

『ファシリティマネジメントフォーラム2024』

調査研究部会講演

コンピュータ活用研究部会

講演タイトル 「3Dスキャナーと点群データ活用」

発表者：天神良久（部会長）東洋大学客員教授

：吉岡康浩 株式会社 構造計画研究所



部会の活動報告

【コンピュータ活用によるFM支援】

～FM領域での基本的な実務でのICT利用から、話題のDXまで～

◇サマリー

ファシリティマネジメント（FM）領域は幅広く、ICT活用は欠かせません。人がコンピュータを使って課題を効率的に解決してこそICT化だと考えます。当部会では、多くのFM領域でのICT活用事例を研究し、自らの業務に役立てるとともに、研究結果を会員に発表し、コンピュータ活用によるFM支援を行っています。

◇活動内容

- ・ 月1回の部会開催＋勉強会開催 Web会議とリアル会議のハイブリッド対応
- ・ 年2回の見学会の開催

◇講演要旨

10月の勉強会の「3Dスキャナーを利用したデジタルツインの世界の実現」から、FM的なエッセンスを中心に、吉岡から発表します。

「3Dスキャナーと点群データ活用」

株式会社 構造計画研究所
吉岡康浩

レジュメ（動画の内容）

はじめに（3Dスキャナーの利用目的）

3Dスキャナーの種類

3Dスキャナーの概要

3Dスキャナーによる計測から3Dモデル化

3Dスキャナーの計測事例

3Dスキャナーを利用したデジタルツイン

ファシリティマネジメント業務で役立つデジタルツイン

まとめ

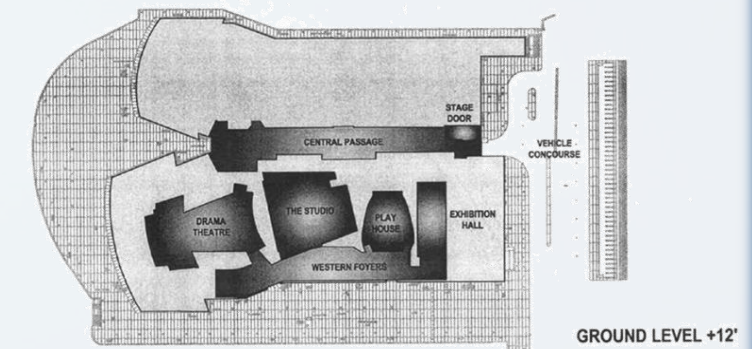
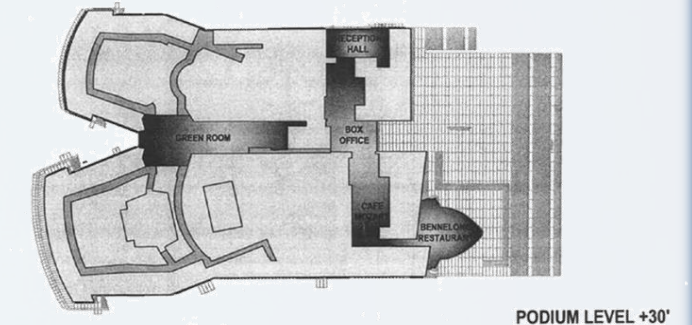
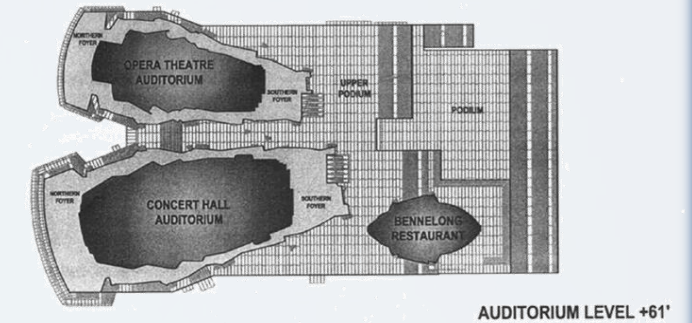
はじめに

3Dスキャナーの利用目的

- ① 空間（立体）の記録を視覚的に表示することができるため、複雑な形状であっても関係者間での説明が容易である。
※入り組んでいる形状や、多くの部品で構成された設備など、二次元の図面からでは判読に時間がかかったり、複数人で共通の理解をしようとすると、時間をかけて理解することが必要であった。
- ② 点・群データは数値データで記録されるため、寸法・面積を瞬時に算出することが可能である。

複雑な形状の建造物の事例

シドニーのオペラハウス
竣工：1973年









3Dスキャナーの種類

3Dスキャナーの種類

ここ数年で3Dスキャナーの種類が増え、少しずつ身近な道具になっている。

サイトのカタログ値を再掲

| | トプコン GLS-2000 | FARO Focus3D S120 | FARO Focus ^S 350 | NavVis VLX2 | Matterport Pro3 | NavVis VLX3 |
|----------------------|---|---|---|---|---|---|
| 姿図 |  |  |  |  |  |  |
| 3Dセンシング (画素数) | 最大153m (最大7000万画素) パノラマ画像：出力 | 最大350m (最大500万画素) パノラマ画像：出力 | 最大350m (最大16500万画素) パノラマ画像：出力 | 最大100m (最大2000万画素) パノラマ画像：固定 | 最大100m (最大13400万画素) パノラマ画像：固定 | 最大300m (最大2000万画素) パノラマ画像：固定 |
| 点群取得速度 | 97.6万点/秒 | 12万点/秒 | 97.6万点/秒 | 30万点/秒×2 | 10万点/秒 | 128万点/秒×2 |
| 重量 | 5Kg (三脚要) | 10kg (三脚要) | 4.2kg (三脚要) | 8.7kg (ウェアラブル) | 3.4Kg (三脚要) | 8.5kg (ウェアラブル) |
| 計測方法 (測定計画) | 固定して撮影 (図面にプロット) | 固定して撮影 (図面にプロット) | 固定して撮影 (図面にプロット) | 歩きながら撮影 (現地確認) | 固定撮影 (図面にプロット) | 歩きながら撮影 (現地確認) |
| レジストレーション (データ連結) | 専用アプリ で結合 | 専用アプリ で結合 | 専用アプリ で結合 | ・撮影と同時 ・クラウドで連結 | クラウドで連結 | ・撮影と同時 ・クラウドで連結 |
| リリース時期 | 2011年 | 2015年 | 2019年 | 2020年 | 2022年 | 2023年 |
| 備考 | 三脚が必要 | 三脚が必要 | 三脚が必要 | 動体は点群取得しない | 三脚が必要 | 動体は点群取得しない |

