

クラウドベース 3D CAD API プラットフォームの IoT への応用

エンジニアリング本部 国土基盤情報部

林 博文

1. はじめに

2012 年の国土交通省の「CIM」推進普及方針により、土木分野で建設 CALS/EC という仕組みにより運用された2次元 CAD データ共有は3次元モデルデータをベースにした共有にシフトを始めた。

建設 CALS/EC は2次元データを納品データとする標準化であり、デスクトップ環境を使用した作成が主流で、使用するソフトウェアが複数あり異なるソフトウェア間でのデータ互換性のないこと、また受注者がソフトウェアを独自にカスタマイズしてさらにデータの互換性がなくなり、相互利用の障害となっていた。

そして、これまで2次元データを操作していた技術者が3次元モデルデータを扱うようになると、2次元データよりも情報量の多い3次元データのハンドリングが特に重要視されるようになった。3D データモデリングの時代になり、データの見直しが行われ、入力コストも増加することから相互利用を前提にしたハンドリングが求められるようになった

現在、国土交通省では、「ICT の全面的な活用 (ICT 土工)」等の施策を建設現場に導入することによって、建設生産システム全体の生産性向上を図り、魅力ある建設現場を目指す取組である i-Construction (アイ・コンストラクション)を進めている。様々な分野の産学官が連携して、IoT・人工知能(AI)などの革新的な技術の現場導入や、3次

元データの活用などを進める活動が行われ、3次元モデルデータの入力講習などを活発に実施することにより、オペレータの習熟と3次元モデルデータ構築の普及促進が行われている。

1. 1 クラウドベース CAD API がトレンドになる理由

3次元データの共有において、デスクトップ機で作成した精密な3次元データモデルを他の施工部位のモデルと組み合わせ調整するという工程では、スタンドアロンのデスクトップ機での作業は非常に効率が悪く、プロジェクト全体のモデル空間自体を共有し、互いに確認しながら担当のモデルを変更する方向へと発展することとなった。この結果、データの操作において、サーバ側でユーザーの操作に対応したデータ I/O を実装する必要があり、CAD の機能のほとんどがサーバ側で実行可能になった。

現在、クラウドベースの CAD API がトレンドになる理由はこのことによる。

1. 2 プロダクトモデルからサービスモデルへ

3次元データモデル共有というニーズの転換によって、サーバ側実装された API を持つ大半の CAD 製品は以前のプロダクトモデルからサービスモデルへの移行を行うこととなった。

プロダクトモデルでは、パッケージを所有するユーザーのみがオペレーションを行うことができるが、サービスモデルでは一時的な利用や閲覧・検

索・属性変更だけの操作も可能であり、これらの利用者を含めると大量の潜在ユーザーを見込むことができる。

本稿では、BIM/CIM i-Construction の登場により、3次元モデルデータ共有の主流となる可能性がある2つのプラットフォーム「Autodesk Forge」 「mago3D」について技術調査を行ない、IoT への利用を考察する。

2. 3次元モデルデータ共有の動向

現在、3次元モデルデータのフォーマット形式は60種類以上ある。それらは相互互換性がなく、データ流通のためにはコンバータを必要とする。3次元モデルを共有するためには、規格化され、属性情報の欠落や、サーフェース等のスタイル情報消失の起こらないものが望まれる。今回調査した2つのプラットフォームが対応しているフォーマット形式は、表 1 のとおりである。

