

# Uniclass を活用した BIM-FM データ連携自動化手法の提案

## A New Methodology on BIM-FM Data Integration Using Uniclass

○森脇 篤史<sup>\*1</sup>, 一ノ瀬 雅之<sup>\*2</sup>, 池上 宗樹<sup>\*3</sup>  
尾方 壮行<sup>\*4</sup>, Alkhalaf HAITHAM <sup>\*5</sup>, 柴田 英昭<sup>\*6</sup>  
Atsushi MORIWAKI<sup>\*1</sup>, Masayuki ICHINOSE<sup>\*2</sup>, Muneki IKEGAMI<sup>\*3</sup>  
Masayuki OGATA<sup>\*4</sup>, Alkhalaf HAITHAM <sup>\*5</sup> and Hideaki SHIBATA<sup>\*6</sup>

\*1 東京都立大学大学院都市環境科学研究科建築学域 博士前期課程

Graduate Student, Department of Architecture and Building Engineering, Tokyo Metropolitan University

\*2 東京都立大学建築学科 准教授 博士 (工学)

Associate Professor, Department of Architecture and Building Engineering, Tokyo Metropolitan University, Ph.D.

\*3 東京都立大学建築学科 客員研究員

Visiting Scholar, Department of Architecture and Building Engineering, Tokyo Metropolitan University

\*4 東京都立大学建築学科 助教 博士 (工学)

Assistant Professor, Department of Architecture and Building Engineering, Tokyo Metropolitan University, Ph.D.

\*5 東京都立大学建築学科 特任助教 博士 (学術)

Project Assistant Professor, Department of Architecture and Building Engineering, Tokyo Metropolitan University, Ph.D.

\*6 株式会社 FM システム 代表

FM System, Inc. Representative.

**Summary:** In the integration of data between BIM (Building Information Modeling) and FM (Facility Management) software, there are technical challenges such as the necessity of manual data input due to insufficient interoperability between the two software systems. This paper proposes a new method to automate the data integration between BIM and FM software. A unique aspect of the proposed method is the creation of a lookup table for BIM-FM integration using Uniclass, a UK faceted classification system, and performing automatic data linkage with programs in Dynamo, and Excel VBA. In a case study presented in the thesis, a lookup table of classification items from Uniclass and BELCA (Building and Equipment Long-life Cycle Association) is created, and simulations related to long-term repair plans are conducted using "FM-Integration", a cloud-based FM software. Towards the end of this paper, we discuss the challenges of the proposed methods, such as the necessity of pre-assigning Uniclass numbers to BIM objects during the modeling phase for automation, and problems on automation arising from the correspondence between Uniclass and BELCA classifications. Furthermore, it was discovered that for more detailed consideration of repair and renewal costs, it is crucial to adjust the level of detail of specific components.

**キーワード:** BIM; FM; CMMS; Uniclass; Dynamo

**Keywords:** BIM; FM; CMMS; Uniclass; Dynamo.

### 1. 研究背景と目的

効果的なファシリティマネジメント (以下「FM」とする。)を行う為には、建物施設情報をはじめとする多種多様な情報を収集し、管理する作業が必要不可欠である。とりわけ建物の設計・施工段階から情報を正確に引継ぎ、適切に管理することは、FM において非常に重要な作業であると言える。BIM (Building Information Modeling) は設計・施工・維持管理などの建築生産の各フェーズ間の円滑な情報連携の為に活用が期待されているが、FM に

おける BIM 活用には依然として課題があると考えられる。例えば、米国で開発された BIM-FM 連携の為にデータフォーマットである COBie (Construction Operations Building Information Exchange) は、多くの情報を手動で入力する必要があるため、BIM モデルの情報との整合性を厳格に審査する必要があることが示されている<sup>1)</sup>。FM 段階における BIM 活用が十分に進んでいない主要な原因として、このような BIM, FM 双方のソフトウェア間の相互運用性の不十分さの存在が考えられる。

一方、「Uniclass」は 2015 年に英国 NBS (National Building Specification) によって BIM への活用を前提に前身の「Uniclass2」から再編成された、建物の構成要素などを対象としたファセット型分類体系である。この Uniclass や米国の「Omniclass」は、その分類機能上の特性などから、FM における要素の分類に有用であることが示されている<sup>2)</sup>。特に Uniclass は、Omniclass と比較し、BIM オブジェクトの分類のような要素の物理的分類に適していると考えられる<sup>3)</sup>。これらの事から、Uniclass は BIM-FM データ連携に有用な分類システムであると考えられる。しかし、これまで Uniclass を BIM-FM データ連携のために活用した研究例は少ない。そこで本研究では、Uniclass を活用した BIM-FM データ連携の手法の提案を行う。また、実際の BIM モデルに対してケーススタディを実施し、BIM-FM 統合に関して得られた知見を示す。