3Dスキャナーの概要

3Dスキャナー（地上型）

① 特徴

離れた場所から赤外線レーザーを物体に照射し、はね返ってくるレーザーから3次元座標をデータとして記録します。従来は「単点」であったものが、短時間に大量で「面」的な「3次元の座標」を取得する計測技術です。

② 3Dレーザースキャナーの仕様（例：トプコン社製）

- ・ サイズ：293 × 152 × 390(mm)
- ・ 重さ：10.0kg
- ・ 広範囲：1回のスキャンで最大350m
- ・ 高精度：範囲誤差±3.1mm
- ・ 連続使用時間：最大2.5時間（バッテリー使用時）
- ・ 操作パネル：タッチスクリーン（直観的な操作）



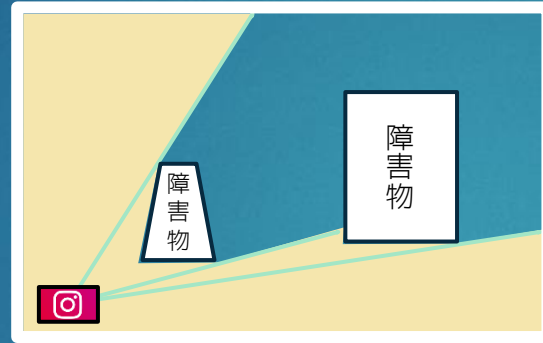
3Dスキャナーの計測の手順

赤外線レーザーを物体に照射、はね返ってくるレーザーをキャッチできれば3次元座標データで記録。
予め障害物の有無など確認し、計測する地点（三脚設置場所）の①計画を行います。

①設置場所の計画



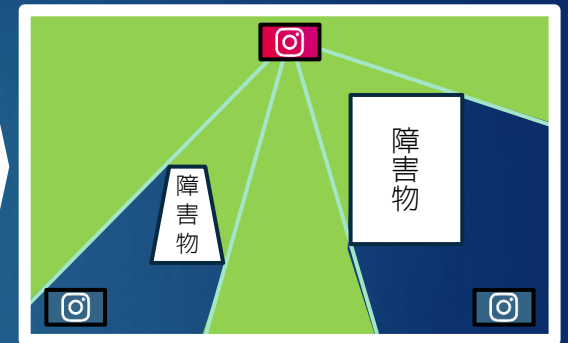
②測量点1



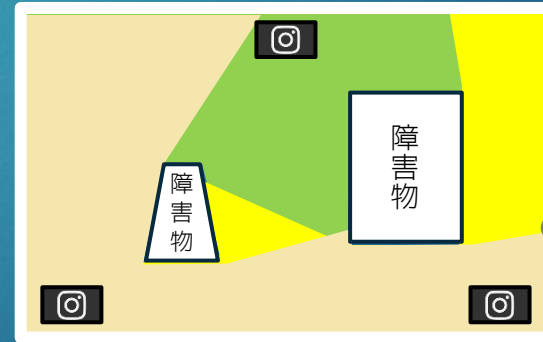
③測量点2



④測量点3



机上の作業：① ⑤
現地の作業：② ③ ④



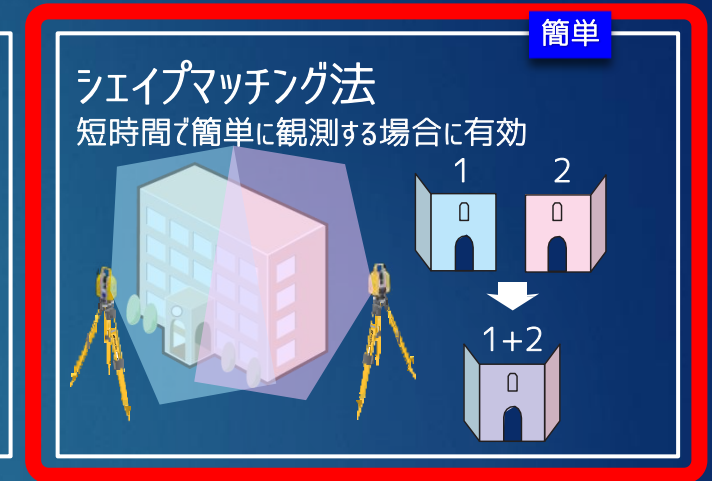
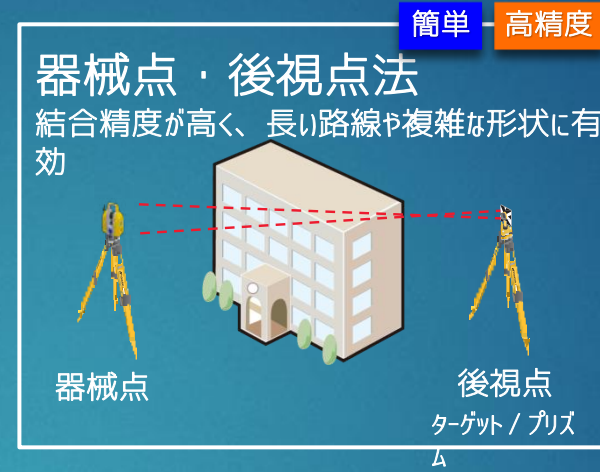
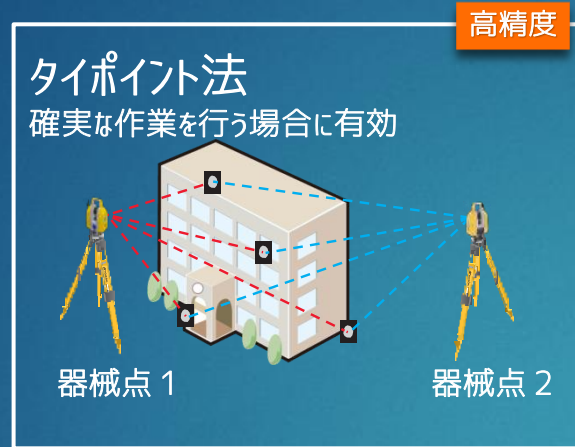
⑤測量点1～3のレジストレーション
(データの重ね合わせ)

