

BIM Mandate および BIM Execution Plan 運用状況 米国西海岸地区での大学施設での実用事例調査 The Current Implementation Status on BIM Mandates and BIM Execution Plans

Research on BIM practices at higher education facilities in the Northwest Region of the United States of America

○柳澤 恭行*1

Yasuyuki Yanagisawa*1

*1 MacKenzie Inc. アーキテクト、ポートランド州立大学シニアフェロー、徳島大学人と地域共創センター客員教授
Architect at MacKenzie Inc., Senior Fellow at Portland State University, Visiting Professor at Tokushima University

キーワード：BIM, BIM Execution Plans, 施設保守管理, COBie

Keywords: BIM, BIM execution plans, Facility operation & management, COBie

1. 本報告書の目的

建築設計業務で利用される BIM は単なる設計図作成ツールという枠を超えた様々な目的を達成する可能性が指摘され、日本国内でも令和元年6月より国土交通省主催の「建築 BIM 推進会議」が開催され、「建築 BIM の将来像と工程表」が策定され、今後建築業界で進めるべき7つの取組が見出された。将来像内の取組の一つである「BIMを活用した建築生産・維持管理にかかるワークフローの整備」が掲げられ、具体的な検討事項が挙げられている。

本報告書では上記の「建築 BIM の将来像」の取組に向けた検討事項の中から「(ア) BIM 標準ガイドライン (ワークフロー)、(イ) BIM 実行計画書 (BIM Execution Plan、以下 BxP とする) 標準策定、(ウ) BIM 発注者情報要件の標準化策定 (Employer Information Request、EIR)、(エ) 竣工モデル定義、(オ) 部品メーカーとのかかわり方の整備、および(カ) BIM を活用した場合の契約」に関係した米国における BIM mandate (BIM 活用を義務付ける方針)の現状について米国西海岸に所在する4つ大学機関における実態を理解することで、日本国内での取組みに対する事例を提示することを目的とする。

2. 米国西海岸所在の大学機関への調査方法

本報告書では米国西海岸に所在する4つの大学機関 (University of Southern California (以下 USC), University of Oregon (以下 UO), Portland State University (以下 PSU), および University of Washington (以下 UW)) の BIM ガイドライン、BxP の精査および施設管理者や学内 BIM 活用検証担当教官へのインタビューを実施した。

インタビューに先立ち表1に掲げる質問を提出した。

表1 大学機関への質疑内容

1	建築プロジェクトへの BIM Mandate 適用の有無
2	BxP がある場合、策定に至る理由
3	BIM 利用で真っ先に期待された効果
4	BIM 利用時の設計・施工契約の最適な形態の有無

3. BIM ガイドラインと BxP および EIR について

3.1. BIM Mandate 内の BxP 策定者と内容

今回調査をした4つの大学機関内においても、建築主(大学機関)側が BxP を策定する場合 (UO,UW, PSU) と、建築主が指定したテンプレートを元に設計者側が BxP を設計業務入札時に提案する場合 (USC) があることが分かった。BIM Mandate 実施は学内の自発的行動が起因していることや、EIR のやり取りが発生するプロセスがないことが、本調査で対象としたいずれの機関においても確認された。

4つの大学機関の BxP で共通する内容としては、(1) BIM Mandate を実施する目的、(2) 設計者 (建築、エンジニア)、施工者、建築主といったプロジェクト参加者間の協働体制の確認、(3) 設計や施工の各ステップでの要求内容の確認 (検証箇所、BIM の LOD 達成度など)、そして (4) 竣工後の施設管理向けの BIM 属性情報の指定が認められた。

3.2. BIM Mandate 実施の目的と BxP への反映

USC の BIM Guideline は、建築主の目的を示して設計者へ目的達成のための BxP 提出を求めるが、主要な目的として掲げるものは「施工時における大幅な工事金額増額を伴う設計変更(Change Order)発生を極力抑

える」、「設計段階においても使用者が3次元空間把握ができること」、「設計期間および施工期間の短縮化」そして「入力された属性情報を竣工後の施設運営保守管理に活用できること」を挙げている。UOのBxPで挙げられる優先度の高い目的もほぼ同じであるが、「現場施工段階での各部位の干渉を極力抑える」ことが追加されている。PSUの目標もBxP内に明記されており、上記の目標に加え、設計施工時の目的として「建材プレファブリケーションを担うサブコン能力を最大限活用すること」など具体的なコスト削減に有効な手段の提示や、竣工後の「保守点検要員の生産性向上に寄与すること」を目的として掲げている。

