

BIM対応3DCADによる既存施設のスペース情報管理に関する研究

-キャンパスFM業務モデルに関する研究-

○前崎裕子*1 大西康伸*2
位寄和久*3 長曽我部真裕*1

キーワード：スペースマネジメント キャンパスFM BIM 3DCAD

1. 研究の背景・目的

各国立大学法人においては、法人化以前に比べ、財務・経営面で大幅な裁量権が与えられ、自己責任に基づく質の高い施設の管理や運営機能を求められている。しかし、運営資金の基となっている運営費交付金や施設整備補助金の減額による維持管理に必要な財源の不足や、新たなニーズによる環境の変化に伴う施設の狭隘化が問題となっている。また、それらのコスト情報や施設改修、修繕・更新により施設管理や運営機能に関する情報は年々増加傾向にある。そのため、FM業務の内、室を有効活用するためのスペース管理等を行うスペースマネジメントの分野では、増加する情報の一元管理が重要となっている。現在、スペースに関する調査は多く行われているが、それらの調査結果は調査毎に資料やデータとしてまとめられており、重複する項目も多く存在する。また、それらのデータや資料は各々関連付けされておらず、データの照し合せの作業は手作業であるため、効率的ではなく、データ管理の煩雑さ等の問題が挙げられる。

一方、建設業界では BIM (Building Information Modeling) が注目されており、設計・施工段階等の実務において普及し始めている。BIM の概念に対応する新たな 3次元 CAD (以下 3DCAD^{注1)} と定義する) は建物部材に関する様々な情報を一元管理でき、建物のライフサイクル全般において利活用されることが期待されている。そこで、情報の一元管理に適した 3DCAD をスペースマネジメントに導入することで、データを一元管理することや様々な出力形式への対応が可能となり、データ管理作業の煩雑さの解消や作業量の縮減を図ることができる。

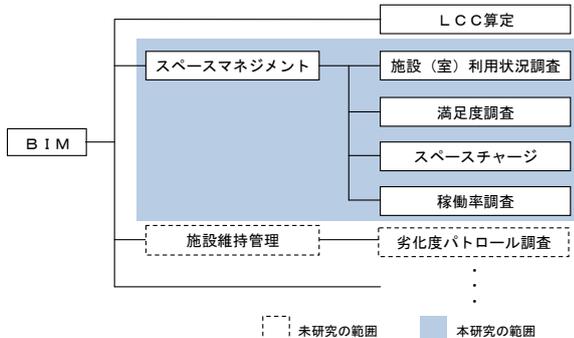


図1. 研究の位置付け

本研究室では、これまで FM における BIM の導入の検討として、BIM モデルを用いた LCC 算定手法の提案を行っている^{※1)}。そこで、本研究では、3DCAD をスペースマネジメントに導入することを検討する。そして、作成した 3次元モデル (以下 BIM モデル) に使用部局名等の室の利用者に関する情報や主要用途等の室に関する情報等、施設のスペースマネジメントに必要な情報 (以下スペース情報) を付帯させ管理することの有効性を検討することを目的とする。また、他の FM 業務における導入も計画している。本研究の位置付けを図1に、研究の流れを図2に示す。3DCAD を用いてスペース情報の管理を行う場合に、効果的な機能について表1に示す。

