

BIM およびクラウド技術を活用した公共共同住宅のための 点検業務支援システムの開発

Development of an Inspection Support System for Public Housing Using BIM and Cloud Computing

○川端 巧己*1, 大西 康伸*2
Takumi KAWABATA *1 and Yasunobu ONISHI *2

*1 熊本大学大学院自然科学教育部 大学院生

Graduate Student, Graduate School of Science and Technology, Kumamoto Univ.

*2 熊本大学大学院先端科学研究部 准教授 博士 (学術)

Associate Prof., Faculty of Advanced Science and Technology, Kumamoto Univ., Ph. D.

キーワード：団地; 維持管理; 修繕・更新; CAFM; LOD; データベース

Keywords: Housing complex; Operations and maintenance; Repair and update; CAFM; LOD; Database.

1. 研究の背景と目的

戦後の都市部における住宅不足を発端として整備されてきた公共共同住宅^{注1)}は、現在老朽化が進行し効率的な維持管理が必要とされている。一方、本研究では BIM データの特徴を利用して維持管理情報を一元管理するクラウドシステムである建築情報マネジメントシステム (Building Information Management System、以下、BIMS) の開発を行っている^{1) 2)}。BIMS を活用することによって、公共共同住宅の効率的な維持管理ができると考えられるが、公共共同住宅は全国に数多く存在しており、詳細にモデリングした場合の手間が問題となる。また、詳細な 3D モデルを用いた場合、点検後その結果を記録する際に多くのオブジェクトから対象を選別する手間を要すると予想される。

そこで、公共共同住宅がある程度共通した点検部位で構成されていることを踏まえ、BIMS での利用を前提とした必要最小限のオブジェクトで構成された公共共同住宅の維持管理のためのモデル (以下、維持管理モデル) を提案する。また、提案した維持管理モデルを利用した、現場での点検結果の入力を支援するシステム (以下、点検システム) を開発し、さらに BIMS を公共共同住宅に特化させるために改良する (以下、PHBIMS)。

2. 公共共同住宅の維持管理業務の整理

本研究では公共共同住宅の内、1487 団地 71 万戸を管理する独立行政法人都市再生機構 (以下、UR) が運営する共同住宅を対象とする³⁾。主要業務として UR 住宅の維持管理を担う日本総合住生活株式会社 (以下、JS) を対象に、維持管理業務の整理を行った。本研究では維持管理業務のうち情報を定期的に蓄積する点検業務に着目し、中でも点検頻度が高く情報量の多い「安全点検」お

よび「計画点検」をモデリングの対象とし、「安全点検」を点検システムの対象とする (表 1)。

3. 維持管理モデル作成の予備検討

本研究での維持管理モデルの検討はオートデスク社の Revit2019 (以下、Revit) を用いて行う。

維持管理モデルの Level of detail を検討するため、予備検討として、完成図書に基づいて作成する詳細モデルと、空間を用途および階ごとに分割しそれをマス^{注2)}で作成したオブジェクト (以下、部位ボリュームオブジェクト) を組み合わせて作成した簡易モデルの作成を行った (図 1)。詳細モデルの問題点として、モデルの作成に手間がかかる、データ量が大きくなり BIMS での表示に負荷がかかるなどがあげられる。一方、簡易モデルの問題点として、設備やドアなどの小さな点検対象の建物内での正確な位置の把握が難しい、雨樋や配管など複数の部位ボリュームオブジェクトをまたぐ点検部位の情報を、どの部位ボリュームオブジェクトに関連付けるのか判断が難しいことがあげられる。これら 2つのモデルの問題点を解決

