

米国連邦調達庁における BIM マネジメント手法

大槻 泰士*¹

キーワード：BIM 属性情報 BIM実施計画 設計密度 スコアカード
IPD コード体系 COBie 施設情報管理レポジトリ

米国の連邦施設を整備、運営している米国連邦調達庁（GSA, General Services Administration）は、2003年にビルディング・インフォメーション・モデリング（BIM）活用の基本方針である「GSA 3D-4D BIM プログラム」を発表し、2007年度から設計を開始するすべての主要なプロジェクトでBIMを活用している。

私は2012年1月から6月にかけて、GSAに滞在し、BIMをどのように活用しているのか調査する機会を得た。BIMは単独で導入しても効果を発揮するが、関係者が互いに連携、協力してBIMを活用することで、さらなる効果が期待できる。本稿では、GSAがプロジェクトにBIMを活用するに当たって、その背景にどのような体制やノウハウを構築しているかを、「マネジメント」と「コラボレーション」に焦点を当てて紹介する。

1. BIM=3次元形状情報+属性情報

BIMを簡単に言えば、3次元の形状情報に属性情報を加えたものである。2次元CADが線や面といった構成要素で2次元の図面を作成するのに対し、3次元CADは柱や壁、床、建具といった実際の建物の構成部品単位（オブジェクト）で3次元のモデルを作成する。2次元CADによる図面は、実際の建物を2次元空間に投影して、人間にわかりやすいかたちで表現したものであるため、建物の情報の一部しか伝えることができない。一方、3次元CADのモデルは、実際の建物そのものをオブジェクトとしてモデル化したものである。このオブジェクトにさらに属性情報を付け加えると、さまざまな活用手法が開けてくる。例えば、施工順序という時間情報を加えると養生計画や仮設計画といった施工プロセスを、3次元の視覚情報といった誰にでもわかりやすいかたちで詳細に検討することができる（「4D」と呼ばれる）。また、単価という属性を加えると、数量が3次元モデルから自動的に算出されるので、正確で迅速なコスト検討ができる（「5D」とも呼ばれる）。

もちろん、3次元の形状情報だけでも、設計内容の可視化や部品同士の干渉チェックといった機能を活かすことはできる。3次元モデルデータから契約や工事発注用に2次元の図面を作成することもできる。しかし、それだけでは、BIMの持つアドバンテージを十分に活用したことになる。BIMの真の機能を発揮させるためには、属性情報についてもマネジメントすることが必要不可欠である。

2. GSAにおけるBIM推進プログラム

冒頭に紹介したGSA 3D-4D BIMプログラムのねらいは、BIMが本格的に普及していないなか、米国のなかでも最大級の発注者であるGSAが方向性を指し示すことで、民間におけるBIMの新しい技術の開発や、プロジェクトへの導入がスムーズに進むようにすることである。GSAは発注機関であり、BIMに関連するスタンダードやアプリケーションの開発の主体ではない。また、公的な発注機関として、その技術の採用に当たっては公正公平でなければならない。そこでGSAは、発注者としての最低限の要求事項を公表することで、民間におけるBIMに関する技術の自由な開発を妨げることなく、かつ誰にとっても好ましい方向にBIMが育つよう、リーダーシップを発揮したのである。

プログラム（2007年版）のポイントは、2007年度から設計を開始するすべての主要なプロジェクトでBIMを活用する、BIMの推進体制をGSAに構築する、BIMを利用するためのノウハウを開発するであり、「プロジェクト」、「人」、「技術」の3つの要点を押さえている。

「プロジェクト」の立案は、BIMによって時間や費用がどの程度、節約できるかケーススタディをすることから始まった。BIMを利用することで全体工程を20%短縮することもできたようである。2005年に「PBS施設標準」¹⁾を改訂する際に、「2006年度プロジェクトにおいて、相互運用が可能なBIMを採用することを目標（Goal）とする」との記述を追記したところ、反響を呼び、世界中からGSAが「義務づけ（Mandate）」を始めたことを受け止められた。GSAのBIMチームは目標を現実化するために、さらに真剣に取り組み始めたということである。

