

# 「BIM と建築設備」の現況と展望

## The status and future outlook report of “BIM and Building Services”

一般社団法人 IAI 日本 代表理事  
Building SMART Japan Chapter Chairman  
山下純一  
Junichi YAMASHITA

キーワード：建物情報モデル BIM (Building Information Modeling)、サステイナブルデザイン (Design for Sustainability)、建築設備(Building Services)、IFC(Industry Foundation Classes)、干渉チェック(Clash Detection)

### 1. はじめに

ここ 2, 3 年の間に急速に広まりつつある BIM (Building Information Modeling) という概念は、建築の設計・生産・運営を大幅に変える可能性を秘めている。BIM は、施設 (建物) の 3D オブジェクトモデルを中核としたデジタル・データをライフサイクルにわたる関係者が生成、追加、変更、更新、参照を行って建設・維持管理のプロセスを遂行しようとする概念である。3D オブジェクトモデラーの進化、PC の性能向上、ソフトウェアのデータ連携の標準化が進んだお陰で建築の設計・生産プロセスで使用する各種モデラー群、解析ソフト群、シミュレータなどの連携が進みつつあり、設計・生産プロセスの変革を予感させるまでになってきた。建物の関係者による BIM データの生成・更新・活用のイメージを図-1 に示す。

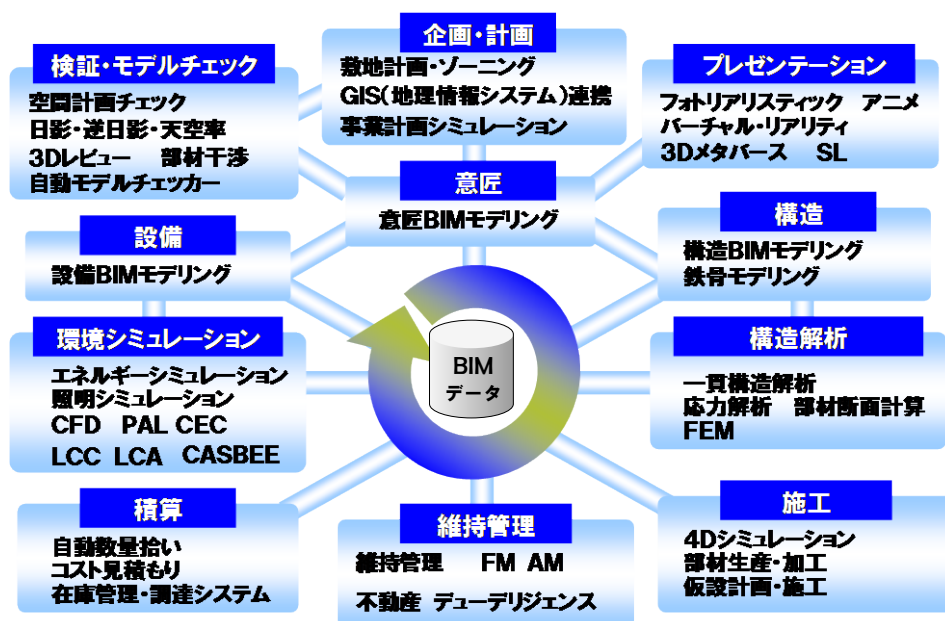


図-1 BIM データの活用イメージ

### 2. なぜ BIM なのか

前世紀の終わり頃から BIM と類似の概念も技術も存在したのに、最近急に関心と呼ぶようになったのは何故だろうか？

## 2.1. 社会の変化

20世紀は、大量生産・大量消費の時代であった。その結果、人類の活動が地球規模に広がり地球環境に多大な影響を与えるようになった。世には、エコロジー、サステイナブル、省エネルギー、CO<sub>2</sub>排出量削減などの言葉が溢れるようになり、京都議定書に反対したブッシュ前大統領ですら2007年1月24日の大統領令で「政府機関が使用するエネルギーの使用効率を高め、温室効果ガスの排出を減らし2015会計年度の終わりまで毎年3%、2015会計年度の終わりまでに2003年度の水準より30%削減すること」との指令を出している。このような社会の変化を建設産業が受けない筈も無く、建物の環境性能が問題になる時代がやってきた。米国のグリーンビルディング協議会(US Green Building Council)は、2000年に施設の環境性能を総合的に評価するLEED (Leadership in Energy Efficiency Design) 認証プログラムを発表した。LEEDは、建築物が環境改善にどの様に貢献しているかの指標を明確にし、それに基づく対象建築物の点数方式によるレーティングを行う仕組みで、日本を始め世界で20ヶ国以上が同様の仕組みを持っている。BIMは、サステイナブルデザインを行って認証を取得するために複数のケースに対して設計の初期の段階で性能評価のための解析を行ったり、建設コストや運用コストを評価したりするのに格好の仕組みだと考えられている。

## 2.2. 発注者の意識の変化

建設産業の労働生産性の低さは、海外でも日本でも共通の問題である。図-2は米国、図-3は日本の労働生産性の推移を示している。その主たる原因は建設プロジェクトにおける情報共有が不十分なためであり、改善の切り札としてBIMを採用すべきであるとする報告書が2004年頃米国で相次いで発表された。