表 1 安全点検および計画点検の点検部位一覧

点検	部位	点検	部位	点検	部位
安全点検	建築	外壁	安全点検	電気	建物診断
	外壁以外	煙道			PC 目地
	排水設備	屋外給水管			下水管
	道路	屋外排水管			道路
	法面・擁壁	共用灯設備			法面・擁壁
	遊戯施設	盤類			通路
	休憩施設	換気設備			外柵
	通路	テレビ・FM 共同受信設備			雨水浸透施設
	園障	雷保護設備			橋梁
	貯水池	野外灯設備			並木
機械	橋梁	架空配線設備	電気	屋内給水管	
	桜大径木	地中配線設備		雑排水管	
	屋内給水管	太陽光発電設備		共用灯設備	
	屋内排水管	段差解消機		テレビ・FM 共同受信設備	
	屋内ガス管	防犯カメラ設備		野外灯設備	
	給油暖房配置	駐車場設備		動力設備	
		J 型受信機			

※網掛けは本研究の点検対象

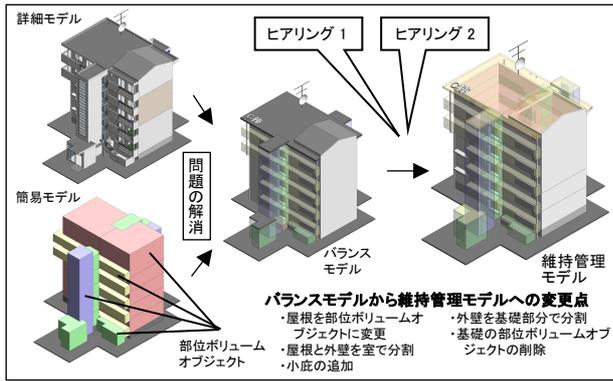


図1 維持管理モデル提案の流れ

するため、両モデルを混在させたモデル（以下、バランスモデル）を作成し、JSの社員を対象に2度のヒアリングを経て、維持管理モデルを作成した。

4. 公共共同住宅を対象とした維持管理モデルの提案

維持管理モデルは、部位詳細オブジェクトと部位ボリ

ュームオブジェクトを組み合わせることで作成する（図2-①、図2-②）。また、部位詳細オブジェクトを団地毎にモデリングする手間を省くため、それぞれの点検部位が把握できる程度に簡略化し共通化する（図2-③）。部位ボリュームオブジェクトを作成する際、平面は壁芯を境界に、断面は床の仕上げを境界にする。作成する部位ボリュームオブジェクトおよび部位詳細オブジェクトには個々を識別するために、共有パラメータ^{注3)}として棟名、レベル（階）、部位名、室名、方角を設定する（図2-④⑤）。なお、マスには共有パラメータの追加ができないため、個々の部位ボリュームオブジェクトに含まれる点検部位の基本情報を、BIMSを用いて関連づけることとする。

住棟のモデリング終了後、作成した外構モデルに住棟を配置し、団地モデルを作成する（図2-⑥）。なお、本研究では住棟の維持管理のみを対象としているため、外構モデルにある点検部位は仮想的な配置としている。団地モデルの「プロジェクト情報^{注4)}」に報告書に必要な団地名、戸数、支社名などの情報を入力する。