## 2. データ連携手法

本研究で提案する BIM-FM 統合手法は、複数の既存分類体系を活用し、そのコードとコードの対応により連携を行う手法であり、特定のコード(タグ)を利用して BIM オブジェクトに対し FM に必要な情報(以下「FM 情報」という。)を格納することによりデータ統合を行う。BIM オブジェクトに付与された特定のコードとして、前述の Uniclass を活用する。つまり、Uniclass の Number (以下「Uniclass.Number」という。)と FM の為の分類項目のコード双方の対応表である Lookup Table (LUT) を作成し、プログラムにより自動的に連携先のコードをラベリングする手法である。ラベリングしたコードを元に FM 情報を BIM オブジェクトに格納し、最終的に FM 用管理システムである CMMS (Computer Maintenance Management System) ヘデータを受け渡す(図 1)。

この時データハンドリングの為のツールとしては、Autodesk 社の BIM ソフトウェア Revit に搭載されている VPL (Visual Programming Language) である「Dynamo」、及び Excel VBA を利用する。Dynamo を使用することで BIM オブジェクトから Uniclass.Number を一括出力することや、BIM オブジェクトに FM 情報を格納することが出来る(図 2)。また Excel VBA ではデータ検索の為の「VLOOKUP 関数」を使用し、事前に作成した Uniclass 分類と FM 分類の LUT から Uniclass.Number に対応するコードを検索する。

本手法における連携先の FM 分類体系としては、BELCA (公益社団法人ロングライフビル推進協会) による分類が挙げられる。BELCA による「建築物のライフサイクルマネジメント用データ集改訂版」は LCM (Life Cycle Management) に必要な設備の修繕・更新単価などのデータ集であり、建物の長期修繕計画の作成などに活用

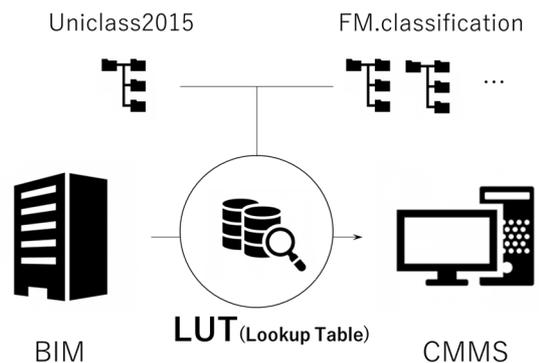


図 1 提案手法概念図

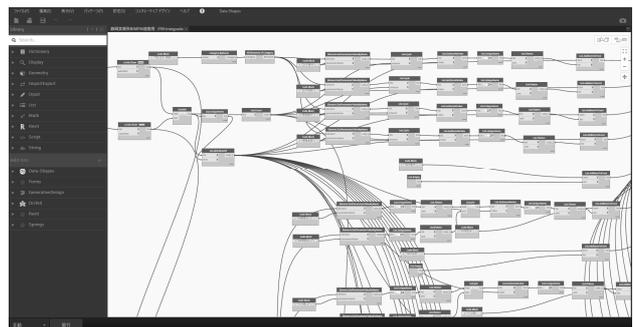


図 2 Dynamo を使用したデータ処理の様子

される<sup>4)</sup>。Uniclass-BELCA の連携例では、BIM オブジェクトに設備の修繕・更新単価や修繕単価係数などのデータを BIM オブジェクトの共有パラメータ若しくはプロジェクトパラメータに格納する。

提案手法の利点としては、Dynamo 等のツールの使用により連携を自動化できる点の他に、様々な FM 業務における拡張性を有している点や BIM モデル外でのデータのハンドリングにより BIM モデルを軽量化することが出来る点が挙げられる。拡張性に関しては、例えば BELCA 分類のそれぞれの項目に対して、点検や清掃など保守業務に関する情報を体系的に整備することで、BIM モデルを中心とした保守業務効率化の枠組みを構築することが出来る。

