

国土地理院の3次元地図に関連した取組の紹介

国土地理院 基本図情報部
地図情報技術開発室
笹川 啓

南鳥島の3次元点群モデル



2018年9月に撮影した固定翼UAV画像を使用して作成

i-Construction ～建設業の生産性向上～

資料10
国土交通省

- 建設業は社会資本の整備の担い手であると同時に、社会の安全・安心の確保を担う、我が国の国土保全上必要不可欠な「地域の守り手」。
- 人口減少や高齢化が進む中であっても、これらの役割を果たすため、建設業の賃金水準の向上や休日の拡大等による働き方改革とともに、生産性向上が必要不可欠。
- 国土交通省では、調査・測量から設計、施工、検査、維持管理・更新までの全ての建設生産プロセスでICT等を活用する「i-Construction」を推進し、建設現場の生産性を、2025年度までに2割向上を目指す。

【生産性向上イメージ】

測量

3次元測量(UAVを用いた測量マニュアルの導入)

従来測量 → UAV(ドローン等)による3次元測量

施工

ICT建機による施工(ICT土工用積算基準の導入)

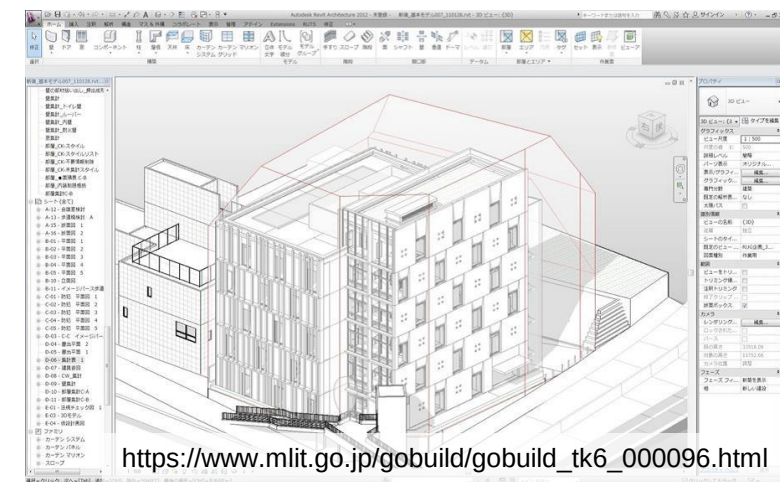
従来施工 → ICT建機による施工

検査

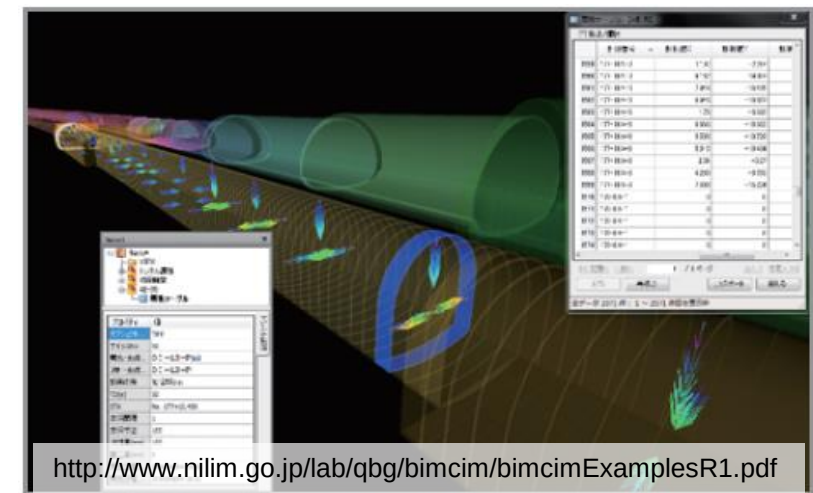
検査日数・書類の削減

人力で200m毎に計測 → 計測結果を書類で確認 → 3次元データをパソコンで確認

首相官邸 未来投資会議(第1回) 配布資料 <http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/miraitoshikaigi/dai1/siryou10.pdf>