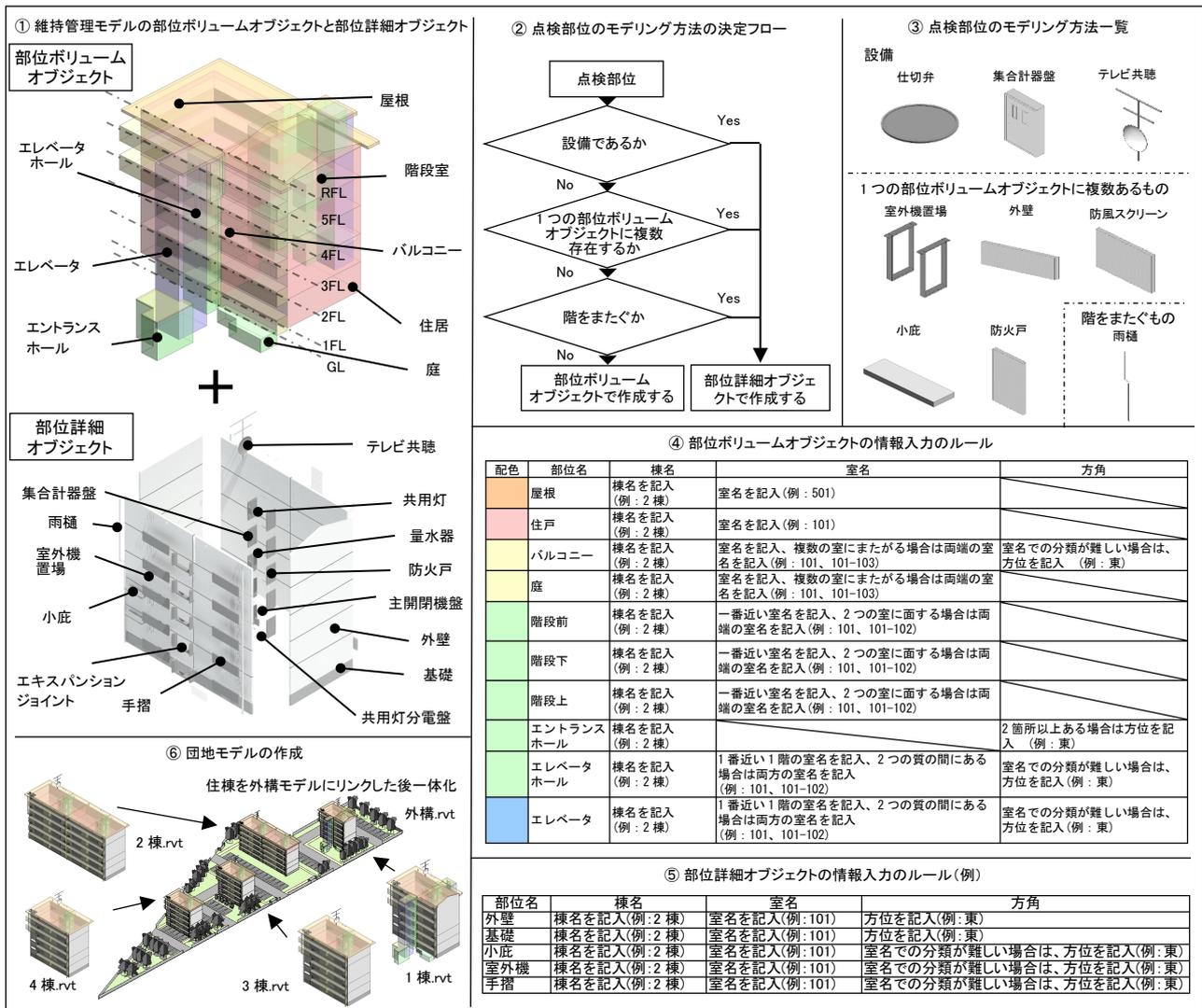


図2 維持管理モデルのモデリングルール

5. システム開発の概要

開発するシステムの構成を図3、機能を表2に示す。ウェブページの開発にはHTML、JavaScript、CSSを、データベース^{注5)}のやり取りにはPHPを利用した。本研究において開発するシステムは、Revitで作成した維持管理モデルをBIM 360 Docs^{注6)}(以下、Docs)にアップロードし、Autodesk Forge^{注7)}(以下、Forge)を利用してウェブ上で表示する。また、Docsに登録した住所を座標情報に変換できるGoogle Map API^{注8)}を利用し、地図上にプロットすることで団地の所在を表示し、選択しやすくする。

点検者が現場で点検システムから入力した点検情報は、その場で点検履歴DBに保存される。現場では、作業の邪魔にならないように片手で持てるスマートフォン(以下、スマホ)を利用する。保存した点検結果を対象に、点検者が事務所などでPHBIMSを介して団地の3Dモデルと共に閲覧したり、Excel形式の点検報告書として自動的にまとめることができる。