撮影の数に応じ
データの連結が
必要となります

計測の手法 (点・群データのレジストレーション)

○ レジストレーション

○ 特徴



| | タイポイント法 | 器械点・後視点法 | シェイプマッチング法 |
|-----------|---------|----------|------------|
| ターゲット設置 | 必要 (多数) | 必要 (1点) | 不要 |
| 座標付け | 可 | 可 | 不可 |
| 作業時間 | 長い * | 短い | 短い |
| 結合精度 | 高い | 高い | 低い |
| 建物の規模 | 小 | 大・中・小 | 大・中・小 |
| 建物の形状 | かなり複雑 | 複雑 | フラット |
| 既存データ有の場合 | — | ○ | ◎ |
| 既存データ無の場合 | ◎ | ○ | △ |
| 形状の記録用 | ◎ | ○ | △ |

3Dスキャナーによる計測から3Dモデル化

点・群データから3Dモデルまでの作成フロー（目的に応じて）

建物現況

作業条件

3Dスキャン

3Dモデル

シミュレーション



3Dモデルからデータ連携

Autodesk社の製品を中心にした例で、3Dモデルから各種アプリケーションとの連携



3Dスキャナーの計測事例

3Dスキャナーでの2つの計測事例

下関と門司のエリアには、明治後期から大正時代の史的建造物が多数集中しており、本年2024年にともに竣工100年を迎えた旧下関電信局電話分室と旧門司電話局電話分室の計測事例を使って、3Dスキャナーの解説をいたします。

田中絹代ぶんか館
(旧下関電信局電話分室)



ANNIVERSARY
SINCE 1924

田中絹代デビュー100年



2014年に計測
【資料提供】
田中絹代ぶんか館

2022年に計測
【協力】
門司電気通信レトロ館

門司電気通信レトロ館
(旧門司電話局電話分室)