一方、提案手法の欠点としては、連携自動化の為に BIM モデルに Uniclass.Number が事前に付与されていることが必要となる点が挙げられる。本論文のケーススタディで使用した BIM モデルも、Uniclass.Number が付与されていなかったため、付与作業が必要であった。この問題の解決の為に、発注者による BIM モデルに関する要件である EIR (Employer Information Requirements) にて Uniclass.Number の付与を条件付けするなど、プロジェクトの初期段階から FM 段階での活用を見越した検討が重要となる。また Uniclass.Number 未付与の既存 BIM モデルに対しては、機械学習手法による自動付与技術の開発を行うことなどが考えられる。

### 3. ケーススタディ

#### 3.1. ケーススタディ概要

本稿では、静岡県に位置する地上3階建てオフィスビルTの施工BIMモデル(図3)のオブジェクト(建築部門に限る。)を対象にBIM-FMデータ連携自動化の検証を行う。ケーススタディのフローチャートを図4に示す。初めに、作成したUniclass-BELCAのLUTをもとにBIMオブジェクトにBELCA分類のコード(以下「BELCA.ID」という。)をラベリングする。同様の手法を用いてBIMオブジェクトにFM情報を格納し、Dynamoによる集計を行った後、クラウド型FMプラットフォームである「FM-Integration(株式会社FMシステム)」にインポート可能な形でデータを出力する。なお、DynamoによるFM情報の集計には、BIMにより計算した面積や個数などの「数量情報」を含む。連携先のFM-Integrationでは長期修繕計画に関するシミュレーションを行い、最後にシミュレーション結果を反映したデータをBIMモデルに再格納する。本章では図4のフローに沿って連携自動化検証の過程を示す。

#### 3.2. BELCA.IDの格納

初めにDynamoを使用しBIMオブジェクトの属性情報であるUniclass.NumberをExcelに一括出力する。「All Elements In Active View」nodeは表示されているビューの全てのオブジェクトを同じ順序で取得するため、要素を配列に格納し処理できる(図5)。取得したオブジェクトのUniclass.Numberを「Element.GetParameterValueByName」nodeにより取得後、Excelに出力する。

出力したUniclass.Numberに対し、作成したUniclass-BELCAのLUTをもとに対応するBELCA.IDを検索する。検索はExcel VBA上で「VLOOKUP関数」を使用するプログラムを作成することにより行う。

その後、検索したBELCA.IDをDynamoによりBIMオブジェクトのパラメータに格納する。Elementの取得には前述の「All Elements In Active View」node、BELCA.IDの格納には「Element.SetParameterByName」nodeを使用する。プログラムの実行により、それぞれのオブジェクトに対し適切なBELCA分類項目のBELCA.IDが付与される。

図6にプログラムの実行結果の例を示す。図6に示すBIMオブジェクトは「鋼製ドア」オブジェクトであり、「Metal doorsets」というUniclass分類に対し、「スチール製建具」というBELCA分類のBELCA.IDがラベリングされている。なお、ケーススタディではUniclassの「Ss:Systems Table」及び「Pr:Products Table」の2つのテーブルを使用しており、Ssテーブルは機能を有するシステム、部品の集合。Prテーブルはシステムを構成する部品という認識で、この2つのテーブルのコードを使用した。

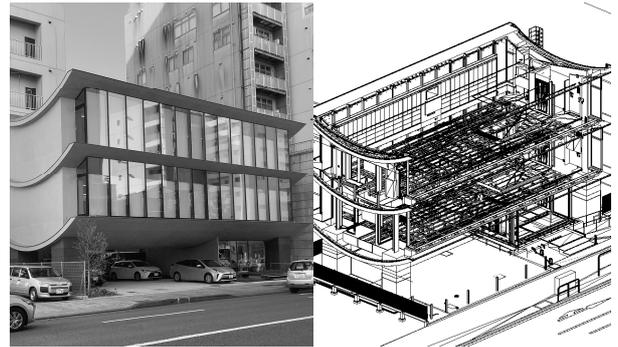


図3 ビルTの外観(左)とBIMモデルの3DView(右)

