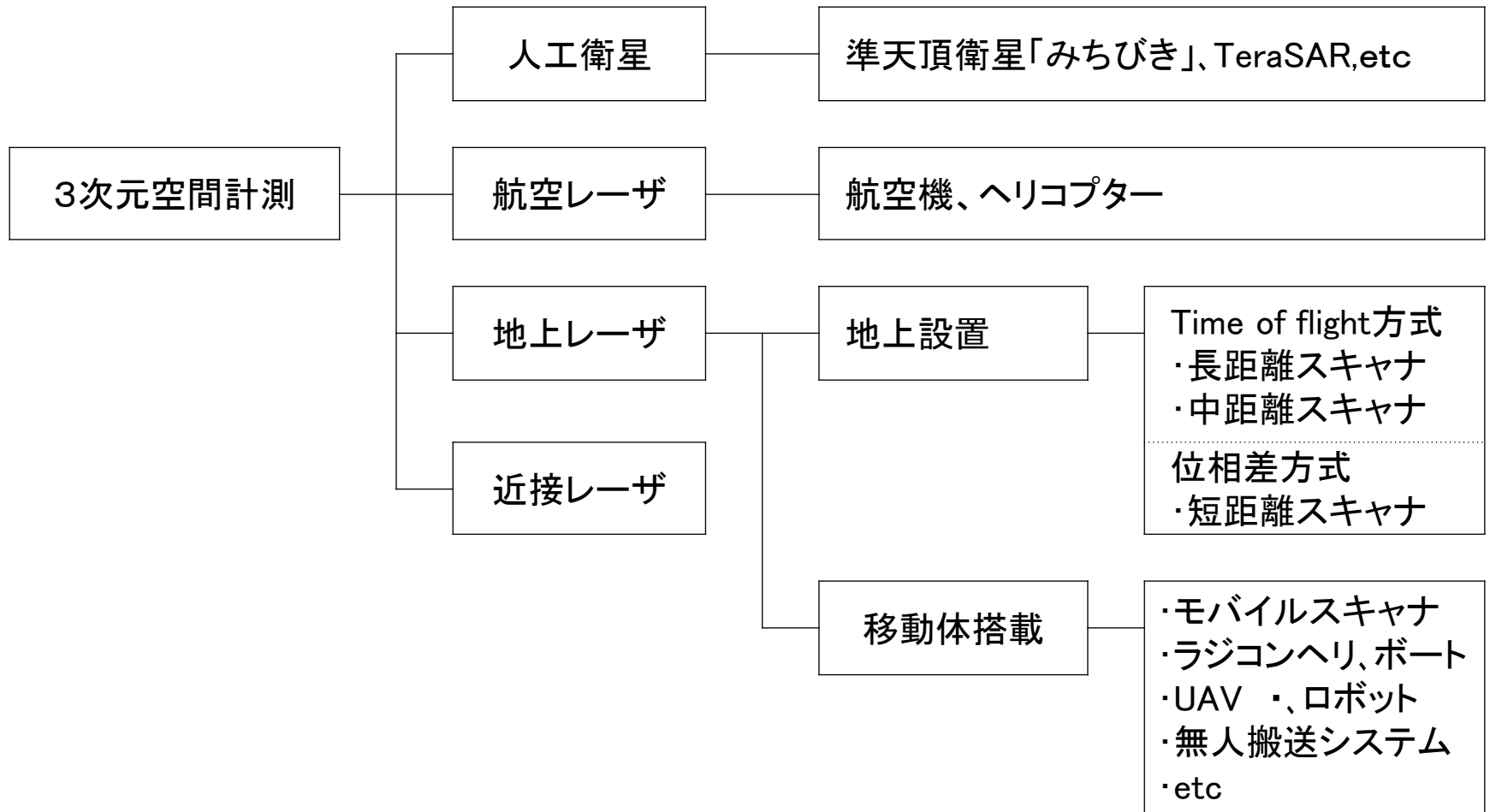


RIEGL地上型レーザースキャナーによる 文化遺産など計測事例と利活用

日 時:2014年3月15日(土) 13:00～
場 所:東京工業大学田町キャンパス
イノベーションセンター国際会議室
リーグルジャパン(株) 松田 重雄



3次元空間のレーザ計測技術



地上型レーザスキャナーの適用可能な分野

分野	主な測定対象・現場
測量全般	地形・地物など
防災・震災	砂防、地すべり、震災、雪崩れ現場など
森林・河川	樹木、森林、バイオマス、林業、河川環境、里山など
鉱山	採石場、岩盤、地下坑道など
土木・建設	土木・建設現場 (CIM)、情報化施工 (BIM) など
大型構造物	ダム堤体・堆砂、橋梁・トンネル形状と診断など
道路・鉄道	路線、インフラ周辺設備
一般産業	工場設備・リバーサエンジニアリングなど
都市景観	シティモデリング、バーチャルシティ、都市計画など
文化遺産	埋蔵文化財 (遺跡・遺構)、城郭・石垣、寺社・仏閣、歴史的建造物、景勝地など
マルチメディア	ゲームソフト、YouTubeなど
応用システム	モバイルシステム、移動体 (船・ロボット) 搭載など

測量・工業計測分野向けに開発された 汎用タイプの3Dスキャナ LMS-Z210 1998年



RIEGL JAPAN LTD.

主な地上型 3Dレーザースキャナ

中・長距離タイプ(Time of flight方式)



VZ-400/1000 LPM-Zシリーズ
RIEGL



Scan Station C10
Leica Geosystems



GX200
Nikon-Trimble
2011年販売中止



ILRIS-3D
Optech



GLS-1500
TOPCON

短距離タイプ(位相差方式)



IMAGER 5010
Z+F



OEM

HDS6000
Leica Geosystems



OEM



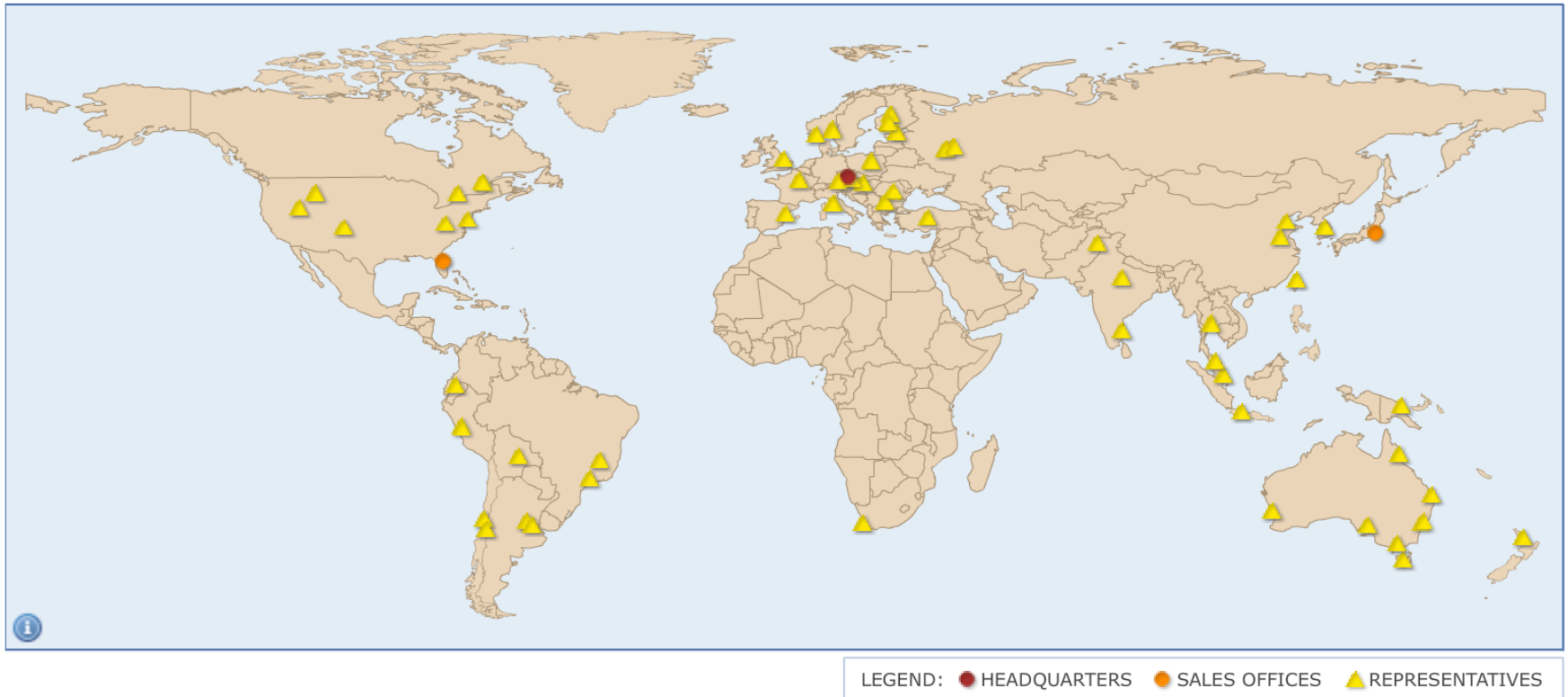
Focus3D
FARO
TOPCONも
測量分野に販売

TX5
Trimble



RIEGL Worldwide Network

With 30 years experience in the research, development and production of laser rangefinders, distancemeters and scanners *RIEGL* delivers proven innovations in 3D.



