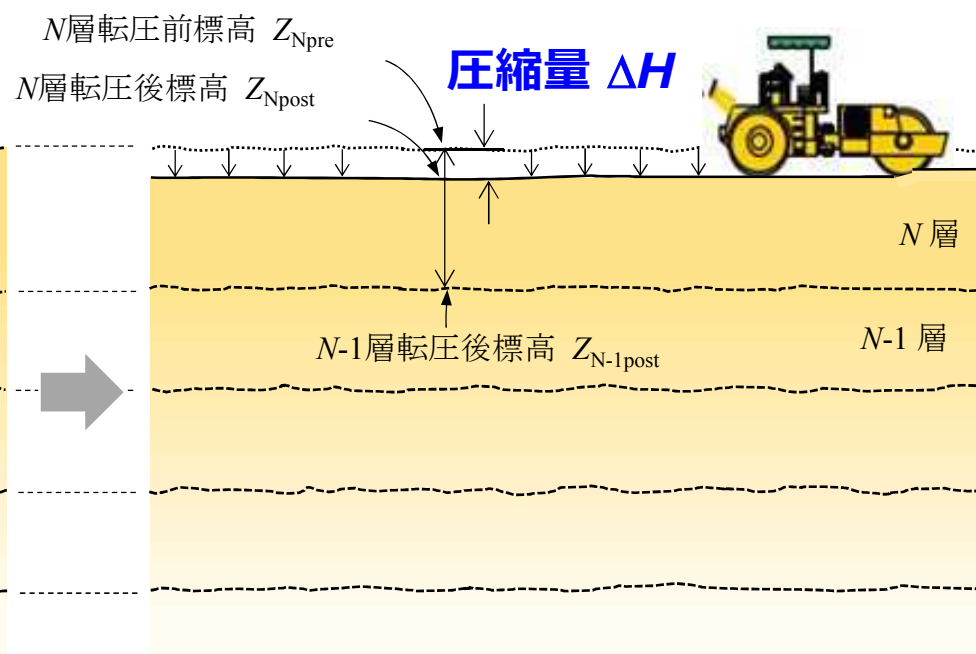
2. UAVによる盛土内部の 情報化実証実験



転圧前（まき出し・敷均し後）



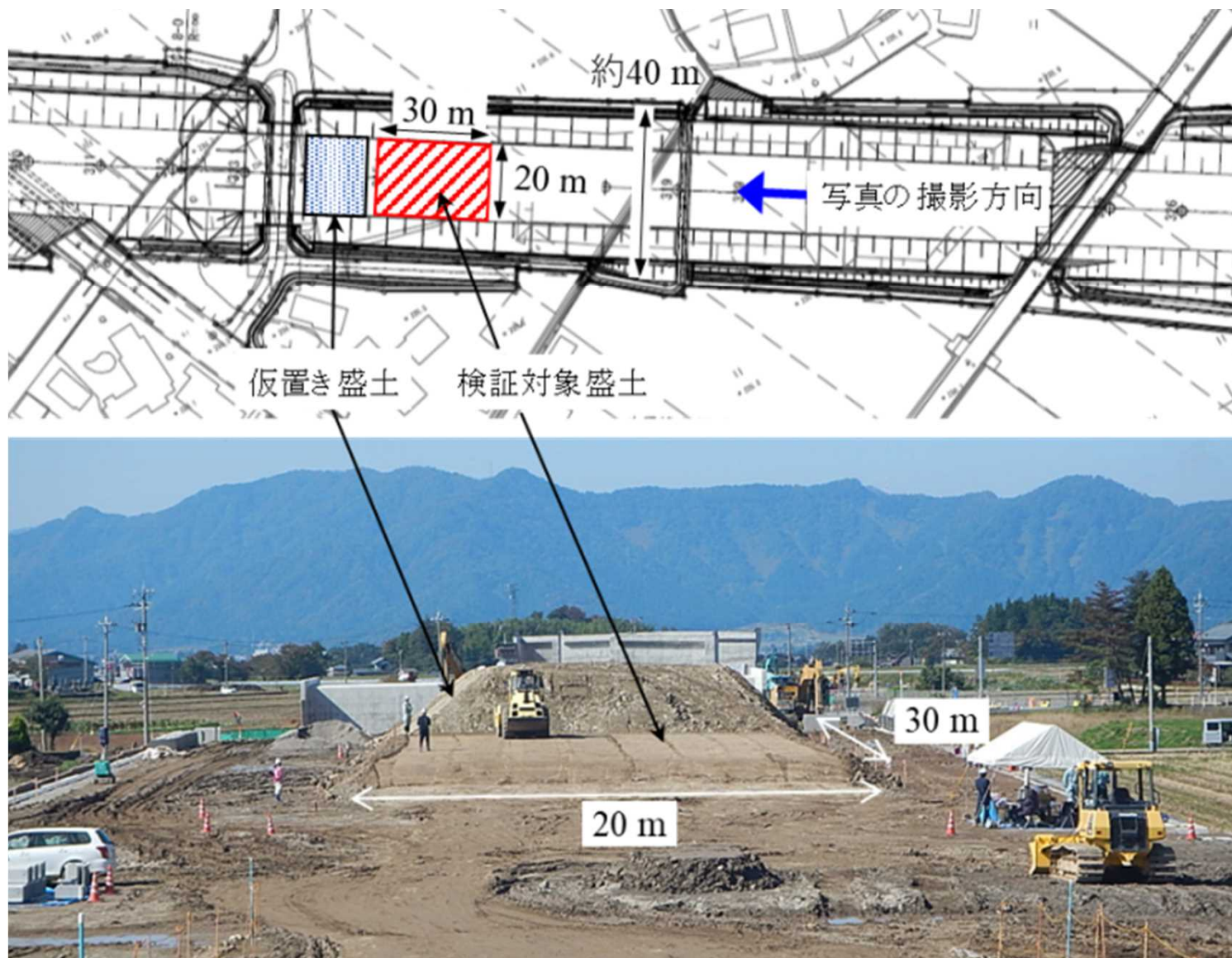
転圧後



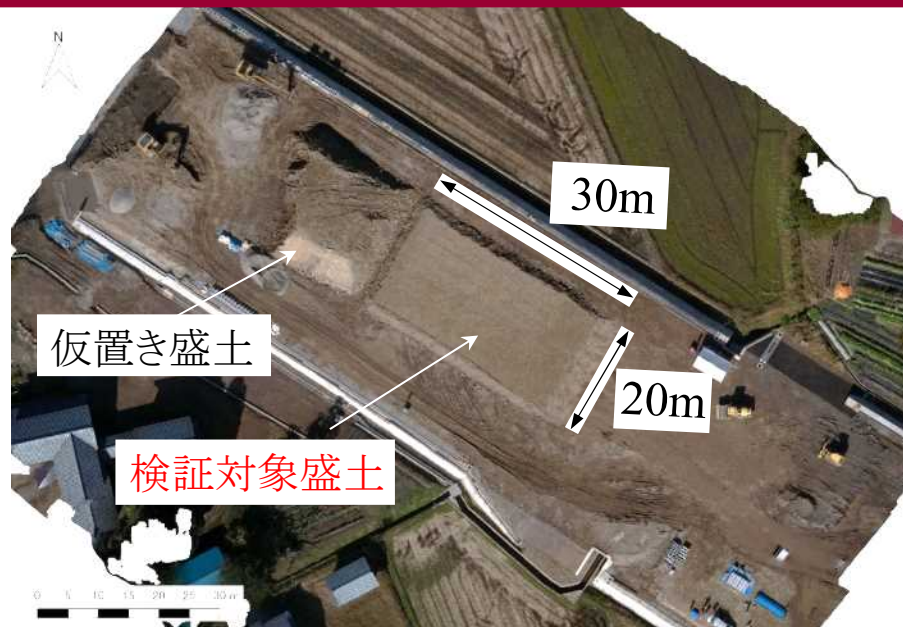
転圧前後のUAV空撮（**差分解析**）による
締固めの圧縮量評価（施工・品質管理）手法の実証実験

