マンション修繕費のリアルタイム可視化を実現するための建物情報システムの開発

助成研究期間：2022 年 10 月 1 日～2024 年 9 月 30 日

信太洋行

東京都市大学都市生活学部・准教授

研究要旨　長らく労働生産性の向上が課題となっている建設業界は、デジタル技術を導入して問題解決を図る、いわゆる「建設 DX」を推進しており、新築においては建物のライフサイクルにわたって BIM データを有効活用しようという取組が徐々に実用化されようとしている。しかし、BIM 等を用いずに建築された既存建物は、維持管理のみの目的で精緻な BIM モデルを構築するのは、それに要するコストを考慮すると現実的ではない。

現在、管理が行き届かない「管理不全マンション」が顕在化してきている。原因は様々考えられるが、長期修繕計画の見通しの甘さや管理組合の合意形成方法の未確立等、人的課題が大きい。そこで、本研究では既存建物の情報取得から修繕工事の積算を可能とする数量モデルを生成し、修繕費等をタブレット上で可視化する一連のシステムを開発することで、適正なマンション・マネジメントの実現に寄与することを目的とする。

1. 研究の背景と目的

国土交通省の 2022 年末の統計によると、現在の分譲マンションストック総数は約 675 万戸で、１世帯当たりの平均人員 2.33（2015 年国勢調査）をかけると約 1,573 万人となり、国民の１割超が居住している。人口減少の続く中、首都圏の新築マンション販売は好調で、全国で建設・計画されている 20 階建て以上の超高層マンションは 11 万戸に達するとの調査もある。

この様に活況な新築市場とは裏腹に、築年数が古く、管理が行き届いていない「管理不全マンション」が顕在化してきている。理由は様々考えられるが、修繕積立金の不足を生じさせる以下の 3 つの人的課題が大きいと思われる。

課題 1）長期修繕計画の見通しの甘さや見直しの先送り

課題 2）マンション管理組合の無関心さや合意形成方法の未確立

課題 3）管理会社の担当者交代によるコミュニケーション不足

一方、建設業界に目を向けると、労働者の高齢化や単品受注生産といった他の産業とは異なる特殊性から、長らく労働生産性の向上が課題となってきた。2024 年４月からは、建設業における時間外労働の上限規制の適用も始まることから、労働生産性の向上への対応が急務となっている。このような背景のもと、国土交通省は建設業界にデジタル技術を導入して、これらの問題解決を図る、いわゆる「建設 DX」を推進しており、BIM データを利用した FM（ファシリティマネジメントの略：施設とその環境を総合的に企画、管理、活用する経営活動）が徐々に実用化されようとしている。「BIM を活用した建築生産・維持管理プロセス円滑化モデル事業（国土交通省）」においては、設計・施工プロセスで生成された BIM モデルの一部を維持管理に利用することを推し進めており、具体的には 3D オブジェクト化した建築部位等に様々な情報を持たせ、維持管理と連動させようとするものである。BIM モデル制作のコストは決して低くないが、現在、確認申請やアセット管理等の業務において積極的に BIM 化が推進されつつあることから、一気通貫で FM でも利用するのは理に適っており、いずれは一般化することが予想される。

しかしながら、BIM 等を用いずに建築された既存建物については、改修工事が頻繁に実施される用途であればともかく、維持管理のみの目的で新たに精緻な BIM モデルを構築するのは、それに要するコストを考えれば現実的ではない。一般的に