「人」については、BIMの活用方針を決め、また成果を検証するためには、発注者もBIMに関する知識、能力が必要不可欠であることから、GSAは地方局のプロジェクトマネージャーや設計担当者から数名をBIM推進担当者（BIM Champion）として選定し、内外のトレーニングプログラムに参加させ、BIMに関する知識を集中的に獲得させている。月1度、電話会議を開催し、現在担当しているプロジェクトの経過報告をし、すぐれた取り組みの情報共有をすることで、地方局同士を競わせ、横並びではない多種多様な成果が上げられるようにしている。

「技術」については、GSAはBIMツールキットと称して、指南書であるBIMガイドから契約関係書類、BIM

実施計画、検証・評価ツール、活用事例など、プロジェクトで BIM を利用するのに必要なものをひととおりそろえたサイトをイントラネットに開設している。

BIM ガイドは以下の 8 シリーズから構成され、「ガイド」という名が示すとおり、順守すべきルールというよりも、BIM を利用する目的、成果、具体的な手法などを解説したものとなっている。ただし、シリーズ 02「空間プログラム評価 (Spatial Program Validation)」は、GSA のコアミッションである建物のリースに必要な不可欠な室の種類や面積といった属性情報を具体的に定義したものとなっている。

シリーズ 01 - 3D-4D-BIM 概説

シリーズ 02 - 空間プログラム評価

シリーズ 03 - 3D レーザースキャン

シリーズ 04 - 4D 工程管理

シリーズ 05 - エネルギー効率を高めた設計と施設運営

シリーズ 06 - 動線処理とセキュリティ評価

シリーズ 07 - 建物の構成要素

シリーズ 08 - ファシリティマネジメント

BIM 実施計画は、BIM を利用する目的や関係者の役割分担、どのような順番でいつ情報を交換するかというワークフローなどを定めるためのものである。BIM は発展中の新しい技術であるだけに、これまでのように関係者間に共有されたルールが存在しない。プロジェクトごとに目的や範囲も異なるため、ケースバイケースで実施計画を作成しなければならない。GSA はペンシルベニア州立大学が buildingSMART プロジェクトの一環として開発した「ペンステート BEP ガイド」²⁾ をアレンジしたものをを使用することとしている。以下の通り、全体像をまず決め、段階的に細部を決めていくというトップダウンのアプローチで作成する手順となっている。

BIM の目的と用途を明確にする。

どのように情報を伝達するかそのプロセスを明確にする。

情報の伝達について、設計密度や役割分担などさらに細部を検討する。

ソフトウェアの種類、交換するファイルフォーマット、打合せ方法などの実務の手順を取り決める。

設計密度とは、LOD (Level of Design / Development / Detail) とも呼ばれ、特定の段階で必要となる図面の情報のレベルを示したものである。LOD については、米国建築家協会 (AIA) の“AIA Document E202-2008”の分類が専ら使用されており、そこではレベルを 100, 200, 300, 400, 500 の 5 段階に分けて定義している (図 1)。LOD にさらに担当者 (Model Element Author, MEA) を付け加えた役割分担表 (Model Element Table) を作成することで、各自の作業範囲と責任がはっきりし、作業の重複や手戻りが避けられるようになる。

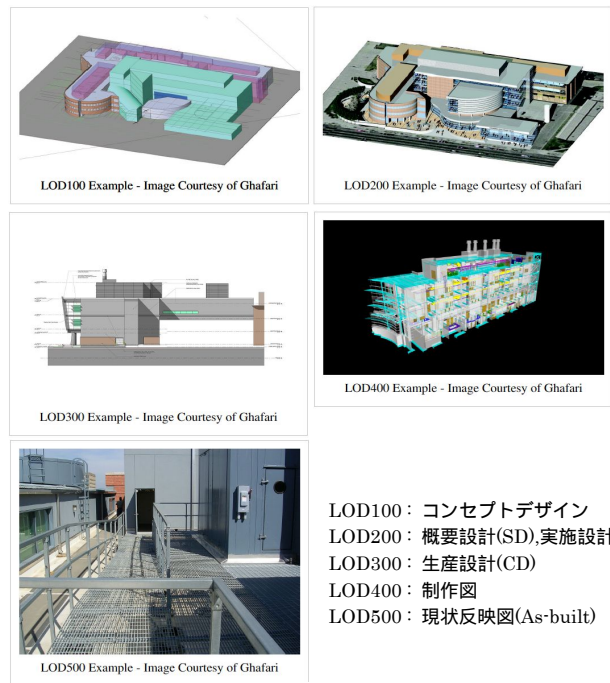


図 1 LOD のイメージ

LOD100: コンセプトデザイン
 LOD200: 概要設計(SD),実施設計(DD)
 LOD300: 生産設計(CD)
 LOD400: 制作図
 LOD500: 現状反映図(As-built)