道路土工工事現場におけるフィールド実証実験

福井県下・高規格幹線道路（路体工事現場） 2017/10/25-27



道路土工工事現場におけるフィールド実証実験



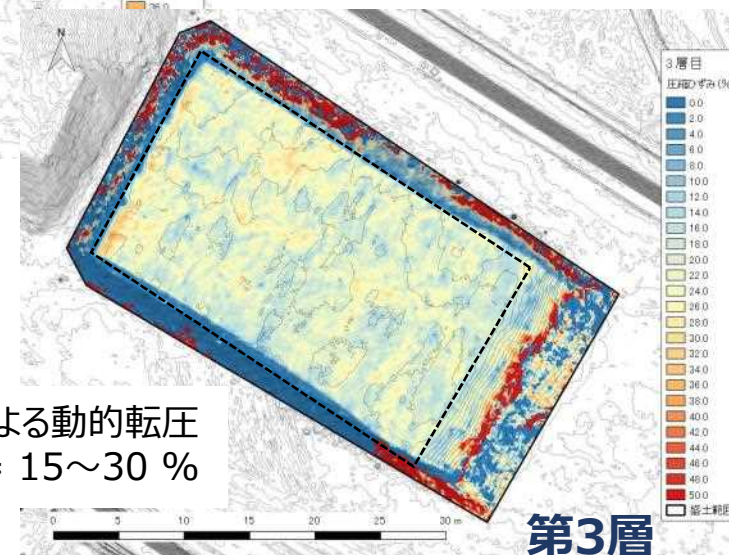
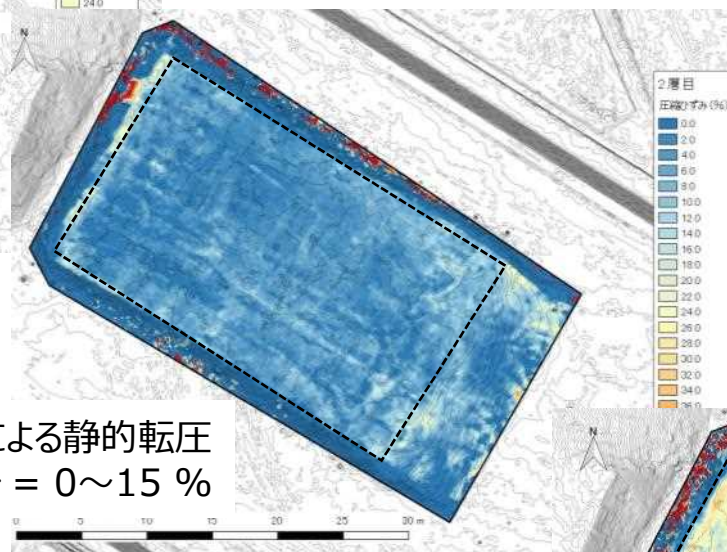
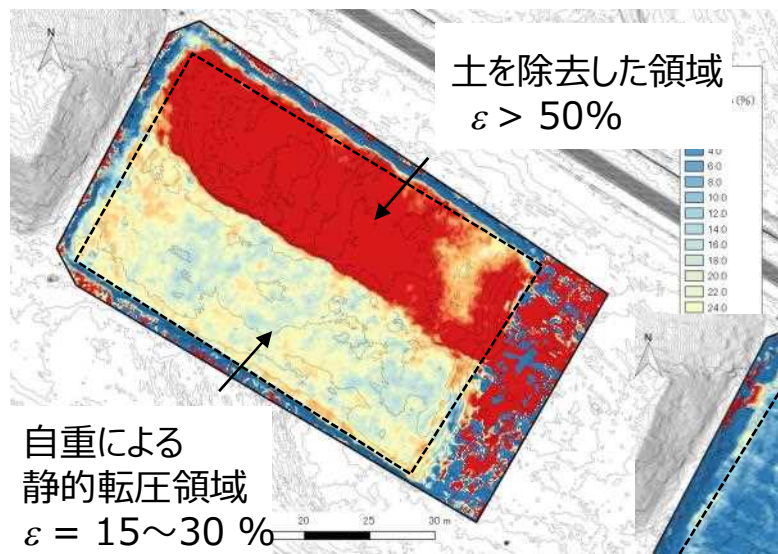
締固め作業（11tクラス：4回転圧規定）



