

東京大学大学院新領域創成科学研究科  
社会文化環境学専攻

2016 年度  
修 士 論 文

ライフサイクルを通じた建築物の情報の活用に関する研究  
～ BIM に着目して～  
Study on effective usage of building information through the lifecycle  
-Focusing on "BIM"-

2017 年 1 月 23 日提出  
指導教員 清家 剛 准教授

井田 慎太郎  
Ida, Shintaro



# 目次

第 1 章 序論	3
1.1. 研究の背景	4
1.2. BIM とは	5
1.3. 研究の目的	9
1.4. 研究の方法	10
第 2 章 日本国内における BIM の普及の傾向	13
2.1. 調査概要	14
2.2. 大手プレハブ住宅メーカー SH 社の事例	15
2.3. 大手設計会社 NS 社の事例	19
2.4. 大手ゼネコン SC 社の事例	24
2.5. 大手ゼネコン TC 社の事例	28
2.6. 大手コンストラクション・マネジメント業者の NC 社の事例	31
2.7. 鉄骨製造専門工事業者 TT 社の事例	34
2.8. サッシ製造専門工事業者 YA 社の事例	37
2.9. ALC 製造専門工事業者 CL 社の事例	39
2.10. PCa の業界団体 P 協会の事例	42
2.11. 日本における BIM の普及の傾向に関する考察	45
2.12. 小結	51
第 3 章 ファシリティーマネジメントにおける BIM の先進的取り組み	53
3.1. 調査概要	54
3.2. 大手ゼネコン TC 社の事例	55
3.3. 大手コンストラクション・マネジメント業者の NC 社の事例	60
3.4. ファシリティーマネジメントにおける BIM の利用	66
3.5. 小結	68
第 4 章 ファシリティーマネジメントにおける情報利用の可能性	71
4.1. 調査概要	72
4.2. J 協会に対する調査	73
4.3. 改修設計経験者が所属する NC 社に対する調査	77
4.4. 小結	79
第 5 章 実際の建築物における情報利用に関する調査	81
5.1. 調査概要	82
5.2. 東京大学柏キャンパス環境棟の維持管理事例	83
5.3. 応急仮設住宅の解体・廃棄物処理における積算	100
5.4. 小結	112

第 6 章 結論	115
6.1. 建築物のライフサイクルを通じた情報の活用と BIM の利用における想定と課題	116
6.2. 今後の展望	117
資料編	121

# 第 1 章

## 序論

## 1.1. 研究の背景

近年の情報技術の発展と同じように、建築業界においてもコンピューターにより生成される情報が、種類・量ともに増加してきた。建築においては、図面においても平面図・立面図・断面図等多くの種類があり、さらに一般図や詳細図、施工図など多岐にわたる詳細度の異なるものが用いられている。この図面に加えて、部材表や、法的書類など図面以外の書類も多数存在している。そのため、情報技術の発展前の段階においても、建築物に関する情報量は多い状況にあった。しかし、情報技術の発展でコンピューターの利用が増えたことにより、人力による作成量の限界が大きくなった。その結果として、生成される図面・書類の量が情報技術の発展前と比較して、生成される図面・書類の量がさらに増加した。そのことに伴い、建築物に関する情報の管理を行う必要が発生してきた。

建築物のライフサイクルは一般的に、設計、施工、維持管理、改修、解体・廃棄物処理といった各分野によって構成される。その各分野によって、同じ建築物ではあるものの、使用している情報の量や形式等が異なってくるため、それぞれの目的において必要なデータを生成し直していることが多い。しかしながら、同一の建築物であるため、別の分野にわたって同じ情報が利用されることも多く、その情報を入力する労力やコストといったものが余分に必要となる。また、各分野において生成するデータによる不整合が存在した場合、その修正にも労力やコストが余分に発生するほか、不整合のある図面で建材の製造や施工が行われた場合、環境負荷が発生されることが想定される。

そこで、増加した情報をコンピューターを利用して管理する手法が提案されている。その手法の一つとして、上記のような多種の情報を統合的に管理が可能である、BIM というツールが存在している。

## 1.2. BIM とは

BIM とは、Building Information Modeling の略称であり、3次元モデルと、それを構成する各要素について情報データを与えたものである。これは、従来の2次元図面や部材表といった各情報がそれぞれ掲載されている書類の集合体に代わる、コンピューター上のデータである。このデータは3次元モデルと、そのモデルに付随する建材や、部屋や区画といった空間等各種の要素に対して付加されたデータによって構成される。そのため、建築物に関しての情報が多く含まれている BIM は、図面の作成を主とする建築設計や建築施工といった建築生産分野のみに限らず、建築物のライフサイクル全般にわたって活用することが可能であると想定されている。また、情報が与えられる要素は、建材や建具のみではなく、部屋や設備系統といったものも含まれる。上記のようなデータの生成を実現するために、汎用 CAD とは異なり、建築としての振る舞いが最初から含まれたアプリケーション設計となっている。

このような特徴を持つ BIM について、海外では行政機関が BIM ガイドラインを用意したり、BIM の利用そのものを義務化したりするなど、BIM の導入が積極的に進められている。一方で、日本においては2009年が BIM 元年と呼称されるよう、2009年以降に BIM の導入が始まり、建築物の実例がつくられ始めている。しかし、2009年の時点で既に海外ではガイドライン等が整備されていたこともあり、日本では海外に比べ BIM の導入が遅れていると考えられる。例えば、アメリカ合衆国においては、米国建築科学会（National Institute of Building Sciences）が2005年からガイドライン策定の検討を始め、2008年に NBIMS : National BIM Standard™ 第一版を公開している<sup>\*1</sup>。さらに、同国では GSA（General Services Administration : 連邦調達局）が2007年に BIM Guide Series の 01 を公開し<sup>\*2</sup>、さらに同年には、主要物件に関して最低限面積に関する情報を BIM モデルから提供することの義務化も開始している<sup>\*3</sup>。他にも、シンガポールでは公共事業のみならず、2013年から段階的に条件を満たす全ての建物に関する確認申請について、BIM による電子申請を義務付けている。同国では、2013年には床面積が 20,000m<sup>2</sup> 以上の建築物についての意匠に関して、2014年には2013年基準に加えて構造と設備について、そして2015年には床面積が 5,000m<sup>2</sup> 以上の建築物に関して意匠・構造・設備の全てについて義務化を行なっている。このことにより、シンガポールでは2015年においては約 80% について BIM の導入が進むという計画を策定した<sup>\*4</sup>。

\*1 「National BIM Standard-United States」、National Institute of BUILDING SCIENCES ウェブページ、  
[https://www.nationalbimstandard.org/files/NBIMS-US\\_FactSheet\\_2015.pdf](https://www.nationalbimstandard.org/files/NBIMS-US_FactSheet_2015.pdf)、最終閲覧：2017.1.19

\*2 「BIM Guide 01 - BIM Overview」、U.S. General Services Administration ウェブページ、  
<https://www.gsa.gov/portal/content/102276>、最終閲覧：2017.1.19

\*3 「BIM Guideline と LOD について」、Autodesk 社ウェブページ、  
<https://api.autodesk.com/shared/d10a00d3a3dc45fbb2f636d7acfd5c3b>、最終閲覧：2017.1.19

\*4 「build smart A CONSTRUCTION PRODUCTIVITY MAGAZINE 09 DEC 2011」、シンガポール BCA（Building and Construction Authority : 建築建設局）ウェブページ、  
[https://www.bca.gov.sg/Publications/BuildSmart/others/buildsmart\\_11issue9.pdf](https://www.bca.gov.sg/Publications/BuildSmart/others/buildsmart_11issue9.pdf)、最終閲覧：2017.1.19

第2編 BIMガイドライン（設計業務編） 別表2

基本設計図書の作成のためのBIMモデルの詳細度の目安（参考）

BIMモデルを作成する対象の代表例	
周辺敷地 (敷地外道路、既存建築物等)	別表1「周辺敷地」と同等とする。
意匠	(1) 空間（室、通路、ホール等（階数、階高、各室の面積共）） (2) 構造体：柱、はり、床（スラブ）、基礎、耐力壁 ※鉄骨造の場合は耐火被覆を含めた外形とする。 (3) 構造耐力上主要な部分に含まれない壁（種類も含む） (4) 屋根、階段、庇、バルコニー (5) 外装（種類、材料等）、外部建具（仕様も含む） (6) 内部建具（仕様も含む） (7) 天井（天井高を含む）
構造	(1) 構造耐力上主要な部分に該当するもの ・鉄筋コンクリート造の場合 柱、はり、スラブ、基礎、壁（耐力壁とそれ以外を区別する） ・鉄骨造の場合 柱、はり、スラブ、ブレース（H型、I型等の断面の部材は包絡する外形とする） (2) はり、スラブの段差
電気設備	(1) 主要な機器・盤類、主要な幹線（ケーブルラックを含む）、主要な照明器具
機械設備	(1) 主要な機器、主要なダクト、主要な配管（保温材等を含む外形）
敷地・外構	別表1「敷地・外構」に加えて、次の内容を入力する。 (1) 舗装仕上げ、植栽等（整備部分） (2) 構内排水（特に必要と認められる場合）

※「2次元の基本設計図」において表現する内容・尺度等を考慮して、形状情報及び属性情報を入力する。  
 （必ずしも全ての建物部材について3次元のBIMモデルを作成する必要はない。また、取り合いを考慮する必要のない小口径の配管等については作成する必要はない。）

※形状情報の詳細度は、「建築工事設計図書作成基準」及び「建築設備工事設計図書作成基準」に示す2次元の図面等の尺度を参考に設定するものとし、以下に主要な図面の例を示す。

- ・敷地及び配置図は1/100又は1/200相当の尺度を標準とする。（1/300、1/500又は1/600相当の尺度ともできる。）
- ・平面図、立面図及び断面図は1/100又は1/200相当の尺度を標準とする。
- ・構造図は1/100又は1/200相当の尺度を標準とする。
- ・電気設備の平面図は1/100又は1/200相当の尺度を標準とする。
- ・機械設備の平面図は1/100又は1/200相当の尺度を標準とする。



**STRUCTURAL BEAM SYSTEMS**

Requirements	LOD 100	LOD 200	LOD 300	LOD 400
Type/Dimensions	*	*	*	*
Level	*	*	*	*
Layout Rule	*	*	*	*
Fixed Spacing		*	*	*
Centerline Spacing		*	*	*
Justification		*	*	*
Beam Type		*	*	*
Material				*
Mark			*	*
Phase Created				*
Phase Demolished				*

**STRUCTURAL COLUMNS**

Requirements	LOD 100	LOD 200	LOD 300	LOD 400
Type/Dimensions	*	*	*	*
Base Level	*	*	*	*
Base Offset	*	*	*	*
Top Level	*	*	*	*
Top Offset	*	*	*	*
Room Bounding		*	*	*
Style		*	*	*
Material				*
Mark			*	*
Phase Created				*
Phase Demolished				*

**STRUCTURAL FOUNDATIONS**

Requirements	LOD 100	LOD 200	LOD 300	LOD 400
Type/Dimensions	*	*	*	*
Level	*	*	*	*
Material				*
Mark			*	*
Phase Created				*
Phase Demolished				*

一方で、日本国内においても、2014年度より官庁工事において、国土交通省官庁営繕部が作成したBIMガイドラインの適用が求められている。しかし、このガイドラインはあまり具体的なものとなっていない。例えば、図1-1は「官庁営繕事業におけるBIMモデルの作成及び利用に関するガイドライン」における、基本設計図書作成におけるガイドラインであるが、構造を例にとると、「柱」や「はり」といった1語に集約されている。しかし、このガイドラインより2年前の2012年に発行されたニューヨーク市のガイドライン（図1-2）においては、「柱」や「はり」について、さらに詳細に指針が記載されている。

このように、日本におけるBIMは未だに発展途上と考えられる。しかし、建築物を取り扱う国土交通省でBIMのガイドラインが作成されたことから、今後は発展することが想定される。

### 1.3. 研究の目的

本研究においては、建築物に関わる多くの情報の中から、建築物のライフサイクルを通して活用可能な情報の傾向を明らかにすることを目的とする。また、その多くの情報の利用における課題についても検討を行う。

この検討を行う際に、今後普及が想定されるツールである BIM への着目を行う。BIM は前述の通りモデルデータと属性情報データを統合して管理することが可能である。そのため、管理手法として BIM を用いて、建築物の情報をライフサイクルを通じた利用を行う際に発生する課題を分析する。特に日本国内においては、海外と BIM および建築文化の発展方法や習慣が大きく異なり、BIM の導入や建築物の情報管理においても独自の課題があると想定される。そのため、日本国内において BIM を用いてライフサイクルを通じた建築物の利用について明らかとすることを目的とする。

## 1.4. 研究の方法

本研究では、建築物のライフサイクルを通じた情報活用のために、建築物の統合的な情報管理が可能な BIM に着目する。そのため、最初に日本国内における BIM の普及の傾向について調査する。

次に、普及が実際には進んでいないファシリティーマネジメント（FM）分野における調査を行う。そこで、BIM の導入による先進的なファシリティーマネジメントおよび、従来のファシリティーマネジメント手法の分析により、建築情報の利用の可能性についての調査を行う。

さらに、実際の建築物を対象に、ファシリティーマネジメントでの情報利用および BIM の有効性と精度に関する検証を行う。

本論文では、特に説明がない限りにおいては「建築生産」を設計、施工といった竣工までの段階として、「ファシリティーマネジメント」を竣工後の段階として扱う。

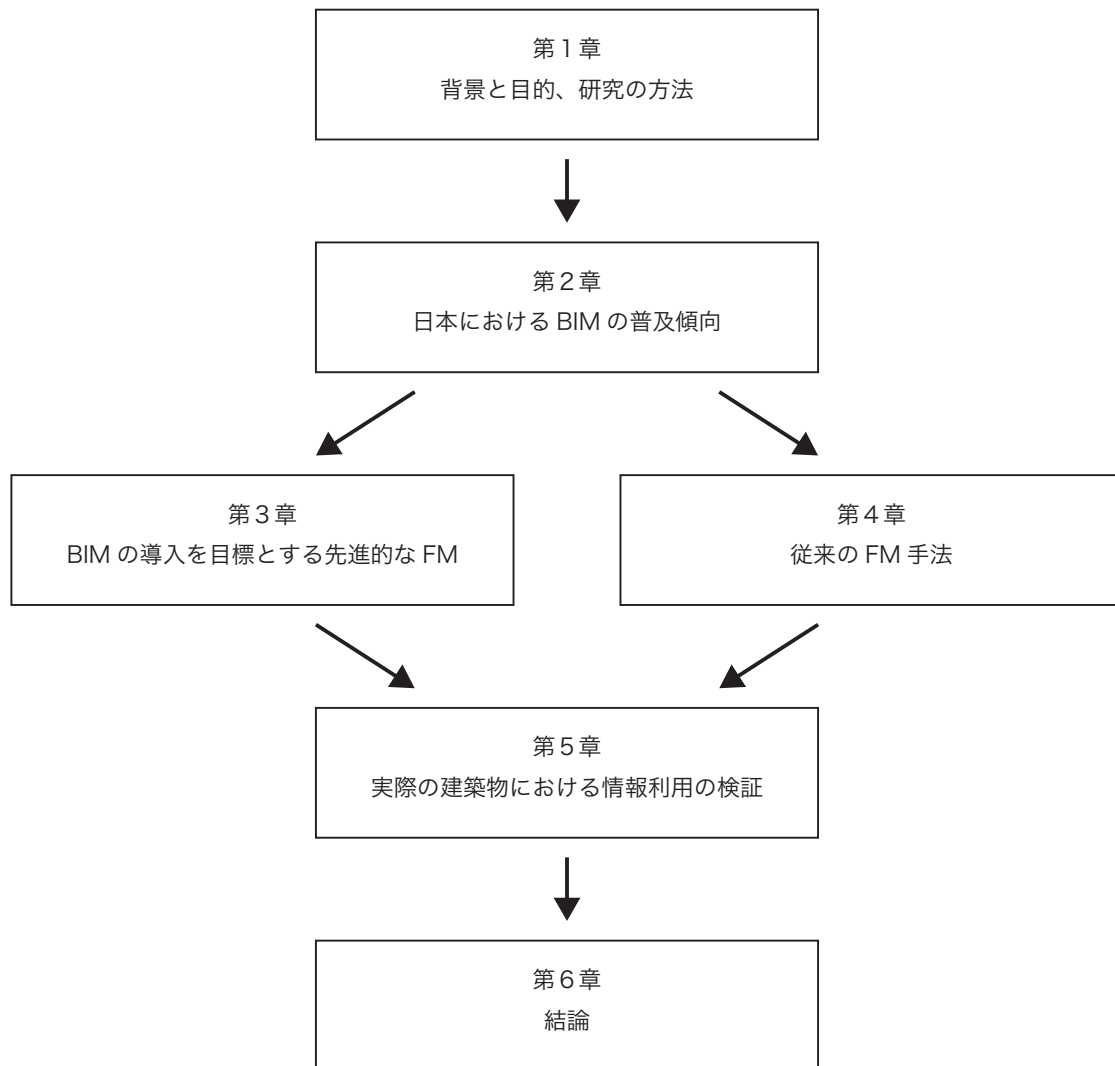


図 1-3 : 研究のフロー





## 第2章

日本国内における BIM の普及の傾向

## 2.1. 調査概要

本章においては、日本国内における BIM の普及の傾向を把握するために、建築物のライフサイクルに関わる各者に対して、ヒアリング調査を行った。調査対象として、ライフサイクル上の異なる 9 者を選定した（表 2-1）。

最初に、建築生産段階から設計者として大手設計会社 NS 社、施工者として大手ゼネコン SC 社を選定した。この 2 社は建築物のライフサイクルにおいて広く関わっていると想定されるため、建築生産段階で建築物のライフサイクルに限定的に関わる業者として、建材製造会社への調査も行った。建材製造会社については、鉄骨（TT 社）、サッシ（YA 社）、ALC（Autoclaved Lightweight aerated Concrete: 軽量気泡コンクリート）（CL 社）、PCa（プレキャストコンクリート）（P 協会）の 4 建材の製造者について調査を行った。

次に、建築生産段階以外として、維持管理以降を行うファシリティーマネジメント（FM）を行う業者として大手ゼネコン TC 社への調査を行った。この TC 社は、建築物の設計・施工も行っているものの、本調査ではファシリティーマネジメントを担当する部署を対象を絞って調査を行っている。また、海外の先進的な事例では発注者側がガイドラインを用意するなど、発注者側が BIM の導入を要求することが多いが、日本では BIM の普及が進んでいないため、発注者側への普及は建築系の業者に比べてさらに遅れていることが想定される。そのため、本来は発注者側への調査を行うべきであるが、その代理として、コンストラクション・マネジメント（CM、発注者から委任を受けて建設工事を円滑に行えるよう調整する立場）を行っている業者である NC 社に調査を行った。

さらに、建築物の規模としては小規模であるものの、設計、施工、竣工後のアフターサービスを全て 1 社で行っている大手プレハブ住宅メーカー SH 社についても調査を行った。

以下では、各者における取り組みを比較して考察することにより、日本における BIM の導入の傾向を把握する。各事例の調査結果については、建築物のライフサイクルに関わる範囲の広い順に記述を行う。

表 2-1. 日本における BIM の導入に関するヒアリング調査対象

対象	概要	ライフサイクル中調査対象	備考
SH 社	大手プレハブ住宅メーカー	設計・施工・FM	1 社で BIM が完結している
NS 社	大手設計会社	設計	
SC 社	大手ゼネコン	施工	設計の部署が別に存在するほか、建材製造や FM の関連会社が存在
TC 社	大手ゼネコン	FM	設計・施工の部署が別に存在する
NC 社	大手 CM 会社	発注（・FM）	NS 社の関連会社である
TT 社	専門工事業者（鉄骨製造）	設計・製造・施工	SC 社の関連会社
YA 社	専門工事業者（サッシ製造）	部材の設計・製造・施工	
CL 社	専門工事業者（ALC* 製造）	部材の設計・製造・施工	業界団体としてヒアリングしている
P 協会	専門工事業者業界団体（PCa** 製造）	部材の設計・製造・施工	団体内 2 社が同席して回答している。うち 1 社は SC 社の関連会社



## 2.2. 大手プレハブ住宅メーカー SH 社の事例

### 2.2.1. 調査概要

本調査は、2016年6月17日に、東京大学工学部11号館8階応接室にて、ヒアリング形式で行われた。

### 2.2.2. SH 社における導入状況

最初に、SH社における BIM の導入状況であるが、認定内の工場出荷が可能な住宅、共同住宅については全件 BIM に対応している状況となっている。プレハブ住宅であるため基本的には工場から出荷されることを考慮すると、導入が高水準に進められていると考えられる。

### 2.2.3. SH 社における BIM の利用

SH社での BIM の利用は、主に建築生産段階で導入されている。そこで、ライフサイクルの順に、プレゼンテーション用から発注用、製作用・組み立て用の3段階で利用され、それぞれに専用のアプリケーションが用意されている(図2-1)。これらのアプリケーションは自社開発のものを利用している。各段階ごとに利用されたデータは全て、データの形で(紙図面や表などに出力することなく)受け渡しが行われている。

最初に、プレゼンテーション用のアプリケーションであるが、これは営業職が顧客との打ち合わせの際に住宅の提案に使用する。このプレゼンテーション用のアプリケーションで出力が可能なものは、簡単な図面と CG (コンピュータグラフィックス) パー

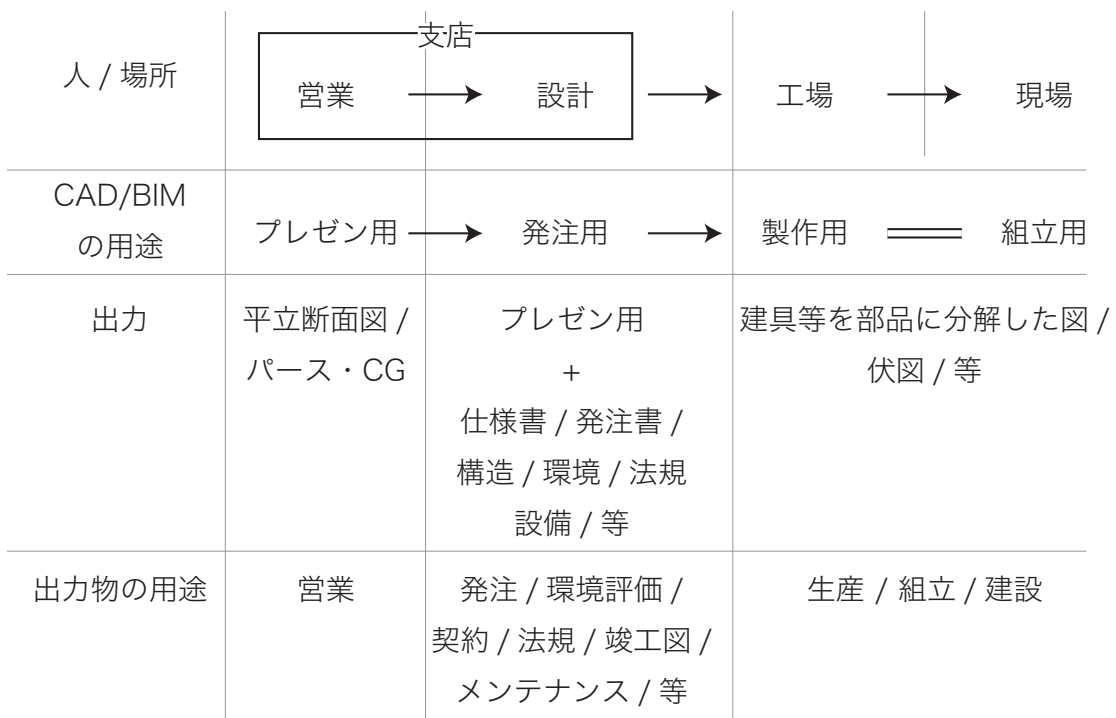


図 2-1. SH 社におけるデータのフロー

スに限定される。理由としては、営業職は大学等において建築系部局の出身ではないことが多く、社内において一定の建築的な教育は行われるものの、建築の専門知識があまり多くないため、限定的な選択肢を設けたアプリケーションとなっているからである。また、データの精度に関しても、目的が顧客へイメージを見せることにとどまるため、データに付随する属性情報は簡易なものとなる。例えば扉という部位に関しては、「扉である」という程度の情報にとどまり、品番や細かい形状情報は入らない。

次に、発注用のアプリケーションであるが、これは設計職が入力操作を行う。この段階でのデータ作成の目的は、工場生産の前段階としての情報入力であるため、基本的に全ての情報が入力されることとなっている。この段階で入力を行う設計職は、建築系の教育を受けているため、プレゼンテーション用のアプリケーションの段階では不可能となっている、日影規制などの環境シミュレーションや、各種法規制に対して適合しているかの確認も含めて全ての情報の入力を行う。この入力されたデータは、そのまま実際に製造を始めて問題ないかのチェックが行われる。この段階で作成されるデータは、基本的には全ての部材に対して品番が指定される。品番が指定されない一部の特殊な部位については、工場の特注または現場調達ができるよう、必要な情報を全て入力する必要がある。これらのデータは、最終形となるため、竣工後に顧客に引き渡される竣工図や、契約時に渡される契約図面等も発注用に作成されたデータから出力される。

その次の製作用・組み立て用の段階では、発注用のアプリケーションで入力されてきた部材の情報を、部品単位に分解し、さらに番号をつけ、現場で組み立てるだけの状態としている。部品単位への分解とは、例えば扉であれば、扉板、サッシの縦枠、上枠、下枠、蝶番等扉を構成する各部品それぞれのデータに分離させることである。この段階ではデータの修正をすることをすでに不可としているため、設計変更がある場合や、この段階でミスが発覚した場合は前段階である発注用アプリケーションまで遡り、そこで再度入力を行なった後、再び製作用・組み立て用の段階の処理が行われる。

また、ライフサイクル上の各段階に沿って利用される各段階のアプリケーションとは別に、部材開発（各段階のアプリケーションで使用できるようにあらかじめ各部材のデータを入力しておくこと）のための CAD も存在し、本社で開口部や外装等の各担当に分かれて部材データの入力を行なっている。この際、SH 社が自ら工場で製造するものや、外部メーカーにオリジナルで発注するものだけでなく、市場流通品に関しても全て最初から入力を行なっている。理由としては、CAD データが存在する市場流通品であっても、SH 社の設計・製造において必要な情報としては必要十分でないことが多いためである。

竣工後のアフターサービスにおいては、発注用のアプリケーションから出力された図面が、アフターサービス部署に存在し、そこで閲覧することが可能となる。さらに、メンテナンスを行った際はメンテナンス履歴情報を更新していくこととなっている。しかし、図面に追記するといったことは行っていない。

#### 2.2.4. SH 社における BIM の特徴

SH 社における BIM では、他社に発注する部材も含め全て自社で入力を行ったり、アプリケーションも自社開発したりと、全てが自社完結で行われている。そこで、設計や開発、生産、積算、発注などの社内の各部署にヒアリングを行い、各部材のデータに対してどの属性が必要かを全て調査し、各部材に対して部材の描き方（データの入力方法）を統一した表記指針を作成している。そして、この表記指針をもとに社内 BIM を設計している。このように BIM を運用しているため、各部材に関連づけられている情報は社内でも BIM を利用する全員に対して十分なものとしていることにより、一般的な BIM と比較して多量の情報量を持ったデータが作成されている。そのため、この BIM を運用するためにあらかじめ各部材に多量のデータを入れる必要があり、その点に大量の労働力とコストを投入している。

#### 2.2.5. SH 社における BIM 導入の目的・メリット

このように BIM を導入している SH 社であるが、BIM によるメリットや導入目的は以下の通りとしている。まず購入者にとっては、家を購入する際において、設計に忠実に造られるため、失敗することを減らせるというものである。また、住宅の所有者が変わった際も、SH 社側から情報を渡すことが可能となっているため、オーナー間の引き継ぎが容易となっている。

一方で、SH 社側にも BIM を導入する目的があり、それは建築生産の合理化を目的としている。例えば、施工時にはすでに設計の段階で部材が過不足なく準備され、それらの干渉に関しても事前にチェックが行われているため、工事段階におけるトラブルを激減することが可能となった。特に、社内であらかじめ用意した部材データを利用した場合は、より生産性を上げることが可能となり、さらにコストを下げることも可能となる。また、顧客と打ち合わせる設計段階において全ての意思決定が行われるため、それを工場・現場で確実に再現することによって、顧客からのクレームを減らすことも可能となる。さらに、竣工後のアフターサービスによっては廃止部材の代替品検索の容易化や、トレーサビリティの向上といったメリットも存在している。

#### 2.2.6. SH 社における BIM 導入の課題・デメリット

一方で、BIM の導入によるデメリットや依然残る課題も存在している。まず、購入者にとって、契約図面や竣工図が難解である点である。前述した通り、それらの図面も発注用のアプリケーションから出力されるが、社内での発注に最適化されているものとなっているため、建築の知識が少ない顧客にとっては難解なものとなっている。そのため、近年では CG を活用して説明を行い、CG のクオリティーも向上している。しかし、依然として色や広さの把握は難しく、顧客の予想と異なるものができる場合がある。

また、SH 社にとってもデメリットは考えられ、大きなものとしては、設計段階にお

ける労力やコストが大きくなるというものがある。例えば、製作用や組立用のところで変更やミスが発生した場合、設計段階に戻ってデータを入力しなおす必要があるという手戻りが発生する。この場合、工場や現場からクレームが入ることとなるため、設計段階に負担や責任が集中することとなる。その結果、事前にミスを減らすため、確認申請や契約、発注など各タイミングで整合性チェックを行う必要があるといった、BIMによる制約が厳しくなることとなる。BIMの制約が厳しくなることは、設計の自由度が減ることにつながっている。また、前述の通り、各タイミングで整合性チェックを行う必要があるが、SH社のBIMでは各部材に対して多数の属性が入っているため、それらの整合性のチェックに時間がかかるといった点も存在する。この際、現場で調整して合わせられるもの（雨樋や配線）などもシステム上で完璧に行う必要があるため、完全に整合させたデータの作成に時間や労力が割かれている。このように、設計職の仕事がデータ入力の主となっているため、本来の設計業務から乖離することになり、将来的に設計職離れが進む可能性もある。

さらに、部材開発においても労力やコストが大きくなっている。市場流通品を含め、それぞれが多くを情報を含む多数の部材を正確に入力する必要があり、多量の労力が必要となるためである。また、特注品に関しても、既存の部材の入力情報と同レベルの情報入力が求められるため、その労力も大きくなる。そのため、階段などの一部の部材においては、特注となる事例が多いため、特注図面集が作成されることもある。しかし、そのような手法を用いたとしても労力が必要なため設計が特注を避けがちとなり、前述のBIMの制約による理由に加え、さらに自由度が減る結果を生んでいる。

## 2.3. 大手設計会社 NS 社の事例

### 2.3.1. 調査概要

本調査は、2016年5月17日に、NS社本社にて、ヒアリング形式で行われた。この際、同グループのNC社の担当者も同席し、同時に調査を行っている（2.6を参照）。この項では、設計者であるNS社に該当する部分のみの抽出を行っている。