ANNIVERSARY
SINCE 1924

山田守 生誕130年

地上型3Dスキャナーでの計測事例

田中絹代ふんか館（旧下関電信局電話分室）

◎ 建物概要

設計者：逓信省営繕課

構造：RC造一部煉瓦造3階建

所在地：下関市田中町5-7

敷地面積 760.38㎡

建築面積 362.06㎡

延床面積 836.47㎡

◎ 建物沿革

1924年 電話交換局として竣工

1966年 通信設備が市外局に統合

1969年 電電公社と下関市が等価交換

1970年 下関市福祉センター

1977年 教育委員会

1991年 老朽化により廃止

2009年 下関市立近代先人顕彰館

2014年 オープン5周年、竣工90周年

2024年 竣工100周年



計測日：2014年6月18,19日（外部）, 2014年8月25,26日（内部）

計測時間：外部・内部（約2日）

レジストレーション（専用ソフト）：時間は非公表

点・群から3Dモデル化：時間は非公表



提供：下関市立近代先人顕彰館建物竣工90周年記念特別展より

3Dスキャナーでの計測から3Dモデリングまで



提供：下関市立近代先人顕彰館建物竣工90周年記念特別展より

門司電気通信レトロ館（旧門司郵便局電話分室）

◎ 建物概要

設計者：逋信省営繕課 山田守

構造：RC造3階建

所在地：北九州市門司区浜町4-1

敷地面積 4,519.46㎡

建築面積 571.92㎡

延床面積 1,645.25㎡

◎ 建物沿革

1924年（大正13）竣工

1944年 門司電話局 局舎増築

1968年 門司電報電話局

1989年 NTT門司営業所

1994年 門司電気通信レトロ館3階に開館

1999年 NTT門司営業所 窓口業務終了
門司電気通信レトロ館1階に移転

2024年 竣工100周年



特徴

歩きながら赤外線レーザーを物体に照射し、はね返ってくるレーザーから3次元座標をデータとして記録します。

データは計測しながらレジストレーションされ、短時間で広範囲（15,000m²/日）の計測が可能です。

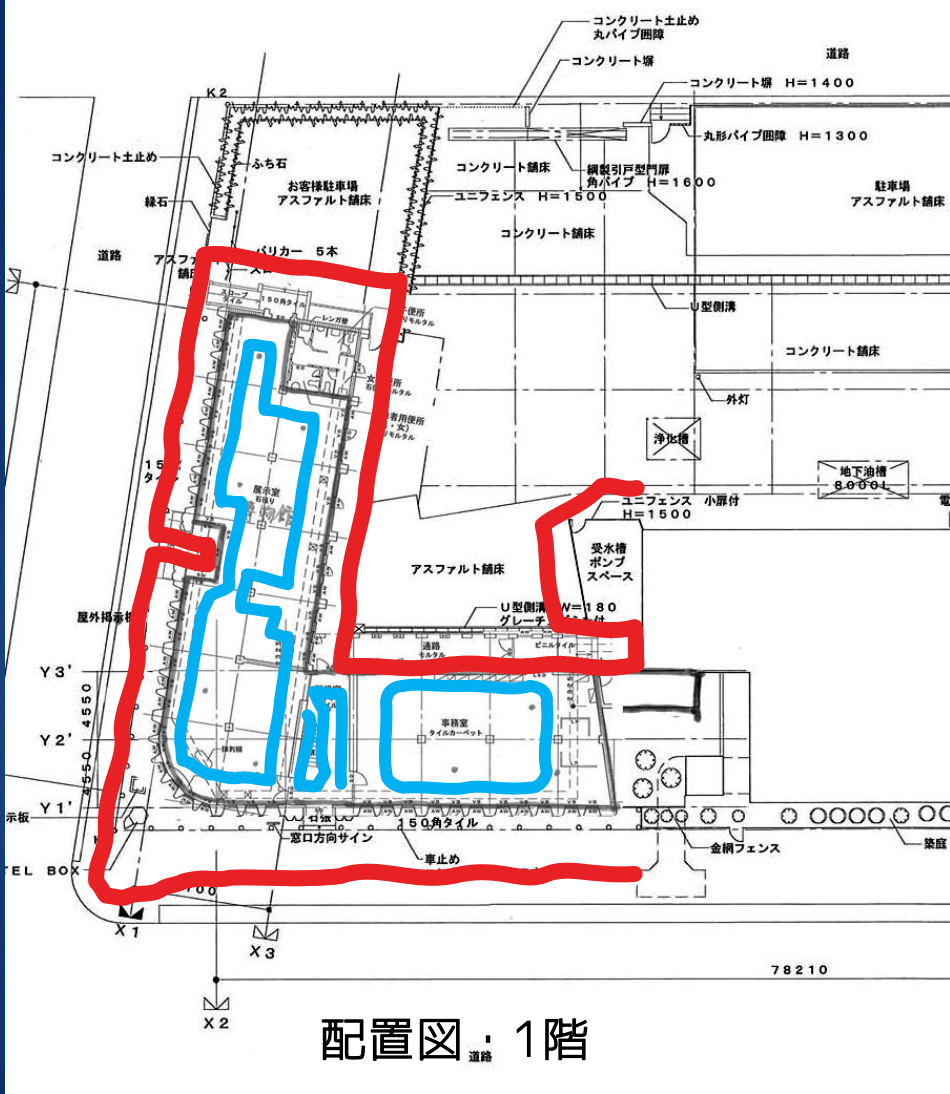
3Dレーザースキャナーの仕様（例：NavVis社製）

- ・ サイズ : 1080 x 330 x 560(mm)
- ・ 重さ : 8.7kg
- ・ 広範囲 : 1回のスキャンで最大半径100m
- ・ 高精度 : 範囲誤差±5mm
- ・ 連続使用時間 : 最大1.5時間（バッテリー使用時）
- ・ 操作パネル : タッチスクリーン（直観的な操作）



ウェアラブル型3Dスキャナーで計測

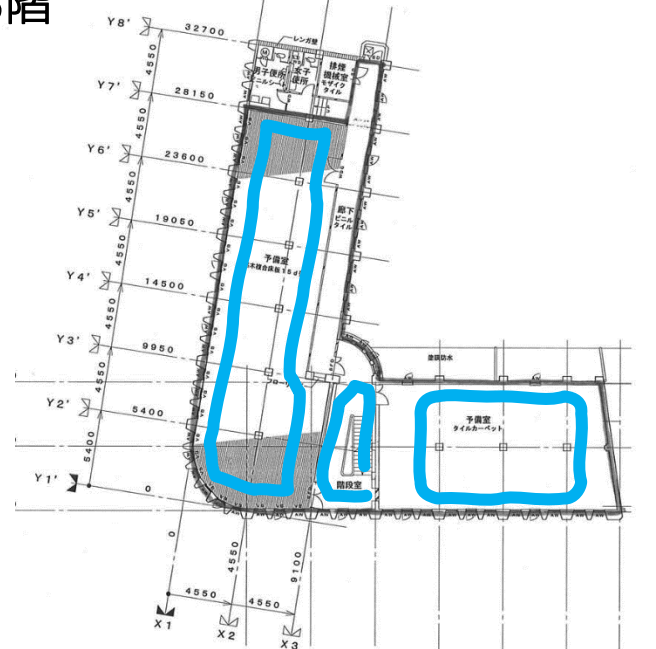




2階



3階



計測日 : 2022年12月23日
 計測時間 : 内部 (2時間)、外部 (0.5時間)
 レジストレーション : データセット1時間
 ファイル結合 (クラウド自動) 約12時間

ウェアラブル型の3Dスキャナー

計測方法の違い

地上型 (TLS)

撮影計画
で下見が必要
(障害物の確認)