BIMを用いた可視化や解析

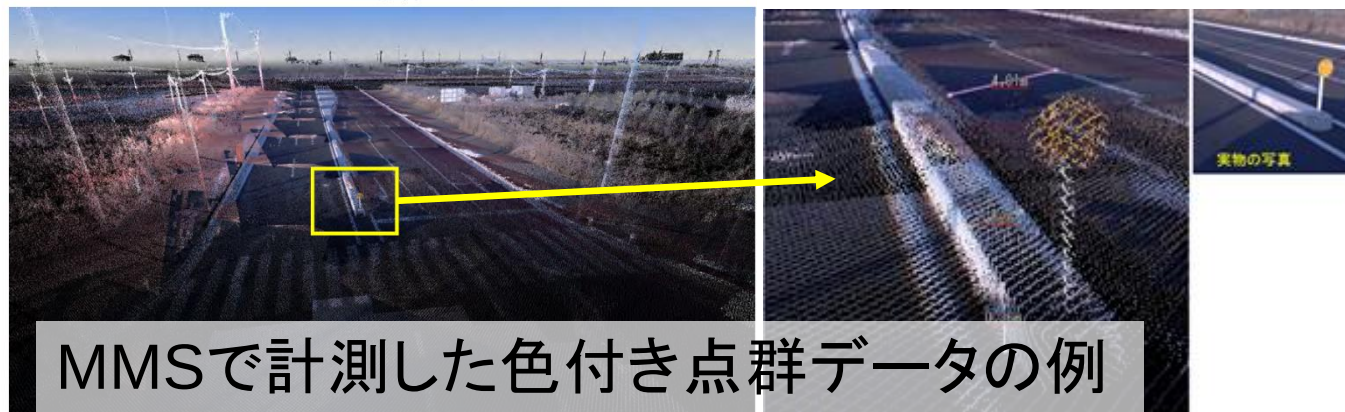


トンネル変位を見える化したCIMモデル

- 行政機関でも3次元データの活用が一般的になりつつある。
- 3次元データの活用が、生産性向上や高度な可視化/解析に寄与。



①レーザスキャナー+②全方位カメラ
レーザ点群データ



○3次元データを計測する機器が多くリリースされた。

○上画像の機材に対して、測量業務を行う上での
マニュアル/作業規程の準則が整備された。

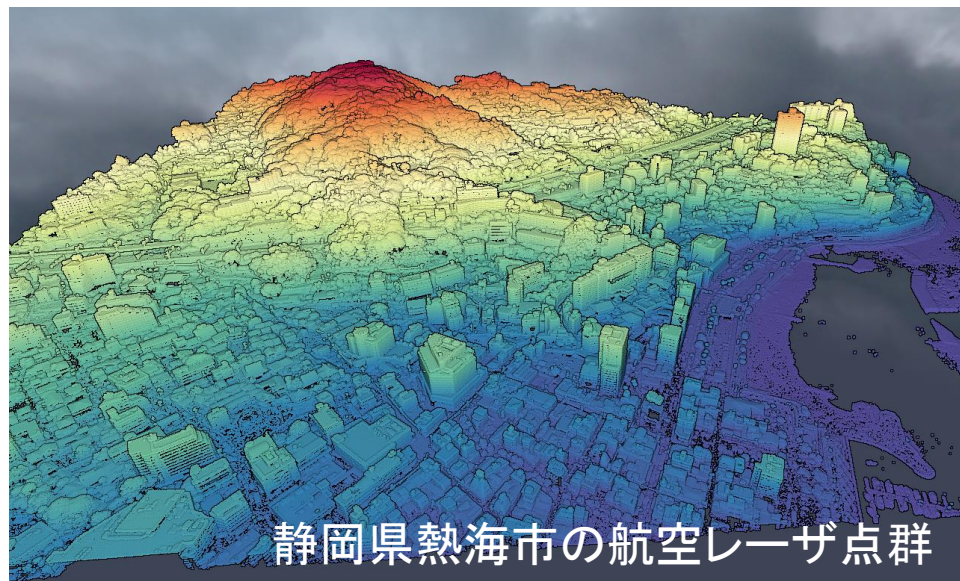
○オープンデータ

Shizuoka Point Cloud DB



TOP | 利用規約 | 運営元・お問い合わせ | ヘルプ
(C)2016 静岡県交通基盤部建設支援局建設技術企画課

<https://pointcloud.pref.shizuoka.jp/>

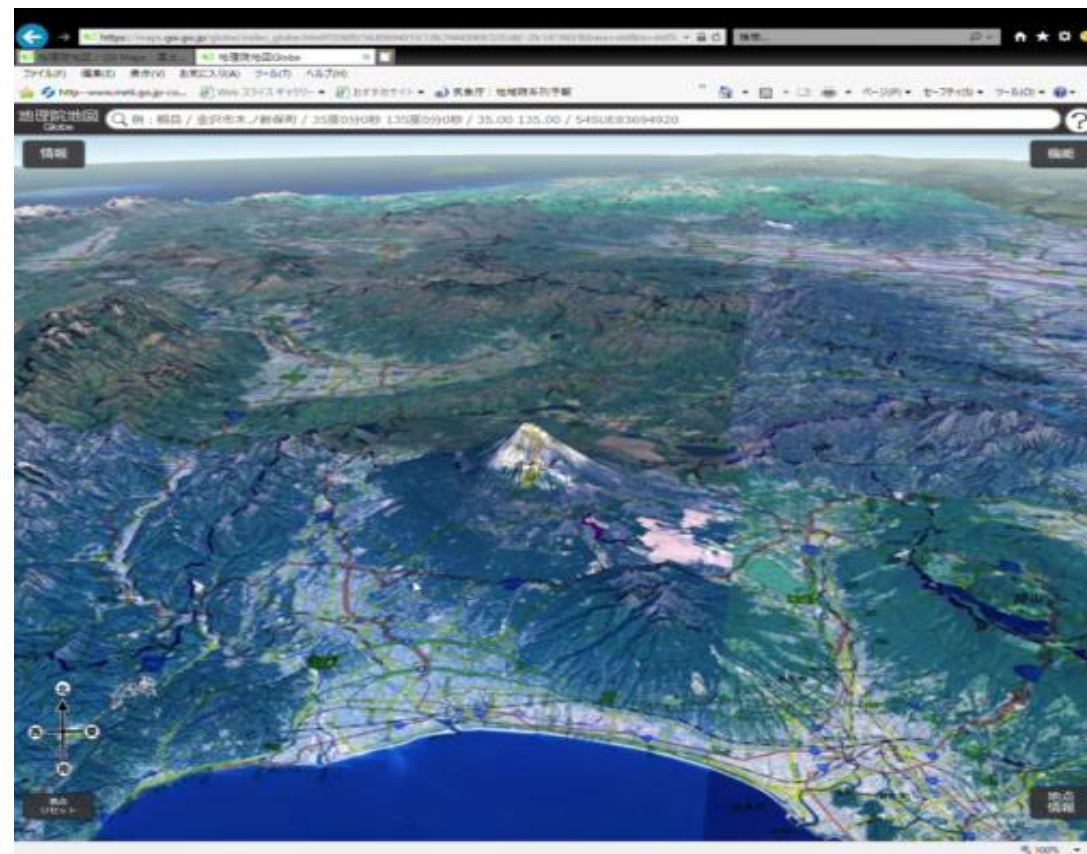


静岡県熱海市の航空レーザ点群

○オープンソースソフトウェア



地理院地図
地理院地図Globe
地理院地図Vector



○データもソフトウェアもオープン化が進んでいる。 4

行政動向： i-ConstructionやBIM/CIMの着実な実施

技術動向： 地上レーザ/UAV/MMS等の3次元計測手段の充実

社会動向： オープンデータやオープンソフトウェアの進展

☆社会全体で3次元データを利活用できる環境が整いつつある。

これを踏まえた国土地理院の主なアクション

- 1) 測量行政懇談会 3次元地図検討部会の実施
- 2) 3次元地図の試作と仕様の検討
- 3) 3次元関連の技術開発

本日は、上記1)～3)のテーマに関する取組を紹介します。

1) 測量行政懇談会 3次元地図検討部会の実施

- ・3次元地図の適切な整備や活用が図られていくための提言
- ・東北地方沿岸地域の航空レーザ測量の実施
- ・デモ(航空レーザ点群データ)

