

不具合部位選定機能を中心とする実務性向上のための 点検業務支援システムの評価と改良

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 その2

Evaluation and Improvement of Inspection Support System for Public Housing Focusing on Selection of Defective Building Element to Improve Its Practicality

Development of an inspection support system for public housing
using BIM and cloud computing part2

○久富 英樹^{*1}, 大西 康伸^{*2}

Hideki HISATOMI^{*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 教授・博士（学術）

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

キーワード：BIM、団地、点検、CAFM、データベース、LOD

Keywords: BIM; housing complex; inspection; CAFM; database; LOD.

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全国に約71万戸、1444団地¹⁾ 存在する独立行政法人都市再生機構（以下、UR）が運営する賃貸住宅は、現在老朽化が進行し点検作業の効率化や点検結果の分析による効果的な維持管理が必要とされている。川端らの研究²⁾ では、維持管理情報をクラウド上で一元管理する建築情報マネジメントシステム（以下、BIMS）での利用を前提とした、公共共同住宅³⁾ の住棟の維持管理に対応した3Dモデル（以下、住棟維持管理モデル）のモデリングルールを提案した。また前述した住棟維持管理モデルの利用を前提とした、点検作業現場（以下、現場）からスマートフォン（以下、スマホ）を用いて点検結果の情報を入力する住棟点検支援システムおよびBIMSを公共共同住宅の維持管理に対応させたBuilding Information Management System for Public Housing（以下、PHBIMS）を開発した。しかし、提案したモデリングルールはケーススタディ対象の福岡県T団地の中層住棟（5階）に適用したものであり、汎用性が高いとは言いがたい。また住棟点検支援システムにおいて、住棟維持管理モデルのオブジェクトと点検結果を結びつける方法として音声入力による選定を用いていたが、発音した語句が正しく入力されないことや、語句を全て記憶する必要があるという問題があった。このように、未だ点検者が直感的に点検対象を選択することが可能なシステムになっていない。

そこで、モデリングルールおよび部位選定機能の改良

（改良A）を行い、その評価のために実証実験を行うことを本研究の目的とする。さらに、実証実験で判明した問題点を解決するための改良（改良B）を行い、システムの実務性を向上させる。支援システムはウェブベースのシステムとし、開発言語にHTML、Javascript、PHPを、データベースにPostgreSQL、MongoDBを用いる。また、モデル作成にRevit2023を用いる。

2. 改良 A-1：モデリングルールの他団地への適合性向上と高層住棟対応のための改良

UR が運営する賃貸住宅の維持管理を担う日本総合住生活株式会社（以下、JS）の現場点検者を対象に、本研究で新たにケーススタディとした千葉県 H 団地の中層（5階）と高層（11 階）の住棟各 1 棟に存在する点検対象の部位やそこに付随する点検項目（点検大分類、点検中分類²⁾）についてのヒアリング調査を行った。

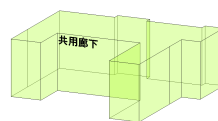
その調査結果から、川端らの研究²⁾ におけるモデリングルールに対して、他団地への適合性向上と高層住棟への対応のための改良として、共用廊下およびエレベータの部位ボリュームオブジェクト³⁾ を 2 個（図 1-①）、ブレースや突針、屋内給水管などの部位詳細オブジェクト⁴⁾ を 23 個（図 1-②）追加した。これにより、中層および高層の住棟は合計 54 種類のオブジェクトにより構成可能である結果となった（表 1、図 1-③）。表 1 は、それらオブジェクトがケーススタディ対象の中層および高層住棟に存在するかどうかを示す。

