



## サービス紹介

# 3D モデル スマート点検 ソリューション (Dap3<sup>®</sup>)

Otsuki Masafumi

大槻 雅文<sup>\*1</sup>

Hisayama Takeshi

久山 岳<sup>\*2</sup>

Kinoshita Fuga

木下 楓雅<sup>\*1</sup>

Goto Takahiro

後藤 貴宏<sup>\*3</sup>

ドローンで撮影した画像から3次元モデルを作成し、作成した3次元モデルと撮影した画像を一元管理することにより、設備の点検結果を効率的に管理する解析プラットフォームを提供するサービスである「3Dモデルスマート点検ソリューション」を紹介する。

**キーワード：** ドローン、3Dモデル、SfM (Structure from Motion)、デジタルツイン

### 1. はじめに

インフラ設備の点検において、足場を組んで作業員が目視で点検する従来の方法は、点検期間の長期化や高コスト、危険を伴う作業などの課題があったが、現在はドローンを使用した点検が普及し、従来の課題を解決することが可能となった。しかし、一方でドローンを使用した点検では以下のような新たな課題が発生する。

**課題1：**膨大な量の画像を管理する必要がある

**課題2：**確認作業に手間と時間がかかる

**課題3：**インフラ設備と画像の対応が分かりづらい

これらの課題を解決するため、当社では3Dモデルスマート点検ソリューション（以下、Dap3<sup>®</sup>）を開発した。Dap3<sup>®</sup>は、**図1**のようにドローンで撮影した画像から3Dモデルを作成する。また、作成した3Dモデルと個々の撮影画像を紐づけて管理するため、3Dモデルから撮影画像を呼び出して参照する機能や、AIを使用して画像中の損傷を検知する機能を有する。このように、上記の課題に対応可能なプラットフォームである。

\*1：制御システム事業部 産業システム部 製品・サービスグループ

\*2：制御システム事業部 産業システム部 製品・サービスグループ 主査

\*3：制御システム事業部 産業システム部 製品・サービスグループ グループ長

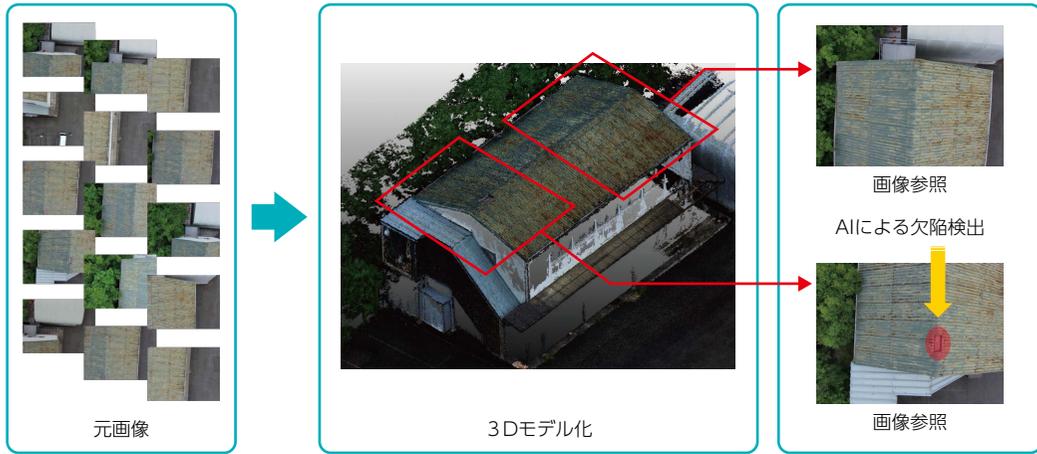


図1 Dap3®の利点 (イメージ)

## 2. システム概要

### 2.1 システム構成

Dap3®はGoogle Cloud上に構築されている。図2にシステム構成を示す。

Dap3®では、お客さまから預かる画像データや、画像データから生成した3DモデルをCloud

Storageに保存する。3Dモデルの生成やその他の主な機能は、Google Kubernetes Engineで管理されるDockerコンテナで実行される。お客さまはWebブラウザからDap3.IIC®\*1にアクセスし、ログインすることで3Dモデルや点検画像を閲覧することができる。