RIEGL JAPAN LTD.



ホーム	製品情報	レーザースキャナーとは	計測事例	イベント情報	会社案内	トピックス
---------------------	----------------------	-----------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	-----------------------



» [トピックス](#)

14.01.15
» [2014年展示会・講習会の予定を追加しました](#)

14.01.09
» [計測事例を追加致しました](#)

» [展示会・講演会情報](#)

開催期間: 2014.04.10 ~ 2014.04.11
» [第47回 岩崎トータルソリューションフェア 2014](#)

開催期間: 2014.03.26 ~ 2014.03.30
» [第125回日本森林学会大会](#)

多様なニーズに応えるRIEGL社の レーザースキャナーほか製品群



地上型3Dスキャナー



モバイルスキャナー



レーザー距離計



航空測量用スキャナー



工業用スキャナー



レーザー双眼鏡

RIEGL地上型3Dレーザースキャナーの仕様

型 式	VZシリーズ				
	VZ-400		VZ-1000	VZ-4000	VZ-6000
レーザー安全規格	Class1 近赤外				3B 近赤外
最大測定距離	長距離モード` 高速モード` 100kHz 300kHz		3段階のモード`設定 70kHz ~ 300kHz	4段階のモード`設定 30kHz ~ 300kHz	4段階のモード`設定 30kHz ~ 300kHz
高反射物:≥ 90%	600m 350m		1400m ~ 450m	4000m ~ 2000m	6000m ~ 3300m
低反射物:≥ 10%	250m 160m		700m ~ 350m	2300m ~ 1000m	3600m ~ 1800m
測定点数／秒	42,000 122,000		29,000 ~ 122,000	23,000 ~ 222,000	
精度	5mm		8mm	15mm	
再現性	3mm@100m		5mm@100m	10mm@100m	
最大ターゲット数/1パルス	無制限				
スキャン速度	3~120Scan /秒 0~60° /秒			100~14,400° /秒 0~60° /秒	
ライン方向 フレーム方向					
視野角度	100 × 360°			60 × 360°	
ビーム拡がり角 mrad	0.35		0.3	0.15	0.12
寸法mm(長さ×直径)	308 × φ 180		308 × φ 200	236 × 226.5 × 450	
本体重量	9.6kg		9.8kg	14.5kg	
保護クラス	IP64(耐塵・防滴形)				
作動温度	0 ~ +40 °C				
計測・データ処理ソフト	RiSCAN PRO				

地上型3Dレーザースキャナーの測定原理

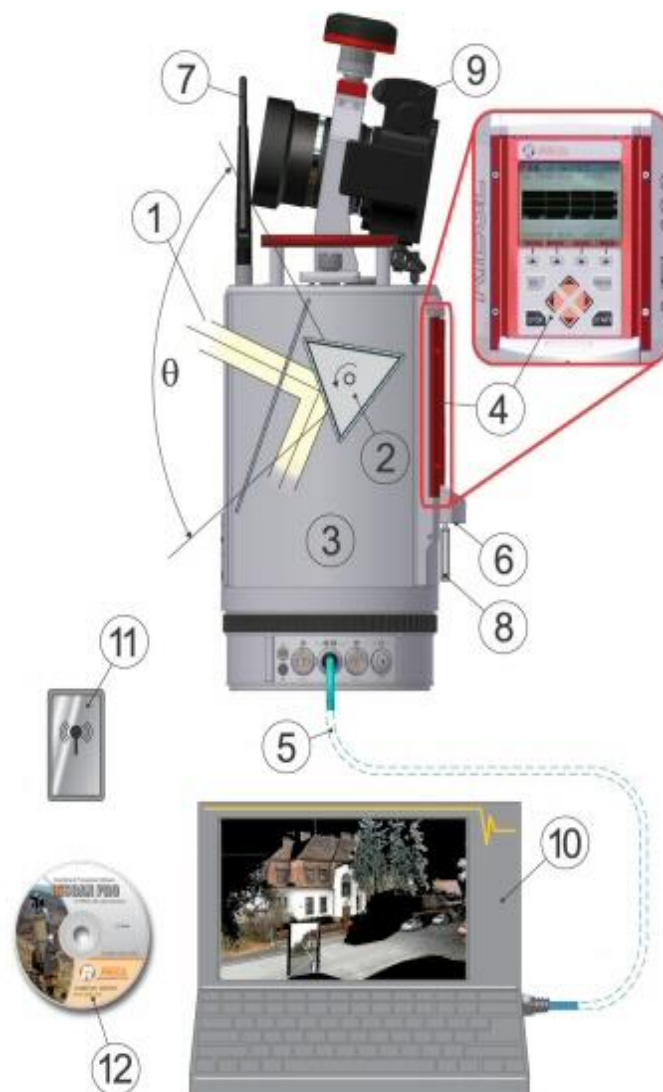
レーザー光①の垂直偏向(ラインスキャン)は、多面のポリゴンミラー②によって行われます。VZシリーズでは最大100°の垂直なスキャン角度(θ)に調整可能な速度で連続的に回転します。遅いor微小なスキャン角度の場合、ポリゴンミラーは上下に揺動します。水平方向の(フレームスキャン)は光学ヘッド部③を回転させることによって、切れ目のない360°の水平方向の走査によって行われます。

スキャンデータ(斜距離、角度、反射強度およびタイムスタンプなど)は、本体装着のUSBメモリ⑦上に記録されるかTCP/IPイーサネット⑥を通してパソコン⑩に送信されます。カメラ⑨は本体によって制御され、画像データはスキャンデータと共に収録されます。

<本体の操作>

- ・背面のディスプレイとキーパッド④を使用
- ・モバイル機器 ⑪を使用/無線LAN機能の携帯電話etc
- ・パソコン⑩と無線LAN⑦を使用
- ・パソコンと本体側のTCP/IPインタフェース⑤を使用

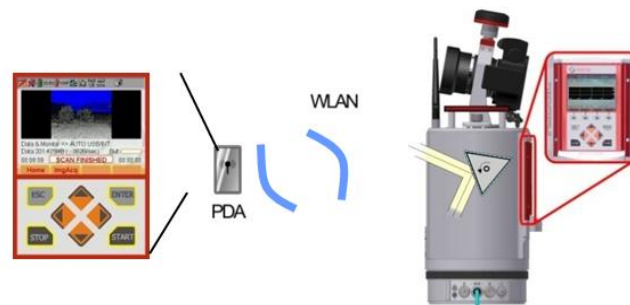
RiSCAN PROソフトウェア⑫は、高度なセンサー配置データ取得、データ可視化、データ操作、およびデータ格納を含む多くのタスクを実行できます。



多様なデータ収集・保存用インターフェースが用意されているので
様々な測定対象や状況に合わせた計測スタイルの選択が可能です。



本体内蔵32GByteフラッシュメモリーにデータ保存する手法。設定・計測状況確認も背面ディスプレイでOKです。スタンドアローン操作が可能



WLANにより容易にワイヤレスでスキャナーのコントロールが可能です。悪天候でも車内や離れた場所からスキャナー操作が出来ます。



USB Stick (2.0) でデータを容易にバックアップや外部保存が出来ます。



LAN接続によりオンラインで容易にPCへのスキャンデータ登録ができる。
既存のオーソドックスな計測手法

計測/データ処理ソフトウェア[RiSCAN PRO]