これらのフォーマット形式が表現する3次元モデルデータは利用分野が異なっており、スタイル情報については共通性があるがモデルに付加される属性情報は様々である。

表 1 3D モデルフォーマット形式

形式	概要
IFC	Industry Foundation Classes (IFC) フォーマット形式は、buildingSMART®によって開発された。この形式は、建築オブジェクトとそれらのプロパティの読み込みおよび書き込みの国際標準として確立されている。ここ数年、意匠設計、詳細構造設計、構造解析、熱流体解析など BIM モデルデータ交換に使われるようになった。近年、ソフトベンダー同士の連携によるデータ交換精度の改良、IFC の書き出し機能の「オープンソース」公開により IFC の実用性が高められた。
obj	Wavefront 社の Advanced Visualizer というソフト用のフォーマット形式。多くの 3D モデリング、レンダリングソフトが対応している。
3DS	Autodesk 3D Studio(現在は 3ds Max)用の形式。多くの 3D モデリング、レンダリングソフトが対応している。
COLLADA	CG ソフト間でデータをやり取りするための交換用フォーマット形式。元々は Sony が PS3、PSP 用に作成した形式。
JT	シーメンス PLM ソフトウェア全体で使用されている一般的な相互運用性フォーマット形式。シーメンス PLM ソフトウェアによってリリースされた JT 仕様のバージョン 9.5 に基づいて、3D 視覚化フォーマット形式として ISO 14306:2012 (ISO JT V1)として正式発表

3. Autodesk Forge

Autodesk Forge¹⁾ は、クラウドを利用して ‘接続された’ システムを構築するサービスやツール、製品のためのプラットフォームである。オートデスクのクラウド サービスを構成するさまざまなテクノロジーを Web サービス API や SDK として提供する開発プラットフォーム、Forge を利用するアイデアや開発を助成するファンド、コンファレンスやミートアップ、フォーラムを通して開発コミュニティをバックアップするデベロッパプログラムで構成されている。Forge プラットフォームでは、Authernication, DataManagement API, Design Automation API, Model Derivative API, Viewer の 5 つのカテゴリ別に各種 API/SDK が提供される。オープンソースも含めた他の Web サービス API とも、用途に応じたマッシュアップが可能である。

3.1 Forge の提供する機能

(1) Authentication(OAuth)

Auth、特に OAuth2 は、トークンベースの認証と承認のために Forge プラットフォーム全体で使用されるオープンスタンダードである。クライアント ID とシークレット、トークン、スコープ、2-legged 認証、3-legged 認証などの仕組みを有している。

(2) Data Management API

データ管理 API は、BIM 360 チーム、Fusion Team(以前の A360 チーム)、BIM 360 Docs、A360 Personal、および Object Storage Service のデータにアクセスする統一された一貫性のある方法を提供する。この API を使用すると、Fusion Team の Fusion モデルにアクセスしたり、

サードパーティのプロセスで BOM(部品表)を生成するためのアイテム、ID、およびプロパティの構造を取得するなど、さまざまなワークフローを実行できる。または、後述の Viewer で使用する Fusion モデルと建物モデルを重ね合わせることができる。

(3) Design Automation API

これまでは「AutoCAD I / O API」として知られていた Design Automation API は、Forge プラットフォームのスケールを活用して反復タスクを自動化することにより、デザインファイルにスクリプトを実行する機能が提供される。現在のところ、API は AutoCAD DWG ファイルでスクリプトを実行する機能を提供しており、他の設計ソフトウェアによって生成されたファイルタイプに拡張する予定である。Design Automation API を使用すると、大量の CAD データ変換作業のすべての処理を Forge プラットフォームに任せることができる。Forge プラットフォームは、これらのスクリプトをデスクトップ CAD と比較して、大規模で高効率に処理することができる。

(4) Model Derivative API

Model Derivative API を使用すると、さまざまなフォーマットでデザインを表現したり、メタデータを抽出したりすることができる。API には、次の機能がある。

- ◆ デザインを STL や OBJ などの異なるフォーマットにすばやく変換する。
- ◆ デザインを SVF 形式に変換してデータを抽出し、ビューアでファイルをレンダリングする。
- ◆ デザインの選択された部分のオブジェクトの階層構造、プロパティ、および形状を抽出する。
- ◆ デザインファイルから異なるサイズのサムネイルを作成する。

(5) Viewer

Viewer は、3D および 2D モデルレンダリング用の WebGL ベースの JavaScript ライブラリである。

Viewer を用いてモデルデータをブラウザでレンダリングするには、Model Derivative API を使用して Viewer のファイルを準備する必要がある。