表 1 住棟を構成するオブジェクトとそれに関連付ける点検項目の一覧

分野	オブジェクト 種別	No.	オブジェクト名	点検大分類	点検中分類	中層 住棟	高層 住棟
建築	部位詳細	1	外壁	外壁等点検部位	外壁 窓廻り外壁	○	○
		2	基礎	外壁等点検部位	基礎	○	○
		3	ブレース	外壁等点検部位	外壁	○	○
		4	耐震壁	外壁等点検部位	外壁	○	○
		5	ダストシュート	外壁等点検部位	外壁	○	○
		6	大庇	外壁等点検部位	大庇鼻先・上裏	○	○
		7	小庇	外壁等点検部位	小庇・窓台	○	○
		8	窓手摺り	外壁以外の 点検部位	金属製手摺り・パネル 塗装（外回り鉄部・建具）	○	○
		9	バルコニー 手摺り	外壁以外の 点検部位	金属製手摺り・パネル 塗装（外回り鉄部・建具）	○	○
		10	エントランス 手摺り	外壁以外の 点検部位	金属製手摺り・パネル 塗装（外回り鉄部・建具）	-	○
		11	階段手摺り	外壁以外の 点検部位	金属製手摺り・パネル 塗装（外回り鉄部・建具）	○	○
		12	共用廊下手摺り	外壁以外の 点検部位	金属製手摺り・パネル 塗装（外回り鉄部・建具）	-	○
		13	耐震壁手摺り	外壁以外の 点検部位	金属製手摺り・パネル 塗装（外回り鉄部・建具）	-	○
		14	住戸扉	外壁以外の 点検部位	建具 付属金物 塗装（外回り鉄部・建具）	○	○
		15	PS 扉	外壁以外の 点検部位	建具 付属金物 塗装（外回り鉄部・建具）	○	-
		16	EPS 扉	外壁以外の 点検部位	建具 付属金物 塗装（外回り鉄部・建具）	-	○
		17	MB 扉	外壁以外の 点検部位	建具 付属金物 塗装（外回り鉄部・建具）	-	○
		18	ダストシュート扉	外壁以外の 点検部位	建具 付属金物 塗装（外回り鉄部・建具）	-	○
		19	床下点検口	外壁以外の 点検部位	建具 付属金物 塗装（外回り鉄部・建具）	○	-
		20	天井点検口	外壁以外の 点検部位	建具 付属金物 塗装（外回り鉄部・建具）	-	○
		21	防火戸	外壁以外の 点検部位	防火戸 付属金物 塗装（外回り鉄部・建具）	-	○
		22	雨樋	外壁以外の 点検部位	雨樋	○	○
		23	駐輪場	外壁以外の 点検部位	自転車置場等 塗装（屋外工作物）	○	○
		24	掲示板	外壁以外の 点検部位	付属金物	○	○
		25	牛乳入れ	外壁以外の 点検部位	付属金物	-	○
		26	集合郵便受け	外壁以外の 点検部位	付属金物	○	○
		27	屋上ハッチ	外壁以外の 点検部位	付属金物	○	○
電気	部位 ボリューム	28	住戸	-	-	○	○
		29	バルコニー	外壁等点検部位	バルコニー壁 コンクリート鼻先・上裏	○	○
		30	階段前	外壁等点検部位	階段室壁・上裏 階段室壁・上裏 階段室床	○	○
		31	階段上	外壁等点検部位	階段室壁・上裏 階段室壁・上裏 階段室床	○	○
		32	階段下	外壁等点検部位	階段室壁・上裏 階段室壁・上裏 階段室床	○	○
		33	屋根	外壁等点検部位	バルコニー 屋根（断熱コンクリート ブロック）	○	○
		34	共用廊下	外壁等点検部位	共用廊下壁・上裏 共用廊下壁・上裏 共用廊下床	-	○
		35	エレベータ	外壁等点検部位	外壁 付属金物	-	○
		36	共用灯	共用灯設備	照明器具	○	○
		37	スイッチ	配線器具	スイッチ、コンセント	○	○
		38	自動点滅器	配線器具	自動点滅器	○	-
		39	引込開閉器盤	盤類	引込開閉器盤	○	○
		40	主開閉器盤	盤類	主開閉器盤	○	○
		41	共用灯盤	盤類	共用灯盤	○	○
		42	制御盤	盤類	制御盤	-	○
		43	端子盤	盤類	端子盤	-	○
電気	部位詳細	44	アンテナ	テレビ・FM 共同 受信設備	アンテナ アンテナマスト 支線	○	○
		45	機器収容箱	テレビ・FM 共同 受信設備	支線 機器収容箱 機器取付板	○	○
		46	突針	雷保護設備	突針 支持管 支線 避雷導線 棟上導体 支持金物、 接地極、 端子箱	-	○
		47	端子箱	雷保護設備	接地極 端子箱	-	○
		48	屋外灯盤	屋外灯設備	屋外灯盤	○	-
		49	架空配線	架空配線設備	電線、ケーブル 支持金物 メスセンサーワイヤー 支持柱、装柱金物 支線	-	○
機械	部位詳細	50	屋内給水管	屋内給水管	給水管 支持金物 弁類 防護	-	○
		51	屋内排水管	屋内排水管	排水管 支持金物 防護	-	○
		52	井	屋外給水設備	井・井圍	-	○
		53	水栓、	屋外給水設備	水栓、標示柱等	-	○
		54	標示柱	屋外給水設備	水栓、標示柱等	-	○