成果品である図面の検証は、BIM を使用すると 2 次元図面の時と比べて飛躍的に効率的になる。モデルチェッカーを利用すれば、建築意匠図、構造図、設備図のそれぞれの構成要素の干渉を自動的に見つけ出すことが可能となり、設計上の取り決めなどについてもプログラミングをすれば、その整合を確認できる。GSA では、フィンランドの Solibri 社に依頼して、シリーズ 02「空間プログラム評価」を検証するアドオンを開発しており、同社のモデルチェッカーを使うと、属性情報が ANSI/BOMA の分類³⁾に従っているかどうか、室面積が入居官署や機能ごとに適切に配分されているかなどが自動的にチェックされ、その結果がわかりやすく可視化される。その操作方法は容易で、BIM オーサリングソフトを用いた作図には不慣れな発注者であっても簡単に習得できるものであった (図 2)。

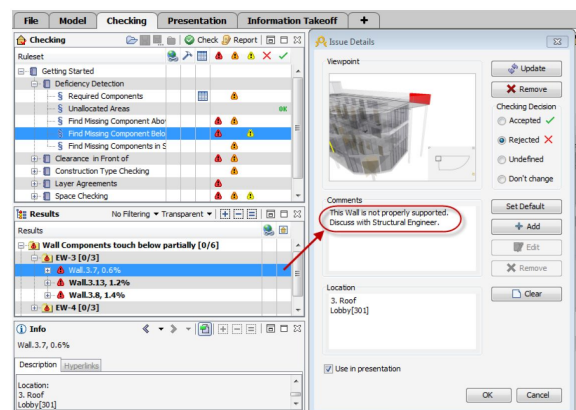


図 2 Solibri 社のモデルチェッカーの画面

BIM の活用度合いを客観的な指標で評価することも重要である。正しい評価は優れた技術を持つ者へのインセンティブになるし、次のプロジェクトにフィードバックする

ことで、品質向上のPDCAサイクルがうまく回るようになる。GSAはスタンフォード大学総合ファシリティエンジニアリングセンターが開発している評価システム「VDCスコアカード」の開発に協力している。このスコアカードは、BIMをどの程度活用しているかを、計画、選択、技術、実行の4つの領域とさらに下位の10の分野に分けて評価するもので、その結果はチャートでわかりやすく図示される(図3)。28例のプロジェクトの採点結果が同センターのウェブサイト公開されており、選択と技術については相対的に点数が高く、計画と実行については点数が低い。米国であっても、技術が先行しており、計画立案や実際の運営についてはまだ改善の余地があると推察される。

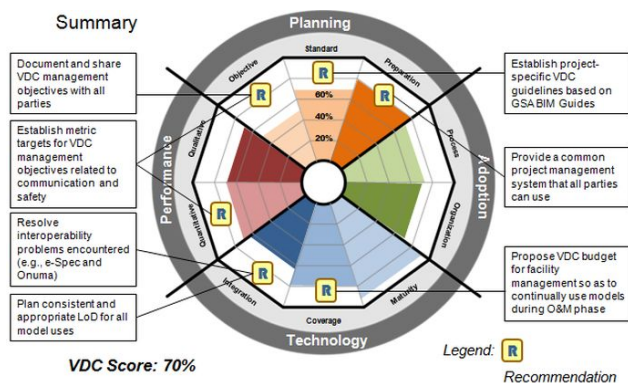


図3 VDCスコアカードの採点結果

3. プロジェクトデリバリー手法

BIMの生産性向上という特徴を十分に発揮させるためには、担当者が自らの能力を十分に発揮できる協力体制を構築することが必要不可欠になる。協力体制の基本は、発注者-設計者-施工者の契約方式(英語では情報を受け渡し(delivery)してプロジェクトを進めていくという行為に着目し「プロジェクトデリバリー手法」と呼ばれる)で規定される。

日本の公共発注ではもっぱら設計・施工分離方式が採用されているが、米国ではこれまで主に4つのプロジェクトデリバリー手法が使われている。

一つ目は古くからある設計・施工分離方式である。設計者と施工者の役割が明確に分離され、利益相反により発注者が不利益を被らないのが特徴である。しかし、技術が高度化した現代では、施工を熟知しない設計により、施工段階で変更を要する事態が発生しやすい。米国では設計変更の手続きが終了するまで、施工者は関連工事を進めることができないため、工期が長引きやすい。