「RiSCAN PRO」は、現場での計測パラメータ設定やデジカメ撮影のほか、データ編集加工など数々の豊富な機能があります。

＜表示可能な情報＞

- ・各種画像 ・解析結果(2点間距離など..)
- ・計測履歴(視野/ステップ角、測定点数など)

＜画像表示タイプ＞

- ・2D/3D/パノラマタイプ表示
- ・プレビュー画像

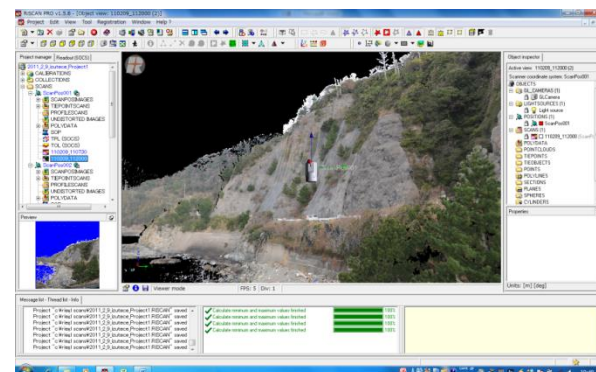
＜画像の種類＞

- ・レーザー反射強度画像 ・**反射率画像**
- ・疑似カラー画像(距離/高さ/面)
- ・**デジカメカラー画像** ・単色画像 ・偏差画像

(3D表示の場合)

- ・**パース/オルソ画像**
- ・オンライン波形解析画像
(first/last/single/other Target)
- etc... 現場レベルでの表示が可能

※日本語版への切替も簡単



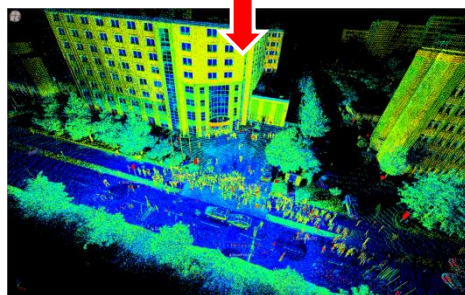
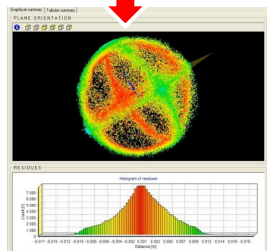
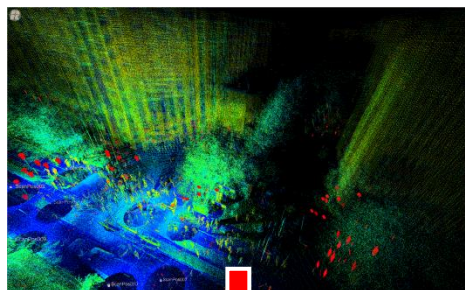
主なデータ処理機能

- ・リフレクター自動抽出
- ・デジカメ画像貼付け
- ・座標変換(公共)/統合
- ・**MSA機能(重ね合せ/合成)**
- ・各種フィルタリング
- ・各種寸法計測と体積演算
- ・三角網～面張り
- ・各種線図(等高線、断面)
- ・**アニメーション作成**
- ・データのExport
- ・**CADデータetcのimport**
- ・etc

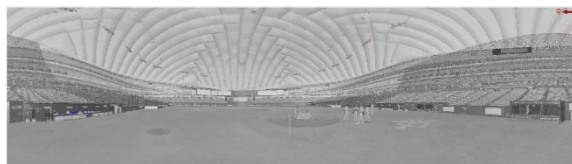
VZシリーズ データ処理ワークフロー

【データ処理 3つの基本作業】

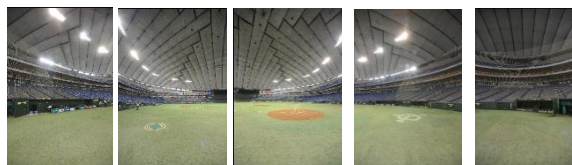
① データ合成



② データ色付け



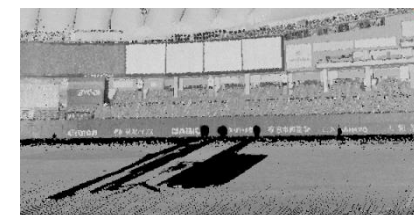
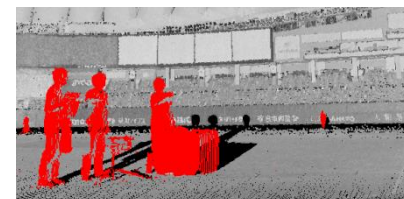
+



↓



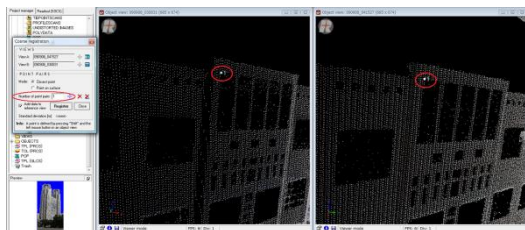
③ ノイズ処理



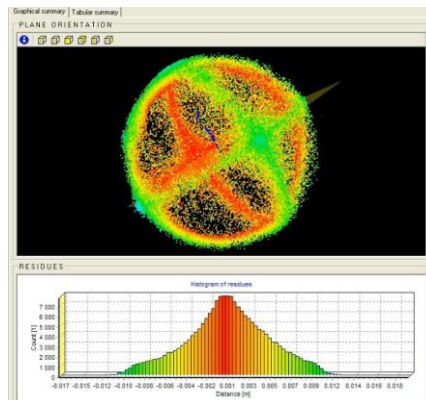
VZシリーズ データ処理ワークフロー

【①データ合成(レジストレーション)】 リフレクターを使用しない場合

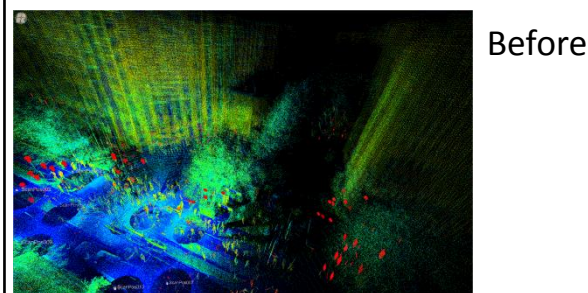
1) 2つのデータを見比べながら共通する構造物の特徴点を選択し、おおまかに合成。
一組ずつおおまかな合成作業を繰り返す。
例: Pos1&Pos2→Pos2&Pos3...



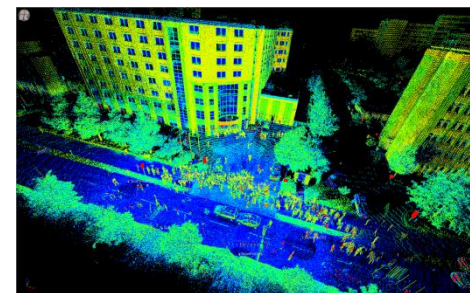
2) おおまかに合成されているデータをRIEGLソフトウェアの機能を用いて、すべてのマッチング精度を最適化処理する。
(半自動処理)



3) データ合成終了！



After

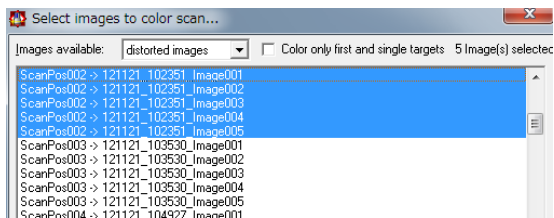


VZシリーズ データ処理ワークフロー

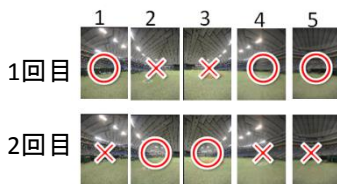
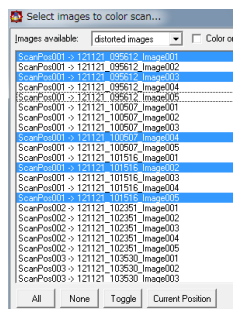
【②データ色付け】