### 2.3.2. NS社におけるライフサイクルへの取り組み

最初に、建築物のライフサイクルへの関与に対する取り組みとして、NS社では、2020年の東京オリンピック後に発生すると予測される新築の需要の減退を見込んで、ライフサイクルに関わる業務の拡大を続けている。その結果、金額ベースにおいて、NS社単独で10%、グループ全体では15%程度をライフサイクルに関わる業務が占めることとなった。具体的な業務としては、設計時におけるライフサイクルデザインの提案やライフサイクルコストの検討を行うほか、竣工後の保全計画や機器台帳を管理するためのクラウドデータベースを用意し、竣工後も顧客と関わり続けるサービスを行うことなどがあげられる。その中で、BIMなどのコンピューターを利用したツールによる自動化が行われる可能性があり、導入の検討を始めている。

### 2.3.3. NS社における BIM への取り組み

そのNS社におけるBIMに対する認識としては、設計者もクライアントも扱うことが容易な3次元モデルがあり、そこに詳細情報が付いてくるといった、インデックス的なものとして捉えている。現状では、設計から施工へ移行するプロセスにおいて、一度設計者が設計データを手放し、それを施工者が再び最初から3次元モデルや図面を描き起こす形式をとっている。そのため、現状では施工者に渡されたデータの利用方法は、形状モデルとして空間把握を行う程度にとどまっている。そこで、設計データの施工への利用や、さらにライフサイクルの先にある保全計画につながる形式はどのようなものかという議論を行っている。その形式に関しては、BIMの基本型である形状モデルに情報を付加したものではなく数値や表データとなる可能性もある。

また、民間及び行政から設計時のBIM指定も増えてきている。ただし、CADデータ納入指定と同様の発想としてBIMデータ納入を指定する場合と、BIMによるメリットをある程度研究して指定される場合と2通り存在している。

### 2.3.4. NS社が考える BIM のデータの扱い

NS社内で議論されているデータの形式であるが、現状の方針は以下の通りになっている。まず、データの精度について、NS社ではLOD（Level Of Detail：詳細度、数値が低いほどデータの精度が粗く、高いほど細くなる）を定義している。現状では竣工後に詳細度の高い図面は必要とされず、LOD400程度（NS社の基準で一般的に竣工図

と呼ばれる程度の詳細度) のデータより抽出した、精度を落とした図面を発注者に引き渡している。ただ、発注者に竣工図を渡した場合においても、実際にはマネジメントに使われていないのが現状となっている。また、竣工図に関しても、何万点といった数が利用されている建材情報など各種情報が入っている図面となっているため、竣工図を納入されたクライアントがライフサイクルマネジメントに活用することが可能でないと想定しているだけではなく、物理モデル単体に関してもクライアントが利用する価値はないと想定している。

そこで、NS社としては、LOD200程度(NS社の基準で、部屋の面積・仕上げ・ダクト等の情報や、空調などのメンテナンス期間などがわかる程度の情報が含まれている程度の詳細度) のBIMデータを設計・ファシリティーマネジメントに適したBIMデータとして出力することを提案している。このBIMデータをライフサイクル全般にわたってマネジメントし、改修等の建築工事施工時には施工図を出力するといったように、必要に応じてLOD300やLOD400に上げた図面を作成するといったものである(図2-2)。一方、海外ではLOD400程度の図面・モデルを発注者側も取り扱うことが可能な発注者も存在しており、その場合はその高い精度でデータが納入されていると想定されている。また、行政機関や発注者側も、竣工後のライフサイクルマネジメントで利用するために、

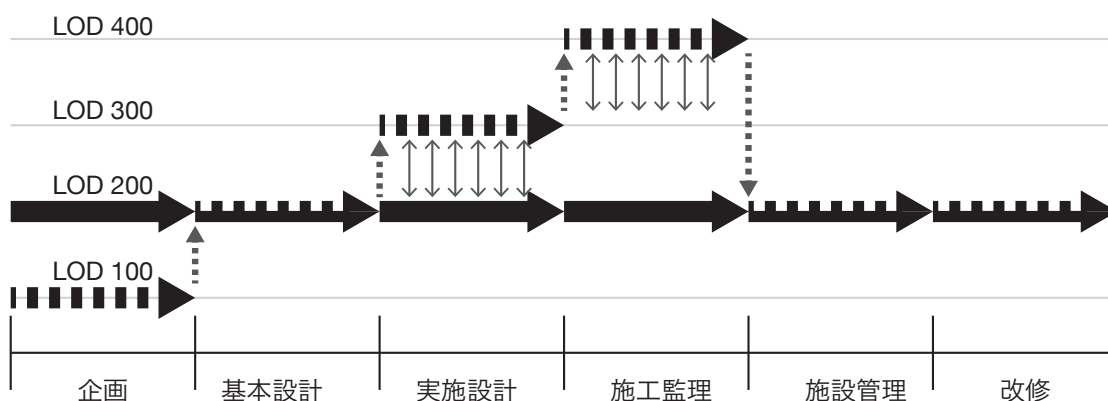


図2-2. NS社におけるライフサイクル上でのLOD変遷フロー

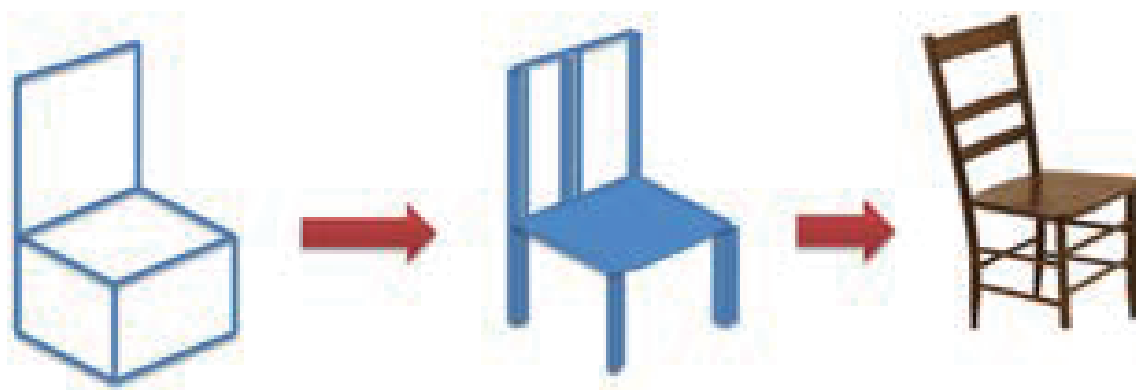


図2-3. ボックスモデル(左)と詳細モデル(右)

RICS International BIM implementation guide 1st edition

[http://www.rics.org/Documents/International\\_BIM\\_implementation\\_guide\\_1st\\_edition\\_2014.pdf](http://www.rics.org/Documents/International_BIM_implementation_guide_1st_edition_2014.pdf)

RICS (英国王立チャータード・サバイヤーズ協会) より引用 (最終閲覧: 2017.1.19)

独自のBIMガイドラインを作成し、設計者に従うことを求めていることが多い。しかし、日本では発注者側にそういった技術や文化がなく、また、国土交通省が作っているガイドラインも漠然としたものとなっているとのことであった。そのため、前述の通り設計者として、NS社の方から提案を行っている。ただし、クライアント側からBIMモデルの納入を要求されていないため、未だに実際の運用による状況は把握できていない。

細かい精度を持ち、量が大きくなるデータの取り扱いについては、通常はボックスモデルで扱い、必要に応じて詳細モデルへと、表示されるディテールの細かさをコントロールすることが可能となれば、よりシームレスに扱うことが可能となると考えている（図2-3）。また、現実的な課題として、例えば施工プロセスにおいて大きなデータを入れた際に動かなくなる可能性があるなどの動作環境の問題が想定される。そのため、各者で同じ性能のコンピューター環境を整備することや、共有するデータに利用される詳細度を定めることといったルールの作成も行う必要がある。

また、例えばゼネコンが施工図をLOD400で作ったと宣言している場合においても、例えば設備のみは粗い、といったように同じLODにおいても部位ごと、各社ごとに実際の精度が異なってくる状況が多発することも想定される。そのため、精度に関するスタンダード等も決める必要がある。NS社の立場では、建物の詳細形状が正確であることに比べ、数量や金額を算出できることが最も重要と考えているので、例えばビスを入れる際もボックス程度の詳細度で納めるなど、工夫しながら必要なデータの密度を高めるための試行錯誤を行い、同様に各者も各々試行錯誤している。実際には、設計段階におけるクライアントのライフサイクルコストに対する理解が低いため、金額を算出できる程度の分解能があれば十分であり、その機能を用いて設計時にライフサイクルのシミュレーションを行うことができれば、クライアントにとってはメリットとなると想定している。また、空間モデルの把握についても、例えば複雑形状のファサードデザインとなった場合に必要なパネル数をダイレクトに出したり、デザイン形状の変化に対応してインタラクティブに管理したりすることを必要とするため、BIMによる管理が必要となる。

### 2.3.5. NS社の想定するファシリティーマネジメントにおけるBIMの扱い

すでに竣工している建築物のデータに関しては、点群を取る技術を用いることで、1mm程度の精度でスキャンを行うことが可能となっている。最近の事例として、NS社が受注した海外のスタジアム建築の改修プロジェクトにおいてその技術を利用した。その結果、残されている平面図の寸法と異なる部分が多く、かつ最新の状況をスキャンした点群が正しいという状況となった。そのため、その事例においては、スキャンしたデータを基にBIMを作成を行うこととなった。この技術を利用し、施行中もスケルトンの状態で点群をスキャンするなど、今後さらに使い道があると想定している。

ファシリティーマネジメントについては、以前NS社では、台帳や保全計画を管理す

る書類管理システムと EMS（エネルギー管理システム）を統合した LCM（ライフサイクルマネジメント）アプリケーションを開発し、それをクライアントに建物とともに納入していた。現在ではそのシステムを改定し、クラウド化することにより、クライアントに加えて設計者も情報を閲覧可能としている。このことにより、ライフサイクルデザインを行った設計者が利用状況を把握して意見できることを可能とし、ライフサイクルマネジメントを最適化することを狙っている。その際、クライアントがすでに持っているマネジメント用アプリケーションとの親和性が課題となる。

### 2.3.6. BIM の導入に関するコスト・労力

建築業界への BIM の導入の類似事例として、自動車の設計において、建築業界における BIM と類似のソフトウェアを利用し、3次元モデルを用いた設計の導入があげられる。自動車の設計においては、衝突試験などでエンジンやサスペンションなどの各挙動を全て実機テストしていたものを、コンピューター上でシミュレートできるようになったため、大幅なコストダウンをすることが可能となった。一方で、建築生産においては、自動車のような大幅なコストダウンを期待できず、導入が自動車業界ほど積極的ではないという違いが見られる。

BIM の導入によるコストや労力に関して、BIM の導入によるメリットは、一般的に施工段階で多いとされ、アプリケーションのベンダーの資料においても同様に言及されている。設計者においても数量を拾うことが可能であったり、施工計画の立案が容易化したりするため工期を短縮できるなどのメリットはあるが、BIM の導入によって追加の収入が得られるとは限らない。そのため、設計以後に BIM によって得られる利益を、設計における BIM による労力・コストの増加へどのように還元するかといった課題について、今後決定する必要がある。また、現在のシステムにおいては納まりなどは複雑な部分のみを代表として検討することが一般的であるが、BIM を用いた場合は全ての箇所に関して検討する必要がある。そのため、一般的には整合性チェックが容易になる等チェックの手間を削減可能であると言われているものの、場合によっては現在以上にチェックに手間がかかる可能性がある。

また、ライフサイクルマネジメントにおける労力やコストに関しては、クラウドサービスなどを利用した統合的な管理の導入の目的である、データの散逸を防ぎ多数の人が閲覧できるといったことを、現状においても人力で Excel 等汎用アプリケーションを利用して管理することで順調に行っている場合もある。しかし、それらの管理情報の入力を一般化するためには入力先としての器を用意する必要があると考え、クラウドサービスの導入に至っている。その器を正しく整備することにより、無駄の排除につなげることが可能となると考えている。

### 2.3.7. BIM による意思決定方法の変化

BIM による意思決定方法の変化について、建築以外の他の業界では議論がウェブ上や



ソフトウェア上で行われているものが、今後建築業界にも導入されると想定している。それにより、意思決定プロセスや決定のための材料が常時残ることとなるため、ブラックボックスが減ると期待している。

### 2.3.8. BIM に関する日本と海外の比較

BIM が日本で普及が進まない現状については、日本の建築は海外と異なり、設計や施工といった役割の分担が明確に分離されずに曖昧となっていることや、建築の用語自体も定義や使われ方が曖昧であり、前述した BIM を導入に必要な環境、ルール作りが難しいことが原因の一つと考えている。また、海外では全て設計者が製作する設備図等の特殊な図面について、日本においては設計者より施工者の方がより専門的に製作することができるため、設計者の製作するモデルの中に設備図などを入れることが難しく、設計段階に設計図面を揃わず、BIM による整合性のチェックなどのメリットを享受できないといった点もあげられる。

さらに、ファシリティーマネジメント的な観点から見ると、海外では M&A が活発なことにより、管理する資産が急に増えることが発生することがあるため、それを一元的に管理するために発展したという背景もある。この手法を用いて、海外のコンサルタントが日本の不動産を安く購入し、整備や改修等を行い高く売却するというビジネスが成立すると考えられ、日本ではそういったビジネスが未整備であるところを整備する点で普及することが想定される。

## 2.4. 大手ゼネコン SC 社の事例

### 2.4.1. 調査概要

本調査は、2016年9月20日に、SC社本社にて、ヒアリング形式で行われた。

SC社は大手ゼネコンであり、本調査では施工分野を主な対象としているが、設計施工も行っているため、設計分野に関する状況についても含まれる。

### 2.4.2. SC社におけるBIMの導入状況

SC社におけるBIMの導入状況であるが、基本設計には100%導入し、実施設計には50%程度の導入が進む一方で、施工においては10%程度の導入となっている。今後は、設計施工において、質が伴った実績を増加させていくことを目標としている。具体的には、現状ではBIMの利用は図面の作成までにとどまっているが、今後図面の回覧を減らすためにある程度のプロパティ情報を入れていく。一部のデータに関しては、子会社を含めデータで流して調整できるようにすることで、図面を合理化している。最終的には、職人が現場で使えるようなデータの作成を目標としている。

一方で、ファシリティーマネジメント分野での利用に関しては、ビルメンテナンス担当者によると必要がないとの理由により顧客からの要望がない状態であり、最近になって入札案件が1件出た程度であるとのことである。自社開発の案件においても、3次元モデルとExcelによる利用にとどまっている。

### 2.4.3. SC社におけるBIM導入の目的・メリット

SC社においては、BIMの導入によって次のようなメリットを想定し、導入を目指している。第一に、図面回覧が大幅に減ることが想定されるほか、図面の不整合も防止することが可能と想定している。特に、図面回覧の減少により、作図費用を20%程度削減することが可能であると見積もっている。また、定量的な計算を行ってはいないものの、内部失敗の削減も期待される。しかし、海外で期待されるような、工期の短縮については期待できないと想定している。理由としては、海外においては設計変更があった際、その度に発注者に対して申請を行い、工事が一度停止する習慣がある。一方で、日本では最初から工期が決まった状態で受注するため、その工期内で調整を行う習慣となっているためである。また、設計に施工者の意見や裁量が入るため、現状では施工者が多くの情報を必要としていないという点もある。

また、専門工事業者においても、BIMは必要となり、特に鉄骨製造業者においては、リブやジョイントといった付帯鉄骨の情報がBIMに入ることにより、干渉チェックという面で有利となる。さらに、専門工事業者からBIMデータを受領することにより、間違っただけの設計が減ることや、チェックの手間が減ることも想定している。

他部署や他社からBIMでデータで連携するメリットとしては、双方向でデータを流すことが可能であるため、総合図の調整が速くなることを想定している。一方で、承認は

判子を利用した紙図面であるため、最終承認に関しては依然時間を要する。しかし、途中の段階をデータで連携するようになった分として、調整のための時間を削減できるメリットが存在する。

今後の想定としては、ロボット化やトレーサビリティの向上につなげていくことのほか、ビッグデータとして解析を行うことによって BIM の向上を狙っている。このことで、データベースと BIM が直結し、変更の度に原価の算出などを行うことが可能となる。

また、SC 社では設計業務も行っているが、設計業務における BIM によるメリットとしては、監理業務を減らすことが可能と想定している。そのためには、全てのデータを施工側に渡すことが重要となる。ただし、現状の 1:100 図面程度の詳細度で十分と想定している。

#### 2.4.4. SC 社における BIM 導入の課題・デメリット

一方で、BIM の導入によるデメリットも想定されている。現状では、3次元モデルで全ての業務をすることは不可能であるため、必要に応じて2次元図面に出力する必要があるが、その出力の手間が必要となる。また、3次元モデルの利用を行う場合、作図そのもので2.33倍の時間がかかると算出された<sup>\*5</sup>。さらに、各社ごとに自社の使用する符号に合わせ、アプリケーションをカスタマイズして使っているため、自動化することも難しくなっている。また、専門工事業者とは製作図のために必要な図を利用して打ち合わせを行うが、その図のデータが製造につながっていないという点も挙げられる。この点をつなげて自動化を可能とすることが、BIM のメリットと想定されるが、実際にはそこが可能となっていないことが多い。

また、これはデメリットとなる可能性のあることとして、BIM のデータを過信することにより、人によるチェックが減り、結果としてその図面が正しいかを判断できなくなる恐れがあることを想定している。データの変換の際にはエラーが発生する可能性があり、その際にチェックを必要とする可能性も考えられる。さらに、現在では2次元図面中心で教育が行われてきたため、2次元図面を見て3次元形状を想像することが可能となっている。しかし、今後3次元モデルの利用が中心となった際に、2次元図面を見て3次元形状を想像することが難しくなることが想定され、そのための教育を行う方法について検討を行う必要がある。同様に職人の質を維持するための教育についても検討を行う必要がある。現在高水準で行われている仕事が、高齢化と、工業化による高度化によって2極化することが想定され、その間を埋める教育が必要となる。

#### 2.4.5. SC 社における BIM の普及

SC 社は2015年度に、BIM の試行事例を基として標準ワークフローを作成した。このワークフローをもとに、全国の支社にマニュアルとリファレンスガイドの形で普及を目指している。一方で、経営の上層部や現場所長に BIM や ICT に対する理解があるかに

\*5 「BIM を用いた施工図の試行」、三戸景資、日本建築学会大会学術講演梗概集(近畿)、2014年9月

より、普及の難易度が変わってくると想定されるほか、BIM マネージャーが不足していることが、普及の大きな妨げとなると考えている。BIM マネージャーは、施工と設計の双方の現場知識を持ち合わせつつ、さらに ICT に関する理解も必要となる。しかし、近年では建築職の専門化が進んでいるため、そういったゼネラリストが不足してくる状況となっている。そこで、モデル案件を利用し、BIM の支援部署を育てるという方針をとることとしている。この際に、少人数であっても質の高い人材を育成するか、それとも最初に多数の人材を輩出することを重視して育成するかは、各社によって考え方は異なる。

一方で、データの面においても普及への課題が存在する。最初に想定されることとしては、使用するツールが異なることである。これは、社外だけではなく社内においても発生している。各アプリケーションによって得意分野が異なるため、分野により使用するアプリケーションが異なることがその理由である。このことにより、前述した通り変換で欠損が出ることなどが想定される。このため、共通規格が必要と考えられるが、現状の BIM の共通規格である IFC (Industry Foundation Classes) では不十分と考えている。

また、データの精度に関しては、現状では LOD200-300 程度で竣工まで利用しつづけることを想定している。現在の施工の方法と、データが重くなることを考慮すると、現状では過不足がない精度と判断している。しかし、今後自動設計が進み、トレーサビリティが向上した状態となった場合は、部材単位で管理する必要があり、LOD400 程度のデータが生成されることが想定される。そのため、縮尺度により表記が自動的に変わるような方法が求められる (2.3.3. の図 2-3 も参照)。さらに、将来的にはデータベースを BIM モデルから切り離して、ID を用いて連携する形になると想定している。モデル内にデータを格納する方式に対して、データベースを利用する形式の方が、データが軽くなるということが理由となる。

#### 2.4.6. 海外と日本の比較

海外において、BIM が発展した理由としては、アセットマネジメントとして、建築物の消耗品をあらかじめ交換するなどの文化が発展してきた。その中で、ファシリティーマネジメントのための資格制度を早くから整備し、与えられる権限も大きいものとなってきた。そこで、COBie という規格が制定された。COBie とは、アメリカ航空宇宙局 (NASA) とアメリカ合衆国科学技術政策局 (OSTP) がプロジェクト開始に際し助成し、アメリカ陸軍工兵隊工学研究開発センター (ERDC) が開発している規格であり、ライフサイクルでの保存およびファシリティーマネージャーに必要とされる情報の伝達のための情報交換仕様についての規格である<sup>\*6</sup>。その COBie を BIM に転用したということもあり、海外ではファシリティーマネジメントを行うために顧客が BIM による納入を要求している。一方で、日本においてはファシリティーマネジメントに相当することを勘

\*6 「CIM を用いた維持管理 -COBie 入門-」、有賀貴志、IAI 日本 土木分科会、2015 年 5 月、  
[http://www.building-smart.jp/download/files/20150527\\_04.pdf](http://www.building-smart.jp/download/files/20150527_04.pdf)、最終閲覧：2017.1.19

と経験で行う習慣があったため、顧客からの要望による BIM の発展が行われなかった背景もあると考えている。また、シンガポールや韓国、中国などでは、政府主導で普及が行われている。一方の日本においては、現在の官僚制度では2年程度で担当が交代してしまうため、この点においても、普及を難しくしている理由と考えている。

海外の施工者のあり方としては、要求通りに建設するという文化があり、前述の通り設計変更があれば、施工が止まることとなる。その調整を行うためにコンストラクション・マネジメントやプロジェクト・マネジメント（PM）といった職務が発達し、その管理のために情報を伝達する必要がある。さらに、それらの情報はコンストラクション・マネジメントが調整したものを単純に集めたのみで無駄が多くなると考えている。その無駄を減らすことも BIM の目的となっている。一方で、日本においては、現場が金額や工程も管理を行い、エンジニアリングを含めて請負している。この結果、海外で利用されるコンストラクション・マネジメントの要素を施工者の内部で行い、無駄が少なくなるよう調整しているとみなすことが可能となる。

## 2.5. 大手ゼネコン TC 社の事例

### 2.5.1. 調査概要

本調査は、2016年6月9日に、TC社本社にてヒアリング調査を行ったものである。

TC社も前項SC社と同様に大手ゼネコンであり、設計施工も行っているが、本調査における主な対象はファシリティーマネジメントとした。

### 2.5.2. TC社における CAFM の導入

最初に、ファシリティーマネジメントのためにコンピューターで情報を管理するツールである CAFM (Computer Aided Facility Management: コンピューターを用いた FM ツール) について、導入をはじめている状況となっている。建物の竣工後は、図面や書類は散逸し使えなくなり、その情報が必要な際に改めて探す必要があることが多いので、その情報をコンピューターで一元管理するメリットがあるとしている。

データの種類や精度については次の通りとなる。現状の CAFM では、竣工図や管理図、面積管理のための図面や設備図面の管理を行っている。従来の維持管理業務においては竣工図ベースの図面による管理が多かったが、実際の日常管理業務には向いていないと考え、姿図、配管の形などが容易に把握できる形にあらかじめ加工した上で管理を行っている。また、更新データの積み上げに関しては日常の点検を含めると膨大になるため、予防保全を目的として、障害・修理の記録や、記録しておくことが重要と考えられるインパクトの大きなものを選択して管理している。管理の単位としては、平面図で扱うフロア単位ではなく、さらに細かい部屋単位で管理を行っている。さらに、部屋単位で管理を行う室内の設備機器といった建築的要素のみではなく、什器や備品の管理まで行うことが可能となっている。

次に、長期修繕計画といったデータについては、CAFM で作成するのではなく、設計事務所や建設会社が制作したものを格納し、管理を行うこととしている。このことにより、長期修繕計画が CAFM システムに依存しないため、各者で共有したり本部で一元管理したりすることを可能とした。長期修繕計画データの更新は一度 Excel の形式に出力し、それを編集した後 CAFM で利用している形式へと変換して再びアップロードすることが可能であるため、従来の管理手法を適用可能である。これは、アプリケーション利用側にとっては従来の手法を適用しつつも、実態は従来手法と異なるデータベースの形式を採用することとなるため、データの管理やバックアップが容易になることなどがメリットとしてあげられる。その他の機能に関しても、汎用的なソフトウェア (HTML や MySQL 等) を極力利用することにより、CAFM 設備の長寿命化を図っている。

BIM や CAFM 導入のコストに関しては、次の通りとなっている。TC社においては設計、施工とは別にファシリティーマネジメントを専門とした CAD オペレーターを配し

ている。そのため、比較的安価にファシリティーマネジメント業務に関する図面の更新を行うことが可能となっている。また、最もコストを要する作業は打ち合わせであるため、BIM化を担当するオペレーターが2次元図面から3次元モデルへの変換において不明と考える点を減らすことにより、2次元図面作成者への確認のための打ち合わせが減ることとなり、コストの削減につながる。

### 2.5.3. TC 社のファシリティーマネジメント分野における BIM の導入

TC社における CAFM に続く BIM の導入の流れとしては、次の通りとなっている。現在、設計・施工の両分野で AutoCAD (Autodesk 社の 2次元 / 3次元の汎用 CAD) から Revit (Autodesk 社の BIM アプリケーション) への移行を行っている。さらに、ファシリティーマネジメントに関しては、設計・施工が BIM へ移行することを見据え、さらに前から BIM への移行を開始している。また、設備のデータに関しては、サブコントラクター (サブコン、下請け) が数量の算出の効率化や材料の無駄を減らす目的で 3次元モデルの導入を非常に早くから行っているため、BIM における意匠図や構造図との統合は想定よりは容易となった。最近の事例として、2016年に竣工した病院施設においては、竣工前から 3次元モデルデータの作成が可能であった。これは、建物に関するデータの精度を LOD200-300 程度といった、一般の竣工図に比べれば複雑ではない程度としたことによる。その LOD200-300 程度の建築に関するデータに、サブコンより入手した設備のデータを補完して統合したことにより、早期の 3次元モデル化を実現している。また、このデータでは、管理が容易となるように建物をフロア単位に分割し、管理が行うことが可能となっている。現在、上記のような事例を先行事例として行った段階であるため、今後はファシリティーマネジメントのための BIM のスタンダードとなるものの製作を行う予定としている。

### 2.5.4. TC 社における BIM の導入のメリット・目的

BIM によるメリットとしては、次のものが挙げられる。現在一般的である汎用 CAD であれば、例えば壁は線に囲まれた形状として扱われるが、3次元モデルに属性情報を付加してある BIM は、壁を「壁」として扱うことが可能となる。そのため、メンテナンスの際に図面上で、従来の手法の様に線に囲まれた形状を修正するのではなく、壁という部材として建築の振る舞いを持った状態で直すことが可能となる。よって、2次元の図面を線単位で直すことに比べ、管理上非常に容易で手間も少なくなると思っている。さらに、多業者が入っている施設に関しては、費用負担などのために各事業者の領域を判定する際、2次元図面であれば境界や、複雑に入り組んだ設備の所属の判定などが難解となるところに関して、3次元モデルに情報が付加されることにより判断が容易になると想定している。

また、3次元モデルで設計を行っているためフロア間の整合が取れるようになるため、従来のフロアごとに担当を分けていた設計による整合の手間がなくなることにより、設

計効率が上がり、コストを下げる事が可能となる。さらに、病院等の施設においては、従来手法による管理であれば図面の枚数が数千枚単位となり、整合性を維持するために全ての図面を更新する必要があるため、メンテナンスの際の更新の手間が非常に大きくなるが、BIMであれば3次元モデルと情報の更新のみで可能となり、手間が減ると考えている。近年増加しているPFI事業の形態においては、PFI事業の契約期間が終了後に別事業者へ管理情報を引き渡すことを前提としている。そのためには全ての図面や情報等を最新としておく必要があるため、更新が容易であるBIMのメリットは特に大きいと考えている。

#### 2.5.5. ファシリティーマネジメント分野以外とのBIM連携

ファシリティーマネジメント以外のBIMについては、設計のBIMは設計のためであり、維持管理を目的とすることは意識されていないと考えている。また、施工のBIMに関しても、目的は建物を建てるためであり、図面やモデルを作る事が本来の目的ではないと考えている。そのため、ライフサイクルの早期の段階よりファシリティーマネジメント業務者が介在することにより、設計や施工とは別途でファシリティーマネジメント用のデータを作るという手法が現実的と考えている。さらに極端な発想として、ファシリティーマネジメント業務に必要なデータには生産プロセスの情報は必要ないと考えられるため、完成した建築物を調査し、別途BIM化することが最も効率的かつ確実な方法ではないかとも考えている。



## 2.6. 大手コンストラクション・マネジメント業者の NC 社の事例

### 2.6.1. 調査概要

本調査は、2016年5月17日に、NC社と同グループのNS社本社にて、ヒアリング形式で行われた。この際、NS社の担当者も同席し、同時に調査を行っている（2.3を参照）。この項では、設計者であるNC社に該当する部分のみの抽出を行っている。

### 2.6.2. NC社におけるライフサイクルへの取り組み

最初に、NC社における建築物のライフサイクルへの関与に対する取り組みとして、既存の建物の環境評価やリニューアル・リノベーション・コンバージョンといった一般的な建築物のライフサイクルマネジメントに加え、コンプライアンス対応やCRE戦略（Corporate Real Estate：企業不動産の管理戦略）など領域を広げていっている。その結果、NC社の業務のうち、金額ベースで50%程度がライフサイクルマネジメント業務となっている。

### 2.6.3. NC社における BIM への取り組み

NC社における BIM の導入状況とメリットに関してであるが、現状では BIM を活用したプロジェクトは未だになく、3次元モデルの作図のための BIM の利用にとどまり、情報の活用はされていないため、想定となる。しかし、各部材の属性やコスト情報が部材データに全て含まれる場合、プロジェクトの管理が容易となると想定している。また、積算に必要な期間を減らすことも可能であると想定している。特に、官公庁工事は比較的基準が厳しいので効果的であると想定される一方で、民間の場合は概算的で良い場合も比較的が多いため、積算期間削減に関しての BIM を導入するメリットは減ってくる。理想としては、建築物の概要を入れることによりライフサイクルコストを概算できる機能が求められる。建築においては、設計担当者が建物のライフサイクルを通して把握し続けることが理想であると考え、そのために建築物に関わり続けるために、BIM や保全システムを持つことが将来に向けてのメリットになると NC 社を含むグループ全体で意識している。

BIM の導入によるメリット・デメリットを考慮する際、BIM が現場のためのシステムであるか、経営者のためのシステムであるかという2つの立場において軸足が異なってくる。そのため、経営者であるクライアントと現場を取り扱う施工者の双方の立場を調整する役割を持つコンストラクション・マネジメントにおいては、2者の異なる立場を変換し、互いに伝達する必要がある。この際、クライアント側との調整においては平易なデータを利用することが求められ、設計者側や施工者側などとの調整ではプロが使うデータとしての高精度なデータを利用する。そのため両者側に対応できる様、双方の精度のデータを持っていることが重要となる。NC社としては、双方の精度のうち、LOD200程度（クライアント側の平易なデータの精度）をクライアントの側でマネジメ

ントし続けるというのが現実的な発想としている。また、現在は各所から BIM の利用によるメリットが提案されているが、各メリットについて、誰にとってどのようなメリットであるかといった整理は行われていないため、NC 社としては発注者の代理として、発注者側の視点に立った BIM のメリットの整理が必要であると考えている。