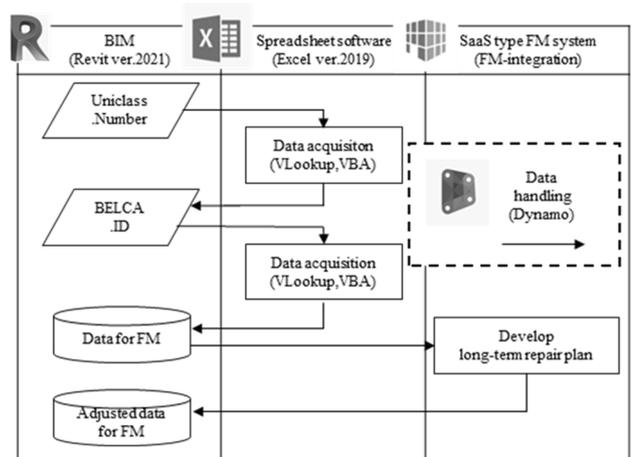


図4 ケーススタディのフローチャート

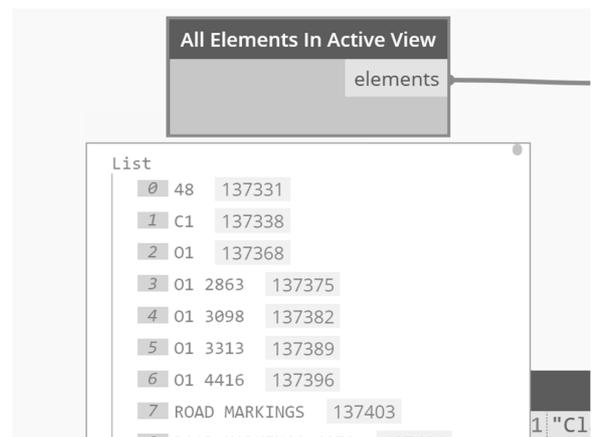


図5 All Elements In Active View node

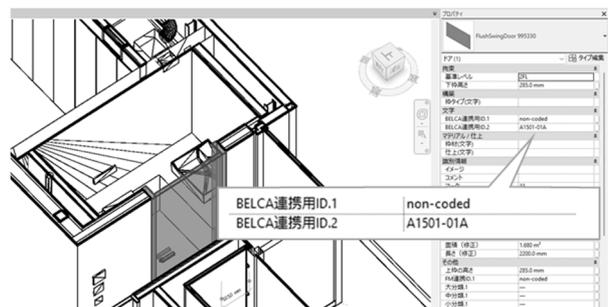


図6 「鋼製ドア」オブジェクトに格納したBELCA.ID

### 3.3. FM 情報の格納

続いて、オブジェクトに単価や更新周期などの FM 情報を格納する。作成したプログラムのフローは概ね前節の BELCA.ID の格納用のプログラムと同様であり、格納した BELCA.ID を Excel に一括出力した後、BELCA によるコスト関連データから対応するデータを検索し、Dynamo により BIM モデルに格納する。実行の結果を図 7 に示す。「鋼製ドア」の更新単価や更新周期などの情報が格納されている。

また前節の BELCA.ID の格納の際にも必要な操作であるが、情報の格納先である「パラメータ」を予め作成しておく必要がある。表 1 に、作成した FM 情報格納用のパラメータを示す。このように作成するパラメータは複数あるため、全てのパラメータを一括で作成する Dynamo プログラムを作成した。これにより他のプロジェクトにおいてもパラメータを一つ一つ手作業で作成することなく全パラメータを作成できる。なお、スタディでは他のプロジェクトにパラメータを適用しないためプロジェクトパラメータにて作成したが、パラメータの汎用性を考慮すると、共有パラメータで作成することが望ましいと考えられる。

### 3.4. FM 情報の集計

続いて、FM 用プラットフォームである FM-Integration との連携のために、BIM モデルのオブジェクトに格納した FM 情報の集計を行う。その後、FM-Integration にインポート可能な形式で Excel に出力する。FM 情報の集計はパラメータ「FM 連携 ID」毎に行う。このパラメータには、基本的に BELCA.ID と同じ値が格納されるが、その機能は同じ FM 連携用 ID をもつオブジェクト毎に FM 情報の集計をすることである。「BELCA.ID」と「FM 連携 ID」の二つのパラメータを作成することにより、同じ Uniclass.Number、BELCA.ID をもつオブジェクトに対して別々に FM 業務の検討（修繕・更新工事の実施年度の検討など）をすることが出来る。

