

# 海外諸国におけるBIMの取組み

(一社)IAIH本 代表理事 山下 純一

## 1 はじめに (背景)

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。京都議定書には反対した米国も、経済危機への対策としてオバマ大統領がグリーン・ニューディール政策を掲げているように、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った。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すこと。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なく、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。

また、近年、農業を除く他産業が年を追う毎に労働生産性を上げているのに対し、建設産業はその労働生産性を下げてきており (図1参照) 前述の環境問題とともに抜本的な対策を迫られつつあった。

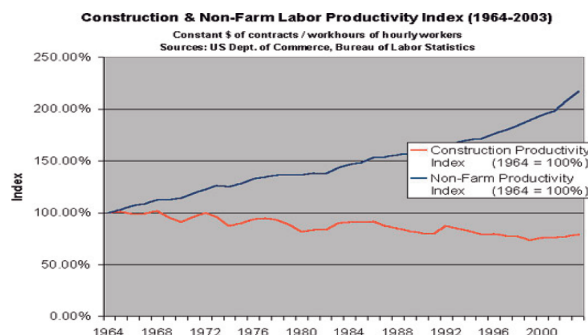


図1 労働生産性のグラフ (ブルーの折線が農業除く全産業、赤の折線が建設産業)

これらの問題に対処する対策のひとつがBIMであり、建物の3次元オブジェクトモデルがあれば、自然環境に対する建物の挙動のシミュレーションを行って建物の環境性能を検証でき、建設に関わる組織間でモデルを共有することによって対象となる建物に対する理解を深め、労働生産性が向上するのではないかと考えられた。

2000年には、その効果を実証すべくフィンランドにおいてHUT600と呼ばれる実験プロジェクトが行われた。このプロジェクトは、ヘルシンキ工科大学 (HUT, Helsinki University of Technology) の既存建物に多目的ホール、コンピュータセンター等の施設を増築することであった。

Alvar Aaltoの設計による既存建物の景観との整合、バリアフリー、投資意思決定に必要な各種シミュレーション、施工計画検討等を、IFC (Industry Foundation Classes) を活用したBIM

データ連携により短期間で実施することがこの実証プロジェクトのテーマであった。プロジェクトメンバーは、施設の発注者・オーナーであるSenate Properties社の他、建設会社、設計事務所、構造設計、設備設計、また研究チームとして米国のスタンフォード大学のCIFE（Center for Integrated Facility Engineering）研究所、フィンランド国立技術研究所（VTT）等から構成され、資金的にはフィンランド科学技術庁（TEKES）が支援をしていた。この実証プロジェクトにおいて、3D建築CADから出力されたIFCデータを中心に、様々な異業種ソフトウェア間のデータ連携が試された。ホール空間の空調や照明シミュレーション、LCC（Life Cycle Cost）や環境負荷分析、4D（3D+時間）シミュレーションによる施工計画検討、仮想現実（VR）によるユーザの設計案検討等、現在のBIMデータ連携の原型をこの実証実験に見ることができる。

この実証実験プロジェクトの成果から、設計初期段階における各種分析・シミュレーションにより、発注者の意思決定の効率化、投資判断リスクの低減に効果があることが分かってきた。しかし、当時はまだBIMという言葉はなく、「プロダクトモデル4D（PM4D）」と呼ばれていた。

2004年8月には、米国の国立標準技術研究所（NIST：National Institute of Standards and Technology）が「米国の建設産業における不適切な情報の相互運用に関するコスト分析」と称する報告書（図2参照）を発表した。この報告書には、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）がアメリカ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IFCが紹介されている。

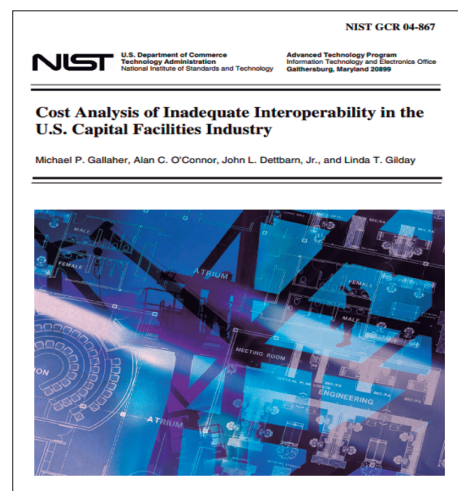


図2 NISTの報告書

IFCは、非営利国際団体IAI（International Alliance for Interoperability）が策定・普及活動を行ってきた3次元建物情報オブジェクトデータモデルの標準である。IFCは、建物を構成するすべてのオブジェクト（例えば壁、柱、ドア、窓などのような建物要素）の体系的な表現方法の仕様であり、BIMによって作成されたモデル・データをソフトウェア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位置付けられている。