二つ目は、コンストラクションマネージャーが施工者としてプロジェクトに関わるCMc(Construction Manager as Constructor)方式である。CMcは設計段階で選定され、施工に関するノウハウを提供し、その後、発注者との協議が成立すれば、施工についても担当する。コストや利益、予

備費はオープンブックで透明化され、工事費が最大保証価格(Guaranteed Maximum Price, GMP)を超過すればCMcの負担となるが、CMcの提案によりコストが低減されればCMcにも利益が還元される。発注者は予算超過のリスクを回避でき、さらにCMcにはコスト低減のインセンティブが与えられる。

三つ目は、発注者が設計と施工の両方を担う主体に一括して発注するデザインビルド方式である。すべての法的責任が請負者に一本化されるが、デザインとコストのコントロールはデザインビルダーに任せられるため、発注者は建物の要求事項を明確にした上で発注しなければならない。

四つ目は、審美性が要求される部位はデザイン能力にすぐれた建築家に任せ、残る部位の設計と施工はデザインビルダーに委ねるデザインビルド・ブリッジング方式である。デザインオリティを発注者がコントロールできるという設計・施工分離方式の利点と、法的責任を一本化し、プロジェクト全体のスケジュールを短縮化できるというデザインビルド方式の利点を組み合わせた方式である。

GSAでは、これらの手法を実際のプロジェクトの予算や工期のリスク許容度、デザインオリティの必要性を考慮して使い分けしている。予算や工期に余裕がある場合は、設計・施工分離方式、デザインオリティとコストのバランスをとる場合はCMc方式、機能優先の場合はデザインビルド方式である。いいとこ取りのデザインビルド・ブリッジング方式は契約手続きの複雑さから採用数は少ない。

米国では、BIMの普及とともに、BIMの利点を活かし、さらにコラボレーションを高め、生産性をより向上させるために、Integrated Project Delivery(IPD)と呼ばれる新たなプロジェクトデリバリー手法が産み出された。特徴は、関係者の対等な関係、フロントローディング(業務の前倒し)、リスクと報酬のシェア、オープンブックである。フロントローディングに対応したデザインプロセスを新たに定義し、コラボレーションのために報酬だけでなくリスクまでシェアすることとしている。米国でかように多種多様なデリバリー手法が生み出されているのは、法的責任に伴うリスクを回避するという切実な背景がある。仕事の責任と権限の範囲が曖昧でしかも同質性が高く、協力的な体制が構築できる日本とは違い、米国では法的責任が明確でないとコラボレーションがうまく進まない。担当者が法的責任の呪縛から解かれることで、自らの責任範囲以外のことがらについても自由闊達に意見を言うことができるようになり、より有益なアイデアが生まれることをIPDでは目指している。

IPDは新しいプロジェクトデリバリー手法として期待されているもののGSAでは、多くの主体に公平に受注の機会を与えるという公的機関の役割や法的責任の分担などの理由から、設計者-施工者のコラボレーションには取り組んでいるものの、まだ正式な採用にはいたっていない。

とはいえ、民間のプロジェクトでは医療施設など高度複雑化した用途の施設を中心に IPD の採用は徐々に増えており、VDC スコアカードでも高い点数を獲得している。

4. ファシリティマネジメントへの BIM の活用

施設情報を維持管理段階で活用するには、いつでも必要な情報が、最新の状態で、すぐに取り出せるシステムを構築しなければならない。それには、施設情報を系統的に分類（Classification）しコードを割り当てることと、維持管理に必要な情報の範囲を定義すること、情報を集中管理するレポジトリを設置することが必要となる。

コード体系は日本ではほとんど使用されていないが、米国では米国建設仕様書協会（CSI）とカナダ建設仕様書協会（CSC）の MasterFormat が工種別分類として古くから工事仕様書や積算に使用されてきた。この度、これにとどまらず建築のライフサイクル全体の情報を扱うコード体系として、OmniClass が新たに制定され提供されている。これには工種だけでなく、空間の機能や建築の構成要素、付属物などのコードも含まれている。