1) 色付けに使用したい写真を選択し、色付け処理を実行。

・自動選択されます



・何回か取り直している場合は必要な写真だけ選択可能。



2) 点群にRGB情報が割り当てられます。

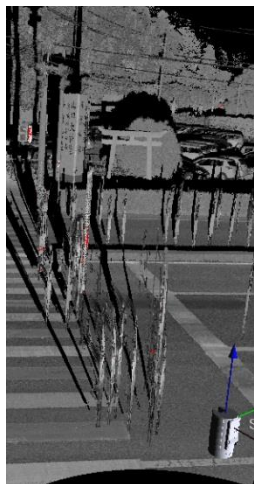
3) 各データで実行



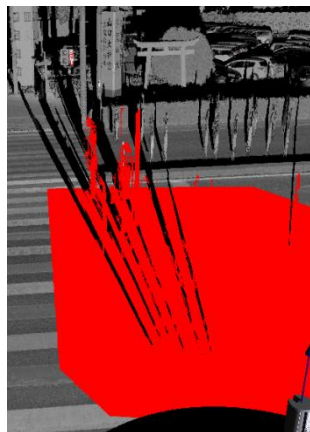
VZシリーズ データ処理ワークフロー

【③ノイズ処理】

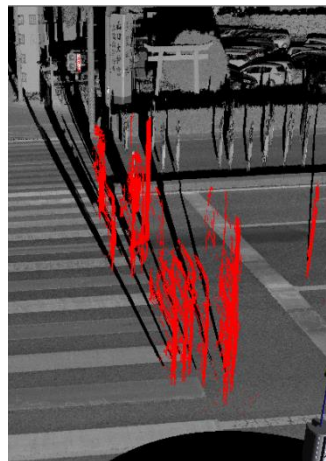
1) ノイズ(車・人など)



2) ノイズ処理したい
範囲をおおまかに選択



3) ノイズを自動抽出



4) 抽出部分を削除 **終了!**



A ノイズ処理により欠落のあるデータ



B 補完用に計測したデータ



A+B= **きれいなデータ**



【データエクスポート】

通常の点群データをエクスポートできる形式

ASCII ()**
 Crystalix (*.asc)
 Point cloud (*.3pf)
 Autocad (*.dxf)
 PointCloud for Autocad (*.ptc)
 VRML 2.0 (*.vrl)
 LAS 1.1 (*.las)
 LAS 1.2 (*.las)
 LAS 1.3 (without waveforms) (*.las)
 Cyclone pts (*.pts)
 Cyclone ptx (*.ptx)
 Datamine (*.dm)

エクスポートできる情報

EXPORT FORMAT	
Export parameter:	Description:
☐ ID	ID of the exported point
☒ X	X coordinate of the point
☒ Y	Y coordinate of the point
☒ Z	Z coordinate of the point
☒ RGB	RGB color value of the point
☒ Reflectance	Reflectance of the point
☐ Amplitude	Amplitude of the point
☐ Phi	Phi angle
☐ Theta	Theta angle
☐ Range	Range to the point
☐ Float value	Additional float value (e.g. temperature,...)
☐ Deviation	Deviation value

間引き処理など加工したデータ(POLYDATA)をエクスポートできる形式

ASCII ()**
 Crystalix (*.asc)
 Point cloud (*.3pf)
 Autocad (*.dxf)
 PointCloud for Autocad (*.ptc)
 VRML 2.0 (*.vrl)
 LAS 1.1 (*.las)
 LAS 1.2 (*.las)
 LAS 1.3 (without waveforms) (*.las)
 Cyclone pts (*.pts)
 Cyclone ptx (*.ptx)
 Datamine (*.dm)

ポリゴンデータをエクスポートできる形式

ASCII ()**
 Crystalix (*.asc)
 Point cloud (*.3pf)
 Autocad (*.dxf)
 PointCloud for Autocad (*.ptc)
 VRML 2.0 (*.vrl)
 LAS 1.1 (*.las)
 LAS 1.2 (*.las)
 LAS 1.3 (without waveforms) (*.las)
 Cyclone pts (*.pts)
 Cyclone ptx (*.ptx)
 Wavefront (*.obj)
 Polyworks (*.pol)
 StereoLithography (*.stl)
 PLY (*.ply)
 Datamine (*.dm)
 SURPAC (Meshes) (*.dtm)

世界遺産登録を目指す「軍艦島」



＜計測の概要＞

長崎では「長崎の教会群とキリスト教関連遺産」や近代化産業遺産「軍艦島」などを含めた世界遺産への登録を目指している。

2010年2月・10月、長崎市・長崎大学工学部インフラ長寿命化センター殿からの依頼により、地上型レーザースキャナーによる「軍艦島」の主要施設と景観データの取得を目的として、3回に亘り上陸、島内の約50個所で計測を実施した。2012年6月、島を取囲む防潮堤の全周を計測した。



端島(軍艦島)



3Dプリンターで造形した模型

「明治日本の産業革命遺産」を世界遺産に推薦

- 菅義偉官房長官は、2013年9月17日の記者会見で平成27年夏の国連教育科学文化機関(ユネスコ)の世界文化遺産登録を目指し、福岡県の八幡製鉄所など九州、山口県など計8県に及ぶ「明治日本の産業革命遺産九州・山口関連地域」を推薦すると正式に発表した。
- 2014年1月17日の閣議において、「明治日本の産業革命遺産九州・山口と関連地域」について、推薦書正式版をユネスコ世界遺産センターに提出することが了解された。

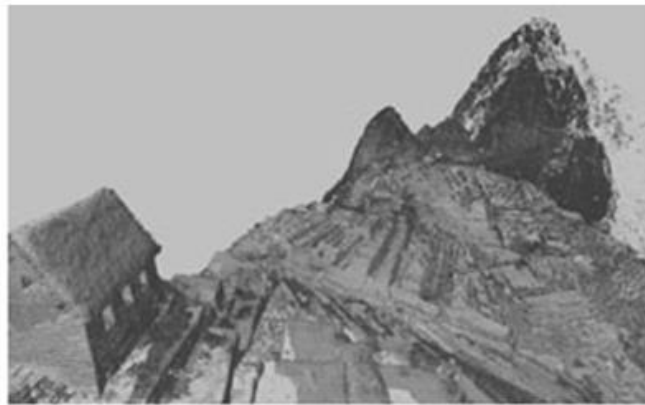
明治日本の産業革命遺産

県	構成施設など	
岩 手	▶ 橋野高炉跡および関連遺跡	
静 岡	▶ 韮山反射炉	
山 口	萩の産業遺産群	恵美須ヶ鼻造船所跡など
福 岡	▶ 三池炭鉱	宮原坑、 万田坑、専用鉄道敷跡 (熊本にもまたがる)
	▶ 三池港	
	▶ 八幡製鉄所	旧本事務所、修繕工場、 旧鍛冶工場、 遠賀川水源地ポンプ室
佐 賀	▶ 三重津海軍所跡	
長 崎	▶ 長崎造船所	小菅修船場跡、 第三船渠、旧木型場、 ジャイアント・カンチレバークレーン、 占勝閣
	▶ 高島炭坑	
	▶ 端島炭坑(軍艦島)	
	▶ 旧グラバー住宅	
熊 本	▶ 三角西(旧)港	
鹿児島	▶ 旧集成館	
	▶ 寺山炭窯跡	
	▶ 関吉の疎水溝	



世界遺産「マチュピチュ」の測定

東京の国立科学博物館で開催される「インカ帝国展」の「3Dスカイビューシアター」で上映する映像制作のため、RIEGLユーザーの大手前大学史学研究所が凸版印刷とTBSの依頼で3次元計測を実施したもの。



(上左) マチュピチュ遺跡の複雑な地形を三次元計測でデジタル化 (上右) コンピュータ上に再現された計測データ

(下) VR映像作品のイメージ

製作・著作 TBS／凸版印刷株式会社

【マチュピチュ遺跡の3次元計測について】

凸版印刷とTBSは大手前大学史学研究所の協力により、世界で初めて広範囲に及ぶマチュピチュ遺跡の三次元計測を実施しました。(約90地点から計測を実施)
(中略) この計測によって得られた立体形状に、現地で撮影した約20,000枚もの写真を加工して質感を加え、演出を施し、圧倒的没入感のあるVR映像として公開します。(TOPPANニュースリリースより)

マチュピチュ「発見」100年 インカ帝国展

The Inka Empire Revealed: Century After the Machu Picchu "Discovery"