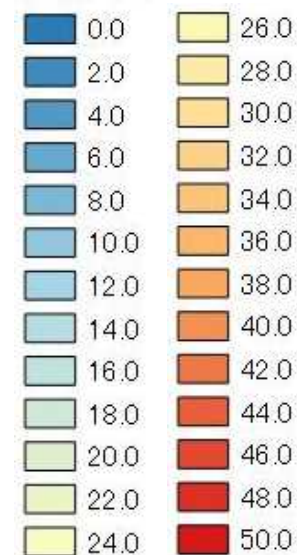
転圧状況



差分解析結果（圧縮ひずみ分布）

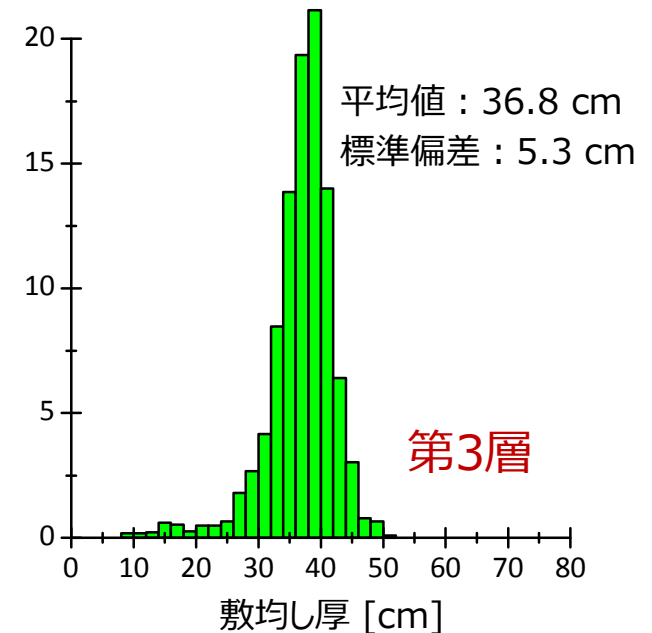
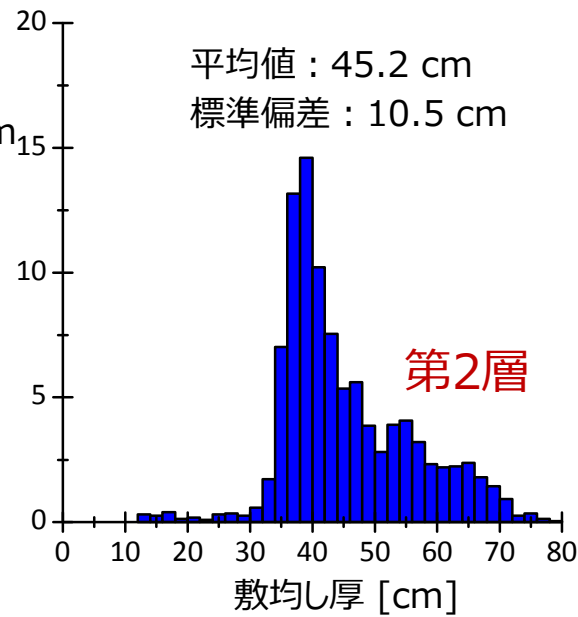
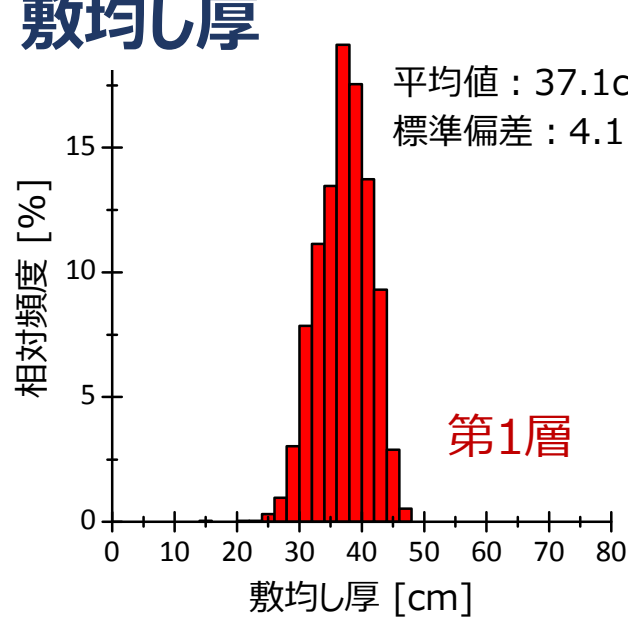


圧縮ひずみ (%)

