

FM (Facility Management) における BIM (Building Information Modeling) の  
適用に関する展望

## A Prospect for Integration Building Information Modeling and Facility Management

BIM

FM

事例紹介

正会員

○加藤 雅之\*

KATO Masayuki

正会員

加藤 彰一\*\*

KATO Akikazu

正会員

毛利 志保\*\*\*

MORI Shiho

## Abstract

BIM is a process involving the generation and management digital representations of physical and functional characteristics of a facility. It is relatively new concept in Japan. Also this paper focus on BIM for Facility Management.

## 1. 研究の背景と目的

2010年3月、国土交通省大臣官房営繕部では、主に基本設計段階において Building Information Modeling(以下 BIM)を用いた設計を試行することを発表し、同年6月には公募型のプロポーザルを実施した。国内でも、オフィスビルや病院など公共性の高いプロジェクトにおいて少しずつ BIM を用いた設計がされているほか<sup>2)</sup>、2012年には JIA (日本建築家協会) から BIM のガイドラインが提示されるなど少しずつ導入が始まっている。

このような動きは世界中で見られており、例えばフィンランドの SENATE Properties(政府資産運用公社)では2007年から BIM データを特定の形式で提出するよう要求しており、シンガポールでは、Construction Productivity and Capability Fund(CPCF)という基金を立ち上げ、労働者のスキルアップと機械化を奨励し、2015年までに設計要件の提出を BIM で行うことを目指している<sup>3)</sup>。

こうした状況の中、建物のライフサイクルコストの低減を目的とし、BIM を単なる設計・施工のツールとしてのみ活用するのではなく、Facility Management(以下 FM)のためのツールとして活用しようという動きがある。こうした動きは特に米国で顕著であり、たとえば、2012年に開催された AIA の全米大会で、「FM への BIM 活用開始～設計と運用の連携について建築家が知っておくべきこと」(原題:Emerging Applications of BIM to

Facility Management: What Architects Need to Know about Connection Design and Operation)<sup>4)</sup>という講演が行われたほか、General Service Administration(GSA; 米国連邦調達庁)のガイドラインにおいても BIM と FM の統合に関する項目が策定されているなど、FM における BIM の適用に向けて議論がなされている。

本稿では、米国の事例を分析することで、今後、わが国で BIM を FM に用いていく際に必要な知見を得ることを目的とする。

本稿の構成として、第2章では、BIM が設計活動に用いられた事例を紹介しつつ基本的な知識の整理を行う。第3章では、FM において BIM を適用するために必要な知識を述べ、第4章では、実際の適用事例について紹介する。

## 2. BIM とは

## 2-1. 定義と特徴

BIM に関しては、非常に多様な解釈が可能であるが、最低限の定義として、「種々の建築情報と3次元の形態がデジタル情報として統合されていること」が考えられる<sup>5)</sup>。

また、AIA の2008年総会においては、BIM の特徴として指摘された点として、

- ① パラメトリック・モデル方からの自動的な2次元図面の作成
- ② 強化されたビジュアルライゼーション
- ③ クラッシュ・ディテクション
- ④ 制作の簡便化
- ⑤ モデルを使った解析
- ⑥ シミュレーション能力
- ⑦ 3次元モデルへの知識の埋め込み

\* 三重大学大学院工学研究科 博士前期課程

\*\* 三重大学大学院工学研究科 教授・博士(工学)

\*\*\* 三重大学大学院工学研究科 助教・博士(工学)

\* Graduate Student, Graduate School of Eng., Mie Univ.

\*\* Prof., Graduate School of Eng., Mie Univ., Dr. Eng.

\*\*\* Assistant Prof., Graduate School of Eng., Mie Univ., Dr. Eng.

という7点が挙げられている。

これらの長所を生かした取り組みとして、たとえば、等身大のウォークスルーアニメーションを作成し、施主への説明を行った事例(図1)や、解析を行った事例(図2)などがある。また、デザインツールとしても有効であり、例えば、プログラムを書く事なしに、アルゴリズムから形状を発生させるためのツールも開発されている。