2) 3次元地図の試作と仕様の検討

- ・海外での先行事例
- ・令和元年度に実施した3次元地図データ試作(デモ)
- ・現在までの進捗や課題等

3) 3次元関連の技術開発

- ・UAVの最適撮影手法(3次元モデルの高さ方向精度大幅改善)
- ・新型航空機SARの導入(火山火口の3次元データ取得)
- ・Web裸眼実体視システム試作(災害時の迅速実体視画像提供)
- ・デモ(Web裸眼実体視システム)

測量行政懇談会 3次元地図検討部会の実施①

国土地理院長の私的諮問機関である測量行政懇談会に 2019/3 に部会を設置
佐田達典 部会長(日本大学理工学部交通システム工学科教授)及びその他7名委員で構成

撮影・計測

(写真、レーザ)



航空機



UAV



MMS等

多様な分野における3次元地図の適切な整備・活用促進

自動車の自動運転



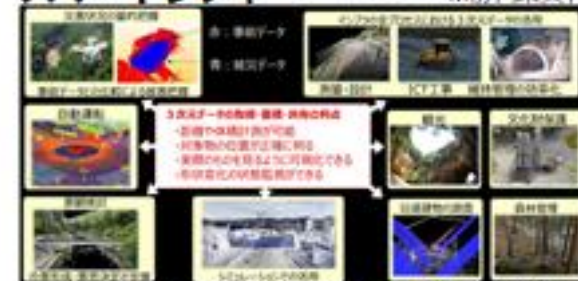
自動運転用の3次元地図

ドローンの運行管理



運行管理用の3次元地図

スマートシティ



3次元データ活用による地域課題解決

防災



事前防災への活用



災害対応の迅速化

i-Construction



3次元データやICT活用による生産性向上

多様な分野で3次元地図への期待が高まっている情勢等を踏まえ、
測量行政が今後取り組んで行くべき事項をとりまとめた。

測量行政懇談会 3次元地図検討部会の実施②

(測量行政懇談会3次元地図検討部会 提言)

①電子国土基本図の着実な整備・更新と高度化に向けた試行

- 電子国土基本図（基盤地図情報等） は、
3次元地図を含めた様々な地理空間情報の位置の基準・共通基盤

②公共測量成果等の多様な分野への流通促進

- 多様な3次元地図に活用可能な3次元点群データを含むDSM等の整備・提供

③3次元地図の仕様の明確化（試作と仕様の検討）

- 標準的な3次元地図作成のための仕様や方法論等の検討

上記の提言を受けた取組として、以下を実施

- ・東北沿岸地区の航空レーザ計測の実施（次ページで詳細を説明）
- ・基盤地図情報と航空レーザ測量等の3次元点群データから3次元地図の試作
（後ほど詳細を説明）

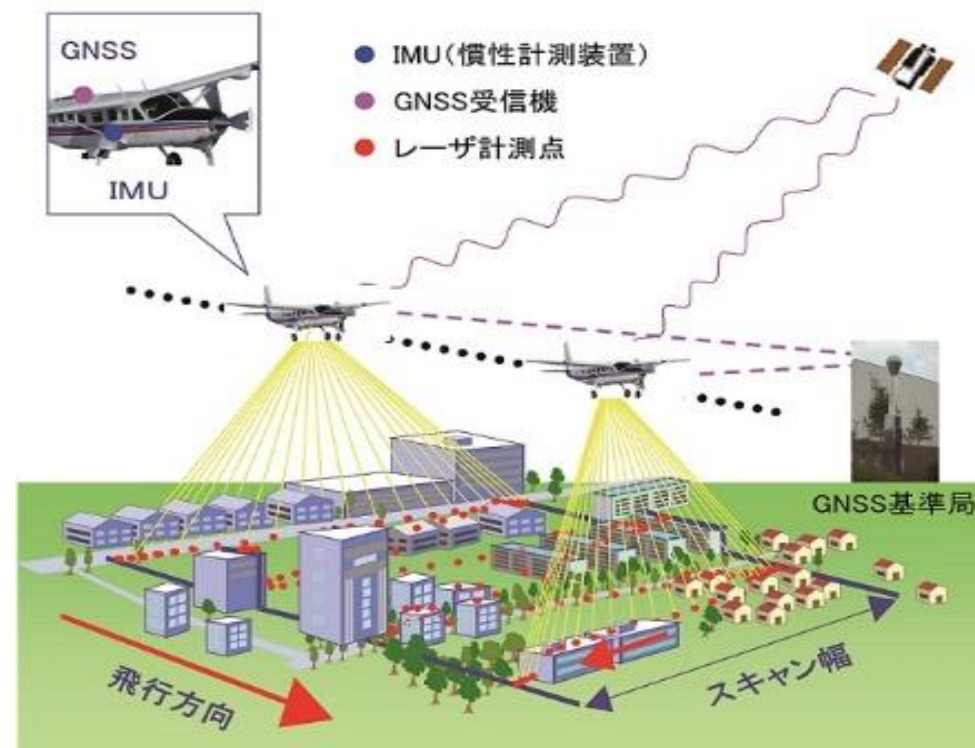
測量行政懇談会 3次元地図検討部会の実施③

○現在、東北地方の沿岸地域で航空レーザ測量を実施中

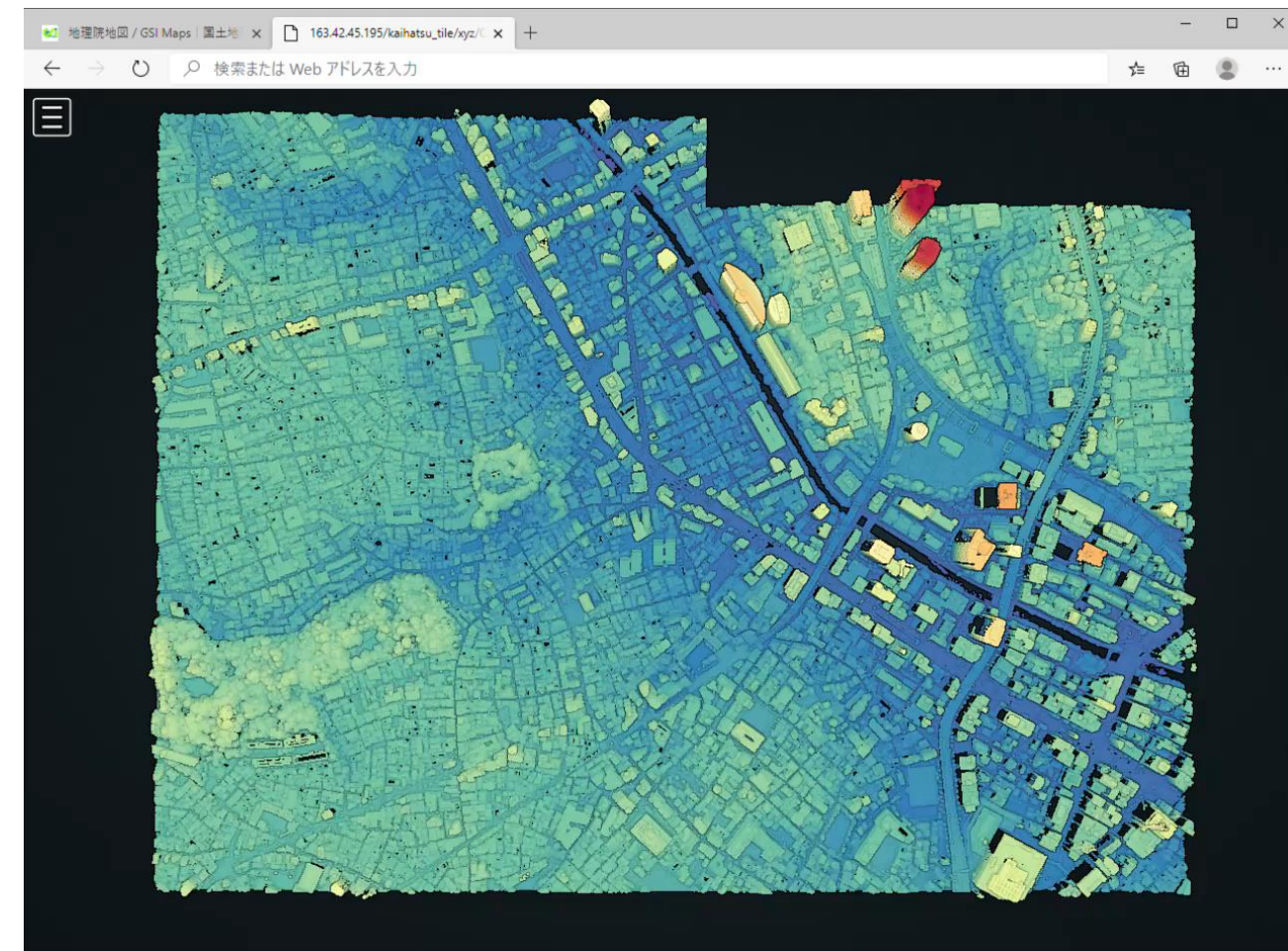
- ・津波被害からの復興状況を反映した最新の地形データに更新予定。
- ・あわせて、3次元点群データの活用促進方策について検討。