#### 2.6.4. ライフサイクルマネジメントのための BIM

建築物が竣工した後のファシリティーマネジメントにおける建築情報の利用については、次の通りとなる。現状では竣工図がファシリティーマネジメントや改修等に利用されている事例はほぼ存在していないため、数年が経過すると修繕工事などが行われたとしても情報が更新されず、情報としては劣化しているということとなる。そのため、定期的にコンストラクション・マネジメント業者が一から建物の調査を行い、最新のデータを作るビジネスが成立している。正しく建築情報が更新されつづけることとなった場合、コンストラクション・マネジメント業者としては、そういったビジネスが減る可能性がある。しかし一方で、竣工後の図面データをコンストラクション・マネジメント業者がマネジメントし続けることにより、定常的にコンストラクション・マネジメント業者に利益が発生することに加え、通常のマネジメント業務に加えてリニューアルや耐震補強といった業務を受注することができ、利益につなげられるため、正しく情報が更新されることはメリットとなると考えている。情報を管理する手段としては、前述の通り日常的な管理として建物の所有者がファシリティーマネジメントを行う際は LOD200 程度の情報を管理し、コンストラクション・マネジメント業者や設計者、施工者等の建築関係の専門業者が関与する場合のみ、LOD300 以上のより精度の高い情報を用いて改修設計、改修工事を行い、再び LOD200 程度の情報に反映させ、再び LOD200 程度で管理することを想定している。従来の情報管理に利用している CAFM での利用に関しては、精度としては PDF 図面程度のデータで十分であり、加えて設備機器の台帳に修繕等の履歴があれば十分となる。そして、クライアントにとっての BIM を導入するメリットとしては、各種コストの算出が重要となると考えられる。また、NC 社の業務において現状では他者が設計・施工した物件を取り扱うことが多いが、その際は第一に契約図や契約図書を読み、その図面や数値が正であるか誤であるかを判断する必要がある、その際に BIM を見る可能性は存在すると想定される。しかし、現在の習慣では契約というプロセスが最初に信用されている。一方で、現在は修繕計画の工事は複数の工事をパッケージングして扱っているため、契約書のみでは各工事について理解できなくなる前に単体工事に分離する必要がある。そして、CAFM にはその単体工事を CAFM にフィードバックする必要がある。さらに、クライアントがすでにファシリティーマネジメント用アプリケーションを持っている場合、コンストラクション・マネジメント業者が通常利用しているアプリケーションを追加するべきか、もしくはクライアントの持つアプリケーションに CAFM や BIM の情報を載せるべきかということの検討も行う必要があるとい

た課題もあると想定している。

#### 2.6.5. BIM に関するコスト

BIM に関するコストについては、BIM による利益の方が導入コストよりも大きいと考えている。BIM を導入することにより、部材数量などを発注者が把握すること容易となる。そのため、プロジェクトがクライアント側から見て透明化し、クライアント側にとって説得力のある交渉が可能となり、無駄なコストの低減が可能となる。もしくはそこまですらない場合においても、最低限としてブラックボックス化した金額ではなくなるため安心した設計や施工料金の支払いにつながる。そのための BIM の導入に必要なコストが高い場合であれば、総コストが上がり導入目的としては本末転倒となるが、実際は建設費に比べれば僅かであると想定される。そのため、NC 社としては今後クライアントに、総コストの低減につながるとアピールを行っていく予定である。特に現状では、発注者は目先のコストに注目しがちとなっているため、アピールが必要となる。一方で、発注後に例えば、「竣工図を LOD400 程度で必要とする」といった様に条件を追加した場合は、追加のコストが必要となる場合があるため、発注段階において、情報のレベルや精度、その情報を必要とする段階などについて、あらかじめ仕様書に定義する必要がある。

#### 2.6.6. BIM による意思決定

さらに、BIM の導入は意思決定のプロセスにも変化を与えると考えられる。従来の意思決定プロセスでは、設計の会議にて最新の図面に対してプロジェクトのコントロールを行っている。しかし、BIM が導入されることによって、発注者側（の代理のコンストラクション・マネジメント業者）が設計作業中のデータにアクセスし、逐次図面のチェックを行いコントロールすることが可能となる。その際に、コストが可視化されることにより、即座に問題点を指摘することが可能となる。コストの他にも、BIM でさまざまな視点で設計情報へのアクセスを可能とすることにより、より多くの分析を行うことを可能とし、クライアントによる意思決定の材料を増加させることが容易となると想定している。

## 2.7. 鉄骨製造専門工事業者 TT 社の事例

### 2.7.1. 調査概要

本調査は、2016年9月21日に、TT社が所属するグループの親会社であるSC社本社にて、ヒアリング形式で行われた。この際、TT社と同じSC社のグループであるPCaの製造業者の方も同席している（PCaの製造におけるBIMの状況に関しては、2.10の調査として2016年7月21日にヒアリング済みであったため、調査自体はTT社に対するものとなっている）。

### 2.7.2. TT社におけるBIMの導入状況

TT社においては、自社開発した専用システムを用いて、当初からBIMのデータの入力を行っている。このシステムを用いて、骨組からディテールまでを作成している。また、IoT（Internet of Things）を用いることにより、建方についても記録することが可能となり、出荷や工程管理に利用することが可能となっている。しかし、一方で工場での製作のための図面は2次元で製作されている状況となっている。そのため、自社システムの3次元モデルから2次元図面への書き出しは早期に行われる必要がある。その際、細かい部分に関しては確定せず、また変更に関してもモデル変更から2次元図面への書き出しを行うと間に合わないという点が存在している。

### 2.7.3. TT社におけるBIMのメリット・目的

TT社でBIMを導入するメリットとしては、次の通りとなる。第一に、情報の重複を避け、一元化することが挙げられる。このことにより、不整合がなくなるほか、各部署による二重入力をなくすことにより、入力の手間を削減することが期待できる。また、他者や他部署との連携においても、BIMを使う前提で作業することにより、データ入力が不要となる。このことにより、入力の手間が削減できるほか、受領したデータを読み、再度入力するために発生する可能性のあるヒューマンエラーを削減でき、そのエラーの防止のためのチェックも不要となる。ただし、その状況においても最終品質確認は紙による承認となる。

また、鉄骨の製作では、1社では完結しないため、BIMによる連携で精度を高めることが目的となる。特に、外注する部位はガセットプレートの加工など細部の加工であることも多く、導入目的となる。

### 2.7.4. TT社におけるBIMのデメリット・課題

TT社におけるBIMの導入の課題として挙げられることとしては、従来の手法を維持したい立場の勢力から反対意見が出ることである。ただし、近年では建築業界の中でBIMに対応する必要があるという風潮が広まり、図面の専門業者の意識も変化してきたため、その点については改善している。

また、データの正しさに対する保証の有無も課題となり、現在ではデータに承認印がないため、正しさを担保できない状況となっている。そのため、データの責任の所在についても課題となる。

さらに、最初の入力量が多いことがあげられる。理由としては、情報データまで含むことにより、多くの入力情報を必要とすることに加え、2次元図面とは異なりコピーアンドペーストが難しいことが挙げられる。建築物においては、例えば中層階は中層階でほぼ同じ構成となっていることが多く、階毎の平面図を作成する場合には、ある階の平面図を作成した後、コピーして修正を加えることによって別の階の平面図とすることが可能であり、手間を削減できた。しかし、BIMとなることで情報が付加され、各階ごとに異なるプロパティを持つこととなったため、単純にコピーすることにより各階の図面を作ることが可能ではなくなった。このことも入力量の増加につながっている。さらに、建築物の情報を入力する際は、入力者が建物について理解する必要があると考えているが、他者から来たデータに関しては理解しづらいということも、入力の手間の増加につながると考えられる。そのため、3次元モデルや属性データの入力量を減らすことが課題となっている。ただし、入力の多さという課題に関しては、鉄骨製造に関する業務においては入力量が比較的少ないため、鉄骨製造においてBIMの普及が進んだといえる。

#### 2.7.5. BIMの普及について

TT社においては、他者と異なり、自社によるBIM/CADシステムを開発したため、本章他項で指摘されるような、BIMのための投資が不要となっているため、導入への負担は少ない。その反面、比較的規模が小さいことの多い専門工事業者の中でBIMを導入するために大きな投資を行う場合、社運をかけるためこともあり、導入を決めれば普及に積極的な姿勢となるが、TT社では行う投資が小さいため、普及への気運があまり大きくないといった面も存在する。また、同じく他項で指摘されるシステム変更の教育の問題においても、自社開発により精通している社員が多く、あまり課題となっていないことが特徴として挙げられる。

一方で、データの連携については、外注業者の環境の整備の問題や、BIMアプリケーションの違いにより、普及は難しくなる。また、データのフォーマットについても策定していく必要がある。TT社の場合では、親会社によるグループ内で統一された中間フォーマットがあり、そのファイルを読み込むことを前提に自社システムを開発したため、グループ内での連携は比較的容易である。

また、自社グループ外とのデータ連動についても各社のダイレクトリンクや標準フォーマットに対応する。ダイレクトリンクとは、Autodesk社のRevitやTrimble社のTeklaといった業界内標準アプリケーションに自社専用のアドオンを追加したものや、各社の自社専用のアプリケーションで使われる専用ファイルに直接対応することである。

る。このため、実務上ではあまり課題となっていない。別のデータ連携手法である、標準フォーマットについては日本と海外とそれぞれ存在し、それぞれに長短が存在することを指摘している。今後の課題として、自社外との連携のためにフォーマットの互換性が重要となると想定している。特に、専門工事業者には BIM のメリットがわかりづらいことも多く、ゼネコンのような大手が主導してフォーマットの整備を含めた BIM の整備を行う必要があるとと考えている。

#### 2.7.6. 海外と日本における比較

TT 社は、前述の通り海外（国際規格）と日本で標準フォーマットがそれぞれ存在していることを指摘している。国際規格である IFC は、CAD の標準交換規格 DXF (Drawing Exchange Format) に情報を加えたような、図形的表現を中心としたフォーマットである。そのため、属性が中心とならないので、データ連動には向きづらいという面を指摘する。海外においては、他項で述べた通り設計変更があると現場が止まり、コストが増える原因となるため大きな変更は少ない傾向にある。そのため、モデルの変更ではモデルの寸法の入力直しにより十分対応可能であるため、この方式が可能となる。一方で、日本における構造系の標準規格 ST-Bridge は XML (Extensible Markup Language: マークアップ言語の一つ) 形式で構成されるため、属性中心となっている。日本においては、設計変更が多かったり、地震が多いためディテールが複雑だったりといった理由により、モデルに寸法を直接入力するのではなく、ロジックを用いモデルが出力される方式としている。この方式により、データの修正は容易となる反面、図形的に規定できない部分が多いと指摘している。この2つの違いがあるため、用途ごとに利用が異なってくる。

また、前項で述べた独自フォーマットの存在についても、海外とは異なる点である。海外においては、利用されるアプリケーションが限られているため、競合メーカーも少なくなり、フォーマットが統一しやすい。また、新興国では国家が BIM 化を主導する場合もあるが、その際もフォーマットの制約が行われるため、統一しやすい理由となる。一方で、日本においては各社が独自に開発しているため、独自フォーマットが開発されている。

## 2.8. サッシ製造専門工事業者 YA 社の事例

### 2.8.1. 調査概要

本調査は、2016年8月29日に、YA社本社にて、ヒアリング形式で行われた。

### 2.8.2. YA社における BIM/CAD の導入状況

YA社では、BIMの対応部署を設けているが、BIM導入の実績が少なく、部署の人数も増えていない現状となっている。BIMの部署を設けた理由としては、国土交通省が出した指針により、BIMに関する問い合わせが増加したことを受けたものである。BIM化されていないものに関しては、まず受注前に提案図という形で2次元図面を元請けに提出している。そして、受注後に詳細を詰め、2次元図面のCADデータもしくは印刷したものを元請けに提出する流れとなっている。同様に製造にも設計した製作図を紙データで製造へ受け渡している。ただし、紙での確認が難しい部位のみ、データでの確認を行なっている。

海外におけるBIMの事例としては、BIMの利用が義務化された国での案件を受注した事例がある。この事例では、BIMデータのみで最初と最後の承認を行っているが、実際は簡易なデータとなっていた。ただ、異形のビルであったため、面積の算出を迅速に行うことができ、この面積は金額につながるため重要なものとなった。

### 2.8.3. YA社における BIM のメリット・目的

YA社において、BIMによるメリットは次の通りとなる。第一に、元請けとの打ち合わせにおいて、外装の意匠が可視化されることにより、理解が進み、合意形成を容易とすることが可能と想定している。特に、変更案のイメージ提示の際や、2次元図面では表現しづらい箇所の表現で有効となる。さらに、図面を見慣れないクライアント相手へは、プレゼンツールとして活用も検討している。また、1:50程度の模型の代替とすることも想定される。

他者との連携においては、元請けから受領した建築図のデータの閲覧をすることにより、建物全体としての理解が容易となると想定している。また、ペーパーレスの管理となるため、管理面や運用面で効率や正確性の向上につながることを期待される。さらに、干渉チェックも可能となる。

一方、自社内でのメリットとしては、あらかじめ製品のBIMライブラリーをメーカーが作成しておくことによって、元請けが基本設計段階でそのBIMライブラリーを活用して設計し、そのままメーカーに受注がくる形態となれば、営業段階でモデルを作図する手間や作図したモデルが無駄となることが減ると考えられる。

### 2.8.4. YA社における BIM のデメリット・課題

BIMによるデメリットや課題についても存在している。第一に、BIMで1:50や1:1000

の外装の3次元モデルを作った場合においても、現状利用している2次元図面の施工図作図業務は無くならないと想定している。そのため、3次元モデルを作るだけ、手間が増えることとなる。実際に、BIMでモデルを作る案件については、現在2次元図面と3次元モデルの双方を作成するというダブルワークとなっている。また、元請けのBIMの活用目的に応じて、外装のBIMデータに求められる要求が異なってくるため、その対応にも手間がかかると想定される。

さらに、現状において高精度の設計を2次元図面の利用で可能としているため、干渉チェックを行った際に、干渉する部分があらかじめ出ないようにすることが可能な設計が、すでに可能となっている。このようにして、2次元図面における設計業務の効率化、高度化を徹底してきたため、3次元化に対する反発も存在している。このように、BIMの導入による社内的なメリットがあまり見出だせていない状況にある。

また、各社ごとのアプリケーションによって差異が存在するため、情報の正確性が担保されないことも指摘している。

#### 2.8.5. YA社のデータの扱い

YA社のデータの精度は、基本的にはLOD300程度で作成されている。しかし、データが重いとの理由により、LOD200程度まで落とされることも頻繁に存在している。また、他者にデータとして渡す理由の一つであるゼネコンでの解析ではLOD200程度で十分であると考えている。



## 2.9. ALC 製造専門工事業者 CL 社の事例

### 2.9.1. 調査概要

本調査は、2016年8月4日に、東京大学工学部11号館8階応接室にて、ヒアリング形式で行われた。調査依頼はCL社が所属する業界団体に行ったが、結果としてCL社1社への調査となった。

### 2.9.2. CL 社におけるデータの取り扱い

CL社における、現状の建築情報の扱いについては、次の通りとなる。現在はCL社専用の発注システムを作成し、そのシステム上にExcelの表データや2次元CADのデータを入力することにより、自動的にCL社専用発注システムからCL社専用製造システムまでデータの形式で情報が流れるようにシステム設計が行われている。これは、ALCという建材の利用方法の特徴として、発注に必要な情報は荷重や寸法、枚数、配筋などの数値データのみで良いため、発注表の形式で注文が可能となることによる。具体的には、各割符に対し、許容荷重や寸法、目地、枚数、配筋、アンカー等を表の形で発注を行う(図2-4)。

現状における図面の形式でのデータの扱いとしては、2次元データのみをCADデータを扱っている。この2次元図面を3次元モデルにした場合では、ALC製造業界におい

2011/06/28

御中 注文書 001G7E-DC3426-847dBA

製品名		納付名		001G7E-DC3426-847dBA		代理店コード		C001	
0000		0000		0000		0000		0000	
0001		0001		0001		0001		0001	
51		51		51		51		51	

納入日	納入時刻	変更事種	緊急連絡先	現場担当者	現場担当者カナ
2012/07/01	09:00	11			カナ

納入先 郵便番号 (番地まで記入)	001G7E-DC3426-c26a19
0001	0001

基礎	反転	荷重	用途	耐火	日録	縦壁	置床	相違	基準	建物	取付	混雑相手No	製品	事業	注文	輸送	出降	販売	代全	支払	
		3	02	30				3	34	17											

屋根	床	長期積載固定	荷重 (x100[N/m])	36	タイプ1	タイプ2
----	---	--------	----------------	----	------	------

割符	許容荷重 (x1000[N/m])	寸法 (mm)	目地記号	枚数	配筋	ホーダー寸法	ヨコビッチ寸法	アンカー寸法	M <sup>MF</sup> /枚	備考
G0001		120 600 2730	AA	3					0.197	
G0002		; ; 2000		1					0.144	
G0003		; ; ;		5						

MSJ5. 1. 7. 1	頁計	9	FAX送信枚数	1	頁計	1.455 <sup>MF</sup>
FAX送信先コード	合計	9		1	合計	1.455 <sup>MF</sup>

図2-4. ALC 発注表の例  
Masal.Net オンラインマニュアル  
<http://www.clion.co.jp/soft/masal/manual/pdf/03.pdf>  
クリオン株式会社より引用 (2017.1.19 最終閲覧)

ては逆に難しくなると考えている。理由としては、使用されている形状の種類について、現状で数種類の厚さの ALC パネルを使い分ける程度にとどまっているため、現状の手法で十分であると考えられるからである。現在、設計図面から発注書の発行に必要なデータの入力を行っているのは 1 次下請の業者であり、ALC 製造業者から見ると設計者との折衝を行う代理店である。将来的に BIM が導入された場合には、その 1 次下請の業者が BIM 化を行うと想定している。

### 2.9.3. CL 社における BIM のメリット・目的

その BIM であるが、CL 社では 1 事例のみ試行的に BIM を利用した事例があるものの、導入には至っていない。

このように、CL 社で導入が進んでいない BIM であるが、導入した場合に期待されることとしては、設計時に 1 次下請の会社や ALC 製造会社が重複して別のシステムで行っているエラーチェックなどの業務を統一化し、業務を簡略化することが可能となると想定している。

また、ALC を用いた標準的な設計を、建築物の設計における初期段階で反映することが可能となる。特に、実際に想定される手法としては、取り付け納まり等の標準データをカタログ的に CAD データとして配布することである。そのことにより、見積もりを簡略化することが可能となると想定できる。また、設計している建築に対して、ALC という建材が適しているかどうかを事前に知ることが可能となることや、ALC の使用に適した建築設計を可能とすることを想定している。

さらに、自社のシステムに向けた BIM テンプレートの仕様の設定を行うことで、設計者がそのテンプレートを選択した時点で、テンプレートを配布している ALC 製造業者に限定した発注につなげることができると考えている。一方で、標準的な設計以外の規格外な設計要求に対し、検討が容易になるとも想定している。また、設計変更などの建材製造過程以外からの影響に関しても、BIM の利用では自動的に反映されるため、修正の負担が軽減されると想定される。

### 2.9.4. CL 社における BIM のデメリット・課題

BIM の導入に向けては課題も存在している。第一に、建材製造業者だけではなく、設計者など関係者全てが揃えてシステムを導入し、そのシステムを関係者全てが利用できるように教育を行うことが必要となる。その体制の整備にコストや労力が大きく必要となることが想定され、そのコストや労力を BIM の導入によるメリットによって回収できるかが不明となっている。特に、専門工事業者においては、会社の規模が小さいことも多く、環境整備を行うための投資や労力が会社規模と比較して大きくなる可能性が高いと想定される。また、海外では建築の設計において BIM の義務化が始まっている一方で、ALC は軽く欠けやすいという建材そのものの特性上、海外に輸出されることはほとんどないため、海外における BIM 義務化の影響はあまり受けないと考えられる。そのため、

海外事業によって BIM を導入する可能性は低いと想定される。

また、最終的にディテールが確定するのが出荷後の現場であるため、現場における変更を BIM データへ反映する手間が生じると考えられる。これは1次下請の業者が行うが、手間としては現在より増えると想定される。

## 2.10. PCa の業界団体 P 協会の事例

### 2.10.1. 調査概要

本調査は、2016年7月21日に、P協会に所属するTCW社本社にて、ヒアリング形式で行われた。本調査においては、プレキャストコンクリートの業界団体への調査で、協会側では前述のTCW社に加え、SP社が参加している。

### 2.10.2. PCa メーカーにおける BIM/CAD の導入状況

最初に、BIMの導入についてであるが、2社ともにBIMの導入は行われていない。

次に、現状のデータの扱いであるが、従来は紙図面を利用していたものが、最近5年ほどでPDF形式ではあるが電子化された図面の利用へと変化している。PDF化によるメリットは、紙図面においては定規で長さの数値を拾っていた作業を、コンピュータ上で数値データとして正確に拾うことが可能となったことである。一方で、数値を拾った後に再び一から新たな図面を起こすことに関しては変わっていないため、PDF貸した現在においても紙図面と同様に下絵としての扱いにとどまる。

### 2.10.3. PCa メーカーにおける情報の連携

関係各者間の情報の伝達については次の通りとなる。第一に、建築設計者(PCaメーカーではPCaの設計を行うため、建築の意匠や構造など建築全体に関わる設計者を便宜的に建築設計者と表記する)とPCaメーカーの間であるが、建築設計者からの発注は性能発注という形式で行われる。そのため、PCaの詳細な設計はPCaメーカーで行われることとなる。詳細な設計が行われたPCaの設計図は建築設計者へ戻されるが、一般的には建築設計者が作成する設計図にはPCaメーカーの作成した詳細な設計は組み込まれない。3次元モデルとして設計者に渡される場合も存在するが、その際も互換性を考慮したDXF(Drawing Exchange Format)形式と呼ばれる互換フォーマットが利用される。DXF形式には図面データのみが含まれ、情報データは含まれないため、DXF形式を利用したデータの伝達においても属性情報の利用は行われない。

次に、PCaメーカーとPCaの型枠メーカー間の情報伝達についてである。日本において、PCaメーカーは自社で型枠を造らず、型枠メーカーに発注をしている。そのため、設計したPCaのデータを型枠メーカーと共有する必要がある。その2者間でのデータ伝達については、現状では2次元図面を用いている。理由としては、PCaの製造過程において、コストを削減するために、できるだけ同じ型枠を再利用する必要があり、そのためには少ない型枠で対応する必要がある。その型枠の数を減らす方法としては、型枠のセット替えを用いているが、現状の手法でセット替えに対応するものを作る際は、3次元モデルを活用するのではなく、2次元の図面で行わないと設計が間に合わないとしているためである。さらに、型枠を作成する機械であるNC旋盤も正確ではなく、癖があ

るため、その機械の癖を熟知しているオペレーターが図面から数値を手入力する必要がある。その点も、図面からの型枠の自動生成は行われず、2次元図面からの作成となっている理由となっている。

また、PCa メーカーの発注を受けた型枠メーカーが設計した型枠の設計図に関しては、図面が複雑となっているため、PCa メーカーの設計者であってもチェックを行っていないというのが一般的となっている。そのため、PCa メーカーと型枠メーカー間で伝達される情報はこの2者間に留まり、ライフサイクルの他の分野において活用されることはないと考えられるので、この2者の情報伝達においては BIM は必要ないと考えられている。さらに、型枠メーカーにおいては、BIM という単語そのものがほぼ認知されていないという現状もある。

BIM によるライフサイクル上の他者との連携について、2社のうち1社では、1事例のみ BIM を用いた設計施工への参加を試行的に行っている。これは親会社が設計施工を行っている案件であった。BIM は3次元モデルと情報データを統合したものであるが、PCa メーカーにとって、3次元データの2次元データに対する優位性は前述の通り大きく存在しないため、PCa メーカーにおいて BIM を導入する場合、情報データが特に重要となる。しかし、BIM アプリケーションそのものやバージョンを統一しないとその情報データが失われる可能性があるため、設計前にルールの策定が行われる必要があるという点を指摘している。前述の試行的な事例におけるルールの策定は、PCa の発注元と受注先が親会社と子会社という関係であるため、親会社主導となり比較的容易に行われた。ただし、一般的にはデータの互換性の確保が難しいため、BIM データの中でも重要となる情報データの受け渡しが担保されないほか、データの責任範囲が明確にすることが難しいという点を指摘している。特にデータに変更が生じた場合に、その変更を反映をさせる際の責任範囲の確定が難しいと想定されている。前述の試行的に BIM の利用を行なった PCa メーカーの場合では、同じ親会社の系列会社である鉄骨製造業者と連携し、データの互換性についてもあらかじめ仕様を合わせたため、干渉チェックをデータ上で行うことが可能となった。なお、鉄骨製造業者は、2.7. で述べた通り、BIM の導入が進められている。一方で、一般的な PCa メーカーでは他種の建材メーカーとの連携が少ないため、目視でのチェックといった利用方法に留まっている。

また、PCa メーカー単独、もしくは PCa メーカーと型枠メーカーの間のみで BIM の利用を行うことについても想定はされている。第一に考えられることとして、設計作業の省力化である。Autodesk 社の Revit という BIM アプリケーションでは、ファミリーという部品作成機能がある。その機能ではパラメーターを設置することができ、そのパラメーターを動かしながら複数の部品を作成することが可能となるため、複数の類似形状の部品を設計することが容易となる。一方、現在でも複雑な形状の PCa カーテンウォールの設計に関しては FEM（有限要素法による解析）を用いて3次元データから応力解析を行っている場合もあるが、多くの PCa カーテンウォールでは構造設計者が手動で行う

ことが可能であるため、FEM に利用可能な情報を BIM データに与えることは、現段階では必要がないと考えられている。

海外の事例として、中国においては、日本とは異なり型枠を PCa メーカーが内製しているが、そこでは PCa の設計データから工作機械に自動出力することを試みている。一方で日本の型枠メーカーは、中国での工作機械への自動出力のような新たな手法に投資する余力がないことが多く、ライフサイクルや受注のフローの上流から来たデータを利用した型枠の自動生成は行われづらい環境にある。

#### 2.10.4. PCa メーカーにおける BIM のメリット・目的

BIM を導入することにより、メリットやデメリットに関しても想定が行われている。BIM の導入によるメリットについてであるが、データが一元化されることによる平立断面図間での不整合の防止や、他業者とのデータ連動によって鉄骨などの干渉チェックが容易となり、PCa の図面を含めた各種図面とのデータの不整合を防止することが可能となる。また、BIM の導入においては、情報データを確実に伝達するために環境等のルール策定が必要となる。そのため、設計や施工とデータを連動するために連携して動くことが求められ、意思決定が早く行われることが引き起こされると考えている。

#### 2.10.5. PCa メーカーにおける BIM のデメリット・課題

一方で、デメリットも指摘している。BIM では従来の CAD に比べ、入力するデータ量が多く、その入力の手間が必要となることや、システムそのものが従来の CAD から変わるため、そのシステムの導入コストや作業者が習熟するための手間が必要となると考えられている。

## 2.11. 日本における BIM の普及の傾向に関する考察

### 2.11.1 事例分析の概要

建築物のライフサイクル上で各役割を担う 2.2-2.10 の 9 事例について、比較・分析を行った（表 2-2）。その結果、積極的に BIM の導入を進める各社と、BIM の導入に対してあまり積極的ではない各社との 2 種類に大別することができた。

### 2.11.2. BIM の導入に積極的な各者

#### 2.11.2.1. 概要

BIM の導入について積極的な意識が見られたのは、大手住宅メーカーの SH 社（調査対象：住宅設計・施工・アフターサービス）、大手ゼネコンの SC 社（調査対象：施工）、TC 社（調査対象：ファシリティーマネジメント）、大手設計会社である NS 社（調査対象：設計）、大手コンストラクション・マネジメント業者である NC 社（調査対象：発注者の代理としてのコンストラクション・マネジメント）、そして鉄骨製造業者である TT 社（調査対象：建材生産）の 6 者であった。

#### 2.11.2.2. BIM の導入状況

この 6 者においては、すでに BIM の導入を進め、実践的に活用しているか、あるいは BIM の導入のための準備を行っているかといった状況にあり、いずれの各者も BIM の導入への意識は高い水準にあるといえる。特に、施工に関係する分野で活用している SC 社、SH 社、TT 社において、データの活用が進んでいるといえる。

#### 2.11.2.3. BIM の導入の目的

BIM の導入に積極的である各者においても、BIM を導入する目的は異なっている。その各者の目的を大別すると、NS 社、TC 社、NC 社に見られる、建築物に対しライフサイクルを通して関わり続けるためといった目的と、SC 社、SH 社、TT 社に見られる、建築生産の効率化を図るためといった目的の 2 つとなる。いずれの目的においても、データを他者と交換する頻度が高くなる形で活用することを目的としている。

#### 2.11.2.4. BIM の導入によるメリット

BIM の導入により、図面が紙ベースではなくなり、データ化されるため、図面の管理が容易となることや、各者の間で干渉や整合性等のチェックなどの各種調整が容易になることが挙げられる。このことにより、コストの削減につながられる。

さらに、BIM は属性データを含むため、金額や数量などの積算が可能となることや、トレーサビリティの向上といったメリットも挙げられる。

#### 2.11.2.5. BIM の導入によるデメリット・課題

表 2-2. 日本における BIM の導入に関するヒアリング調査結果  
 (上 6 社は導入に積極的で、下 3 社は導入にはあまり積極的ではない)

業者 / 調査対象業種	導入状況	導入目的 (一部は試行導入)	メリット (一部は想定)
SH 社 / 住宅設計施工	導入している	工業化住宅の生産の効率化 トラブルの削減	顧客との意思疎通が向上 トレーサビリティが向上
NS 社 / 設計	導入を進めている	民間及び行政からの設計時の BIM 指定の増加 ライフサイクルデザインの推進 数量・金額の積算 施工計画の立てやすさによる工期の短縮	ライフサイクルデザインの実現 数量・金額の積算 工期の短縮
SC 社 / 施工	導入を進めている	手間の削減と正確化 調整の迅速化 積算が可能	図面回覧の削減による作図費用の削減 不整合や内部失敗の減少 設計時にエラーが出るため、後のチェックが減少 設計者の監理業務が減少
TC 社 / FM	導入を進めている	設計や施工の 3 次元化に対応 多量の情報を立体的に活用	属性を持つため管理が容易 データに時間軸を追加可能 検索が容易
NC 社 / CM	導入を進めている	ライフサイクルマネジメントによる顧客との繋がり継続 建築生産の透明化によるコストの最適化 トレーサビリティの確保	ライフサイクルマネジメントによる顧客との繋がり継続 建築生産の透明化によるコストの最適化 トレーサビリティの確保
TT 社 / 鉄骨製造	導入している	ゼネコンの導入に対応 設備業者との干渉チェック	情報の一元化による不整合の防止、入力の手間の重複の防止 データ入力量の削減によるヒューマンエラーの防止 中間チェックの削減
YA 社 / サッシ製造	導入を進めているが 少ない	国交相の指針による問い合わせの増加	可視化による合意形成の容易化 図面管理・運用の効率化 営業業務の無駄の削減
CL 社 / ALC 製造	導入を取りやめ	設計・施工での BIM の導入の流れを受けて試行	エラーチェックの効率化 建材と建築の適正化 テンプレートが受注につながる
P 協会 / PCa 製造	ほぼ導入していない	ゼネコン主導で試行	パラメーターの調整で複数の部品データ生成が可能 図面間の不整合防止 意思決定の迅速化