其の一は、2004年8月に米国の国立標準技術研究所(NIST : National Institute of Standards and Technology)が発表した報告書である。この報告書の中で、建設プロジェクトにおける情報共有が不十分なために年158億ドル(約2兆円)が米国の建設産業において無駄なコストとなっており、その3分の2は建物のオーナーが負担しているとの調査結果が述べられている。それを改善するには、建設プロジェクト内の情報流通を促進してコミュニケーションを改善すること、使用されるソフトウェア間の相互運用性向上のためにBIMの採用や中立なデータ形式が重要であることが指摘されており、BIMデータの標準規格として後述するIFCが紹介されている。

其の二は、米国の建物オーナーからなる建設ユーザ円卓会議 CURT(Construction Users Round Table)が発表した白書である。この白書の中では建物オーナーの視点から、建設プロジェクトで頻繁に見られるコストや工期のオーバーランに対しての課題解決を検討しており、オーナー自らのリーダーシップによる協調的で統合的な建設プロジェクトチームの立ち上げ、BIMによる生産システムの採用を提案している。

これらの提言を受けて、米国建築家協会(AIA)は、インテグレートッド・プラクティス(IP : Integrated Practice)によって建築設計プロセスの変革を唱え、2007年には、その概念を設計・生産の新しい推進法として発展させた統合プロジェクト推進法(Integrated Project Delivery)を提唱している。このプロジェクト遂行方式は、BIMにより建築プロジェクトの情報を関係者全体で共有し、設計上の様々な意思決定やシミュレーションを前倒し(フロント・ローディング)で行い、環境性能やライフサイクルコストを配慮した設計、手戻りや無駄なコストを低減し、品質を大幅に改善することを目指している。

このような動きと並行してGSA(連邦調達庁)、USCG(沿岸警備隊)、USACE(陸軍工兵隊)など米国の大規模発注者がBIM-IFC活用を開始し、欧州では北欧の各国、アジア・パシフィックでは、シンガポール、韓国、オーストラリアなどの公共発注者がBIMを積極的に採用し始めている。日本でも2010年3月には国土交通省大臣官房営繕部が2010年度の官庁営繕事業においてBIMを用いた設計を試行すると発表している。

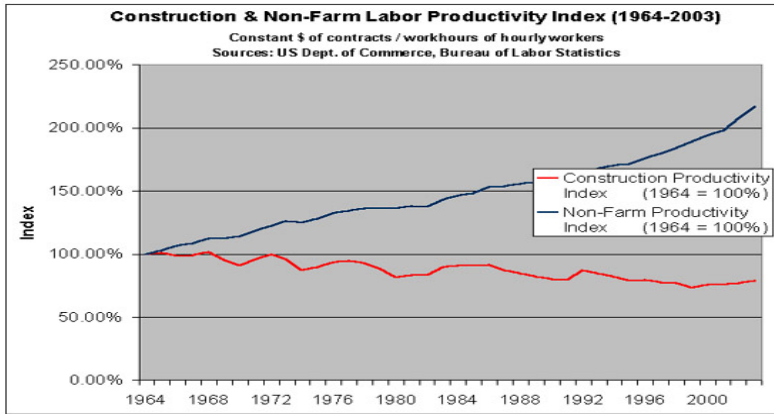


図-2 米国における労働生産性の推移  
(右肩上がりの折線は農業を除く全産業の労働生産性、  
右肩下がりの折線は建設産業の労働生産性を示す)

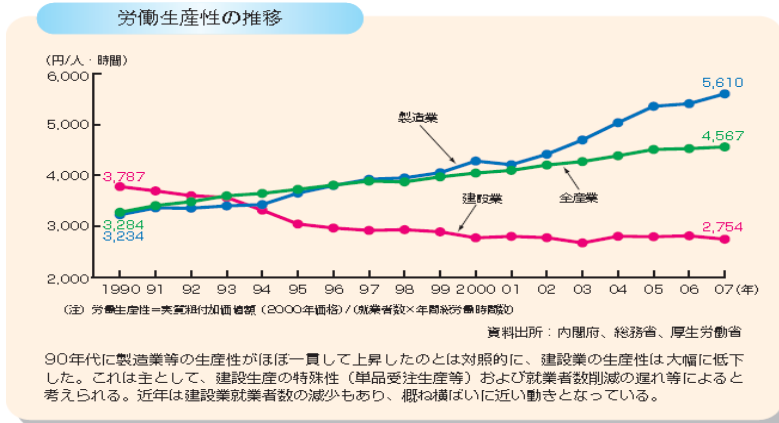


図-3 日本における労働生産性の推移 (出典：建設業ハンドブック)

### 2.3. 技術の進化と普遍化

まだ BIM という言葉も市販の 3 次元建物モデラーも存在しない時代にも、一部の建設会社は、3 次元建物モデラーを自作し、BIM と同様の概念で生産プロセスの効率化を目指したが、悉く失敗した。これは、建設産業が多くの企業が離合集散を繰り返しながら建設プロジェクトを遂行してゆく産業であるため、自分一人が高みに上っても上手く行かないことを示している。

