

施設維持管理業務での利用を想定した建築情報マネジメントシステムの機能拡充と評価 オブジェクトベースの建築情報マネジメントシステムの研究 その2

○仲間 祐貴*¹ 大西 康伸*²
位寄 和久*³

キーワード：維持管理業務 BIM ファシリティマネジメント 3DCAD ウェブシステム

1. 背景と目的

一般的に施設の維持管理業務では、施設の長寿命化を目的とした維持保全業務と、施設利用者の利用環境の向上を目的とした運用管理業務に分けられる(図1)。修繕や更新が主となる維持保全業務に比べ、運用管理業務は、施設の規模・用途に応じて、細かく業務が分業化される。このように、多様化する施設の維持管理業務を円滑的、効果的に行うためには、建物のデジタルデータを蓄積し、離散しないよう秩序立てて管理するコンピュータシステムの構築が重要である。

そこで、本研究では、建築部材の3次元形状情報にコストや仕上などの部材属性情報(以下 属性情報)を付加させるBuilding Information Modeling(以下 BIM)の概念に対応した3DCAD(以下 BIMCAD)を活用し、BIMCADで作成した建築情報モデルをウェブブラウザ上で閲覧・編集する3Dモデルをインタフェースとした建築情報マネジメントシステムを開発した¹⁾(以下、旧システム)。この開発を通して、BIMCADを維持管理業務で用いる際、設計ツールであるCADを維持管理業務に利用することに起因する問題(問題点1:施設に関わる複数のユーザが遠隔地間で属性情報の閲覧や編集をすることができない問題。問題点2:設計者ではないユーザ(施設管理者やオーナーなど)がCADを扱うには高度な技能が必要になる問題やCADの購入コストの問題。問題点3:維持管理業務に必要な機能をCADが十分に持たない問題。)の解決方法の提案を行った。

前述の研究において、旧システムでは、主に建築部材の修繕・更新に関する属性情報を扱うため、柱や壁などの物理的なオブジェクト(以下 部材オブジェクト)を扱うシステムとしている。一方、施設の運用管理業務にBIMデータを活用するには、部材オブジェクトに付帯する属性情報以外に、空間的な情報を必要とする。そこで、本研究では、旧システムを運用管理業務に対応させるため、部室の名称・利用者や役割などの空間的な情報を扱える部室オブジェクトも活用できるシステム(以下、新システム)へと機能拡充を行う。さらに、維持管理業務において、運用管理業務に関する情報は維持保全業務に関する情報に比べ属性情報の内容が頻繁に更新される特徴を持つ。そのため、運用管理業務に関わる主体・組織(施設

所有者、テナント、施設管理者、工事業者など)が建物の現状を把握でき、相互に円滑な意思伝達ができるようなコミュニケーション支援が重要な機能の一つであると考えられる。そこで、本研究では、部室オブジェクトをシステムで扱うことに加え、主に運用管理業務でのコミュニケーション支援を目的とし、コメントとそれに連動する3Dモデルを用いてコミュニケーションを行う機能を開発する。そして、施設の維持管理業務において、新システムを活用した際の有効性や可能性を探るために、組織建築設計事務所とビル管理事業者に対してグループヒヤリングによる簡易評価を行った。



図1 業務と開発システムの対応図

2. 建築情報マネジメントシステム

建築情報マネジメントシステムは、特別なソフトウェアを必要としないウェブシステムとして開発した(図2)。ウェブブラウザを利用したシステム構築では、開発言語として、HTML、JavaScript、PHPを利用している。ウェブ上で扱う形状のデータ形式として、Autodesk社のRevit^{注1)}から直接保存できる同社のDWF^{注2)}、そのビューワーとしてDesign Review 2013のInternet Explorer用のプラグインを採用する。CADの持つ属性情報をウェブ上に表示し、編集などが行えるようにPostgreSQL、Accessデータベースを利用する。BIMCADからの書き出しには、同社のDBlink^{注3)}を利用している。

3. 部室オブジェクトを用いた空間情報対応機能

新システムでは、旧システムの仕様変更を行い、部室オブジェクトを扱えるシステムの開発を行う。これまでの部材オブジェクトの属性情報の閲覧・編集に加え、部室オブジェクトの属性情報でも同様の操作が可能となり、施設の運用管理業務をシステムで支援することが可能と

なる。部屋オブジェクトとは BIMCAD で空間の気積を視覚化したものである。ウェブシステム上では、内部空間は、半透明ボリューム形状で表現される (図 3)。

3D モデル表示画面上の部屋オブジェクトをクリックすることで関連付けられた属性情報が表示され、さらに、編集することができる。また、システムの検索機能を用いて、ある条件に属性情報が一致する部屋オブジェクトを 3D 表示できる (図 4)。

部屋オブジェクトは、その空間を取り囲む部材とも関係性が強く、部材情報を部屋オブジェクトの属性情報に持たせることが可能である。結果として、部屋オブジェクトのみのモデルで運用管理業務だけでなく維持保全業務を行うことができ、建築情報モデル作成の手間が軽減できる。また、一般的に施設内部の維持保全業務における調査や集計報告書などの作成は部屋毎に行われ、部屋単位で調査結果レポートが作成されている。空間的な情報や空間に面する部材情報を部屋オブジェクトで一元管理することにより、効率化が期待できる。

このように、部屋オブジェクトとその属性情報を扱うことで、多様な施設の維持管理業務に対応することができると考えられる。一方で、屋根や外壁などの建築外部の構成部位に関しては、部屋オブジェクトとの関係性が少ない。そのため、建築外部の維持保全業務では、施設内部の維持保全業務のように部材情報を部屋オブジェクトで管理することで得られる効果は少なく、手間の側面から現実的ではない。このことから、維持保全業務において、作業効率化を図るために、出来る限り部屋オブジェクトに部材オブジェクトの属性情報を持たせたとしても、最小限の部材オブジェクトとして屋根と外壁は必要であると考えられる。

4. コミュニケーション機能の開発による情報伝達支援

コミュニケーションは、運用管理業務を行う過程で重要な行為の一つであり、FM戦略やプロジェクトの意思決定、施設ユーザへの協力の依頼、施設サービス提供者への要求条件の提示、業務の引き継ぎ、各種報告など、様々な場面で目的に応じた説明すべき事項を提示する際に行われる。また、コミュニケーション手法は多く存在し、ウェブを利用した情報システム分野においては、チャットや掲示板など、文字によるコミュニケーションが主として行われている。

しかし、旧システムでは、システム利用者による他者への意思伝達を支援する機能がない。そこで、3Dモデルを意図する建築部材及び内部空間の位置関係が視覚的に分かりやすく表現できる旧システムの機能に着目し、3Dモデルとコメント(文字情報)によるコミュニケーション支援機能を開発した。情報の発信者は、3Dモデルとコメントを用いて意思伝達を行うが、この時、同時に3Dモ

デルに関連付けられた属性情報も伝達される。そのため、情報の受信者は3Dモデルによって容易に状況を把握で

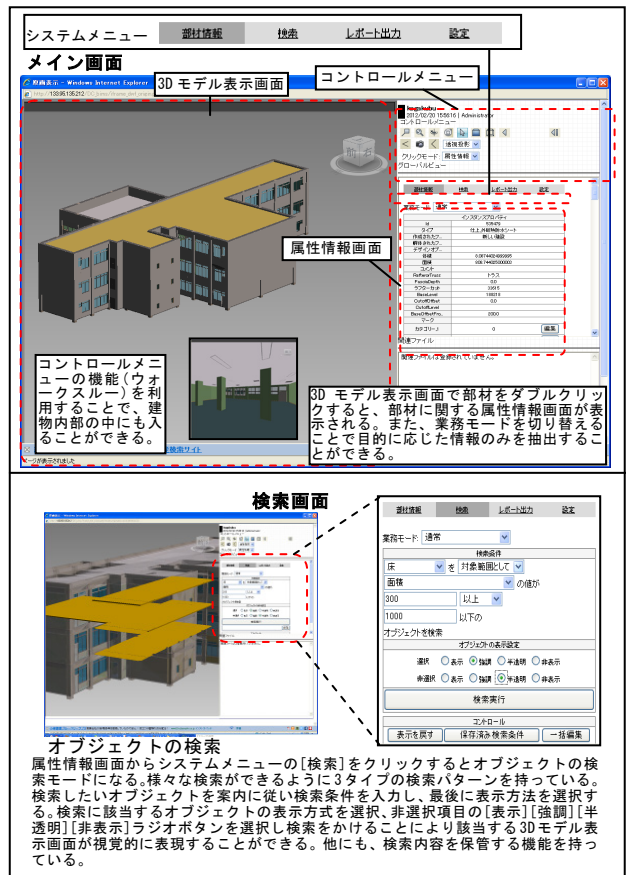


図 2 建築情報マネジメントシステムの主な機能

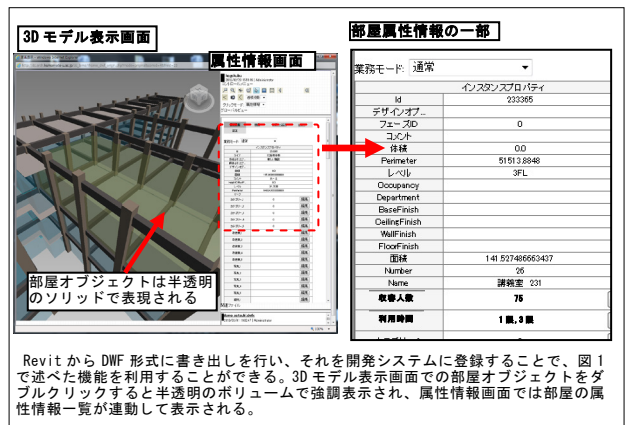


図 3 拡充したシステム内での部屋オブジェクトの表示

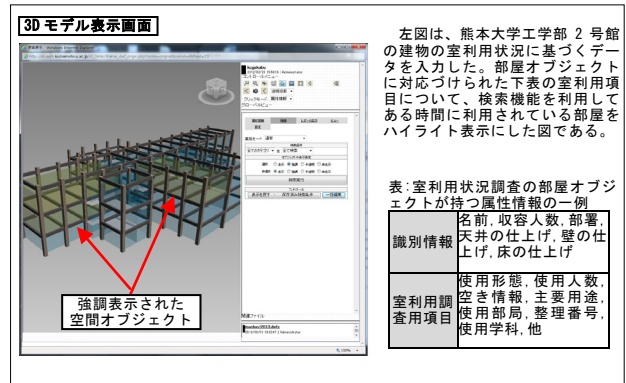


図 4 検索結果を 3D オブジェクトで出力した図

き、さらに、伝達された属性情報によって詳細な情報を得ることができる。この機能を利用することで、多岐にわたる施設の運用管理業務においてウェブを媒介として意思伝達を行う際、コメントとそれに関連付けた3Dモデルを意思伝達に利用することで、非対面・非同期での円滑な意思伝達と、3Dモデルに関連付けられた属性情報によって伝達意図の理解の深化が期待できる。仕様としては、システム利用者が、運用管理業務を行う上で伝えたい情報を、コメント、ビュー視点、3Dオブジェクトの表示状態（強調／半透明／表示／非表示）、登録日時、登録者名を関連付けたものをコミュニケーション情報として定義し、それらを、ワンセットで保存できる機能を開発する。また、その保存された情報をシステム内で自動的にリスト化する機能を開発する。情報を受け取る側のシステム利用者は、リスト化された情報から、時間的・空間的制約を受けずにウェブを介して情報発信者が保存したコミュニケーション情報を取得し、システム利用者間の円滑なコミュニケーションを実現する。

5. コミュニケーション機能の概要

コミュニケーション機能の概要について述べる。コミュニケーション機能には、コミュニケーション情報を登録する機能と、登録したコミュニケーションを呼び出す機能の2つの機能から構成され、それぞれについて述べる。さらに、コミュニケーション機能の登録や呼び出し時のシステム内部でのデータの処理やそのデータ構成について述べる。

5.1 コミュニケーション情報登録機能

コミュニケーション情報登録機能の概要図を図5に示す。コミュニケーション情報の登録は、初めに、カメラ視点の操作機能とオブジェクト表示状態（強調／半透明／表示／非表示）の変更機能で構成されているコントロールメニュー機能を利用し、システム利用者が自由に部材オブジェクトの表示状態や視点を変更し伝えたい内容を3Dモデルで表現する。次に、コントロールメニューの「ビュー登録」のアイコンをクリックすることで、コメント・ビューの登録ウィンドウが展開される。システム利用者は、そのウィンドウでタイトルとコメントを入力し、「次へ」のボタンを押すことで、登録が完了する。