□：高層住棟対応のためのオブジェクトの追加

①部位ボリュームプロジェクトの作成ルールに追加したオブジェクト

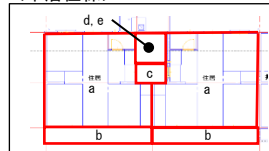


No. 34 共用廊下
平面は共用廊下を壁芯で断面はフロアレベルで区切って作成



No. 35 エレベータ
平面はエレベータを壁芯で断面はフロアレベルで区切って作成

<中層住棟>

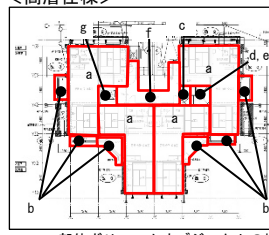


作成

部位ボリューム
オブジェクト

a: 住戸
b: バルコニー
c: 階段前
d: 階段上
e: 階段下
f: 共用廊下
g: エレベータ

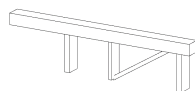
<高層住棟>



作成

—：部位ボリュームオブジェクトの境界線

②部位詳細オブジェクトの作成ルールに追加したオブジェクト（一部抜粋）



No. 3 ブレース
号室ごとに区切ってまとめて作成



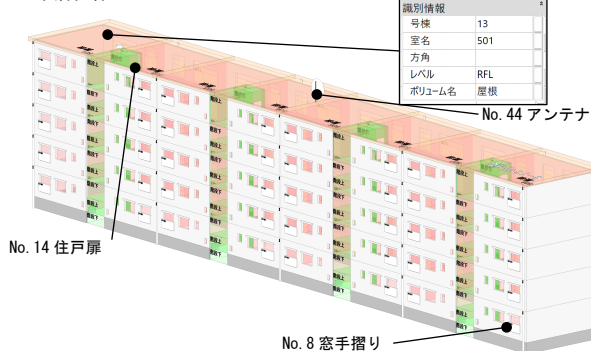
No. 46 突針
突針以外を表現するために
下端に立方体、その上に縦
に長い立方体を作成



No. 50 屋内給水管
一本のまっすぐな管、曲
がった管で作成

③作成した住棟維持管理モデル

<中層住棟>



No. 35 屋根のパラメータ入力例

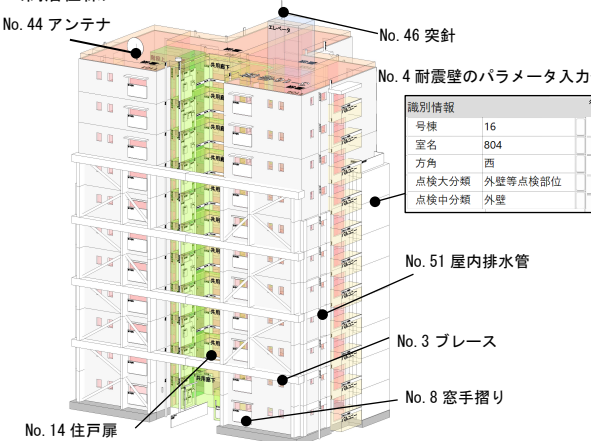
識別情報	
号棟	13
室名	501
方角	RFL
レベル	ボリューム名
ボリューム名	屋根