6. 点検システムの開発

本研究では、QRコードと音声検索を併用して点検結果の入力対象を選択する(表3)。既往研究⁴⁾で開発された点検システムは、機器毎に作成したQRコードを各機器に直接貼り、スマホのカメラで読み取ることで当該機器に対応した点検結果入力ページを表示する。しかし外壁やバルコニーなど、屋外のためQRコードが貼れない場合や距離が遠くカメラで読み取れない場合がある。そこで、そのような点検部位は、音声検索によって点検入力対象を識別する方針とする。

点検結果の入力手順を図4左に示す。QRコードを用いた場合、点検者はスマホのカメラを起動させて点検部位に貼られたQRコードを読み込むことで(図4-①)、点検部位と対応した点検結果入力ページ(図4-②)をスマホに表示する。その後、点検結果の入力(図4-③)を行う。

音声を用いた場合、点検者は音声検索ページ(図4-④)を表示し、点検部位の検索に必要な情報である「棟名」、「室名」、「部位名」、「方角」を入力する。「棟名」に関しては、音声認識で誤認識が頻出したためプルダウンで入力し、残りは「室名」、「部位名」、「方角」の順で、発声する(例:プルダウンで「1棟」、音声で「101号室」「外壁」「東」)。この際、MeCab^{注8)}により品詞毎にデータを自動的に区切り、ルール^{注9)}に従い検索するキーワードを生成する。これをMongoDBの属性情報と照会し、該当する点検部位を絞り込む。その情報を用いて団地モデルの中から検索候補の部位がハイライト表示される(図4-⑤)。

なお、音声検索では人間の意図した言葉とスマホが認識した言葉が異なる場合があるため、あらかじめその対応関係を登録しておくことで正しい語句と入れ替える(図4-⑥)。

7. PHBIMSの開発

PHBIMSを用いた点検結果の閲覧手順を図4右に示す。公共共同住宅は全国立地しており、また敷地内に複数棟建ち並んでいるという特徴がある。しかし、既往研究では1棟のみの建物を対象としているため、複数の敷地や建物には対応していない。そこで、地図から敷地を選択する機能(図4-⑦)および敷地内から建物を選択する機能(図4-⑧)をBIMSに追加した。なお、PHBIMSは地図ページ(図4-⑨)と団地ページ(図4-⑩)で構成する。

8. 評価実験の結果と分析

点検システムおよびPHBIMSの操作性、閲覧性を評価するために、5名の被験者を対象にアンケートおよびヒアリングを行った。評価実験の概要を表3に示す。

QRコードについては、暗い所や高いところでも問題なく読み取ることができた。音声検索については、5つの点検部位を音声入力した結果、全25回中4回再入力する必要があり、内3回は想定していない言葉で認識された(例:誤「よね」→正「屋根」)。事前に単語登録を行ったが、不十分であった。実務で音声検索を使用することを考えると、点検者の発音のクセを考慮した単語を事前登録することで、この問題が解決できる可能性がある。