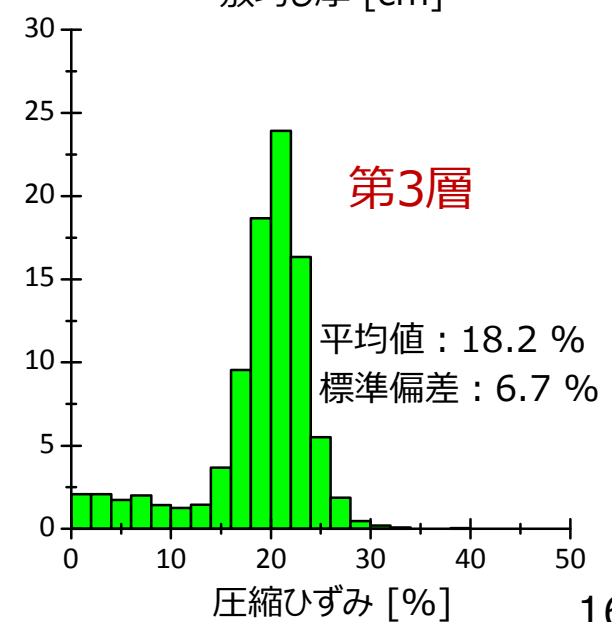
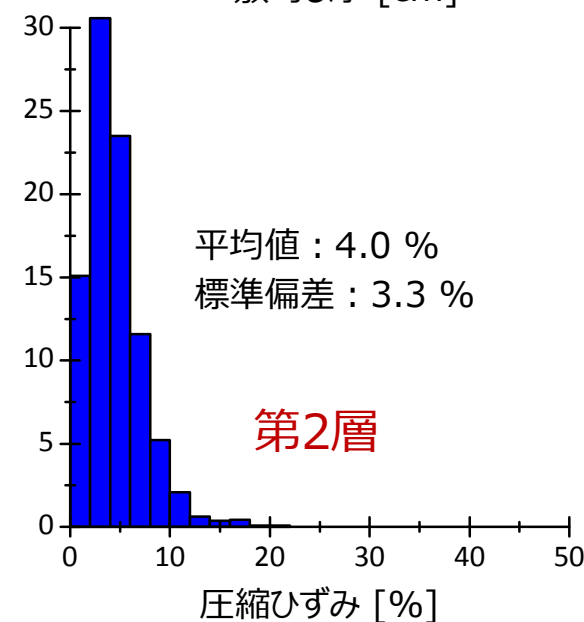
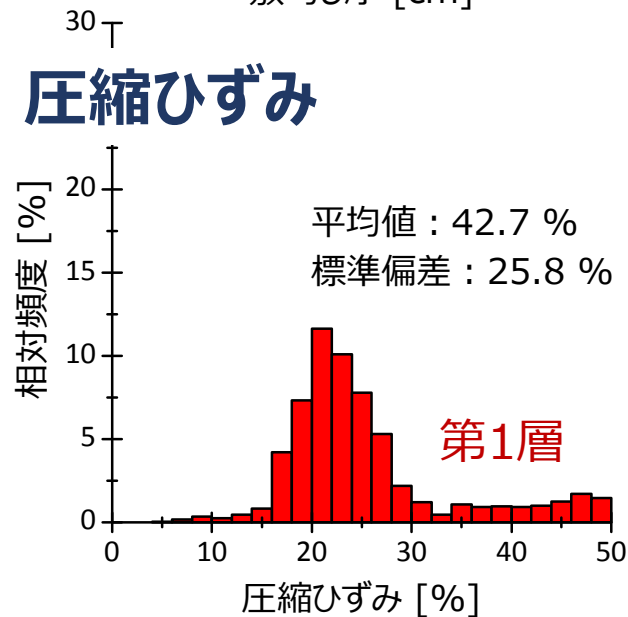


確率分布に基づく品質評価(50cmグリッド×2,280個)