3.3. プロジェクト参加者間の協働体制や契約体制

今回調査した4つの大学機関のBxPで確認できた建築主（大学機関）の役割として、プロジェクトの目標の明確化、建築設計者、エンジニア、施工者、そして建築主側のプロジェクトマネージャーや施設管理者など多数の参加者間での円滑なコミュニケーション運営方針策定、そして、設計施工段階から竣工後の施設保守管理活動へと円滑に進めるためのプロジェクトのマイルストーンの設定が認められた。

BxP活用におけるプロジェクト体制として、設計段階の初期段階から施工会社が施工技術コンサルタントとして参画が要求されていることが確認できた。設計者とは別途で建築主が施工会社を施工技術コンサルタントとして業務委託し、設計段階から建築主の代理として設計者やエンジニアへアドバイスや設計者のBIMモデルを用いた干渉チェックの実施などの業務を請け負う形態であり、州によって呼び方が異なるが、一般的にCM/GC (Construction Management/General Contractor)と呼ばれる。CM/GCの業務委託下においては、施工技術アドバイザー業務を受託した施工会社も、入札時は同業他社と同じ立場に立って応札することになる。UO, PSU, UWにおいては設計者、エンジニアが参画すると同時に施工技術アドバイザーが配置される体制となっているが、BxPを設計者に提案させるUSCでは、BxP内に「施工技術コンサルタントに要望する役割分担」を記載させ、その後建築主から委託を受けた施工技術コンサルタントとともにJoint BxPとして再提出させるプロセスに特徴がある。

3.4. 設計や施工の各ステップでのBIM内容

UOのBxPにおいては設計段階にて照明、エネルギー負荷そして空調などの各種分析及びLEED認証取得検証、そして工事費見積もりを要求している。干渉チェックも設計段階で実施されるため、建築物の形状、居室配置、構造体の寸法、給排水配管や空調設備ダク

ト配置、そしてスプリンクラー管とヘッド配置等を含めたBIMモデルの構築が求められる。同時にBIMモデル内に部材、機器のオブジェクトの設置に関連して建築設計者が居室番号などの居室情報を、設備設計者にて消火系を含む設備全般に整理番号等の属性情報の入力が進められ、施工者へBIMモデルが引き渡される際には表2に見られるようにLOD350（建築は300）のBIMモデル作成が要求されることが分かった。

表2：要求されるLODと担当者

プロジェクトマイルストーン	要求されるLOD	担当者
Schematic Design 完了時	LOD 100【コンセプト】+設計条件記述	建築設計者 設備設計者
Design Development 50%	LOD 200【概形】	
Design Development 完了時	データ確認	建築設計者 設備設計者 施工者
Construction Design 50%	LOD 300【高精度モデル構築】（建築は200）	建築設計者 設備設計者 施工者 消火設備設計者
Construction Design 完了時	LOD 350【竣工時に期待される成果物と同等】（建築は300）	建築主 建築設計者 設備設計者 施工者 サブコン
確認申請図書及び入札図書		建築主 建築設計者 設備設計者 施工者
BIMモデル 施工者引き渡し		
工事中工時	LOD 400【部材製作の精度】	建築主 設備設計者 施工者
部材製作用モデル作成		
竣工引き渡し時 運用メンテ図書 引き渡し時	LOD 400（建築は300）	建築主 建築設計者 設備設計者 施工者 試運転調整者
竣工図一式引き渡し時	LOD 500【竣工時状態】	建築主 建築設計者 設備設計者 施工者

注：UO BxPより抜粋。LOD設定はAIA書式 G202-2013とBIM Forum 2015の定義に準ずる。

設計時の各部材や設備の選定は設計者と建築主が主体となり、指定する性能を満たす複数の固有メーカーをあらかじめ契約図書の一部となる仕様書に反映をさせ、同時に BIM モデルにも同様の属性情報を含んだオブジェクト配置がなされる。

施工段階では、施工者にて仕様書に沿って Submittal プロセスで使用が確認された部材や設備、メーカー、装置名称など特有の情報をオブジェクトにパラメーターとして BIM モデルに追加入力されていく。施工進捗に従って設置場所が確定される設計図書には無い情報（例えば配管バルブの設置位置）なども位置情報とともに建築主にてあらかじめ指定された情属性情報入力が施工者によって実施される。

