

Autodesk® Forge を使用した開発最新事例のご紹介

ソリューション本部 建設事業部

野上 順子

1. はじめに

当社は、2017年12月にこれまでの Forge システムの構築力と実績が認められ、「Forge システムインテグレータ」に日本で初めて認定された。これは世界でも10番目の認定になる。

本稿ではこれまで当社が作成または検証した Autodesk Forge の BIM モデルに対するシステム構築の事例を紹介し、新しい活用方法を提案する。

2. Autodesk® Forge とは

Autodesk Forge とは、Autodesk のクラウドサービスを利用する為の開発プラットフォームである。Web サービス API やフレームワークとして提供されている。主な API は下記の通りである。

(1) ビューア

Autodesk のクラウドサービス(BIM360™や A360™等)へアップロードした Revit®ファイル等のデザイン データを WebGL 対応の Web ブラウザ上でストリーミング配信する機能である。モデルの操作や断面表示、属性情報等の取得などができる JavaScript API が提供されている。

(2) OAuth

Forge プラットフォームへの認証・認可フローを提供している。3-legged 認証(Autodesk が提供するクラウドサービスへの認証)と 2-legged 認証(アプ

リケーション単位のクラウド領域への認証)がある。

(3) Model Derivative API

Autodesk のクラウド上で、デザインファイルを別の形式へ変換する API である。ビューアで表示する為にはあらかじめこの API を使用して SVF ファイルへ変換しておく必要がある。モデル情報を取得するメソッドもある。

(4) Data Management API

Autodesk のクラウドサービス上のデータを管理する API である。各サービスのユーザアカウント領域のフォルダやデータにアクセスすることが可能である。

その他、AutoCAD®のアドイン機能をクラウド上で実行する Design Automation API、2D 写真から3D データへ変換する Reality Capture API、BIM360 の各機能の操作を行う BIM360 API などがある。

Forge は WEB ブラウザとインターネット環境さえあればいつでもどこでも利用できるため、BIM/CIM の編集ソフトを持たないユーザに対してそれらのモデルを活用したシステムを提供するために非常に有用なツールである。

次章以降では、主に(1)~(4)を用いた、実際の活用事例を紹介する。

3. BuildCAN

このシステムは当社が株式会社安井建築設計事務所様から受託開発した IoT 連携、カラースキーム、DB リンクを備えたソリューションである。Forge ビューア上で IoT データやモデル情報を直感的に読み取ることが出来る。

3.1 機能について

(1)IoT 連携とカラースキーム

建物内の IoT センサーから取得したデータ(温度や湿度・CO2 濃度)をリアルタイムで受信し、解析表示を行っている。解析表示では Revit のカラースキームを Forge ビューア上で実現した。

図 1 では、センサー値からオフィス快適域状況を算出し、Forge ビューア上でラベル表示と色で結果を表現している。

これらの表現の為に、Forge ビューアで表示するモデルの元の Revit ファイルには下記オブジェクトを追加している。

・センサー毎に色塗りを行う領域

・センサー値をラベル表示する位置

ラベル表示処理では、表示目標位置であるオブジェクトの四方領域を取得し、それからオブジェクトの中心位置を算出し表示している。

本システムではテキスト文字のみであるが、SVG でラベルを描画しているため SVG で表現できるのであれば何でも表現可能である。

オブジェクトの色塗り処理では、シグモイド関数を用いてシームレスになるよう色を算出し RGB で指定している。色指定の他、透過率の指定も可能である。

また、図 1 のビューでは、特定の階を表示するように切り取った状態で表示している。これは、あらかじめ Forge の標準機能である断面ツールやオブジェクトの表示非表示機能を用いてラベル値が見やすくなるように調整したビュー状態を保存しており、この画面の左上のドロップダウンリストでビューの復元を行っている。ビューの状態は Json 形式で取得し、DB 保存を可能とした。