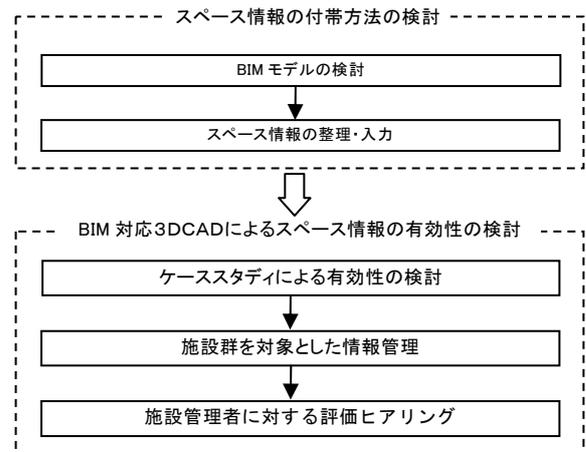


図2. 研究のフロー

表1. 情報管理に関わる機能

| 機能 | 概要 |
|-----------|---|
| 3次元モデル | 面積等の数量や価格等の情報を部材の立体情報に集約するデータベースとして機能する |
| 集計表 | プロジェクト内の各情報を抽出し、表形式で表現する機能 集計する範囲の限定や項目の作成により、仕様に応じた情報の抽出が可能 |
| 色分け | 平面図上で部屋をデータ項目の内容毎に色分けし、表現する機能 |
| タグ付け | 各部位が持つ情報を文字データとして図面上に視覚的に表示することができる |
| シート | 様々な図面や集計表、文字データ等を一つのシート上にまとめ、レイアウトを行い、紙に印刷できる機能 |
| 複数施設の一元管理 | リンク機能を用いて複数の建物を一つの建物ファイル上に統合する |

2. BIMと3DCAD

BIMは、部材情報を建物の3Dデジタルモデル内で一元管理することにより、建物のライフサイクルの各ステージにおいて必要な情報を必要なときに必要な人が抽出し、活用する概念である。この概念に基づき開発された様々なソフトを用いることにより、設計・施工における不整合性の問題を解決することをはじめ、各種シミュレーションの早期実施によるフロントローディング、施設の運用段階における作業の効率化や合理化を図るものとして期待されている。特にFM分野では、建物改修時の改修計画立案における効率化を図ることや、建物カルテとして改修情報等の履歴を残す等の利用が考えられる。

3DCADは立体の形状情報に様々な属性情報（部位種別、位置情報、面積等の数量、材質、コスト情報等）を蓄積することを可能にし、BIMの概念に対応したCADの総称と定義する^{注2)}。3DCADのスペースマネジメントにおける可能性としては、データを一元的に管理できることやデータの更新方法が容易なこと、様々な仕様に合わせた表示が可能であること、レイアウト変更等の3次元での代替案の検討が可能であることが挙げられる。

3. スペース情報の付帯方法の検討

3-1. BIMモデルの検討

熊本大学におけるこれまでの研究^{文1)}において提案された詳細モデルと簡易モデルの2種類のBIMモデルを用いて、スペースマネジメントに必要なモデルの検討を行った。これまでの研究で提案された詳細モデルと簡易モデルとそれらのモデルの特徴や作成部位について図4に示す。スペース情報は基本的にBIMモデル内の部屋カテゴリ^{注3)}に付帯していくものとするため、詳細モデルと簡易モデルの両モデルにおいて付帯可能である。既存施設を対象とする場合、作成の手間等の問題から簡易モデルで十分であると考え、将来的なスペースマネジメント業務における設備機器や什器の配置検討等の業務への対応を考慮し、本研究では詳細モデルに柱、梁を追加したBIMモデルを利用する。また、BIMモデルをスペースマネジメントにおける施設運営に役立てるため、将来的にはスペースに関連した設備や什器等の様々な情報をこのBIMモデルに付加し、一元管理していくことを目標とする。しかし、本研究ではまず、熊本大学において実施された施設利用状況調査の結果や1㎡当たりの単価をこれらのBIMモデルに集約し、スペースの基本的な情報を引き出し、スペースチャージ算定を行うことが可能なデータベースの構築を目指す。

3-2. 情報の整理

本大学黒髪キャンパス南地区の施設を対象として平成22年に実施された施設利用状況調査の結果より、データ項目を抽出し、重複項目や類似項目の整理を行い、BIMモデルに付帯するデータ項目を抽出した。

3-3. 情報の付帯

スペース情報を付帯する対象施設としては、既往研究^{文1)}で用いられた熊本大学の既存のキャンパス施設（工学部1号館、工学部2号館、理学部1・2号館）とする。情報の付帯方法として、3DCAD内で共有パラメータ^{注4)}の作成を行い、熊本大学において平成22年度に行われた室利用状況調査の結果を基に、集計表機能を用いて情報入力を行う。本研究で扱う情報を表3に示す。また、設定した共有パラメータについて3DCAD内でパラメータグループやパラメータ名、データタイプ、BIMモデル内における付帯箇所の関係を示したものを次頁表4に示す。