設置計画に
スキルが必要

設置後の
スキャン中の
待ち時間が必要



計測時間：30分

計測地点：5ヶ所

ウェアラブル型

計測の計画が
不要

歩きながらの計測
で待ち時間なし



計測時間：3分

連続計測で、網羅的にデータ取得

ウェアラブル型3Dスキャナーで計測

市街地を歩きながらの計測



複雑な形状の空間を短時間に広範囲に計測できる例

計測



機器、配管類の多い機械室ではレーザーが障害物で計測できないこともあるため、本体を傾け裏側までしっかりと計測します。

計測後



配管の表裏が計測できることで、配管の系統などの判別が映像から可能となります。

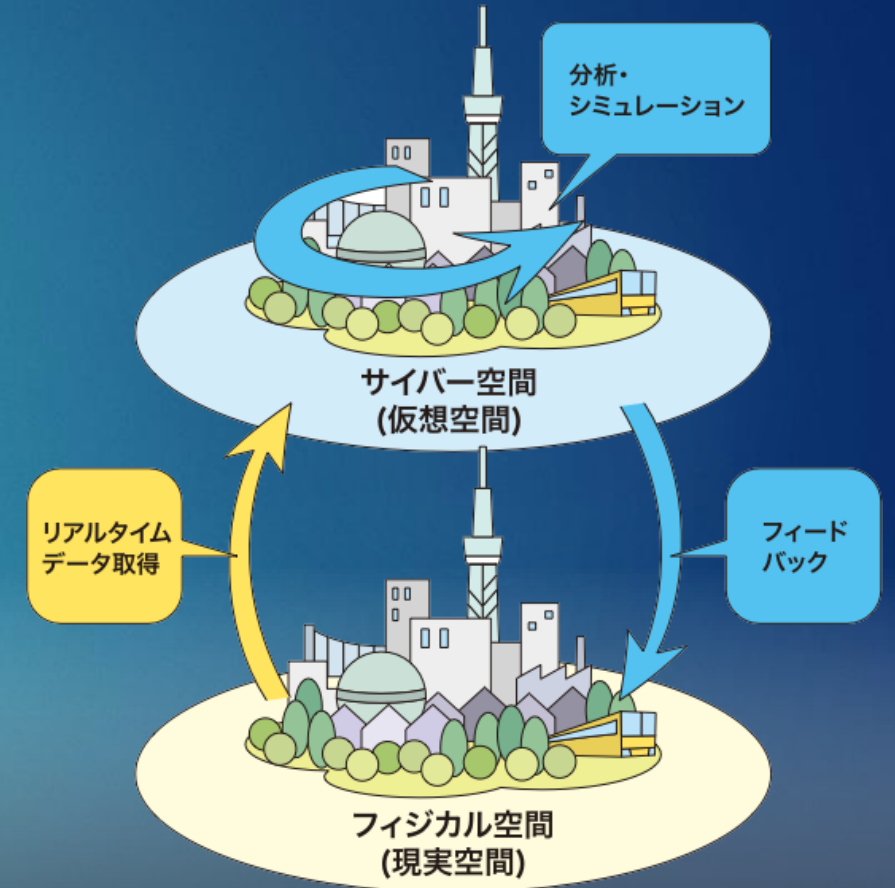
3Dスキャナーを利用したデジタルツイン

◎ 仕組み

インターネットに接続した機器などを活用して、現実空間の情報を取得し、サイバー空間内に現実空間の環境を再現すること。

◎ 効果（抜粋）

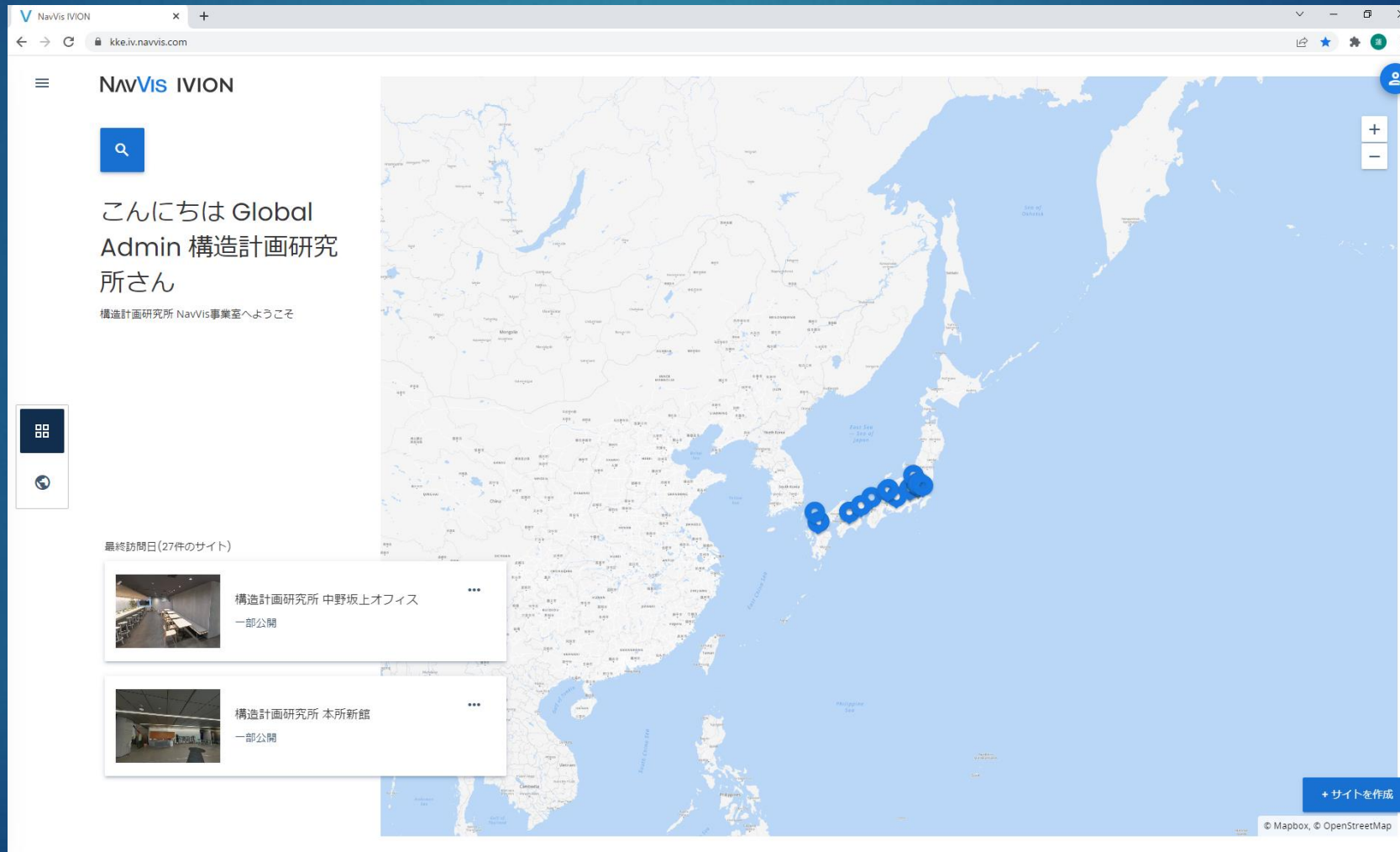
現実世界のリアルタイムな監視やシミュレーションが可能になり、業務を効率化できます。デジタルツインを製造業や建築業の企画・設計段階に導入すると、デジタル空間上でシミュレーションできるため、実際にプロトタイプを製作しなくても各種試験の実施ができて、コスト削減と製品開発時間の短縮ができます。



デジタルツインのイメージ

サイバー空間内に現実空間の環境を再現

計測された点・群データをクラウドサーバーにアップロードして点・群データのレジストレーションを行い、完了後は、ウェブ上での仮想の空間に「デジタルツインの世界を実現」することができます。