図 1 センサー画面

(2)DB リンク

Revit ファイルのモデル情報と外部 DB の情報をリンクさせ、設計情報の見える化を行っている。

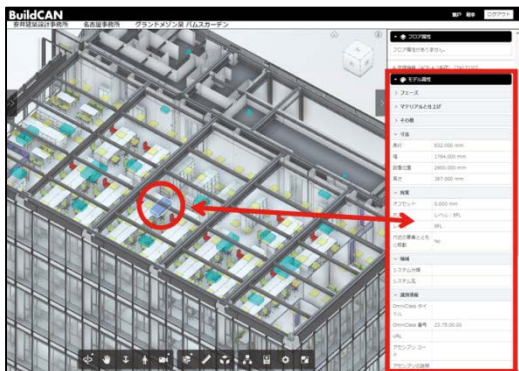


図 2 3D ビュー画面にて DB リンクの例

Forge 上ではモデルのオブジェクト毎にモデル内で一意のキーである dbId(objectId)が割り振られている。また、Revit の GUID にあたる externalId を取得することも出来る。これらのキーを利用し外部 DB と連携することが可能である。

本システムでは、オブジェクトの属性情報を外部 DB に登録し、参照を行っている。(属性情報取得に関してはビューアの JavaScript API でも可能である。)

しかし、ビューア上で属性情報を編集し外部 DB に反映することは可能であるが、現時点の Forge の機能では、元の Revit ファイルや Autodesk のクラウドサービス上のファイルに反映することは出来ない。完全に外部 DB で属性情報を管理する場合はビューア上での編集機能の実現も可能だが、完全にアプリケーションの独自実装となり、モデルの更新による情報のずれには注意が必要となる。

4. 配筋検査システム

このシステムは大成建設株式会社様と共同開発したサービスである。BIM モデルの 2D 図面を利用し、タブレットで現場の検査管理を可能にした。

4.1 機能について

(1)BIM360docs のファイルツリー表示

Data Management API で BIM360docs のプロジェクト情報を取得し、プロジェクトのフォルダツリーを作成した。エクスプローラ風に操作できる。

また、Forge では BIM360docs へファイルをアップロードしたユーザや日付、ファイルの履歴情報等も取得できるため、バージョン管理機能も実装することができる。



図 3 フォルダツリー

(2)検査結果の登録

検査対象のオブジェクトをクリックすると検査結果を入力するダイアログが表示される。検査対象であるか否かは、オブジェクトの属性情報の「柱種別」や「梁種別」の値から判定している。

(3)検査結果の見える化

検査対象のオブジェクトの検査結果をオブジェクトの色塗りで表現している。

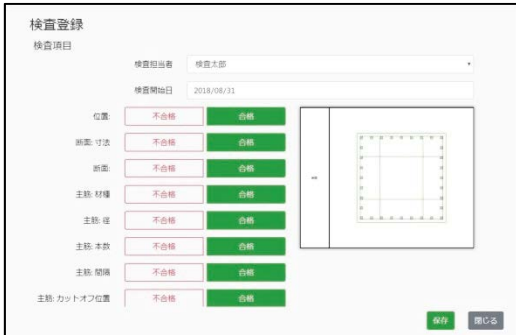


図 4 検査登録ダイアログ

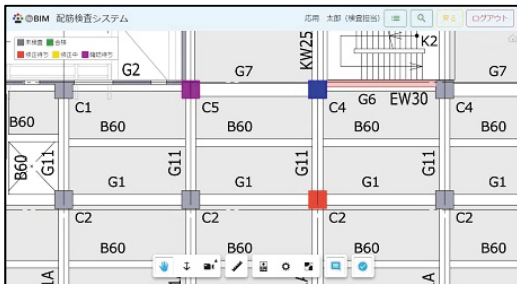


図 5 検査結果のカラースキーム

2D 図面のオブジェクトも 3D モデルと同様にオブジェクトを一意に特定するキーや externalId を保持しており、これらのキーを外部 DB と連携して検査情報の一元管理を行っている。