\*1 : Dap3.IIC®はDap3®のWebアプリケーションの名称

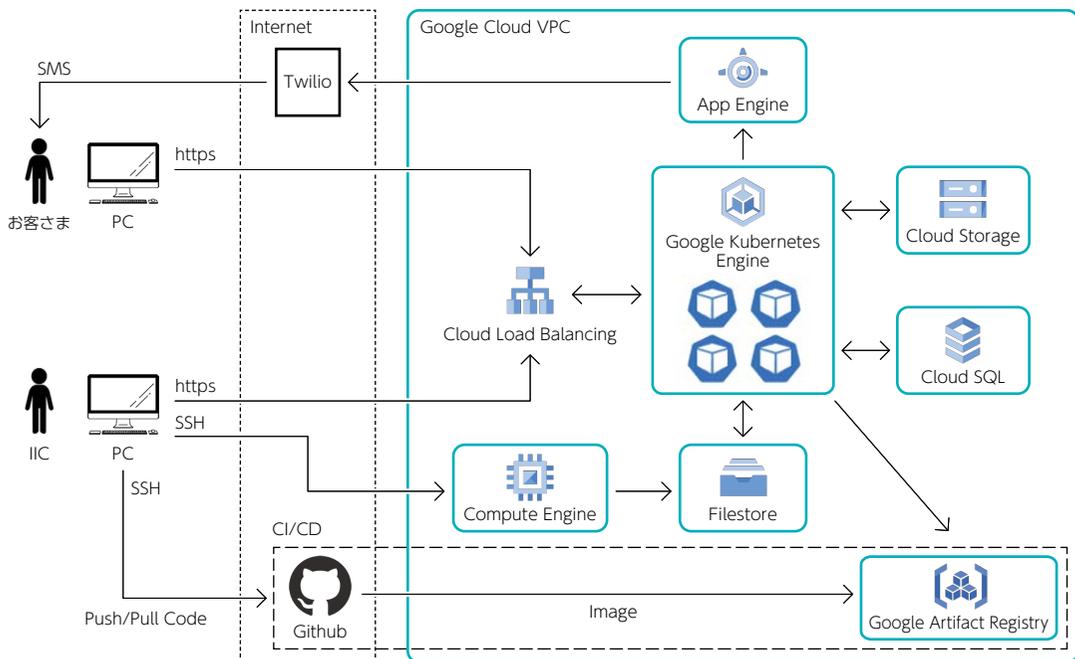


図2 システム構成図

## 2.2 システム開発

Dap3.IIC<sup>®</sup> のソースコードの管理には Github を使用しており、Github Actions と Google Artifact Registry を連携させ、CI/CD \*2 パイプラインを構築している。修正コードを Github へ反映すると自動的に修正コードのビルド、テスト、デプロイが実行される。これにより、開発を効率化した。

\*2: CI/CD: Continuous Integration (継続的インテグレーション) / Continuous Delivery (継続的デリバリー) の略

## 3. Dap3.IIC<sup>®</sup> の機能紹介

Dap3.IIC<sup>®</sup> が有する機能を表 1 に示す。

### 3.1 3D モデルの生成

Dap3<sup>®</sup> は複数の撮影画像から SfM (Structure from Motion) によって 3D モデルを生成している。SfM は複数の画像データから三次元構造とカメラの位置や姿勢を推定する技術である。精度の高い 3D モデルを生成するためには、ドローン撮影時に一定の撮影条件を満たす必要があるが、将来的には市販のデジタルカメラやスマートフォンで撮影した動画から 3D モデルを作成できるよう