ヒアリング項目	回答内容
依頼主のマンションの設計図書は、どの程度残っているのか？	管理人常駐型などの大手が建設した分譲マンションは残っている場合が多い。しかし、収益型のマンションでは、オーナーの変更などによって図面が無い、または現況が異なっていることが多い。異なっている例は、「給排水の埋設管の位置が変わっている」「増築されている」など。確認済証しかない建物もある。
竣工図などの設計図書から拾える情報はあるか？	アスファルト防水など、広い面で数量が拾えるものは利用できる。しかし、必ず現地で詳細情報を拾うため、図面だけを信用することはできない。また、前述のように図面と差異があると、仕様変更のために追加で料金がかかる場合がある。
工事金額が高くなる部位はどこか？	大きく分けて2種類あり、①扱う数量の多い部分、②部材の単価が高いものである。前者は、シーリングや防水工事が該当する。扱う数量の大きさ故に工事金額が高くなりやすく、ミスによる影響も大きい。後者は、タイルやシート貼りの防水が該当する。タイルは発注単位（1ロット100枚など）がずれることで価格が上がる。シート貼りの防水では、シートの幅によって単価が異なるため、既製品に合わないと単価が上がってしまう。
シーリングは複数の工事項目に分かれている場合と、一つの項目としてまとめられている場合があるが、どちらが有効か？	工事を請けるゼネコン次第の場合が多い。基本的には、どちらを選んでも構わない。ただし、実際の施工ではサッシが終わったらシール、というように工事の進め方で施工するタイミングが違うため、分けておくと工事監理がしやすい。
工事別と部分別の分類方法があるが、どちらを使用しているか？	工事別を使用する。やはり、工事を考えて職種に合わせて分類する。
一部の数量を参照して、残りを一般化して数量を出せる部分はあるか？	階段、廊下で当てはまる場合がある。階段であれば、数段数えて幅が変わりなければ掛け算で計上できる。廊下も幅が変わっていなければ、階層の数に合わせて計上できる。幅900㎜までは一般材のため問題ないが、これを超えると値段が高くなるため、幅の数量は重要である。
階段の数量（防水など）は、蹴上・踏面寸法をひとつずつ拾うのか？	ササラ防水はｍで計上する。㎡で出すと、規模のイメージがつかなくなるため、ｍで計上している。
専有部内は無視しているのか？また、バルコニーなどの専用使用部はどの様に確認するのか？	専有部内は、立ち入りできないため基本的には無視する。ただし、個別に工事を行う場合はある。バルコニーは、工事する必要があるが立ち入りが難しいため、仕上材を見えるところだけ確認して、図面から数量を拾う。
拾い違いなどのミスが起こりやすい場所と、その対策はあるか？	シーリングや防水に多い。どちらも施工部位が広いため、数量の拾い違いが起こりやすい。対策としては、現場で写真を撮り、触って確かめるなど情報を集めることである。
現場調査で時間のかかる部位・場所はあるか？	一部に時間がかかるというよりは、全体的に時間がかかる。最低でも3,4日はかかる。
現場で劣化が進んでいる部分を発見したときは記録しているか？	診断はしないが、劣化は記録して報告する。
現場でより慎重に確認する部分はどこか？	防水を確認する。特に建物全体に関わる屋上の防水を確認する。膨らんでいる部分がないか確認し、程度が軽ければ上から防水工事を施す。ひどい場合には、下地から施工し直す。
手すりや打継目地などの細かいシーリングはどこまで拾うのか？	基本的にすべて拾う。写真で、手すりの根元を撮影しておき、○ヶ所というように拾っていく。シーリングの代わりにカバーがついている場合には、シーリングが入っていないことがあるため数えないこともある。
笠木などで真物と役物は分けて拾うのか？	拾うときには区別せず、全体をｍで拾う。部品を発注する際には分ける。もともと分けてあれば後の作業が楽になる。
概算見積と実施見積の結果の差はどこか？	概算見積は、その名の通り概算であるため、安全を見て高めに設定しているため、差は出てしまう。ただし、一式で計算していると、実施見積で数量の増減があったときに、説明が難しくなるため、○○一式という表記はなるべく避ける。
工事項目は会社によって違うのか？	会社によってかなり違うため、単純に比較するのは難しい。実際に工事をする場合はそのような違いがあるため、自社の分類で出した内訳書を協力会社に渡して施工依頼する。

表１　建設業者へのヒアリング項目と回答内容

維持管理の現場では、点検箇所を撮影し、平面・立面図の紙データに点検結果を記入、そしてそれらを Excel 等に入力し直す作業が行われている。たとえ BIM を導入したとしても、上記の記録を BIM ソフトウエア上のモデルへの入力作業が生じる。更に、それらの記録を BIM モデルから引き出して閲覧するには、維持管理情報を紐づけられるだけのオブジェクトの存在が必要で、そのモデルが精緻になればなるほど、相当な BIM スキルを要する。つまり、費用対効果のコスト面の他に、人材面でも問題を抱えている。

