

3Dモデルを用いた既存大学施設の修繕記録の内容に関する検討

○松林 道雄*¹ 渡辺 俊*²

キーワード：既存建築ストック 修繕記録 文書の電子化 3Dモデル

1. はじめに

1.1 背景と目的

わが国において、既存建築ストック、特に高度経済成長期に建設されたものの維持更新は喫急の課題である。国立大学においても築年数の古い施設が増加してきており、また、国の厳しい財政事情を背景に支援が十分でない中、それぞれの大学が主体的に施設整備・管理を進めることが重要となってきた。国立大学法人は民間企業とは異なり、コストの視点が入りづらい仕組みがあるのが特徴とされ、いかに施設マネジメントを行い、PDCAサイクルを機能させていくかが課題とされている¹⁾。

通常、老朽化が進んでいる建物ほど修繕依頼が多く、また破損・故障に対する迅速な修繕・更新が求められる。しかし、限られた施設整備予算の中で効率的な対応が求められる状況下では、今までの修繕活動そのものを分析する視点も必要であろう。現存する建物はこれまでの維持管理活動の上に成り立っていることを考慮すると、まとまった規模の修繕記録を分析は、今後の維持管理における指針になり得る。

修繕に関わる記録は紙または電子媒体に記録されており、これらを集計し分析することは有効な手段である。ところで、それらに記載される棟や室空間といった内容は位置や形状を含むものであり、建物を空間的に表現するための貴重な情報であるが、考慮されることは少ない。建物については修繕記録を空間的に整理することにも意味があり、それを分析した結果が表として整理し集計するものと異なる場合も想定される。そして、複数の視点によって既存大学施設を多角的に捉えることはこれからの施設マネジメントにおいても有益であろう。

以上より、3Dモデルを用いて既存大学施設の修繕記録の記載内容について検討することを目的とする。

1.2 既往研究の整理

国立大学の施設マネジメントについて、竹下ら(1996)²⁾が名古屋大学工学部を対象に、パーソナルコンピュータでドローイングとデータベースを関連づけてFMシステムを開発する取り組みが挙げられる。また、岸本ら(2001)³⁾が千葉大学の大学キャンパスを対象とし、ネットワーク環境を用いたFMデータベースシステムの開発に関するものが挙げられる。熊本大学では、水上ら(2014)⁴⁾の維持保全業務にBIMデータ利用を提案するもの、木村ら

(2012)⁵⁾のタブレット端末を使用した修繕記録の電子データとしての収集に見られる、携帯端末を用いた修繕データ収集に関する一連の研究などが見られる。

修繕データを対象とした研究では、田島ら(2004)⁶⁾が大学施設において19年分の修繕発注記録台帳を基にデータベースを作成し、修繕費の傾向を分析する取り組みが見られる。

2. 対象とする修繕記録とその範囲

本研究では分析に使用する修繕記録として、建物ユーザーからの修繕依頼文書を扱う。

筑波大学では建物ユーザーは「緊急修繕等連絡書」を用いることによって、施設部に修繕を依頼している。また、施設部では改修や修繕に関する書式が準備されており、各書式は大学内のホームページで入手できるようになっている。その中で「緊急修繕等連絡書」は、建物の故障が発生した際にすぐに修繕依頼を行うためのものであり、他の書式と比べ受付の件数が多い。以上の性質より、既存建物の状態を表す一つの資料になると考え、本稿における分析のためのデータとした。

表1に収集した修繕記録の概要を記載する。季節特有の依頼も把握できるよう、期間は平成26年度の一年間分とした。表1に示す書類のレイアウトは、施設部によって案内されているものであるが、大学宿舍向けには別の書式が準備されている。また、依頼によっては依頼者独自のものが使用されるケースも見られ、書類のレイアウトは複数見られた。修繕依頼は筑波キャンパス各部局の担当者または施設ユーザーから、指定された書式を以てFAXまたはメールにて施設部へ連絡される流れをとる。件名によっては依頼書に加えて、該当する建物の平面図や現場写真の添付がされるものも見られた。到着後、受付担当者が書類の仕分けをし、その依頼内容によって、外部委託先または施設部各課に仕事を振り分けられる。連絡書は受付順に番号が振られ、処理後に施設部内の収納スペースに保管される。修繕記録の全ては印刷された紙媒体として保管されている。

修繕依頼を受け付ける範囲は筑波キャンパス内(図1参照)の附属病院施設を除く全ての施設が対象とされている。筑波キャンパスの概要を表2に示す。筑波キャンパス内には約400棟の建物が存在しているが、これらの修繕依頼は施設部の一ヶ所に集約されている。