また、項目毎の個数や面積といった数量情報に関しても Dynamo を使用して集計し、運用情報と合わせて出力する。FM 連携 ID による BIM オブジェクトのフィルタリングには「Filter.ByParameter」node (図 8) を使用し、また数量情報の集計には「Python」のコードを記述することができる node を使用する。なお、Dynamo の node は必要に応じて Web 上に公開されている node のパッケージをアウトソースすることができ、この node は「Orchid パッケージ」<sup>5)</sup> というパッケージをダウンロードすることで使用することが出来る。

出力した Excel データを、Web 上で FM-Integration でインポートすることにより、Revit と FM-Integration を連携することが出来る。

FM連携ID.2	B2701-01A
大分類.2	内部仕上
中分類.2	内部パネル建具
小分類.2	スチール製建具
単価.2	50910.000000
単位.2	箇所
数量列名称.2	Count
更新周期.2	35
修繕周期.2	5
更新単価係数.2	1.297000
修繕単価係数.2	0.356000
修繕率.2	0.150000

図 7 「鋼製ドア」オブジェクトに格納した FM 情報

表 1 作成した FM 情報格納用パラメータ

パラメータ名称	パラメータの説明
エリア番号	建物のエリアの番号
エリア名称	建物のエリアの名称
建物番号	建物の番号
建物名称	建物の名称
FM 連携 ID	FM 情報集計用 ID
大分類	BELCA 分類における大分類
中分類	BELCA 分類における中分類
小分類	BELCA 分類における小分類
単価	項目の単価情報
単位	項目の数量の単位
数量列名称	項目の数量集計のためのタグ
更新周期	項目の更新周期
修繕周期	項目の修繕周期
更新単価係数	項目の更新単価係数
修繕単価係数	項目の修繕単価係数
修繕率	項目の修繕率 (数量係数)
最終更新年	最後に更新工事を実施した年度
最終修繕年	最後に修繕工事を実施した年度
使用期間開始	使用を開始した年度
使用期間終了	使用を終了した年度
備考	参考情報

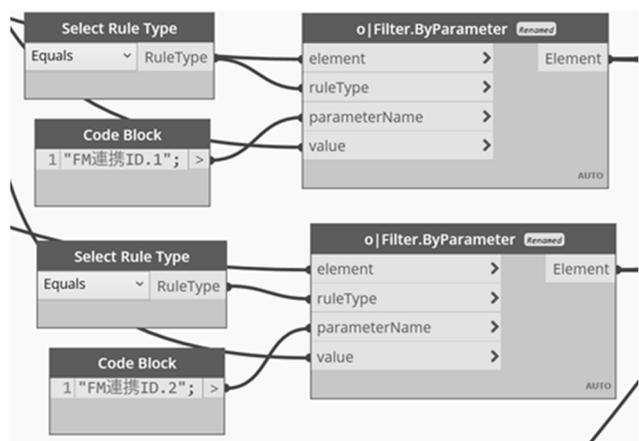


図 8 オブジェクトのフィルタリング用 node

### 3.5. 長期修繕計画シミュレーション

初めに、出力した Excel ファイルを web 上でインポートすることで、FM-Integration に BIM からの情報の受け渡しを行う (図 9)。データを FM-Integration にインポートした後、長期修繕計画に関するシミュレーションを行う。ソフトでは、インポートしたデータから年度別の修繕・更新工事費やその内訳を示したグラフなどを表示することが出来る (図 10)。本機能を利用して、web 上で簡単に修繕・更新工事の実施予定年度に関するシミュレーションを行うことが出来る。なお、Excel に出力し詳細な分析を行うことも可能である。

ここで一般に、特定の年度に修繕・更新工事が集中することは建物の長寿命化を妨げる要因となることが示されている<sup>9)</sup>。そこで、例えば金額の大きな項目の工事実施予定年度を数年ずらし、計画年数全体の修繕・更新工事費を平準化する検討を行うこととする。その結果を図 11 に示す。「2050 年」「2060 年」などの工事が集中していた年度において、年間総工事費が減少し、工事費が平準化されていることが分かる。このように BIM と FM ソフトの連携によって、修繕・更新工事の計画作成の支援を行うことが出来ると考えられる。

### 3.5. BIM モデルへのシミュレーション結果の反映

最後に、FM-Integration にて各種検討を行った結果を BIM モデルに反映させる。ここでは、前節にて検討を行った修繕・更新工事の実施予定年度に関する情報を反映させることを考える。情報を反映させる目的は、検討した内容について BIM から直ぐに情報を取り出せるようにするため、及び BIM を使用してシミュレーション結果を視覚的に参照することが出来るようにするためである。

情報の反映は、BIM オブジェクトに検討した運用情報を再格納することにより行う。作成したプログラムの構成は前述のものと概ね同様であり、FM-Integration の上で調整した情報などを Excel に出力し、Dynamo を使用して Excel から BIM へ情報を再格納する。今回は、前節の工事費平準化において検討した、次回の工実施予定年度について、オブジェクトの「備考」パラメータの欄にその情報を入力している (図 12)。またシミュレーション結果だけでなく実際に行われた修繕・更新工事の情報も BIM オブジェクトに格納することで、BIM モデル内で視覚的に情報を参照することが出来るともに、FM-Integration 上で工事の情報を管理することができる。

## 4. 考察と今後の展望

### 4.1. Uniclass.Number の事前付与の必要性

本研究の提案手法における BIM-FM 連携の自動化は、BIM モデルのオブジェクトに Uniclass.Number が事前に付与されていることが前提条件となっている。しかし、



図 9 FM-Integration へのデータインポート

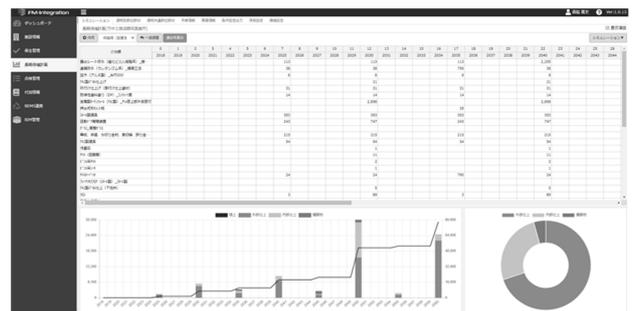


図 10 FM-Integration を使用した長期修繕計画の作成

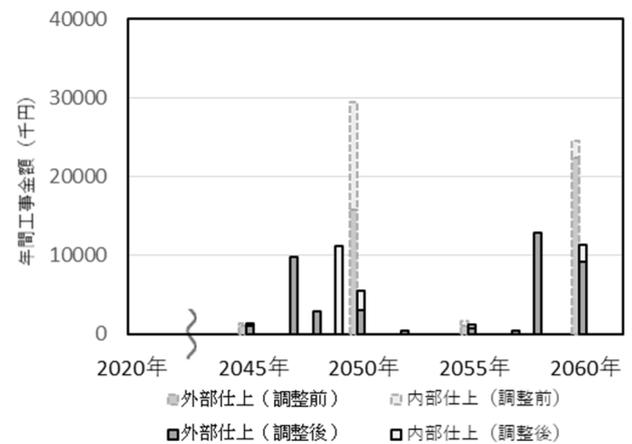


図 11 修繕・更新工事費平準化の検討



図 12 次回工実施予定年度情報の格納

前述のように、今回の検証で使用した BIM モデルには Uniclass.Number が付与されていなかったため、手作業で Number を付与する必要があった。なお付与作業には Revit のアドイン「BIM Interoperability Tools(Autodesk 社)」を使用した。アドインには Uniclass.Number の検索などの補助機能があり、作業の手数を減らすことができる。

上記の現状より、今後の研究の展望として、第一に取り組むべき事項に「Uniclass.Number」の自動付与手法の探究が考えられる。手法として、BIM オブジェクトの「名称データ」や IFC データ、ビューのキャプチャ等を入力とし、「自己教師あり学習モデル (SSL)」を用いた機械学習手法等により自動的に Uniclass.Number の付与が行える可能性がある。

#### 4.2. Uniclass.Number と BELCA.ID の対応関係

ケーススタディにおいて、BIM モデルより情報を抽出した修繕・更新対象項目のうち、BIM-FM 連携のために人為的選択行為の必要が無かった項目を「自動化達成項目」と定義する。(ここで的人為的選択行為とは、例えば BIM オブジェクトへの BELCA.ID のラベリングにおいて、図面等を確認し手動でラベリングする行為などを指し、Uniclass.Number の付与作業を除く。) 自動化達成項目は 37 項目中 25 項目、約 67.6%という結果になった。残る約 32.4%の項目において連携自動化が達成されなかった要因として、Uniclass.Number と BELCA.ID の対応関係が考えられる。例えば BELCA 分類上でのみ、項目の「素材」による詳細な分類がされている場合 (表 2) など、一つの Uniclass.Number に複数の BELCA.分類項目が対応している場合、人為的選択行為が必要となり、連携自動化に問題を生じる。Uniclass.Number の自動付与同様、自動で最適な連携を可能にする手法の探究が必要と考えられる。

表 2 連携自動化に問題が生じるパターン

Uniclass.Number	Description	BELCA.ID	BELCA 小分類
Ss_30_20_70_70	Raised access floor systems	B0804-01A	フリーアクセスフロア <sub>アルミ</sub> 製
		B0804-02A	スチール製
		B0804-03A	コンクリート製
		B0804-04A	スチール+コンクリート製
		B0804-05A	樹脂製

#### 4.3. モデリングの詳細度 (LOD) について

ケーススタディにおいて、長期修繕計画作成のために BIM から抽出した項目数は 37 項目であり、建物に対して詳細なファシリティマネジメントを実施する為には、抽出項目数は現状より増加することが望ましいと考えられる。その際に重要になるのがモデルの詳細度を示す LOD (Level of Development) である。例えば、「壁」オブジェクトは「単層壁」としてではなく、壁下地と仕上材料が別オブジェクトとして存在する「複層壁」としてモデリングされている方が、それぞれの修繕・更新工事の

検討を行うことが出来る。BIMForum による「LOD Specification Version:2021」<sup>7)</sup>を参照すると、壁オブジェクトが複層に分かれるのは LOD350 以上の詳細度であり、壁オブジェクトに関しては、各項目の修繕・更新工事の検討のためには LOD350 以上が必要であることが分かる。

#### 5. 総括

本稿では、BIM-FM 統合の手法として、Uniclass と FM のための分類の LUT (Lookup Table) を作成し、自動的にデータの連携を行う手法を提案した。提案手法の連携自動化のツールに Dynamo 及び Excel VBA を使用している。提案手法の利点は、データ連携の自動化の他に様々な FM 業務において活用できる拡張性を有している点などが挙げられる。本研究では、実際の BIM モデルに対し、BIM-FM 統合を実施するケーススタディを行った。スタディでは、BIM からクラウド型 FM プラットフォームである FM-Integration にデータを受け渡し、長期修繕計画に関するシミュレーションを行っている。スタディから得られた知見として、BIM-FM の連携自動化には Uniclass.Number の事前付与が必要である事や、LUT の構成要素の対応関係により連携自動化に問題が生じるパターンがある事が挙げられる。

#### 【謝辞】

株式会社竹中工務店の皆様にはオフィスビル T の BIM モデルデータを提供していただきました。関係する皆様に深く御礼申し上げます。

#### 【参考文献】

- 1) Vishal Kumar and Ai Lin Evelyn Teo. Development of a rule-based system to enhance the data consistency and usability of COBie datasheets. 2021. Journal of Computational Design and Engineering, 2021, 8(1), 343-361. DOI: <http://doi.org/10.1093/jcde/qwaa083>
- 2) Behlul Kula and Esin Ergen. Review of Classification Systems for Facilities Management. 2018. 13th International Congress on Advances in Civil Engineering (ACE2018).
- 3) 公益社団法人 日本建築積算協会情報委員会. BIM による積算の標準化検討部会 部会 4. 2019 年度活動成果報告書:第 4 回建築 BIM 推進会議資料 6.2019
- 4) BELCA(公益社団法人ロングライフビル推進協会).” LC 評価、長期修繕計画、診断、資産評価、ER のための建築物のライフサイクルマネジメント用データ集改訂版”. BE LCA/出版物. <http://www.belca.or.jp/lcmdate.htm> (アクセス日: 2023.6.21)
- 5) Github.erfajo/OrchidForDynamo. <https://github.com/erfajo/OrchidForDynamo> (アクセス日: 2023.1.23)
- 6) 大西 康伸, 位寄 和久, 柴田 洋希. 施設群を対象とした建物外装の生涯修繕・更新費の推定と単年度投資額平準化手法に関する研究. 2012. 日本建築学会計画系論文集 第 77 巻 第 674 号, 775-783, 2012 年 4 月. DOI: <https://doi.org/10.3130/aija.77.775>
- 7) BIMForum .Level of Development SpecificationVersion:2021<https://bimforum.org/resource/level-of-development-specification/> (アクセス日: 2023.4.25)