デジタルツインの事例

NTT西日本門司電気通信レトロ館
利用用途：館の案内で利用



ID : moji
PASS : 1924

ファシリティマネジメント業務で役立つ デジタルツイン

点群データから運用維持での利用シーン

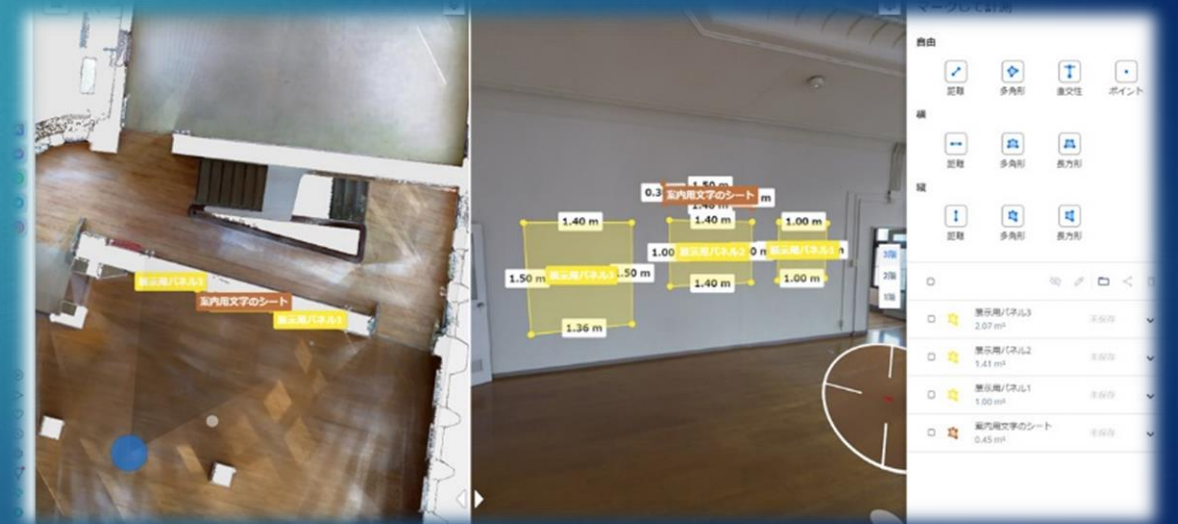
■ サンプル1 (舗道用ブロックの補修)

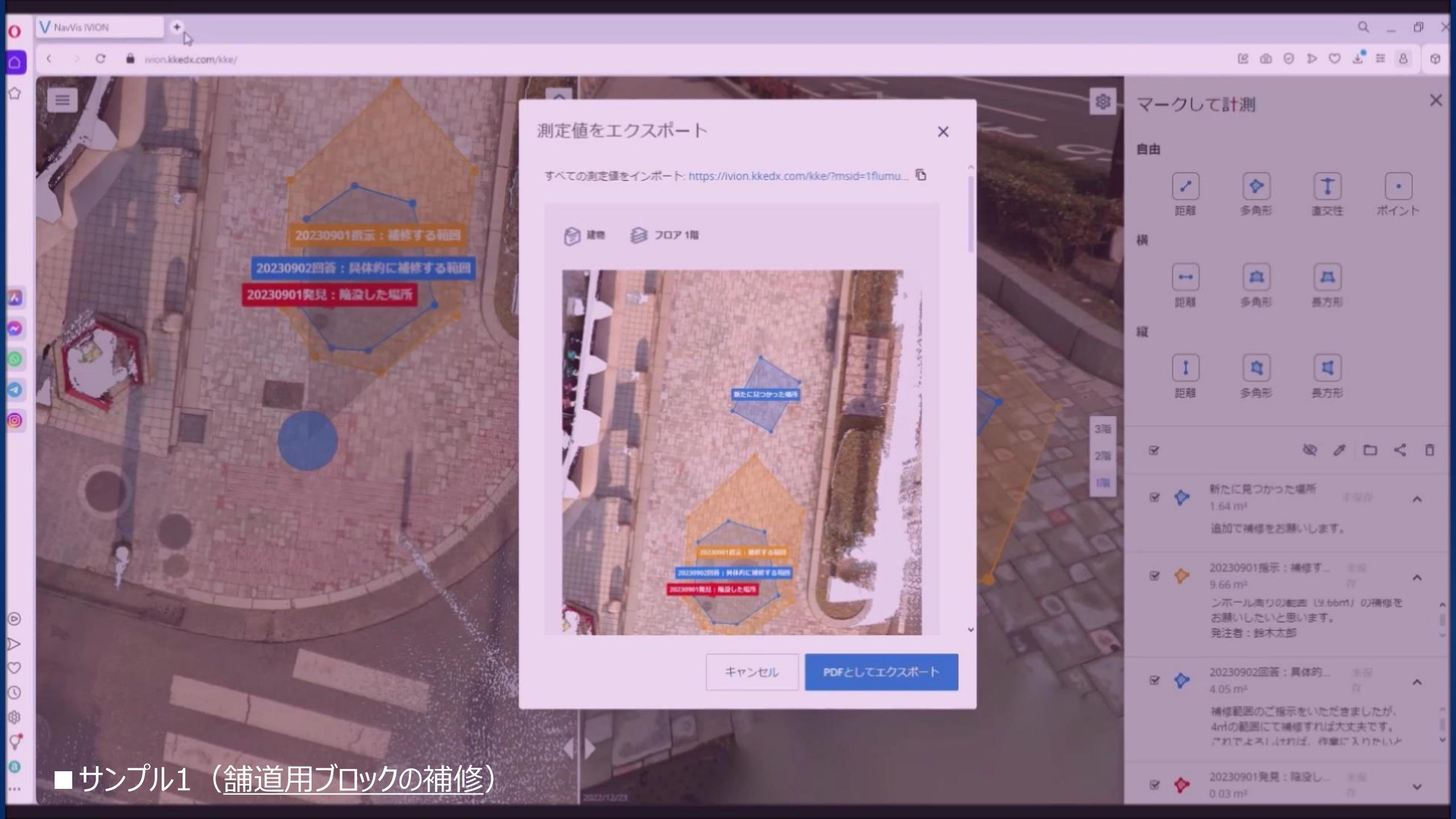


■ サンプル2 (窓用フィルム施工)