表1 収集した修繕記録の概要


項目	内容
書類名称	緊急修繕等連絡書
内容	施設設備関係の緊急修繕等が発生した場合における連絡の書式
期間	2014年4月1日～2015年3月31日
範囲	筑波キャンパス
数量	3,407件
連絡の流れ	建物使用者から施設部施設サービス課へ
レイアウト	

表2 筑波キャンパスの概要

項目	内容
所在地	茨城県つくば市
土地面積	2,454,194 m ²
敷地規模	南北 4km 東西 0.8km
建物数	391 棟
建物保有面積	777,730 m ²

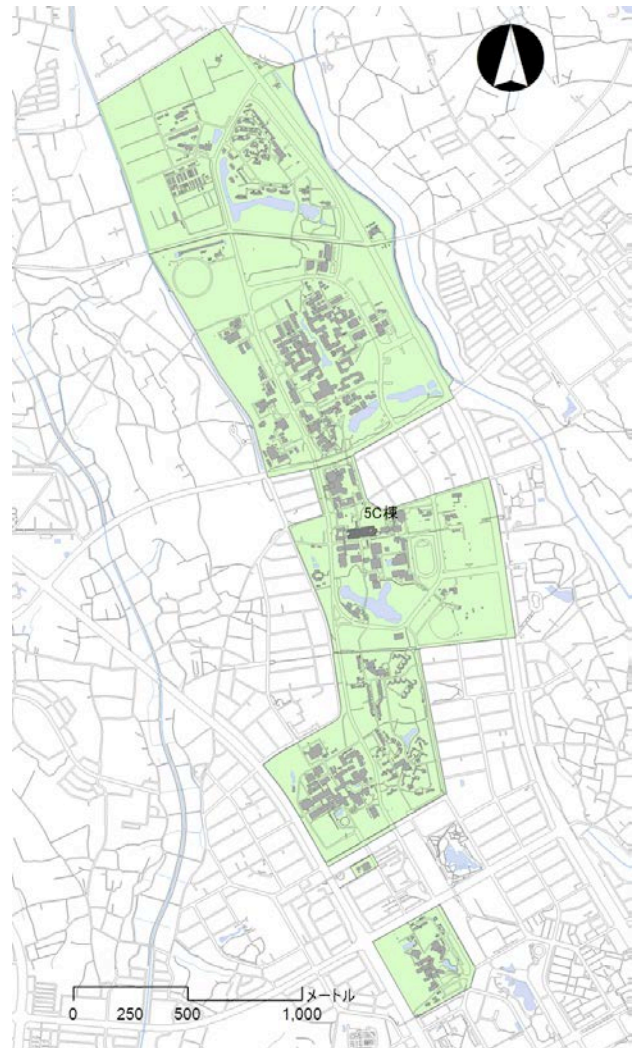


図1 筑波キャンパス

3. 修繕記録の電子化

3.1 紙媒体のスキャン

紙媒体である「緊急修繕等連絡書」について、最初に複合機のシートフィーダ型スキャナ^{注1)}を用いて画像データへと変換した。書類は添付資料も含め、サイズは全て A4 であった。書類の数量が多く、これらの運搬の都合からスキャンは2015年4月中において3回に分けて実施された。スキャナの設定はカラーで300dpiとしPDF形式にて保存した。件名によってはステープラーやクリップの取り外しを必要とし、これらの前処理も含め取り込みに要した時間はトータルで6～7時間程度である。取り込んだファイルについては、書類に記載される受付番号をそのファイル名とした。

3.2 テキストデータによる建物、修繕区分の分類

修繕記録の記載内容を3Dモデル等の形状情報と結びつけるためには、画像データからテキストデータが抽出されることが必要である。また、分析対象の建物を選定するにあたって、修繕記録が筑波キャンパス内の全建物を範囲としていることから、まずは建物ごとに整理を行った。

入手した書類を一通り観察したところ、依頼者側の記載欄への記入が充実している一方、施設部側の記載欄への記載は少量であった。そこで表3に示すような抽出項目を設定した。表計算ソフトのシートに受付番号と各項目を入力することにより記載内容を整理した。本稿においてはこれらの作業は手入力によって行われている。書類に記載される棟名称については、記入者によって表現が異なっていた。そこで、建物名や室名については、国立大学法人等施設実態報告(様式2)^{注2)}に掲載される名称を用いて分類した。

建物を選定するにあたって、“受付番号”と“依頼年月日”、“棟名称等”、“緊急修繕の区分(一部、緊急修繕の内容)”の記載内容を使用した。表計算ソフトのシートにはこれらの4項目を優先して入力している。