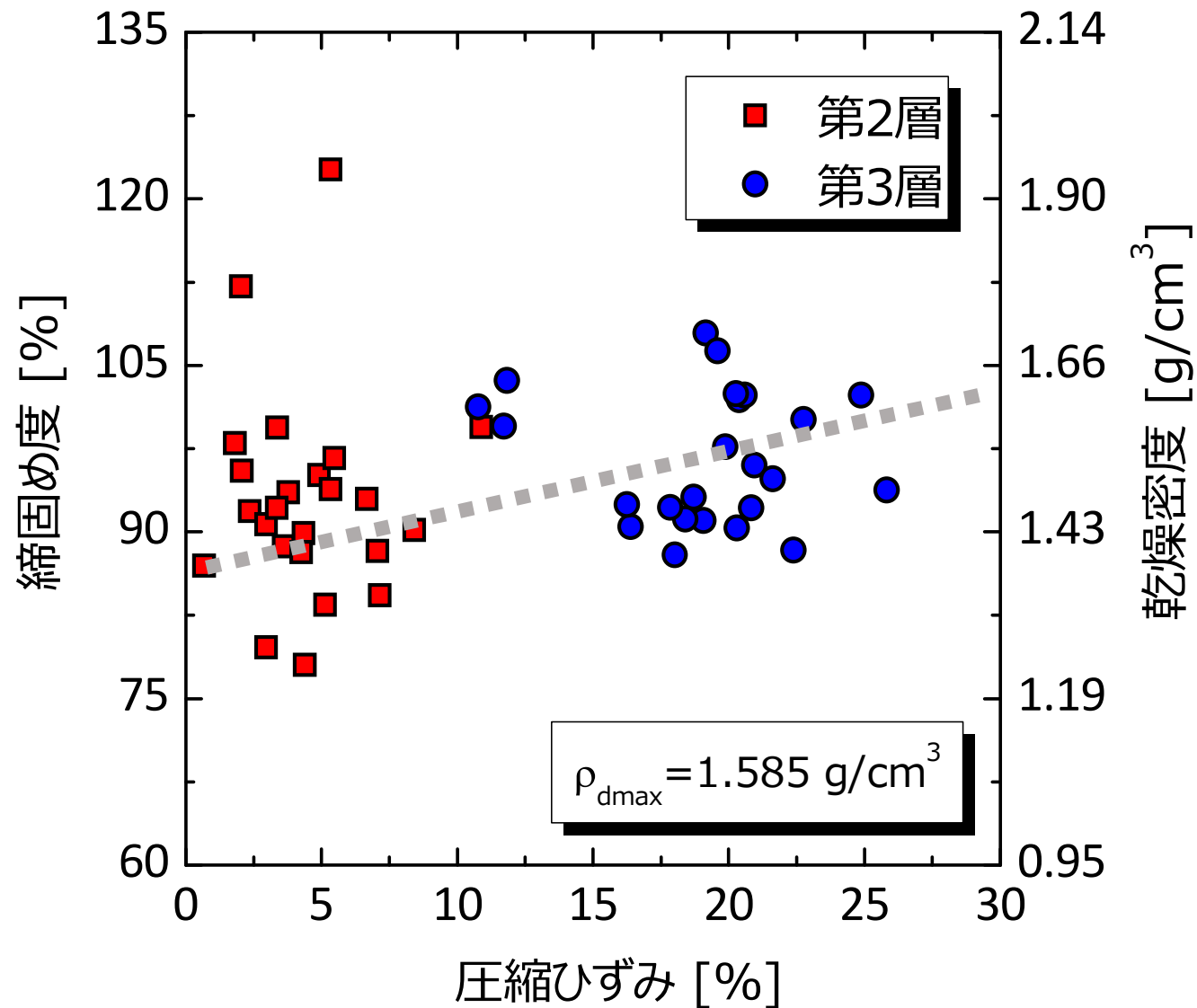
敷均し厚



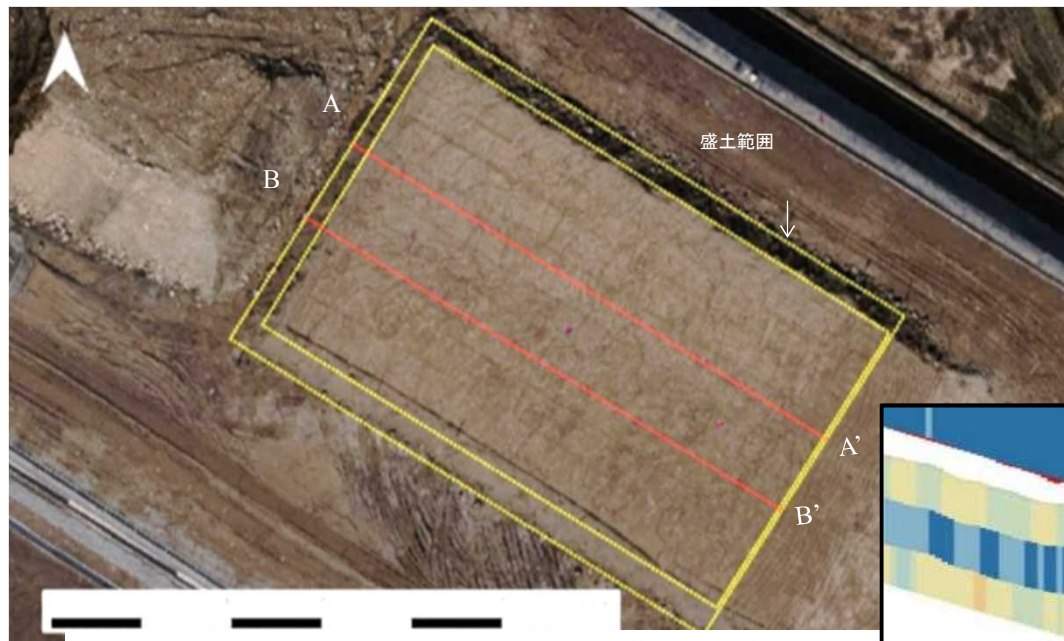
圧縮ひずみ



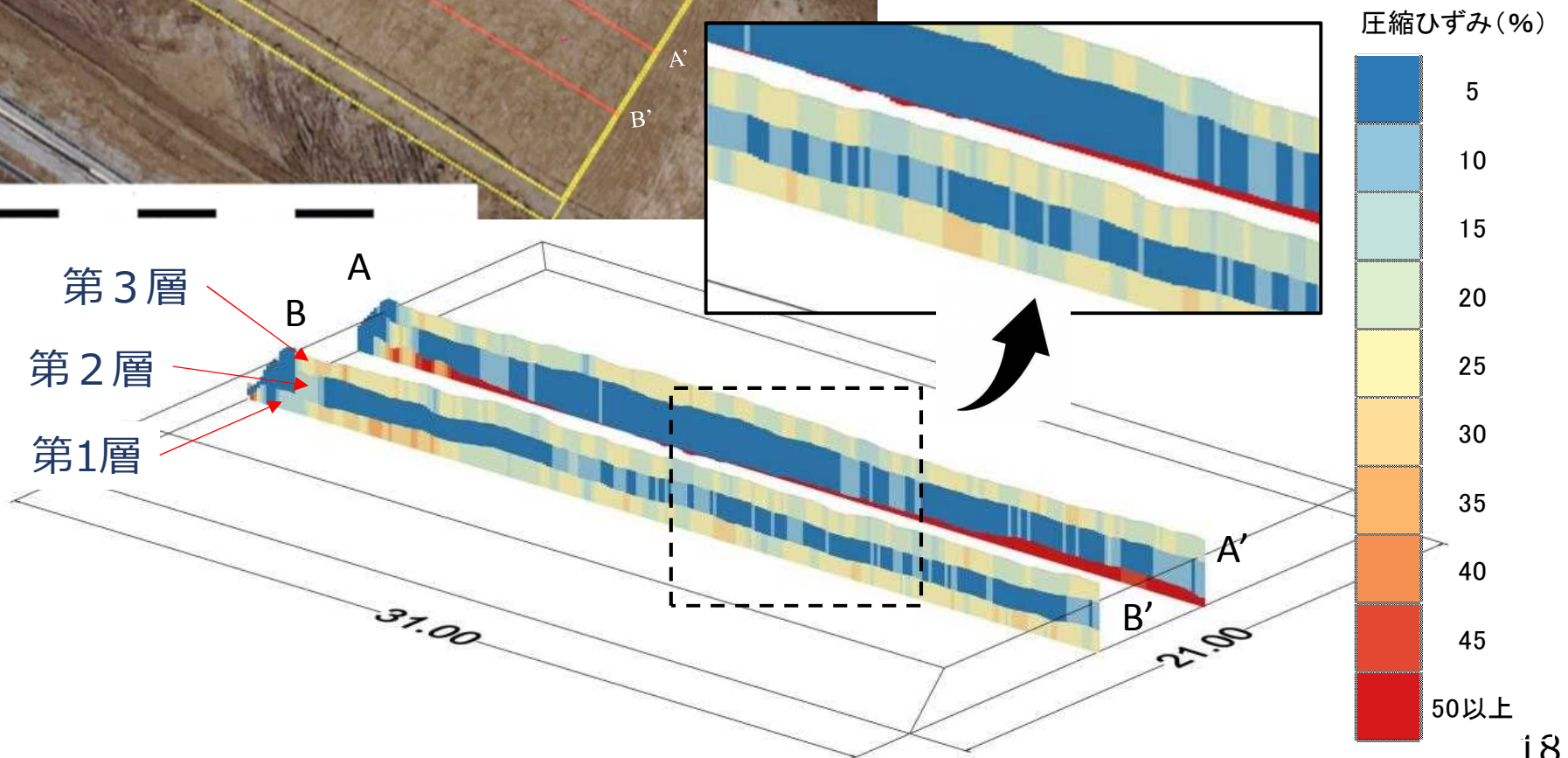
圧縮ひずみと締固め度の相関(5mグリッド×24点)