開発中である。

以下に SfM の流れを示す。図 3 は (a) ~ (d) の処理を図に示したものである。

- (a) 各画像から特徴点 (模様のエッジなど) を抽出する。画像間で特徴点を比較し、異なる画像に写る同一物体の特徴点を検出することで画像間の対応付けを行う。
- (b) 複数の画像の対応関係から、撮影時のカメラの 3次元位置と姿勢を推定する。
- (c) 対応付けられた特徴点とカメラの 3次元位置と姿勢から三角測量によって各特徴点の 3次元位置を算出する。
- (d) 特徴点を画像に再投影した際の誤差を最小化するようにカメラの 3次元位置と姿勢、特徴点の 3次元位置を同時に最適化する。

全ての画像にこの処理を実行することで、特異点の集まりである「点群」が生成され、Dap3.IIC<sup>®</sup> により図 4 のような 3D モデルとして表示される。なお 3D モデルは PLY ファイルとして点群データを出力することが可能である。

表 1 Dap3.IIC<sup>®</sup> の機能一覧

| No. | 機能         | 概要                             |
|-----|------------|--------------------------------|
| 1   | 3D モデルの生成  | 複数の撮影画像から 3D モデルを生成し表示する機能     |
| 2   | 画像の参照      | 3D モデルに紐づけられた画像を参照する機能         |
| 3   | AI による欠陥検出 | AI による撮影画像内の欠陥の自動検出機能          |
| 4   | レポートの出力    | 3D モデル上で管理している欠陥をレポートとして出力する機能 |
| 5   | 計測         | 3D モデル、または画像上の対象物の計測機能         |

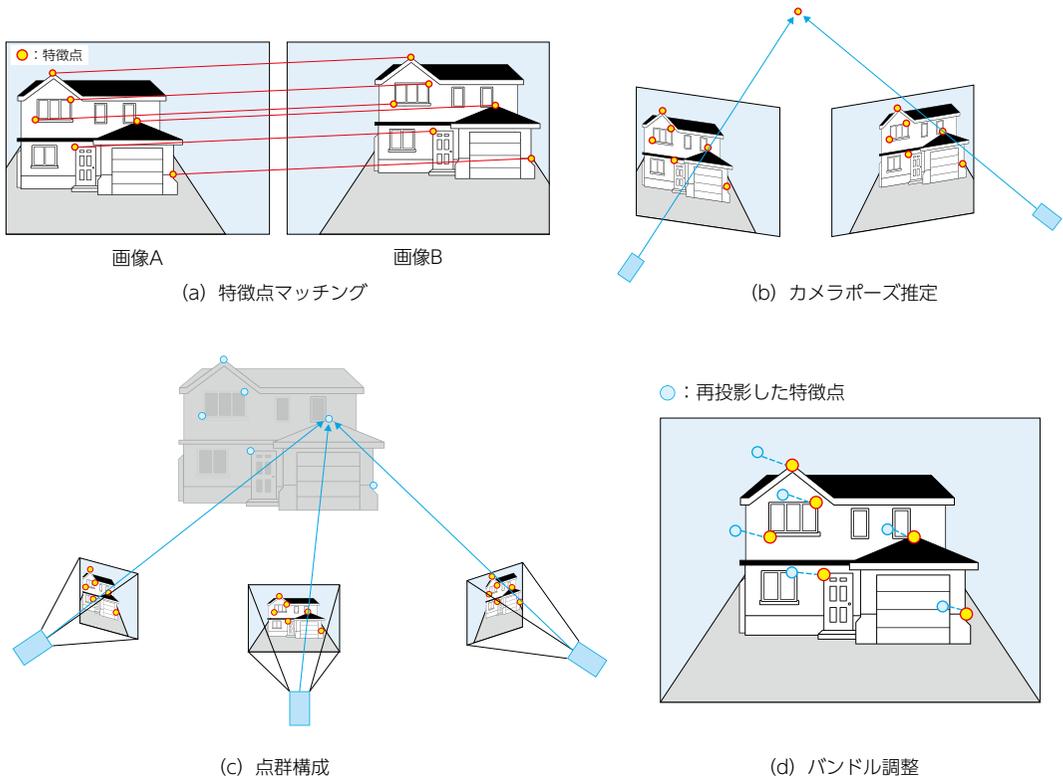
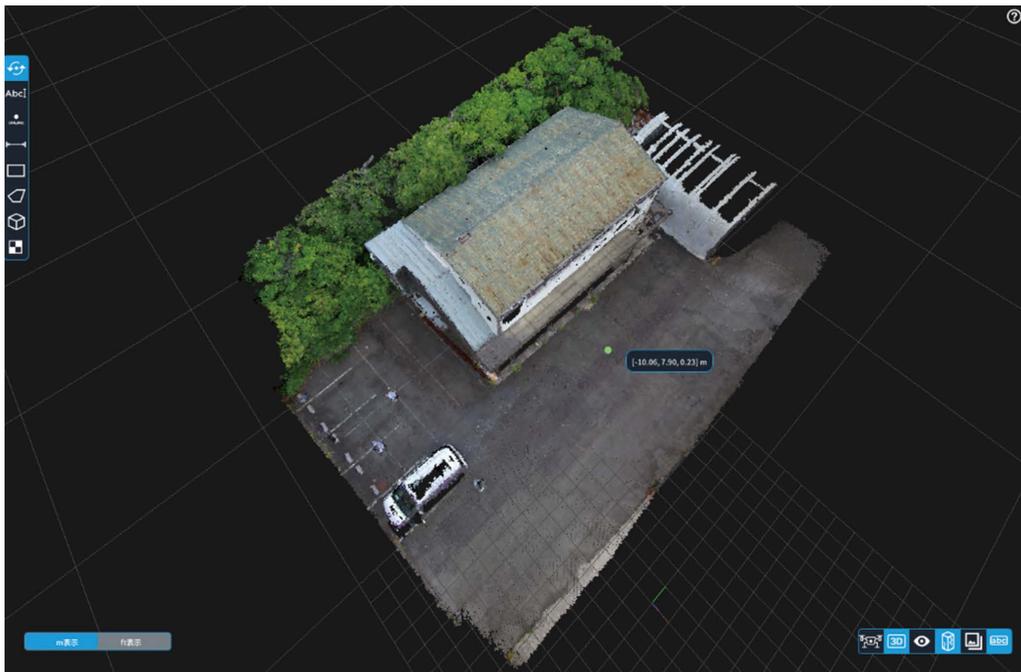


図 3 SfM の概要



建屋の屋根を対象にした撮影

図 4 SfM によって生成した 3D モデル (Dap3.IIC<sup>®</sup> による表示)

### 3.2 画像の参照

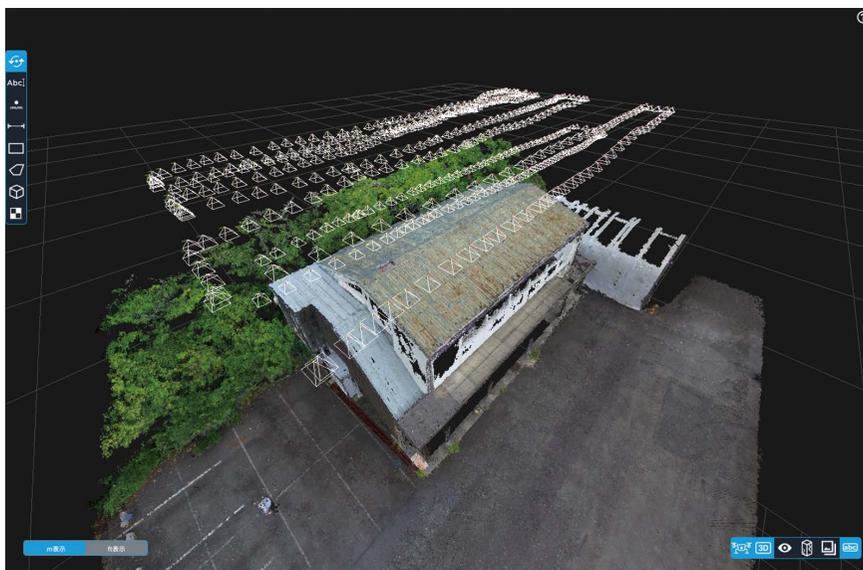
Dap3<sup>®</sup>は撮影画像と生成した3Dモデルが紐づくため、膨大な量の画像の管理が容易になる。Dap3<sup>®</sup>では、出力中の3Dモデル画像上に、その視点に最も近い場所から撮影された画像を図5(a)