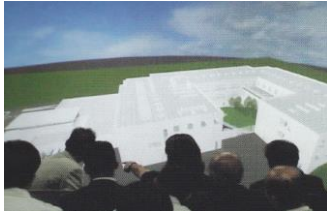


図1 クライアントに対する説明

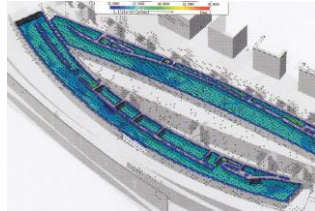


図2 内部の風向解析



図3 J施設

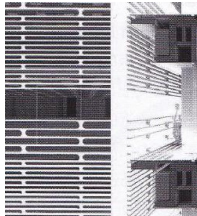


図4 K施設

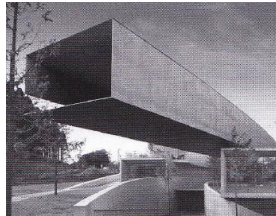


図5 H施設

### 2-3. GSAによるBIM開発

GSAでは、10年以上の歳月をかけBIMの開発に取り組んでおり、様々な成果を挙げている。

取り組みが始まった当初のGSA特有の課題として、



図6 GSAガイドライン



図7 3Dレーザースキャンの導入

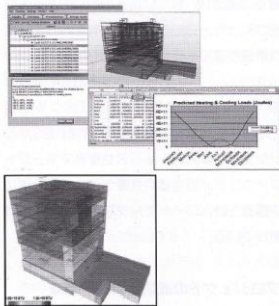


図8 エネルギー消費モデル

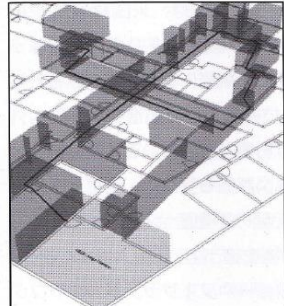


図9 煙の流れの評価の自動化

「新築や改修工事において設計上の過失が頻繁に発生することや「所有している8,500棟のうち、その大半で、

現況図が紛失、あるいは不完全な状態にある」ことなどが指摘されており、それらの課題を解消すべく焦点を当てられたのがBIMである。

これまで、オレゴン州の改修工事やロサンゼルスプロジェクトを通してBIMが施行されて、建物の用途や新築・改修を問わず、計画・設計・建設・維持管理といった建物全体のライフサイクルの低減を実現された。また、BIMガイドラインを策定し、だれでも入手できるように公表を行うなど、積極的なBIMの普及に貢献しているほか、「既存の建物の状態を把握しモデル化する3Dレーザースキャンの導入」や「エネルギー消費モデルの作成」、あるいは「煙の流れの評価の自動化」など種々の取り組みを行っている。

### 2-4. IPDとBIM

プロジェクトを進めるためには、設計の初期段階から、施工者や専門メーカーが持つノウハウを適切に設計にフィードバックし、設計完了後に施工的視点から問題が持ち上がるようなことをなくす必要がある。この施工者やメーカーのノウハウを設計の初期段階から取り込む方法をIntegrated Project Delivery(以下IPD)という。

また、IPDを用いた協業形態をとるためには、BIMテクノロジーを全局面で活用して、常に一貫したプロジェクトの情報をリアルタイムに可視化、共有できる環境が不可欠となる。各工程における専門家の能力を十分に活かし最適な建築を実現するためには、統合されたチームによるIPDの協業形態と、BIMテクノロジーの環境が不可欠である。具体的には、プロジェクトに関わるメンバー全員が利用できる施設データの情報をまとめたサーバをつくることであるが、そのためには、十分なコンピュータの性能や、サーバの容量、人数分のソフトウェアのライセンスなどが必要であると考えられる。また、これらのリポジトリには信頼に足るセキュリティのシステムを設けることが重要である。

## 3. BIMを用いたFM

### 3-1. BIMを活用する意義

2004年に米国のNational Institute of Standards and Technology(NIST;国立標準技術研究所)建物の設計、施工、運用における情報連携の不備によって、毎年158億ドル(約1兆2600億円)もの無駄があり、そのうち57%は建物完成後の運用段階で発生していることが明らかになっている。

こうした運用段階での無駄を省き、ライフサイクルコストの低減を目指すためには、BIMで作成したデータをファシリティマネージャに渡し、デジタル情報を活用したFMを行うことが有効であると考えられる。

例えば、BIM データを内装シミュレーションのデータに変換することで、リアルタイムに内装材の入れ替えの検討を行うことが可能である。また、電気やガスのデータを自動に取得することが可能となるため、効率的なエネルギー管理を行うことが予測される。

### 3-2. IFC と COBie

BIM のソフトウェアは、Revit<sup>註1)</sup>や ArchiCAD<sup>註2)</sup>、Tekla<sup>註3)</sup>などを始め、意匠・構造・設備の分野にわたり、非常に多岐にわたっているため、各ソフトで作成したデータを相互利用できるようにするため手段が必要となる。

そのために、International Alliance for Interoperability(IAI; 建設業界におけるデータ相互利用のための国際組織)では、Industry Foundation Classes(以下 IFC)という電子データのフォーマットが推奨されている。

この IFC をもとに開発されたフォーマットが Construction Operations Building Information Exchange(以下 COBie)であり、設計・施工段階から運用段階への移行に際して、建物の情報を受け渡すため使用される。