この様な背景のもと、本研究では以下の２つの解決策を設定した。

１）変動する建物の修繕費が常に表示されることで、管理組合の長期修繕積立金の過不足が可視化され、マルチステークホルダー内で共有される

２）建物の劣化状況や修繕状況が可視化されることで、管理組合の組合員全員、また管理会社の引継ぎ社員も、工事しなければいけない状況が理解できる

これら２つの解決策を実現するために、本研究では 3D スキャナー等で取得した建物情報から、修繕工事の積算を可能とする数量モデルを生成し、それをタブレット上で修繕費等を可視化する一連のシステムの開発を目的とする。

2. マンションの現場調査の現状

（１）　建設会社へのヒアリング

建物情報システムの開発にあたり、2022 年 9 月、マンションの改修工事の現状を把握するためにヒアリングを行った。ヒアリング先の建設会社は、20 年以上にわたりマンション他、商業施設等のリニューアル工事の実績を持っている。ヒアリング結果を表 1 に示す。

（２）　開発する建築情報システムの要件

表１の結果から、開発するシステムの要件を検討した。

マンションを維持管理する上で、図面は欠かせない情報である。そのため、2001 年に施行されたマンション管理適正化法において、事業主は管理組合に設計図書の交付が義務付けられているが、施行前の築古マンションにおいては「設計図書が

ない」「存在しても情物不一致」のケースも少なくない。よって、本研究においては据置型３Ｄスキャナーによる建物情報取得を前提とするシステム開発を行った。

次に、既製部品の寸法の反映である。塗装や塗膜防水はあまり影響しないが、長尺シートのように部品の規格が決まっているものは、施工する部分の寸法（長尺シートの場合は幅である）を正確に記録する必要がある。よって、モデリングする際に規格に関係する寸法は正確にモデリングする必要がある。

３つ目は、工事項目の統一化である。ヒアリングした建設会社が自社で分類した内訳書を協力会社に渡すように、対象マンションの特性を反映した内訳・数量を示した内訳書に、複数の修繕工事業者が単価を入れることが出来れば、建築の専門家ではない管理組合も比較検討が容易となる。

「建築工事内訳書標準書式」[1]には、①工種別内訳書②部分別（部位別）内訳書③改修内訳書の３つの書式がある。①は鉄筋・コンクリート・防水・タイル等、専門工事会社の職種ごとに分類されているのに対し、②は土工・躯体・外部仕上・内部仕上等、建物を構成する部位ごとに区分されているため、建築の専門家でなくても内容の把握が比較的容易である。③は防水改修・外壁改修・建具改修・内装改修・塗装改修等、工種別ではなく、工事対象となる部位を主体に区分されている。内訳書は一般的に、工事を受注する施工者側で作成するため、施工者側にメリットのある①工種別が広く普及しているが、本研究は発注者である管理組合の理解・参加を支援することを目的の１つとしているため、部分別の表示を可能とすることを要件とした。

最後は、シーリングの数量把握である。シーリングは、建物の防水性や気密性などの性能を維持するために欠かせないため、建物の至る所に張り巡らされている。そのため、工種別内訳書では様々な工事の細目の１つにシーリングが含まれている。一方で、施工範囲が多岐にわたるため数量の拾い違いが起こりやすく、内訳書ではどこに施工されているのかが分かりづらい。そのため、簡単な３Ｄモデリングでシーリングの位置を示すことで、モデルを見た業者が確認しやすくなる。

3. 対象マンションの情報取得

（１） 対象建物の概要

本研究における対象マンションは、東京都にある 2010 年竣工、RC 造、地上５階建て、総戸数 22 戸、延床面積約 1,700 ㎡の小規模マンションである。東西方向の２面接道で、北側の隣接建物とは約７m、南側の隣接建物とは約1.2m離れた位置にある。

（２） スキャニングの方法

建物の３Ｄ データの取得には、LiDAR（Light Detection and Ranging）センサーを搭載した据置型 3D スキャナー、Leica BLK360 を使用した。点群を処理するソフトは、Leica が提供している Leica Field と、点群を自動的に接続しメッシュモデルの作成可能な Matterport の 2 種類のソフトを使用した。前者は、最大撮影距離 60m を誇るため、外観や周辺状況の取得を目的として使用し、後者は点群をスキャン地点ごとに分類が可能なため、主に階段や共用部の点群取得を目的として使用した。ソフトと機材の組み合わせによる性能の比較を図１に整理した。