デメリット・課題（一部は想定）	データ活用（入出力）	海外との関係
設計者の負担が増大 部材の作成の負担が大きい	自社内で完結する形で設計から施工まで活用	全て設計で仕様を確定させる手法は日本では珍しく海外の手法に近い
BIM の仕様が未確定 BIM でデータを連携するための環境の整備が必要 設計者の負担増に対し、メリットが少ない 場合によっては、干渉等のチェックが増える可能性	LOD200 程度のライフサイクル用と LOD が上がる施工用を分離することを想定	日本ではライフサイクルにおける各者の役割が明確ではなく、用語も正確に定義されていない 日本では発注者や行政が具体的なガイドラインを用意していないことが多い 日本では施工図の設計を行うのが設計者ではなく施工者
現状では 2 次元の業務が残るため 2 次元図面の出力が手間 作図に時間を要する データの過信によるチェック不足 人間による判断力の低下への教育 共通フォーマットへの変換での欠損もしくは各社専用開発の手間 業界内でも意識のずれ（特に専門工事業者）	自社専用の中間フォーマットを作成・公開し、各社とデータの交換を行なっている 設計から施工までのワークフローを留意	海外では設計変更で工事が止まるため、変更減で工期短縮できるが、日本では最初から工期が決まっている 日本では施工者の裁量が多く、設計時の要求情報が海外ほど多くない
情報の収集の手間 非生産的なものへの投資の難しさ 完全に再現できない可能性	設計から FM がデータを独自に収集し、完成形のモデルを作成	
作業量の増加 コストの増加 顧客の既存の FM アプリケーションとの関係性	LOD200 程度でライフサイクルを回す顧客用の平易なデータと、建築関係者用の詳細なデータの双方を必要とする 現状では BIM ではなく契約が正の扱いとなる	
入力量の増加 他者のデータの信頼性の担保や、責任の所在が不明 従来からの方法からの変化に反対勢力 他社における BIM 環境の整備 自社開発で導入コスト不要となり、社運がかからないため気運が低い	標準フォーマットおよび各社専用のダイレクトリンクに対応する 工程管理までデータで活用 製造には 2 次元図面を利用	
BIM を行う環境の未整備 作業工数の多さ 情報の正確性の担保 2 次元の作業を高度化してしまったため、2 次元の作業が全てはなくなるらない	基本的には LOD300 程度、必要に応じて粗くする 製造へは 2 次元のデータを紙図面で	海外の案件では、異形のビルの面積把握が金額につながるため、利用可能であった。
体制の整備や教育の手間やコスト 3 次元化することにより逆に難しくなる場合がある	専用発注システムから専用受注システムへ	ALC は性質上海外に輸出されづらいため、海外の BIM 化の影響を受けにくい
習熟の手間 データ入力の手間 2 次元データに対する優位性のなさ	製造へは 2 次元のデータを紙図面で	海外では変更が少ないため寸法入力であるが、日本では変更が多いためロジック入力となる 海外に比べアプリケーションが多数あり、その結果フォーマットも多数ある。

BIM は 3次元図面と属性データで構成されるため、従来に比べて入力するデータ量が大幅に増えることとなり、手間やコストが増加する。一方でその手間やコストを削減するために各者において自動化を目指す流れもあるが、各者ごとに符号の違い等があるため個別開発となり、やはり手間やコストが増加する結果となっている。

また、BIM の導入によって特に設計に手間やコストが集中することとなる一方で、ライフサイクル上で設計より後の各者にメリットが発生する傾向にある。その際、手間やコストを投入した設計に対する払われるべきとなる利益が確定していないという点もある。

さらに、設計・施工・ファシリティーマネジメントの各者において BIM データの利用目的が異なることや、各者間でコンピューターの性能やアプリケーション、バージョンなどの環境が統一されていないことにより、データの連携が難しくなっている。

#### 2.11.2.6. データの活用

建築生産に BIM を導入している SH 社、SC 社、TT 社においては、データによる連携が積極的に行われている一方で、ライフサイクルで活用する目的の 3 者ではデータ活用があまり進められていない。この理由として、建築生産では徐々にデータが詳細化するために入力するデータ量も多く、その入力量を削減することが目的となるためと考えられる。一方でライフサイクルマネジメントでは、現状においてはあまり高度な情報が必要でないため、自者の求めるデータを自ら入力しても問題ないと考えられる。

### 2.11.3. BIM の導入に積極的ではない各者

#### 2.11.3.1. 概要

建材製造業者である YA 社、CL 社、P 協会では、BIM の導入についてはあまり積極的ではなかった。本項においては、共通点が多かった同じく建材製造業者の TT 社と比較しながら分析を行う。

#### 2.11.3.2. BIM の導入状況

建材製造を行う専門工事会社では、鉄骨製造業者を除き、設計者や施工元請けと協力して試行的に取り組む事例は存在するものの、BIM の導入はあまり導入が進んでいない。これは、会社の規模や入力されたデータの使用範囲の広さが、ライフサイクルに大きく関わる各社と比較して小さいことが原因と考えられる。一方で導入の進む鉄骨製造業者では、設備など他の業者が担当する部位との干渉の確認をするために他者とデータを交換する頻度が高く、他 3 者と比較してデータの使用範囲が大きいためと考えられる。

#### 2.11.3.3. BIM の導入の目的

ライフサイクルに大きく関わる各者に比べて役割がより専門的な専門工事業者においては、4社中3社が現状では社内的に BIM を導入する目的がないという回答があり、試行的な事例においても社外のプロジェクトに参加するのみであった。なお、導入の進む鉄骨製造業者においても、現状では製造において BIM データの活用できていないため、BIM の導入の目的は外部の影響が大きいと考えられる。

#### 2.11.3.4. BIM の導入によるメリット

専門工事業者においては BIM 導入の目的がない場合においても、導入するメリットは存在すると回答している。情報の一元化による不整合やヒューマンエラーの防止を行うことが可能であること、受注につなげることが可能となることといったメリットは共通して見ることができる。

#### 2.11.3.5. BIM の導入によるデメリット・課題

BIM の導入によるデメリットは、比較的 BIM の導入に積極的であるライフサイクルに大きく関わる各者と同様の点も挙げられている。第一に、BIM は3次元モデルと属性データで構成されるため、従来の2次元図面の利用と比較して、入力するデータ量が大幅に増えることとなり、手間やコストが増加するという点がある。さらに、専門工事業者では従来の2次元図面を利用する手法が高度に専門化されているために、2次元図面での精度が高い水準まで向上していることも多い。その場合では、高精度化、高効率化を実現するためにライフサイクル上流からのデータを利用する必要がない場合が多いことも挙げられる。

また、BIM を作業に用いる場合には、従来の2次元図面を利用した作業とは異なる環境を整備する必要がある。そのための設備投資や、作業を行う従業員の教育のためのコスト、前述した入力のコストや手間などが大きくなると想定される。その手間やコストは、専門工事業者の会社規模を考慮すると、投資としては比較的大きくなっている。この負担と比較して、利益を大きくすることが可能であるかといった点が不透明であることが、導入の消極化につながっていると考えられる。

#### 2.11.3.6. データの活用

専門工事業者においては、部材生産における工場や下請け業者が2次元 CAD を使用することや、2次元図面の方が迅速に処理できることがある。そのため、3次元モデルや、属性を含むデータを必要としていないことが多い。また、3次元モデルを利用する場合であっても、PDF もしくは DXF といった形状のみが記録が記録される形式が利用され、属性データといった情報の利用は行われていない。さらに、図面の利用を行わず、必要なデータが発注表のみであるといった業者も存在する。そのため、BIM データは現状の専門工事業者の業務に対し、過剰であると考えられる。ただし、鉄骨専門業者では IoT を利用し、出荷や建方といった製造後の工程管理には BIM を

活用する事例もあるため、製造以外では BIM の導入が進む可能性はあると想定される。

#### 2.11.4. 日本における BIM の普及の傾向

現状では、社内外で連携して BIM データを利用することにより、メリットを見出すことの可能な業者の中では導入が進む一方で、データとして活用する必要が少ない業者においては導入が進んでいない。ライフサイクルを通して BIM を利用するためには、導入した業者からの非導入業者への働きかけが重要となると考えられる。

## 2.12. 小結

本章では、日本における BIM の普及状況の調査を行った。その結果 BIM の導入に積極的に各者と、あまり積極的ではない各者に大別することが可能であった。この2つの立場のうち、前者では建築物のライフサイクルに大きく関わる傾向がある一方で、後者は建築物のライフサイクルには限定的に関わる傾向がある。その後者においては、建築物のライフサイクルで情報を広く利用する前者による働きかけが重要となる。

さらに、積極的な各者においてもデータ活用の面で差異が存在していた。建築生産を目的とする各者においては、比較的データ活用が進む一方で、建築物のライフサイクルマネジメントを目的とする各者においては、あまり進んでいない状況となっている。そこで、建築物のライフサイクルを通じた情報の活用のためには、建築物のライフサイクルのうち、竣工より後の段階に来るファシリティーマネジメントにおいて、BIM のデータ活用が進む必要がある。

そこで、次章では、ファシリティーマネジメントにおける BIM の活用について、先進的に取り組んでいる業者に対して関する追加調査を行う。



## 第3章

ファシリティーマネジメントにおける BIM の先進的取り組み

### 3.1. 調査概要

本章では、ファシリティーマネジメント分野における BIM の導入状況について、さらなる把握を行うために、2章で対象とした調査先のうち、BIM を積極的に導入する 2 者について、追加調査を行った。そこで、ファシリティーマネジメントに BIM を導入することによるメリットや、導入した際の課題を明らかにすることを目的とする。具体的な調査対象は、ファシリティーマネジメントを行う大手ゼネコン TC 社と、コンストラクション・マネジメントを行う NC 社の 2 者である。その際に、維持管理業務、改修業務、解体・廃棄物処理業務に整理して調査を行った。



## 3.2. 大手ゼネコン TC 社の事例

### 3.2.1. 調査概要

本調査は、2016年10月21日に、TC社本社にて、ヒアリング形式で行われた。

### 3.2.2. ファシリティーマネジメントで利用しているデータ

現在、TC社のファシリティーマネジメント業務において利用している書類は、設計図、施工図、竣工図、建具表、機器リストといった図面類が最初に挙げられる。さらに、自社で施工を行なった場合には工事内訳書、他社が施工を行い、ファシリティーマネジメントのみをTC社が行う場合は最終見積書といったものが加えて保管される。

上記の書類について、基本的にはほぼ全ての文書をコンピューターを用いて管理している。図面に関しては、CADデータとして保存が可能な場合であれば、CADデータを用いるものの、それ以外の場合についてはPDF形式での保存となっている。また、工事内訳書（施工が他社の場合では最終見積書）についても、基本的にはPDF形式での利用となる。しかし、自社で作成している場合はExcel形式での保管に、また他社がデータを作成した場合においても情報を入力し直すことにより、TC社がファシリティーマネジメントする上において数値等の情報の取得が容易となる形式として保管することもある。

また、上記の書類以外についても、保管や利用が行われる場合もある。例えば、構造計算書については基本的に保管の義務はないものの、2005年に発生した耐震強度構造計算書偽装事件以降、構造計算書の保管を求めるオーナーが増加し、PDF形式での保管を行うことが増えている。

最近の建築情報の管理の傾向としては、紙で行っていた従来の管理手法から、まずは2次元図面のコンピューター管理を目指していることが多い。具体的には、紙図面をPDF形式化、CAD図面化を行い、コンピューターで管理するといった手法となる。3次元モデルやBIMによる管理手法は、その後に普及が行われると考えられる。このような傾向となる理由としては、建築物を実際に管理するオーナーや、ファシリティーマネジメント業務の従事者の多くはBIMについて未習熟であることのみならず、CADであっても使い慣れていないことが多いためである。そこで、最初に2次元図面を用いた維持管理業務に慣れ、その後の段階として3次元モデルやBIMを用いた維持管理業務へと移行するという流れを想定している。

### 3.2.3. 維持管理業務における BIM の利用およびデータの活用

維持管理業務において、BIMの導入によって想定される用途として、仕上げ、面積、用途などのモデルや属性データに掲載されている情報の管理に加え、図面の管理、資産管理などといった用途が挙げられる。図面の管理とは、従来は紙で管理を行っている平面図や立面図、断面図などの多岐にわたる多量の図面や、建具表や設備リストといった

図面の形式をとらない情報の書類などの管理である。BIMを導入した場合においては、3次元モデルとモデルに付随する情報がまとめられている BIM データの管理を行い、そこから必要に応じて、従来の紙図面や紙の表などに該当する書類を出力するという手法となる。この手法により、多岐にわたる多量の図面を一元化して管理することが可能となる。この際、修正するデータは BIM データ 1 つで十分となるため、従来の紙を利用した管理では複数の図面間に渡って整合させていた手間を削減することが可能となる。一方、資産管理については、建築的な資産に加え、部屋内の資産も管理することが想定される。資産を BIM で管理することは、特に除却の際に効果を発揮すると考えられる。また、オーナーが資産を調べやすくなることも想定される。

図面については、設備のように施工図程度となる詳細度の高い図面が必要となる部位が存在するといった例外はあるものの、基本的には閲覧して理解することが容易であることが求められる。具体的な実際の運用方法としては、A3 の大きさで 1 枚にまとめられているといったシンプルなものを想定している。ただし、予算管理などにおいて、施工図程度の高い詳細度の図面を必要とする場合もあるといったように、用途によっては同じ部位においても詳細度が異なる図面を利用する場合も存在する。表やリストで管理するものについては、主に素材や塗装、錠、ガラス、外回りシールなどについての情報の利用が行われている。

また、建築生産時に行われた変更については、変更時に随時対応するようにしている。設計時における変更については、設計がモデルに対して修正をかけている。BIM を利用した場合では、設計が早く決める必要があるため、修正の反映も早くなっている。例えば、従来の手法であれば基礎の承認を行っている時期では一般的な場合において上物の設計は未完成であった。しかし、BIM を利用する場合においては、基礎の承認を行う時点において上物についても完成し終わり、承認が行われる必要があるため、建築物全体として設計で決められる時期が早まることとなる。一方で、BIM を用いて設計するものの、承認で 3次元モデルではなく紙の 2次元図面を利用する場合、3次元モデルから 2次元図面への出力、2次元図面での承認、3次元モデルへの再反映とプロセスが増えることとなり、逆に修正には時間がかかる可能性も存在する。

次に、現場で行われた設計の修正に関しては、現場の生産設計の方で対応し、工事中のものであれば対応は行われるとのことであった。

一方、現場の裁量によって決定される下地の追い出しなどの箇所については、現状では特に記録を行っていない。また、記録を行った場合であっても、利用は想定していないとのことであった。理由としては、発注者側にとってその情報を記録することのメリットが見出せず、情報の記録を発注者側より要求されないことが挙げられる。また、その情報が記録され、データ化されているとしても、竣工後に改修工事などにおいて、そのデータを利用する可能性のある専門工事業者がそのデータを信用しない可能性が高いこともある。さらに、信頼できるデータを記録するために、自動記録といった手法を

使うことを、現場で作業に従事する立場の人間が嫌う傾向にあるといった点も指摘される。なお、施工手順の検討としての施工計画は作られ、保管される。ただし、その施工計画通りに実際の施工が行われるとは限らず、施工計画と実際の施工作業の違いについても記録は行われない。

TC社によると、現場の裁量によって決定される事項のデータがある場合におけるデータの利用の可能性として、バリアフリー対策としての手すりを竣工後に増設する際に、下地の位置を把握することにより固定する場所を特定することが可能となる、といったように利用することが可能ではないかということであった。ちなみに、建築では現場の裁量により決定される事項をデータ化することを導入していないが、土木分野においては導入されているとのことであった。

#### 3.2.4. 改修業務における BIM の利用およびデータの活用

改修業務においては、現状の把握に利用するために BIM データを利用することが想定される。データの詳細度としては、2次元図面、3次元モデルのいずれの利用においても、設備については施工図程度（LOD400 程度）と高い詳細度を用い、その他の部位については一般図程度（LOD200 程度）で必要十分と想定している。現在の状況においては、形状データとして利用可能なモデルは少なく、データから寸法を拾う程度の利用にとどまると想定される。ただし、素材などの属性情報データについては利用価値が見込まれている。さらに、BIM 化するメリットとして、世代管理が可能なが挙げられる。

建築生産時に行われた変更については、基本的には維持管理の項で述べられている、設計時、施工時の変更への対応と同じく、随時対応する。ただし、竣工後の大小規模の各改修工事については、改修工事の図面や書類へデータの反映がされていないことが多く、改修工事開始の時点で現状と一致していない可能性も大きい。特に設備図面においては、現状と図面が異なる傾向は顕著となる。

一方、現場の裁量において決定されるものについての情報については、情報が残存している場合は利用するという回答であった。特に、建具や内外装の一部を壊す際や、高価なものを対象として工事する場合に関して、現場の裁量において決定されるものについての情報が有効と考えられる。具体的なものとして、舞台やステージ、昔の日本建築といったものが、有効となるものの一例として挙げられた。逆に、あまり高価なものではない場合、全て解体や破壊等を行った方が結果として安価となる場合も多い。そのため、大部分の部位の工事においては、情報があまり利用されないと想定される。

#### 3.2.5. 解体・廃棄物処理業務における BIM の利用およびデータの活用

解体・廃棄物処理においては、まず、資産の除却を行うために、基となる情報として資産リストと工事内訳書が利用される。また、廃棄物量の見積もりを行うことも容易となると想定している。この際、再利用・リサイクルされる部材と廃棄される部材の分別をあらかじめ知ることや、数量の算出が可能となることが便利になることとして挙げられ

た。特に廃棄物は重量で処理される一方で、図面からは体積が算出されるため、重量積算するためには、さらに手間を必要とする。そのため、属性データを持ち、直接重量を積算可能な BIM を用いることによって、排出量を容易に算出可能とする想定される。また、構造の情報については、躯体図などが利用される。例えば、TC 社においては、TC 社開発の独自工法を利用する際、上階でコンクリートを破碎する必要がある。そのため、破碎機を上階まで搬入するための穴を、構造等に注意しながら安全に開けることが可能となる。さらに、事前に解体のシミュレーションも行うことが可能となり、効率的な解体につながれるとのことであった。

一方で、建築生産時に発生した変更に対する反映は改修と同様にして行われる。

また、現場での裁量にて決められたものの情報については、設備のルートを確認を行うことによって、有害な配管ルートの特定制や、電力ルートを確認するといった利用方法が想定される。しかし、改修の項で前述した通り、設備図面に関しては改修工事の際に設計されたものについて記録が行われていないことが多く、実際の利用に至らないと考えられる。特に、電気系の工事においてはその傾向が顕著となる（次項で後述）。

### 3.2.6. その他の指摘された事項

最初に指摘されたこととして、設備関連の業者において BIM の導入や、図面に正しく反映させる習慣の普及が進んでいないという点がある。特に、電気系において、電気は重力の影響を受ける空気や水とは異なり迂回させることが比較的容易となるため、施工時に図面と別のルートを選択してしまう可能性が容易に存在する。電力を扱う強電工事については、解体時にミスが発生が感電事故につながるなど、問題が発生する可能性があるため、情報が正しいことは重要となる。一方、電話回線や有線 LAN などの弱電工事に関しては、情報の正確性がネットワークの管理等に影響する。特に弱電工事では、工事を行う業者が建築系でないことも多いため、BIM などの建築の文化が使われていないことも多く、BIM の普及や図面の正確化への障害になると想定される。

また、現状の把握のために、工事履歴の収集を行うなど情報を多く保存するようにしているが、その状況においても、設備関連に関しては改修データの保存が少ない。さらに、レーザースキャンのような大規模な機器を必要とする計測についても現状ではあまり行われていない。そのため、改修時に計測し、その結果を正しく反映することを求める、といった手法で反映状況を改善させるのが現実的となると想定している。

次に指摘された点として、ファシリティーマネジメントのために行われる投資について挙げられる。ファシリティーマネジメントそのものは生産的ではないため、ファシリティーマネジメントそのものへ対する投資は少なくなる傾向にある。そこで、ファシリティーマネジメントへ投資するためにライフサイクルデザイン、ライフサイクルコストを考慮することが重要となる。また、ファシリティーマネジメントと個人情報を結びつけるなど、建築的なものとは別のものと連携させて情報を利用することの可能性も考え

られる。

維持管理情報、改修情報の履歴については、分類入力を簡単にするためにテキストを入力する手法ではなく、選択肢によって入力することが多い。その結果、選択肢で該当しないものが発生し、それに対応するために「全体」や「その他」という、漠然とした分類が発生することとなる。この解消方法として、選択肢ではなくあえてテキスト入力とする手法がある。これはデータ化によりコピー&ペーストが容易になったため入力が容易となり、障害が少なくなったと考えられる。また、「全体」「その他」と分類された場合、漠然とした分類の中から細部の識別を行うために、位置情報があると便利となる。しかし、室内では位置情報の取得が難しく、動画などを利用する手法が挙げられている。ただし、動画はインデックス化しづらいといった欠点も同時に挙げられている。

また、複数のテナントが入っている場合などにおいては、管理者の把握していないところで改修工事が行われる可能性が存在する。その場合、その工事による変更で法令違反となったり、逆に法令改正が原因で既存不適格となったりすることが想定されるといった点も指摘された。

さらに、前述の通り、ファシリティーマネジメントの従事者は CAD に慣れていないことが多く、現状では紙での業務の方が容易であることも、BIM の普及を阻害すると考えられる。これは、ファシリティーマネジメントの従事者が専門学校や工業高校の出身が多く、そこでは建築の専門的な教育が行われていないことも理由にあげられる。また、紙であればデジタルデバイスと異なり扱いが粗雑でも良いことや、軍手で作業しやすいことといった面もあり、BIM が普及した場合においても実際の業務では図面が紙で扱われる可能性がある。その際は、紙図面や書類と、BIM を正しくリンクさせることについても考慮する必要がある。

### 3.3. 大手コンストラクション・マネジメント業者の NC 社の事例

#### 3.3.1. 調査概要

本調査は、2016年10月にNC社へと送付したヒアリングシートへの回答をもとにしている。

#### 3.3.2. ファシリティー・マネジメント的業務で利用しているデータ

NC社においては、ファシリティー・マネジメントそのものの業務を行うのではなく、多くの建築物を保有・運営するクライアント向けにファシリティー・マネジメントの支援を行う等の、コンサルティングを行っている。

そのクライアントが利用する情報として、次の情報を利用していると想定している。

最初に、新築時の竣工図や新築工事請負契約書、改築工事の竣工図や改修工事請負契約書が挙げられる。これらの図面は、見積もりの内訳明細より、部材数量積算の根拠とすることが可能となる。そのほかの図面や書類として、構造計算書や各種設備設計に関わる計算書、設備機器の管理台帳、賃貸借契約関係図書、貸方基準書、許認可関連書類、各種調査・検査関連書類といったものが挙げられる。許認可関連書類とは、確認申請書や確認通知書、検査済証、消防関連書類などを含む。また、調査・検査関連書類では、特殊建築物等定期調査、建築設備、昇降機、消防用設備等、自家用電気工作物等の書類を含む。

さらに、修繕履歴や光熱水量の使用状況データといった、竣工後の維持管理におけるデータも利用されると想定している。加えて、中長期修繕計画書を策定している場合は、その情報も利用する。

上記の図面や書類は、コンピューターによる管理と紙書類での管理とそれぞれが行われている。

コンピューターによる管理が行われることが多いと想定されるものとして、建築の図面データや家具・什器・備品の配置データ、設備の運転管理・エネルギー消費・環境測定データ、テナント管理データ、修繕工事の発注、出納、資産形状データなどといったものが挙げられる。建築の図面データに関しては、図面として編集可能となっているCADデータと、参照のみが可能となるスキャンデータの2通りの場合が存在する。

家具・什器・備品の配置データといった情報は、オフィスの移転の際に、移転先のレイアウト検討におけるボリューム感の想定として利用が想定されている。

設備の運転管理・エネルギー消費・環境測定データといった情報は、BMS (Building Management System: 建築物の機械や設備機器、セキュリティーなどをコンピューターを用いて管理するシステム) や BEMS (Building Energy Management System: 建築物のエネルギー消費を管理するためのシステム) と連携して利用される。ただし、これらのシステムで管理される機器についても、中央監視盤がコントロールするのではなく、

機器そのものが性能劣化に合わせて自動的に運転方法をコントロールすることが多い。さらに、中央監視盤でデータを監視し、膨大なデータが保存されているものの、機器の更新・入れ替え履歴を把握する利用法にとどまることが多い。

また、最近の事例では、建築物に取り付けられた地震計の測定データと、あらかじめ検討された地震入力に対する想定被災度も利用されている。このデータにより、地震発生後、瞬時に建築物ごとの個別の被災度や継続使用の可否の情報提供が可能となっている。

一方で、上記の情報以外はコンピューターで管理していないことが多い。理由としては、設備導入コストや維持管理者のコンピューターによる情報管理の習熟度が低いことが挙げられる。また、従来の紙ベースの台帳と Excel での管理においてもビル運用が可能であることや、小規模施設では BMS や BEMS が導入されないこと、ビル管理者が独自システムを持っているため設計職が設計したシステムが使われないことも理由として挙げられる。そのため、施設データの管理の重要性をビルのオーナーが認識する必要がある。

### 3.3.3. 維持管理業務における BIM の利用およびデータの活用

維持管理業務において、設計時に作成されたデータとして利用が想定される情報として、設計図の図面データや設計時の部材数量データ、設備機器リストデータ、設計時に策定された中長期保全計画データなどが挙げられる。設計時の図面データは、改修工事の際に変更部分の修正を加えることにより、常に最新の図面データへと更新されることが想定される。また、部材数量データを用いることにより、改修工事の際の概算算出が容易となると考えられる。設備機器リストデータについては、維持管理業務に必要な機器台帳の基礎データとして活用される。さらに、設計時に策定された中長期保全計画データには、年次の保全工事の実績情報を記載し、最新の保全計画へと常に更新することが可能となる。

また、竣工図のデータが正しく保管されている場合においては、現在の業務における直接的な利用方法として、ライフサイクルコストの算出のために現場調査と整合させることを想定している。例えば、複雑な形状の建築物の鉄骨部の塗装の塗り替えの際に、契約数量書で概数を把握する従来の手法に対し、BIM データを利用することによって、想定された工区ごとに正確な塗装量を把握することが可能となる。加えて、仮設の足場を高精度に検討することが可能となるなど、有効であると考えられる。

さらに、各室面積データが存在することにより、会議室やキャビネットといったものに対する社内課金の基盤とすることが可能となる。BIM を用いることにより、社内課金エリアなどの説明が容易となることが想定されるため、その結果会議室やキャビネットの効率的な運用につながり、事務所面積の削減などの結果を得ることができれば、資産管理という本来のファシリティーマネジメントのあり方となると考えられる。現在、NC

社（および NC 社が含まれるグループ）においては、設計図から運用管理データベースへの連携の試行を開始している。

竣工時のデータについて、施工段階における設計変更に対しては、工事の発注時に見積り条件として施工者が設計図のデータに設計変更内容を反映し、竣工図を作成することをあらかじめ加えることにより対処が可能であると想定している。この竣工図は、実施設計図に変更を加えたものであるため、LOD400 程度と高精度となっている。一方で、施設管理では建築関係ではない一般の管理者が扱いやすいよう、基本設計程度の LOD200 程度の精度でマネジメントする必要があると考えているため、運用のために LOD400 程度から LOD200 程度まで落とす必要がある。しかし、将来的な増築・改修設計や、大規模修繕や用途変更に伴う確認申請の際に必要な図面の元データとしては、施工図面程度となる LOD400 程度の精度が必要となる。一方で、日常の維持管理業務上では設計変更の履歴情報はあまり必要ないと考えている。ただし、不具合が発生した際、BIM データに設計変更履歴がある場合は参照し、設計変更が不具合に関連するかを判断することは可能となると指摘している。また、現在の維持管理業務は、各種図面や修繕・更新記録、機器リストなど現況を把握できる資料と現地調査を基に行っている。そこでは、現況および履歴で最新の修繕・更新を利用するため、設計変更はあまり関係しないことが多い。

一方、現場における変更については、関係者が合意のもと施工図に反映されることを前提として施工が行われる必要があると考えているが、実際の現場ではこの手続きが行われずに、現場合わせによる変更が多く、そこに起因するトラブルも多い状況となっている。そのため、改修工事においては実際の現場と竣工図が整合しない場合が多い。その場合は、現地調査を行い、竣工図を現場に合わせた後に設計を行う必要がある。また、現場と図面が異なる理由としては、後から追加された部位に対し、撤去や移動は記録されづらい情報となることも挙げられる。そのため、工事前後において記録し、次の工事で必要な場合のみ図面化する手法が現実的な手段として想定される。記録の手段は、現在では全方位カメラを、将来的にはレーザースキャンを想定している。

また、現場での裁量がある部位についての情報については、竣工引渡し時の取り扱い説明において、維持管理者に情報伝達を行っている。しかし、十分に理解されないことも多く、竣工後に施工業者が対応することも多い状況となっている。今後の対処方法としては、動画や音声データを記録し、ビッグデータとの連携を作り、検索を可能とすることが考えられる。さらに、対象部位の仕様や故障履歴、点検履歴、更新履歴を容易に探すことが求められ、そのためのデータベースの構築のために登録や表示を簡単とすることが必要となる。

次に、施工図のデータをデータとして活用する場合、フィルターやバルブなど点検口ごとにメンテナンスする必要があるものに関しては、施工図程度である LOD400 程度の精度のデータが必要と考えられる。一方で、前述の通り運用面を考慮すると LOD200 が



程度の精度のデータを日常業務で使用し、必要に応じて LOD400 程度の高精度のデータを使用する仕組みが求められる。

維持管理業務における図面や資料の状態において重要であることは、現況に近い状態であることと、扱いやすい情報形態となっていることである。このために、一元化したデータ構築の方法が必要となると考えられる。BIM を導入した場合は、データ構造や情報の曖昧さを考慮して自動で維持管理が行われることが想定されるが、そのシステムの作成に手間がかかると想定される。また、設備においては部分的な収まり検討や内装プレゼンテーションなどでは BIM 化されている一方で、維持管理まで考慮した完全な BIM 化は行われていないため、維持管理業務で利用するために整備を行う必要がある。

#### 3.3.4. 改修業務における BIM の利用およびデータの活用

改修業務においても、現状図および撤去図の元データとして、設計時のデータを 2 次元図面、3 次元モデル、BIM データのいずれにもかわらず利用する。BIM データを利用する場合では、3 次元の部屋情報を活用し、元データとしての扱いに加えて面積、壁面積、気積等の改修見積もりを早期に行うことが可能と想定している。しかし、その業務のためにはシステムを構築する必要がある。また、確認申請を伴う改修においては、新築時の確認申請に利用した BIM により効率化を図ることが可能であると想定される。さらに、設備系の業務においては、大量に存在する各種リストをデータとして扱うことが可能な点も重要な点となる。現状では、Excel 等でリストを作った場合においても、図面上に埋め込むのみの利用にとどまり、プロパティ情報との連携等が行われていない。

次に、施工図作成の際のデータの利用であるが、設備配管が複雑に存在する場所における施工手順の検討としての利用を想定している。その際は、BIM データと、改修時に計測したスキャンデータの比較より、施工図作成時からの変更についてを確認する必要がある。さらに、外壁パネルの固定の安全性の確認や防火・排煙区画の成立の有無、建具等の更新可能性について活用が可能と想定される一方で、素材の情報に関しては仕上げリストから把握できるため、データとして活用する必要はあまりないと考えている。