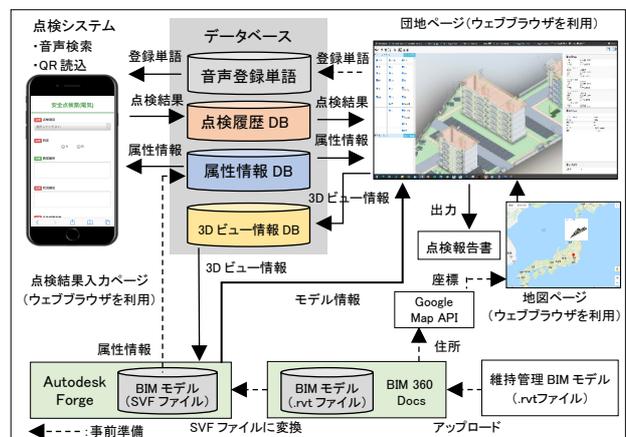


図3 システム構成

表2 開発機能一覧

表3 検索部位の分類

システム	ページ名	開発する機能	検索部位		
			検索部位	分類	入力方式
点検システム	音声検索ページ	音声検索により点検部位を指定する機能	外壁 基礎 小庇	建築	音声
	点検結果入力ページ	音声検索から点検結果を入力する機能 QRコードから点検結果を入力する機能	室外機置場 手摺 バルコニー 屋根 階段		
PHBIMS	地図ページ	登録された住所に基づき地図上にピンとサムネイルを表示する機能 団地名・リスト表示 棟単位でモデルの表示を制御する機能	エクスパンションジョイント 防火戸 雨樋 防風スクリーン 仕切弁	機械	QR
	団地ページ	点検履歴のリスト表示 点検履歴の検索 新着情報のリスト表示 点検報告書自動作成機能	ピル製通気口 防風スクリーン 共用灯 引込開閉基盤 主開閉器盤 集合計器盤 共用灯盤		
その他	-	アカウント認証	動力分岐盤 隔測水量器盤 テレビ共聴	電気	

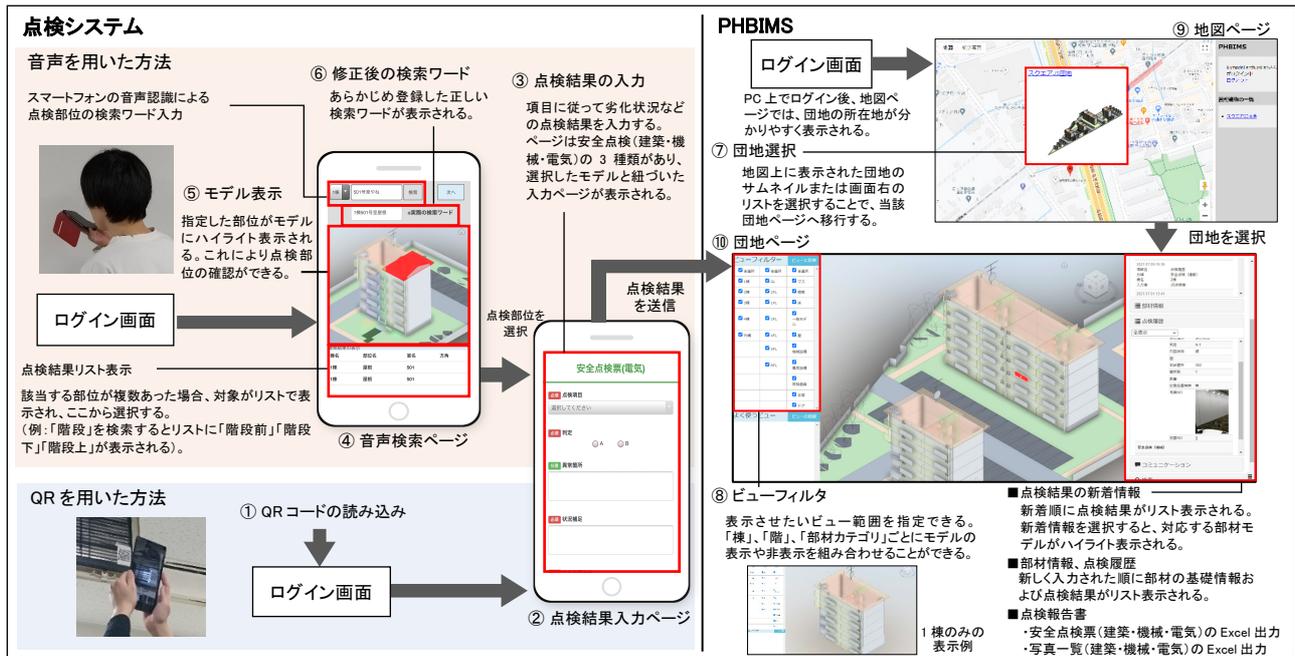


図4 点検システム(左)およびPHBIMS(右)の利用手順

また、音声検索した後に、モデルの中で候補となる部位が表示されることは、音声入力での検索した点検部位の確認に役立つことが分かった。PHBIMSでの情報の閲覧性については、文字が小さいことや表現に抑揚が無く、主要な項目が分かりづらいことが指摘された。