5.2 コミュニケーション情報呼び出し機能

コミュニケーション情報呼び出し機能の概要図を図5に示す。コミュニケーション情報登録機能で登録したコミュニケーション情報を閲覧する方法としては、初めに、システムメニューの「コミュニケーション」をクリックすると、コントロールメニュー下のウィンドウに、登録されたタイトルと登録日時や登録者が一覧となったコミュニケーションリストが表示される。次に、そのリストの中から閲覧したいコミュニケーション情報のタイトル

をクリックすることで、タイトルの下部が展開し、コメントが表示される。同時に、3Dモデル表示画面では登録された3Dモデルの視点とモデルの表示状態が呼び出され表示される。システム利用者はコミュニケーションリストのタイトルをクリックすることで瞬時に、情報提供者が登録したコメントと3Dモデルのビューなど情報が出力され閲覧できる。さらに、この3Dモデルを対象に、視点の変更やモデルの表示状態（強調／透明／表示／非表示）の変更、部材オブジェクトを選択することで、選択部材の属性情報を表示することが可能である。また、その3Dモデルのビューをシステム利用者が属性情報の閲覧や、視点を変えたりなどの操作で元のビューが変わってしまった場合、コミュニケーションリストのタイト

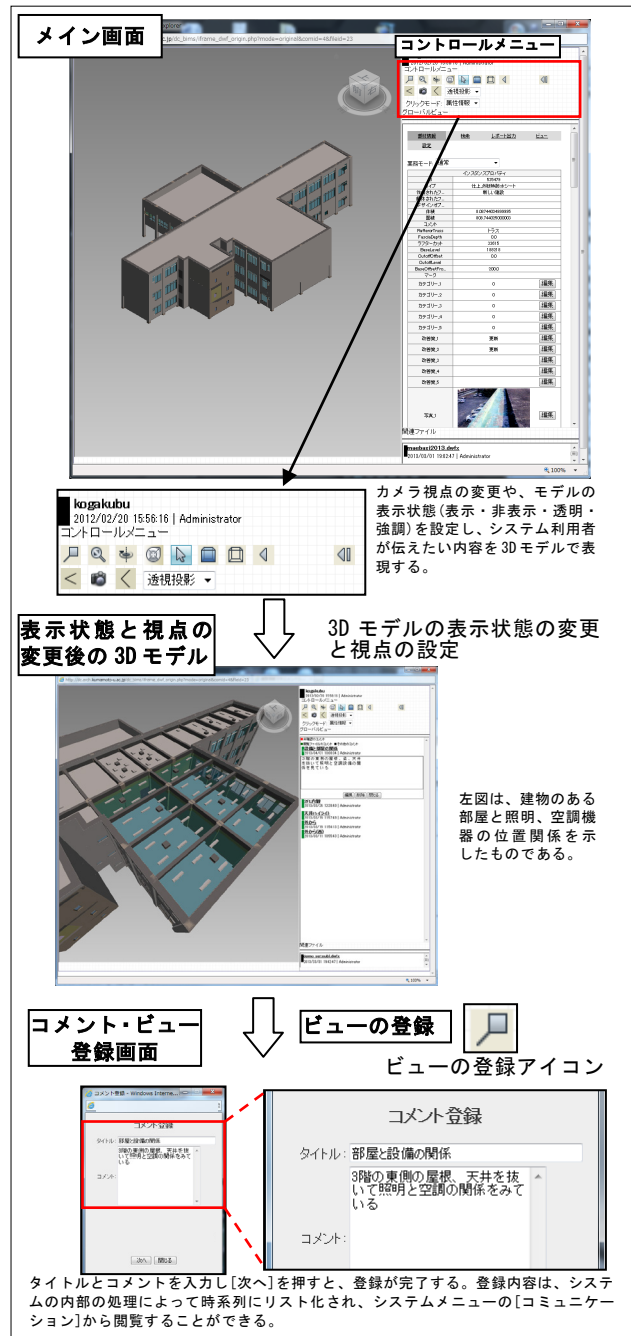


図5 コミュニケーション機能の概要図

ルを再度選択することで、元のビューが復元できる。

5.3 コミュニケーション機能のデータ処理

コミュニケーション機能のデータ項目を表 1 に示す。コミュニケーション機能を利用し、情報発信者が登録したコミュニケーション情報は、新システムサーバへと送られる。送信される情報は、タイトルとコメントの文字データ、3D オブジェクトに付帯されたオブジェクト ID とそのオブジェクトの表示状態を関連付けたデータ、3D モデルの視点情報のデータによって構成されている。送信されたデータはサーバ内のデータ処理によってコミュニケーション情報の登録時間と登録ユーザの情報を付随し、XML 形式^{注4)}のデータベース登録様式に変換され、データベースに書き込まれる。また、旧システムは、複数の 3D モデルを扱うことのできる仕様としている。そのため、オブジェクト ID がどの 3D モデルのオブジェクト ID かを関連付ける必要があるため、コミュニケーション情報に付随する情報として、コミュニケーション情報の登録対象となった 3D モデルファイル^{注5)}の情報も同様にデータベースに書き込まれる。

6. グループインタビューによる新システムの簡易評価

施設の維持管理業務において、新システムを活用した際の有効性や可能性を探るため、組織建築設計事務所とビル管理事業者を対象に、グループインタビューを実施した(表 2)。

6.1 インタビュー結果

インタビューの結果、以下のコメントが得られた(以下、文末「建」は組織建築設計事務所、文末「ビ」はビル管理事業者)。

Q1 に対するコメント

A1-1 ビルオーナーはビルの運用管理業務の各関係者を集めて定期的に業務報告会を開催することが多々ある。この機能を活用することで、定期開催の連絡会議を減らすことができる。(ビ)

A1-2 維持保全業務の過程で、どういう経緯でトラブルに至ったのかを記録することができる。修繕・更新の記録は残るが、そこへ至った経緯は記録されないことが多い。予兆の蓄積・伝達が予防保全では重要である。(ビ)

A1-3 運用管理業務や維持保全業務において、オーナーとビル管理事業者間での「伝えた」、「伝えていない」といったコミュニケーションの齟齬が解消される。(ビ)

A1-4 運用管理業務において、作業員相互の業務の引き継ぎ時に非公式に作業報告を行うが、正確には伝わらないことが多く、その記録もない。非公式なやりとりの正確な伝達や記録にも役立つ。(ビ)

Q2 に対するコメント

表 1 コミュニケーション情報のデータ項目

データ名	役割
1 id	コメントの ID
2 update	登録日時
3 memid	登録の ID
4 title	コメントのタイトル
5 text	コメント内容
6 fileid	登録対象となった 3D モデルファイルの ID
7 cField	視野角の値
8 cPosistion	視点の位置
9 cUpvector	視点の向き
10 cTarget	対象物の位置
11 cMode	透視投影か平行投影を選択
12 selectedId	強調されるオブジェクト ID を格納する。
13 transparentObjIds	半透明のオブジェクト ID を格納する。
14 invisible	透明のオブジェクト ID を格納する。

表 2 拡充機能評価のためのグループインタビュー概要

日時	2013年6月14日(金) 17:00~17:30
1	組織建築設計事務所3名、ビル管理事業者5名
インタビュー項目	Q1 コミュニケーション機能は、どんな運用管理業務・維持保全業務の、どんなことに役立つと思いますか？
	Q2 Q1により、どんな効果が導かれると思いますか？
	Q3 コミュニケーション機能について、ご意見をお聞かせください。