盛土の内部情報化



- 任意断面で内部を可視化
- 層構造の様子やばらつき
- 上下で繋がる低圧縮部など



リアルタイム化に向けて（データ処理時間）

画像解析に使用したPCのスペック

使用PC	CPU	コア数	メモリ	グラフィックボード
ワーク ステーション	Intel Core- i75960X	8	64GB	NVIDIA GeForce GTX 980（×3枚）
ノートPC	Intel Core i7- 7700K	4	64GB	NVIDIA GeForce GTX 1080

解析時間の比較（第0層20m×30m領域の3D地形モデル）

写真枚数	使用PC	SfM	MVS	DSM	合計
317枚 (間引き無し)	WS	2時間	4時間	2分	6時間2分
145枚	WS	40分	1時間	2分	1時間42分
145枚	ノートPC	40分	1時間40分	2分	2時間22分

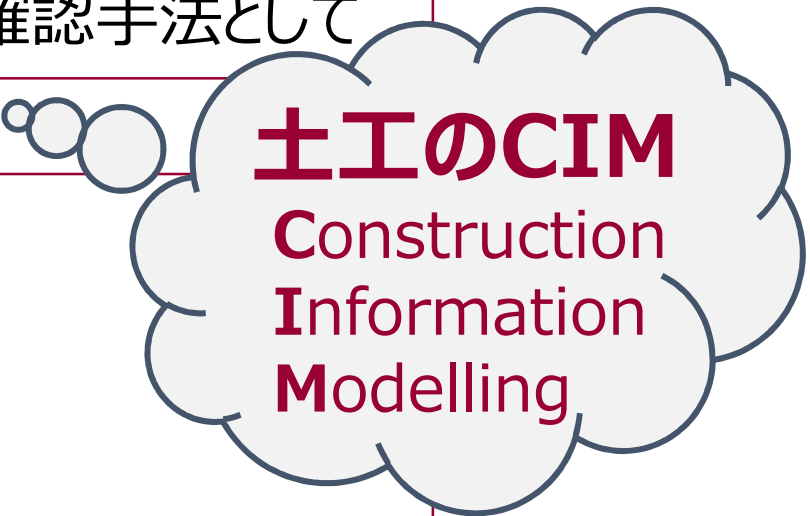
3. 3次元データを活用した 維持管理手法の提案（構想）

変状計測技術

- ⇒ 目視点検では把握が難しいマクロな変状の空間把握
- ⇒ 重点監視箇所のスクリーニング、変状の動態監視
- ⇒ 施工時の観測施工、対策工の効果確認手法として

品質管理・内部情報化技術

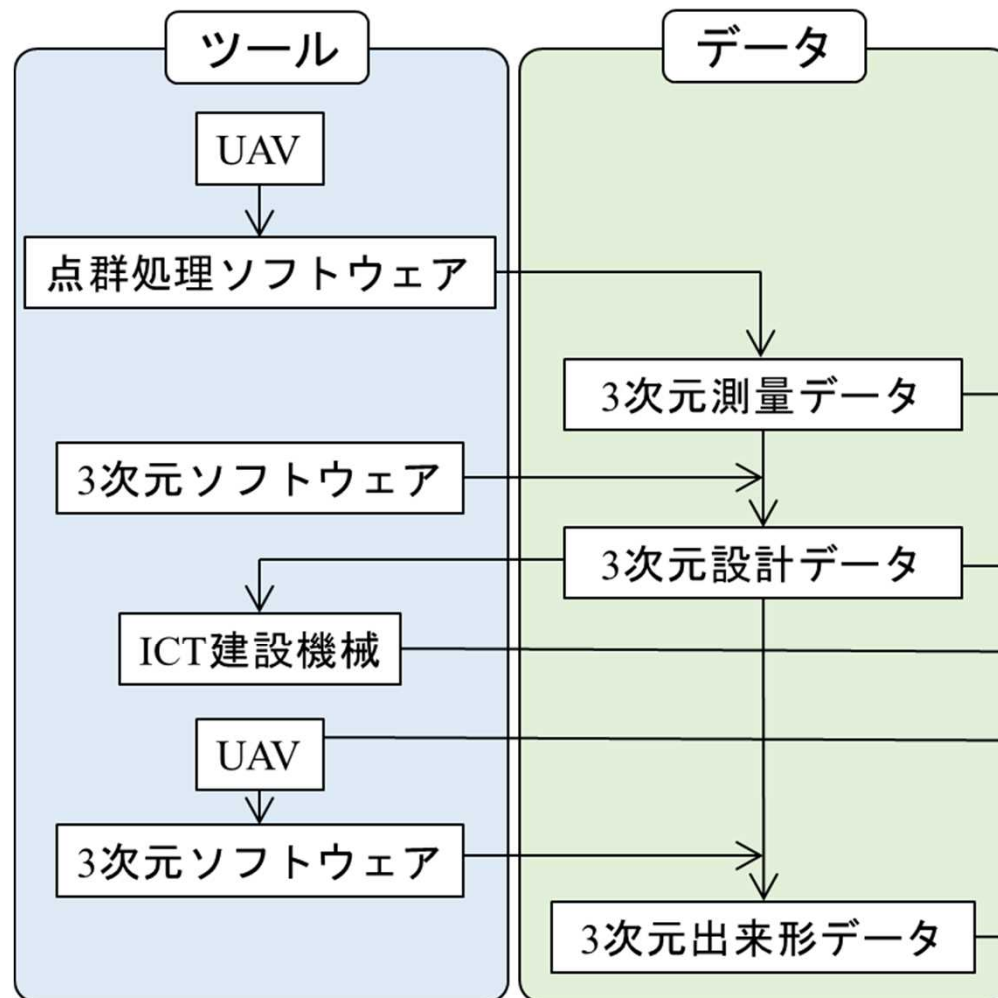
- ⇒ UAVの新たな活用
- ⇒ 点から面・空間の管理
- ⇒ ICT技術との親和性
- ⇒ 盛土内部のトレーサビリティ確保
- ⇒ 設計～管理の3次元データのPDCAサイクル創出