緊急修繕の区分について集計したものを表4に示す。採用した修繕記録による分類では“その他”の件数が圧倒的に多い。よって、その内容にも焦点を当てて整理することが必要と判断し、括弧内に記載される内容または“緊急修繕の内容”を以て分類を行うことを試みた^{注3)}。整理した結果

は表 4 右に記す。

棟名称による集計結果（件数について上位 10 件）を表 5 に示す。建物の性格も考慮できるよう、国立大学大学法人等実態報告（様式 3）に記載される情報を加えている。延べ床面積が高い建物が上位に多く見られた。一方で、築年数が古いものが必ずしも上位にくるとは限らない。3D モデルに記載内容を反映させて検討するにあたり、これらの中から依頼件数が多くかつ築年数が古い建物を対象とし、5C 棟を選択した。

4. 3D モデルへの記載内容の反映

まず、選択した 5C 棟について、書類に記載される全ての内容を埋めるため、表 3 右に記載される項目を表計算ソフトのシートに入力した。

書類を見ると、空間に関しては「階」と「室名」が設定されており、かつ添付される平面図を用いるとほぼ特定することができる。一方で、箇所については一部の添付平面図で説明がされるものの、器具については特定するための説明はほとんど見られない。よって、階または室空間をマスとして表現することとした。これらの作図には BIM ソフトウェア^{注 4)}を用いた。平面図や室名は国立大学法人等実態報告（様式 3）に記載されるものを参考とした。

次に、5C 棟の各項目について単純集計を行い、その内容を吟味した上で、3D モデルに反映させる項目を選んだ。集計は「階」と「室名」、「担当者」、「依頼年月日」、「修繕依頼の項目」、「修繕依頼の内容」で行った。これらは、表計算ソフト内にて行われた。集計結果を観察した結果、「階」と「室名」に依頼件数を反映させることとした。

「階」に依頼件数を反映させたものを写真 1 に示す。属性情報は表計算ソフト内で前処理した上で、BIM ソフトウェアを用いて反映させた。配色によって数量の違いを表現しており、黄から赤に移るほど数量が多くなるようにしている。階単位に分解しても数量のボリュームは大きく、1F～3F の低層部において依頼が集中している様子がわかる。「室名」に依頼件数を反映させたものを写真 2 に示す。表 6 より、室単位においては件数がいずれも 10 件未満であった。今回収集した書類数量においては、室単位にまで細分化すると一単位あたりの件数が少なくなる。

よって、室空間については更に踏み込んだ分析が必要であると判断した。そこで、特定の相談内容に注目した分析を検討している。その一つとして、室のマスに建物の 3D モデルを重ねる方法を挙げる。写真 3 は、空調機に関する修繕依頼のあった部屋に色を付け、かつダクトの 3D モデルを重ね合わせている様子を示している。

5. おわりに

本稿では紙媒体の「緊急修繕等連絡書」を収集し、スキマニングを行うことによって画像データとした。次に、修

表 3 修繕記録から抽出した項目

[依頼者側]	
建物の選定時	5C 棟の分析時に追加
依頼年月日	時間
所属部課等	氏名
棟名称等	内線
緊急修繕の区分	FAX
緊急修繕の内容（一部）	階
	室名
	入室時の連絡
	緊急修繕の内容
	添付資料の数量
	添付資料の概要
[施設部側]	
建物の選定時	5C 棟の分析時に追加
施設部受付番号	備考

表 4 緊急修繕の区分による集計（左）、
「その他」で頻出する内容（右）

修繕区分	件数	頻出する内容
その他	2,870	電球/蛍光灯
水漏れ	270	建具
雨漏り	113	空調機
停電	75	便器
電話の障害	24	洗面台
断水	21	流し
ガス漏れ	2	配線器具

表 5 棟名称による集計（一部抜粋）

棟名称	件数	築年	延べ床面積（㎡）
総合研究棟 D	124	2003	14,651
総合研究棟 B	121	2003	17,430
医学系学系棟	115	1976	24,340
工学系学系 F 棟	105	1979	20,088
5C 棟	87	1974	18,027
総合研究棟 A	56	2002	9,285
生物・農林学系 B 棟	49	1979	6,301
人間系学系 A 棟	46	1978	6,194
中央図書館	46	1979	19,092
7B 棟	39	1980	8,742

表 6 5C 棟における件数の集計
（左：階、右：室名）

階	件数	室名	件数
B1F	1	201	6
1F	23	128	4
2F	31	1F 東側男子トイレ	4
3F	21	305	4
4F	4	111	3
5F	3	208	3
6F	9	303	3
外部	1	他 3 室に各 3 件	