国立科学博物館(東京・上野公園)

2012年3月10日(土)ー6月24日(日)

考古学 人類学 歴史学から据えた最大級の展覧会



[アロンソ・チワン・インガの肖像画]18世紀 ペルー国立クスコ大学インカ博物館

「五稜郭公園」の測定・処理

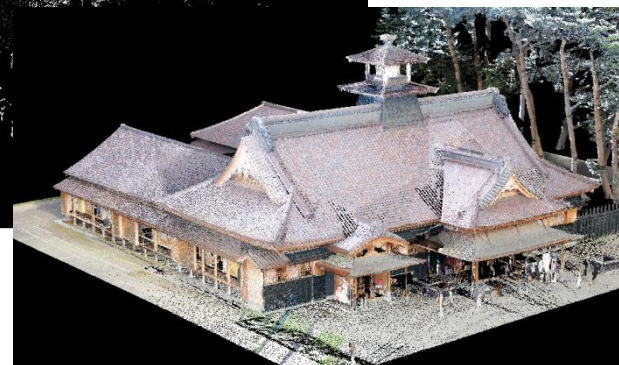
日本の代表的な城郭であり、北海道の観光名所でもある「五稜郭公園」の計測を2010年秋、函館訪問時に地上数箇所と五稜郭タワー展望台から実施した。2014年夏には「五稜郭タワー」や「箱館奉行所」を含む景観を約50箇所から計測してデータを合成。3Dデータを活用したコンテンツ制作の提案を検討中である。



日本測量協会測量2012年表紙に採用された地上レーザーによる日本の城郭(1月号「五稜郭」ほか)のデータ画像7か月分は、すべてRIEGLスキャナーで計測したものです。

補完された五稜郭公園

2012年8月、前回と合わせ、延べ60個所からの計測で五稜郭公園の全景と奉行所、五稜郭タワーの外観は、ほぼ、カバーされている。今後、必要に応じて、UAVなど上空から画像の取得も検討している。

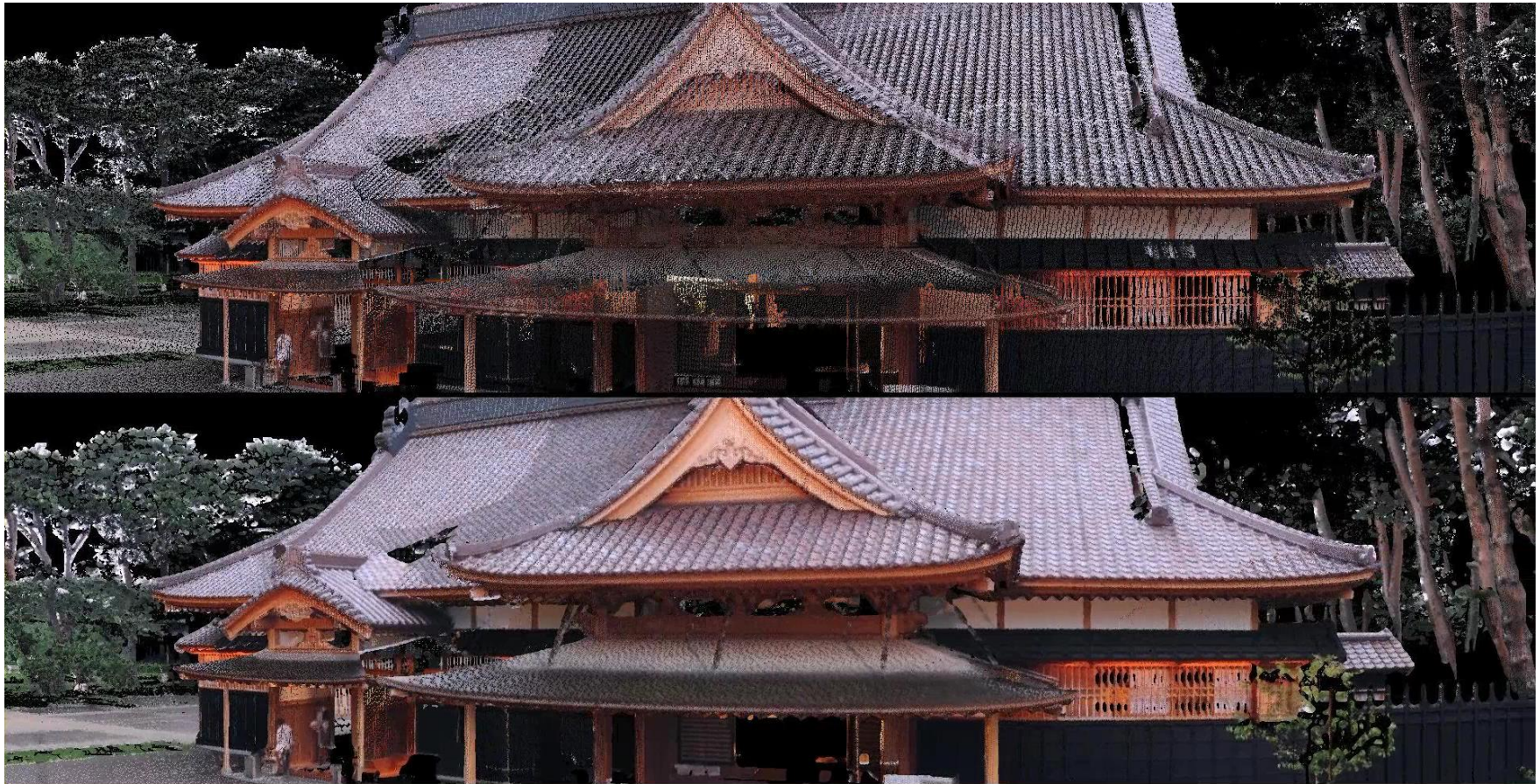


3Dデータを活用したコンテンツ(提案用)



AR技術の活用: 模型にタブレット端末をかざすと五稜郭タワーや箱館奉行所の写真やCG が映しだされる
画像提供: (株)計測リサーチコンサルタント

3D大量点群データの穴埋め技術による動画



 芝浦工業大学 SHIBAURA INSTITUTE OF TECHNOLOGY

NAKAGAWA - Geoinformatics Lab.