No. 44 アンテナ

No. 14 住戸扉

No. 8 窓手摺り

<高層住棟>



No. 4 耐震壁のパラメータ入力例

識別情報	
号棟	16
室名	804
方角	西
点検大分類	外壁等点検部位
点検中分類	外壁

No. 51 屋内排水管

No. 3 ブレース

No. 8 窓手摺り

No. 14 住戸扉

図 1 住棟維持管理モデルの改良後のモデリングルール



図2 分類キーワードによる部位選定の流れ

3. 改良 A-2：部位選定機能の改良

住棟点検支援システムの部位選定において、一般的に考えられる方法であるプルダウンによる選定は、部位の位置情報や名称を絞り込む操作が多い問題がある。一方、川端らの研究²⁾で開発した音声入力による選定は、発音した語句が正しく入力されないことや、全ての語句を現場点検者が記憶しなければならない問題がある。そこで、プルダウンよりも操作の手間を減らしつつ音声入力のように語句の記憶を必要としない、分類キーワードを用いた部位選定機能の開発を行った（図2）。なお、分類キーワードの妥当性を確認するため、建築、電気、機械分野の現場点検者を対象にヒアリングをオンラインで実施した（表2）。その流れとして、実験者は被験者に点検対象の分類一覧を示し、順に各分類項目がどの分類キーワードに関連付けられていると思うかを正解するまで尋ねた。

不具合発見および写真の撮影後、オブジェクト選定の手順として、はじめに号棟、階数、号室の位置に関するプルダウンおよび複数の点検項目と関連付けた分類キーワードを選択し、オブジェクトを絞り込む（図2-①）。絞り込みによって、不具合候補リストが表示され、それと紐づくオブジェクトが3Dビュー上でハイライトとズームが行われる。次に不具合候補リストの1項目をタップすると対象のオブジェクトにハイライトとズームが行われ、項目を順に選択し、項目の文字情報とモデル上のオブジェクトの位置を確認し、対象を選定する（図2-②）。またモデルのタップにより対象を選定することも可能である。その後、点検結果の入力ページへ移動し、不具合情報を

表2 ヒアリングの概要

項目	内容	
日時	2022年9月2日（金）	2022年9月9日（金）
場所	オンライン	オンライン
ヒアリング対象	J社本社1名 関東支社2名（建築点検者）	J社本社1名 関東支社1名（電気点検者） 3名（機械点検者）
当日の流れ	1.実験概要の説明 2.分類キーワード選定実験	電気 1.実験の説明 2.分類キーワード選定実験 機械 1.実験概要の説明 2.分類キーワード選定実験

入力し送信する（図2-③）。

4. 実証実験の実施と点検業務支援システムの問題点抽出

実証実験では、建築、電気、機械分野の現場点検者計3名が中層と高層の住棟各1棟を対象に、点検対象の現地にて住棟点検支援システムを用いて実際の点検業務を行い判明した不具合情報の入力を行った（表3）。

実証実験より判明した点検業務支援システムの問題を、Ap：点検作業を観察した際に判明した問題（7個）、Bp：参加者の発言から判明した問題（5個）、Cp：入力した点検結果から判明した問題（4個）、Dp：ヒアリング・アンケートから判明した問題（17個）の4つに分類した。これらより、「どのオブジェクトに点検結果を紐づけるか判断ができない」、「3Dビュー上でのオブジェクトが見え隠れして選択が難しい」、「不具合のある点検部位と不具合

表3 実証実験の概要

項目	内容
日付	2022年10月31日（月）
点検対象	千葉県H団地：中層住棟（5階建て）1棟 高層住棟（11階建て）1棟
被験者	JS関東支社：3名（建築、機械、電気点検者各1名）