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）となり、2013年3月に正式な国際標準（IS：International Standard）ISO 16739：2013 Industry Foundation Classes（IFC）for data sharing in the construction and facility management industriesとなった。

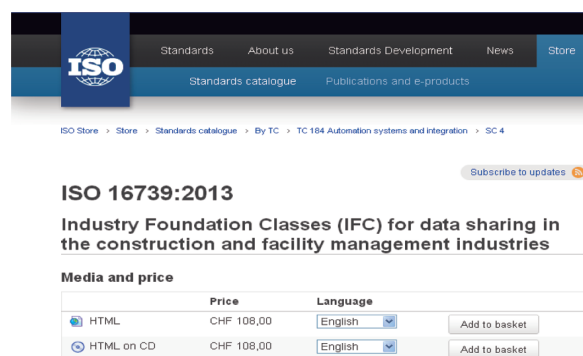


図3 IFCのISO化進捗状況

## 2 海外諸国におけるBIMの概況

海外諸国においてBIM推進のリーダーシップを取っているのは公共発注者である。米国では、連邦調達庁（GSA：General Services Administration）、陸軍工兵隊（U.S. Army Corps of Engineers）、欧州では、フィンランドの政府資産運用管理公社（Senate Properties）、ノルウェーの政府資産運用管理機関（STATSBYGG）、英国の内閣府、アジアでは、シンガポール政府の建設局（BCA：Building and Construction Authority）、韓国の公共調達庁（PPS：Public Procurement Service）などの公共発注者がBIM普及のリーダーシップを取っている。図4は、シンガポールのBCAが作成した世界の公共発注機関によるBIMの概観である。

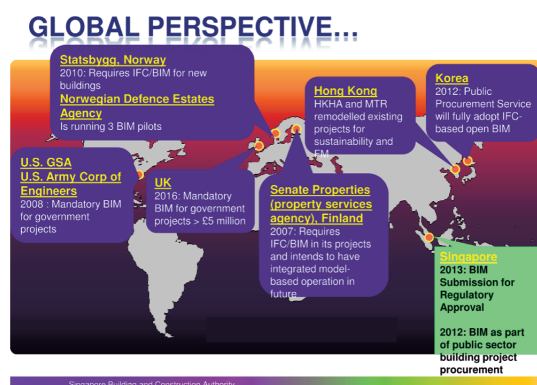


図4 世界の公共発注機関におけるBIM推進状況（シンガポールBCAによる）

## 3 欧州の状況

欧州におけるBIM先進国は北欧である。フィンランドとノルウェーはBIM実装におけるグローバルリーダーであると評価されることが多い。先に述べたフィンランドにおけるHUT600プロジェクトや、1997年から2002年にかけてフィンランド国立技術研究所（VTT）が中心となって推進したVERAプログラムでは、47億円もかけてIFC策定や、IFCの基本ソフト、モデルチェッカーやモデルサーバ等の開発等で様々な成果を挙げており、この時代では世界でも最先端の研究開発を

行っていた。2007年に行われた調査によれば、設計事務所建築家の93%が部分的であってもBIMを適用しており、構造技術者、設備技術者の60%近くがBIMを使っているとのことであった。2007年には政府資産運用管理公社のSenate Properties社が発注する建築プロジェクトの要件としてBIMとIFCを適用するように指定した。この要件を細部にわたって明らかにするためBIMを適用すべき要件「BIM Requirement」を発行した。ガイドラインは9巻からなるが、2012年3月にはフィンランドの産官学が結集してCOBIM“Common BIM Requirements 2012”（共通BIMの要件2012）と呼ばれる13巻からなる大幅に拡充されたBIMのガイドラインを発行し、世界でも最新のガイドラインとなっている。

ノルウェーでは、建設行政における建築計画審査の効率化をICT活用によって実現することを目指すByggSokプロジェクトが2000年末に発足した。ByggSokでは建築計画審査プロセスの効率化を進めるため、GIS情報、建築プロジェクトDB、知識DB、製品DB等を統合的に扱うことが可能なシステムの構築を進めている。

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、1,200件もの応募があった。応募者がモデルをIFCで提出できたのは237、良好なモデルと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環として踏切った」とのことで、不服申立ては予想以下だったそうである。ステージ2に到達で



図5 新国立美術館 当選案

きたのは6チームで、ステージ2での課題は

- ・数量積算、CO<sub>2</sub>放出量
- ・エネルギー分析
- ・セキュリティ並びに動線
- ・設備配管・配線スペース

であった。

STATSBYGGは、BIMのガイドラインも作成・公開しておりBIMマニュアルと呼ばれているが、現在では版を重ねてv1.2となっている。他のガイドラインと比較するとBIMマニュアルの特徴はモデルとIFCの関係を詳しく述べていることにある。