画像上/点群データ
画像下/穴埋め処理後のデータ

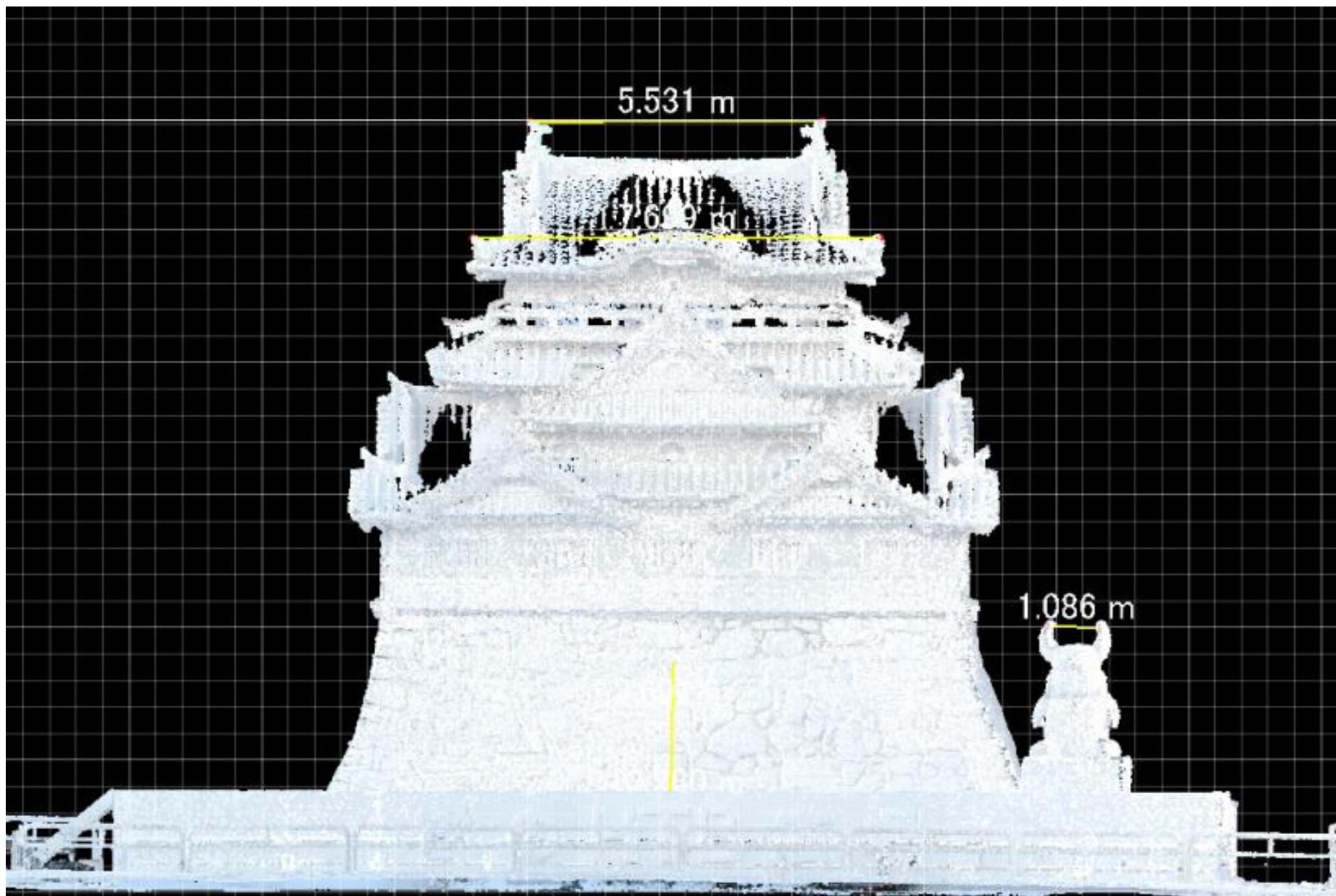
動画提供: 芝浦工業大学/中川研究室

RIEGL JAPAN LTD.

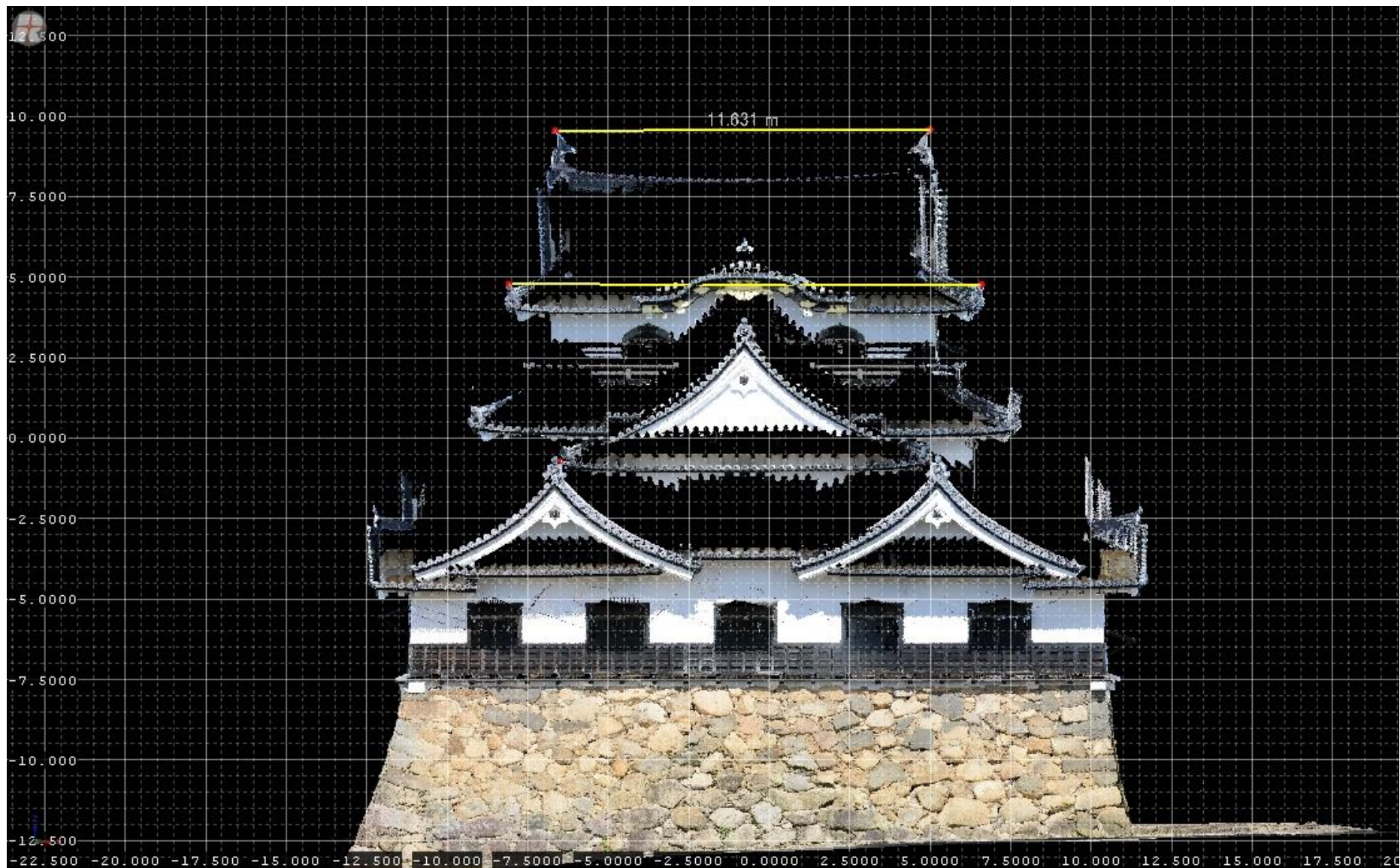
「国宝彦根城」雪像と城郭の測定

- 「彦根城」の雪像 2007年2月
さっぽろ実行委員会の紹介で、築城400年の「国宝彦根城」(北海道テレビ放送制作)の計測を実施した。計測データは、雪像のデジタル保存や観光客へのPRなどに、活用が期待される。
- 彦根城天守と城郭 2013年9月
彦根市教育委員会の許可を得て、国宝の天守ほか天秤櫓など城郭の景観計測を実施した。
彦根城はゆるキャラ「ひこにゃん」*
で有名な城でもある。
- * 2007年に築城400年を迎えた彦根城の記念イベントのイメージキャラクターとして登場し、全国規模で人気を博した。イベント終了後も引き続き役割を担っている。





RIEGL JAPAN LTD.