また、新築時に現場での裁量がある箇所の作業についての情報については、施工時点では改修業務において利用されるかどうか不透明であるという問題がある。そのため、改修時に必要な可能性のみがある情報について、設計時にフロントローディングされることとなるため、情報を残す設計側にインセンティブが必要となる。現場での裁量がある情報の記録の事例として、日本においては、宮大工が次世代に向けた情報を木に直接記載することがある。この手法は技術変化に影響のない方法であり、このように現在はデータでの記録が行われていないことが多い。

改修の図面の変更については、現状保存されている 2 次元図面に対し、改修業務における更新として 3 次元 BIM データが加えられると想定されにくいため、改修を反映させ

た2次元図面を重ね合わせるという手法で履歴が記録されると想定している。また、改修では部分的な改修であることも多く、その場合は一部分のみの変更のため、2次元図面からBIM化されないと想定されることも理由となる。ただし、躯体のみ残して全体を改修する場合のような改修プロジェクトであれば、BIM化を行うメリットは存在すると考えられる。

図面の変更については、新築時のデータが20年程度経過した場合、利用できなくなることが想定される。そのため、IFCなどの共通したフォーマットに、アプリケーションによらない最小限の情報を優先して組み込むことや、部材データをデータベースに確実に登録し、かつ改修工事後にデータを確実にアップデートする習慣をつけることが求められる。

### 3.3.5. 解体・廃棄物処理業務におけるBIMの利用およびデータの活用

解体・廃棄物処理業務において活用が想定される設計時に作成されたデータはとしては、設計図と数量調書が挙げられる。これらは、解体見積もりの概算算出のための基礎データとして活用される。しかし、解体については建築物本体だけではなく、山留め壁や建て替え前から残置されている地中障害物、敷地周辺の状況、解体足場設置可能性なども解体の難易度、作業性に大きく影響する。そのため、必要な情報はこれらのみではないと指摘している。

また、廃棄物の廃棄費用の算出も可能となる。これはプロジェクトのキックオフ段階や基本計画段階における予算策定において必要となるため、構造部材や外装の面積といったものの概数を把握することは重要となる。その際、BIMデータを利用することにより、見積もりの妥当性を検討することも可能となる。解体・廃棄物処理業務における設計時の変更情報については、同業務では精度が求められないため、必要としないと想定される。また、現状では解体する建物についてはデータで残っていることは少なく、基本的には紙図面をもとに検討している。そこでは、面積歩掛から見積もりや廃棄物量の積算を行っているが、BIMを用いることにより、部材数量から算出できるため、より正確な把握が可能となる。

数量の算出以外の用途として、有害物質やリサイクルメリットのある材料の分析のために、各建材ごとの原材料情報が利用可能であると想定している。

施工時に現場での裁量がある箇所についてのデータに関しては、改修工事と同じく、設計職に負担やコストがフロントローディングされることになるため、インセンティブが必要となる。一方で、仮設的な施設に関しては、設計時に撤去の容易さも考慮されるため、撤去の手順もあらかじめ考えた計画がされることとなり、情報を残すメリットがあると想定される。また、将来、解体が行われず廃屋が増加する状況が想定されるが、その際に行政が新築時から対策を行う可能性がある。その対策としては、解体に有効な情報をデータで残していることに対して補助金を発生させるなどの手法が考えられる。

### 第3章 ファシリティーマネジメントにおける BIM の先進的取り組み

しかし、この手法をとったとしても、解体におけるトータルのコストや手間が削減される必要があるため、解体の手法についても合わせて考える必要がある。

## 3.4. ファシリティーマネジメントにおける BIM の利用

### 3.4.1. ファシリティーマネジメントで利用するデータ

ファシリティーマネジメントにおいて、コンピューターで管理が進められているデータとしては、図面や建具、設備機器リストといった書類が利用されている。一方で、許認可関連書類や契約関連の書類については、コンピューターでの管理はあまり進められていない状況にある。コンピューターによる管理の導入度の違いは、竣工後にその書類を利用する可能性によると想定される。利用される可能性が高いものについては、ある程度コンピューター化が進められている。

また、コンピューターで保管されている書類に関しても、従来の紙図面をスキャンしたため、データとして活用するためには再度入力を行う必要がある場合と、作成したデータから生成したために再度活用できる場合と2通りが存在している。今後、管理者のコンピューターの習熟度の向上とともに、後者の割合が増えることが想定される。

### 3.4.2. 維持管理業務における BIM の利用およびデータの活用

維持管理業務における、図面の詳細度について、日常の運用では扱いやすい低い詳細度のデータを利用し、設備機器の管理や改修など必要に応じて施工図程度の高詳細度のデータを利用するという点で、2者は共通している。

また、大小規模の改修工事により行なわれた修正が図面に反映されていないことが多いという点や、現場の裁量において決定される点に関しては記録されていない点も共通して見られた。

### 3.4.3. 改修業務における BIM の利用およびデータの活用

改修業務においては、いずれの業者においても現場の把握をするために図面やモデル、BIM を用いることで共通した。しかし使い方は、TC 社は寸法を拾う程度と回答した一方で、NC 社は元データとしての利用のみではなく、情報データを用いて改修見積もりを行うと回答し、対応が分かれた。また、素材の情報に関しても、TC 社は利用価値が見込まれると回答した一方で、NC 社では仕上げリストから取得できるためあまり活用されないと回答し、こちらも対応が分かれている。このため、改修業務において必要と想定される設計時のデータについて、未だに定まっていないと考えられる。

### 3.4.4. 解体・廃棄物処理業務における BIM の利用およびデータの活用

解体・廃棄物処理業務において、設計時に作成されたデータは、事前の解体見積もりや廃棄物量の積算に利用可能という点は2者で共通していた。現状の2次元図面の作業においても、作業前の積算は行われているが、BIM を用いることでより正確な把握が可能となることが期待されている。一方で、解体においては建築物本体以外のデータも必要という点も指摘されている。

#### 3.4.5. ファシリティーマネジメントのためのコスト

各業務に共通する点として、ファシリティーマネジメント業務で利用される設備や情報に対するコストに関してが指摘されている。TC 社からは、ファシリティーマネジメントそのものに対する投資を、NC 社からはファシリティーマネジメント業務に使用される情報を設計段階であらかじめ作成することに対するインセンティブの点が指摘されている。そのため、今後の普及のために、ファシリティーマネジメント業務を含めたライフサイクルコストを考慮して、発注者に提案する必要がある。

### 3.5. 小結

本章では、ファシリティーマネジメントに対し BIM を積極的に導入している業者に対する調査を行った。BIM の導入は、見積りの早期化や図面の管理の効率化といったコスト削減につなげることが可能であると想定される。一方で、ライフサイクルが経過する中で情報の反映が行われないことや、初めから記録されていない情報が存在することに関しては、従来からの習慣による点も大きいと考えられる。また、どのようなデータが実際の業務において必要となるか、調査先の 2 者において対応が分かれていることも多く、データの使用方法が定まっていないと考えられる。そこで、次章では従来手法によるファシリティーマネジメント業務について調査を行い、ファシリティーマネジメントにおいて情報がどのように利用可能かといった調査を行う。

### 第3章 ファシリティーマネジメントにおける BIM の先進的取り組み





## 第4章

ファシリティーマネジメントにおける情報利用の可能性

#### 4.1. 調査概要

前章では、ファシリティーマネジメント分野における BIM の導入状況について、さらなる把握を行うために、BIM を積極的に導入する業者に対しての調査を行った。一方、本章においては、従来手法でのファシリティーマネジメントにおける情報利用についての調査を行うことで、現在のファシリティーマネジメントに対して、情報の利用方法の想定と課題を明らかにすることを目的とする。

最初に調査を行った対象として、J協会への調査を行った。さらに、ファシリティーマネジメントにおける建築的情報の活用についての調査を目的として、改修設計経験のある人の所属する NC 社を対象としている。NC 社は前章までの調査の対象先であるため、BIM での活用を視野に入れた調査における建築情報の活用の調査対象として最適であると判断した。

## 4.2. J協会に対する調査

### 4.2.1. 調査概要

本調査は、2016年12月5日に、J協会にて、ヒアリング形式で行われた。J協会は、日本におけるファシリティーマネジメントの普及を図っている団体である。

### 4.2.2. ファシリティーマネジメントを行うために必要な情報について

前章までにおいて述べた通り、近年、建築業界においてBIMやCAFM (Computer Aided Facility Management) といった手法が、建築生産やファシリティーマネジメントにおいて導入が始められている。しかし、これらの手法は基本的に、建築的な情報を管理するものであり、建築に関わる立場による利用が中心となっている。一方で、ファシリティーマネジメントとは経営資源の1つであり<sup>\*7</sup>、主体は施設の経営者や運用管理者となる。そのため、実際のファシリティーマネジメントにおいては、経営的に必要な情報を用いて維持管理等の運用を行うことが求められる。すなわち、資産としての管理を行うことが可能な情報であることが求められる。その際、入力すべき情報の精度については、入力の労力やコスト等を考慮して決定される。

以下の事例は、実際にあった事例として挙げられた。

A社とB社という2社の合併において、2社のファシリティーマネジメントに対する考え方の違いにより、合併後の結果に大きく影響を及ぼした事例が存在した。A社においては合併に備えて、資産状況として各資産を容易に参照することを可能としていた。その際、全ての資産の入力を行うために、各資産に関する入力情報の精度について適当な指針を定めた。その結果、全ての資産について一通り入力することが可能となった。一方で、B社においては、B社本社の資産について、設備状況などの各図面情報を詳細に入力していた。しかし、全ての情報を入力していたため、機動性に優れず、必要な際に情報を取り出すことに手間を要する結果となっていた。合併後、その2社のファシリティーマネジメントに対する意識の違いが結果としてあらわれ、合併後の資産整理については、資産管理が行いやすいA社が主導することになった。

このように、現状でのファシリティーマネジメントにおいては、経営者側としての視点において必要な情報を整理することが求められている。この情報は、建築側である設計者や施工者が生産段階で作成した情報と同等のものではない可能性も存在する。そのため、ファシリティーマネジメントを行うにあたり、経営者として施設の経営や運用に必要となる図面の作成を、経営者側から指示を行う必要があると考えられる。一方、情報を作成する建築生産者側としては、現状においても竣工図を作成しているが、経営者側の求める形式での竣工図とするために、異なるデータや書類を作成する作業が増えることが想定される。そのため、その作成作業におけるコストの発生を考慮する必要があ

\*7 公益社団法人 日本ファシリティーマネジメント協会、「第四の経営基盤 日本企業が見過ごしてきたファシリティーマネジメント」、公益社団法人 日本ファシリティーマネジメント協会、2013年5月

る。

#### 4.2.3. 情報のデータ管理について

建築物の情報の管理については、将来的には自動的にコンピューター化が進むと考えている。これは、文書の作成において、30年前では手書きであったものが、時代の変遷とともにワープロ、パソコンと変化したことや、図面においても手描きからCADへ変遷したことと同様である。

一方で、将来にわたって建築物の情報を残すことを考慮した場合、データの形式で保存する場合に問題が発生する可能性も指摘している。

第一に、情報がデータの形式で保管されている場合、サーバーやコンピューターのクラッシュによりデータが失われる可能性があるという問題が挙げられる。

次に、作成したデータを将来的に必要となった際、そのデータを開くことができない可能性があるといった問題が挙げられる。特にファシリティーマネジメントにおいては、情報を保管・利用する期間が数十年単位と長期間にわたる。そのため、実際にその情報を利用する時点において、情報を作成したアプリケーションが開発・メンテナンスされ続けているか、またはアプリケーションのプラットフォームがその時点でも存在するかなどの点において保証することが現時点では可能ではない。

一方で、情報をデータ化することのメリットとしては、管理のノウハウなどの付加が可能となることが挙げられる。そのため、担当者が変わった場合においても、対応が容易になると想定される。これは、官庁や自治体といった公共団体など、異動が多いところにおいては、特に有効となると考えられる。

#### 4.2.4. 維持管理業務について

維持管理業務において必要となる情報は、設備や建具、構造・非構造といった建築的な分類において選択するのではなく、経営者側の視点で必要となるかということとなる。そのため、例えば前章までにおけるヒアリング調査において指摘されていた、部屋内での空間情報等の建築物の維持管理において建築側からの視点においては必要と想定される情報に関して、経営的に必要なければ保存を行わないという選択であっても問題ないという考え方としている。

日本においては、ファシリティーマネジメントという概念が導入される以前より、維持管理や各改修工事において、工事会社が詳細に面倒を見る習慣があった。そのため、施設の管理を行う経営者側が詳細な情報を残していない場合においても、特に問題が発生していなかった。しかし、今後のファシリティーマネジメントの普及により、部屋内における空間情報など経営的な視点において現状では必要とされていないものの、今後は必要となる可能性のある情報は存在すると考えられる。

また、戦略的にファシリティーマネジメントを行うためにデータの活用を行う場合は、必要なデータも増加すると想定している。

例えば、消耗品の交換においては、情報を集めることにより効率化した事例がある。

本調査においては、そのような事例としてオフィスビルの照明の交換事例が挙げられた。この事例の当時では、オフィスビルの照明には電球が使用されていたが、電球は現在使用されている蛍光灯や LED と比較して寿命が短く、交換する頻度が高いものであった。そのため、電球が切れたことに対応し、毎度交換を行っていたため、大きな手間を要していた。しかし、使用頻度等で電球の切れる傾向を把握し、予防的に交換を行うことにより、電球の交換の手間を大きく削減することが可能となったというものである。

さらに、データの更新についても指摘が行われた。維持管理業務や改修が行われた際に、データが正しく更新され続ける必要がある。その更新が正しく行われるようにするため、更新を行う行為をボランティアとするのではなく、維持管理業務や改修業務による更新をフィードバックする仕組みとして作る必要がある。

#### 4.2.5. 改修・解体・廃棄物処理業務について

一般的に、改修や解体・廃棄物処理業務については、経営側である維持管理者ではなく建築系の業者により作業される。その建築系の業者は、維持管理業務において経営者が利用する情報より詳細な情報を利用する。そのため、詳細な情報を改修や解体・廃棄物処理業務まで保存しておくために、情報のあり方としては、維持管理業務の際には必要な情報のみを取り出せるようにしておくという手法とするのが理想となる。一方で、維持管理の時に取り出されない情報についても正しく情報が更新され続ける必要があるため、情報を残すための仕組みよりも、自動的に情報が残る仕組みとなることが理想となる。

また、現状の建物と、今後の建物についても、必要な情報に関する考えが異なってくる。従来における日本の建築物は、極めて長く使用することを想定して建てていない。そのため、改修工事においてその建築物の過去の維持管理・改修履歴が存在しない場合、第一に壊すことを試行し、その後対応を考えるという手法が可能であるという現状がある。しかし、最近は建築の長寿命化が考慮されてきているので、今後においては情報を活用し、改修の際に壊さずに対応する可能性は考えられる。ただし、壊すことを試行することと比較して、コストが妥当なものとはならない可能性もある。

一方で、資産の除却のデータは必要となると考えられる。

#### 4.2.6. ファシリティーマネジメント普及の社会的な背景

元来、ファシリティーマネジメントが導入された背景の一つとして、次の理由が挙げられる。弱電気（電話回線や有線 LAN）工事など建築系ではない業者によって施工が行われるものについて、業者から提供される図面が建築図面とは異なり、理解が難しくなっていたため、他の図面と整合して管理することが難しくなっていたというものである。

日本においては、法隆寺や東大寺などといった古い木造建築において、コストをかけて戦略的に大小の修繕工事を行っている。この際、木材に手書きで直接情報を書き込む

ことにより、次世代への情報伝達を行っている。ただしこの手法は、木造における交換が必要な材のみを交換できるという性質によるところも大きい。

従前は、維持管理や各改修工事において、工事業者が詳細に面倒を見る習慣があったことは前述したが、その工事業者は一つの建物に対して同じ業者であることが多かった。そのため、建築物の運用者が情報を持たない状況にあったとしても、工事業者が必要な情報を持っているため、維持管理や改修業務といった運用を可能としていた。しかし、最近ではコストのために入札を行い、競争で工事業者を決定することも増加している。そのことにより、発注者が自ら建築物の情報の管理を行う必要が出てきたということも社会的な背景となる。

一方、海外との比較としては、日本ではワークプレイスマネジメントやスペースマネジメントといった概念が浸透していない。ワークプレイスマネジメントやスペースマネジメントでは、施設内の空間を効率的に運用することにより、施設資産としての無駄を削減することを目的とするものである。その業務に必要なファシリティーマネジメント、およびそのためのファシリティーマネジメントで管理される情報の要求が依然少ないという点が挙げられる。

### 4.3. 改修設計経験者が所属する NC 社に対する調査

#### 4.3.1. 調査概要

本調査は、2016年12月にNC社へと送付したヒアリングシートへの回答をもとに行っている。本調査においては、差異が見られると想定された構造体・非構造体に分けて分析を行った。

#### 4.3.2. 改修業務における既存の建築の情報

最初に行う作業として、対象の建築物に関する既存の資料を可能な限り収集する。この際、利用する図面や書類として、以下のものが挙げられた。

竣工図、施工当時の施工図、確認申請書、確認通知書、検査済証、その他諸官庁届出書類、竣工後の改修工事の竣工図、修繕履歴一覧、建物管理報告書（日報・月報）、各種保守点検記録、特殊建築物定期報告書、消防用設備等の点検報告書、エネルギー使用状況データ、現況平面図、構造計算書、耐震診断報告書、機器台帳、アスベスト調査報告書、中長期保全計画書等である。

ただし、施工図データのように、残存していることが極めて珍しい書類も存在する。

これらの書類を確認したのち、建築物の調査を行い、資料と建築物の現況の整合性の確認を行なっている。不整合が存在する場合においては、調査結果を基として現況図を作成している。この作業により、構造や内外装仕上げ、電気設備、空調設備、給排水衛生設備といった各種情報を把握している。さらに、各部位の修繕履歴や劣化状況、不具合履歴の把握より、改修の必要性や優先順位の決定における判断材料としている。

以上の情報の中で、現況の図面、構造計算のデータ、中長期保全計画、保全台帳、エネルギー使用情報などが入ったBEMS（Building Energy Management System）といったものが、現在コンピューターで管理されている。

#### 4.3.3. 構造体の改修業務

現状では、構造体の改修設計において、設計図や竣工図のCADデータを現状の把握に利用している。さらに、構造体の変更を伴う場合や、室変更や新たな機器の設置に伴い固定荷重や積載荷重が変更される場合には、加えて構造計算データを活用している。改修時には、これらの図面について、構造変更の内容を反映させ、以後の保全のための資料として活用できるようにする。

また、施工図が残存している場合においては、鉄筋コンクリートにおける配筋といった隠れている箇所の状況を想定することができるため、例えば鉄筋コンクリートにおいては施工アンカーやコア抜きを位置を決定するための判断材料とすることが可能となる。一方で、施工図通りに施工していないケースも想定されるため、実際の施工においては、現場で現況を必ず確認する必要がある。前述の隠れている部位についても、例えば鉄筋コンクリートであれば、実際の施工前においてはレントゲン調査等の調査を行い、

確実に既存鉄筋の損傷を回避するなどの手段を施している。

一方、施工図に残らない、現場における裁量のある箇所については、工事写真等のデータが残存していた場合は、例えば鉄筋コンクリートにおいて鉄筋の実際の位置について推定することが可能となるなど、利用の可能性は存在する。しかし、現状において施工者の裁量により決定された場所の情報が残っている可能性は極めて低いと考えている。理由としては、現場の裁量に決定される箇所については、構造設計図等の設計図に規定された公差・許容された誤差の範囲内においてのみであるためである。

#### 4.3.3. 非構造体の改修業務

非構造体の改修設計業務においても、既存の建築物の情報として利用することができる。改修設計においては撤去図と改修図が作成される。特に非構造体の改修設計時の撤去図の作成の際には、既存の図面をベースに撤去する部位や範囲を明示することによって作成することが可能となるため、既存の情報を利用することが可能となる。また、改修図作成の際においても、撤去図の明示した部位・範囲を消去し、そこに新設部位・部材の加筆を行うことによって改修図の作成が可能となり、同様に既存の情報を利用することが可能となる。

さらに、既存の内外装や造作に新たな部材を追加したり、重ねたりする場合においては、施工図をもとに隠れている下地等の情報を利用し、施工のための検討を行う可能性が存在している。

一方で、施工図に記載されない、現場における施工者の裁量におけるものものについては、構造材と同様に記載されることは極めて稀となる。理由についても同様に、施工上のルールが施工図に規定され、その範囲内での作業となるためである。

上記の利用は内外装や機器類の撤去を行う前に行われる工程であり、その際は既存の資料をもとにした想定としての利用となる。一方で、改修を実行する施工段階においては、隠れていた場所や下地の状況を確認することにより、さらに計画を変える可能性が多い。特に、改修工事においては建築物の情報が保管されていたとしても現場と整合していない場合があるため、注意する必要があると指摘している。



#### 4.4. 小結

前章までにおける調査においては、建築系の業者を対象とし、建築生産で生産される情報を基としたものについての調査を行っていた。しかし、本章においては、施設管理者が行う日常の維持管理業務で用いられる経営的な視点に立った情報と、建築系の業者が行う改修や解体・廃棄物処理業務で用いられる建築的な視点に立った情報が必要であることが明らかとなった。

このように主体や目的によって活用・保存される情報の種類や精度が異なってくる。しかし、経営側の視点の情報、建築側の視点の情報の双方において、必要な際に正しい情報であるために、正しく保存を行うことが求められている。そこで、建築側の視点の情報を経営側の立場のものが利用することや、経営側で利用している情報に加えて建築側の利用で特に重要となる情報について維持管理業務でマネジメントし続けることなどが、手段として考えられる。現状では維持管理業務を Excel 等の図面を扱わない形で行っている場合が多いが、維持管理業務で建築側の視点の情報を更新するためには同業務においても図面を扱う必要が発生する。

また、情報の保存のためには、情報の入力が必要となるが、そのためにはコストや手間を要する。そこで、情報の入力によって得られる利益の確定や入力の手間・コストを削減するために、情報そのものが必要であることの検証を行うことや、情報の精度について考慮が重要となると考えられる。



## 第5章

実際の建築物における情報利用に関する調査

## 5.1. 調査概要

本章においては、ライフサイクルを通して情報を利用することについて、実際の利用の想定と、課題について実際の建築物を対象とした事例を用いて分析を行う。

前章までの調査によると、竣工後に建築物の情報を利用する際、維持管理業務においては経営的な視点が必要となる。しかし、改修や解体・廃棄物処理といった業務においては建築的な視点の情報を必要としている。その双方において、正しい情報を利用するためには正しく情報の更新が行われる必要があるが、その場合は維持管理業務においても図面を扱う必要が発生する。

また、情報の入力にはコストや手間を要し、その入力を行うことが妥当であると入力者に判断されるためには、情報の入力によって得られる利益の確定や入力の手間・コストの削減を行う必要がある。したがって、情報の有効性が存在することや精度を考慮することが重要となる。

そこで、竣工後の2つの時間軸における業務を対象にして分析を行った。

1つ目は、維持管理業務の際における情報の利用と精度に関する分析として、東京大学柏キャンパス環境棟の維持管理事例を対象とした。この事例では、維持管理において図面を利用していない（後述）。そこで、図面と維持管理上で保存・利用される情報を連動することを想定し、維持管理業務においても図面を扱うことの有効性の検証を行う。その際に、情報の精度についても検討を行った。

2つ目として、解体業務の際における情報の利用と精度に関する分析として、東日本大震災における応急仮設住宅の解体事例を対象とした。この事例では、建設時の情報を基に応急仮設住宅の解体時における廃棄物発生量の見積を行い、情報の有効性と精度についての分析を行った。

## 5.2. 東京大学柏キャンパス環境棟の維持管理事例

### 5.2.1. 調査概要

維持管理業務の際における情報の利用と精度に関する分析を行うために、東京大学柏キャンパス環境棟（以下、環境棟）における維持管理事例を対象に調査を行った。

環境棟は、2006年4月に竣工した建築物である。この建築物は、着工した2003年から15年間に渡り、PFI事業により運営される。PFIとは、Private Finance Initiativeの略称であり、公共施設に対して民間資金を導入し、契約期間中は民間事業者が管理を行う手法である。環境棟では、PFI事業が2018年3月に終了し、その後はPFI事業会社から東京大学に移管される予定となっている。そのため、施設の移管の際に、全ての情報も含めて移管を行う必要があるため、一般的な日本の建築物と比較して建築物の建設時の情報が比較的多く残されていると想定される。また、維持管理上における情報についても、多くが保存されていると想定される。

環境棟におけるケーススタディーの目的としては、建築物の維持管理業務において、修繕履歴リストがどの程度位置情報との連携を行うことが可能となるかを分析することで、維持管理業務において情報と図面の連携の有効性の検証や精度の検討を行うことである。現状の修繕履歴リストでは、各修繕において修繕対象を正しく同定できないものが多数存在している。この状況を、図面上の位置情報と連携させることによって修繕対象の同定率を向上させる作業において分析を行った。

修繕履歴と図面上の位置情報を連携させることは、改修時における元データとしての信頼性の向上が期待できることや、修繕が頻発している箇所についてグラフィカルな表現が可能となることによって、設備機器の故障の傾向を見ることが可能となることなどのメリットが想定される。2次元図面や3次元モデルの各部材やゾーンに対して、属性情報を追加したものはBIMであり、管理情報としては理想的な形態と想定される。一方で、現在の管理情報はExcelを用いたリスト化したものであるため、BIMのように図面をインターフェイスとして情報を選択することには手間がかかると考えられる。そこで、現状の修繕履歴リストに対し、図面上の位置を付与するという手法で図面との連携を行う。

### 5.2.2. 現状の空間管理手法

現在、環境棟においては、部屋名による管理とアドレスによる管理の2通りの管理手法が用いられている。部屋名の管理とは、修繕や改修を行った場所を部屋名（例：661号室）とともに記録し、履歴として保存するものである（図5-1）。一方で、アドレスによる管理とは、建築物内にエリアを区切り、そこにアドレスを配置して管理するものである。この環境棟においては、基本的に幅を柱間を2分した長さに、奥行きを部屋の奥行きの長さ（おおよそ柱間と同等）にしたエリアを1区画としている。そして、南東か

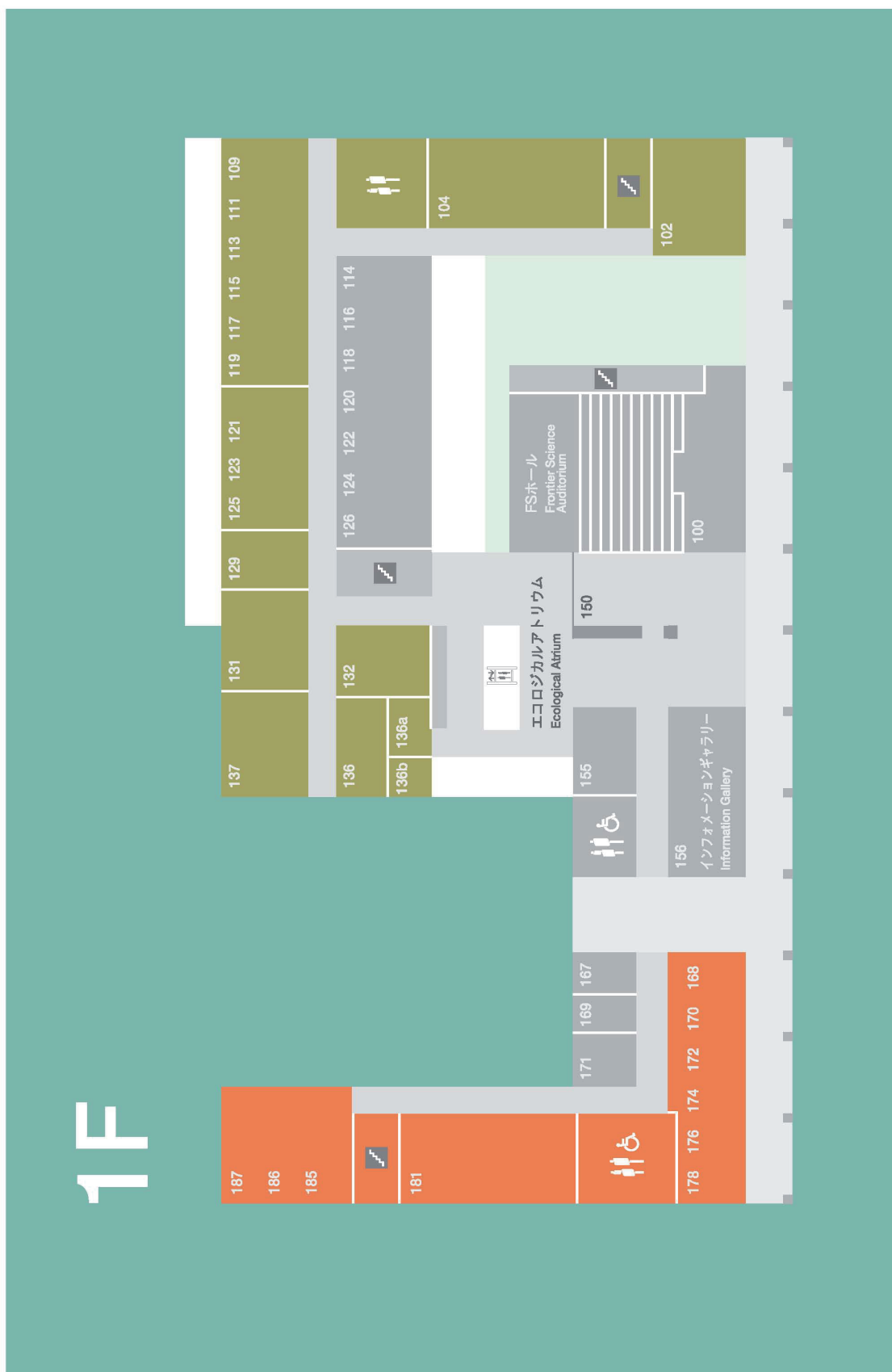


図 5-1. 現状の部屋名管理（環境棟 1 階）

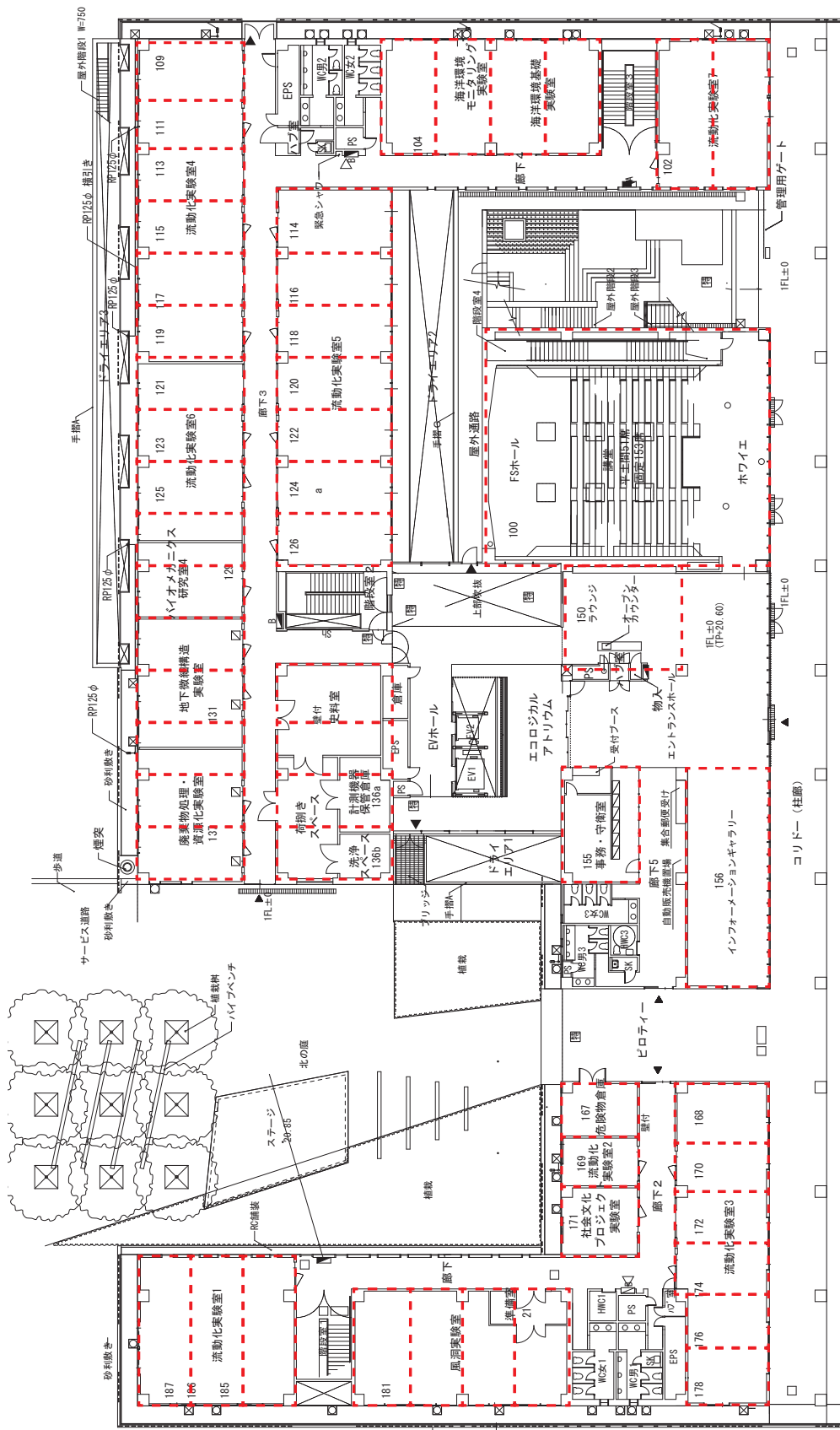


図5-2. 現状のアドレス管理（環境棟1階）

ら廊下に沿って1～87の番号を振っている。その際、廊下の両側に部屋がある東西方向の廊下の左右では、北側の部屋に奇数を、南側の部屋に偶数のアドレスを与え、数字順に沿って進めば逆走しないようになっている。このアドレスによる管理区域を推測したものが図5-2である。図5-2が推測にとどまる理由として、基本的に各部屋の上部にアドレス番号が貼られているが(図5-3)、一部貼られていない箇所があるためである。さらに、実際にアドレスを利用している書類においても欠番となっているアドレスが存在している。そのため、図5-2は他のアドレスの振り方に基づき推測を行った。