BIM モデルを FM に活用するためには、モデルの作成情報から、維持管理に必要な情報を抜き出して COBie ファイルに変換するという方法がとられている。

## 4. BIM を用いた FM の実践事例

2013 年に IFMA から、よりよいライフサイクルマネジメントを実現するために BIM を用いた FM を行うための解説書が出版されているが<sup>6)</sup>、その中で、表 1 に示すような 6 つの事例が紹介されている。

本章では、この中から M 社と T 大学の事例を取り上げ、その中で使用されているソフトウェアと取り組みについて述べる。

### 4-1. FM: Systems Interact を使用した事例 (M 社)

このソフトウェアを導入することによって、「インターフェースをクリックすることで、財産情報を閲覧すること」、「アーカイブに保管された図面およびドキュメントを探索すること」、「企業イントラネットによって管理されている施設データを、同じ設計チームのメンバーや顧客と共有すること」などが可能となる。

実際にこのソフトウェアを導入した事例として米国の M 社の事例がある。

M 社は 1984 年設立の、設計用のソフトウェア開発とサプライヤ業務を行う会社であり、米国マサチューセツ



図 11 M 社

表.事例と主に使用されたソフトウェア

| No | name | type of owner     | major software     | Phase of project  |
|----|------|-------------------|--------------------|-------------------|
| 1  | M    | Private company   | AutoCAD            | Design            |
|    |      |                   | Revit              | Construction      |
|    |      |                   | Navisworks         | Turnover          |
|    |      |                   | FM Interact        |                   |
| 2  | T    | Public university | AutoCAD            | Design            |
|    |      |                   | Revit              | Construction      |
|    |      |                   | Navisworks         | COBie date to AIM |
|    |      |                   | COBie              |                   |
|    |      |                   | AIM CMMS           |                   |
| 3  | SC   | Public university | Revit              | Design            |
|    |      |                   | Tekla              |                   |
|    |      |                   | Onuma System       |                   |
|    |      |                   | EcoDomus           |                   |
| 4  | X    | Public university | CAD MEP            | Design            |
|    |      |                   | Revit              | Construction      |
|    |      |                   | FM Interact        | Turnover          |
| 5  | WB   | Public university | Revit              | Design            |
|    |      |                   | Submittal Exchange | Construction      |
|    |      |                   | Log                | Turnover          |
|    |      |                   | TMA                |                   |
|    |      |                   | Assetworks         |                   |
| 6  | C    | Public university | AutoCAD            | Design            |
|    |      |                   | Revit              | Construction      |
|    |      |                   | eBuilder           | Turnover          |
|    |      |                   | Archibus           |                   |
|    |      |                   | Maximo             |                   |

ツ州に本社がある。全世界に 24 のオフィスと 27 の施設を持ち、その合計延床面積は 700,000sqft (63,000 m<sup>2</sup>)、従業員は 2,100 人を超える会社である。

M 社が抱える問題として、作業に従事する人員数が常に定員を上回っていることが挙げられ、従業員が適切な時に適切な場所にいることができるよう、スペースを管理することが重要であった。従来は、人員管理は、手作業で行っていたが、作業に時間がかかるうえに正確性にもかけているという問題があった。そこで新たな解決策が必要となり、FM:Systems Interact が導入された。このソフトウェアは、図 12 に示すように、意匠・構造・設備・FM を統合することができる Web ベースの情報管理ソフトウェアである。

結果、2 度の週末のみで 500 人の従業員を移動させることに成功するなど効率的な人員管理が可能になると同時に、「重要なデータをほかの部署に迅速に供給すること」、「場所情報や従業員情報を簡単に閲覧出来ること」

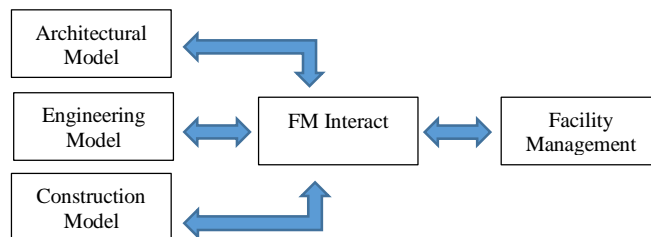


図 12 FM:Systems Interact

などが実現された。

#### 4-2. AiM を使用した事例 (T 大学)

このソフトウェアは、Assetworks の提供する computerized

maintenance management system (以下 CMMS;設備保全管理システム) 註

4)であり、資産のライフサイクルにおける、投資計画や設計、経営、管理

などの全サービスに対応している。BIM データが CMMS に入力されるまでの流れは図 14 に示したとおりである。

このシステムを利用することにより、FM 担当者は設備・施設やリソースを有効に配分し、施設の FM を適切なタイミングで実施することが可能となる。

ソフトウェアの特徴として、「人員移動の負担の軽減とそれに伴う費用の削減」、「品質保証管理の改善と規則遵守の徹底」「グラフィックを比較することによる、管理報告の改善」「共通のデータを部門間で用いることによる、協働化の実現」「情報収集に要する時間を削減」「重複したデータの削減」などが挙げられる。