維持管理に引き渡す情報としては、COBie（Construction Operations Building Information Exchange）と呼ばれるフォーマットが使われている。設備機器リスト、マニュアル、保証書などの工事完成時引き渡す情報は、紙では分量が膨大になり、必要な情報を即座に見つけ出すのは困難である。COBie ファイルとして電子化されれば、情報の検索が容易になるだけでなく、施設の維持管理や運用、資産管理に使用されるシステムへのデータの入力自動化され、さらに互いの連携が取れるようになる。

施設情報管理レポジトリ（Centralized Facility Repository, CFR）は、データを集積し、一元管理をするデータの貯蔵庫であり、施設の維持管理や運用に使用されるデータベースシステムとデータの一貫性を保ちつつ交換することができるものである。従来の 2 次元 CAD では、図面単位でしか情報が管理できない上、図面データゆえ、一貫性を保ちつつデータを交換することは困難である。BIM では、データがオブジェクトベースである特性を活かし、さらに IFC や COBie などさまざまなアプリケーションと互換性を持つオープンスタンダードなフォーマットが開発されたことで、このような統合システムの構築が可能となった。

CFR の構築には、単にレポジトリとしての技術的な問題やファイル互換性の問題の解決だけでなく、どのように業務を処理していくのか（ビジネスライン）の整理と、従来の領域を越えた担当者相互の協力が必要不可欠となる。GSA では 2011 年より施設管理情報レポジトリの開発に着手しており、これまで導入されてきたプロジェクトマネジメントシステムや施設維持管理システム（CMMS）、設備管理システム（BAS）、資産管理システムなどの統合を複数年かけて段階的に推し進めていく予定である（図 4）。

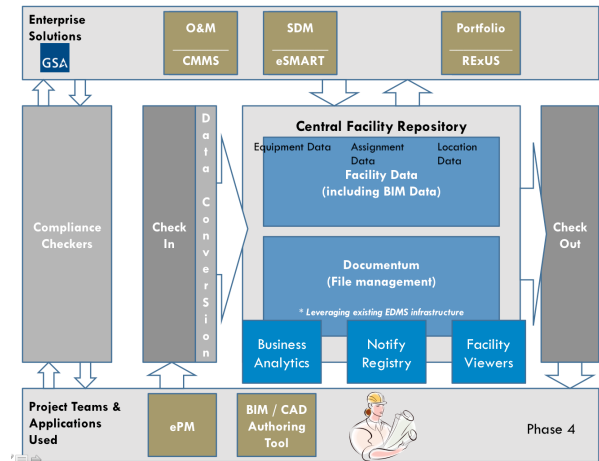


図 4 CFR と既存のデータベースシステムの相関関係

5. 属性情報のオープンスタンダード

日本でも急速に BIM の普及が進みつつある。BIM モデルデータの作成ルールやデータの互換性については、IAI 日本やソフトウェアベンダー、ユーザーグループの活躍により整備されつつあるが、属性情報については、標準化された入力ルールがまだ存在しない。住宅メーカーではこれまで垂直統合モデルでこうした情報のデータベースを構築してきた。しかし、一品生産の非住宅建築は水平分業モデルである。属性情報は建物のライフサイクル全体を通して使われ続けるものであり、誰でも共通で永続的に使用できる普遍的なルールがオープンスタンダードとして構築されなければならない。

米国建築科学学会（National Institute of Building Sciences, NIBS）は 2012 年 5 月に「ナショナル BIM スタンダード（National BIM Standard, NBIMS）」の第 2 版をリリースした。前述した空間プログラム評価や BIM 実施計画、OmniClass、COBie など在这里に取り上げられている。第 2 版では「ナショナル」という名称ながら、英国、アイルランド、カナダ、韓国、オーストラリア、ニュージーランドとも協力し、各国のオリジナル部分を追加することで、参加各国においても利用できるスタンダードを作り上げた。日本でも手遅れにならないうちに、属性情報のオープンスタンダードを構築することが望まれるところである。

【参考文献】

- 1) “Facilities Standards for the Public Buildings Service”, General Services Administration, 2005
- 2) “BIM PROJECT EXECUTION PLANNING GUIDE version 2.0.” The Computer Integrated Construction Research Group, The Pennsylvania State University, July, 2010
- 3) “Standard Method for Measuring Floor Area in Office Buildings”, ANSI/BOMA Z65.1

*1 内閣府沖縄総合事務局開発建設部 課長