Viewer は、Model Derivative API とネイティブで通信し、モデルデータを取得し、その認可要件とセキュリティ要件に従う。

Viewer を利用するためには WebGL-canvas 互換のブラウザが必要である。

4. Mago3D

mago3D2) は、ウェブブラウザ上で BIM / AEC と 3D GIS の大量の 3D データを同時に管理、処理、視覚化できるオープンソースベースの BIM / AEC-3D GIS 統合プラットフォームである。mago3D プラットフォームは、よく知られているオープンソースの GIS プロジェクト、Cesium3)と NASA World Wind4) の上に開発され、BIM および AEC (建築、エンジニアリングおよび建設) 分野への機能拡張を同時に達成することを目指している。

4.1 Mago3D の提供する機能

(1) Authentication

認証機能はユーザーが開発するアプリケーションで実装するか、または mago3D Enterprise でコントロールする。

(2) Data Management

mago3D では、サービスを行う3次元モデルデータの I/O を管理するダッシュボードが提供される。

利用者が入力変更を行なった属性情報や位置情報などが対応するモデルのアクセス数や差分情報として記録される。

(3) データ変換

IFC、obj、3DS、DAE(COLLADA)、JT 形式のデータは、F4 Converter を使用して、独自形式の F4 フォーマットへ変換される。F4 形式は、レベルオブディテール (LOD) の生成をサポートするストリーミング配信に対応したフォーマットで、ブラウザベースのクライアントに対して迅速なデータ送信が可能である。

(4) Viewer

mago3djs ビュアーにより、F4 形式のデータがレンダリングされる。WebGL による地球儀ライブラリの Cesium、NASA World Wind の地理空間上に3次元モデルを視覚化することができる。

3次元プラントモデルの 10GB の CAD ファイルを F4 形式にコンバートしたモデルをハンドリングする性能がある。

5. Autodesk Forge と mago3D の比較

3次元モデルデータ共有の2つのプラットフォームの比較は表 2 のとおりである。

表 2 Autodesk Forge と mago3D の比較

	AutodeskForge	mago3D
開発言語	JavaScript	JavaScript
認証機能	あり	なし
データ変換	あり	あり
フォーマット形式	SVF	F4D
フォーマット仕様	非公開	公開
ビューアー	あり	あり
標準ツール	あり	なし
WebGL	対応	対応
Cesium	非対応	対応
NASA World Wind	非対応	対応
データ管理 UX	対応	対応

5. 1 レベルオブディテール (LOD)

両者ともブラウザの Viewer に迅速にデータ配信を行うために独自フォーマットでのハンドリングを行っている。3次元データモデルデータは数 G バイトのオブジェクトデータとなる場合も多く、データ転送だけでもかなりの時間がかかってしまう。このため、Viewer がいかに速くレンダリングを開始することができるかが課題となる。Autodesk Forge については、LOD の仕様諸元はみつからないが、mago3D については公開されている。⁵⁾

mago3D では、3次元モデルをボックス分割し、ズーム率に応じたオブジェクトを生成することで、配信初期での概略形状描画を可能にしている。

(図 1)

F4D: Lego Style Service for LOD

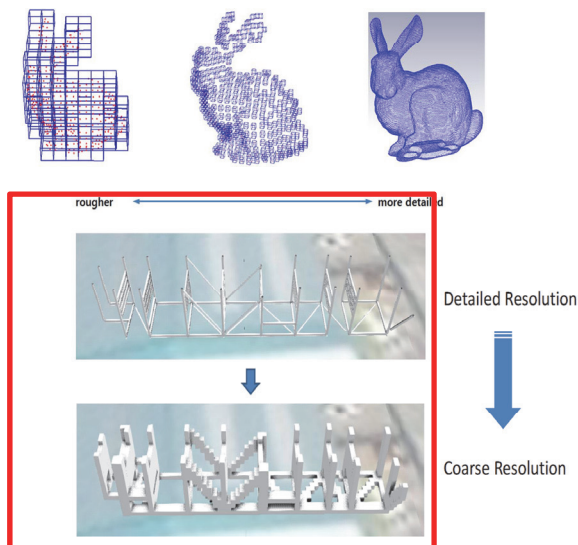
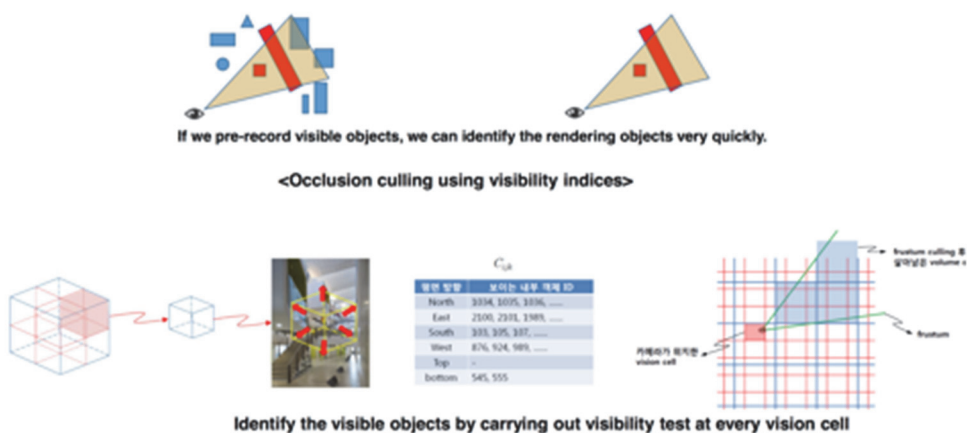


図 1 配筋初期での概略形状表示のイメージ

また、3次元空間の方向に応じた各ボックスのインデックス生成を行うことで、ビューアーの表示から

隠れたオブジェクトの配信を抑制し、描画効率を高めている。(図 2)

F4D: Pre-Processed Occlusion Culling



→ Increase rendering speed by not rendering occluded geometry

図 2 ビューアの表示から隠れた部分を描画しない方法のイメージ

6. IoT への適用

IoT センサーネットワークは、フィードバックを必要としない監視系であれば、ブラウザ側にローレベル実装するよりも、仮想化センサーを介するサーバプラットフォームにより集約してデータ処理をおこなう方が3次元モデルデータの取り扱いに柔軟に対応できるため効率的である。

OGC⁶⁾ で規格化されている主なプラットフォームとして、Sensor Observation Service⁷⁾ (SOS)が挙げられる。SOS 上で実際に IoT デバイスとデータ通信を行うインターフェースは SensorThings API⁸⁾ として標準認定待ちである。SOS については、国内では、防災科学技術研究所の e コミュニティ・プラットフォームがセンサー情報相互運用配信システム⁹⁾ を開発、無償提供している。また、”KEIO USN with SOX”¹⁰⁾ という仮想化センサーサービスでは、一般に公開されている WEB サイト上の情報

を仮想 IoT デバイスとしてデータ配信する。最近では、HPE とインフォコーパスのように仮想化センサーネットワークを集約するプラットフォームを商品化する動きも見られるようになった。¹¹⁾

Autodesk Forge、mago3D のプラットフォームは共に IoT への積極的な実装対応は行っていない。理由として、IoT/M2M 側の技術標準化が整備を始めたところであり、モデル自体への API の組み込みが難しいことが挙げられる。しかしながら、どちらのプラットフォームも three.js を使用した WebGL 拡張を行っており、IoT デバイスからのデータを取得さえできれば、リアルタイムに3次元モデル上のオブジェクトに反映することができる。Autodesk Forge では、リアルタイムのモデル表現サンプル¹²⁾ は実装されており、IoT デバイスのセンサーからのデータを受信するコードを追加することで、モデル上のオブジェクトの色や形状、ピュ

アー内のパネルに表示することができる。mago3Dでも、Forgeと同様のコードをユーザー側で実装することにより、3次元モデル上のオブジェクトパラメータをAPIで操作することによって色や形状を変更することは可能である。また、mago3DはCesiumやWorld Windで動作するプラグインとして作られており、IoTに関してはプラットフォームとなるこれら地球儀ライブラリのリアルタイム可視化インタフェースを使用することもできる。