現在では、高性能 PC も多くの企業に行き渡り、市販の CAD も成熟してきた。また、IAI(International Alliance for Interoperability)が開発してきた建物の 3 次元オブジェクトモデルの交換・相互運用のための標準も実用に耐える状況となってきた。

IAI は、非営利の国際組織であり、BIM 時代の到来に備えて過去 10 年以上に亘って 3 次元オブジェクトモデルによる複数の関係者間の相互運用性確保のための研究と標準の開発に携わってきた。その標準は IFC(Industry Foundation Classes)と呼ばれ、3 次元建物情報オブジェクトデータモデルの国際標準としての地位を獲得している。IFC は、BIM によって作成されたモデルデータをアプリケーション間で共有する際の標準データモデル、データ交換フォーマットとして多くの 3 次元モデラーによってサポートされるようになってきた。

IAI が発足した 1996 年以降、IFC は数々のリリースを経て現在国際標準(IS : International Standard)を目指す作業が進められており、2012 年には正式に IS となる予定である。

## 3. 海外における BIM の状況

### 3.1. 北米

McGraw-Hill Construction 社による 2009 年の BIM の適用調査\*1) は、建築家、エンジニア、施工

系技術者、オーナーなど 2,228 人に上る大規模な調査であるが、回答者の 50%近くが既に BIM を使っており、BIM の適用率は二年後には 80%に達するだろうと予測している。しかも、現在 BIM を使っていると回答した回答者の所属する会社においてプロジェクトへの BIM 適用率が 60%を超えるのは 27%、30%~60%が 18%であるに対し二年後の予測は、60%超えが 52%、30%~60%が 25%に及ぶとしており、BIM が急速に進展しつつあるのが判る。

また、連邦調達庁、国立標準技術研究所、陸軍工兵隊、沿岸警備隊などの政府系機関、建築家協会、土木学会、鋼構造協会など 40 近くの民間団体が BIM 推進のためのイニシャチブを結成しており、連邦調達庁や州政府の一部は BIM で建設プロジェクトを発注し、その為のガイドラインも作成しており BIM の普遍化が進んでいる。

連邦調達庁 (GSA : General Services Administration) は 2003 年に 3D-4D BIM 計画を発足させ、数々の BIM-IFC 実証実験を経て 2007 年度予算の発注案件から BIM-IFC 活用を発注条件とすることにした。連邦調達庁は全米に存在する約 8300 の連邦政府所有施設を管理する連邦政府機関であり、政府関連施設のライフサイクル全般にわたる調達業務に関わっている。また、約 127 億ドル (1 兆 4 千億円) の年間予算をもつ発注者としての側面ももちあわせている。GSA は、膨大な量の施設管理を効率化し、価値を増大させるミッションを持ち、発注した建築プロジェクトのコスト・工期のオーバーラン等の課題を解決するためのソリューションとして、BIM を活用していく方針を決定した。

最近 BIM に関する動きで目立つのはカリフォルニア州で、州内の病院が救急医療部と救急室が耐震構造を持つことを定めた法律 (SB1953) によって耐震構造が不備な古い病院の多くがデッドラインの 2013 年までに対応すべく建替を急いでいる。病院は設備が複雑な上、耐震構造を強化し、短期間で手戻りのない建設プロセスを実現するため、多くの病院建替プロジェクトでは、BIM を採用している。

### 3.2. 欧州

2000 年の初めには、北欧で盛んに BIM の実証実験が行われ貴重な知見が得られた。2000 年に BIM のデータモデルとして完成形となった IFC 2x バージョンが公開され、データモデル標準の開発という段階から実用化、普及促進のフェーズに移ってきたことが IFC 実証実験増加の一つの要因である。

この時点での BIM に対する取り組みは、米国より早かったように思われる。しかし、McGraw-Hill Construction 社による 2010 年の BIM の適用調査<sup>2)</sup>によれば、BIM の適用率は 36%に留まっている。ただ、BIM 使用者のうちの 3 割は 5 年以上の経験者で米国の 18%を大きく上回っている。

フィンランドの政府系不動産会社である Senate Properties 社は、2007 年から BIM データを IFC で提出するよう要求しており、BIM による発注を行うために 9 巻に及ぶガイドラインを発行している。ノルウェーの政府系建設機関である STATSBYGG は、2009 年から 2010 年にかけてオスロに建つ新国立美術館の BIM による国際オープンコンペを実施した。モデルデータを IFC で提出することを義務付けていたにもかかわらず 1200 件もの応募があった。内モデルを IFC で提出できたのが 237、良好なモデル・IFC は 100 程度であった。STATSBYGG の担当者によれば、「建築家や業界からまだ早過ぎるとの批判があるのは覚悟していたが、次世代のための長期戦略の一貫として踏切った。」とのことで、不服申立ては予想以下だったそうである。

### 3.3. アジア・パシフィック

韓国では、2009 年から急速に BIM に関する関心が高まり、政府も CALS に続く施策として位置付けている。日本の国土交通省に相当する国土交通海洋部は、「建築 BIM 適用ガイド」を 2010 年 1 月 28 日付で 4 中央行政機関、16 の広域市、6 公共機関団体に公式に配布している。このガイドは、機関毎に独自の目的や環境に応じて BIM 実務基準 (手順やマニュアルなど) を作成できるよう基本的な枠組みを提供し、BIM をあらゆる局面に導入するためのガイドとして作成されている。