整備予定面積
2,270km²



○航空レーザ3次元点群データのデモ動画（JR山手線 目黒駅周辺）



航空レーザ3次元点群
観測時期：2017年8月

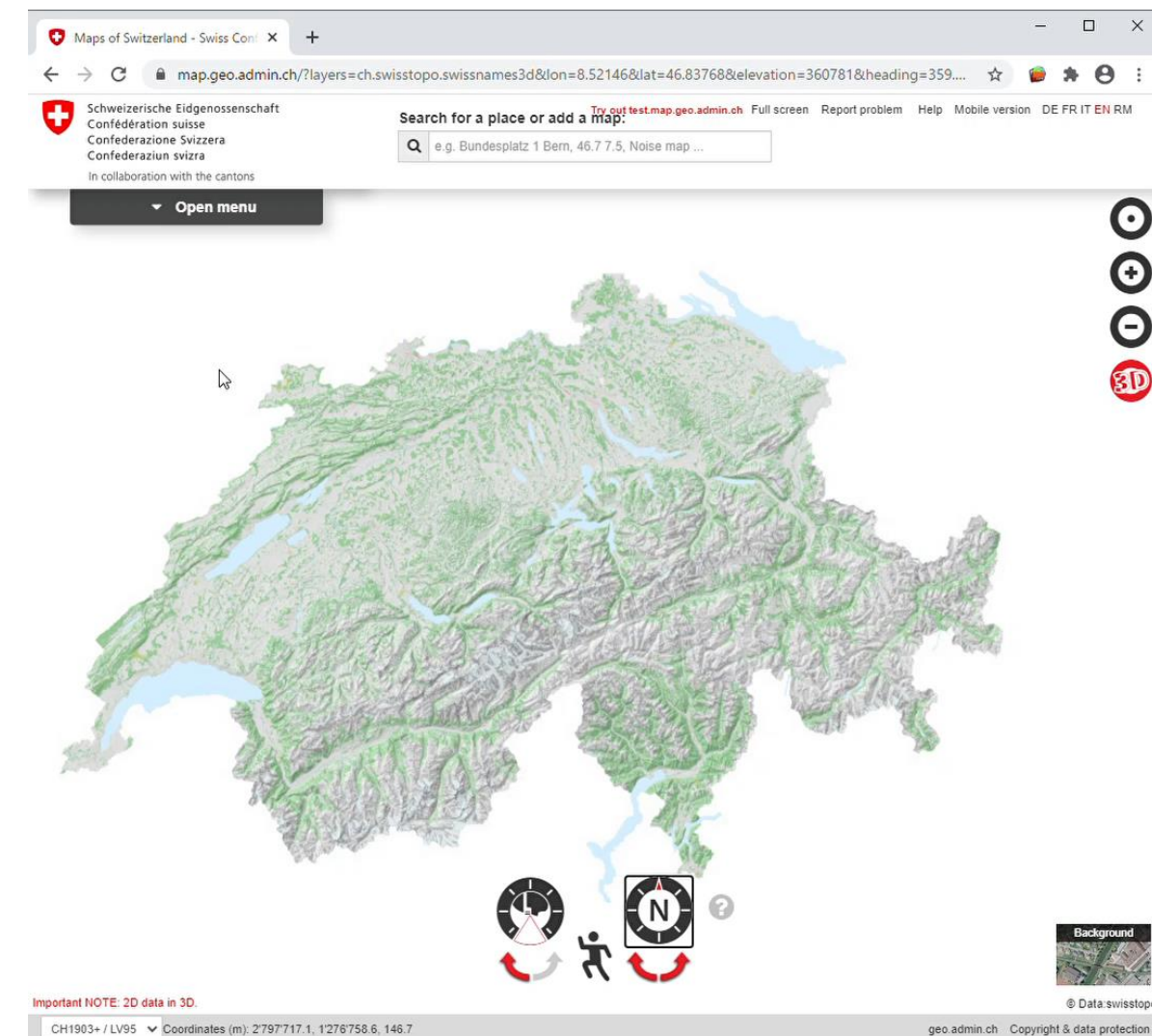


空中写真（正射画像）
撮影時期：2019年6月～11月

3次元地図の試作と仕様の検討①

○世界における3次元地図の先行事例

※本日は時間の都合もあり、スイストポ(スイスの国家地図作成機関)の3次元地図を紹介。



【特徴】

- ・地形を再現
- ・建物はベクトルデータ
- ・道路や面地物はラスタ画像として、地表に張り付く
- ・デフォルメされた木が1本1本存在

フルベクトルの3次元地図ではないが、スイス全土をカバー。

2次元地図とは異なる地図表現をしている地物もある。

○R1年度に国土地理院でも3次元地図を試作開始

【R1年度作業の目的】

- ・ 効率的かつ高精度な3次元地図作成手法の開発
- ・ 上記に対する課題の抽出
- ・ これらの作業を通じた3次元地図作成に対する知見の蓄積

【手法に求める要件】

- ・ 可能な限り自動化（なるべく手動作業をしない）
- ・ 2次元上の位置の基盤を考慮して、基盤地図情報を使用する
- ・ 高さ方向のデータは諸元の異なる複数種類を使用する
- ・ まずは建物/道路等の基本的な地物に対する3次元化を実施