英国では、2009年にBIMガイドラインとしてAEC (UK) BIM Protocolが取りまとめられ、2012年9月にver.2が公開されている。2011年5月には、内閣府 (the Cabinet Office) が「建設産業政策」(Government Construction Strategy) を発表し、BIMについても「内閣府は、政府がサプライ・チェーンの全メンバーがBIMによって協働的に働くことを可能にするための標準開発を行うよう勧告し、2016年までには完全に協働的な3D BIMの実現を要求する。そして、その実現に向けた計画の進捗を毎年度公表する」と述べている。

最近英国の政府機関では、急速にBIMに関する活動が活発になっており、英国内閣府及びビジネス・イノベーション・職業技能省によって作られたワーキンググループが2011年3月に公共建設発



図6 “A report for the Government Construction Client Group Building Information Modelling (BIM) Working Party Strategy Paper”の表紙

注者に向けてのBIM活用の戦略について検討した資料を作成し、BIMを普及・展開するために建設業界、関係官庁、研究機関などの専門家から構成されたプロジェクトチームBIM Task Groupを結成している。

英国で注目すべきは、英国王立建築家協会 (RIBA, : Royal Institute of British Architects) の事業部門のひとつであるNBS (National Building Specifications) が行っているNational BIM Libraryのサービスである。このサービスは、無償で提供され、NBSの仕様内容をIFC形式や一部のBIMソフトウェアで扱える形式で表現し、幾何形状を含む建築仕様情報をBIMで扱うことができる仕組みとなっている。

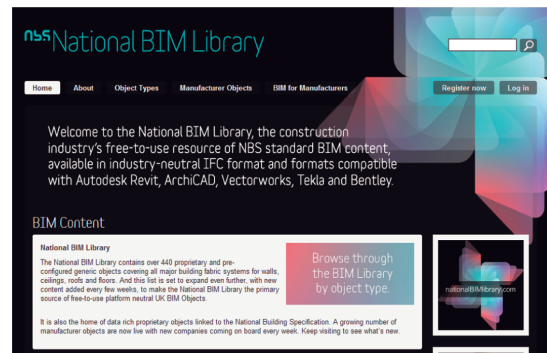


図7 National BIM Library

## 4 米国の状況

GSAは、全米に存在する約9,600を超える連邦政府所有施設を管理する連邦政府機関であり、その膨大な量の施設管理を効率化し、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にBIMを活用していく方針を決定した。2003年に3D-4D BIM計画を発足させ、数々のBIMとIFCの実証実験を経て、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は、BIMとIFC活用を発注条件としており、BIMモデルを使って所要室と所要面積の自動検証を行っている。GSAは世界でも有数の政府用賃貸スペースの所有者であり、一貫性のある効率的な方法で所有する床面積を算出しなければならない。この所要面積の自動検証は、GSAが発行し

ているBIMガイド・シリーズ01～08の02 Spatial Program Validationに基づいている。

また、連邦調達庁と並んで膨大な施設を保有しているためBIM導入に熱心な米国の公的機関は陸軍工兵隊と沿岸警備隊（USCG：US Coast Guard）で、双方ともBIM活用のためのロードマップを策定、公開して米国におけるBIM推進の牽引者となっている。

米国の公的発注機関は、上記以外にも退役軍人省（US Department of Veterans Affairs）などの中央官庁、ウィスコンシン州、オハイオ州、ニューヨーク市のような地方自治体もBIMで発注するためのガイドラインを持っていて、BIMが公的機関に浸透しているのが良く分かる。

一方、民間のBIM利用に関しては、McGraw-Hill Construction社による2009年のBIMの適用調査<sup>1)</sup>、2007-2012年のBIMの適用調査<sup>2)</sup>があり、2009年の調査では、回答者の50%近くが既にBIMを使っていると回答しており、2012年には回答者の71%がBIMを使っていると回答している。

これらのBIMユーザがモデル作成と建設プロセス運営の拠り所とすべきガイドラインの開発も進められており、前述した公的発注機関の発注仕様書的なガイドラインとは別に国レベルのガイドラインとして2007年に国立建築科学研究所（NIBS：National Institute of Building Science）によってNBIMS（National BIM Standard）v1 -Part 1が正式に公開され、BIMによる建物の情報を建物ライフサイクル全般に関係する、様々なアプリケーションソフトウェアで共有する重要性やその手法、IFCによるデータ連携の仕組みなどについて述べている。2012年にはNBIMS v2（National BIM Standard v2）が刊行されており、NBIMSをベースに北欧、韓国、カナダなどと連携して内容を拡張していく計画も公表されている。