また、公共調達局は、2012 年から \$ 45M を超えるターンキープロジェクトに、2016 年からは全ての

公共施設に BIM を適用するよう計画しており、政府が BIM を重視している事がわかる。

シンガポールの建設局は、モデルによる法適合性チェックの先駆者で、1990 年代に研究を開始し、2004 年には建築・設備関連法規解析エンジンを完成させ、以降 e-PlanCheck 用の Web サーバーをたててサービスを行なっている。

オーストラリアは、クイーンズランド州政府の建設局が積極的に BIM を採用しており、昨年の入札案件の一部では、従来からの案件情報に加えて BIM データが応札者に開示された。又、2009 年には **National Guidelines for Digital Modeling** を刊行している。

#### 4. 日本における BIM の状況

2010 年に日経 BP コンサルティング/ケンプラッツによって実施された「BIM 活用実態調査レポート」\*3) によれば、回答者の 3 割が BIM を使っており、回答者の勤務先の約 3 割が BIM を導入済みであるとしている。そして、導入済みの企業のうち過半数が 2008 年以降に BIM を導入し、BIM 使用者の過半数が 3 年未満の活用歴であることから、ここ 2, 3 年で急速に BIM 導入が進んだと考えられる。

2010 年 3 月には国土交通省大臣官房営繕部は、2010 年度の官庁営繕事業において BIM を用いた設計を試行すると発表し、6 月には新宿労働総合庁舎を対象とした公募型プロポーザルを行い梓設計が受注した。2011 年 7 月には延べ面積 1 万 7 千㎡の前橋地方合同庁舎の設計業務が公募型プロポーザル方式で行われ、期限の今年 7 月 20 日までに梓設計、石本建築事務所、久米設計、昭和設計、安井建築設計事務所の 5 社が参加し、同年 9 月には安井建築設計事務所が特定された。 気象庁虎ノ門庁舎と中央合同庁舎 8 号館は、PFI 案件であるが、それぞれの受注者は BIM によるプロジェクト実施の提案を行なっている。

また、昨年 11 月には、土木学会建設マネジメント委員会の公共調達シンポジウムで国土交通省の佐藤技監が「BIM から CIM へ」と題する基調講演を行って注目された。このように BIM は、少しずつ認知度が上がってはいるものの上記の調査でも 7 割の回答者は、BIM を知らないか知っていても使ったことがないわけで、IAI 日本は BIM の概念と技術の普及促進を図り、インターネットを使った BIM 共同制作の威力を実証するために Build Live Tokyo (以下 BLT と略す) と呼ぶインターネットと 3 次元の建物モデル (BIM) による 48 時間の架空の設計コンペを 2009 年と 2010 年に開催した。

BLT の狙いは、参加者には BIM を体験する機会を与え、参加するにはハードルが高いが、BIM には興味がある人には見学者として参加者が BIM データを作成する状況を刻々インターネットを通してリアルタイムで見られるよう仕組みを提供することによって BIM を疑似体験してもらうことにある。都合 3 回の BLT の参加者は、社会人が 22 チーム、学生が 12 チームで延べ 700 人、見学者は、2000 人以上に及んだ。2011 年には、舞台を神戸ポートアイランドに移し Build Live Kobe (以下 BLK と略す) を実施した。注目すべきは、2009 年には無かった学生チームが 2010 年と 2011 年には大挙参加してきたことである。

#### 5. BIM のデータ連携と標準

BIM は建築の設計・生産・運営を大幅に変える可能性を秘めているが、プロセス全体にわたって効果を発揮するためには、次の課題の解決を行わなければならない。

- ・ 施設 (建物) モデルデータの標準を確立する。
- ・ 建築生産・維持のプロセスにおけるデータ連鎖の分析と標準化。

モデル・データ (3 次元形状とその属性) の相互運用性のための標準は、IAI (最近では、Building Smart) が長年に亘って開発してきた IFC が国際標準としての地位を確立しているものの、建築生産・維持プロセスにおけるデータ連鎖の研究は、まだ緒についたばかりである。

BIM を支える技術と標準は、

- ・ IFC (Industry Foundation Classes)
  - ☆ 建物を構成するオブジェクトの相互運用フォーマット (ISO/PAS-16739)
- ・ IFD (International Framework for Dictionaries)

- ◇ 概念を伝える (ISO12006-3)
- ・ IDM (Information Delivery Manual)
  - ◇ 建設プロセスと各フェーズにおける情報交換要求 (ER)
- ・ MVD (Model View Definition)
  - ◇ IFC ベースでの情報交換要求仕様の実装

特に、IFD、IDM、MVD の研究は、国際的に見てもまだこれからである。日本の建築生産プロセスは、BIM 先進国の米国や北欧と異なるところもあるため、独自の研究が必要となる。

### 5.1. IFC (Industry Foundation Classes) について

IFC は、先に述べたように 3 次元建物情報オブジェクトデータモデルの国際標準である。現在、多くの BIM オーサリングソフトがトランスレーターを実装している。IAI が発足した 1996 年以降、IFC は数々のリリースを経て、2005 年には ISO/PAS-16739 (Publicly Available Specification) となった。2008 年春には正式な国際標準 (IS : International Standard) を目指すための NWI (New Work Item) 作業が開始されており、2012 年～2013 年には正式に IS となる予定である。