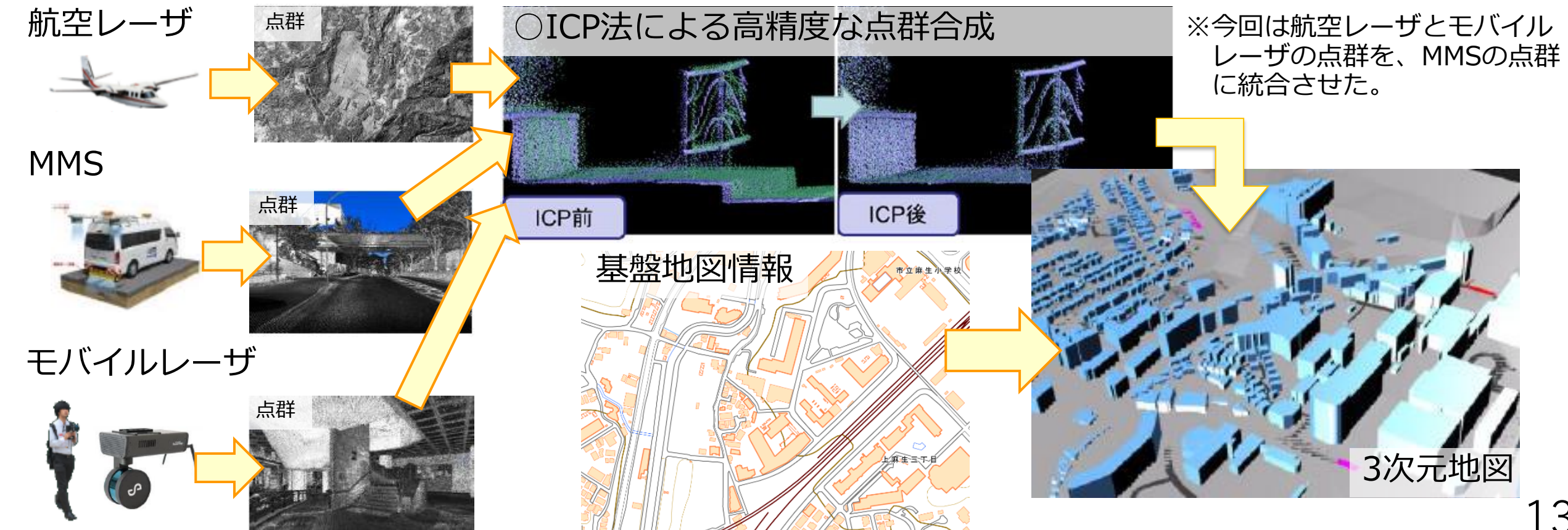
【ゴール】

- ・ とにかくまずは数km²に対するフルベクトル3次元地図を作ってみよう！

3次元地図の試作と仕様の検討③

○試作した3次元地図の作成手法の流れ

- ①「航空レーザ」「MMS」「モバイルレーザ」で3次元点群を取得
- ②点群合成にICP法(Iterative Closest Point)を適用
- ③基盤地図情報＋合成点群で3次元地図データを作成



○R1年度に国土地理院でも3次元地図を試作開始

【R1年度作業の目的】

- ・ 効率的かつ高精度な3次元地図作成手法の開発
- ・ 上記に対する課題の抽出
- ・ これらの作業を通じた3次元地図作成に対する知見の蓄積

【手法に求める要件】

- ・ 可能な限り自動化（なるべく手動作業をしない）
- ・ 2次元上の位置の基盤を考慮して、基盤地図情報を使用する
- ・ 高さ方向のデータは諸元の異なる複数種類を使用する
- ・ まずは建物/道路等の基本的な地物に対する3次元化を実施

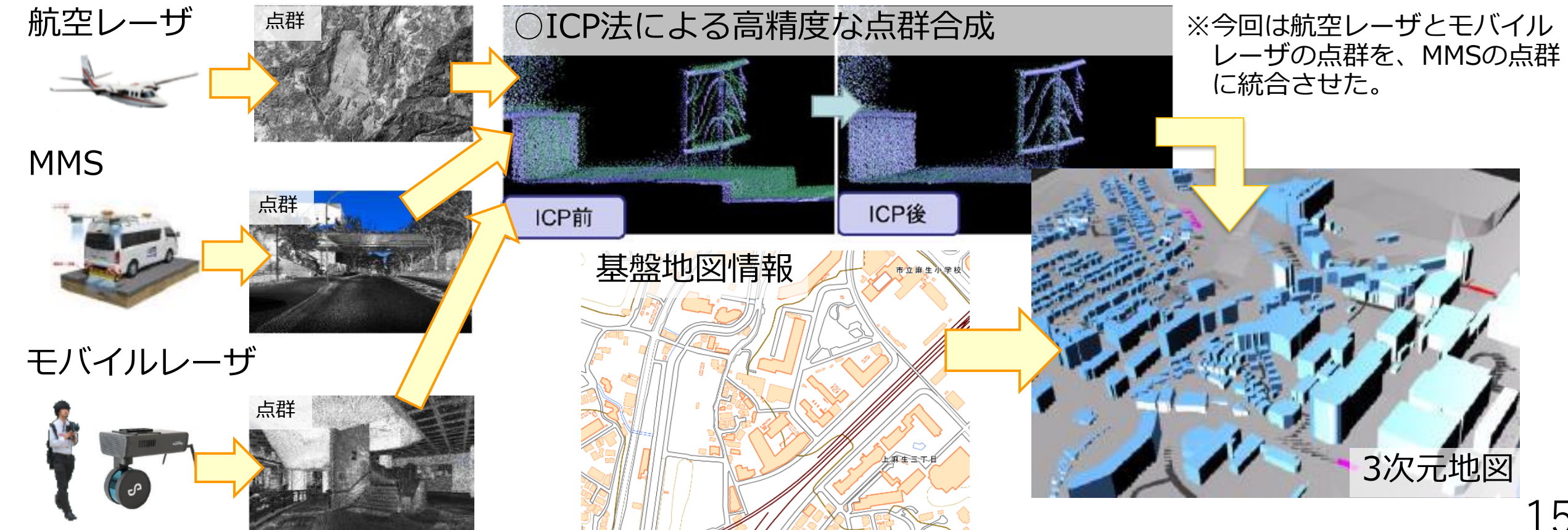
【ゴール】

- ・ とにかくまずは数km²に対するフルベクトル3次元地図を作ってみよう！

3次元地図の試作と仕様の検討③

○試作した3次元地図の作成手法の流れ

- ①「航空レーザ」「MMS」「モバイルレーザ」で3次元点群を取得
- ②点群合成にICP法(Iterative Closest Point)を適用
- ③基盤地図情報＋合成点群で3次元地図データを作成



○R2年度も3次元地図試作作業を実施中

【R2年度作業の目的】

- ・ R1年度作業に対する課題の解決
- ・ i-ConstructionやBIM/CIM成果の活用手法開発
- ・ 標準的な3次元地図生成に向けた検討材料を得る