米国には、設計・施工分離発注方式、デザイン・ビルド方式、CM方式など多様なプロジェクト推進方式が存在するが、2007年に米国建築家協会（AIA：American Institute of Architects）は、IPD（Integrated Project Delivery）と呼ばれるBIMを使った設計・生産の統合的なプロジェクト



図8 NBIMS v2

推進方式を発表した。IPDの中核には、主要な関係者で構成された協力的、統括的、生産的なチームがあり、個々の専門的技術の早期提供、信用と透明なプロセス、有効なコラボレーション、オープンな情報共有、プロジェクトの成功に直結するチームの成功、リスクと報酬の共有、価値を前提にした意志決定、完全な技術的能力とサポートの利用という原則に従って運営される。

## 5 アジア

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」を作成し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。韓国では中央政府の調達は各省庁で行うのではなく、公共調達庁でまとめて行われており、公共施設の調達も公共調達庁が行っている。公共調達庁は2010年12月に「施設事業に対するBIM基本ガイドライン」を発刊し、2012年から500,000ドルを超えるターンキープロジェクトに、2013年からはBIMによるコスト・マネジメントを、2016年からはすべての公共施設にBIMを適用するロードマップを策定しており、政府がBIMを重視していることが分かる。国土交通海洋部は、2009年から2011年にかけてBIMによる法適合性チェックの研究プロジェクトを行っている。

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年代にモデルチェッカー e-PlanCheckの研究を開始し、2004年には建築・設備関連法規解析エンジンを完成させ、以降改良を続けており、e-PlanCheck用のWebサーバーを立てて、法適合性チェックのサービスを行っている。資源の殆どを国外に依存するシンガポールにとっては、建設産業の生産性向上は至上命題で、建設局がBIMの導入を急いでいるのもその一環である。

2012年5月には、BIMガイドを出版し、各分野別の電子申請のガイドラインも整えてBIMによる電子申請の準備を着々と整えている。

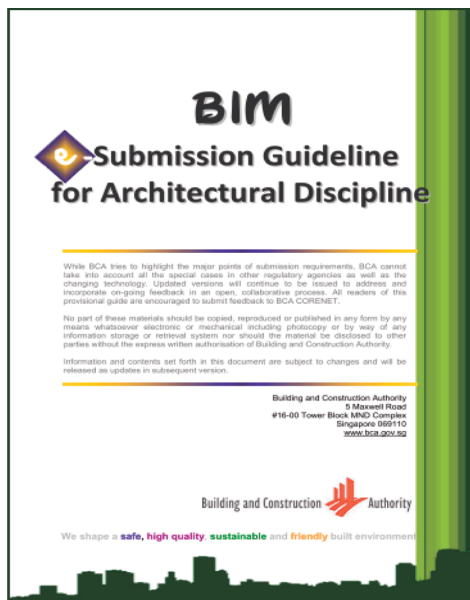


図9 建築分野の電子申請ガイドライン

2013年から20,000㎡を超える建物の意匠設計は、BIMで確認申請を行うよう義務付け、2014年からは同規模の建物の構造設計、設備設計もBIMで申請させ、2015年からは5,000㎡を超える建物の意匠、構造、設備設計の確認申請はすべてBIMで電子申請することとしている。

また、BIMを普及させるため、政府はBIM導入企業に対してソフトウェア、ハードウェアの購入費、教育費等に対して最大半額までの補助を行うとともに、BIMを適用するプロジェクトに対しても同様の補助金の交付を行っている。



図10 BIMプロジェクトとして申請されたプロジェクト（家のマーク）と補助金を交付されているプロジェクト（\$マーク）

## 6 まとめ

北欧や米国から始まったBIM活用による建設プロジェクト変革の流れは、加速しつつ世界中に拡大している。先行する欧米、それを追いかけるアジアという図式であり、日本でも国土交通省大臣官房官庁営繕部が2010年にBIM導入プロジェクトの開始を発表し、民間においてもBIMを適用した建設プロジェクトは広がりを見せているがBIMを活用したプロセスの変革は、容易なことではない。

米国では、プロジェクトデリバリーと呼ばれる契約形態を含むプロジェクト遂行方式の多様化が始まっているが、日本においては新技術としてのBIMの採用は拡大しつつあっても、社会システムとしての建設プロセスを変える圧力の高まりには至っていないからである。新技術としてのBIMの採用から社会システムとしての契約形態、設計報酬の仕組みや、設計と施工のあり方などの検討に至るには、暫く時間が掛かりそうである。

(参考文献)

- 1) McGraw-Hill Construction SmartMarket Report, The Business Value of BIM 2009 in North America
- 2) McGraw-Hill Construction SmartMarket Report, The Business Value of BIM in North America Multi-year trend analysis and User ratings (2007-2012)