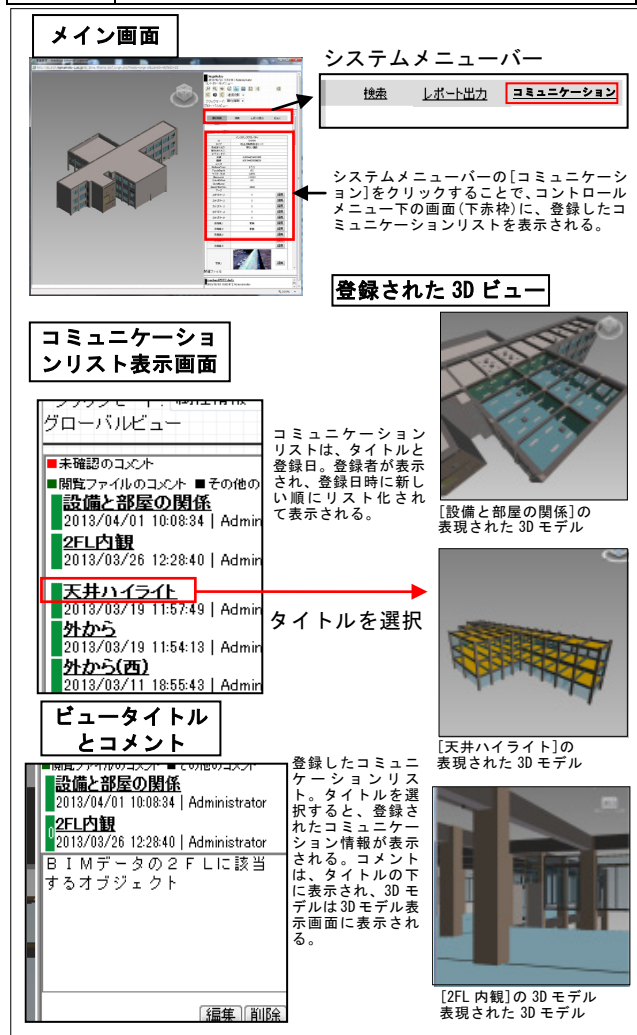


図 6 コミュニケーション機能の概要図

A2-1 円滑なコミュニケーションの阻害は維持管理業務の手戻りや事後保全による機能的劣化によるコスト増加を招くだけでなく、テナントの満足度定低下につながる恐れがある。これはオーナーにとって、大きなダメージになる。(建)

Q3 に対するコメント

A3-1 コミュニケーション機能の効果を最大限発揮するためには、維持管理業務に関わる者であれば、誰でもコミュニケーションが行えるように、コミュニケーションの部分だけでもスマートフォンやタブレットで閲覧・入力できたほうがよい。(ビ)

A3-2 「スレッドを立てる」という機能があったほうがよいのではないか。単に時系列にコメントが並ぶと、どんなトピックに関してやりとりされているか分からなくなる可能性がある。(建)

A3-3 何でも気軽に書き込めるとゴミのようなコメントが増えるような気がする。(ビ)

6.2 インタビュー結果の考察

A1-4 「運用管理業務において、作業員相互の業務の引き継ぎ時に非公式に作業報告を行う」の意見より、作業現場では、日報などに書かれる公式な報告以外に、記録として残らない非公式な作業報告のやり取りが多く行われていることが分かる。これまで、些細な情報を記録できなかったため、A1-3 「コミュニケーションの齟齬」が発生し、現場の作業員間の円滑なコミュニケーションの妨げとなっていたと考えられる。結果として、A2-1 「維持管理業務の手戻りや事後保全による機能的劣化によるコスト増加を招くだけでなく、テナントの満足度定低下につながる恐れがある。」などの懸念が生じ、施設の資産価値を低下させてしまうことは、施設経営者にとって大きな痛手となってしまう。システムは、非公式な情報のやり取りなどをコメントの文字情報と 3D モデルの視覚的情報を利用することで、直観的な理解を可能とし、A1-4 「運用管理業務での作業員相互の業務引き継ぎを正確に伝達できる」のような効果が得られると考えられる。さらに、非公式な情報を記録し、共有することは、A1-2、A1-3、A1-4 「経営者側が現場の様子などを逐次把握できる」などの意見により、今後、施設の運用戦略を計画する上で重要な判断指標になり得ると考えられる。一方で、A3-1 「モバイル端末での入力・閲覧を可能にし、手軽な操作によるコミュニケーション機能の実現が必要である」や、A3-2 「コミュニケーションリスト表示のトピック別の表示」などの使い易さの対応などの意見が挙げられた。A1-1、A1-2、A1-4 で挙げられた色々な利用シーンで新システムが利用することが可能となり、多様な情報を記録し、伝達を行いたい、その記録手段が容易でなければならないと考えることができる。さらに、A3-2、A3-3 より新システムの利用を行っていく過程で、情報量

が増えていくことを想定し意見が述べられている。大量の情報に対して、如何にして分かりやすく整理するか、また、その情報の内容の重要度をどのように判断していくかという「量」と「質」の面から整理する手法を検討するが重要であると考えられる。