機材＼ソフト	Leica Field	Matterport
Leica BLK360	撮影距離 max:60m 撮影時間 Lo:3分,mid:4分,Hi:5分 精度: Matterportと同等	撮影距離 max:17m, min:0.6m 撮影時間 Lo:2分,mid:3分, Hi:5分 精度: 0.1%のズレを含む 10mで±4mm(距離精度) 10mで±6mm(座標精度)

図１　機材とソフトの組み合わせによる性能比較

（３） スキャニングの結果

スキャニングは、教員と学生１名（計２名）で３日間、合計約 18 時間かけて行った。スキャン間隔は約 2～3m、123 ポイントのスキャンで建物全体を捉えた。その結果を図２・３に示す。

階段・共用廊下や屋上は問題なく計測可能で、道路に面する東西方向は建物から引いた位置での計測が可能であったため、ほぼ全ての範囲を捉えることが出来たが、アクセス不可能なバルコニー（北面のルーフバルコニーを含む）と隣接建物が近い南面外壁は、約半分の領域の３Ｄ データを取得できなかった。

図２　建物北面のスキャン結果

図３　建物南面のスキャン結果

4. 3D モデリングと積算方法の検討

（１）モデリング・ソフトウエアの選定

前述の通り、本研究は「設計図書がない」「存在しても情物不一致」のマンションも想定しているため、スキャナーによる建物情報の取得を前提にしている。その形状情報は、あくまでスキャニング可能な建物表面であるため、面を捉えやすく、かつ容易にモデリング可能なソフトが好ましい。

また、新築工事と異なり、マンションの修繕工事は工事の対象となる部位や部分を主体に区分される。例えば床であれば、下地から仕上げまで同じ区分の中でまとめるため、様々な下地工法があり、拾い違いリスクの高い防水工事（表１で示した）以外、下地を示す属性情報はそれほど必要としない。よって、建物のサーフェス（表面仕上）のモデリングが容易なものが望ましい。

更に、マンションの修繕工事においては部分的な撤去・改修が行われるため、表面の編集が容易なものが良い。それらの位置や範囲を、３D モデル上で明示することで、管理組合や引継ぎ担当者の理解を促進しやすくなる。

最後に、今後様々な情報連携を実現するためには、多様なデータ形式への変換が可能なものが望まれる。

今後の BIM の普及を考慮すれば Revit 等の選択も考えられる [2)3)]が、以上４つの理由より、本研究では３次元 CAD「Rhinoceros」を選択した。

（２）３D モデリング方法の概要

３D モデリングの手順は以下の通りである。

①スキャニングデータから作成したメッシュ・テクスチャデータを Rhinoceros で読み込む

②「Clipping Plane」ツールを使用し、①のデータから平面図や断面図を切り出す

③切り出した平面・断面を「Polyline」ツールで線データとしてトレースする

④作成した線データを「ExtrudeCrv」ツールで面を生成する

⑤開口部等は、「Polyline」ツールで開口形状をトレースし、再度「ExtrudeCrv」ツールで 筒状のデータを作成し、元の作成面に対して「Trim」ツールで開口する

「Clipping Plane」とは、捉えたいオブジェクトを指定した位置で平面や断面を切り取るツールで、切り出された断面を「Polyline」ツールでなぞることで線データを生成する。メッシュデータの歪みに対しては、出隅・入隅の比較的はっきりした部分を拠り所に、柱・梁などの部位を意識せずにスピード感をもって作業を進めた（図４）。

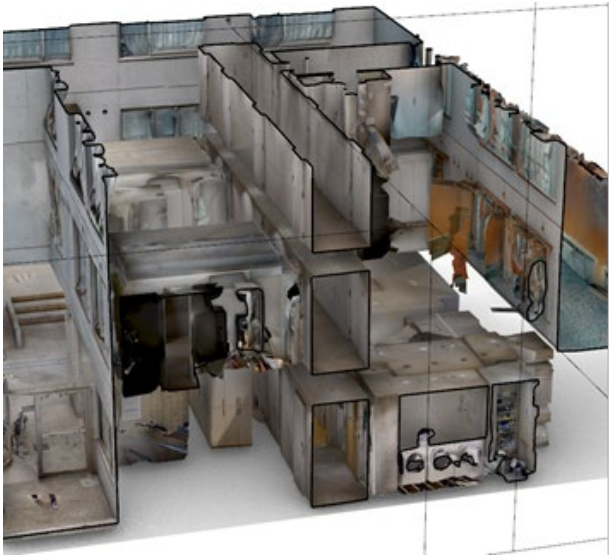

図４　切り出されたメッシュデータの断面

最後に、「ExtrudeCrv」ツールで線データを押し出して面を生成する（図５）。この面には厚みは無く、あくまで面積等の数量を捉えることを優

先し、この手順を仕上別に繰り返すことで、建物全体のモデリングを行った（図６・７・8）。改修工事は設備工事の比率が高い場合が多いが、本研究でのモデリング検討は、建築工事のみを対象とした。