のように表示することができる。図5(a)は3Dモデル画像であるが、赤枠部分は生の撮影画像を表示している。また、図5(b)のようにドローンの撮影場所を白線の四角い記号で表示し、選択した位置で撮影した画像を表示することもできる。



赤枠内：画像 赤枠外：3Dモデル

(a) 画像の表示



(b) ドローン撮影位置

図5 画像の表示

### 3.3 AIによる欠陥検出

Dap3<sup>®</sup>はAIを使用したコンクリートの欠陥検出を実行でき、欠陥確認の1次的なスクリーニングとして利用できる。この機能を使用することにより、膨大な画像から自動で欠陥を検出でき、検出された欠陥が画像にハイライト表示される。AI

を使用した欠陥の検出例を図6に示す。

また、AIの欠陥検出機能ではしきい値を設定し、感度を調整することができる。図7にしきい値を調整した例を示す。

なお、現在Dap3<sup>®</sup>による欠陥検出はコンクリートの欠陥のみである。

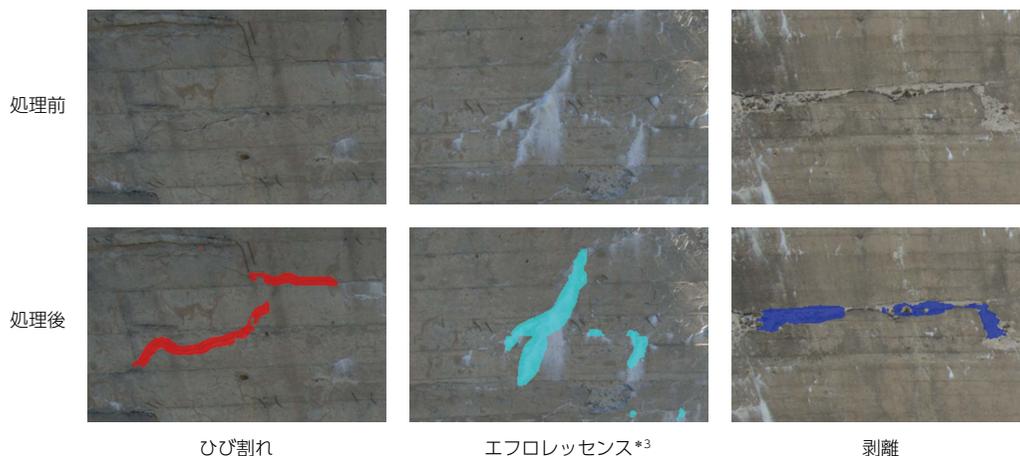


図6 AIによる欠陥検出

\*3: コンクリートの内部成分が溶け出し、空気中の二酸化炭素と反応することで白い生成物が現れる現象

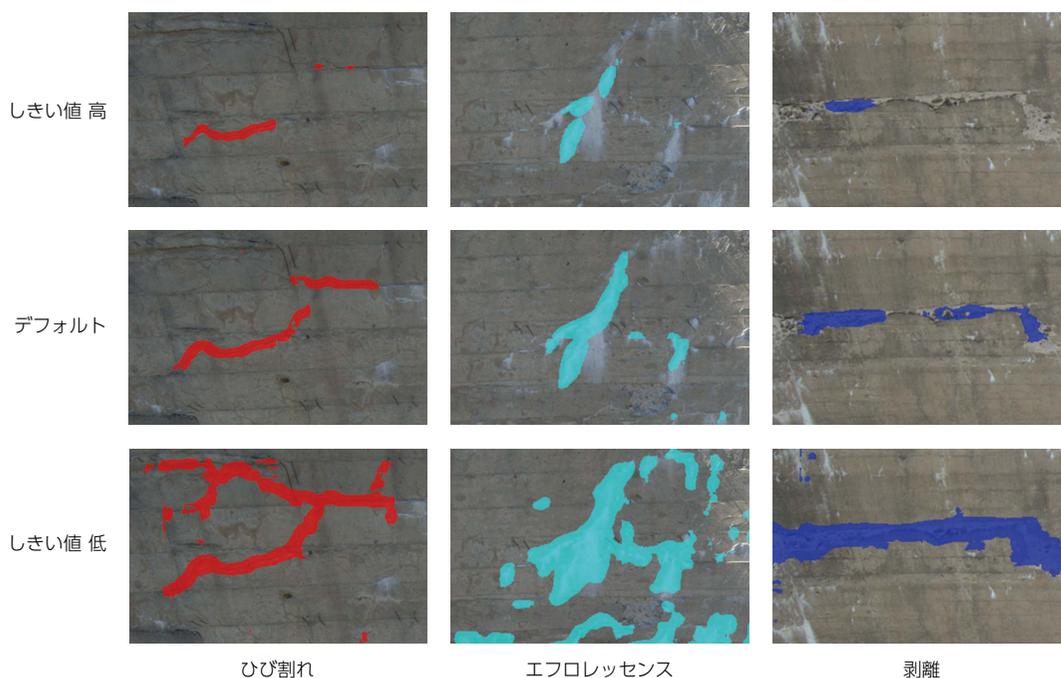


図7 AIによる欠陥検出の感度調整

### 3.4 レポートの出力

Dap3®では、発見した欠陥をレポートとして保存し、管理する。レポートには欠陥名称、位置、欠陥のタイプ（摩耗、ひび割れ、腐食など）、欠

陥のレベル（危険、重大、軽微）を記録できる。**図8**のようにレポートに保存した欠陥は3Dモデル上に表示され、レポートをクリックすることで3Dモデル上の欠陥箇所を表示する。逆に欠陥箇

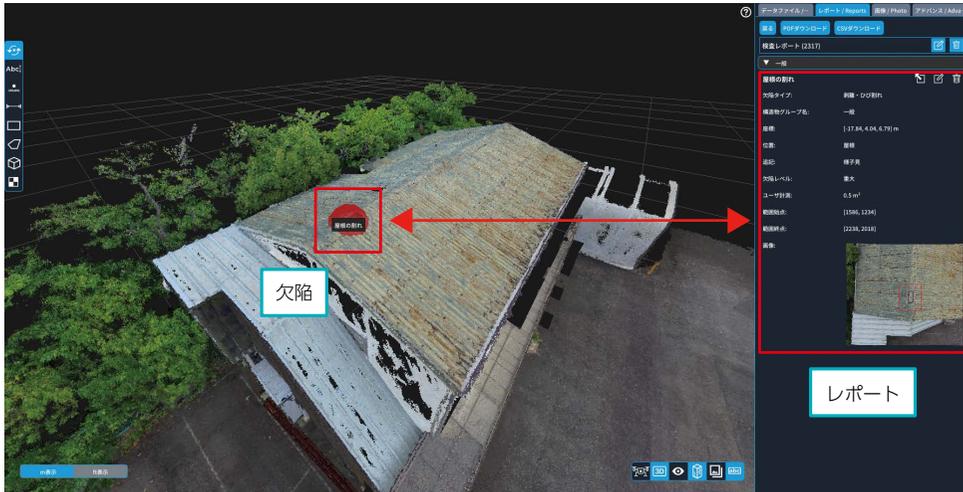


図8 3Dモデル上の欠陥表示とレポートとの対応



図9 レポートのPDFファイル出力 (例)