【手法に求める要件】

- ・ R1年度と同様、2次元基盤地図情報＋3次元点群がベース
- ・ 描画上の問題を軽減
- ・ 大きな手間無く、他の3次元ベクトルデータを取り込む

【ゴール】

- ・ 標準的な3次元地図を作るための方法論を明確化したい

○UAV写真測量における最適撮影手法の検討

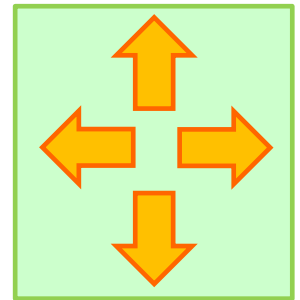
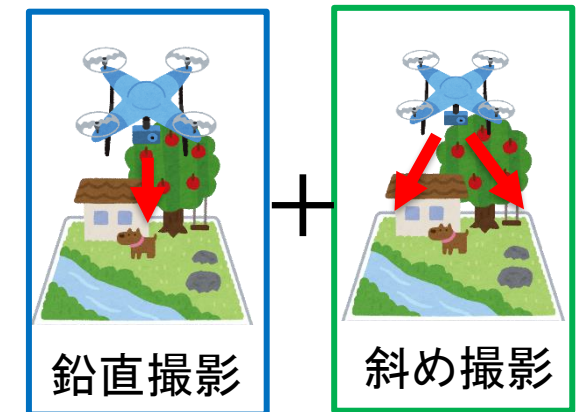
【背景】鉛直撮影に斜め撮影の画像を加えて標定すると、特に高さ方向の位置精度が向上することが近年学术界等から報告されている。

【実施・結果】

作業効率向上のために

- 1) 作業規程準則で規定の位置精度0.05mを超えない
 - 2) 斜め写真の枚数や使用標定点数を最小化する
- という条件を満たす最適なUAV撮影手法を検討した。

- ・鉛直写真が224枚 (OL80%, SL60%) の撮影ブロックに対して
 - ・ブロック中心から4枚の斜め撮影 (鉛直方向から30° の傾き) を追加
- 規定の標定点数 (9点) から4点まで低減できた。



☆特に高さ方向に対する精度向上効果が大きい

3次元関連の技術開発②

○フェーズドアレイ方式航空機SARの導入

【背景】

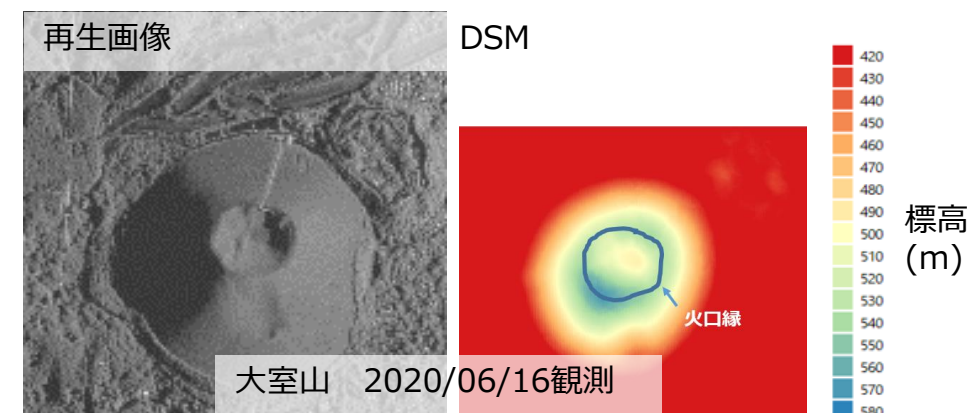
- ・ SARは電波で地表観測を行う機材（レーダー）で、噴煙のある火山火口の観測が可能
- ・ 従来機材は大型で航空機への常時搭載不可
- ・ 常時搭載&飛行中の電波照射角度が変更可能なフェーズドアレイ方式SARを今年度導入



航空機に搭載された
新型航空機SAR

【実施・結果】

- ・ 従来型SARと比較で、フェーズドアレイ方式SARでも、ほぼ同等の再生画像の位置精度やDSM精度の結果が得られた。



☆今後の火山噴火に対して、従来よりも迅速な観測に期待

3次元関連の技術開発③

○空中写真の裸眼実体視システムの開発

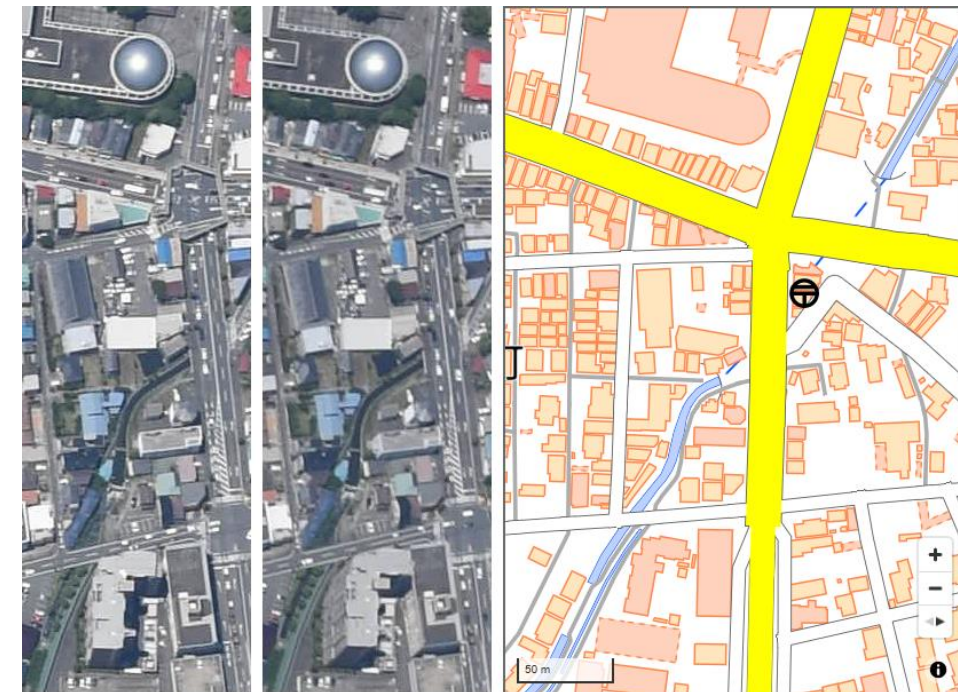
【背景】

- ・ 国土地理院による空中写真公開は単写真やオルソ画像が対象
- ・ 災害時の表層高変化等はわかりにくい
- ・ 特別な機材がなくても、実体視画像を公開できないか