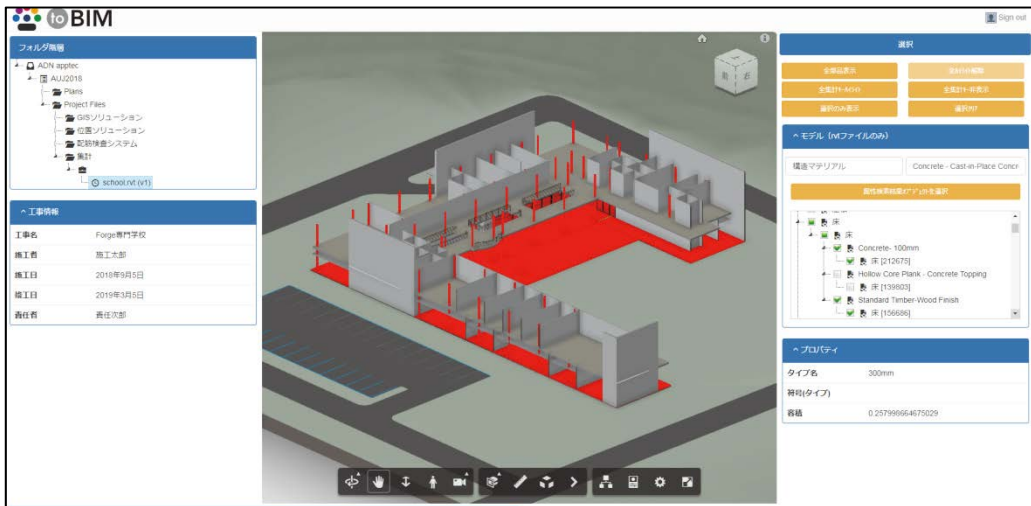


図 6 集計ソリューションのグルーピング処理

5. 集計ソリューション

3D モデル上のオブジェクトに対しグルーピングを実施し、グループ単位に属性値を用いて容積を集計、必要経費を計算するシステムである。BIM 編集ソフトがなくてもブラウザのみで BIM モデルを使って部材ごとの集計処理が行えることを示した例である。

5.1 機能について

(1) グルーピング機能

グルーピング対象のオブジェクトは、オブジェクトツリーのチェックボックスで選択することができる。

このオブジェクトツリーは、Data Management API から階層構造を保持したオブジェクト情報を取得し、作成している。オブジェクト情報はビューアの JavaScript API でも取得可能である。

取得したオブジェクト情報には dbId が含まれているため、オブジェクトツリーとビューア上のオブジェクトを連携することができる。本システムでは、チェックボックスでチェックしたオブジェクトをビュー

ア上で色塗りする、ビューア上でクリックしたオブジェクトをオブジェクトツリー上でチェックする、という連携を行っている。

属性検索では、属性名と属性値で検索を行い該当する属性情報を持つオブジェクトをオブジェクトツリー上でチェックしている。

このようにグルーピングしたグループに対してオブジェクトの色や透過率、ビュー状態、集計用のコンクリートの種類、スランブを設定している。これらのグルーピング情報を外部ストレージに保存し、再編集可能とした。

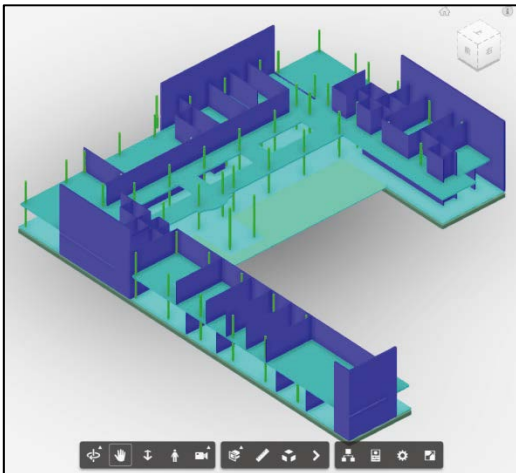


図 7 グルーピング毎の色塗り

(2)集計処理

グルーピング対象のオブジェクトに対して下記処理を行っている。

- ① 属性から容積を取得
- ② 属性からコンクリート強度を取得
- ③ グルーピング毎に設定したコンクリートの種類、スランブと②のコンクリート強度から単価を取得
- ④ ①の容積と③の単価からコンクリートの金額を算出

上記①～④をオブジェクト単位で算出し、グルーピング対象毎に合計を算出している。

項目名	区	量	単価(円)	金額(円)
コンクリート	N	21	21.1	443.110
鉄筋柱(20mm)	N	15	1.7	405.000
鉄筋梁	N	15	566.2	8493.000
鉄筋スラブ	N	15	22.8	402.000
鉄筋	N	15	621.9	4032.000
仕上	N	12	29.9	4188.000
計	N	12	621.9	4032.000