表4 実証実験より判明した主な問題とその改良内容

No	問題の分類	問題No.	問題内容	改良内容
1	不具合対象の絞り込み	Ap-4	不具合部位がどの分類キーワードに属するか判断ができない	分類キーワードの再編成
2	モデルの操作および選択	Dp-12	モデルが上下反転するなど操作が難しい	3Dビューのモデル操作範囲の改良
3		Dp-17	モデルから対象にたどり着くのが難しい	視認性向上のためのモデル表示範囲の変更
4		Ap-3	モデルが反対向きに表示されて見にくい	視認性向上のためのカメラ位置の変更
5	不具合候補リスト	Dp-1	リストの文言が類似していて対象にたどり着くのが難しい	不具合候補リストへの部位名の表示
		Ap-6	リストの言葉があっているとモデルを見ずに正しいと思ってしまう	
		Bp-2	MB扉についての点検結果を入力するのに、建具という選択肢ではイメージができない	
		Bp-3	リストから「付属金物」を選択するか、付属金物が存在する「防火戸」を選択するか判断が難しい	
		Cp-1	オブジェクトの選択対象が異なる	
		Dp-1	リストの文言が類似していて対象にたどり着くのが難しい	



図3 改良した住棟点検支援システムの操作手順

候補リストの表記の対応関係が分からない」という BIM モデルを用いた維持管理の根本に関する問題が、主なものとして明らかとなった（表4、問題内容欄）。

5. 改良 B：住棟点検支援システムの改良

判明した問題を踏まえ、住棟点検支援システムの改良を行った。不具合対象の絞り込みに関する機能性向上のため、分類キーワードの再編成を行った。従来の9個の分類キーワードには、部位を示す選択肢（建具など）と場所を示す選択肢（階段室・廊下など）が混在していた。そこで、選択肢を不具合部位が存在する場所のみを示す「外壁」、「屋根」、「階段室」、「共用廊下」、「バルコニー」、「棟周辺」の6個に変更した（図3-①）。なお、部位選定ページで表示される分類キーワードは、現場点検者の分野に係わらず全てで共通である。

またモデルの視認性の向上のため、「モデルを閲覧する際不具合部位より上の階を非表示にする機能」、「対象部位が他のオブジェクトで隠れないようにカメラ位置を調整する機能」を開発した（図3-②）。加えて、不具合候補リストにおいて、過去の点検票で点検者が使用していた不具合部位の呼称を部位名として表示する仕様にした（図3-③）。これらにより、不具合部位をより正確に選択することが可能となった。

6. まとめ

本研究では、モデリングルールおよび部位選定機能の改良（改良A）を行い、その評価のための実証実験を行った。さらに実証実験より判明した問題点を解決するためにシステムを改良（改良B）し、点検業務支援システムの実務性向上を図った。

課題として、改良した点検業務支援システムを用い

た実証実験の実施により、改良したことを確認し実務性を向上させる必要がある。また、既存住棟のモデリングにおいて実地調査に手間がかかる問題から、維持管理モデルの LOD に関するルールの再検討が必要である。

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、住棟のプランタイプや住戸の配置が類似していることから、自治体が運営する公営住宅と UR が運営する公団住宅をまとめて公共共同住宅とする。
- 注2) 本研究では、JS が点検をする際に使用している点検対象のカテゴリを点検大分類、カテゴリ内の項目を点検中分類とする。
- 注3) 空間を用途および階ごとに分割してボリュームで表現したオブジェクト。ボリュームに含まれる複数の点検部位の情報を保持する。1つのオブジェクトに複数の点検部位をまとめていることから、モデリングが容易になる。
- 注4) 点検部位ごとに詳細な形状を持つオブジェクト。点検部位の詳細な位置を示すことが可能なため、不具合箇所の把握が容易になる。

参考文献

- 1) UR 都市機構、「(HP 掲載用) 個別団地類型 (案) 表紙・総括表・一覧_220630」、https://www.ur-net.go.jp/chintai_portal/stock/lrmhph000000ebqe-att/stocktype_220630.pdf、(2023年9月25日にアクセス)
- 2) 川端巧己、大西康伸、「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」、日本建築学会第44回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集 (DVD)、pp.291-294、2021.12、京都