さらにボルト穴位置など実際の施工状況に沿った各部材のオブジェクトの精度向上が施工者にて実施される。竣工時に施主に引き渡される BIM モデルはいずれの大学機関でも同じであり、設計者は施工者引き渡し時の設計内容と施工中の変更箇所を反映した BIM モデル (LOD300 の Record) を、施工者は設計者から引き継いだモデルを基に、変更箇所や、実際の施工内容を追加したモデル (LOD500 の As-built) の提出を成果物として指定しているが、PSU や UW からは、過密な情報が含まれた BIM モデルを竣工後に参照することは稀であり、施設保守管理向けの BIM の属性情報が最重要であるという回答があった。

3.5. 竣工後の施設管理向けの BIM 属性情報の指定

今回調査した 4 機関すべてで、BIM 属性情報から抽出したデータ COBie (Construction-Operations Building Information Exchange)の提出が BxP に明示されており、竣工後の施設保守管理に活用していることが分かった。特に空調や熱源（ボイラー等）の設備に詳細なデータ記載要領の指定が認められた。COBie を建築主側に提出する頻度は各機関により異なり、PSU では竣工時に施工者からの引き渡し成果物の一つとして COBie データが Excel データとして一括提出されているが、UO では Schematic Design からデータ入力要領（部屋タグなどの書式など）の確認を徐々に進め、竣工時にデータを指定するデータベース (Computer Maintenance Management System (CMMS)) に直接入力させる方式をとっている。

4. 日本国内における運用上の課題

4.1 BIM Mandate や BxP 標準化に向けて

米国版 BIM 標準(National BIM Standard-US)を発信している National Institute of Building Science においても連邦政府下の陸軍工兵隊、GSA、NASA や VA そして高速道路管理をする FHWA (Federal Highway Administration) など 10 以上の各省庁において BxP を含めた独自の BIM へ

の取組みを列挙しており、連邦政府レベルでの一律の BIM 標準化という流れに現段階ではなっていない。

今回の調査対象は多数の施設を運営する大学機関のみであったので、BIM Mandate による目的や BxP での指示事項は概ね一致してしたが、様々なプロジェクトに対応する際には、BIM モデル作成や属性データおよび検討課題などが異なってくるため、日本国内で BIM Mandate や BxP 書式の標準化を図る場合は最低限の汎用性と事業目的に沿った柔軟性をどのように併せ持つべきかを検討することが現実的と考える。

4.2. プロジェクト参加者間の協働体制

BxP が建築主に代わってプロジェクトの目的を伝えるため、プロジェクト参加者全員の意思疎通や協働体制の確立そしてプロジェクト始動段階から竣工後までの長期スパンでの運営体制の確立といった運用面がますます建築主側に求められると考えられる。目的を達成する為には下記に挙げた施工者、設計者に求められる BIM 習熟度を確認し、自らの指定した属性情報入力のルール設定などが必要となる。また、竣工後の施設保守管理に BIM データを活用するために、書式設定やデータ入力先のデータベースの構築、さらに常時データベースを更新したり、様々な規模の改築工事を BIM に反映できる人材を継続的に建築主側で確保する必要がある。

施工者側は CMGC という立場で設計時期からプロジェクトに参加するため、工事費見積もりを通して指定された部材や設備を基にした工事金額の詳細を開示する必要がある。また BIM による干渉チェックや設備データ入力そして BIM データを介したサブコンとの調整が可能な人材を登用することが求められる。

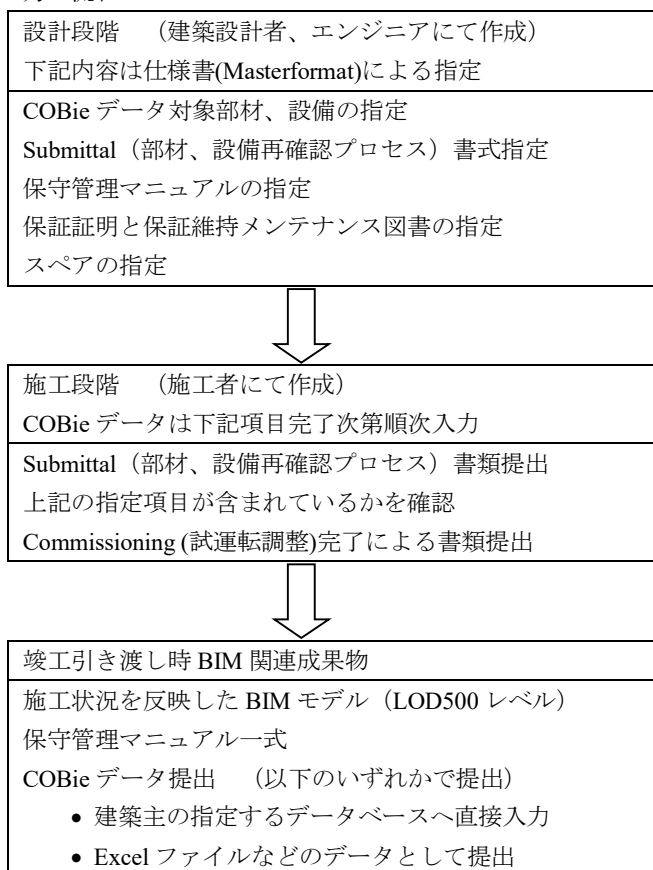
設計者そしてエンジニアにとっては、様々な分析に耐えうる BIM モデル作成をいわゆるフロントローディングといわれるプロジェクト初期段階で早急にかつ高い精度で BIM モデルを作成する能力が必要とされる。そのためには様々な分野から複数人が同時に同じ BIM モデル上で作業をするためのルール作りや、BIM の内容やルール管理を実施する BIM マネージャーの登用が必要と考えられる。