先に述べた BLT と BLK で各チームは、多くのアプリケーションソフト間でのデータ連携を行なっているが IFC によるデータ連携は、BLT2010 では 14% であったのが BLK2011 では総連携数 107 の内 38% を占めるに至り、IFC が実用期に入ったことを窺わせる。参考までに BLT2010 の参加チーム「スカンクワークス」が行ったアプリケーション間のデータ連携図を図-4 に示す。このデータ連携図で破線の矢印は片方向のデータ連携、実線の矢印は双方向のデータ連携を表し、線上の楕円はデータフォーマットを示す。

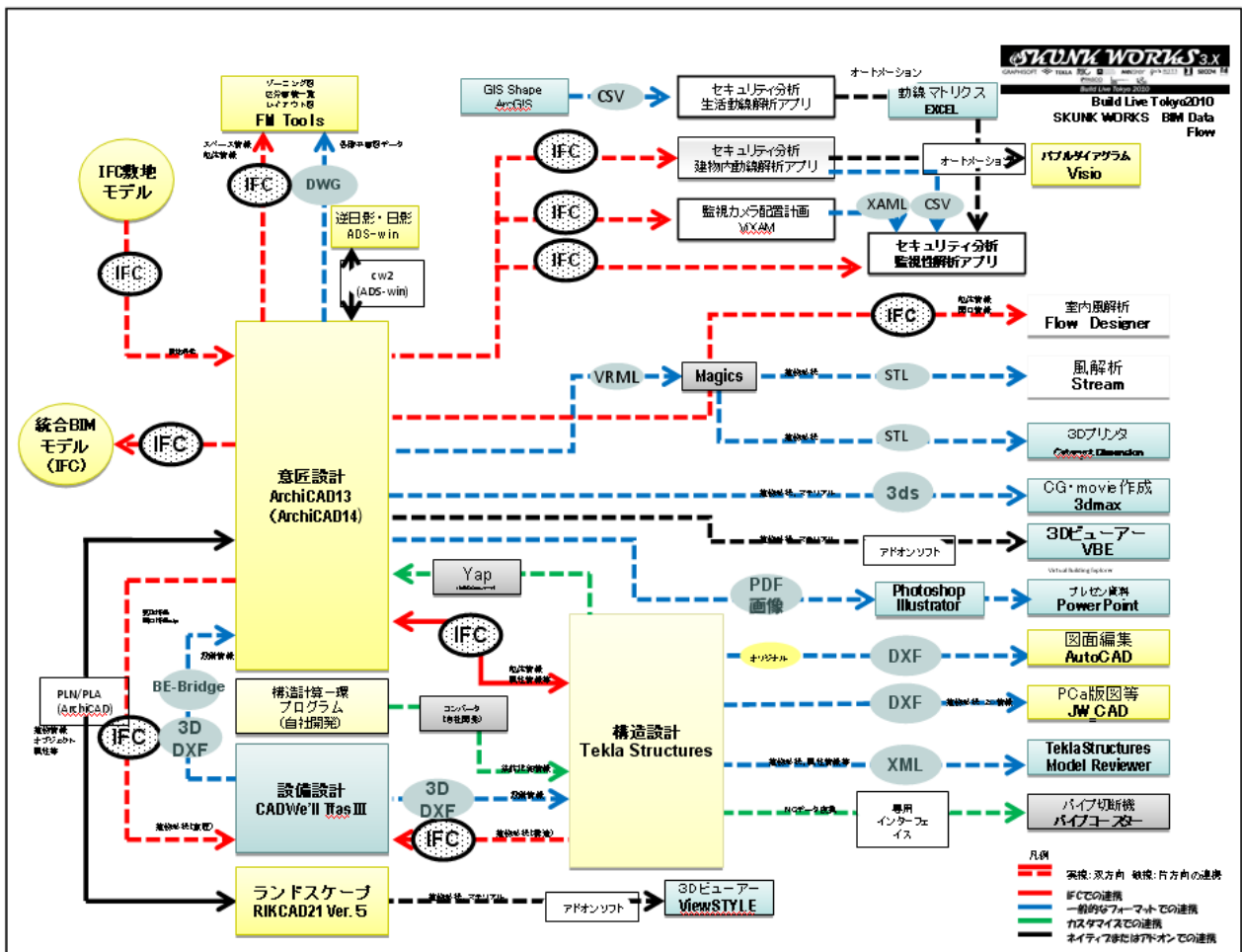


図-4 BLT2010 に於けるデータ連携図 (スカンクワークス提供)



## 5.2. IFD (International Framework for Dictionaries)について

BIMに関する知識を持っている人でIFCのことは知っていてもIFDを知る人は少ない。IFDは、誤解を恐れず簡単に言えば、コードのことである。BIMは、形状だけではなくオブジェクトの属性も扱うため概念を伝達し共有する仕組みが必要となる。幾何形状は、世界中どこでも同じ表現で通用するが言葉で表される属性は、言葉即ちテキストで表されるためオブジェクトの材質などの属性は言語が異なれば通じない。又、同じ日本語でも同じ物を表す言葉は沢山あるため、多くの人を経験しているようにコンピュータが概念を伝達し共有するためにはコードを必要とする。日本の建設産業においては、広く用いられるコードが見当たらないのが実情で整備を急ぐ必要がある。