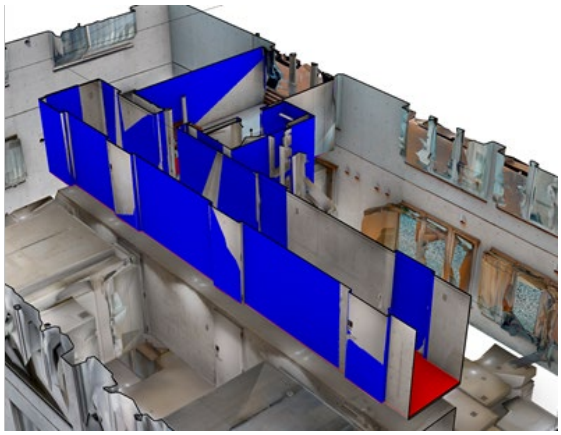

図５　面データの生成

図６　Rhinoceros の３D モデル（全体）

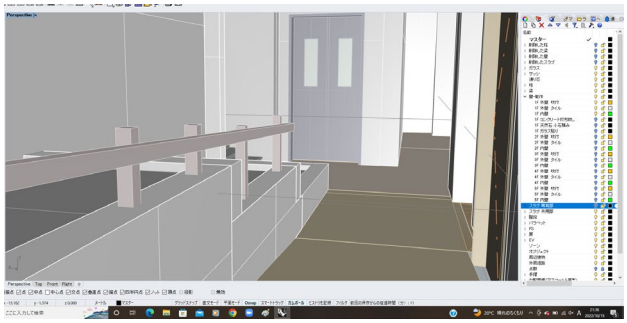

図７　Rhinoceros の３D モデル（共用廊下）

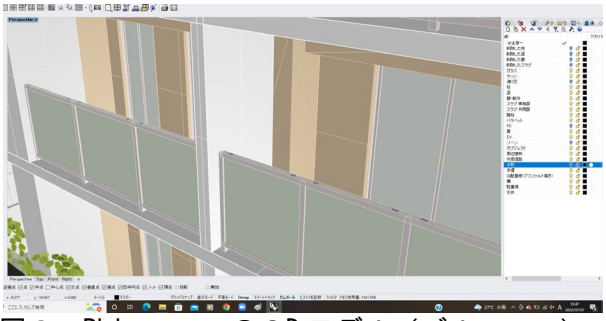

図８　Rhinoceros の３D モデル（バルコニー）

（３）建築数量積算基準との差異

スキャンデータから算出される寸法と、建築数量積算基準で定められている寸法の取り方には差異が生じる場合がある。そのため、屋根・外壁・建具・塗装など、部位ごとに比較を行い、差異が生じた場合の対処方法を検討した。ここでは、金属製建具（以降サッシ）を例に説明する。サッシの場合、「建築数量積算基準」[4]では内法寸法（建具表にある W・H 寸法）を測り、シールの打ち替え周長（内法寸法の周長：２W＋２H）とサッシ数量を数えて積算が行われるが、モデリングしたうえで積算するに際しては、以下のような処理を行った。

① 建具モデルを囲う直方体（Bounding Box）を生成（図９の右：赤い部分）
②直方体の１面から W’×H’の四角形を取得
③四角形の外周をサッシのシール長さなどの数量として使用

積算には、個々のサッシ周長に加えて、サッシの数量（か所）のカウントが必要となる。Archicad 等の BIM であれば、窓オブジェクトは枠・障子・水切り・ガラスが１つのまとまりになっているが、Rhinoceros は３次元図形であるため、1 つのサッシを構成している複数のサーフェイス・ポリサーフェイス（膜のような面形状でできた枠や障子等）をすべて Mesh 化（結合）することで１つのサッシとしてカウントできるようになる。ガラス枚数とサッシ数量は必ずしも一致しないだけでなく工事業者も異なるため、Mesh 化においてはサッシとガラスを分けることにした。本研究で生成した、水切りを含まない簡易サッシ・モデルは図９（左）の通りである。このような手順を踏むことで、通常の積算業務との差異をなるべく小さくするよう検討を行った。