4.3. 設計施工期間での BIM 属性情報の一貫性

COBie データをプロジェクトの初期段階から手戻り無く設計者、施工者の手を経て建築主に提出され、竣工後の施設保守管理に有効な周辺環境の整備をするためには、設計中の工事見積の内訳から始まり、設計図書の一部である仕様書の分類方法やその役割、そして施工中の部材設備再確認プロセス (submittals) や竣工引き渡し時期における成果物の内容について、部材設備の一貫管理をするために仕様書の分類化などは検討に値すると思われる。

米国内での COBie Construction Template を用いる COBie-Formatted Deliverables とは、下記表 3 にあるように、米国内でこれまで一般的に実施されてきたプロセスを変えずに COBie データ入力が可能となったワークフローである。具体的には、設計図書の一部である仕様書による部材、設備を指定する書式、そして施工時の使用部材、設備の再確認プロセス (Submittals) での書式変更を要しない。従来通りの Submittal プロセス完了次第、部材や設備情報の COBie データ作成に移行される。設計者にとっても従来から一般的に使用されてきた Construction Specifications Institute による Master format による部材設備の分類番号や書式内容を変更せずに行うことができるため、設計者、施工者にとって受け入れやすい体制が整ったといえる。

表 3 COBie-Formatted Deliverables ワークフローにおける米国内で一般的な部材、設備選定プロセスと COBie 入力の流れ



5. 終わりに

米国では建設業界は生産性がなかなか向上してこなかったが、大規模なベビーブーマーの定年退職、人件費の高騰などが起因して BIM を活用した建築生産性向上へ

の取組みが着実に動き始めている。

また、建築物のライフサイクルコストの 60%から 80% を占めるといわれる施設維持管理費の効率化を建築主側が有益と認め、CMMS といわれる施設管理用のデータベース化するソフトウェアなどが市販化されてきたことと併せて、建築主側からも BIM Mandate が設計者、施工者へ要求されることが増加しており、今後もその傾向は増えると思われる。

日本国内においては、令和 2 年に国土交通省が実施した BIM を活用した建築生産・維持管理プロセス円滑化モデル事業には 40 の応募があったが、これは米国と似た社会背景を見据えると日本国内においても BIM Mandate 活用が急務であると捉えられている反映と思われる。

今回の 4 機関の BxP 調査およびインタビューを通して、多数の施設を独自に管理運営する大学機関は、関連する学内の学部と施設管理部門が連携して BIM Mandate による様々な可能性を実践的に検証し、継続的に実用に資するシステムの構築を図っている。米国内の検証で得られた知見は、今後の国内での BIM Mandate 導入時の指針策定時に有益な参照事項と期待される。

最後になるが、本報告書では多数の方の支援が無くては実現できなかった。施設管理者として BxP を提供してくださった University of Oregon の Jeff Madsen 氏、BxP の提供だけでなく実情を話してくださった Portland State University の Mark Fujii 氏、および University of Washington の Construction Management 学科 Renee Cheng 教授、Carrie Dossick 教授、施設管理ディレクター Jeff Angeley 氏には多大な謝意を表したい。また、これらの実務者を紹介してくださり、米国での BIM を取巻く環境を常に共有してくださる Jim Suehiro, FAIA 氏にもこの場を借りて謝意を表したい。

[参考文献]

- 1) 建築分野における BIM の標準ワークフローとその活用方策に関するガイドライン (第 1 版) 建築 BIM 推進会議
- 2) Whole Building Design Guide ウェブサイト <https://wbdg.org>
- 3) National Institute of Building Sciences ウェブサイト <https://www.nibs.org>
- 4) Project Delivery Practice Guide, The construction Specifications Institute