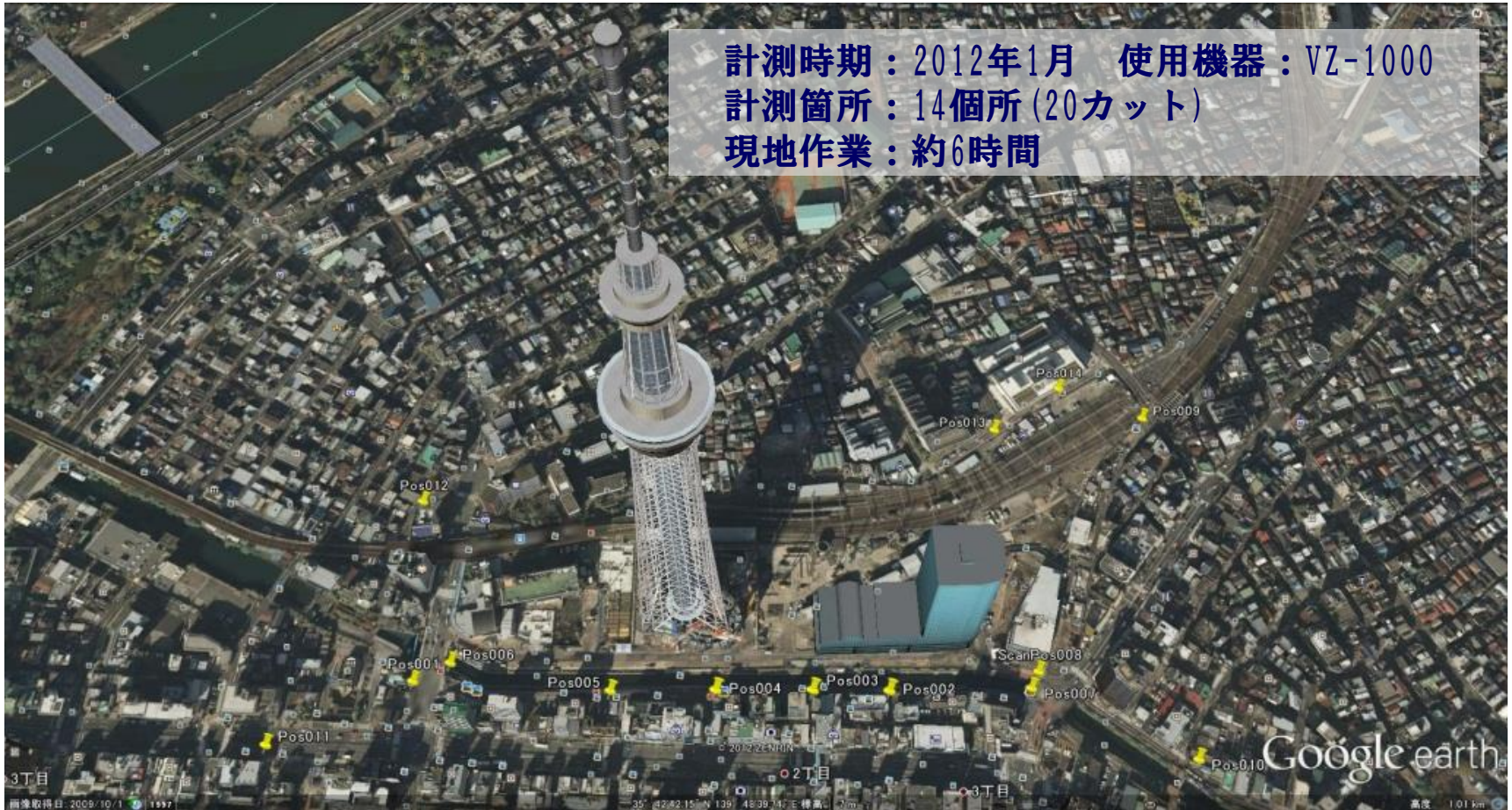
RIEGL JAPAN LTD.

話題のスカイツリー計測

Keyword: Stop & Go
Multi Station Adjustment

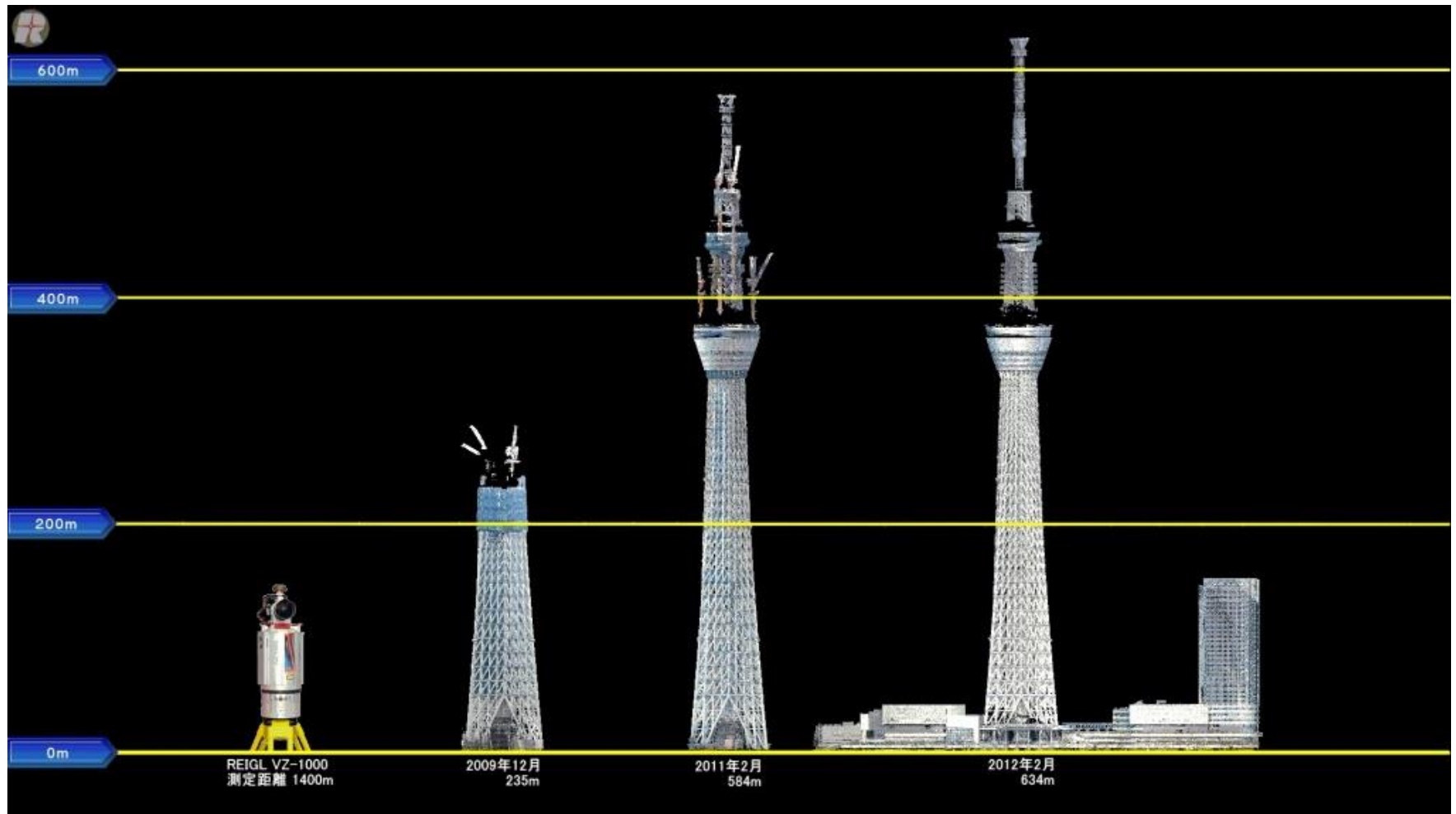
高さ634mに到達したスカイツリー周辺の地上と車上に、長距離スキャナを設置して、他社製品では実現不可能な計測を実施した。

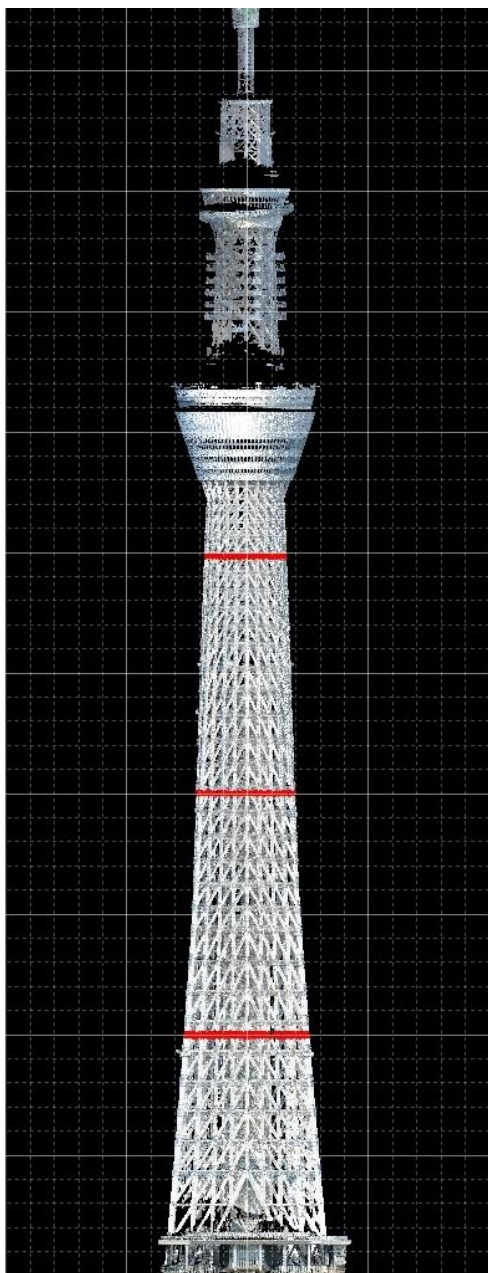
計測時期：2012年1月 使用機器：VZ-1000
計測箇所：14箇所(20カット)
現地作業：約6時間



