

# