

# NFC タグ読取りと BIM とを組み合わせた物品管理に係る機能の開発 Development of Function Related to Items Management Combining NFC Tag Reading and Building Information Modeling

○松林 道雄<sup>\*1</sup>

Michio MATSUBAYASHI<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 建築研究所建築生産研究グループ 主任研究員 博士（社会工学）

Senior Research Engineer, Dept. of Production Engineering, Building Research Institute, Ph.D. in Policy and Planning Sciences

**Summary:** Recently, interest in digital transformation has been growing, and BIM (Building Information Modeling) is attracting attention as one of the technologies to achieve this in the architectural field. One topic related to the use of buildings is the proper management of items in an organization, an act necessary for the smooth operation of its business. In order to realize effective items management, this study developed a method using NFC tags for the management and a tool to change the location of goods in a BIM model using records entered with these tags. In the case study, we chose information devices as the items in which movements would occur. NFC tags got attached to information devices and rooms. When an item's movement is recorded, information such as its number and room name can be easily entered using the NFC reader built into the smartphone. Using an add-on tool implemented on the BIM software, the placement of devices based on the date specified in the database software is reflected in the corresponding objects in a BIM model. In addition, by using the coordinate values of objects in a BIM model, the calculation of travel distance for each device was made possible.

**キーワード:** BIM; NFC タグ; スマートフォン; 備品管理; 座標情報

**Keywords:** Building information modeling; NFC tag; smart phone; office equipment management; coordinate information.

## 1. はじめに

### 1.1. 背景と目的

昨今では Digital Transformation (DX) の話題に見られるように、各種業務の革新的な改善を目指した IT 技術の積極的な活用が注目が集まっている<sup>注1</sup>。インフラ分野も DX への関心が高く、建築物においては 2019 年に建築 BIM 推進会議が設置されるなど、BIM (Building Information Modeling) 活用のための環境整備が進行している。特に設計・施工段階での活用に焦点が当てられ、これらの段階にて BIM モデルは詳細なものとして構築されていく。建築物との関連が強い BIM は DX の観点からみて、これを達成するための技術の一つとして期待されている。一方で、完成された BIM モデルに含まれる膨大な数の要素のジオメトリと属性情報の活用の仕方については未開拓なところも大きい。

ところで備品などの物品管理は、組織運営における円滑な活動に必要な位置付けにある。これらを細かく管理するとなると、膨大な数の移動記録を扱うこととなるが、管理が疎かになると組織内外の物品の把握ができなくなり、各種業務やセキュリティに支障を来す。

DX の文脈において、システム開発を外部組織任せにせず、自組織内で手掛けていくことも注目されており、プログラミングの専門的知識がなくてもシステムが構築

できる概念を指すローコード・ノーコードへの関心も高い。BIM などの先端技術においてはスクラッチな開発も必要とされるが、例えばスマートフォンが備える各種機能と NFC (Near Field Communication) タグ等との連携など、いくつかのデジタル技術においては他の技術と容易に連携が取れるように環境整備が進んでいる。

以上を背景として、本論文では建築物の利用場面での BIM を用いた DX を実現する一つのあり方として、NFC タグ読み取り機能と BIM とを連携させた移動の伴う物品の管理手法を開発することを目的とした。NFC タグを用いた入力作業の省力化と BIM モデル内のオブジェクトが持つ座標値を用いることに焦点を当てて開発した。

### 1.2. 既往研究の整理

維持管理場面における BIM の活用においては、BIM モデルを施設管理業務向けに有効活用できるよう仕立てたシステムが仲間ら<sup>2)</sup>や Lin ら<sup>3)</sup>によって提案されている。家具への利用に着目するものとして、松本らはオフィスプランニングにおける BIM 活用の効果を測定した<sup>3)</sup>。ファシリティマネジメントに関しては、大学施設情報のデータベースを作成しキャンパス FM に活用する竹下らの取り組み<sup>4)</sup>がある。備品管理については、Web ブラウザを介して管理する CAFM システムの提案が見られる<sup>5),6)</sup>。

IC タグを用いた備品管理手法について宗本らの研究<sup>7)</sup>がある。備品管理については平面図の CAD データ内に記される空間と紐付けて管理する提案が多い。物品管理は関心度の高い話題であるが、BIM が持つ情報を備品管理に活用するという観点からの知見は少ない。また、QR コードと比較して NFC タグを用いる例は少ない。

## 2. 研究方法

物品の移動情報を管理するデータベースと BIM とを連携させる枠組みを構築する。併せて、物品移動の記録において NFC タグ読取りによる入力手段を組み込む。データベースソフト上で日付を指定し、この日の物品ごとの配置場所を示す。BIM モデル内の対応するオブジェクトの配置変更について、開発した BIM ソフトのアドオンツールを用いて実行する。運用試験として情報システム機器台帳に登録される情報システム機器を対象に、施設内で物品の移動を仮想的に生じさせ、この移動記録を蓄積する。任意の日付における物品配置の BIM モデルへの反映を確認する。また、物品ごとの移動距離の計算を BIM ソフト上及びデータベースソフト上にて実行する。

## 3. ケーススタディの対象

### 3.1. 施設

ケーススタディの施設は茨城県つくば市に位置する事務所建築とした。表 1 に概要を示す。過去に実施された工事の設計図面の記載情報に基づいて既存建築物の BIM モデルを構築した。建築工事の基本設計程度の反映がされた BIM モデルの外観は図 1 の通りである。部屋オブジェクトも配置されたものとなっている。

表 1 対象施設の概要

| 項目   | 内容                   | 外観                                                                                  |
|------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 建築年  | 1978 年               |  |
| 構造   | SRC 造                |                                                                                     |
| 階    | 地下 1 階～地上 7 階        |                                                                                     |
| 延床面積 | 13,335m <sup>2</sup> |                                                                                     |

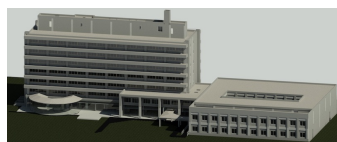


図 1 BIM モデルの外観

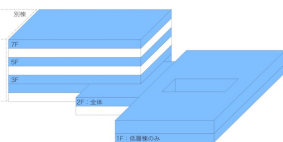


図 2 無線 LAN の範囲

### 3.2. ネットワーク環境

本稿にて開発したシステムは対象機関のネットワーク環境に依存する。特に無線 LAN の範囲内であれば、スマートフォン等を用いた物品の移動記録の入力作業が可能である。対象機関による無線 LAN の範囲を図 2 に示す。基本的に執務エリアに渡ってアクセスできるようになっ

ている。5 フロアをカバーしているが、内エントランス階は執務スペース以外が除外される。一方で、別機関によるフロア、隣接する別棟では利用することができない。

## 3.3. 物品

ケーススタディの物品として情報システム機器を扱った。対象施設を使用している機関においては、部署ごとに所有している情報システム機器を把握するために、台帳を用意しこれを管理している。機器種類として、デスクトップとラップトップ、タブレット、スマートフォン、プリンター、NAS、無線 LAN ルーターを扱った。いくつかの機器種類は移動が伴うものであり、以降で記す運用実験における場面想定にも合致することから選定した。

## 4. システムの開発

### 4.1. システムの概要

開発したシステムの構成を図 3 に示す。本研究では BIM ソフト<sup>注2)</sup>を操作する端末にて BIM モデル内の物品配置を変更する。BIM ソフトと 2 種類のデータベースソフトを連携させた。物品の情報は BIM 内の対応する要素の ID を用いて紐付けることとした。情報システム機器については対応するオブジェクトがなかったため、簡単な形状による雛形を作成し (図 4)、BIM モデル内に配置した。BIM ソフトからのデータベース<sup>注3)</sup>への書き出しは既存のアドオンツールを使用した。データベースソフト間はデータ連携には ODBC ドライバを使用した。物品の移動記録はスマートフォン等を用いてデータベースソフト<sup>注4)</sup>へ蓄積させる。後述する BIM モデルから属性情報を書き出すアドオンツールについては独自に開発した<sup>注5)</sup>。

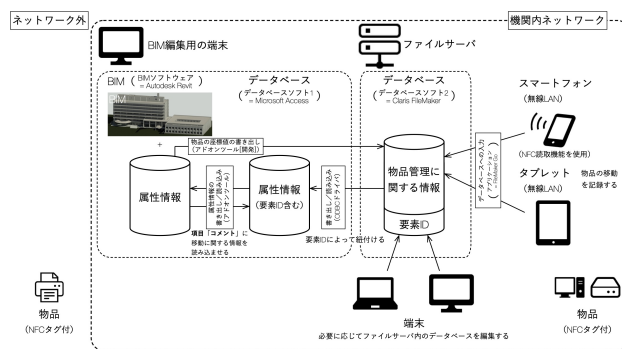


図 3 システムの構成

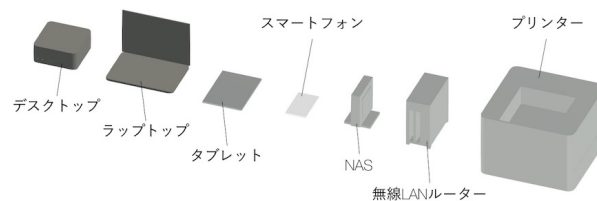


図 4 情報システム機器に対応するオブジェクト

4.2. NFC タグを用いた物品移動の記録

物品移動の記録には主にスマートフォン<sup>注6)</sup>を用いる。一部の入力に NFC タグを組み込んだ。表 2 にアプリケーションの入力画面にて設定した項目を示す。備考を除く 7 項目は各種操作に直結するボタンに対応させ、手間のかかるフリック入力を減らした。図 5 左はスマートフォン上の入力画面を写しており、例えば上方の NFC タグに対応するボタンを押下すると図 5 右の画面に切り替わる。

スマートフォンのアプリケーション<sup>注7)</sup>を用いて、NFC タグ<sup>注8)</sup>に部屋名と物品の管理番号を収録させた。NFC タグは図 6 に示すように物品及び部屋の一箇所に貼付する。QR コードとの違いに、タグ自体を視覚的に隠せることが挙げられる。ただし、動作確認をする中で、その読取りは近距離であること、表面が金属となるものについては読取りが困難であることを確認した。金属面には下地としての磁性体シール貼付等の処置を必要とする。

図 7 は入力例に対して全てフリック入力する場合と表 2 によるものとの入力時間の比較を示したものである。試算により実施した。秒数では 40 秒程度、割合では 1/2 程度となった。物品番号や部屋名といった入力が煩雑と

表 2 入力画面の設定項目

| ボタン対応             | 手入力         |
|-------------------|-------------|
| 実施日 (本日の日付)       | 記録者 (プルダウン) |
| 物品番号 (NFC タグ読取り)  | 種別 (プルダウン)  |
| 移動前場所 (NFC タグ読取り) | 備考          |
| 移動後場所 (NFC タグ読取り) |             |
| 撮影写真 (カメラ)        |             |

( ) は中身に応じた操作がされるように設定した。



図 5 入力画面 (左: 一覧、右: NFC タグ読取り)



図 6 NFC タグの貼付例

| 入力例                                                                                                                         | 入力内容                      |              | 手入力 |                                                                                                                | ボタン含む |                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                             | 時間                        | 内訳           | 時間  | 内訳                                                                                                             | 時間    | 内訳                                                                                                             |
| 実施日: 2022/9/21<br>物品番号: 19-P-xxx001<br>移動前場所: 301<br>移動後場所: 302<br>撮影写真: (物品の写真)<br>記録者: 研究者A<br>種別: デスクトップ<br>備考: 未週に返却予定。 | 9                         | [数字]1秒 × 8文字 | 15  | [数字]1秒 × 3文字<br>[数字]1秒 × 1文字<br>[数字]1秒 × 1文字<br>[数字]1秒 × 3文字<br>[数字]1秒 × 3文字                                   | 1     | [ボタン]1秒<br>[読取]2秒                                                                                              |
| 移動前場所                                                                                                                       | 301                       |              | 3   | [数字]1秒 × 3文字                                                                                                   | 3     | [ボタン]1秒<br>[読取]2秒                                                                                              |
| 移動後場所                                                                                                                       | 302                       |              | 3   | [数字]1秒 × 3文字                                                                                                   | 3     | [ボタン]1秒<br>[読取]2秒                                                                                              |
| 撮影写真                                                                                                                        |                           | [写真撮影]       | 3   | [ボタン]1秒<br>[写真撮影]2秒                                                                                            | 3     | [ボタン]1秒<br>[写真撮影]2秒                                                                                            |
| 記録者                                                                                                                         | けんきゅうしゃ[変換]<br>[切替]A      |              | 12  | [ひらがな]1秒 × 5文字<br>かつ「[e]」は299<br>[読取]1秒 × 1回<br>[切替]1秒 × 1文字<br>[読取]1秒 × 1文字                                   | 1     | [プルダウン]1秒                                                                                                      |
| 種別                                                                                                                          | デスクトップ[変換]                |              | 10  | [ひらがな]1秒 × 3文字<br>かつ「[e]」は299<br>[読取]1秒 × 1回                                                                   | 1     | [プルダウン]1秒                                                                                                      |
| 備考                                                                                                                          | らいしゅう[変換]に<br>へんきよくてい[変換] |              | 19  | [ひらがな]1秒 × 4文字<br>かつ「[e]」は299<br>[読取]1秒 × 1回<br>[ひらがな]1秒 × 8文字<br>かつ「[e]」は299<br>[読取]1秒 × 1回<br>[ひらがな]1秒 × 1文字 | 19    | [ひらがな]1秒 × 4文字<br>かつ「[e]」は299<br>[読取]1秒 × 1回<br>[ひらがな]1秒 × 8文字<br>かつ「[e]」は299<br>[読取]1秒 × 1回<br>[ひらがな]1秒 × 1文字 |
|                                                                                                                             |                           |              | 74  |                                                                                                                |       | 34                                                                                                             |

図 7 入力時間の比較 (試算による)

なる項目を NFC タグ読取りに代替させることで、一定の入力作業の省力化が見込める。

4.3. 移動記録の BIM モデルへの反映

移動記録を BIM モデルへ反映させる作業の流れについては図 8 の通りとした。データベースソフト 2 では任意の日付における物品の配置場所を表示するプログラムを用意した。図 9 は実行画面で、物品ごとに指定した日付時点の設置場所が示される。データベースソフト 1 への転記に使用する欄については、移動前後の部屋名を合成させた。データベースソフト 1 では指定日の設置場所の情報を反映させるためのクエリを用意した。データベースのリンク更新後に、これを実行し BIM モデルに対応するデータベースを書き換える。BIM ソフトにおいては属性情報一式の更新をまず行う。表 3 は開発したツール一式だが、この中の「物品の移動」を使用すると、項目「コメント」に記載される情報に基づいて物品が移動する。

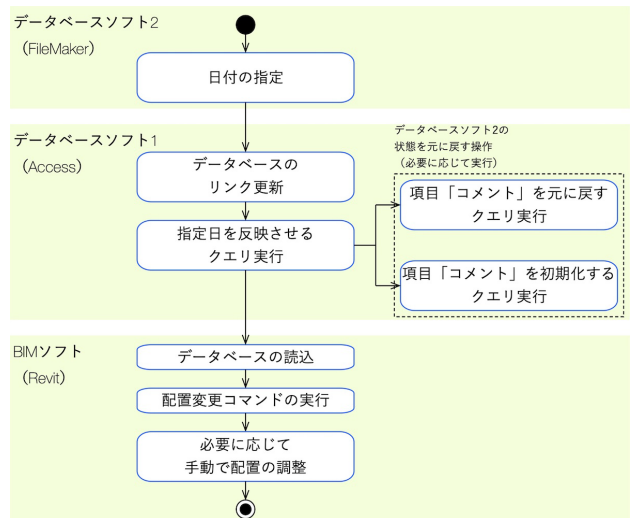


図 8 移動記録を BIM モデルへ反映させる作業の流れ

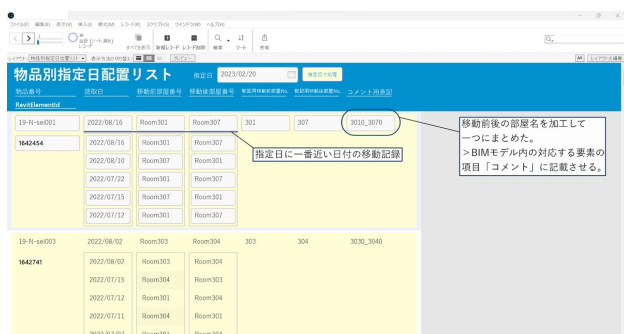


図 9 任意の日付の指定（データベースソフト 2）

表 3 開発したコマンド一覧

| 項目          | 内容                                        |
|-------------|-------------------------------------------|
| 物品の移動       | 各物品にある項目「コメント」の値に基づき、該当するものを移動後の部屋に移す。    |
| 部屋の基準点の変更   | 全ての部屋の Location Point を部屋の境界ボックスの中心に移動する。 |
| 部屋の基準点の書き出し | 全ての部屋の座標値を CSV ファイルとして書き出す。               |

## 5. 運用試験

### 5.1. データ収集

開発したシステムの性格を把握するための運用試験を実施した。運用試験でのデータ収集の概要について表 4 に示す。前章に記載の通り該当物品に添付された NFC タグを直接読み取るのが理想であるが、各室の利用者の都合を考慮し代替手段を講じた。具体的には対象物品が設置される部屋のドアに図 10 に示すマグネットバーを設置し、これに部屋及び情報システム機器に対応する NFC タグを貼付した。また、施設外の持ち出しも扱ったため棟名称に対応する NFC タグも用意した。棟名称を記録する NFC タグは 3 階の会議室に設置した。移動記録を入力する際には、移動前後の部屋及び該当物品が収録されるマグネットバーまで足を運ぶ。作業自体は全て著者によって行われたが、開発したシステムの構成を踏まえて、図 11 に示すような登場人物がデータ処理をする想定とした。現地において、表 2 に掲載する操作の多くをボタン入力で済ませる。備考欄については、現地で一部分のみ入力し残りは自席の端末で入力する。また、本人でなく他の人に任せる場合もある。ところで、配置パターンの組合せ数を考慮して移動イベントを発生させたため、実際の運用よりは頻度が高いものとなっている。

実際には実施期間において機関内ネットワークが機能し、これを用いてデータベースへの記録ができるかどうかを確認する意味合いが強かった。入力作業の時間計測はしなかったが、フリック入力の場合が少なかったことから図 7 に掲載する作業の省力化は実感できた。対象物品の多くが設置される 3 階での記録に支障はなく、7 階も問題はなかった。ただし、別棟での記録についてはネットワーク外であるため実施できないことを確認した。

表 4 運用試験でのデータ収集の概要

| 項目   | 内容                           |
|------|------------------------------|
| 実施期間 | 2022 年 6 月～2023 年 3 月        |
| 対象台帳 | 情報システム機器台帳（所属部署内で管理）         |
| 対象物品 | 30 点                         |
| 設置室  | 3F：9 室、7F：1 室、隣接する別棟：1 室（3F） |
| 記録件数 | 360 件                        |
| 記録日数 | 114 日                        |

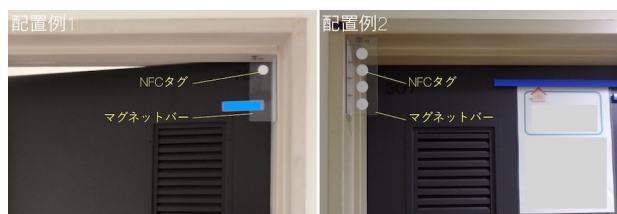


図 10 NFC タグを収録したマグネットバーの外観

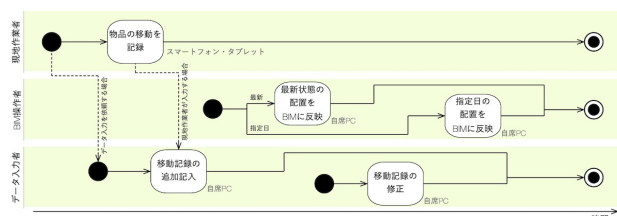


図 11 想定するデータ処理のフロー

### 5.2. 任意の日付における配置の表示

表 4 の移動記録を用いて、いくつかの日付の配置状況を BIM モデルに反映させた。図 12 は指定した日付における物品の配置状況を BIM ソフト上に反映させた一例である。図 8 に示すようにデータベースソフト 2 で日付を指定するところから始め、データベースソフト 1 を経由し BIM モデル内の対応する要素の属性情報に反映させる。そして、BIM ソフト上でコマンド「物品の移動」(表 3) を実行することにより物品を移動させる。一つの部屋に複数物品が移る場合、当コマンドでは部屋の基準点から一定の間隔で順番に並べて配置するに留めている

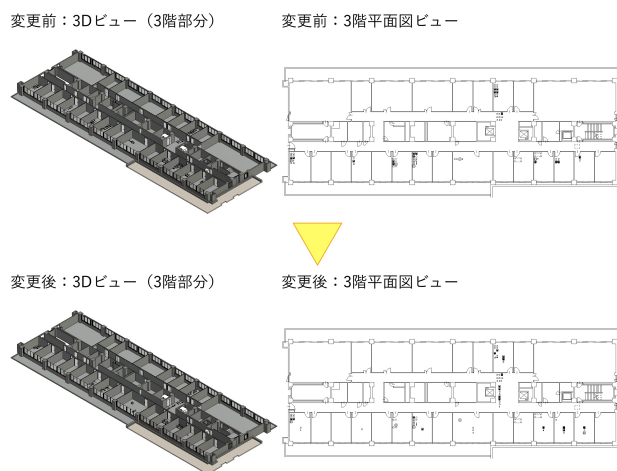


図 12 物品移動の反映結果の一例（BIM ソフト）



ため、必要に応じて手動で配置を調整した。図 12 に示すように BIM モデル内のオブジェクトと物品との対応がされていると、移動記録を用いてその配置を視覚的に把握することができる。運用試験においては、表 4 に掲載する記録日数の分の配置組合せを示すことが可能である。

### 5.3. 移動距離の計算

物品管理において BIM を介する利点の一つとして、BIM モデル内の対応する要素及び部屋オブジェクトの座標値を使用できることに注目した。NFC タグに部屋名を書き込んでおり、これを BIM モデル内の部屋オブジェクトの名称と対応させているためこれの座標値を用いる。ケーススタディに用いた物品の管理台帳においては部屋名の項目はあるが、移動距離を計算する考えは設定されていなかった。そこで、物品ごとの消耗度を把握するための指標としてこれを用いることを試みた。

図 13 に示すように移動距離の計算方法を設定し、一移動の距離を算出できるようにした。他棟への移動も併せて扱うことを踏まえ、部屋間の移動経路に精緻さを求める必要がないと判断したことから、平面方向は部屋の基準点間を直線で結ぶこととし、高さ方向は階高の差とした。また、他棟への移動が含まれる場合、対象施設から該当する棟までの距離を定数として設定した<sup>注9)</sup>。部屋の基準点には、部屋オブジェクトの「Location Point」の座標値を用いた。ただし、これは手動による部屋の配置時に任意の場所にて決定されるものである。そのため、事前にコマンド「部屋の基準点の変更」(表 5)を用いて、部屋の「Location Point」を境界ボックスの中心にそろえた上で距離を計算した。部屋の「Location Point」を含め各オブジェクトの位置・形状情報を扱う際、これらはモデリング時の設定の影響を受けるため、BIM モデルによる基データにまで立ち返っての検討を要した。

移動距離を計算するアプリケーションの場所については 2 箇所検討した。図 14 は BIM ソフト上でコマンド「物品の移動」を実施した後の様子である。最後にウィンドウを発生させ、移動のあった物品ごとに移動距離を表示させている。図 15 はデータベースソフト 2 にて物品ごとの移動回数及び移動距離を集計した結果のグラフを表示している。この操作を当データベースソフト上で実現するために、部屋オブジェクトの情報を管理するテーブルを別途設けて、BIM モデル内の各部屋オブジェクトの座標値をコマンド「部屋の基準点の書き出し」(表 3)を用いて書き出したものを取り込んだ。各移動の移動前後の部屋名に紐づいた座標値を用いて、同じレコード内に移動距離を記載させた。蓄積した移動記録を用いることができるため、物品ごとにこれらの累積を計算している。運用試験では仮想にて移動を発生させたが、移動距離も累積で捉えられると物品ごとの消耗度合いなどの見方を

提示できると見込む。ここまでの作業を踏まえて、表 5 に BIM を介した物品管理の特徴について整理した。

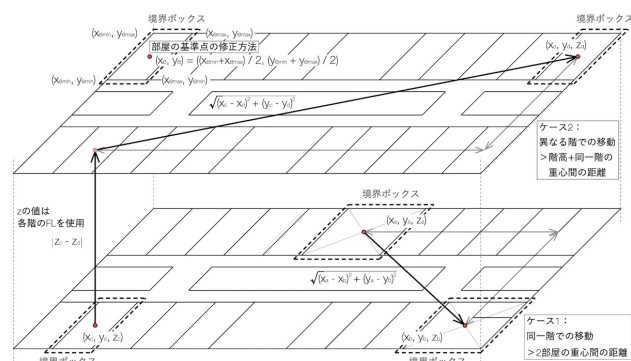


図 13 移動距離の計算

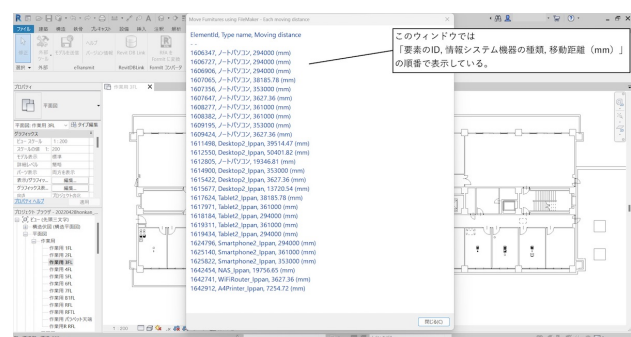


図 14 BIM ソフト上での移動距離の表示

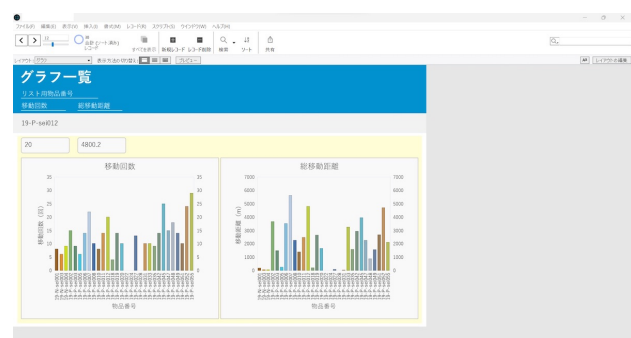


図 15 データベースソフト上での移動距離の表示

表 5 BIM を介した物品管理についての考察

| 物品を BIM に対応させて管理する場合の特徴 |
|-------------------------|
| ・ 物品の配置を視覚的に把握できる。      |
| ・ 物品の位置を座標値として扱うことができる。 |

BIM 内のオブジェクトが持つ情報を処理する場所

| BIM ソフト側で処理                       | データベースソフト側で処理                        |
|-----------------------------------|--------------------------------------|
| ・ 物品の配置が視覚的に把握できる。                | ・ 物品の配置は視覚的には把握できない。                 |
| ・ オブジェクトが持つ座標値を用いて、移動距離の計算が実施できる。 | ・ 事前に部屋の座標値を取得しておけば、移動距離の計算は可能である。   |
| ・ ただし、移動距離の累積の計算は難易度が上がる。         | ・ 物品の他レコードを組み合わせれば、移動距離の累積の計算も可能である。 |

## 6. おわりに

### 6.1. 研究成果

本研究では建物の利用場面における BIM 活用の一つのあり方として、移動の伴う物品を BIM モデル内のオブジェクトと対応させて管理するシステムを開発した。確立されたデジタル技術どうしを結びつけることを意識し、現物と対応させかつ作業を省力化する工夫として NFC タグ読取りを組み合わせた。そして、BIM モデル内の物品の配置を反映させるための複数の機能を開発した。運用試験から得られた記録を用いて、部屋オブジェクトの座標値に基づいた移動距離の計算を実行した。この処理を BIM ソフト側とデータベースソフト上の双方で実施し、それぞれの特徴を整理した。

当アプローチでは、物品と部屋など BIM モデル内のオブジェクトとして扱えるものに NFC タグを対応させ、また入力の手順も整理することにより、入力作業を省力化する一例を提示した。また、名称によって部屋オブジェクトを管理することにより、物品の移動を BIM モデル内で視覚的に把握できる。かつ、BIM モデル内のオブジェクトが持つ座標値を用いて移動距離を計算するため、物品ごとの移動の傾向を分析することができる。

### 6.2. 今後の課題

BIM と連携させたシステムを開発する際、手元に BIM モデルを編集するローカル環境を有するというのは考え得る状況の一つであり、本稿はこれを想定した。一方で、利用者の IT リテラシーの度合いまで考慮されたものではない。位置情報の活用など BIM が持つ利点を引き出すこととシステムの利用者が備えるスキル・リテラシーとの兼ね合いを踏まえた検討は課題の一つとしたい。

NFC タグの利用について QR コードとの差別化の観点から、読み書きに伴うパスワード保護等のセキュリティ機能に注目している。利用者ごとの権限の管理に関連した機能拡張を今後の課題に挙げたい。

移動記録の入力については、システム開発と併せて取り決めに綿密に設定することが影響する。実際には長期間に渡って記録がされるため、管理対象の物品の追加と削除、部屋構成の変化をどのように対処するかも考慮する必要がある。また、本稿では入力ミスがないという前提の元、一連の操作を実行したが、実際の運用においてはヒューマンエラーの発生を考慮する必要がある。

## 注

注1) 例えば、総務省の情報通信白書にて言及されている。総務省：令和元年版情報通信白書（PDF 版）。総務省ホームページ、  
<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r01/pdf/index.html>（アクセス日：2023.04.07）

注2) BIM ソフトウェアには Autodesk Revit 2022 を用いた。

注3) BIM ソフトウェアのアドオンツール Revit DB Link 2022 に対応するデータベースソフトとして Microsoft Access を用いた。

注4) NFC タグの読取りを考慮して、本研究ではデータベースソフトに Claris FileMaker を用いた。ローコードでのプログラミングによりデータベースが設計できることを特徴とする。

注5) BIM ソフトウェアのアドオンツール開発には Revit SDK を用いた。プログラミングには C#を用いた。

注6) スマートフォンとして Apple 社の iPhone Pro Max 12 を用いた。当機体は NFC タグ読取りの機能を持つ。

注7) NFC タグへの書き込みには wakdev の NFC Tools を用いた。

注8) NFC タグにはサンワサプライ社の MM-NFCT を用いた。

注9) 対象施設から他棟までの距離にはロードメジャーによる計測値を用いた。対象施設 1F エレベータ出入口から目的の棟の入口までの距離を計測した。

## 【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, 2016.02, DOI: <https://doi.org/10.3130/aijt.22.359>
- 2) Lin, Y.C., Su, Y.C. and Chen, Y.P.: Developing Mobile BIM/2D Barcode-based Automated Facility Management System. The Scientific World Journal, Volume 2014, 374735, 16p, 2014.08, DOI: <https://doi.org/10.1155/2014/374735>
- 3) 松本裕司, 谷川羅依騎：オフィスプランニングにおける BIM 活用の効果に関する研究 個人とグループによるプランニング実験をととして。日本建築学会情報システム技術委員会第 43 回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集, pp. 448-453, 2020
- 4) 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・システムの研究：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 巻, 第 2 号, pp. 150-155, 1996.03, DOI: [https://doi.org/10.3130/aijt.2.150\\_1](https://doi.org/10.3130/aijt.2.150_1)
- 5) 逢坂保範, 大江匡, 原英嗣, 高俣俊, 尾島俊雄：インターネットブラウザを利用した備品管理システムの構築に関する研究。1998 年度日本建築学会関東支部研究報告集, pp. 357-360, 1999.02
- 6) 本田宗之, 位寄和久, 下田貞幸, 両角光男：備品管理業務支援 CAFM システムの開発 ―日本型ファシリティマネジメントモデルに関する研究 その 23―。日本建築学会九州支部研究報告第 40 号, pp. 13-16, 2001.03
- 7) 宗本順三：IC タグを用いた建物と備品のファシリティ・マネジメントシステムの開発 ―大学の施設情報管理データベースシステムのファシリティ・マネジメント機能のプラグインとして―。JACIC 研究助成事業 平成 15 年度報告書 1, 日本建設情報総合センター, 35p, 2004.10