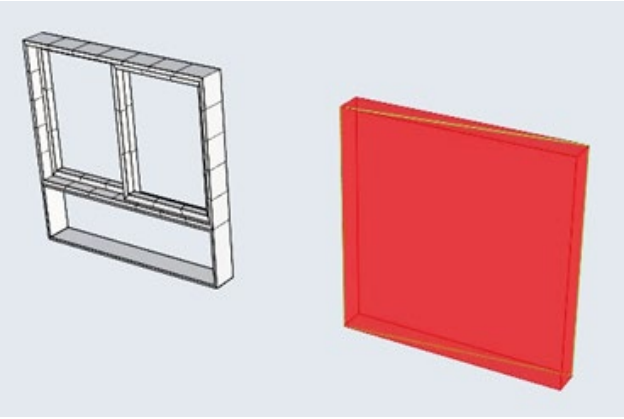

図９　サッシの３D モデル

（４）３D モデルのレイヤー分割と算出

本研究では、3D モデルの各部分に詳細な情報

（属性情報）を付けるのではなく、モデルを層（レイヤー）に分けて管理する方法を選択した。この方法を選んだ理由は以下の通り。

① 修繕費用を計算するという目的には、「レイヤー名」を使って数量を計算する方が簡易であるため
② 大規模修繕の見積もりに必要な情報（数量）は、レイヤーごとに集計するのみで得られるため

例えば、「1F-外壁-タイル張り」というレイヤー名をつければ、1 階の外壁タイル張りの面積を簡単に計算できる。後から東西南北の方角ごとに数量を把握する必要が生じた場合は、「1F-外壁-北面-タイル張り」のように、さらに細かくレイヤーを分けることで対応できるが、細分化しすぎると管理が難しくなる。

もし建物の情報をより詳しく管理したい場合は、属性情報を使う方法も考えられる。例えば、Rhinocerosの「ユーザーテキスト」機能を使うのも一案である。この方法ならば、レイヤーの細分化をなるべく抑制しつつ属性情報を集計することが可能になるため、部位の部分改修等に対応しやすい。

今回の研究対象としたマンションの規模では、レイヤー分けによる方法で十分に早く、作業を進められた。3D モデルは、1F から 5F、さらに RF（屋上）までフロア別、部位別、仕上別にレイヤー分けを行った（表２）。

部位・部分	仕上
壁	外壁（吹付）
	外壁（タイル）
	内壁
	コンクリート打ち放し
	ガラス張り
床	タイル
	長尺シート
	防滑ビニール床シート
	押えコンクリート
天井	吹付部分
	AEP
建具	外部吹付
	外部タイル
	内部
	押さえコンクリート
手摺	アルミ手摺
	アルミ手摺　裏
ガラス	窓ガラス
サッシ	
パラペット	シルバーコート塗装
	ウレタン絶縁防水
屋上庇	アスファルト露出
階段	長尺シート
EV	

表２　対象物件のレイヤーリスト

分割されたレイヤーごとに見積に必要な単位（㎡、m、個数等）を揃えながら数量を算出した。その後、算出した数量にゼネコン/工務店から取得した合成単価を掛け合わせることで、修繕工事の工事費を算出した。

5. 3D モデルのタブレット表示方法の検討

（１） 表示システムの仕様検討

3D データをタブレットで閲覧する方法として、WEB ベースとアプリベースの 2 つの選択肢を比較した。WEB ベースの場合、URL を共有するだけで簡単に情報を共有できる利点がある一方、データのロード時間や WEB ページの挙動の安定性に懸念があった。アプリベースでは挙動の安定性が期待できるものの、ユーザーがアプリをインストールする必要があり、導入のハードルが高くなる課題があった。

不動産・建築業界の現状を考慮すると、情報共有においてはスマートフォンよりもパソコンの利用が主流であり、E メールでの情報のやり取りが多く見られる。これらの要因を総合的に判断し、WEB ベースでの閲覧を採用することにした。