所をクリックすることでレポートを表示することができ、3Dモデルとレポート、相互に確認が可能である。

作成したレポートはPDFファイル(図9)、またはCSVファイルとして出力が可能である。

### 3.5 計測

作成した3Dモデルでは、画像上の任意の点を指定することで直線距離、四角形面積、多角形面積、体積を計測することができる。計測例を図10に示す。



直線距離



四角形面積



多角形面積



体積

図10 Dap3®における計測の例

## 4. Dap3®のご利用の流れ

当社では、Dap3®を用いたサービス事業を行っている。サービスは、ドローンで撮影された画像を預かり、3Dモデルとして提供する。サービスの流れを図11に示す。

### (1) 対象物の撮影

ドローンを使用してお客さまが点検対象物を撮影する。撮影時は画像間のラップ率、撮影角度、必要な照度などの撮影条件を満たすよう注意していただく。

### (2) データのお預かり

撮影した画像データを、クラウドストレージサービス経由または物理記憶媒体(SSD等)で送付いただく。取り扱うデータ容量の制限はない。(ただし保存する

データ量によって利用料金は異なる。)

### (3) データの確認と保存

データが3Dモデルの作成に問題ないことを当社で確認し、クラウドストレージへ保存する。

### (4) 3Dモデルの作成

データから3Dモデルを作成する。また、要望に応じてAIを使用した欠陥の検出を行う。

### (5) データ閲覧

Dap3®はWebアプリケーションとしてサービス提供する。結果は専用のURLと認証情報を用いてアクセスすると図12に示すDap3.IIC®のログイン画面が開き、認証情報を入力することでDap3.IIC®を利用できる。

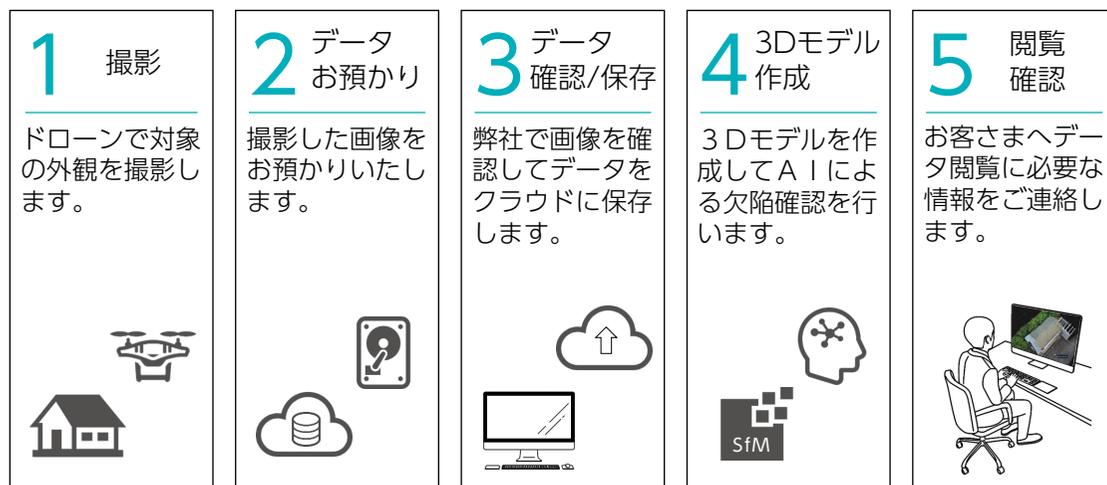


図11 Dap3®ご利用の流れ



図 12 Dap3.IIC® のログイン画面

## 5. おわりに

インフラ設備の老朽化が社会問題となり、点検作業の効率化や安全性の確保が注目される中、点検時間やコストを削減でき、安全に作業できるドローンを使用した点検は今後も広く普及すると思われる。その際、点検で得られる膨大な点検デー

タから有効なデータを抽出する作業やデータの管理も重要となる。Dap3® は点検結果を効率的に管理できるサービスとして貢献できるものとなっている。今後も引き続きお客さまのニーズに応じて Dap3.IIC® の機能向上を進め、お客さまに満足していただけるサービスの提供を目指す。



制御システム事業部 産業システム部  
製品・サービスグループ

大槻 雅文

TEL 045-759-2487



制御システム事業部 産業システム部  
製品・サービスグループ

木下 楓雅

TEL 045-759-2487



制御システム事業部 産業システム部  
製品・サービスグループ 主査

久山 岳

TEL 045-759-2487



制御システム事業部 産業システム部  
製品・サービスグループ グループ長

後藤 貴宏

TEL 045-759-2487