■ サンプル3 (展示物の設置イメージ)





測定値をエクスポート

すべての測定値をインポート: <https://ivion.kkedx.com/kke/?msid=1flumu...>

建物 フロア1階



キャンセル

PDFとしてエクスポート

マークして計測

自由



横

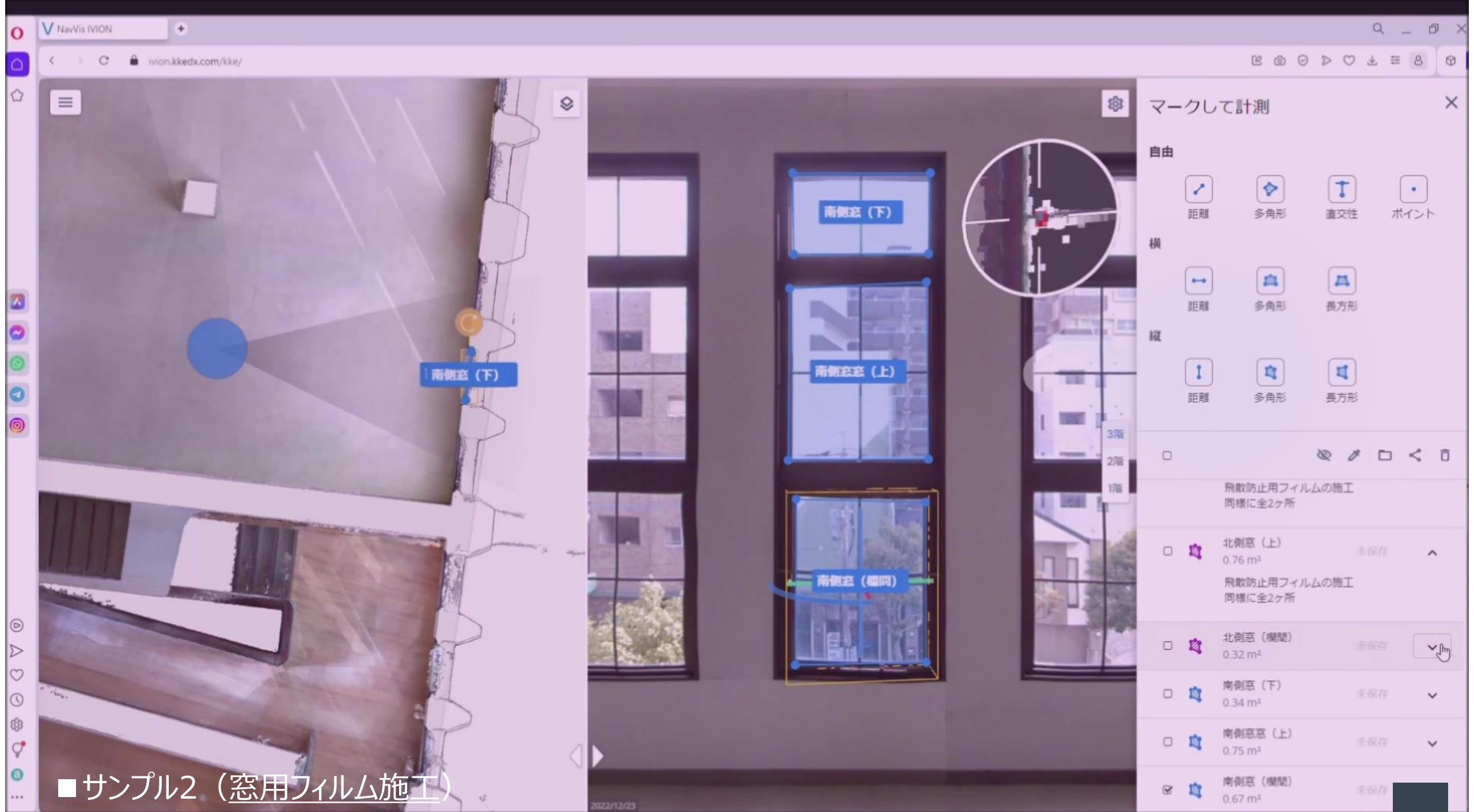


縦



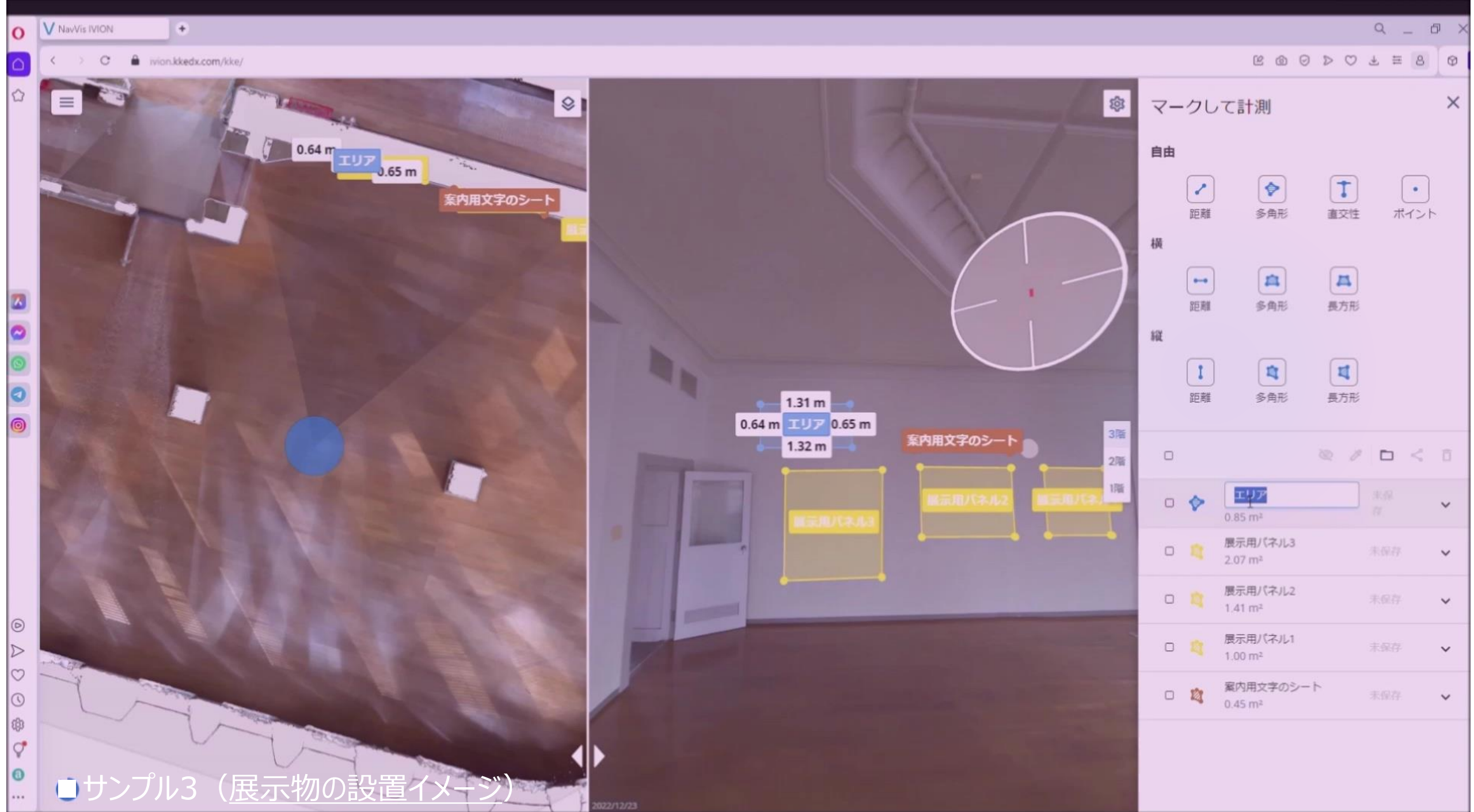
- 新たに見つかった場所 1.64 m² 未保存
追加で補修をお願いします。
- 20230901指示：補修す... 9.66 m² 未保存
ンホール周りの範囲 (9.66m²) の補修をお願いします。
発注者：鈴木太郎
- 20230902回答：具体的... 4.05 m² 未保存
補修範囲のご指示をいただきましたが、4m²の範囲にて補修すれば大丈夫です。
これでよければ、作業に入りたいと
- 20230901発見：陥没し... 0.03 m² 未保存

■ サンプル1 (舗道用ブロックの補修)



■ サンプル2 (窓用フィルム施工)

| マークして計測 | | |
|-------------------------------------|---------------------------------|------|
| 自由 | 距離 | 多角形 |
| 自由 | 直交性 | ポイント |
| 横 | 距離 | 多角形 |
| 横 | 長方形 | 長方形 |
| 縦 | 距離 | 多角形 |
| 縦 | 長方形 | 長方形 |
| <input type="checkbox"/> | 飛散防止用フィルムの施工 同様に全2ヶ所 | |
| <input type="checkbox"/> | 北側窓 (上) 0.76 m ² | 未保存 |
| <input type="checkbox"/> | 飛散防止用フィルムの施工 同様に全2ヶ所 | |