現状の部屋名による管理とアドレスによる管理の使い分けは次の通り行われている。アドレスによる管理は、部屋利用の履歴に利用されている。例えば、アドレス613の履歴として、2015年3月までは「613号室 A教授研究室」であったものが、2015年4月より「613号室 B教授研究室」となる、といったように利用される。一方で、部屋名による管理は、その他の維持管理業務で利用される。実際の利用法としては、「661号室のエアコンの修理を行った」といった表記で記される。

現状の管理に用いられている2つの管理方法については、それぞれメリットとデメリットが想定される。

アドレスによる管理におけるメリットは、場所が固定されているため、部屋の用途が変更された際も同じように利用し続けることが可能というものが挙げられる。実際に環境棟においては、前述の通り部屋利用変遷履歴に利用している。一方で、デメリットも存在していると考えられる。第一に、部屋名が直感的に理解しづらいという問題が挙げ



図5-3. 廊下の各室前(扉上)に貼られた現状のアドレス割り当てを示すラベル



られる。現状のように修繕履歴をリストとして管理している場合は、部屋ではなくアドレスで記述された場合、位置を把握するために図面を参照する必要がある可能性が存在する。次に、複数の場所を記述する際に、記述量が増えるという点が存在する。例えば、環境棟において講義室は2階から7階の各53,55,57,59を持つアドレスが割り当てられている。そのため、部屋名管理であれば「各階講義室」と記述する事項を、「253,255,...(中略) ...,757,759」と記述する必要があり、手間が増える可能性がある。さらなる問題として、アドレスが割り当てられていない区域の管理や、アドレスに沿っていない形の部屋の管理という点が挙げられる。前者としては、階段やトイレ、廊下が該当する。これは、部屋であれば利用方法が変わる可能性があり、アドレスで管理することによるメリットがあるが、階段やトイレ、廊下といった箇所は利用方法が固定されるため、アドレスを割り当てる必要がないためと想定される。後者としては、方形でない部屋やアドレスを2分している部屋が該当する。前掲のアドレス管理図においても、「流動化実験室6」と「バイオメカニクス研究室4」の間の壁でアドレス区域を2分していることを実際に把握することができる。

一方で、部屋名による管理においても、メリット、デメリットが存在する。メリットとしては、リスト上に記述されている場所の理解が容易であるという点が挙げられる。この点は、アドレス管理によるデメリットの対極となることが多い。この際、複数のアドレスについても統合して管理することやアドレスの区域外について管理すること、アドレスによる管理が困難となるようなアドレスの形に沿っていない部屋の管理を行うこと等が可能となる。一方で、空調機器は基本的にアドレスあたり1つが設置されているため、アドレス管理では機器を特定することが可能となるが、複数のアドレスにまたがる部屋においては機器を特定するためには部屋名以上とともに位置について詳細な記述が求められ、機器管理の面においてはデメリットとなる可能性が存在する。

### 5.2.3. 修繕履歴と図面上の位置情報を連携させるための空間分割手法の分析

#### 5.2.3.1. 概要

前項で部屋名による管理およびアドレスによる管理について想定されるメリットおよびデメリットについて述べた。特に、現状で修繕履歴を管理する手法ではないアドレスによる管理においては、デメリットが多く見られた。しかし、将来的にコンピューターがさらに発展し、図面データとデータベースを容易に扱うことが可能となり、図面データが中心となることにより、デメリットは解決可能と想定される。その場合、位置情報を用いた管理手法が導入される可能性がある。本分析においては、図面を中心とする前の段階として、修繕履歴の各データに対し、位置情報が与えられることを目的し、図面上の空間を最適に分割することを目的とする。この際用いる図面は、現状使用されている2次元図面を用いる。

### 5.2.3.2. 東京大学柏キャンパス環境棟の修繕履歴データ

環境棟においては、PFI 事業会社が管理する履歴リストが存在し、修繕履歴リストとクレーム対応リスト、緊急対応リストの3つに大別できる。そのうち、クレーム対応リストには、居住者からの要望や故障等の連絡が記載されている。要望には休日の鍵の開閉といった修繕や改修を伴わないものも多く、一方で修繕や改修を伴うものに関しては修繕履歴リストに記載されているため、本調査では対象としない。また、緊急対応リストについては、排水のPH 値が異常値を記録した等のものが多く、さらに多くは確認のみであり、修繕・改修を必要としたものについては、クレーム対応リストと同じく修繕履歴リストに記載される。そのため、緊急対応リストについてもクレーム対応リストと同様に本調査では対象としない。

以上より、本調査においては、修繕履歴リストのみを対象とし、図面上の位置情報との連動について分析を行う。

また、修繕履歴リストに記載されている項目について、PFI 事業会社が管理している修繕・改修工事は確実に反映されている。一方で、PFI 事業対象外となる、研究室や専攻、研究科、大学などによる工事については、反映されていないものも多い。PFI 事業管理者は、PFI 事業外の工事について、工事依頼者に対して情報提供を求めているが、全ては把握できていない。また、提供されている情報についても、全ては修繕履歴リストには反映されていない。そのため、PFI 事業会社から提供された修繕履歴リストに、PFI 事業会社へ提出された PFI 事業対象外工事の書類による情報を追加したものを、本調査の分析対象とする。

### 5.2.3.3. 修繕履歴の分類

修繕履歴情報において、位置情報との連動を行う際、情報の種類による傾向を分析するために、修繕履歴リストの分類を行う。この際、事業主体、工種、修繕履歴の保存目的の3種類の分類を行う。

#### 5.2.3.3.1. 分類1：PFI 事業対象であるかによる分類

第一に行う分類として、PFI 事業対象であるかで分類を行う。PFI 事業対象内の事業は基本的に PFI 事業者が記入しているため、記載方法はある程度統一している。一方で、PFI 事業外の項目については、PFI 事業者に提出された書類に基づいたものであり、情報の精度についてはばらつきが存在している。

#### 5.2.3.3.2. 分類2：PFI 事業会社が記入した工事別分類

第二に行う分類として、修繕履歴リストに PFI 事業会社が記入した分類に従い、工事別分類とした。これは、現状の管理において便利となるように記入されたものであり、建築物の管理実態に即した分類といえる。また、PFI 事業外事業については、PFI 事業会社に提供された書類に記入が行われていなかったため、PFI 事業会社が

修繕履歴リストに記入を行った分類に従い、同様に分類を行なった。その結果として、「中央監視」、「什器」、「建築」、「搬送」、「消防」、「空調」、「衛生」、「電気」、「電話」、「その他」という分類となった。

#### 5.2.3.3.3. 分類3：情報保存の目的による分類

さらに、4章における調査において、現状のファシリティーマネジメントの維持管理業務では経営的な視点で情報を必要とするかが判断されているということが指摘されていたため、「経営的に図面に残すことが必要と思われるもの」と「建築的に図面に残すことが必要と思われるもの」の2つに分類を行った。分類の手法としては、経営的に必要とされる情報と建築的に必要とされる情報について各要素を想定し、分類している。各要素については以下の通りとなる。

建築的：「設備・建具・什器等の追加・除却・移設」、「内外装材の変更」、「建具などの変更」、「設備関連工事」

経営的：「資産の追加・除却」、「部屋の変更（管理の変更や、防音など特別室化）」、「予定通りの交換作業や予防措置といった定期的なメンテナンス」、「部品の劣化交換・修理」、「光熱水の使用量把握につながる設備関連」

この要素をもととして分類を行った。また、上記に該当しないものも多く、その内容は補修・対処のみであったため、図面上では変更がないと想定される。そのため、「補修・対処のみ」という分類をさらに追加した。この分類に関しては「経営的に図面に残すことが必要と思われるもの」と「建築的に図面に残すことが必要と思われるもの」において重複するものが存在している。

以上の3通りの分類に関し、次項の図面における空間分割を用いることで修繕履歴情報においてどの程度対象の特定を向上することが可能となるかという分析を行う。

#### 5.2.3.4. 図面上の空間の分割方法

図面上の空間を分割する手法について、4パターン提案し、比較分析を行う。この際、パターン1、パターン2においては、既存のアドレス管理を利用した、建築物の動線に沿った分割とする。一方で、パターン3、パターン4においては、建築物が含まれる空間をグリッドによる分割を行うこととする。分割の度合いとしては、パターン1がもっとも粗く、パターン4がもっとも細かくなっている。パターン2、パターン3と違う手法により、パターン1とパターン4の間の細かさとしている。

##### 5.2.3.4.1. パターン1：現在のアドレスを利用し、加えてアドレスが割り振られていない場所についてもアドレスを与えた分割

最初に考えられるパターンとして、現在割り当てられているアドレスを利用するというものである。現状の管理方法は部屋名であり、アドレスは部屋の変遷の履歴としてのみ利用されているが、そのアドレスを修繕履歴リストの管理に利用した場

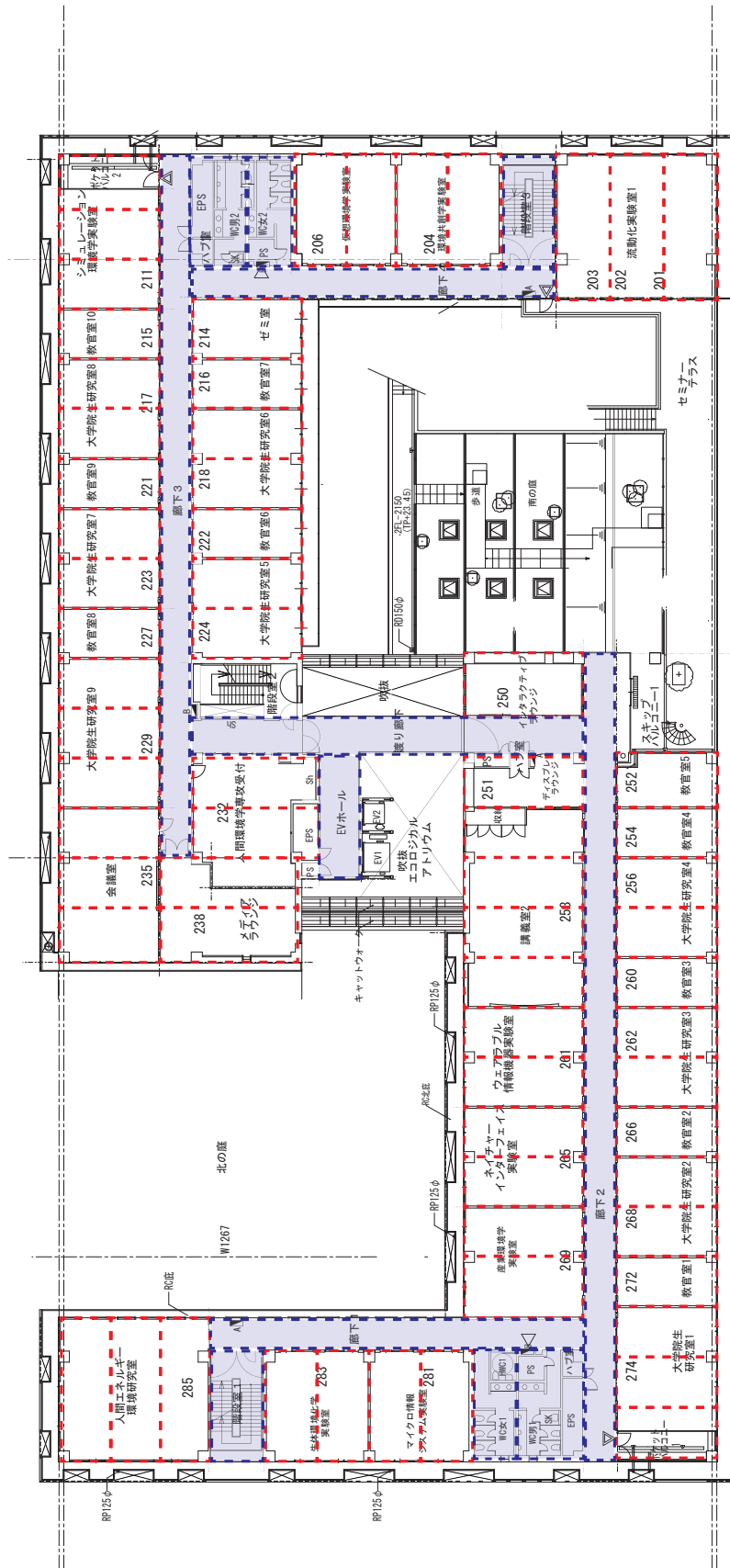


図 5-4. パターン 1 :

現状のアドレスに加えて、未付加部位についてもアドレスを付加した分割（青色が新規付加）（環境棟 2 階）

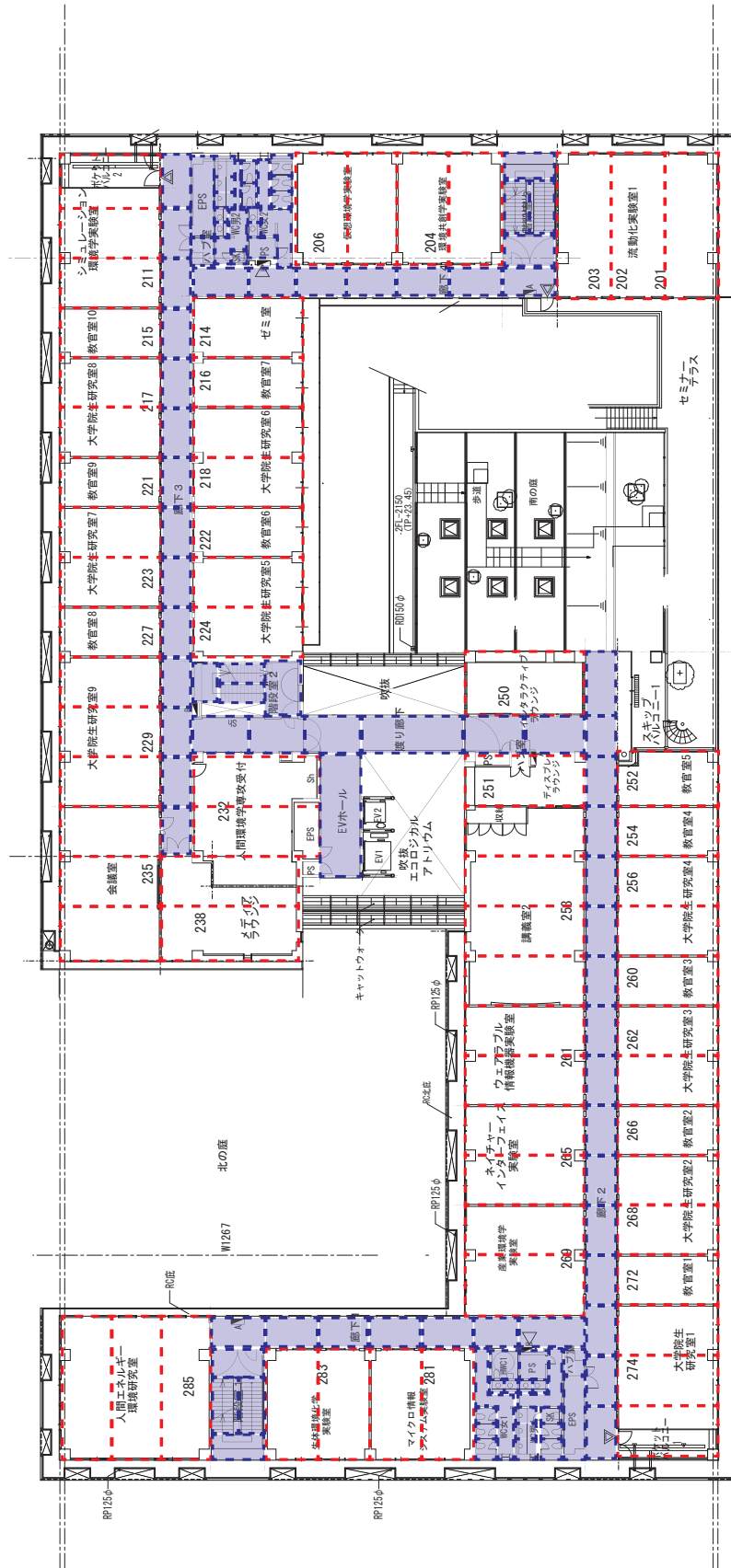


図 5-5. パターン 2 :  
パターン 1 におけるアドレスの付加部分を細分化した分割 (青色部を細分化) (環境棟 2 階)

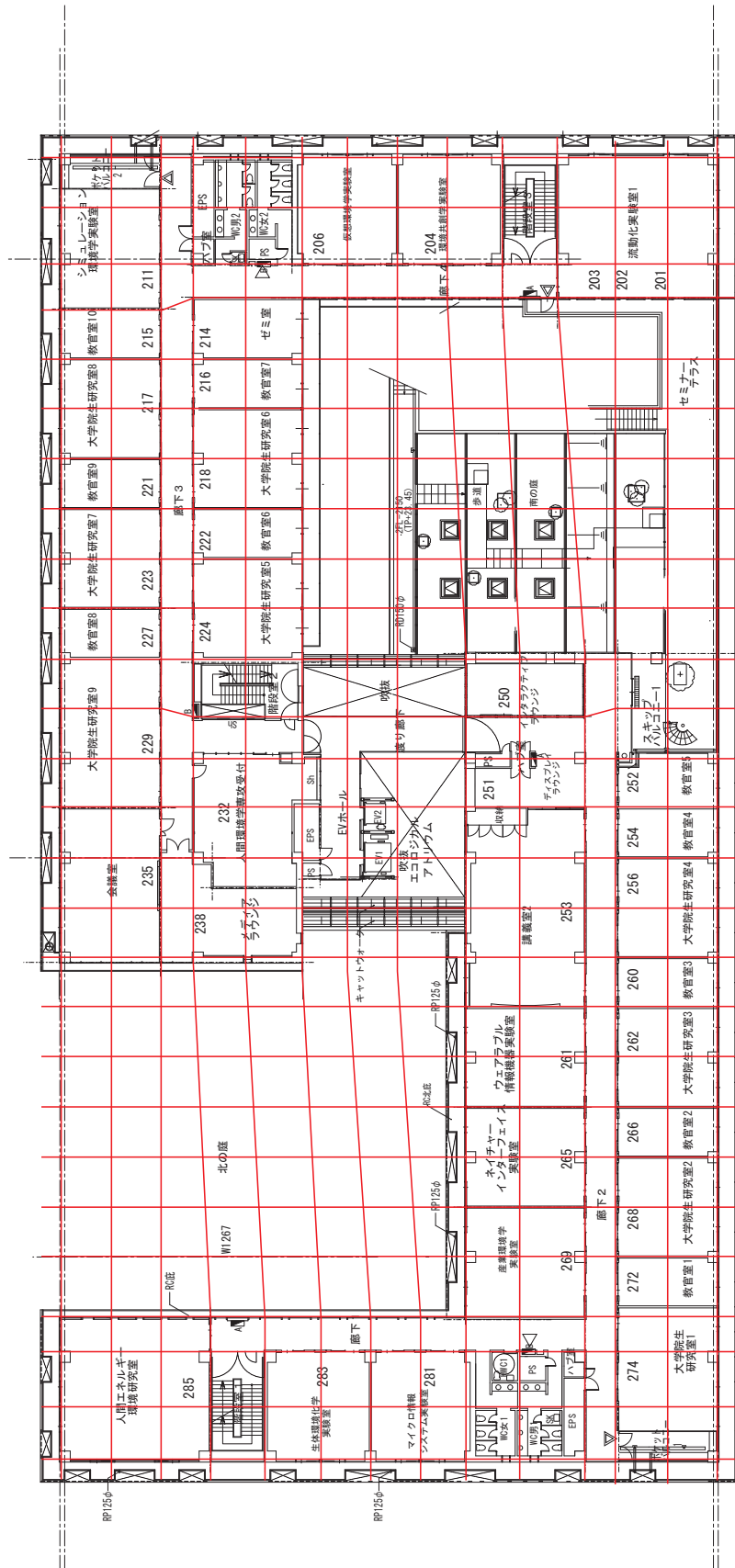


図5-11. パターン6：建築物の既存の寸法を利用したグリッド分割（環境棟2階）

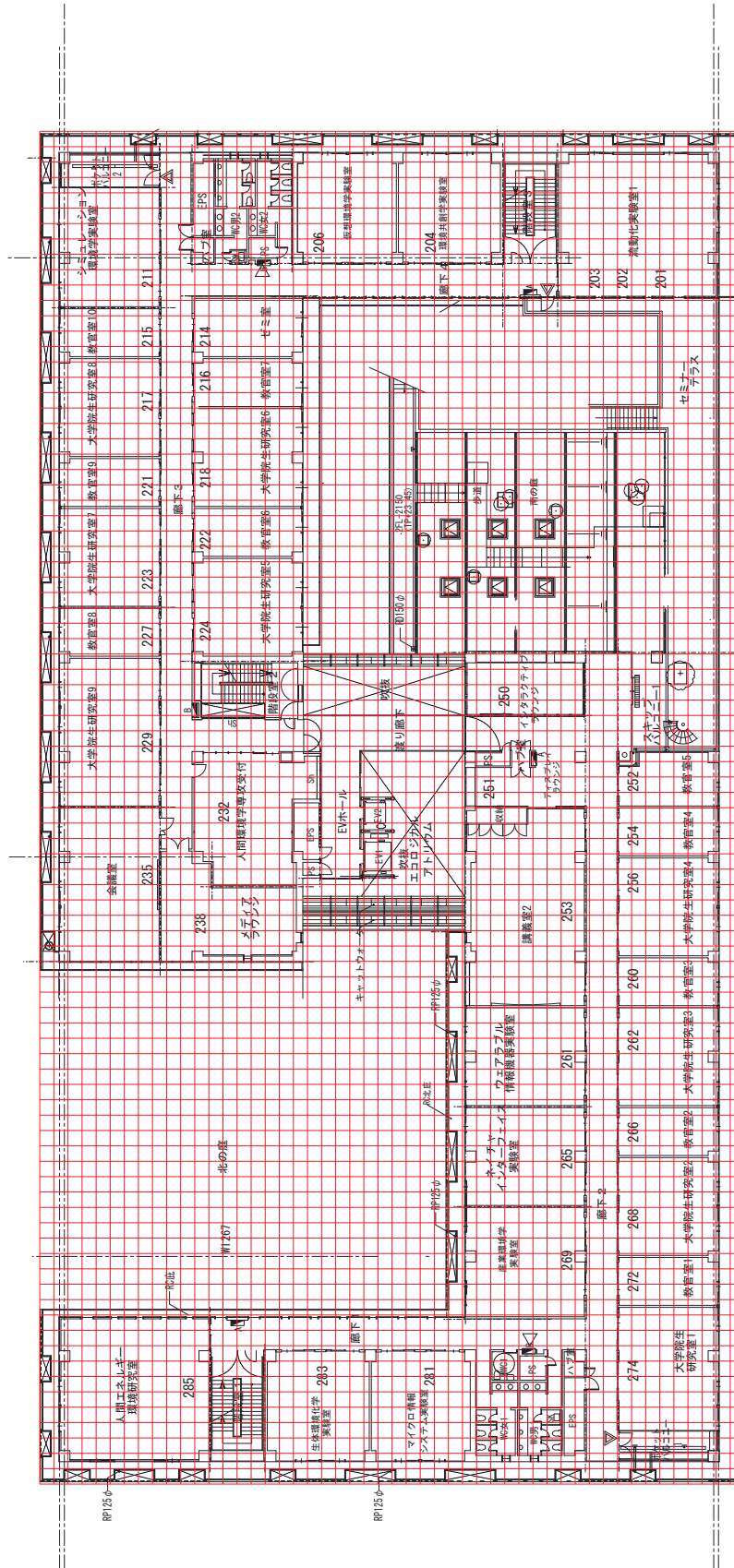


図5-12. パターン7: 修繕履歴リストの最小間隔でのグリッド分割 (環境棟2階)

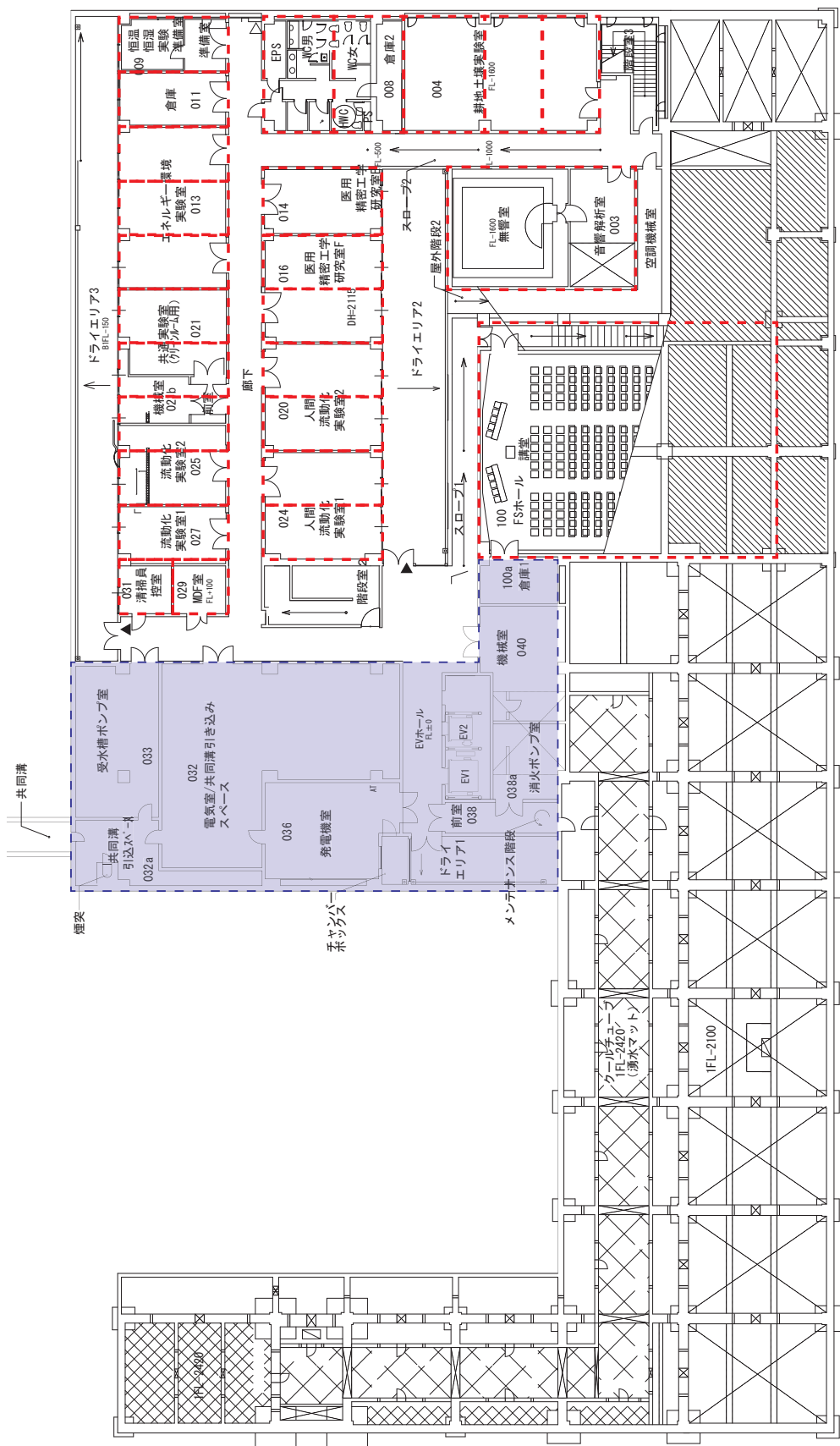


図 5-8. 現状のアドレス配置で推測が可能なない箇所 (青色) (環境棟地下 1 階)



合を想定して分析を行う。その際、地下1階に関しては、アドレスが推測が可能な箇所が存在する（図5-8）。しかし、その区域においても部屋名には番号が割り当てられているので、アドレス管理を行うものとして分析を行う。さらに、アドレスが割り振られていない階段、廊下、トイレ等についてもアドレスを割り振ることとする。その際、新規に振るサイズとしては、既存のアドレスと同等のサイズとする。すなわち、各階平面図上において、各トイレについては、男子トイレと女子トイレに各1アドレスずつ、各階段については1アドレスずつを付加する。廊下に関しては、直線部分を1アドレスとして付与する。実際にアドレスの付与を行ったものが、図5-4となる。

#### 5.2.3.4.2. パターン2：パターン1のアドレスにおいて、一部を細かくしたアドレス分割

パターン2においては、パターン1のグリッドを踏襲しているが、新規に付与したアドレス部分について、細分化する分割を行った。パターン1において新規にアドレス追加した部分は、おそらく今後も用途が変更されないということでアドレスが付与されていなかったと想定される。そのため、今後の用途の変更を想定しているかしていないかという分類で、細分化の度合いに差をつけた空間分割としている（図5-5）。