【実施・結果】

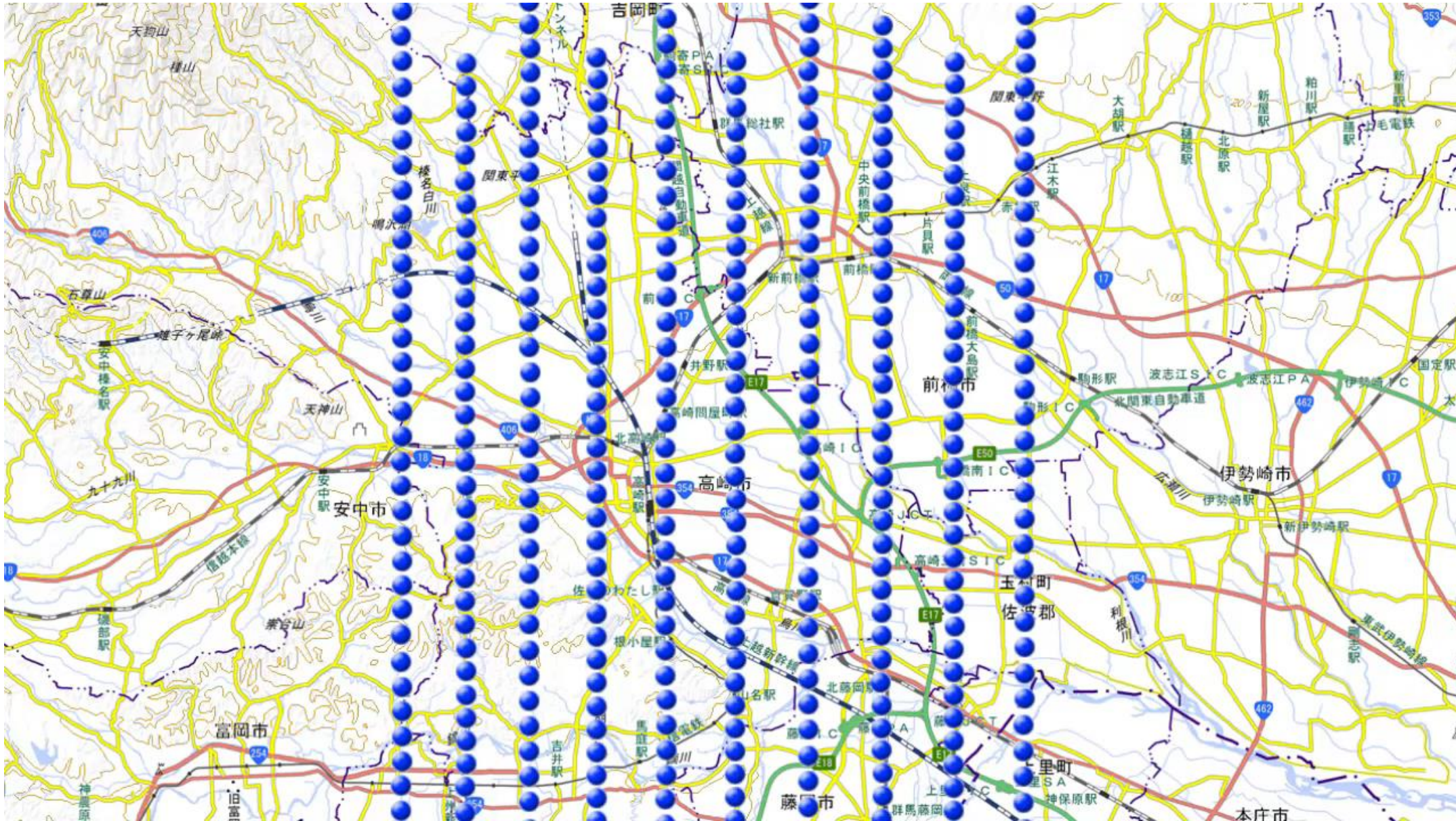
- ・ Web上でステレオ画像を裸眼実体視できるシステムを試作
- ・ 空中写真から自動処理だけで、必要なデータ生成が可能
- ・ ベクトルタイル技術を活用して、写真向きに合わせて、地図の方位が変わる

☆表層高の変化を目視で多くの方が確認できるようになる



クリックによる拡大・縮小:
 ステレオ方式: ● 交差法 ○ 平行法
 左画像: test/Img33982-Img33980_trim_org.jpg
 右画像: test/Img33980-Img33982_trim_org.jpg

○裸眼実体視システムのデモ動画（群馬県高崎駅周辺）



まとめ①

○国土地理院の3次元地図に関連した取組の紹介

- 測量行政懇談会（3次元地図検討部会）を実施
 - 1）電子国土基本図（基盤地図情報）の着実な整備・更新
 - 2）今後の社会の状況を見据えた高度化の試行
- 3次元地図の試作と仕様の検討
 - 1）R1年度～3次元地図の試作を実施
 - 2）今後、標準的な3次元地図の方法論等を固める予定
- 3次元関連の技術開発
 - 1）UAV写真測量における最適撮影手法の検討
 - 2）フェーズドアレイ方式航空機SARの導入
 - 3）裸眼実体視システムの試作

まとめ②

○今後の中長期的な展望

- ・将来的には様々な3次元データが円滑に流通促進されるであろう
- ・フルデジタル→フルオート→フルディメンジョン
ゴールはまだまだ。3次元のまだその先へ！

ご清聴ありがとうございました。

資料掲載に対する謝意(besonderer Dank an)

- ・静岡県
- ・Bundesamt für Landestopografie swisstopo
(スイストポ)