| <input type="checkbox"/> | 北側窓 (欄間) 0.32 m ² | 未保存 |
| <input type="checkbox"/> | 南側窓 (下) 0.34 m ² | 未保存 |
| <input type="checkbox"/> | 南側窓窓 (上) 0.75 m ² | 未保存 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 南側窓 (欄間) 0.67 m ² | 未保存 |



■ サンプル3 (展示物の設置イメージ)

2022/12/23

日々の建物維持管理・修繕など、空間情報を活用



壁の破損



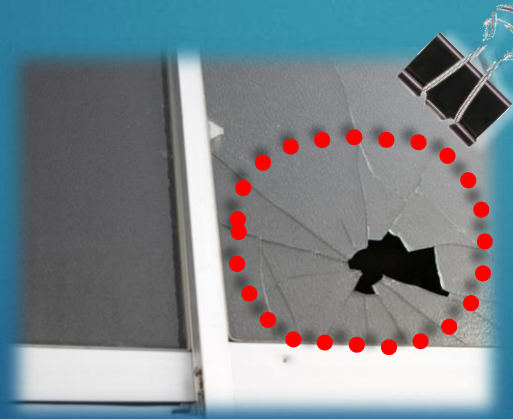
外壁タイルの落下



屋上からの漏水



外壁クラックから漏水



窓ガラス破損



排水口の詰まり



トイレの詰まり

まとめ

3Dスキャナーの利用とその進化

◎ 地上設置型（従前より）

赤外線レーザーの出力を上げ、さらに遠くまで広範囲に計測を狙う。

土地の形状
（土木用）

◎ ウェアラブル・バックパック型（ここ数年）

計測時間の短縮と操作を簡素にして作業効率を上げることを狙う。

建物の形状
（建築用）

◎ ハンディタイプ型（iphon12proに搭載など、さまざまな機種が登場）

近接の計測をメインに、より密度の高い、点・群データの取得を狙う。

工業製品の形状
（工業用）
手軽に形状を取得
（個人）



- より小型化、より省電力化
- 点・群の密度を上げた空間情報の取得
- レーザーから取得する写真品質なみの色情報

建物の竣工時に三次元の空間情報を取得していれば、永年に渡って、どの場所のどの部分をどのようにしたいなどの情報交換を齟齬なく、簡単にすばやく共有することができます。

二次元の図面情報より三次元の空間情報の方が圧倒的な情報量にあるため、誰しもが映像クオリティの高いデジタルツインを活用したファシリティーマネジメント業務にシフトすると考えられます。