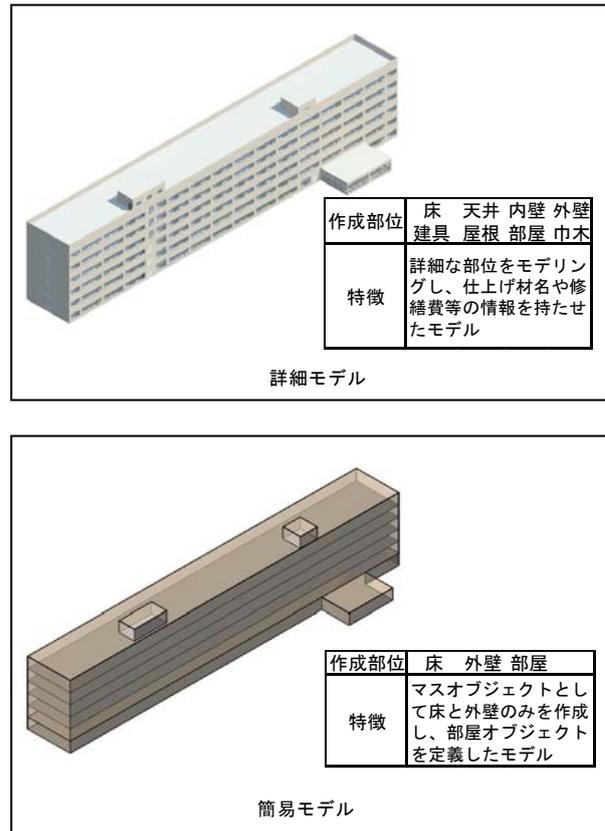


図3. 既往研究におけるBIMモデル

表2. 本研究で扱う情報

| 項目 | 詳細モデル |
|---------------------------|--|
| BIM対応3DCADが初期状態から有するパラメータ | 数量(面積、周長、天井高等)、仕上げ材、部屋名等 |
| スペースマネジメントのために設定したパラメータ | 室コード、使用形態名・ID、空き情報名・ID、主要用途名・ID、使用部局名・ID、合計使用人数、室評価ランク・ID等 |

表3. BIMモデル内に付帯したデータ項目

| パラメータグループ | パラメータ名 | データタイプ | 付帯箇所 |
|--------------|---------------|--------|----------|
| スペース情報 | 室コード | 整数 | 部屋 |
| | 使用形態コード | 整数 | |
| | 使用形態名 | 文字 | |
| | 合計使用人数 | 整数 | |
| | 空き情報ID | 整数 | |
| | 空き情報名 | 文字 | |
| | 主要用途ID | 整数 | |
| | 主要用途名 | 文字 | |
| | 使用部局ID1 | 整数 | |
| | 使用部局名1 | 文字 | |
| | 使用部局ID2 | 整数 | |
| | 使用部局名2 | 文字 | |
| | 使用部局ID3 | 整数 | |
| | 使用部局名3 | 文字 | |
| | 室環境評価ID | 整数 | |
| | 室環境評価ランク | 文字 | |
| | 電気評価ID | 整数 | |
| | 電気評価ランク | 文字 | |
| | バリアフリー対策評価ID | 整数 | |
| | バリアフリー対策評価ランク | 文字 | |
| | 防犯対策評価ID | 整数 | |
| | 防犯対策評価ランク | 文字 | |
| | 掃除状況評価ID | 整数 | |
| | 掃除状況評価ランク | 文字 | |
| | 給水評価ID | 整数 | |
| | 給水評価ランク | 文字 | |
| | LAN評価ID | 整数 | |
| | LAN評価ランク | 文字 | |
| | 家具等の耐震対策評価ID | 整数 | |
| | 家具等の耐震対策評価ランク | 文字 | |
| | プライバシー評価ID | 整数 | |
| | プライバシー評価ランク | 文字 | |
| | 備考 | 文字 | |
| | 電源100V(箇所) | 整数 | |
| | 電源200V(箇所) | 整数 | |
| | 実験用分電盤 | 文字 | |
| | 情報コンセント | 文字 | |
| | 電話接続口(箇所) | 整数 | |
| | ガス | 文字 | |
| | ガス接続口(箇所) | 整数 | |
| 水道 | 文字 | | |
| 給水接続口(箇所) | 整数 | | |
| 廃水接続口(箇所) | 整数 | | |
| 洗面台 | 文字 | | |
| 空調機 | 文字 | | |
| その他の特殊設備 | 文字 | | |
| 記入者部局名 | 文字 | | |
| 記入者氏名 | 文字 | | |
| 内線番号 | 整数 | | |
| 1㎡当たりのチャージ金額 | 整数 | | |
| キャンパス情報 | キャンパスコード | 整数 | プロジェクト情報 |
| | キャンパス名 | 文字 | |
| | 地区コード | 整数 | |
| | 地区名 | 文字 | |
| | 棟コード | 整数 | |
| | 完成年 | 整数 | |
| 改修年 | 整数 | | |
| 現在年 | 整数 | | |