表4 実験概要

項目	内容
実験日(天候)	2021年1月25日(晴れ)、1月26日(曇り)
実施建物	階数:9階建、戸数:24戸、敷地面積:253㎡、廊下タイプ:外廊下型
被験者	5名:建築を学ぶ学生(大学生1名、大学院生4名) スマホはiPhoneを利用
点検箇所(QR)	3箇所:消火栓(直射日光が当たる)、分電盤(薄暗い)、共用灯(高い位置)
点検箇所(音声)	5箇所:外壁、屋根、小庇、手摺、階段

9.まとめ

本研究では、公共共同住宅の特徴を踏まえたモデリングルールを作成し、点検業務の実施に過不足のない程度にできるだけ簡易的な維持管理モデルを提案した。また、公共共同住宅を対象とした点検現場における入力対象部位の特定にQRコードと音声検索を併用するシステムを開発するとともに、BIMSを公共共同住宅に特化させるために改良を行った。

今回対象にした点検システムの範囲は安全点検のみであったため、法定点検や計画点検など安全点検以外の業務に対応したシステムにプログラムを拡張する必要がある。

謝辞

日本総合住生活株式会社の関係者の方々には、研究を進めるにあたり貴重なデータをご提供いただくとともに、多大なご助言を賜りました。この場をお借りして御礼を申し上げます。

注釈

注1) 本研究では、自治体が運営する公営住宅と独立行政法人都

市再生機構(UR)が運営する(通称)公団住宅をまとめて公共共同住宅とした。

- 注2) Revitで扱うボリュームオブジェクト。オブジェクトを変形させて様々な立体形状を作成することが可能であり、ボリュームの検討などを行うことに用いる。
- 注3) BIMオブジェクトに関連づける属性情報。
- 注4) Revitファイルに関連付ける属性情報。建物の名前や作成者などのプロジェクト全体に関わる情報を入力する。
- 注5) 点検履歴DB、3Dビュー情報DB、音声登録単語DBはPostgreSQLを利用、属性情報DBはMongoDBを利用。
- 注6) 2D、3Dデータ等の管理・保存・共有・編集・ユーザー管理のためのクラウドサービス。
- 注7) BIMデータをクラウドで扱うサービスを提供するAPI群。
- 注8) 品詞単位で言葉を抽出できる日本語形態素解析エンジン。例えば、「1棟201号室外壁南」は、「1」「棟」「201」「号」「室」「外壁」「南」と品詞に分割される。
- 注9) 1.「棟」は前の要素とつなげる、2.「号」と「室」の要素をつなげる、3.「号室」と「方角」の間にある要素が複数ある場合は、つなげて一つの単語とする。

参考文献

- 1) 仲間祐貴、大西康伸、位寄和久、「継続的利用と情報共有を可能にする建物維持管理支援のためのBIMを活用したウェブシステムの開発」、日本建築学会技術報告集、第22巻 第50号、pp.359-364、2016.2
- 2) 仲間祐貴、大西康伸、位寄和久、「施設維持管理における3Dビューの利点と問題点に関する研究」、日本建築学会計画系論文集、第84巻、第758号、pp.1029-1037、2019.4
- 3) UR都市機構、「UR賃貸住宅ストック個別団地類型(案)一覧」https://www.ur-net.go.jp/chintai_portal/stock/lrmhph000000ebqe-att/stocktype.pdf、(2021年9月20日にアクセス)
- 4) 大西康伸、仲間祐貴、位寄和久、松村弘治、幡宮祥平、「識別情報タグとBIMを用いた施設維持管理における点検業務支援—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3—」、日本建築学会情報システム技術委員会第38回情報・システム・利用・技術シンポジウム、2015