#### 5.2.3.4.3. パターン3：建築物の既存の寸法を利用したグリッド分割

3つ目のパターンとして、建築物をグリッドによって分割する。この際に、建築物の既存の寸法を利用し、グリッドの大きさの設定を行った。パターン3においては、現状のアドレス割り当てと同じく、柱間を2分割したもの、もしくは廊下の幅を1グリッドの幅として設定している（図5-6）。この際、柱間の2分割の長さ、廊下の幅が異なることや、建築物の東西において柱の位置が揃っていないことより、調整を行う目的でグリッドを引く線を折り曲げていることがある。そのため、一部のグリッドは方形ではないものとなっている。さらに、階ごとに平面プランの差異が存在するため、階ごとにグリッドの割り方が異なるものとなっている。ただし、階ごとにおけるグリッドの総数は同じであり、上下で同様の使い方を行っている箇所については基本的に同じグリッド位置（例：南から3グリッド、東から2グリッド）を与えるように設定を行った。

#### 5.2.3.4.4. パターン4：修繕履歴リストの最小間隔でのグリッド分割

4つ目のパターンとして、パターン3と同様に、建築物をグリッドによって分割する。本パターンにおいては、パターン3と異なり、既存の建築物の寸法を利用せず、修繕履歴リストへの対応を目的とするため、修繕履歴リストの内容をもとにグリッドの大きさを設定する。パターン2の設定の際に前述した通り、トイレの便器と水

栓の間隔が修繕履歴リストの対象間で最小となっていた。そのため、各階の各トイレにおいて水栓および便器が別のグリッドとなるようにして、グリッドを設定した(図 5-12)。パターン 4 では方形のグリッドとし、上下階における差異も発生しないように設定を行った。

#### 5.2.3.5. 修繕履歴における位置情報を利用した対象の特定

前項までに、修繕履歴リストの内容の分類および、連携させる位置情報の作成のために空間の分割を行った。本項においては、実際に修繕履歴に適用を行う。その際、修繕履歴リストの内容の分類ごとに整理を行う。

##### 5.2.3.5.1. 分類 1 における修繕対象の特定割合の空間分割パターンによる改善

分類 1 について、修繕履歴リストにおける修繕対象の特定割合の改善について、表 5-1 の通りとなった。

アドレスを利用したパターン 1 および、グリッドを利用したパターン 3、パターン 4 において、PFI 事業対象および PFI 事業外の双方でおおよそ同様の傾向となった。これらのパターンにおいては、空間の分割の大きさがおおよそ同等である。PFI 事業対象である建築物全体における工事と、PFI 事業対象外である主に研究室内を対象とした工事の双方において、工事対象の大きさや対象の表記に関する分散の度合いが近いことが想定される。

一方で、パターン 2 については、PFI 事業対象のものが高い傾向にあり、パターン 3 と比較しても高い割合で修繕対象の特定が可能となった。パターン 2 で細分化された場所は、建築物内で用途が変更されないと想定されている場所であり、その場所については PFI 事業対象となっているためであると考えられる。

そのため、PFI 対象事業と PFI 対象外事業のように工事発注主体による、保存される情報の傾向はあまり変わらないと推測することが可能となる。しかし、発注主体による工事場所の違いによる傾向は見られた。そのため、必要に応じ、情報の精度を変える必要がある。

表 5-1. 分類 1 における修繕対象の特定割合の空間分割パターンによる改善

分類	現状	パターン 1	パターン 2	パターン 3	パターン 4	総件数
PFI 事業	67.7%	75.2%	85.8%	84.0%	99.7%	795
PFI 事業外	64.6%	70.2%	77.9%	82.0%	100%	339
総計	66.8%	73.7%	83.4%	83.4%	99.8%	1134

##### 5.2.3.5.2. 分類 2 における修繕対象の特定割合の空間分割パターンによる改善

分類 2 において、修繕履歴リストの修繕対象の特定割合の改善について、表 5-2 の通りとなった。

分類のうち、「什器」、「搬送」、「電話」、「その他」については、該当する件数が少なく、さらに現状においても高い割合で修繕対象を特定することが可能であった。上記以

表5-2. 分類2における修繕対象の特定割合の空間分割パターンによる改善

分類	現状	パターン1	パターン2	パターン3	パターン4	総件数
中央監視	78.6%	78.6%	100%	100%	100%	14
消防	78.6%	82.1%	96.4%	100%	100%	28
空調	76.0%	94.9%	98.0%	98.8%	100%	254
衛生	81.2%	81.7%	95.9%	87.3%	100%	197
建築	56.1%	60%	70.6%	69.4%	99.5%	415
電気	59.3%	65.4%	76.2%	85.0%	100%	214
什器	50%	50%	50%	50%	100%	2
搬送	100%	100%	100%	100%	100%	1
電話	100%	100%	100%	100%	100%	7
その他	100%	100%	100%	100%	100%	2
総計	66.8%	73.7%	83.4%	83.4%	99.8%	1134

外の分類について、詳細な分析を行う。

まず、分類2においては、「衛生」、「中央監視」、「消防」、「空調」が現状においても高い割合で特定することが可能となっていた一方で、「電気」、「建築」については、50%台にとどまる低い結果となった。

「衛生」に関しては、主にトイレを対象としている。トイレに関しては、パターン4のグリッド分割におけるグリッドの大きさの設定理由となる便器や水栓が存在し、現状においても詳細な記載が求められることを、修繕履歴リスト記載者側も把握しているためと想定される。

次に、「中央監視」については、対象の存在箇所が限られるため、特定が比較的容易であると想定される。

また、「消防」、「空調」については、機器あたりのカバーする面積が広く、詳細な記述が存在しない状況においても特定することが可能なものが多数存在したためと想定される。

一方で、現状では対象の特定割合が低い「電気」では、対象となるものと同等のものの部屋あたりの個数が多く、正確な対象の特定に至らないことが割合が低くなっていることの原因と考えられる。

また、「建築」においては、他の記述に合わせて概要のみの記述となり、詳細情報が少ないことが原因と考えられる。

空間分割による修繕対象の特定割合の改善における、分類別の特徴は次の通りとなる。最初に、現状の手法での修繕対象特定割合が、比較的高いものから分析を行う。

「中央監視」は建築物内で用途が変わらない場所を細分化するパターン2および、粗めのグリッドであるパターン3の段階で全ての特定が可能となった。「消防」に関しても、パターン2の段階で大幅な向上が見られている。「中央監視」については、前項で記述した通り、細分化した場所がPFI事業対象である可能性が高いことや、PFI事業者が常駐している部屋に存在しているものが対象であることによると想定される。修繕履歴リストに記入するPFI事業者が常駐している部屋であれば、入力する対象機器について、他の部位と比較して詳しいことが想定されるほか、入力するコンピューターの目の前であることによって、巡回先の事項に比べて詳細に記述

することが容易であることも想定される。

「消防」については、基本的に火災報知器が該当している。パターン2では、廊下を分割したことによる向上が理由と考えられる。パターン3では、火災報知器はある程度広いエリアを監視するため、空間を細かく分割していない状況においても、修繕対象機器を特定することが可能であったと想定される。

次に、「空調」については、パターン1の段階において、高い割合で特定することが可能となった。これは、主に対象となっている機器がエアコンであり、部屋あたりの個数が少なく、かつ天井の中で比較的大きな面積を占めているためと想定される。

一方、「衛生」については、パターン3に比べ、パターン2の方が高い傾向にあり、他とは異なっている。これは、パターン2において、トイレを細分化したことが原因となっている。

「建築」と「電気」に関しては、現状の特定割合が比較的低いことと、パターン4において全て特定できることについては一致しているが、その間の特定割合の増加の推移が異なる。

「建築」については、パターン2、パターン3の段階においても、修繕対象機器の特定割合は比較的低いが、「電気」については、パターン3においての伸びが「建築」より大きくなっている。理由としては、部屋を2分割したことにより、コンセント等が特定できるようになったことと想定される。

以上より、工事別の分類において、空間の分割方法により、修繕対象機器の特定割合の改善には差が見られることが明らかとなった。このことより、目的に応じて、必要な詳細度が異なることを示していると考えられる。

#### 5.2.3.5.3. 分類3における修繕対象の特定割合の空間分割パターンによる改善

分類3において、修繕履歴リストの修繕対象の特定割合の改善について、表5-3の通りとなった。

分類3においては、現状における修繕対象の特定割合も大きく異なった。「経営的に図面に残す必要がある」ものは高い傾向にあった一方で、「建築的に図面に残す必要がある」、「補修・対処のみ」と特定割合が下がっている。これは、前章までのヒアリングにおいて、経営的な視点で保存する必要な情報の取捨選択が行われる、という現在のファシリティーマネジメントの実情に即していることが確認された。

表 5-3. 分類3における修繕対象の特定割合の空間分割パターンによる改善

分類	現状	パターン1	パターン2	パターン3	パターン4	総件数
経営的に図面に残す必要	75.1%	82.1%	89.6%	89.7%	99.7%	603
建築的に図面に残す必要	67.0%	72.4%	76.6%	84.9%	99.4%	351
補修・対処のみ	52.0%	59.5%	73.6%	70.0%	100%	333
総計	66.8%	73.7%	83.4%	83.4%	99.8%	1134

空間分割による修繕対象の特定割合の改善における特徴は、次の通りとなる。

「経営的に図面に残す必要がある」ものに関しては、パターン2、パターン3とあまり差が見られない一方で、「建築的に図面に残す必要がある」ものはパターン3の方が、「補修・対処のみ」ではパターン2の方が修繕対象の特定割合が高い結果となった。「建築的に図面に残す必要がある」ものがパターン3で高くなる理由としては、図面を変更するような大きな工事については、室内が細分化されているパターン3の方が特定を行いやすいためと考えられる。一方で、「補修・対処のみ」については、PFI事業者が行うことも多いためと考えられる。パターン2で細分化した場所については前述の通りPFI事業対象であることが多いことを考慮すると、「補修・対処のみ」がパターン2で高くなる。

#### 5.2.4. 東京大学柏キャンパス環境棟の事例からみる修繕履歴データと位置情報の連携の有意性

本調査の結果では、どの分類においても、修繕履歴データと位置情報を連携させることにより、修繕履歴リストにおける修繕対象の特定割合が改善することが明らかとなった。特に、空間分割パターンを細かくすることにより、特定割合も向上している。このことより、建築物に関する情報に対し、位置情報を連携させることは有効であると考えられ、特に位置情報の精度が高いことが有効となる。

しかし、精度を高くすることにより、データ量が増えることにつながることを考慮する必要がある。例えば、2階平面図において分割数は、パターン1では79であるが、パターン2では164、パターン3では338、パターン4では4400と大きく増えている。データ量の多さは、入力の手間の増加につながるため、4章までの調査によると、これはデメリットとなる可能性がある。

一方で、各分類において、工事の目的や主体の違いにより、細分化の方法で修繕対象の特定割合の改善結果が異なった。特に、パターン2とパターン3において、分割数はパターン3の方が多いものの修繕対象の同定率はパターン2の方が高い分類も存在している。そのため、分割の手法により、低い精度であっても有効となる手法が存在すると言える。

以上より、建築物に関する情報と位置情報との連携においては、目的や必要に応じて、精度を考える必要があると考えられる。

## 5.3. 応急仮設住宅の解体・廃棄物処理における積算

### 5.3.1. 調査概要

解体業務の際における情報の利用と精度に関する分析を行うために、東日本大震災における応急仮設住宅について分析を行った。

2011年に発生した東日本大震災に対しては、51,720戸の応急仮設住宅が供給された。2017年1月現在ではすでに供給から5年以上が経過し、復興も進んできているため、応急仮設住宅の解体が始められている。応急仮設住宅は建設から5年程度の解体と、一般的な建築物と比較してライフサイクルが短く、建設時の情報が比較的多く残存していると想定される。この情報を基に建設時の資源投入量の積算を行った。この積算結果は、解体時において、建設時の情報をもとに算出する廃棄物発生量の予測値と同等であると想定される。さらに実際の解体事例の調査を行うことにより、実際の応急仮設住宅の解体において排出された廃棄物量を算出する。この廃棄物排出量の実績と積算に基づいた応急仮設住宅の廃棄物発生量予測値との比較を行うことにより、建築物の解体・廃棄物処理業務において、事前に廃棄物量の見積もりを立てるために建設時の情報が利用されることの有効性と精度を検証する。

東日本大震災で供給された応急仮設住宅は、プレハブ建築協会規格建築部会の会員が供給した軽量鉄骨造の住宅（規格建築型）と、プレハブ建築協会住宅部会の会員が供給した鉄骨造の住宅、プレハブ建築協会の会員に加え、公募によって選定された地元業者が供給した木造住宅の3種類に大別される（表5-4）。なお、一部の地元業者は、プレハブ建築協会規格部会の会員が供給した軽量鉄骨造と同種の住宅を供給している。また、プレハブ建築協会住宅部会の会員が供給したものの中には前述の3種類と異なるプレキャストコンクリートを使用した構法の住宅も存在し、その住宅に関しては表内で「その他」と表記している。

規格建築型の応急仮設住宅は、東日本大震災より前においても供給されていた従来型の応急仮設住宅の形式である。供給を行っているプレハブ建築協会規格建築部会の各社は、通常の業務において工事現場における仮設現場小屋のような建築物をリース契約で供給している。応急仮設住宅においても、通常の業務に使用している部材と同種の部材を利用して住宅を建設している。

次に、プレハブ建築協会住宅部会の会員が供給する鉄骨造の応急仮設住宅について、構法は規格建築型と同じ鉄骨造である。しかし、プレハブ建築協会住宅部会の各社の通

表 5-4. 東日本大震災における構法別の応急仮設住宅の供給数

供給方式	構法	供給数
プレハブ建築協会規格建築部会	軽量鉄骨造	28,714
プレハブ建築協会住宅部会	鉄骨造	8,683
	木造	5,767
	その他	96
公募地元業者	木造	7,173
	軽量鉄骨造（プレハブ建築協会規格建築部会のものと同種）	1,287
総計		51,720

常の業務は一般住宅を供給することであり、応急仮設住宅においても通常業務の住宅生産と同じラインで行われたため、応急仮設住宅の建設に投入した資源の種類や量が異なる。そのため、積算においては規格建築型とは異なる分類とした。

木造の応急仮設住宅は、プレハブ建築協会住宅部会会員および公募によって選定された地元業者が建設を行った。使用された構法は、在来木造軸組構造や枠組壁構法（ツーバイフォー構法）に加え、板倉構法やログハウス構法といった独自の構法で建設した業者も存在した。木造の応急仮設住宅は、東日本大震災以降の災害に対して供給される事例が増加している（表 5-5）。

表 5-5. 東日本大震災以降に供給された木造の応急仮設住宅

発生年	災害名称	総供給戸数	木造応急仮設住宅戸数
2011	紀伊半島大水害	114	57
2012	熊本広域大水害	73	48
2016	熊本地震	4,303	683

### 5.3.2. 応急仮設住宅の資源投入量の積算

応急仮設住宅の積算においては、3種類に大別した各構法における供給主体の中から代表的な1社を選定した。そして、各社にヒアリングを行ったのち資材投入量の積算を行った（表 5-6）。

応急仮設住宅は、入居者の世帯形態に合わせ、6坪・9坪・12坪タイプの各平面プランをもつ住宅が供給された。また、多数の応急仮設住宅を限られた敷地に配置するために、最少は2戸から、最大10戸程度まで連棟形式で建設が行われた。しかし、本調査においては、もっとも一般的であった9坪タイプの1棟6連棟形式を代表的なものとして選択肢、その形状の住宅について積算を行った。

資源投入量を重量で算出するため、体積で算出されたものについては比重をかけることにより重量化した。その際に使用している比重は、供給各社から提供された資料もしくは、品番より追跡された建材メーカーが公表している資料をもととしている。ただし、一部の素材については資料が追跡できず、日本建築学会発行のLCAデータベース<sup>\*8</sup>の値を利用している。また、木材については、「木材工業ハンドブック」<sup>\*9</sup>の値を利用している。

表 5-6. 本調査における積算の対象とした応急仮設住宅の調査先

構法および供給者	業者
鉄骨造（プレハブ建築協会規格建築部会）	DL 社
鉄骨造（プレハブ建築協会住宅部会）	SH 社
木造（プレハブ建築協会住宅部会および公募地元業者）	SF 社

#### 5.3.2.1. 廃棄物の種類の分類

応急仮設住宅の解体によって発生する廃棄物の予測を有効に活用するためには、総量のみではなく、廃棄物処理の分類にしたがって、各種類ごとに資源投入量を積算する必要がある。そこで、2014年に施工が行われた福島県大玉村における解体事例に

\*8 「建物のLCA指針－温暖化・資源消費・廃棄物対策のための評価ツール」、日本建築学会、2013年2月

\*9 「木材工業ハンドブック」、森林総合研究所監修、丸善出版、2004年3月

表 5-7. 福島県大玉村での応急仮設住宅における廃棄物分類

処理業者による分類	部位	処理方法
廃プラスチック類	サッシ・ユニットバス・配管等	破碎・埋め立て（最終処分）
ガラスくず・陶磁器くず	トイレ・洗面台・断熱材等	
紙くず <sup>9</sup>	外壁	再利用（燃料化）
繊維くず	床材	
木くず	外壁・内壁・天井・床・基礎等	
木くず生木	外構	
金属くず	外壁・屋根・サッシ等	再利用（素材として）
廃石膏ボード	内壁・天井等	
無筋コンクリート	外構	
有筋コンクリート	外構	
アスファルト	外構	

について調査を行った<sup>\*10</sup>（表 5-7）。

大玉村における解体では、廃棄物の分類は 11 分類とされていた。このうち、「無筋コンクリート」、「有筋コンクリート」については外構部であり、本調査においては建築物本体のみを対象としているため、分類からは削除した。「紙くず」、「繊維くず」は排出量が少なかったため、本調査における個別の分類からは削除した。一方で、解体、廃棄物処理を行った業者によると、廃プラスチック類は最終処分となっているが、これは PVC（ポリ塩化ビニル）が含まれるためとのことである。そのため、廃プラスチック類については、PVC とその他を分離して積算することとした。また、金属くずについては、積算の調査対象に鉄骨造が含まれるため、構造材として量が大きくなることが想定される「鉄」と、残りの中でサッシの利用により一定の量が見込まれる「アルミニウム」を廃棄物処理に分類に追加した。その結果として、「鉄」、「石膏ボード」、「木材」、「廃プラスチック（PVC 以外）」、「PVC」、「アルミニウム」、「ガラス・陶磁器」、「その他」といった分類とした。

### 5.3.2.2. 鉄骨造（プレハブ建築協会住宅部会）の応急仮設住宅の資源投入量

鉄骨造（プレハブ建築協会住宅部会）の資源投入量の積算においては、SH 社への調査を行った。この SH 社は第 2 章「日本国内における BIM の普及の傾向」2.2. における調査先と同一である。2.2. における調査で言及されていた BIM システムは、2011 年の東日本大震災の応急仮設住宅の建設においても一部利用されたため、本調査においてはもっとも建設時の資材データが詳細に残存していた。なお、完全に BIM システムの利用が行われていない理由として、応急仮設住宅向けに特注を行ったことが挙げられる。

資源投入量の積算を行った結果は、表 5-8 となった。全体の 94% 程度の部材に関しては、廃棄物の分類が行われる素材ごとに積算することが可能であった。一方で、設備や一部の建具に関しては品番による追跡で部材の総重量のみの結果となり、構成する素材に分類することが不可能であった。そのため、設備部分に関しては「設備」に、その他の部材については「分類できないもの（設備以外）、その他」として、既存の「そ

\*10 「東日本大震災における応急仮設住宅の解体に関する研究：その 2 解体現場調査」、井田慎太郎，清家剛，金容善，磯部孝行，牛久保智仁，日本建築学会大会学術講演梗概集 2015（建築社会システム）、2015 年 9 月



の他」と合わせて分類している。また、窯業系サイディングについては、繊維が内部に利用されているため、既存の分類と異なると考え、新たに分類として追加している。また、鉄やアルミニウムと異なる金属が少量発生しているため、その他金属という分類も追加した。さらに、「ガラス・陶磁器」の多くはグラスウールであったため、「グラスウール/ガラス」としている。また、後項で追加された廃棄物の分類項目についても、表内に記載している。

### 5.3.2.3. 鉄骨造（プレハブ建築協会規格建築部会）の応急仮設住宅の資源投入量

プレハブ建築協会規格建築部会会員による鉄骨造の応急仮設住宅の積算においては、DL社への調査を行った。本調査においては、一部の設備について追跡を行うことができず、積算することが不可能であった。応急仮設住宅に使用されている設備に

表 5-8. 鉄骨造（プレハブ建築協会住宅部会）の応急仮設住宅の資源投入量

廃棄物分類	戸あたり投入量 (kg)	坪あたり投入量 (kg)
鉄	2,524	280.4
石膏ボード	1,149	127.7
木材	1,047	116.3
窯業系サイディング	349	38.8
廃プラスチック (PVC 以外)	237	26.3
PVC	22	2.4
アルミニウム	67	7.4
グラスウール / ガラス	55	6.1
その他金属	3	0.3
スレート	0	0
設備	149	16.6
分類できないもの (設備以外)、その他	194	21.6
総計	5,796	644.0



図 5-9. プレハブ建築協会住宅部会会員が建設した応急仮設住宅

については、各県ごとに発注時の仕様が定められ、その仕様に沿って設計、建設が行われるということも考慮し、設備関連一式については5.3.2.1.で積算したプレハブ住宅協会住宅部会会員が供給した応急仮設住宅で使用したものと同等と仮定し、その数値を利用している。

資源投入量の積算を行った結果は、表5-9となった。結果として、「設備」および「分類できないもの（設備以外）、その他」以外の約91%の部材においては、廃棄物分類の素材ごとに積算することが可能であった。

#### 5.3.2.4. 木造の応急仮設住宅の資源投入量

木造の応急仮設住宅の積算においては、SF社への調査を行った。本調査においても、5.3.2.3.の鉄骨造（プレハブ建築協会規格建築部会）の応急仮設住宅と同様に、一部

表5-9. 鉄骨造（プレハブ建築協会規格建築部会）の応急仮設住宅の資源投入量

廃棄物分類	戸あたり投入量 (kg)	坪あたり投入量 (kg)
鉄	1,326	147.3
石膏ボード	144	16.0
木材	652	72.4
窯業系サイディング	0	0
廃プラスチック (PVC 以外)	442	49.1
PVC	257	28.6
アルミニウム	39	4.3
グラスウール / ガラス	6	0.7
その他金属	0	0
スレート	0	0
設備	149	16.6
分類できないもの（設備以外）、その他	141	15.7
総計	3,156	350.7



図5-10. プレハブ建築協会規格建築部会会員が建設した応急仮設住宅

の設備について追跡を行うことができず、積算することが可能ではなかった。そのため、同様に5.3.2.2.で積算したプレハブ住宅協会住宅部会会員が供給した応急仮設住宅で使用了らものと同等と仮定し、その数値を利用している。

資源投入量の積算を行った結果は、表5-10となった。「スレート」については、既存の分類と異なると考え、新たに分類として追加している。結果として、約90%「設備」および「分類できないもの（設備以外）、その他」の部材において、廃棄物分類の素材ごとに積算することが可能であった。

### 5.3.3. 解体事例との比較

前項にて積算を行った応急仮設住宅の資源投入量について、実際に応急仮設住宅の解体を行った事例で排出された廃棄物量との比較を行う。この調査は、応急仮設住宅の3

表5-10. 木造の応急仮設住宅の資源投入量

廃棄物分類	戸あたり投入量 (kg)	坪あたり投入量 (kg)
鉄	0	0
石膏ボード	1,114	123.8
木材	3,117	346.3
窯業系サイディング	0	0
廃プラスチック (PVC 以外)	79	8.8
PVC	0	0
アルミニウム	19	2.1
グラスウール / ガラス	215	23.9
その他金属	0	0
スレート	477	53.0
設備	149	16.6
分類できないもの (設備以外)、その他	386	42.8
総計	5,556	617.3



図5-11. 木造の応急仮設住宅 (写真は公募による地元業者が建設した住宅)

種類の構法より、実際に解体・廃棄物処理業務が行われた事例のある、プレハブ建築協会規格建築部会会員が建築した鉄骨造の応急仮設住宅および木造の応急仮設住宅を対象とする。また、この応急仮設住宅の積算結果と、解体事例における廃棄物排出量の比較においては、構法といった条件のみが一致している。

### 5.3.3.1. プレハブ建築協会規格建築部会会員による鉄骨造の応急仮設住宅

プレハブ建築協会規格建築部会会員が供給した鉄骨造の応急仮設住宅について、積算結果と排出量調査結果の比較を行った。比較先となる応急仮設住宅の解体事例であるが、2015年に行われた宮城県大郷町における15戸の応急仮設住宅団地の解体事例である(表5-11)。供給者はDL社と同じくプレハブ建築協会規格建築部会に所属するNK社、解体業者は宮城県の業者であるTK社であった。この団地では、9坪タイプが12戸、6坪タイプが2戸、12坪タイプが1戸供給された。そのため、坪あたりの廃棄物排出量予測および廃棄物排出量調査結果として比較を行う。

積算における廃棄物排出量予測と調査結果の行った結果が表5-12である(左から1列目の「積算結果」と右から1列目の「排出量調査結果」)。この際、廃プラスチックにおいて、PVCとPVC以外について分類が行われていなかったため、その2つを加算し、「廃プラスチック」とする対応を行った。

この結果、廃棄物排出量の予測と結果について、鉄や廃プラスチックにおいては、実際の排出量調査結果の値から20%以内と比較的小さく収まった一方で、「ガラスウール」や「木材」、「石膏ボード」等では大きな差異が発生した。差異が発生した理由について、積算データと排出量調査結果を確認した結果、問題点が2つほど見られた。

1つ目として、資源投入量の積算において使用した比重と、排出量調査において提供された資料による、廃棄物処理に係る費用算出に用いられた比重が異なるというものである。特に比重による差異が大きいものは、「木材」と「石膏ボード」についてであっ

表5-11. プレハブ建築協会規格建築部会会員による応急仮設住宅の解体調査

項目	概要
現場所在地	宮城県大郷町
戸数	3棟15戸(9坪タイプ:12戸、6坪タイプ:2戸、12坪タイプ:1戸)
供給業者	NK社(プレハブ建築協会規格建築部会)
解体業者	TK社(宮城県の地元業者)
解体時期	2015年1月-3月

表5-12. 鉄骨造(プレハブ建築協会規格建築部会)の応急仮設住宅の積算と廃棄物排出量調査結果の比較(坪/kg)

	供給者	積算結果	積算(比重補正)	積算(比重補正+追加工事加算)	排出量調査結果
		DL社	DL社	DL社	NK社
廃棄物	鉄	147.3(113.7%)	(比重記載なし)	151.9(117.3%)	129.54
	廃プラスチック	77.7(107.5%)	(誤差が小さい)	(追加工事による加算なし)	72.3
	ガラスウール	0.7(4.3%)	(比重補正なし)	17.3(106.1%)	16.3
	木材	72.4(41.6%)	104.9(60.3%)	113.6(65.3%)	173.9
	石膏ボード	16.0(20.5%)	34.3(44.0%)	(追加工事による加算なし)	78.0
	アルミニウム	4.3(56.6%)	(比重記載なし)	(追加工事による加算なし)	7.6
	設備	16.5	(比重記載なし)	(追加工事による加算なし)	(各廃棄物に分散)
	その他	15.7(141.4%)	(比重記載なし)	(追加工事による加算なし)	11.1
	総計	350.7(71.7%)	401.4(82.1%)	431.3(88.2%)	488.8

※積算結果および積算の補正結果における()内は、排出量調査結果の値に対する比率である。



図5-12. プレハブ建築協会規格建築部会会員が供給した応急仮設工事における外断熱追加工事  
た。その誤差の大きい比重について、排出量調査における資料にて利用されていた値  
を積算に利用して補正を行なったものが、表5-12における2列目の結果となる。

2つ目の差異の原因として、応急仮設住宅の追加工事が挙げられる。東日本大震災における応急仮設住宅では、環境性能があまり良くなかったことにより、居住者に配慮した追加工事が行われた。追加工事については、風除室の追加（宮城県・岩手県のみ、福島県では供給時から）や断熱工事（宮城県・岩手県は外断熱工事、福島県では内断熱工事、図5-12参照）、給湯器を追い炊き可能な機器への交換するといったものがある。その中で、TK社から提供された、応急仮設住宅解体業務発注時に宮城県から提供された図面を参照して大きさを得ることが可能な断熱工事について加算を行った。その際は、差異が発生した原因1の比重について、廃棄物処理に係る費用算出に用いた比重を利用した。その追加工事における資源投入量の追加量を加算した結果が、表5-12の左から3列目の結果である。

この結果、「鉄」と「廃プラスチック」に加えて、「グラスウール」が実際の排出量調査結果の値から20%以下の差異となった。また、総重量においても、比重と追加工事に関する補正を行なった結果、15%以内の差異となる結果となった。

積算と実際の解体事例においては、上記の差異の修正の他にも、いくつかの違いが挙げられる。例えば、追加した風除室については、資料が存在していないため、積算結果への加算ができていない。また、積算においては1棟6連戸で算出を行なっているが、この解体事例においては1棟5連戸であったため、積算を行った応急仮設住宅

と比較して1戸あたりに該当する壁量が少なかったことも考慮すべきである。さらに、供給した業者が異なるため、建材の使用量が異なってくることもあげられる。そのような差異を考慮すると、応急仮設住宅の積算値が同構法の住宅における解体の実績値との比較が、各素材において20%以下、総重量において15%以下の差異となったことより、積算値は妥当な結果考えられる。

### 5.3.3.2. 木造の応急仮設住宅

木造の応急仮設住宅についても、前項と同様に、積算結果と排出量調査結果の比較を行った。比較先となる応急仮設住宅の解体事例であるが、2014年に行われた福島県大玉村における198戸の応急仮設住宅団地の解体事例である(表5-13)。なお、この解体工事は、5.3.2.1.項における廃棄物処理分類のもととなった工事と同一である。供給者はSF社と同じくプレハブ建築協会住宅部会に所属するMH社、解体業者は福島県の業者であるEV社が受注し、実際の解体業務には同じく福島県の業者であるSCP社が携わった。この団地では、198戸全てが9坪タイプであり、積算した応急仮設住宅と1戸あたりが同じ広さであるが、前項に従い坪あたりの廃棄物排出量予測および廃棄物排出量調査結果として比較を行う。なお、木造の応急仮設住宅については、環境性能が高く、給湯器を追い炊き可能な機器に変更するなど小規模な追加工事は行われたが、断熱工事といった大規模なものは行われていないため、プレハブ建築協会規格建築部会会員が供給した鉄骨造の応急仮設住宅での比較とは異なり、補正は行わない。

積算における廃棄物排出量予測と調査結果の行った結果が表5-14である。この際、前項と同様に廃プラスチックにおいて、PVCとPVC以外について分類が行われていなかったため、その2つを加算し、「廃プラスチック」とする対応を行った。また、

表5-13. プレハブ建築協会規格建築部会会員による応急仮設住宅の解体調査

項目	概要
現場所在地	福島県大玉村
戸数	27棟198戸(9坪タイプ:198戸)
供給業者	MH社(プレハブ建築協会住宅部会)
解体業者	元請:EV社、実際の解体:SCP社(共に福島県の地元業者)
解体時期	2014年8月-10月

表5-14. 木造の応急仮設住宅の積算と廃棄物排出量調査結果の比較(坪/kg)