4. ケーススタディによる有効性の検討

ケーススタディとして、本来設計のツールとして開発された3DCADをFM業務においてどのように活用するか検討を行った。

4-1. スペースチャージによる利用ケーススタディ

スペースチャージ算定の利用ケーススタディとして、既往研究^{文3)}で用いられたスペースチャージ算定手順と3DCADを適用した場合のスペースチャージ算定手順の比較を行い、有効性の検討を行う。各々の算定手順のフローを図5に、算定手順の特徴を表5に示す。面積等のデータ変更があった場合、汎用表計算ソフトでは図面内の情報とスペースチャージ算定のための表形式によるデータの関連づけがされていないため、図面の修正や図面からの面積等の把握、そのデータを表形式のデータに入力する作業等が必要となる。一方で、3DCADは、図面内のデータの変更のみで表形式のデータにも反映され、自動計算される。これらの特徴より、再度データを抽出し、再計算する必要がなく、作業量の縮減や手作業によるデータの煩雑さの解消ができること等が有効性として挙げられる。



図4. スペースチャージの算定フロー

表4. 算定手順の特徴

| | 情報の付帯方法 | 特徴 |
|------------|-------------------------------|---|
| 汎用表計算ソフト | 汎用表計算ソフト上に図面とデータを記載 | 必要な情報を図面等から手作業で把握 データの内容に変更があった場合 →各データの変更・抽出を行う必要がある (再計算の必要有) |
| BIM対応3DCAD | BIM対応3DCAD内に共有パラメータを作成し、情報を付帯 | 必要な情報をBIM対応3DCAD内のデータから把握 データの変更があった場合 →BIM内のデータを一つ変更することで全てのデータに反映 |

4-2. 表示方法による利用ケーススタディ

スペースマネジメントに必要なデータを BIM モデル内に付帯した後、3DCAD を用いたデータの表示方法の検討を行う。表示方法としては、集計表機能やカールスキーム機能、タグ機能、シート機能を用いた方法等がある。また、以上に挙げた集計表やタグ、シート等の各表示形式や図面内のデータは、相互に連携しているため、一つの表示形式又はデータの内容を変更、更新すると、その他の表示形式やデータの内容にも反映され、自動的に更新される(図6)。そのため、スペースマネジメントにおけるデータの変更や更新が容易になることが利点として挙げられる。

1) タグ機能を用いた表示方法

部屋タグ機能を用いることで、図面上に直接文字データとしてモデル内のデータを視覚的に把握することが可能となる。これにより、スペース情報を閲覧する際、スペース情報と図面情報を同時に閲覧することが可能となるため、FM 業務における情報把握が容易になる。

2) 集計表機能を用いた表示方法

集計表機能を用いて必要なデータ項目を選択することで、汎用表計算ソフト形式のような表によるデータの表示が可能となる(表6)。これにより、FM 業務において従来用いられているデータの表示形式にも対応することが可能である。