（２） 開発プロセス

WEB ベースで 3D モデルデータを閲覧する際、最も重要な点は 3D データを自由に回転させ、閲覧者が自由に扱えるようにすることである。特に、視点を自由に変更できる機能が重要であるが、このような WEB システムの構築は開発の難易度が高いことが分かった。解決策を模索する過程で、既存のゲームエンジンである UNREAL ENGINE や UNITY の利用を試みたが、データが重すぎてロード時間が長くなるため、採用には至らなかった。

次に、JavaScript ベースの Playcanvas を用いて構築を試みたが、先述のゲームエンジンよりは改善したものの、ロード時間の点で満足できる結果は得られなかった。

これらの試行錯誤を経て、独自開発の必要性が明らかになった。そこで、JavaScript ライブラリの Three.js を活用することで、開発にかかる時間を一定程度削減することができた。この方法により、3D データを掲載できる WEB ページの開発が完了した（図１０）。

図１０　Web ページ上の修繕費と 3D モデル

（３） データの軽量化の取組

しかし、新たな課題も浮上した。テクスチャのない CAD ベースのモデルは問題なく掲載できたが、テクスチャを貼ったメッシュモデルを掲載するには、メッシュとテクスチャ自体のデータを大幅に軽量化する必要があった。具体的には、パソコン上で 100MB 以上あるデータを 5MB 程度まで軽量化する必要があった。

データの軽量化にあたっては、テクスチャの画像データの解像度を下げる方法を試みた。しかし、解像度を下げすぎると原形をとどめないケースが発生するため、適切な軽量化の方法を模索した。具体的には①テクスチャ画像データの解像度調整②メッシュデータの最適化を検討することで、最終的に 5MB 程度のサイズでありながら、元のモデルの形状を十分に保持した 3D モデルを作成することができ、タブレット上で 3D モデルを効果的に表示し、ユーザーが自由に操作できるようになった。これまでのプロセスを図１１に示す。

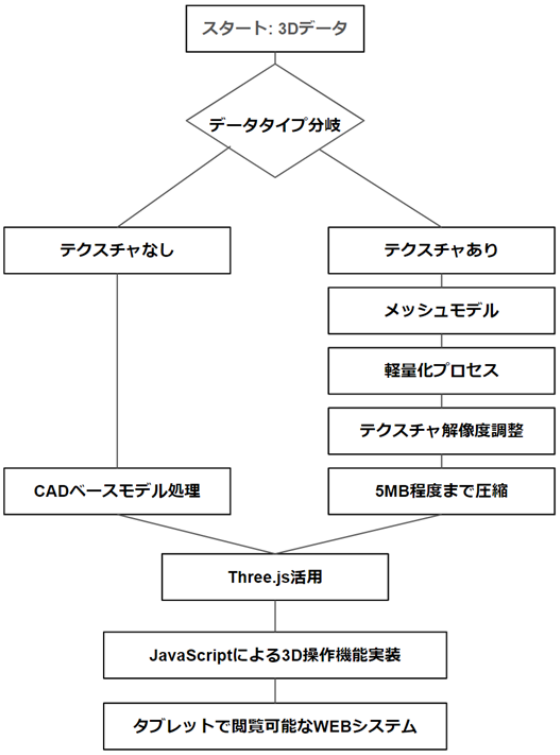

図１１　開発プロセスのフロー

6. 考察

（１） 建物情報の取得方法に関して

本研究の対象マンションは小規模ながら、３D スキャナーによる情報取得に多くの時間を要した。また、建物の立地条件により、スキャニングできない領域が発生した。これに関しては、最新の移動型スキャナーを導入することにより、スキャン領域が拡大されるだけでなく、データ処理時間も大幅に短縮されると期待される。据置型スキャナーでは取得しにくい領域に関しては、一眼レフやドローンで撮影した複数の写真から３D モデルを生成するフォトグラメトリを組み合わせることで更なる効率化が図れる。

しかし、居住者の専用部であるバルコニーに踏み込むことは困難であるため、居住者からの写真提供をお願いする等、運用上の工夫で実現することも一案ではないかと思われる。

（２） 数量モデルの生成に関して

本研究では、３D スキャナーで取得した点群データをメッシュデータ化し、それの出隅・入隅を頼りに線データ⇒面データの生成を行ったが、端部を見分けるのが大変困難であった。また、これらの判断は、モデル生成者の建築的知識や技術レベルに依存するため、データ品質にばらつきが生じる。