供給者	積算結果 SF社		排出量調査結果 MH社	
	廃棄物			
木材		346.3 (127.1%)		272.5
石膏ボード		123.8 (100.4%)		123.3
グラスウール/ガラス		23.9 (103.0%)		23.2
金属		2.1 (105.0%)		2.0
廃プラスチック	8.8 (15.5%)	51.7 (88.4%)	56.8	58.5
その他	42.8 (2517.6%)		1.7	
設備		68.2 (116.6%)	(一部は事前取外) (各廃棄物に分散)	
スレート		16.6		0
総計		617.3 (128.8%)		479.4

※積算結果における( )内は、排出量調査結果の値に対する比率である。

金属についても鉄とアルミに分けられていないため、同様に2つを加算し「金属」とする対応を行った。

その結果、「石膏ボード」、「グラスウール/ガラス」、「金属」といったものについては、大きな差異は見られず、ほぼ積算と排出量調査結果が同一となった。「金属」に関しては、前項とは違い鉄が構造材とならず、鉄、アルミニウムともに非構造材であるため、「金属」という分類に統合されていても問題は生じないと考えられる。

一方で、「木材」や「廃プラスチック」、「スレート」、「その他」といった項目では大きな差異が見られた。しかし、「木材」については、積算を行ったSF社の応急仮設住宅では切妻、解体調査を行ったMH社の応急仮設住宅では片流れという断面形状の違いがあり、MH社の住宅の方が断面が小さい。また、SF社の住宅では一般的な在来軸組構法で、MH社の住宅では木質パネル構法を用いているため、構法が変わり、木材使用量が異なっていると想定される。

また、「スレート」については、屋根の葺き方の違いにより、使用しているSF社と使用しないMH社で結果が分かれた。

次に、大きく差が見られた「廃プラスチック」と「その他」である。「廃プラスチック」と「その他」の各々においては、大きな差が発生し、「設備」は、解体現場からの排出においては、基本的に全てのものが分別されて排出されるため、その他とされるものは少なくなる（この解体事例においては、5.3.2.1項で記載されている、紙くずおよび繊維くずである）。一方で、積算においては素材ごとに分離することができなかつ



図 5-13. 解体以前に倉庫に転用されていた大玉村での解体事例

たものがあり、それらがその他に計上されている。この中には、ウレタンを含むサイディング材などが含まれる。

また、この解体事例においては、応急仮設住宅の解体より早期に入居者が入っていない状況となっていた。その空き状況を倉庫として利用するため、解体以前より倉庫に転用された（図 5-13）。そのため、その際にはすでに一部の設備機器は取り外されていた（廃プラスチックに分類されるユニットバスのように大きな設備は残されていた）。そのため、排出量調査結果には「設備」に該当する重量が一部含まれないと想定できる。

ここで、「廃プラスチック」と「その他」の合計および、「廃プラスチック」と「その他」、「設備」の合計をそれぞれ比較すると、

$(\text{積算結果の「廃プラスチック」} + \text{「その他」}) < (\text{排出量調査結果の「廃プラスチック」} + \text{「その他」}) < (\text{積算結果の「廃プラスチック」} + \text{「その他」} + \text{「設備」})$

となっている。上述の状況を考慮すると、排出量調査結果の「廃プラスチック」＋「その他」が、積算結果の「廃プラスチック」＋「その他」および、さらに「設備」を加えたものの間となる結果となることは正しい結果と想定される。

そのため、木造の応急仮設住宅において、数量が大きく異なることに明確な理由が想定される「木材」と「スレート」を除いたものについては、廃棄物発生量予測の積算結果は、廃棄物発生量調査結果と比較すると、おおよそ妥当な数値となっていると想定できる。

#### 5.3.4. 応急仮設住宅の解体・廃棄物処理における積算による建築情報の有意性

本調査において、応急仮設住宅を対象として、解体・廃棄物処理における廃棄物発生量の予測と、実際の解体事例における廃棄物排出量調査結果の比較を行った。その結果、プレハブ建築協会規格建築部会会員による鉄骨造の応急仮設住宅、木造の応急仮設住宅の双方において、解体時の廃棄物発生量について、廃棄物の分類ごとに概数を把握することは可能であった。そのため、解体時における廃棄物発生量の見積もりを立てるために、建設時の情報を利用することは有効である可能性について示すことができた。一方で、概数の精度については積算と排出量実績の差が0%台であったものから、大きく差が出たものまで存在した。そのため、精度については改善する必要があると考えられる。

さらに、建設時の情報を利用した作業である積算の作業においては問題も発生していた。

第一に、設備をはじめとして分類できない部材が多数存在したことである。このことは、管理される情報として品番のみでは不十分であり、部材ごとについてプロパティをさらに入力する必要があると考えられる。また、積算時に用いられた比重と廃棄物処理において用いられた比重が異なる事例も発生した。このため、プロパティを入力する際においても、部材ごとにより正確なデータを必要とすると考えられる。



次に、プレハブ建築協会住宅部会による鉄骨造の応急仮設住宅以外では、設備について追跡ができていないこともあげられる。応急仮設住宅は、築5年程度と比較的新し炒め建設時の情報で残存しているものも多かった一方で、新しい建築であるのにもかかわらず残存していない情報も多いということとなる。そのため、建設時の情報についてはより確実に保管されることが求められる。

さらに、プレハブ建築協会規格建築部会の応急仮設住宅では、追加工事が行われたことも積算上問題となった。本調査においても、解体調査によって提供された資料をもとに補正をかけたのみであり、積算した応急仮設住宅における正確な数値ではないという状況であった。そのため、改修工事における情報の更新が確実にも行われることも求められる。

#### 5.4. 小結

本項では、2種類の建築物を対象に、ライフサイクルマネジメントにおける建築情報の有効性や精度に関するケーススタディーを行った。

東京大学柏キャンパス環境棟の修繕履歴リストと位置情報の連携においては、建築情報と図面の連携が有効である可能性について示した。また、精度については、主体や目的により考慮を行う必要があることも明らかとなった。

応急仮設住宅における解体の廃棄物発生量の見積もりでは、建設時の情報が有効である可能性を示した。しかし、精度については改善を行う必要があることも明らかとなった。

前者の事例については位置情報としての精度、後者の事例については建材・部材としての精度と、精度の内容は異なっている。そこでBIMのようなツールを用いることにより、後者の精度については改善することが可能と想定される。そのため、前者について特に検討する必要があると考えられる。ただし、後者の精度の向上のためには設計時の入力が増加することと想定されるため、そのための手間やコストの増加についても考慮を行う必要がある。

## 第5章 実際の建築物における情報利用に関する調査



## 第6章

### 結論

## 6.1. 本研究の成果

本研究では、BIM というツールに着目し、建築のライフサイクルを通じた情報活用に関する調査を行った。

2章において日本の建築業界で、建築物のライフサイクルに関わる各者における BIM の普及の傾向についての調査を行った。そこでは、BIM の導入に対する意識が積極的な立場から積極的ではない立場まで存在していた。その際、積極的な立場の各者はライフサイクルに広範囲に関わる使い方を想定するため、BIM による情報の管理が有効であると判断していると考えられる。一方で、積極的ではない各者はライフサイクルに限定的に関わるため、扱う情報が独自の形式でも問題が発生しない。そこで、今後 BIM の導入が業界として求められる場合、ライフサイクルに大きく関わる立場の各者が主導して導入を行う必要がある。

また、BIM の導入に積極的な各者においても、実際に BIM を用いてデータを活用しているかという点では差が見られ、竣工後の建築物のファシリティーマネジメントではデータの活用が進んでいないことも明らかとなった。そこで、BIM を用いて、ライフサイクル上でデータを活用・保全するための課題の抽出の為に、ファシリティーマネジメント上での BIM の利用および情報そのものの利用方法について、それぞれ調査を行った。

3章においては BIM を用いた情報管理に着目し、4章においては情報の活用に着目して調査を行った。そこでは、維持管理業務と改修・解体・廃棄物処理業務では必要とする情報の詳細度が異なり、後者の方が高い詳細度の情報を必要とすることが明らかとなった。また、あまり詳細度の高い情報を必要としない維持管理業務においても、設備では高い詳細度の情報を必要とすると想定されるなど、目的によって必要となる情報の詳細度が変わることも明らかとなった。これは、維持管理業務においては、情報を利用する主体が建築的な視点ではなく、経営的な視点をもつ立場のものであることによる。そのため、ライフサイクルで時間が経過する中で、竣工時に維持管理者・運用者に引き渡された情報の更新が行われていないことが多い理由として、情報を扱うことができないためと考えることができる。しかし、これらの情報を改修や解体・廃棄物処理業務で使用することは、ライフサイクルコストの低減にも有効と考えられるため、経営的視点から考えても維持管理者・運用者が竣工時に引き渡された情報、すなわち図面を含む情報を扱うことが重要となる。ただし、情報を扱う労力や手間を考慮すると、情報そのものを利用する価値があることや、扱う情報の精度を適当とすることが重要となる。

そこで、5章において、建築物を実例として、情報の有効性の検証と精度の検討を行った。

東京大学柏キャンパス環境棟の事例では、修繕履歴と図面上の位置を連動させることにより、現状では履歴上で修繕対象が特定不可能であった項目について改善が見られた。そのため、維持管理業務においても図面を扱うことは有効であるといえる。一方で、精度については、工事目的や場所によって効果的な精度が異なることが判明した。

また、応急仮設住宅の解体事例では、竣工時の情報をもとにして積算を行った。この事

例では、解体時の廃棄物について、廃棄物分類ごとに概数を把握することは可能であった一方で、数量に関しては精度にばらつきが存在した。そのため、より有効な活用のためには入力もしくは出力する精度について改善する必要がある。

この2つの事例より、図面が関わる情報が有効である一方で、精度についてはさらに検討する必要があることが明らかとなった。ただし、この2つの改善すべき精度は内容が異なり、BIMのようなツールの利用方法により解決する可能性もある。しかし、その際に入力のコストや手間が増加することや、手間やコストがライフサイクル上の別の立場の者に移るものの可能性があることを考慮する必要があると考えられる。

## 6.2. 今後の展望

今後は行政機関の方針や海外からの影響より、BIMの利用が促進される状況にある。ライフサイクル上の各者での利用が進むためには、ライフサイクルに大きく関わる立場の各者が主導してBIMを普及させていく必要があるが、実際にデータを扱うためにはファシリティーマネジメントでのデータの扱いが決まる必要がある。

この際、実例による検証より、情報の精度についてさらに明確にする必要があると考えられる。今後は建築生産時の情報が保存された建築物が増加することが想定されるため、維持管理者による図面を用いた維持管理業務による情報利用の実績を蓄積することにより、ファシリティーマネジメントで有効に利用するために十分な精度のデータが明確とすることが求められる。

さらに、使用するデータの扱いを定めたのちに、入力のコストや手間の負担に対する利益配分を行うなど、ライフサイクル上での適正化が求められる。



## 謝辞

本論文の執筆にあたり、多くの方々からのご指導、ご協力をいただきました。

はじめに、指導教員である清家剛先生には、卒業論文の際から延べ3年間ご指導いただきました。修士課程に進学し、BIMとライフサイクルに関する研究をしたいというところから始まった研究でしたが、BIM・ライフサイクルともに範囲が広く、漠然としたスタートでした。そこで的確な指導をいただき、研究のとしてまとめることができました。深く感謝申し上げます。

また、副指導教員である佐藤淳先生、本郷キャンパスでの合同のゼミなどで指導していただいた藤田香織先生にもお世話になりました。同じ構法系の研究室ではありますが、専門が少しずつ異なり、別の視点からのご助言をしていただきました。誠にありがとうございました。

さらに、各ヒアリング調査にご協力いただいた各社の皆様にはお世話になりました。また、事例調査の際には現場や事業者を紹介していただいた行政の方々、現場調査にもご協力いただいた皆様にも御礼申し上げます。

そして、研究室の研究員、先輩方、同期、後輩の皆様にはご指導、ご協力をいただきました。誠にありがとうございました。

最後に、私のここまでの学生生活を支えていただいた家族に感謝し、謝辞にかえさせていただきます。



## 資料編

## ヒアリングシート

第2章～第4章の調査を依頼した際に送付したものである。回答書として回答があった一部の調査を除き、このシートに沿ってヒアリング調査を行った。

## ヒアリングシート 1 :

## 2016年5月に依頼した際の質問事項（第2章 NS社、NC社）

1. 建築物のライフサイクルにおいて、貴社がマネジメントしている分野はどのあたりでしょうか（主に取り扱っている範囲と、最大範囲をお答えください）。
2. 建築物のライフサイクルにおける各分野のデータについて、貴社はどの程度利用していますでしょうか。
3. 建築物のライフサイクル各分野において、それぞれで必要と思われるデータの精度はどのくらいでしょうか。

計画

設計

施工

ファシリティーマネジメント

改修

解体

3. 貴社では顧客および各事業者に対して、BIMの利用を求めているでしょうか。また、求めている場合、どの程度までを求めているでしょうか。
4. BIMを利用することによる、各業種のメリット・デメリットについて想定されることはどのようなことですか。

(貴社) メリット

デメリット

(発注者) メリット

デメリット

(設計者) メリット

デメリット

(施工者) メリット

デメリット

(その他) メリット

デメリット

以下については、貴社において BIM によるマネジメントの普及を目指している場合、お答えいただけますでしょうか。

5. BIMによるマネジメントの普及のためには、どのような対策を立てていますでしょうか。
6. BIMによるマネジメントの普及で難しくしている点があれば、どのような点でしょうか。
7. 建築物のライフサイクルの各分野における現状での図面の詳細度について、過不足を感じていますでしょうか。
8. 全てを同じ BIM データでマネジメントできることによって期待されることは、どのような点でしょうか。
9. 今後の BIM 活用の普及目標はどのくらいでしょうか。

## ヒアリングシート 2 :

### 2016年6月に依頼した際の質問事項 (第2章 SH 社)

1. 貴社が建設する住宅のうち、どのくらいの住宅でBIMの利用が進んでいますでしょうか。
2. 貴社の住宅の設計データは、現場での施工や竣工図への書き出し、アフターサービスなど工場外での利用は行われていますでしょうか。
3. BIMを利用することによる、建築物のライフサイクルの各段階におけるメリット・デメリットについて想定されることはどのようなことでしょうか。

(設計時) メリット

デメリット

(部材生産時) メリット

デメリット

(施工時) メリット

デメリット

(アフターサービス時) メリット

デメリット

4. BIMを利用することによる、貴社の住宅に関わる各者におけるメリット・デメリットについて想定されることはどのようなことでしょうか。

(貴社) メリット

デメリット

(購入者) メリット

デメリット

(貴社以外のメンテナンス事業者) メリット

デメリット

以下については、貴社においてBIMの普及を行っている場合はお答えいただけますでしょうか。

5. 社内でのBIMの普及のために、どのような対策を立てていますでしょうか。
6. 社内でのBIMの普及に関して、普及を難しくしている点があれば、どのような点でしょうか。
7. 社外とBIMで連携できることによって期待されることは、どのような点でしょうか。
8. 社外とBIMで連携していくことにおいて、社外での普及を難しくしている点があれば、どのような点でしょうか。
9. 建築物のライフサイクルの各分野における現状での図面の詳細度について、過不足を感じていますでしょうか。

## ヒアリングシート 3 :

## 2016年7月に依頼した際の質問事項（第2章 P 協会）

1. 貴社はPCaについて、以下のどの範囲の業務を担っていますか（設計・作成・施工・メンテナンス）。
2. PCaの作成において、コンピューターによる3次元CAD、もしくはBIMは利用していますか。
3. PCaの作成において、図面やデータはどのように流れていますか。
4. 貴社において、コンピューターによる3次元CADを利用していることによる/導入した場合に想定されるメリットはどのようなものでしょうか。
5. 貴社において、コンピューターによる3次元CADを利用していることによる/導入した場合に想定されるデメリットはどのようなものでしょうか。
6. 貴社において、社内で図面をデータとして送付されていることによる/送付される場合に想定されるメリットはどのようなものでしょうか。
7. 貴社において、社内で図面をデータとして送付することによる/送付する場合に想定されるデメリットはどのようなものでしょうか。
8. 貴社において、他社から図面をデータとして納入されていることによる/納入される場合に想定されるメリットはどのようなものでしょうか。
9. 貴社において、他社から図面をデータとして納入されていることによる/納入される場合に想定されるデメリットはどのようなものでしょうか。
10. 貴社において、他社に図面をデータとして納入することによる/納入する場合によるメリットはどのようなものでしょうか。
11. 貴社において、他社に図面をデータとして納入することによる/納入する場合によるデメリットはどのようなものでしょうか。
12. 上記以外で、BIMまたは3次元CADを導入した場合に想定されるメリットはどのようなものでしょうか。
13. 上記以外で、BIMまたは3次元CADを導入した場合に想定されるデメリットはどのようなものでしょうか。
14. 建築物のライフサイクルの各分野における現状での図面の詳細度について、過不足を感じていますでしょうか。

※当初はP協会に業者を紹介してもらおう予定であったが、2社が同席した協会への調査となったため、「貴協会」ではなく「貴社」という表現が利用されている。

## ヒアリングシート 4 :

### 2016年7月に依頼した際の質問事項 (第2章 CL社、YA社)

1. 貴社は建築のライフサイクルにおいて、以下のどの範囲の業務を担っていますか (設計・作成・施工・メンテナンス)。
  2. 貴社は業務において、コンピューターもしくはBIMは利用していますか。
  3. 2. で利用している場合、データの流れはどのようになっていますか。
  4. 貴社において、BIMを利用していることによる/BIMを導入した場合に想定されるメリットはどのようなものでしょうか。
  5. 貴社において、BIMを利用していることによる/BIMを導入した場合に想定されるデメリットはどのようなものでしょうか。
  6. 貴社において、他社から図面をBIM/CADで納入されていることによる/納入される場合によるメリットはどのようなものでしょうか。
  7. 貴社において、他社から図面をBIM/CADで納入されていることによる/納入される場合によるデメリットはどのようなものでしょうか。
  8. 貴社において、他社に図面をBIM/CADで納入することによる/納入される場合によるメリットはどのようなものでしょうか。
  9. 貴社において、他社に図面をBIM/CADで納入することによる/納入される場合によるデメリットはどのようなものでしょうか。
  10. 上記以外で、BIMを利用していることによる/BIMを導入した場合に想定されるメリットはどのようなものでしょうか。
  11. 上記以外で、BIMを利用していることによる/BIMを導入した場合に想定されるデメリットはどのようなものでしょうか。
- 以下については、貴社においてBIMの普及を目指している場合、お答えいただけますでしょうか。
12. 社内でのBIMの普及のために、どのような対策を立てていますでしょうか。
  13. 社内でのBIMの普及に関して、普及を難しくしている点があれば、どのような点でしょうか。
  14. 社外とBIMで連携できることによって期待されることは、どのような点でしょうか。
  15. 社外とBIMで連携していくことにおいて、社外での普及を難しくしている点があれば、どのような点でしょうか。
  16. 建築物のライフサイクルの各分野における現状での図面の詳細度について、過不足を感じていますでしょうか。



## ヒアリングシート 5 :

## 2016年9月に依頼した際の質問事項 (第2章 TT社)

1. 貴社は建築のライフサイクルにおいて、以下のどの範囲の業務を担っていますか (設計・作成・施工・メンテナンス)。
  2. 貴社は業務において、コンピューターもしくはBIMは利用していますか。
  3. 2. で利用している場合、データの流れはどのようになっていますか。
  4. 貴社において、BIMを利用していることによる/BIMを導入した場合に想定されるメリットはどのようなものでしょうか。
  5. 貴社において、BIMを利用していることによる/BIMを導入した場合に想定されるデメリットはどのようなものでしょうか。
  6. 貴社において、他社から図面をBIM/CADで納入されていることによる/納入される場合によるメリットはどのようなものでしょうか。
  7. 貴社において、他社から図面をBIM/CADで納入されていることによる/納入される場合によるデメリットはどのようなものでしょうか。
  8. 貴社において、他社に図面をBIM/CADで納入することによる/納入される場合によるメリットはどのようなものでしょうか。
  9. 貴社において、他社に図面をBIM/CADで納入することによる/納入される場合によるデメリットはどのようなものでしょうか。
  10. 上記以外で、BIMを利用していることによる/BIMを導入した場合に想定されるメリットはどのようなものでしょうか。
  11. 上記以外で、BIMを利用していることによる/BIMを導入した場合に想定されるデメリットはどのようなものでしょうか。
- 以下については、貴社においてBIMの普及を目指している場合、お答えいただけますでしょうか。
12. 社内でのBIMの普及のために、どのような対策を立てていますでしょうか。
  13. 社内でのBIMの普及に関して、普及を難しくしている点があれば、どのような点でしょうか。
  14. 社外とBIMで連携できることによって期待されることは、どのような点でしょうか。
  15. 社外とBIMで連携していくことにおいて、社外での普及を難しくしている点があれば、どのような点でしょうか。
  16. 建築物のライフサイクルの各分野における現状での図面の詳細度について、過不足を感じていますでしょうか。

## ヒアリングシート 6 :

### 2016年9月に依頼した際の質問事項 (第2章 SC社)

1. 貴社は建築のライフサイクルにおいて、施工以外に以下のどの範囲の業務を担っていますか (設計・作成・メンテナンス)。
  2. 貴社は施工業務において、コンピューターもしくは BIM は利用していますか。
  3. 2. で利用している場合、データの流れはどのようになっていますか。
  4. 貴社の施工業務において、BIM を利用していることによる /BIM を導入した場合に想定されるメリットはどのようなものでしょうか。
  5. 貴社の施工業務において、BIM を利用していることによる /BIM を導入した場合に想定されるデメリットはどのようなものでしょうか。
  6. 貴社の施工業務において、他社や自社内の施工以外の部署から図面を BIM/CAD で納入されていることによる / 納入される場合によるメリットはどのようなものでしょうか。
  7. 貴社において、他社や自社内の施工以外の部署から図面を BIM/CAD で納入されていることによる / 納入される場合によるデメリットはどのようなものでしょうか。
  8. 貴社において、他社や自社内の施工以外の部署に図面を BIM/CAD で納入することによる / 納入される場合によるメリットはどのようなものでしょうか。
  9. 貴社において、他社や自社内の施工以外の部署に図面を BIM/CAD で納入することによる / 納入される場合によるデメリットはどのようなものでしょうか。
  10. 上記以外で、BIM を利用していることによる /BIM を導入した場合に想定されるメリットはどのようなものでしょうか。
  11. 上記以外で、BIM を利用していることによる /BIM を導入した場合に想定されるデメリットはどのようなものでしょうか。
- 以下については、貴社において BIM の普及を目指している場合、お答えいただけますでしょうか。
12. 社内での BIM の普及のために、どのような対策を立てていますでしょうか。
  13. 社内での BIM の普及に関して、普及を難しくしている点があれば、どのような点でしょうか。
  14. 社外と BIM で連携できることによって期待されることは、どのような点でしょうか。
  15. 社外と BIM で連携していくことにおいて、社外での普及を難しくしている点があれば、どのような点でしょうか。
  16. 建築物のライフサイクルの各分野における現状での図面の詳細度について、過不足を感じていますでしょうか。

## ヒアリングシート 7 :

## 2016年10月に依頼した際の質問事項（第3章 TC社、NC社）

1. 現在、ファシリティーマネジメントにおいて、どのような情報を利用していますでしょうか（図面、部材表、構造計算書など）。
2. ファシリティーマネジメントにおいて利用している情報のうち、コンピューターで管理されている情報はどのようなものでしょうか。

以下では、ファシリティーマネジメントの各業務において、生産時の情報の活用可能性についてお伺いします。

**【維持管理業務について】**

3. 維持管理業務において、設計時に作成されたデータを、そのままデータとしてどのように活用されることが想定されますでしょうか（例：各部屋の面積・用途を維持管理で利用）。
4. 維持管理業務において、設計時に作成されたデータを、データとして利用される場合、設計変更にはどのように対応されていますでしょうか。
5. 維持管理業務において、施工図を作成した際のデータを、そのままデータとしてではどのように活用されることが想定されますでしょうか（例：維持管理で配管の位置情報を利用）。
6. 維持管理業務において、施工図をデータとして利用される場合、施工図作成後の現場における変更について、どのように対応されますでしょうか。
7. 維持管理業務において、現場での裁量がある箇所についての情報をデータとして取得した場合、どのように活用されることが想定されますでしょうか（例：接合部の取り合いの取り外しがしやすいよう、施工手順を記録する）。

**【改修業務について】**

8. 改修業務において、設計時に作成されたデータを、そのままデータとしてどのように活用されることが想定されますでしょうか（例：改修設計の現状把握に利用）。
9. 改修業務において、設計時に作成されたデータを、データとして利用される場合、設計変更にはどのように対応されていますでしょうか。
10. 改修業務において、施工図を作成した際のデータを、そのままデータとしてではどのように活用されることが想定されますでしょうか（例：壁面の素材の劣化しやすさから劣化を推定する）。
11. 改修業務において、施工図をデータとして利用される場合、施工図作成後の現場における変更について、どのように対応されますでしょうか。
12. 改修業務において、現場での裁量がある箇所についての情報をデータとして取得した場合、どのように活用されることが想定されますでしょうか（例：解体時に元の材を傷つけないよう隠し釘の位置を知る）。

**【解体・廃棄物処理業務について】**

13. 解体・廃棄物処理業務において、設計時に作成されたデータを、そのままデータとしてどのように活用されることが想定されますでしょうか（例：安全に解体するために構造を把握する）。

14. 解体・廃棄物処理業務において、設計時に作成されたデータを、データとして利用される場合、設計変更にはどのように対応されていますでしょうか。
15. 解体・廃棄物処理業務において、施工図を作成した際のデータを、そのままデータとしてではどのように活用されることが想定されますでしょうか（例：有害物質が利用されていないかを調べる）。
16. 解体・廃棄物処理業務において、施工図をデータとして利用される場合、施工図作成後の現場における変更について、どのように対応されますでしょうか。
17. 解体・廃棄物処理業務において、現場での裁量がある箇所についての情報をデータとして取得した場合、どのように活用されることが想定されますでしょうか（例：分別処理がしやすいよう、金物の位置を知る）。

## ヒアリングシート 8 :

## 2016年11月に依頼した際の質問事項（第4章J協会）

1. 現在、ファシリティーマネジメントにおいて、一般的にどのような情報が必要とされていますでしょうか（図面、部材表、構造計算書など）。
2. 上記の情報のうち、コンピューターで管理することが可能と想定される情報はどのようなものでしょうか。

以下では、ファシリティーマネジメントの各業務において、建築生産時から引き継がれる情報の活用可能性についてお伺いします。

各項目について、設備・建具・その他の非構造体・構造体のそれぞれについてお答えいただけますでしょうか。

**【維持管理業務について】**

3. 維持管理業務において、設計時に作成されたデータを、そのままデータとしてどのように活用されることが想定されますでしょうか（例：各部屋の面積・用途を維持管理で利用）。
4. 維持管理業務において、施工図を作成した際のデータを、そのままデータとしてではどのように活用されることが想定されますでしょうか（例：維持管理で配管の位置情報を利用）。
5. 維持管理業務において、施工図をデータとして利用される場合、施工図作成後の現場における変更について、どのように対応されますでしょうか。
6. 維持管理業務において、現場での裁量がある箇所についての情報をデータとして取得した場合、どのように活用されることが想定されますでしょうか（例：接合部の取り合いの取り外しがしやすいよう、施工手順を記録する）。

**【改修業務について】**

7. 改修業務において、設計時に作成されたデータを、そのままデータとしてどのように活用されることが想定されますでしょうか（例：改修設計の現状把握に利用）。
8. 改修業務において、施工図を作成した際のデータを、そのままデータとしてではどのように活用されることが想定されますでしょうか（例：壁面の素材の劣化しやすさから劣化を推定する）。
9. 改修業務において、施工図をデータとして利用される場合、施工図作成後の現場における変更について、どのように対応されますでしょうか。
10. 改修業務において、現場での裁量がある箇所についての情報をデータとして取得した場合、どのように活用されることが想定されますでしょうか（例：解体時に元の材を傷つけないよう隠し釘の位置を知る）。
11. 改修業務において、竣工後の改修に伴う図面や情報の変更について、どのように対応されますでしょうか。

**【解体・廃棄物処理業務について】**

12. 解体・廃棄物処理業務において、設計時に作成されたデータを、そのままデータとしてどのように活用されることが想定されますでしょうか（例：安全に解体するために構造を把握する）。

13. 解体・廃棄物処理業務において、施工図を作成した際のデータを、そのままデータとしてではどのように活用されることが想定されますでしょうか（例：有害物質が利用されていないかを調べる）。
14. 解体・廃棄物処理業務において、施工図をデータとして利用される場合、施工図作成後の現場における変更について、どのように対応されますでしょうか。
15. 解体・廃棄物処理業務において、現場での裁量がある箇所についての情報をデータとして取得した場合、どのように活用されることが想定されますでしょうか（例：分別処理がしやすいよう、金物の位置を知る）。
16. 解体・廃棄物処理業務において、竣工後の改修に伴う図面や情報の変更について、どのように対応されますでしょうか。

## ヒアリングシート 9 :

## 2016年11月に依頼した際の質問事項（第4章 NC社）

1. 現在、改修設計における既存建築はどのように情報を収集していますでしょうか（図面、部材表、構造計算書などの既存書類から拾う、建物を調査して情報を拾う、など）。
2. 改修設計において、既存建築の情報はどのようなものを利用するでしょうか（図面、部材表、構造計算書など）。
3. 改修設計において利用している（作成した）既存建築の情報のうち、コンピューターで管理されている情報はどのようなものでしょうか。

以下では、大規模な改修工事が発生するまでに、生産時の図面からの変更が起きにくいと想定される構造体と、起きやすいと想定される非構造体に分けて、生産時の情報の活用可能性についてお伺いします。

## 【構造体について】

4. 改修業務において、構造体に関して設計時に作成されたデータを、そのままデータとしてどのように活用されることが想定されますでしょうか（例：改修設計の現状把握に利用）。
5. 改修業務において、構造体に関して施工図を作成した際のデータを、そのままデータとしてではどのように活用されることが想定されますでしょうか（例：コンクリートの劣化を推定する）。
6. 改修業務において、構造体に関して施工図をデータとして利用される場合、施工図作成後の現場における変更について、どのように対応されますでしょうか。
7. 改修業務において、構造体に関して現場での裁量がある箇所についての情報をデータとして取得した場合、どのように活用されることが想定されますでしょうか（例：鉄筋の位置を推定する）。
8. 改修業務において、構造体に関して竣工後の改修に伴う図面の変更について、どのように対応されますでしょうか。

## 【非構造体について】

9. 改修業務において、非構造体に関して設計時に作成されたデータを、そのままデータとしてどのように活用されることが想定されますでしょうか（例：改修設計の現状把握に利用）。
10. 改修業務において、非構造体に関して施工図を作成した際のデータを、そのままデータとしてではどのように活用されることが想定されますでしょうか（例：壁面の素材の劣化しやすさから劣化を推定する）。
11. 改修業務において、非構造体に関して施工図をデータとして利用される場合、施工図作成後の現場における変更について、どのように対応されますでしょうか。
12. 改修業務において、非構造体に関して現場での裁量がある箇所についての情報をデータとして取得した場合、どのように活用されることが想定されますでしょうか（例：解体時に元の材を傷つけないよう隠し釘の位置を知る）。
13. 改修業務において、非構造体に関して竣工後の改修に伴う図面の変更について、どのように対応されますでしょうか。