図 8 集計結果

このように、必要な部材の容量や金額を容易に確認できることは、実際の施工現場において生産性の向上にも繋がるだろう。

6. 屋内位置ソリューション

このシステムは屋内の位置情報等を 3D ビューア上に表示した動態管理システムである。アドソル日進株式会社様の屋内位置検知ソリューション「uLocation®¹」との連携を行っており、Forge にて、BIM モデルと IoT による測定情報を結び付けて表示した例となる。

6.1 機能について

(1)3D ビューア上に居場所を表示

ビーコンタグを携帯した人の位置を複数中継端末に届いた電波強度から推定し、ビューアの 3D モデル上の該当位置に人型オブジェクトをプロットしている。リアルタイムの位置表示が可能である。

プロット位置は基準とするオブジェクトの原点からの相対距離で算出している。

類似の事例として、GPS や地図ソフトなどから連携した緯度経度を平面直角座標に変換し、同様の方法で Forge ビューア上にプロットすることを実現した例もある。

¹ uLocation は、アドソル日進株式会社の登録商標です。

(2) 健康状態の見える化

センサーから受信した脈拍が正常値ならば緑で、正常値以外ならば赤で人型のオブジェクトの色塗りを行っている。人のステータス一覧から、ステータスを確認したい人の位置をズームアップして表示することも可能である。

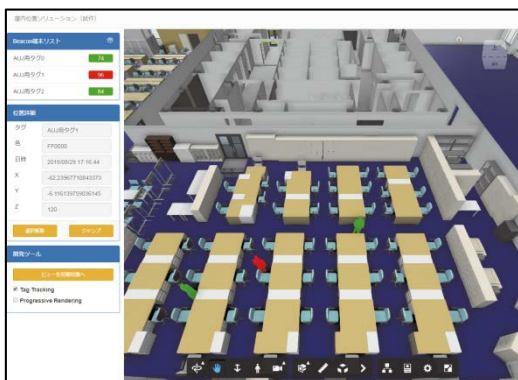


図 9 屋内ソリューション

以上のように、位置情報をリアルタイムでモデル上にプロットし、状況表示やシミュレーションをブラウザで閲覧する活用事例を紹介した。

7. 4D シミュレーション

このシステムは Forge ビューア上で 3D モデルを時系列で表現している。

7.1 機能について

(1) 時系列でオブジェクトの表示非表示

時間ルーラーの日付とオブジェクトの属性情報に含まれている日付を比較し、オブジェクトの表示非表示を設定していくことで、時系列に沿って建物が組み上がっていくような視覚効果が得られる。また、現在作業中等の状態を示すためのオブジェクト色塗りも可能である。

この活用方法により、施工工程を現場で視覚的に閲覧することが可能となる。また、顧客とのプレゼンテーションにも適していると考えられる。

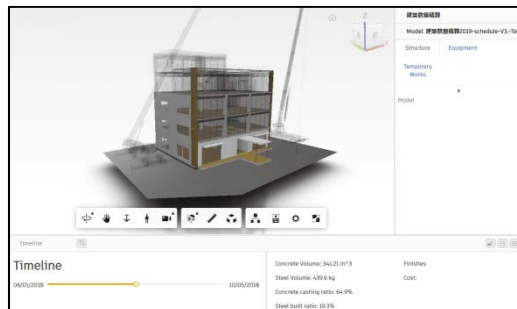


図 10 4D シミュレーション

8. まとめ

これまでに紹介した事例のとおり、Forge というプラットフォームを通して BIM/CIM モデルを様々なシーンで手軽に、便利に活用する大きな可能性を示せたものと考えている。

今後についても、Forge では様々な機能改良が予定されている。それらの改良も取り込みつつ、より高度に BIM/CIM を利活用したシステムの提供が行えるよう努めていくとともに、様々なアイデアを組合せ融合し、BIM/CIM をより身近なものにしていきたい。

<参考文献>

- 1)「Autodesk Forge」
<https://forge.autodesk.com/>
- 2)「BuildCAN (ビルキャン) で建築マネジメントサービス」
<https://www.yasui-archi.co.jp/pdf/news20180425.pdf>