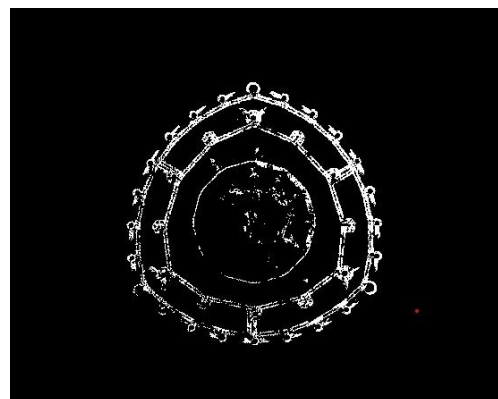
Google Earth画像上の黄色ピンは計測位置

過去3回の計測画像と高さの推移

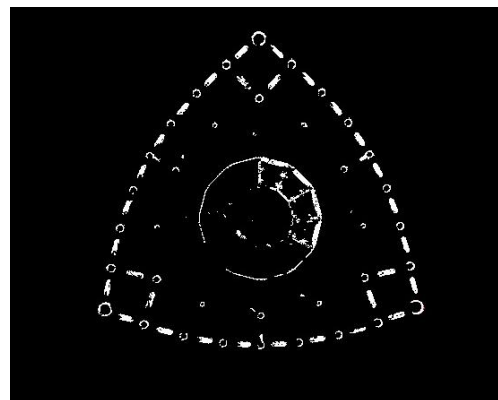




高さ300m
円形



高さ200m
おにぎり形



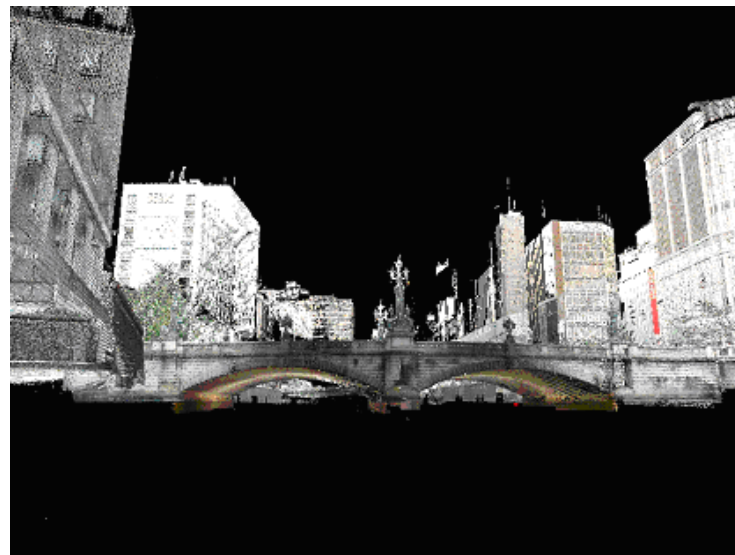
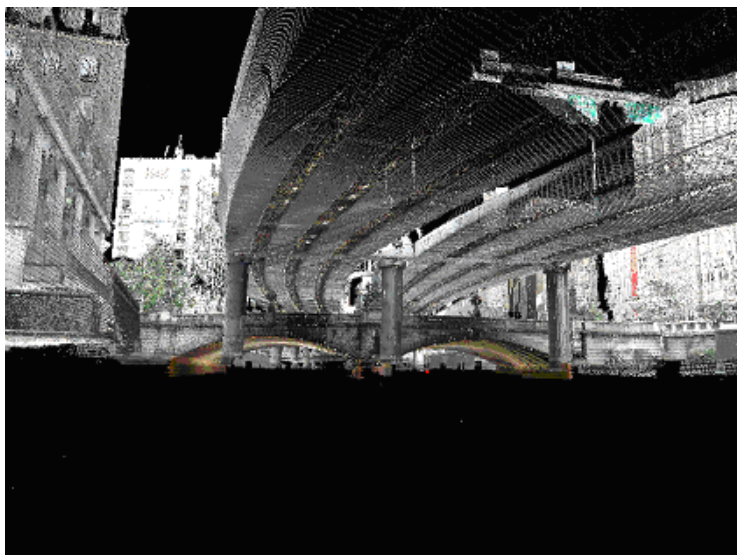
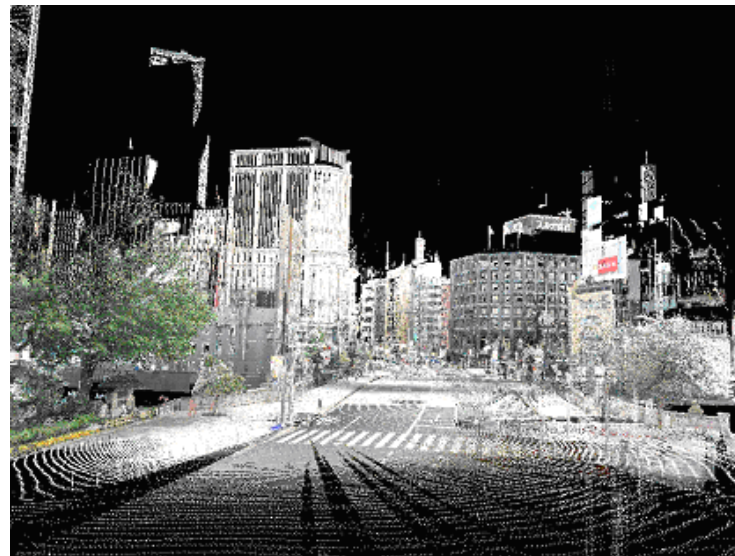
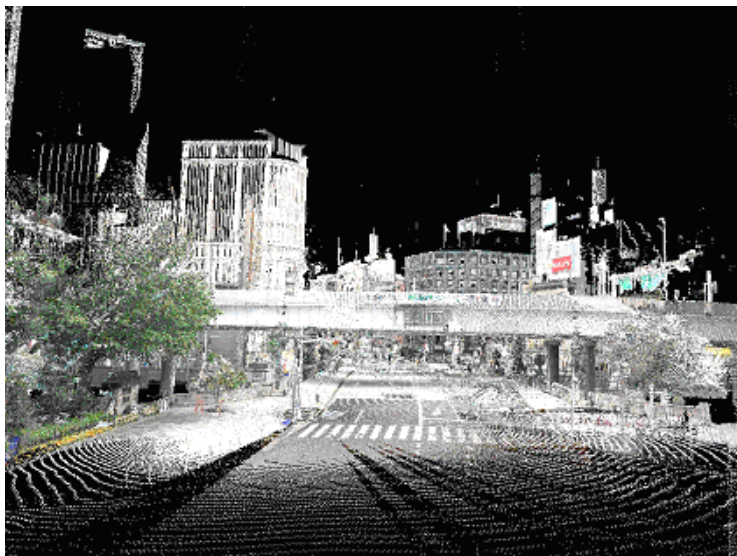
高さ100m
三角形

東京「日本橋」の3D計測

- ✓国道1,4,6号などの起点である日本橋は明治44年に架橋されたが、随所に破損（ひび割れ等）が見受けられる
- ✓調査チームの依頼を受けて損傷程度の把握と、補修対策の基礎データ用として全周囲の外観計測を実施した。



景観シュミレーション(首都高あり・なし)



データ処理ソフトウェア

最近では、様々なデータ処理機能を有するソフトウェアが販売されるようになったが、大量データを扱うので、測定対象や処理目的に上手く適合した製品を選択すること。或いは、複数のソフトを組合せるなどの工夫が必要である。

RIEGLスキャナーデータの取込や処理が可能な、主なソフトウェアは以下の通り。

汎用系ソフト: AutoCAD/Autodesk社 NavisWorks/Autodesk社
Pointools/Bentley社 RiSCAN PRO/Riegl etc

地形・地物系: LandForms/ISP社 Civil 3D/Autodesk社
TeraScan/ PHOCAD PointCloud:Kubit社
LandTrace-Evoluto 3D/福井コンピュータ etc

建物・設備系: MicroStation/Bentley社 PHIDIAS/PHOCAD社
RapidFormXOR/Rapidform社 NfDesign/オートファクト
UC-win/ROAD/FORUM 8社 etc

ビューワ系: VRML,QTReader etc

他の計測・表現技術と組合せ

様々な計測システムのデータや画像情報との組合せで複合的な表現が可能になり、質の高い成果が期待出来る