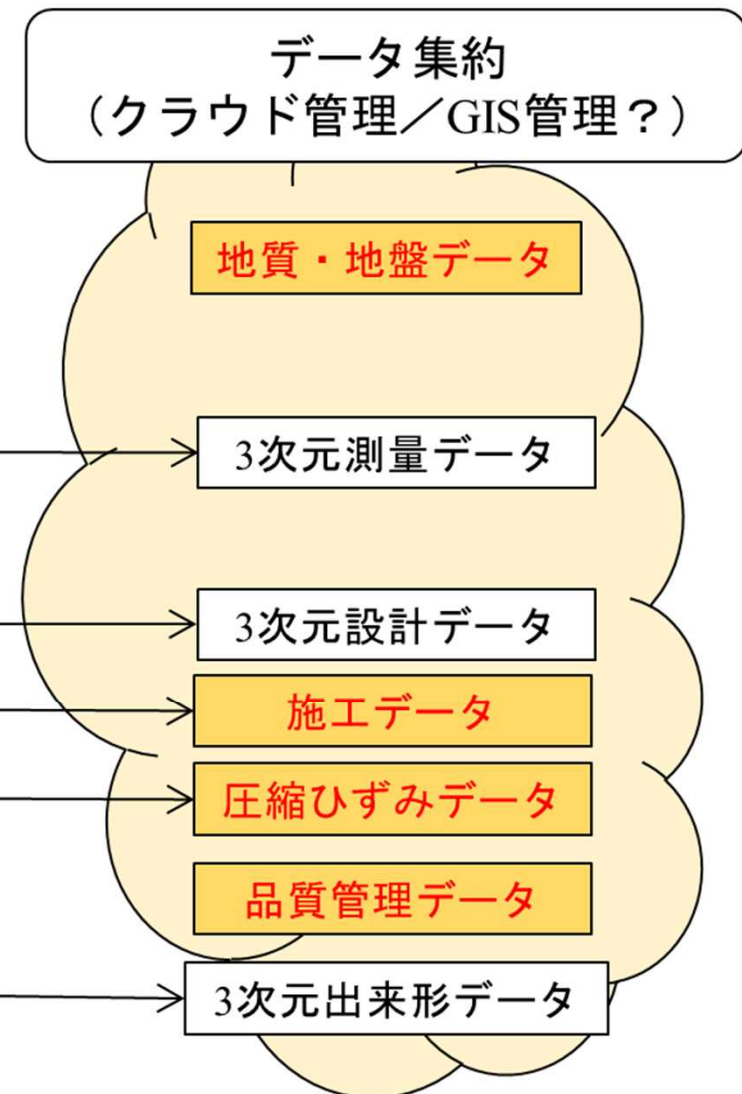
土工のCIM
Construction
Information
Modelling

盛土の内部情報を含む3次元データ活用のイメージ

現行のi-Constructionの流れ



盛土の内部情報を含む3次元データの活用

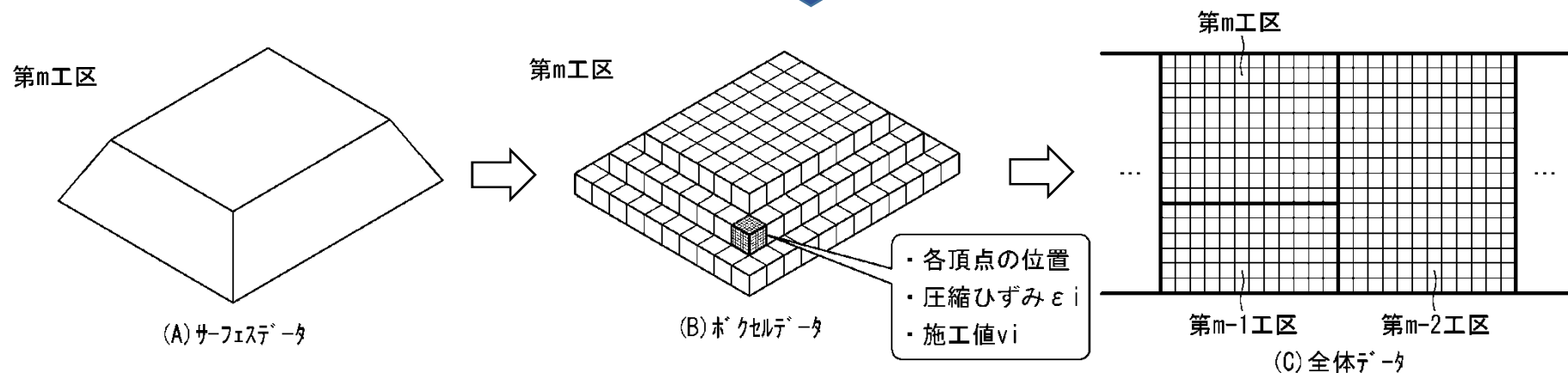


データの管理手段①

[管理データ]