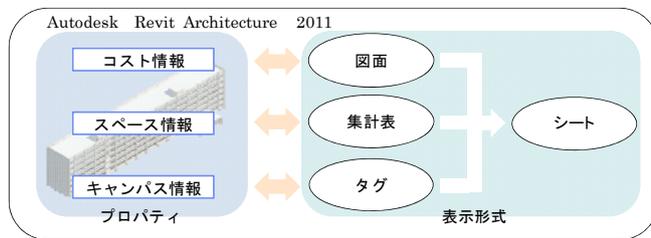


図5. データや表示形式間の関係

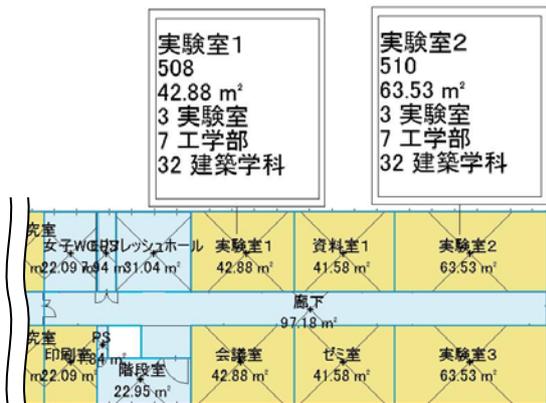


図6. タグ機能を用いた表示の一部

3) カールスキーム機能を用いた表示方法

カールスキーム機能を用いてデータ項目の選択を行うことで、平面図上の部屋をデータの内容毎に色分けし、部屋内のデータを色により視覚的に把握することが可能である(図8、図9)。これにより、スペースチャージ算定等に必要部屋の使用部局や用途等を容易に把握することができる。

4) シート機能を用いた表示方法

シート機能を用いることで、一つのシート内に図面や集計表、文字、写真等のデータをまとめ、それらのデータを自由にレイアウトすることができる(図10)。これにより、施設の維持管理をしていくにあたって必要となる情報の抽出、整理が容易になる。

表5. 集計表機能を用いた表示の一部

| 階 | 名前 | 使用部局ID | 使用部局名 | 室面積 | m ² 単価 | 費収額 |
|---|---------|--------|-------|----------------------|-------------------|--------|
| 5 | 事務室 | 32 | 建築学科 | 21.00 m ² | 1,000 | 21,000 |
| 5 | 教官研究室 1 | 32 | 建築学科 | 21.00 m ² | 1,000 | 21,000 |
| 5 | 研究室 1 | 32 | 建築学科 | 42.00 m ² | 1,000 | 42,000 |
| 5 | 教官研究室 4 | 32 | 建築学科 | 21.00 m ² | 1,000 | 21,000 |
| 5 | 教官研究室 5 | 32 | 建築学科 | 21.00 m ² | 1,000 | 21,000 |
| 5 | 教官研究室 6 | 32 | 建築学科 | 21.00 m ² | 1,000 | 21,000 |
| 5 | 教官研究室 7 | 32 | 建築学科 | 21.00 m ² | 1,000 | 21,000 |

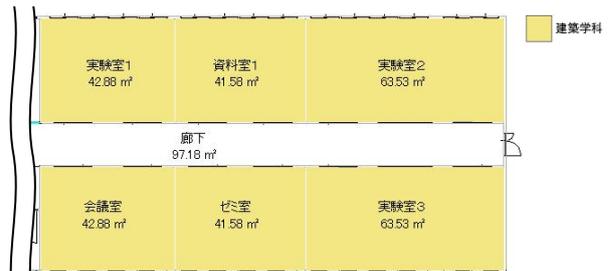


図7. カールスキーム機能による色分け(使用部局別)

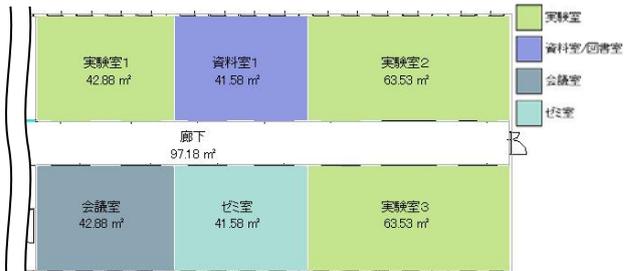


図8. カールスキーム機能による色分け(主要用途別)

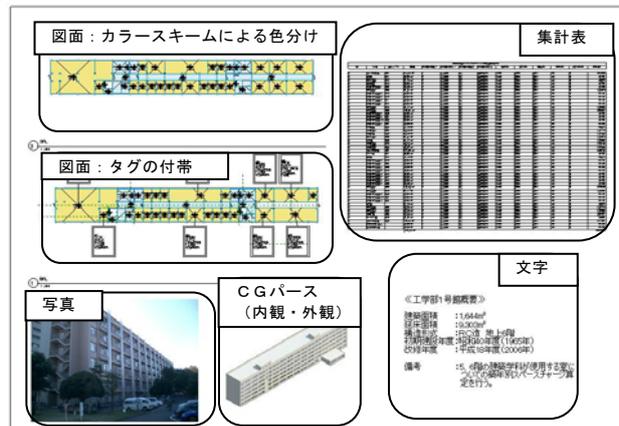


図9. シート機能を用いた表示

5. 施設群を対象とした情報管理

キャンパス施設のような複数の施設を管理する場合、施設群を対象とした検討が必要である。そのため、本研究では、リンク機能^{注5)}を用いて各施設を連携し、検討を行った(図11)。連携することで、ホストプロジェクト^{注6)}上で個々のモデルに付帯した情報を参照することや複数施設の情報をまとめた集計や色分けが可能となり、複数施設でのデータ管理を容易にすることや施設毎の特徴把握を可能にすることが効果として考えられる。