IFDは、多言語の辞書群を生成するためのメカニズムで、その元となる国際標準は、ISO12006-3 (オブジェクト・オリエンテッドな情報交換のためのフレームワーク) である。ISO12006-3は、目的と使い方の簡単な説明を伴ったEXPRESS (ISO10303-11で規定されているモデリング言語) で記述されている。ISO12006-3は、ISO TC59/SC13/WG6の長年の努力によって2007年4月に公式にISとなったがEXPRESSで記述されたモデルそのものは、実装者の目から見れば甚だ単純でありながら大変柔軟であるために、複数の異なる実装が行われている。最初の実装例はノルウェーのBARBIライブラリとオランダのLexiConであり、その後フランスではEDIBATECが実装された。

米国では、コード体系としてMasterFormatやUniFormatが広く用いられているが、最近ではBIMとの絡みでISO12006-3に準拠したOmniClassも用いられるようになってきた。

## 5.3. IDM (Information Delivery Manual) と MVD (Model View Definition)

IDMは、建設産業における生産・維持の各プロセスがどのような目的のために、何を行っているか、誰が情報を生成し、その情報を使うのは誰か、その情報とは何かということを記述するための手法である。建設プロセスに纏わる個々のアプリケーションは、建物の全てのオブジェクトとその属性を扱うように作られていないため、モデルの必要な部分のみをアプリケーションに見せてやる仕組みが必要となる。下記の例に見られるようにあるプロセスのアプリケーションが上流のプロセスのアプリケーションで生成されたモデルデータの内、何が必要で何が要らないかという要求は千差万別である。これを定義するのがIDMで、これを受けてIFCのビューを定義するのがMVDである。

従来、建物の3次元オブジェクトモデルに関する研究や開発は、建物の幾何形状やその属性に関するものに偏っており、プロセスの中での情報の流れを定義するための研究開発が行われてこなかった。現在では普遍化した2次元CADを使った生産プロセスでもデータ交換によって効率がそれほど上がらないのは、この間の事情によると推察される。

BIMによって建築の生産・維持のプロセスを執行するために、IDMは、必要不可欠な方法論である。従って、国際標準化の作業がISO TC59/SC13で行われており、現在ISO/29481-1となっている。

MVDは、IDMによって記述されたデータ連携の内容を、IFCのどの部分に対応するかを定義する。一般的なデータ連携の単位と、特定のIFCスキーマを基にしたビュー定義として記述する。

以下のようなMVDのビュー定義がIAIで提案・開発されている。

- **Coordination** : 設計段階における一般的なBIMツール間のデータ連携。(意匠・構造・設備等の干渉チェックに用いるために開発された)
- **法規チェック** : 意匠CAD・自動法規チェックシステム間のデータ連携
- **意匠・構造** : 意匠CAD・構造CAD間のデータ連携
- **構造・構造解析** : 構造CAD・構造解析ツール間のデータ連携
- **意匠・積算** : 意匠CAD・積算ツール間のデータ連携
- **意匠・エネルギー** : 意匠CAD・熱負荷計算・LCCツール等のデータ連携

図-5は、開発中のMVDに関するウェブサイトでのReferenceの欄は開発しているグループの名前である。

**BuildingSMART MVDs**

| Name                                    | Reference |
|---|-----------|
| ↓ Basic HandOver to Facility Management | GSC-001   |

**Other International Organizations MVDs**

| Name   | Reference |
|--|-----------|
| ↓ Architectural Design to Spatial Program Validation           | GSA-001   |
| ↓ Architectural Design to Circulation/Security Analysis        | GSA-002   |
| ↓ Architectural Design to Building Energy Analysis             | GSA-003   |
| ↓ Architectural Design to Quantity Takeoff for Cost Estimating | GSA-004   |
| ↓ Concept Design BIM 2010                                      | GSA-005   |
| ↓ Early Concept Design to Analysis                             | GSA-006   |
| ↓ Design to Code Compliance Checking (ICC 2006)                | ICC-001   |
| ↓ Nordic Energy Analysis (subset of CDB-2010)                  | NOW-001   |

**Other Active MVD Projects**

| Name   | Reference    |
|--|--------------|
| ↓ Structural Design to Structural Detailing (ATC-75)   | ATC-001      |
| ↓ Architectural Programming to Architectural Design    | BSI-001      |
| ↓ Road design to landscape design                      | CRC_CI-001   |
| ↓ Landscape design to road design                      | CRC_CI-002   |
| ↓ Architectural design to landscape design             | CRC_CI-003   |
| ↓ Indoor climate simulation to HVAC design             | HUT_HVAC-001 |
| ↓ Space Requirements and Targets to Thermal Simulation | HUT_HVAC-002 |
| ↓ Extended coordination view                           | ISG-001      |
| ↓ Precast Concrete Exchanges                           | PCI-001      |
| ↓ Masonry Structural Design to Structural Analysis     | UF-DCP-001   |
| ↓ Wood Structural Design to Structural Analysis        | UF-DCP-002   |
| ↓ Curtain Wall Design to Energy Analysis               | UNSW-001     |
| ↓ Structural design to structural analysis             | VBL-001      |
| ↓ Architectural design to structural design            | VBL-002      |
| ↓ Extensibility  | VBL-003      |
| ↓ Architectural design to thermal simulation           | VBI-007      |