第n層			第n-1層		...
位置	品質値	施工データ	品質値	施工データ	
x1, y1	q11	v11	q21	v21	...
x2, y2	q12	v12	q22	v22	
x3, y3	q13	v13	q23	v23	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	

テキストベースの管理データ

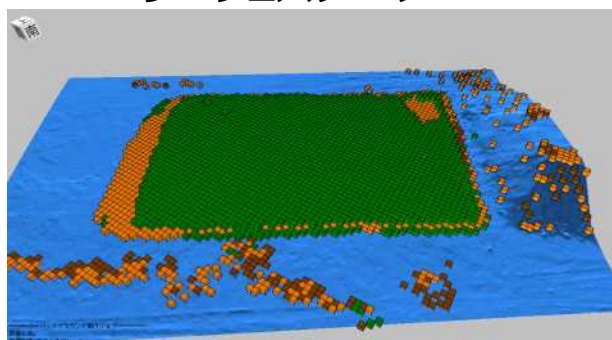


属性を持つ3次元データ管理の概念図

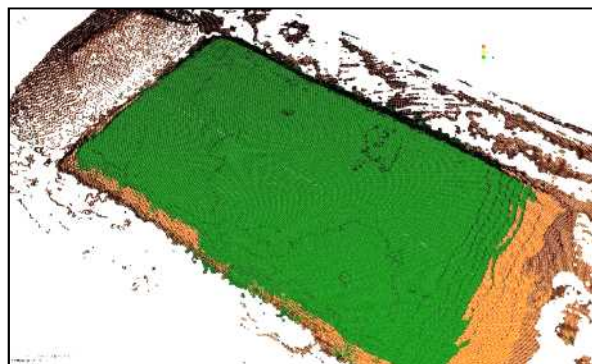
データの管理手段②ボクセルデータ



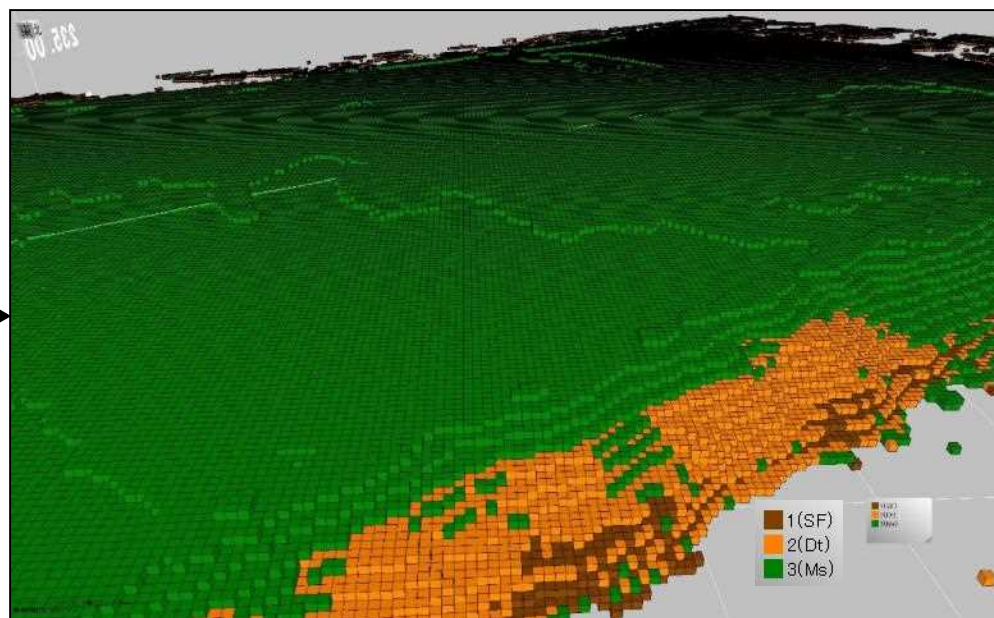
サーフェスデータ



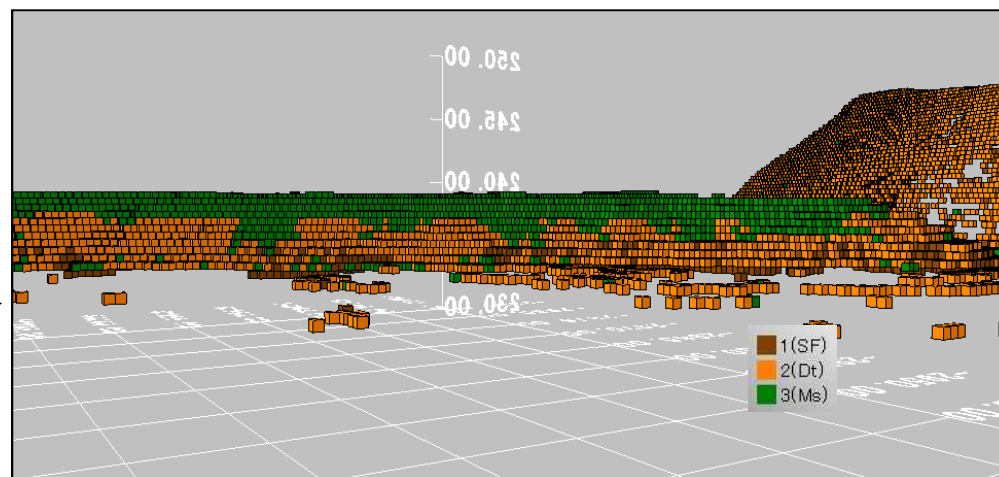
ボクセルデータ (50 cm立方体)



ボクセルデータ (10 cm立方体)



10 cm立方体ボクセルデータ 拡大図



10 cm立方体ボクセルデータ 側面拡大図

i-Construction[土工]におけるデータ活用の拡大 (まとめに代えて)