先述の仮想化センサーのような集約サービスとモデルオブジェクトを連携させることで、集約サーバによる高品質のリアルタイムサービスを3次元モデル上に構築することができる。実際、mago3Dではプラント設備においてCCTVの監視情報からのアラートをハンドリングしている事例があり、IoT可視化プラットフォームとして十分に機能している。将来、IoT/M2Mの規格が確定すれば、両者のAPIにもリアルタイムIoT処理のインタフェースと組み合わせた機能が実装される。

7. まとめ

3次元モデルデータ共有の主流となる可能性がある2つのプラットフォーム「Autodesk Forge」「mago3D」について技術調査を行なった結果、これらのプロダクトの間には次の違いがあることがわかった。Autodesk Forgeはデータコンバータによる豊富な相互形式変換を主軸としたクラウドCADデータベースサービスを構成している。管理インタフェースについては構築中であり、詳細なオブジェクトアクセスについてのレポートは今後の対応である。ビューアについては、3次元モデルの断面表示をサポートしている。マークアップ機能

を持っており、BIM360と併用すれば問題報告を共有する機能を有する。

mago3Dは、CesiumやWorld Windで動作するプラグインとして作られており地理空間情報と3次元モデルを重ね合わせた表示が可能である。また、APIにはオブジェクト単位の問題記録機能があり、クライアントから選択したオブジェクトに対して問題報告を発行することができる。現在マークアップには対応していないが将来機能として実装される予定である。管理インタフェースは、mago3D Enterpriseとして実装されており、ダッシュボードを使用した3次元モデルオブジェクトの利用状況やオブジェクト単位の問題管理機能を有する。

またどちらのプラットフォームもストリーミング配信に対応したLODオブジェクト生成が可能であり、迅速なレンダリングをブラウザに提供している。特にmago3Dのレンダリング処理の仕組みは独特で非常に興味深い。

これらのプラットフォームの登場は、10年前OpenLayersがWebGISのブラウザプラットフォームライブラリとして発表された時の状況と大変良く似ている。当初OpenLayersはほとんど受け入れられず、GISメーカー製のクライアントインタフェースやライブラリが主流であったが、今や多くの地図配信サイトがOpenLayersを利用して地図配信を行っている。このライブラリはいかに実装コストを抑え様々な地図データを配信し、ユーザー操作のUIを提供するかに主眼を置いたものであった。このことが2次元地図データの共有という目的にマッチして、開発者に受け入れられ、ユーザーに提供されたのである。Autodesk Forgeとmago3Dも同様にいかに実装コストを抑えて様々な3次元モデ

ルデータの配信とユーザー操作の UI を提供するかという課題をクリアしつつある。

アプリケーション構築のプラットフォーム選択としては、CAD データの相互変換が可能で精緻度の高いビューアーを搭載したクラウドサイトが欲しいなら Autodesk Forge を、オンプレミスのような自サーバでの運用を前提とした3次元モデルデータおよび地理空間情報の共有とオブジェクト単位の問題管理機能が必要なら mago3D を選ぶことをお勧めする。

<参考文献>

- 1) 「Autodesk Forge」
<http://forge.autodesk.com/>
- 2) 「mago3D」 <http://www.mago3d.com/>
- 3) 「Cesium」 <http://cesiumjs.org/>
- 4) 「NASA World Wind」
<https://worldwind.arc.nasa.gov/>
- 5) 「F4D Converter」
<http://www.mago3d.com/homepage/spec.do>
- 6) 「OGC」
https://en.wikipedia.org/wiki/Open_Geospatial_Consortium
- 7) 「Sensor Observation Service」
<http://www.opengeospatial.org/standards/so>
s
- 8) 「SensorThings API」
https://en.wikipedia.org/wiki/SensorThings_API
- 9) 「センサー情報相互運用配信システム」
(<https://ecom-plat.jp/group.php?gid=10664>, , 防災科学技術研究所 e コミュニティ・プラットフォーム)
- 10) 「KEIO USN with SOX」
<http://sox.ht.sfc.keio.ac.jp/>
- 11) 「SensorCorpus」
<https://www.sensorcorpus.com/>
- 12) 「Autodesk Pier9 IoT example」
<https://pier9.autodesk.io/>