これらの課題を解決するためには、自動でノイズを除去し、面を抽出するソフトウエアを導入し、３D モデル化するシステムを構築することで大分部の効率化を図れると思われる。しかし、表１で明らかになったように、現場調査でも拾い違いが生じやすいシーリングに関してはスキャン精度が向上しても判断が困難である。また、シーリング材は既存材と改修材のマッチングがあるため、形状情報だけでは不十分である。よって、改修工事時の現場調査で明らかになった情報を図１２の様な線データ（材質の属性情報付き）で視覚化しておくことは、長期的な維持管理には有効であると思われる。

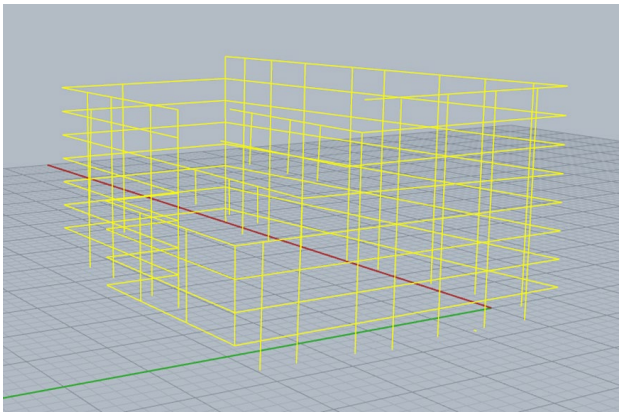

図１２　シーリングを示した線データ

（３） リアルタイム表示に関して

昨今のインフレ基調から、ゼネコンや工務店から提出される見積の工種ごとの単価は上昇基調にあると考えられる。単価のタイムラグをなるべく小さくするためには、刊行物 [5)6)]を参考に、変化

に追従する施工単価のデータベースの構築（データベースとの連携・更新頻度の設定等）が必要である。そのためには今後も継続的にこのような取り組みを実施し、常に工事単価を収集し続ける必要がある。加えて、大規模修繕の数量についても部位ごとの劣化度合いを反映した細やかな数量算出が求められる。

７.まとめ

（１） 本研究の成果

本研究の主な成果を以下に示す。

① 3D スキャナーによるマンション建物情報の取得を実施し、作業手間と取得できない領域を確認した。

② 取得した点群データをメッシュ化し、Rhinoceros による効率的なモデリング手法（面データにしたものを、仕上別にレイヤ分けする）を開発し、建築数量積算基準との整合性を検討した。

③ WEB ベースのシステムにより、タブレット上での 3D モデル表示システムを実現し、現場での 3D モデル閲覧・操作を可能にした。

これら 3 つの一連のシステム開発を通して、マンション修繕費のリアルタイム可視化に向けた基礎的な基盤を構築することができた。

（２） 今後の課題

マンションの長期修繕計画において、本システムをより実用的かつ効率的なものにしていくためには、シーリングの劣化具合、耐用年数等の属性情報の効率的な活用方法を検討する必要がある。これが整うことで、単なる修繕費の視覚化だけでなく、部位別に予防保全または事後保全の選択を支援可能なものになると思われる。

また、これらのシステムに居住者の参加（バルコニーといった専用部の情報提供等）を組み込む様な運用上の工夫も合わせて検討していきたい。

謝辞

本研究は、一般財団法人建設物価調査会の研究助成を受けて実施したものである。ここに謝意を表する。

また、卒業論文で取り組んだ学生の皆さん、そして技術的なアドバイスを頂いた(株)RevitalTokyoの高田郁氏と田丸修也氏に感謝いたします。

参考文献

1) （一財）建築コスト管理システム研究所／(公社)日本建築積算協会：「建築工事内訳書標準書式・同解説（令和５年版）」、大成出版社

2) 信太洋行：マンションの維持管理促進のための BIM 手法に関する考察、日本建築学会大会学術講演梗概集、2018 年 9 月、 pp883-884

3) 信太洋行、塩野禎隆：維持管理を想定した BIM データの利活用に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集、2019 年 9 月、 pp899-900

4) （一財）建築コスト管理システム研究所／(公社)日本建築積算協会：「建築数量積算基準・同解説（令和５年版）」、大成出版社

5) 「マンション改修価格情報」編集委員会：「マンション改修価格情報」、建設物価調査会

6) マンションリフォーム技術協会：「マンション改修見積」、建設物価調査会