6. 評価ヒアリング

スペースマネジメント業務におけるスペース情報を含む BIM モデルの利活用に関する評価を行うため、熊本大学施設部の施設管理業務に携わる施設部施設企画課職員を対象とし、4つの評価項目に対して実務における現状や 3DCAD に対する要望等のヒアリングを行った。今回実施した施設管理者を対象とした評価ヒアリングの概要と結果を表7、表8に示す。今回のヒアリングでは、様々な仕様にに対応できる表示形式等のメリットについては被験者に認められたが、既存施設に関しては誰が情報を入力するのか、また常に最新の情報に更新していく作業は誰が行うのか、そしてそのデータ入力や更新の作業量に見合った効果が得られるのかという問題が明らかとなった。これらの課題に対しては、人的解決とシステム的な解決の2種類あると考える。人的解決とは、データ入力は建物所有者、改修や修繕によるデータ更新は改修等を行った業者が更新していくといった体制を構築することであり、またシステム的な解決とは、写真測量等のデータを基としたモデル化やデータ更新システムの発達等により、モデル化や情報入力を容易にすることである。

7. まとめ

研究の成果としては、3DCAD を用いることで、スペース情報の一元管理を行うことができ、表示方法等の利用ケーススタディを行うことで BIM モデルの有効性の検討を行った。また、複数のモデルを連携させることにより、施設群における情報管理や諸機能を用いた利用方法について提案した。施設管理者に対して評価ヒアリングを行うことで、実務において更新や施設群での管理の容易さ、仕様に合わせた出力形式が可能な点から、3DCAD のスペースマネジメントでの利用が有効であることがわかった。

今後は、対象とする施設の拡大や備品や設備機器への管理対象の拡大等による利用方法の提案を行う必要がある。また、FM の他業務における BIM の導入を検討し、FM 業務における導入を展開させることが望まれる。

また、本研究は科学研究費補助金(基盤研究(B)、課題番号24360252)の一環として行われた。



図10. 複数モデルの連携

表6. 評価ヒアリングの概要

| | |
|-----|---|
| 被験者 | 熊本大学施設部 施設企画課職員(2名) |
| 日時 | 2011年11月30日 |
| 方法 | BIM対応3次元CADの操作方法やアウトプット作成方法等について、資料と実演により説明を行う。その後、以下の4つの評価項目について、ヒアリングを行う。 |

表7. 評価ヒアリングの結果

| 評価項目 | 評価結果 | |
|-----------|------|--|
| データ入力 | 現状 | 施設管理システム内に直接入力するか、汎用表計算ソフト形式のシート内に手入力を行った後に、システムに読み込んでいる。 |
| | メリット | 改修時には耐震壁や床荷重等のデータも必要となる場合があるため、その検索が行える仕様にするより有効である。 |
| | 要望 | BIM対応3次元CAD内に設備等のデータを入力し、管理することで、BIMモデルの利用範囲は拡大するだろう。 |
| モデルによる視覚化 | メリット | 複数施設を同時に参照できる点は有効である。また、検索機能を用いて、必要な情報を集めることができ、その情報を図面上に表示できるのは魅力である。 |
| | 要望 | BIMモデルをホームページ等で公開し、一般のユーザも閲覧できるようにになれば、運用面や緊急対応面で役立つだろう。 |
| 更新の方法 | 現状 | 施設管理システムや汎用表計算ソフト内の諸データの更新は、作業量の問題やシステムの問題から現在は滞っている状態である。 |
| | メリット | BIMモデル内の図面と各部材等の属性情報はリンクしており、情報を一箇所変更すると各情報が自動更新される点で、BIM対応3次元CADは有効である。 |
| アウトプット作成 | 現状 | 劣化度調査や室状況調査等の決められたシート形式での出力が主である。 |
| | メリット | 実務において、実態調査等を行う場合に、実態調査図、部局毎の面積も算出する必要があるため、出力形式においてそれらに対応出来る点は有効である。 |
| | 要望 | BIM対応3次元CADにおいて、一般的に用いられるPDF形式やエネルギー使用量を入力した場合のグラフ等の出力形式が可能になることも必要だろう。 |