Statistics (June 15, 2012, 11:06 pm)

|                |                  |   |   |
|----------------|------------------|---|---|
| 28 Model Views | 82 Main Concepts | 1526 Static Concepts with 2050 Bindings | 68 Organizations represented by 124 Persons |
|----------------|------------------|---|---|

図-5 開発中の MVD

建築の生産・維持のプロセスにおける各当事者の責任範囲や授受されるドキュメントの内容は、国によって異なるため、ISO で決めているのも方法論やフォーマットであり、内容については、それぞれの国情に従って議論し、決めてゆかざるをえない。

IFC を有効に機能させるには、この IDM/MVD が不可欠であり、現在多くの BIM オーサリングソフトが実装しているのは、一般的な Coordination View に基づく MVD であり、連携する目的によっては Coordination View では必ずしも満足する結果が得られないことは多くの実務家が体験している通りである。

## 6. BIM と環境性能

BIM を用いた建物の環境性能のシミュレーションとして、一般的なものは、光環境、温熱環境、風環境、エネルギー消費などである。これらの機能は、BIM のオーサリングソフトが備えているものもあれば、BIM のモデルから専門の解析ソフトにデータを連携させることによって実現させるものもある。これらの機能によって従来は、設計者の勘と経験によって判断していた環境性能が数値に裏打ちされ、発注者や第 3 者の評価に耐えるものとなる。

先に述べた、米国グリーンビルディング協会の LEED 認証は、昨年末で認証を取得した商業建築が 11,363、申請中が 32,773 に達しており、ニューヨーク市は 2005 年に制定したグリーンビルディング法によって市が関与する 200 万ドル以上の建設プロジェクトは、新築、改築を問わず LEED 認証を取得しなければならないとしている。

一方日本サステイナブル建築協会の建築環境総合性能評価システム CASBEE(Comprehensive



Assessment System for Built Environment Efficiency)の累計認証件数は、民間の新築で168と伸び悩んでいるものの自治体版CASBEEでの届出は2004年から2011年3月末までの累計で6,654となっており毎年届出件数は伸びている。

一般的に言ってLEEDは、定量的な評価項目が多くCASBEEは、定性的な評価項目が多いためBIMのモデルからのデータ連携による省力度は、LEEDの方が高いと言われている。BIMとCASBEEの連携に関しては、日本サステイナブル建築協会のCASBEE研究開発委員会の研究がある。この研究では、BIM情報とCASBEE評価項目との適合性に関して次のような分析を行なっている。

具体的には、Autodesk Revit ArchitectureとCASBEE新築（簡易版）との比較で

- |                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| ・ BIM情報から直接評価が可能な項目               | 約 9%  |
| ・ BIM情報の加工や数式処理が必要な項目             | 約 35% |
| ・ BIM情報を利用した外部シミュレーションにより評価が可能な項目 | 約 16% |
| ・ BIM情報では評価が困難な項目                 | 約 40% |

としている。この結果を受けてAutodesk社では新築（簡易版）2010年版”の92評価項目の内、12項目に対応するモジュールをAutodesk Revit Extension for CASBEEとして商品化を行なっている。GRAPHISOFT社でもPAL値の計算を行うアドインソフトをArchiCAD14に装備して手間のかかる評価項目の省力化を計っている。

## 7. BIMと設備設計

先に述べたMcGraw-Hill Construction社による2009年のBIMの適用調査\*1でプロジェクト遂行時におけるBIMの価値として最も高いのは施工時の部材干渉の排除が挙げられている。従来は、施工計画時に総合図と称して意匠図、構造図、設備図を重ねあわせ干渉のチェックを行なっていたが2次元図面であるため事前にチェックしきれず、実際の施工時にどの様に納めるか現場が苦労していたのは皆様が御存知の通りである。BIMの意匠モデル、構造モデル、設備モデルを重ね合わせれば干渉を検出する機能もあり、また一目瞭然でもある。図-4は干渉チェックの例である。