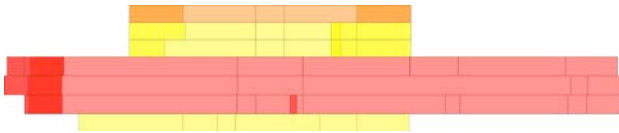


写真1 依頼件数の階への反映（南立面）



写真2 依頼件数の室への反映
（上：南立面、下：南東より）

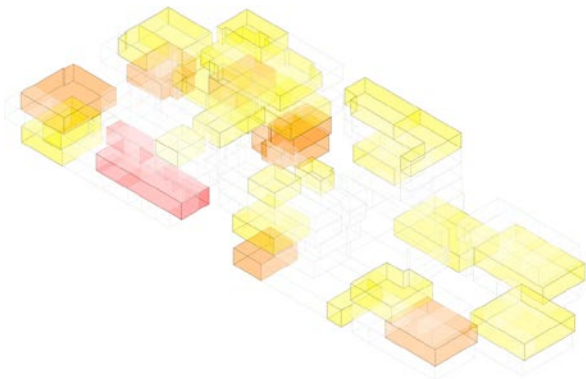


写真3 空調機の相談とダクトの同時表示（南東より）

繕記録の記載内容を表計算ソフトのシートにまとめた。そして、建物名による整理を行いケーススタディの対象を選定した。選定した5C棟について、その階空間や室空間をマスとして作成し、記載内容をマスの属性情報として紐付けることによって修繕記録の可視化を試みた。

5C棟におけるケーススタディでは、階ごとに依頼件数を反映した場合、まとまった件数を以て低層部分に依頼が集中している様子が表現された。しかし、室ごとに依頼件数を反映した場合には、依頼が集中する部屋が表現されたが、一単位あたりの件数が少なくなった。

記載内容の3Dモデルへの反映について引き続き考察を

進めることは今後の課題である。また、今回の作業では3Dモデルに焦点を当てたが、検討の足りない箇所が多い。まずは、採用した書類の性格上、キャンパス全体の建物の傾向を整理する必要がある。次に、表計算ソフト上の整理について、手入力で行ったため全内容が反映されていない。時間の制約を考慮すると、入力作業の自動化は重要であり、文字認識等を用いてデータの大量処理を実現する必要がある。以上の実施についても課題としたい。

謝辞

本研究はJSPS 科研費 15J01014 の助成を受けたものです。

【注】

- 注1) シートフィーダ型スキャナとしてFUJI XEROX ApeosPort-IV C6680 のスキャナ機能を使用した。
- 注2) 国立大学法人等施設実態報告は筑波大学施設部ホームページ（学内のみアクセス可）に掲載されるものを参考とした。
- 注3) 筑波大学施設部ホームページ内の緊急修繕処理状況一覧に掲載される分類を参考とした。
- 注4) BIM ソフトウェアとして Autodesk Revit 2012 を用いた。

【参考文献】

- 1) 国立大学等施設の総合的なマネジメントに関する検討会：“大学経営に求められる施設戦略～施設マネジメントが教育研究基盤を強化する～”，国立大学等施設の総合的なマネジメントに関する検討会：文部科学省，http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2015/03/24/1355947_02.pdf，（参照 2015-06-18）
- 2) 竹下純治，佐野寿久，加藤彰一，清水裕之，谷口元：工学部の再開発に関わるファシリティマネジメント・システムの開発 パーソナル・コンピュータを使用した大学施設のデータベース開発，日本建築学会技術報告集，第2号，pp.150-155，1996-03
- 3) 岸本達也，服部峯生，上野武：大学キャンパスにおけるネットワーク環境を用いたユーザ参加型・FM データベースシステムの可能性 -千葉大学での取組事例を通じて-，日本建築学会技術報告集，第14号，pp.211-216，2001-12
- 4) 水上堯之，大西康伸，位寄和久：設備維持保全業務における建築情報モデルの利用方法の提案 -キャンパスFM業務モデルに関する研究-，日本建築学会 第37回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集，pp.79-84，東京，2014
- 5) 木村龍之介，位寄和久，大西康伸：実践運用に向けた施設劣化度パトロール調査支援システムの改善 -キャンパス FM業務モデルに関する研究 その37-，日本建築学会大会学術講演梗概集(東海)，pp.65-66，2012-09
- 6) 田島栄治，角田善三郎，小松幸夫：大学施設における修繕執行プロセス及び修繕費の分析，日本建築学会計画系論文集，第581号，pp.135-141，2004-07

- *1 筑波大学大学院システム情報工学研究科 博士後期課程
・日本学術振興会特別研究員 DC
- *2 筑波大学システム情報系社会工学域 教授 博士(工学)