実際にこのソフトウェアを用いて、3D モデルを作成した事例に米国のテキサス州にある T 大学がある。

T 大学では、大学キャンパスのマスタープラン実現への第一段階として、ひとつのキャンパスに3つの建物を建設するというもので、計画には FM と BIM を統合する試みが行われており、3つの建物の建設費総額を当初の予算から 22.2%削減することに成功した。このことにより他の箇所にも投資することが可能になり、実験機器などの更新することができた。

また AiM を用いることで、作業効率を向上させ、作業時間の削減を可能にした。例えば、工程管理の過程でか



図 13 T 大学

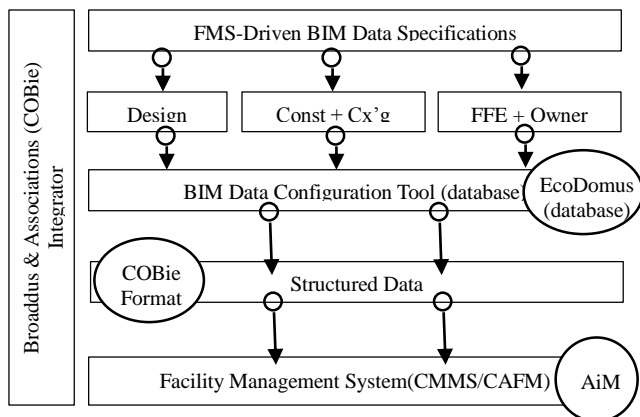


図 14 BIM データが CMMS に入力されるまでの流れ

かる時間が 8.7%削減されたことが報告されているが、これは正確な電子情報にアクセスしやすくなったことが大きな要因として考えられる。その他、「COBie に含まれているデータの種類の番号を定義することで、統一した番号で将来の計画にも運用することができるようになる。」「文章のカテゴリーをより細分化することで文章のダウンロードを迅速にし、かつ目的の箇所を早く見つけられるようになる。」などの効果が報告されている。

#### 5. まとめ

BIM は、わが国において比較的新しい概念であり、今後さらなる普及が見込まれる。ライフサイクルコスト全体において大幅なコストダウンを狙えることから、BIM を用いた FM の実施が増加していくことが予測される。本稿でとりあげた米国の事例等は、新しい FM のあり方を考える際のの一助となりうるのではないかと考えられる。

#### 註

註 1).Autodesk® Revit は、BIM のために設計されたソフトウェアで、高品質でエネルギー効率のよい建物を設計、計画、維持管理を行う際に使用できる。使用マニュアル等は、以下の HP を参照されたい。Autodesk; Autodesk Revit Structure サービス & サポート、

<http://www.autodesk.co.jp/adsk/servlet/item?siteID=1169823&id=20427607&linkID=14213761>,accessed 2013.11.29

註 2). ArchiCAD は、ハンガリー企業グラフィソフト社開発の建築 CAD ソフトウェアで、DWG、DXF、IFC および SketchUp ファイルなどに入出力が可能。

<http://www.graphisoft.co.jp/archicad/>,accessed 2013.11.29

註 3). Tekla は、材質や構造上の複雑さに関わらず、高い精度と建設可能性を誇る 3 次元構造モデルの作成と管理を実現する BIM を提供し、構造設計から製作、架設、建設管理まで建設作業の全体をカバーしているソフトウェア。

<http://www.tekla.com/JP/Pages/Default.aspx>,accessed 2013.11.29

註 4).工場、設備、施設などの物的資産を維持管理し、計画、設計、監視作業をサポートするシステム。

#### 参考文献

- 1).国土交通省;官庁営繕事業における BIM 導入プロジェクトの開始について、2010.3, <http://www.mlit.go.jp/common/000110964.pdf>, accessed 2013.11.29
- 2).特集=BIM～建設・運営プロセス変革への期待～,Re,No 171,2011.7.
- 3). Architectural Transformations via BIM BIM 元年広がるデザインの可能性, a+u 臨時増刊,2009.8 <http://www.aia.org/aiaucmp/groups/aia/documents/pdf/aiab094869.pdf>, accessed 2013.11.29
- 4). AIA;emerging applications of bim to facilities management ,National convention and design exposition, 2012.5
- 5).山梨 知彦;業界が一変する BIM 建設革命,日本実業出版社,2009.1
- 6).Paul Teicholz;BIM for Facility Management, IFMA,2013.4.