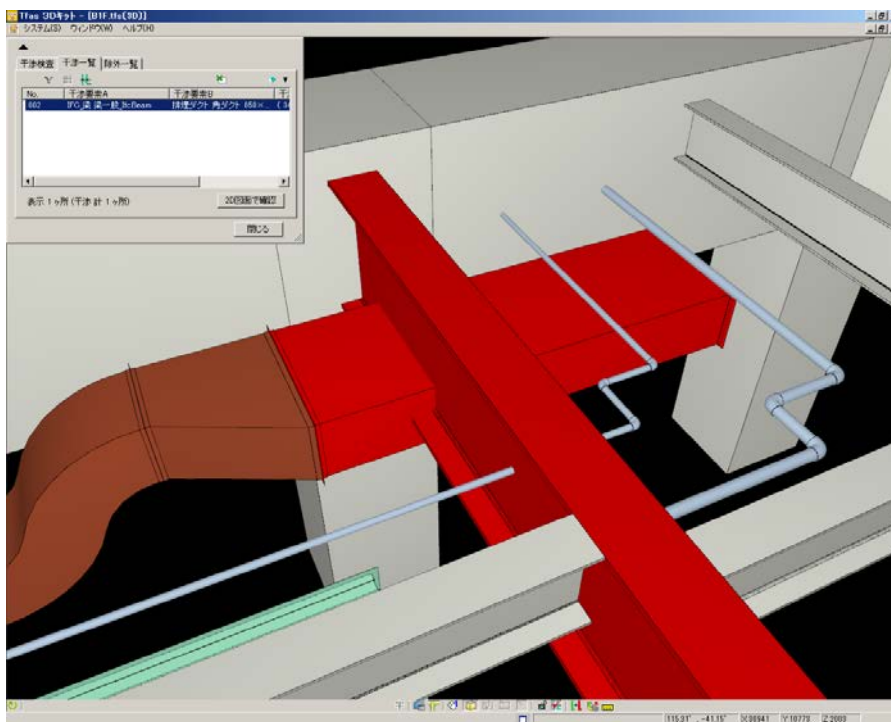


図-4 干渉チェック

このBIMによる干渉チェックが設計時に出来れば素晴らしいが、現在広く行われている設備設計では干渉チェックは難しいと言わざるをえない。何故なら現在の設備設計は、システム設計であり設

備部材の形状の設計は行なっていないからである。この状況は、設計事務所も施工会社の設計部門も同様で、各社とも設備設計のフロント・ローディングには頭を悩ませている。

米国カリフォルニア州のサッター医療センターの事例では、米国建築家協会が提唱している BIM によるプロジェクト遂行方式 IPD に則って計画当初から設備の専門工事が参画し、設計にも関与している。例えば機械、配管、電気的设计に関しては下記の組合せで行われている。

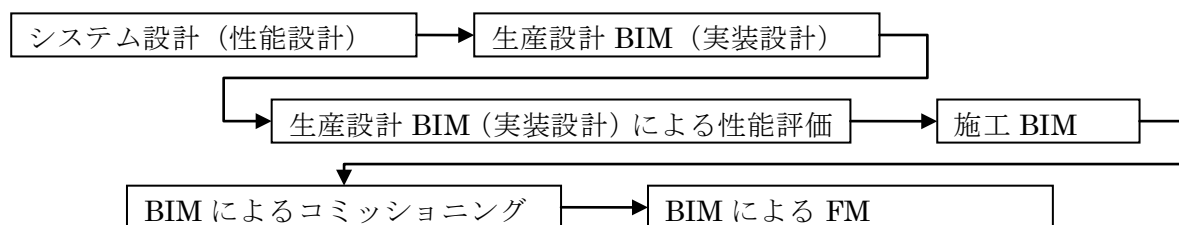
- ・ 機械および配管設計:Capital Engineering
- ・ 電気設計:The Engineering Enterprise
- ・ 機械設計アシストおよび建設:Superior Air Handling
- ・ 配管設計アシストおよび建設:J.W. McClenahan
- ・ 電気設計アシストおよび建設:Morrow Meadows

この IPD によるプロジェクト遂行方式は、我が国でそのまま取り入れる訳にはいかないかもしれないが BIM によるプロジェクト遂行に示唆を与えるものである。

#### 8. 今後の展望（干渉チェックを超えて）

私は、製造業の友人から長年に亘って「建設業はお客にプロトタイプを売りつけているけしからん産業」だと揶揄されてきた。確かに我が産業は、製造業のようにプロトタイプやモックアップを作って性能の検討や各種のテストを経て完成品を顧客に届けるわけには行かなかった。しかし製造業もプロトタイプを制作し各種のテストを行なうと費用も時間も掛かることから、近年はコンピュータ上にモデルを作ってテストを行うことでプロトタイプ製作の費用と時間を節約するようになってきた。彼らはそのモデルをデジタル・モックアップと呼んでいるが BIM も建物のデジタル・モックアップに他ならない。このデジタル・モックアップを手に出れば、各種解析ソフトと連動させることによってモックアップをテストベッド上に置いて行うような性能試験も行うことができる。形状生成と評価のアルゴリズムを与えることによって人力では到底不可能なプロトタイプを生成して評価できる。バーチャルワールド上で各種施工法の検討ができるなど。設計者や施工技術者にとって夢の様な世界が広がりつつある。

特に設備に関しては、製造業に似て性能を担保しなければならないため、モデルを相手に試運転を行えるようになれば、BIM の効果は計り知れない。そこに至る道は険しいが BIM によって設備の設計・生産・管理のプロセスが



というプロセスに進化するのもそう遠いことではないと思われる。

#### 参考文献

- 1)McGraw-Hill Construction SmartMarket Report、The Business Value of BIM 2009
- 2)McGraw-Hill Construction SmartMarket Report、The Business Value of BIM in Europe 2010
- 3)日経 BP コンサルティング/ケンプラッツ、「BIM 活用実態調査レポート」2011 年版