[注釈]

- 注1) 部材の立体形状に各部材の様々な情報が関連付けられたオブジェクト指向データ(以下 BIM モデル)を作成するツールを指す。
- 注2) 本研究では、3DCAD ツールとして、Autodesk Revit Architecture 2011 を用いる。(以下 Revit と称す。)その他当該 CAD としては、ArchiCAD (GRAPHISOFT 社)や Bentley Architecture (Bentley Systems) 等が挙げられ、何れも属性情報を持ち、それらを外部データベースへ書き出すことが可能である。
- 注3) 部屋を区分する上での基本的な分類であり、各部屋毎に情報を集約することができる。
- 注4) 建築部材・部品が持つ属性項目を Revit ではパラメータと呼び、複数の建築部材・部品や CAD ファイル間で共有するパラメータを共有パラメータと呼ぶ。
- 注5) 複数のプロジェクトを一つのプロジェクトに連携させる機能。個々のモデルの管理を容易にする等の効果がある。
- 注6) リンク機能を用いて各プロジェクト(ファイル)を連携するベースとなるプロジェクト(ファイル)を指す。

[参考文献]

- 文1) 長曾我部真裕 位寄和久 下田貞幸 大西康伸 柴田洋希 竹井大将: キャンパス施設における BIM を用いた LCC 推定算定手法に関する研究、情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集、p79-84、2011
- 文2) 前崎裕子 位寄和久 大西康伸 長曾我部真裕: BIM による既存施設のスペース情報管理に関する研究、日本建築学会学術講演梗概集、建築計画 I、p1-4、2011
- 文3) 安達仁平 位寄和久 下田貞幸 大西康伸 原口卓也 堀野 純平: 熊本大学工学部におけるスペースチャージ導入方式に関する研究、日本建築学会学術講演梗概集、建築計画 I、p5-8、2009

- *1 熊本大学大学院自然科学研究科 大学院生
 *2 熊本大学大学院自然科学研究科 助教 博士(学術)
 *3 熊本大学大学院自然科学研究科 教授 工学博士

Information management system for Campus Space Management by using BIM

Study on Campus Facility Management Business Model

○Yuko Maesaki*1 Yasunobu Onishi*2
Kazuhisa Iki*3 Mayu Chosokabe*1

Keywords : Space Management, Campas FM, BIM,3DCAD

Introduction

In recent years, to make an efficient facility management business, it has been a problem that the increase of the facility data such as building cost, update and repair cost, and so on. In the field of space management, it is required that the integration of various kinds and enormous amount of building's data. Recently, the idea of BIM (Building Information Modeling) has introduced in the construction industry and applied in the design and construction stage of newly building. The 3DCAD based on the BIM idea is able to integrate and manage various kinds of building elements data. As to the existing campus building space management, it is desirable that to make this kind of integration. The purpose of this study is to verify the applicability and efficiency of BIM based 3DCAD system into existing campus space management.

Study Method

- 1) Based on the past research in Kumamoto University, we examined the required specification of BIM for existing space management.
- 2) Collection of required data for space management and input into the 3DCAD system arranged by above specification.
- 3) The case study of space charge and management of repair on research building and lecture room building tested system's operability, functional sufficiency and efficiency.
- 4) The staffs of our facility management section made evaluation of system applicability to the space management.

Conclusion

By using the developed method, we can consolidate manage for space information easily. And It is address the effective of 3DCAD in space management by performing an evaluation hearing to a facility manager and case study on research building of output method by using 3DCAD.

Any more, it is required expansion of the target institution, the proposal of the usage of the institution and space data based on expansion to fixtures or equipment apparatus.

*1 Graduate Student, GSST, Kumamoto University.

*2 Assistant Prof., GSST, Kumamoto University, Ph. D.

*3 Prof., GSST, Kumamoto University, Dr. Eng.