今後、コミュニケーション機能を、入力と閲覧の両面の機能強化を行うことで、多様な情報を漏れなくリアルタイムに記録し、施設に関わる関係者がその情報を容易に共有できることによって円滑なコミュニケーションを効果的に支援することが期待できる。

7. まとめ

本研究では、旧システムに部屋オブジェクトが扱える機能拡充及び、コミュニケーション機能を拡充し、維持保全と管理運営の両方を支援する新システムの開発を行った。部材オブジェクトと部屋オブジェクトの両方に対応するシステムを開発することで、維持保全業務や運用管理業務の多様な維持管理業務に効率良く活用できる。また、施設のデータの整理や集計、分析などをサポートすることに比重が置かれていた旧システムにコミュニケーションを支援する機能を拡充することで、維持管理業務において円滑なコミュニケーションを実現し、業務の効率化に寄与することが成果であると考えられる。

維持管理業務の実務運用における利用評価を行う必要がある。さらに、その結果を踏まえシステムの問題点をより客観的に抽出し、それらを解決するようシステムを強化が必要である。

なお、本研究は、科学研究費補助金（若手研究（B）、課題番号 2460496）の一環として行われた。

【参考文献】

- 1) 仲間祐貴、大西康伸：維持保全業務における BIM データ活用のためのウェブシステムの設計と開発、第 35 回情報・システム・利用・技術シンポジウム(DVD)、p.79~p.84、2012

【注釈】

- 注 1) BIMCAD として、Autodesk 社 Revit Architecture 2012 を利用している。(以下 Revit)
- 注 2) Drawing Web Format の略。ベクターデータ (2D・3D) をインターネット上で共有することを目的として開発されたフォーマット形式。ファイルサイズが小さいことが特徴である。Autodesk 社が発売している主要な CAD から書き出すことができる。
- 注 3) Autodesk 社が公開している Revit のプラグインソフトウェアで、BIM データ (Revit ファイル) から汎用データベースファイルを書き出す。
- 注 4) XML(Extensible Markup Language)は、文章やデータの意味や構造記述するためのマークアップ言語の一つである。
- 注 5) 3D モデルファイルとはウェブ上で表示される 3D モデルのデータファイルのことで、本システムサーバで管理されている。

- *1 熊本大学大学院自然科学研究科博士後期課程
- *2 同大学大学院自然科学研究科助教・博士(学術)
- *3 同大学大学院自然科学研究科教授・工学博士

Development and evaluation of a building information management system for the operation of facilities

A study of object-based building information management system part2

○Yuki NAKAMA*¹ Yasunobu ONISHI*²
Kazuhisa IKI*³

Keywords: Operation of facility, BIM, Facility management, 3DCAD, Web system

1. Background and Objective

Generally, the facility management has the maintenance to prolong facilities building long length and the operation of facility to improve facilities user's use environment.

In support purpose facilities maintenance, we have developed a system that has an interface of 3D models to view and edit a Web browser on a building information model created in BIM-3DCAD. Furthermore, we are proposing data management. It is how information is extracted and edited from BIM data, and how to return to BIM data.

In this study, we make a specification change of a system and develop the system which can use not only a material object but also a room object (shape information + attribute information). And we develop the communication function which used the comment and 3D model.

2. Functional features of developed system

We developed the web application which is described by html, Java Script and PHP. Autodesk Design Review 2013 as a 3D engine on the web page and Autodesk Revit Architecture2012 as a BIM-CAD were employed into this development. The functional features of the developed web application are as follows:

- 1) To develop a system to handle spatial information, such as names and room temperature and use of the room using the room object.
- 2) To develop the ability to save as communication-information (on display of 3D objects and perspective view and comment), the information system user wants to communicate, a function of create a list of its information automatically in the system.

3. Conclusion

It is possible to use it for the facility management of diversified facilities efficiently by developing the system corresponding to both material objects and the room objects. Moreover, smooth communications are achieved when management is maintained, and the management maintenance business improves.

*1 Graduate Student, Graduate School of Science and Technology, Kumamoto Univ.,
*2 Assistant Prof., Graduate School of Science and Technology, Kumamoto Univ., Ph. D,
*3 Professor, Graduate School of Science and Technology, Kumamoto Univ., Dr. Eng.,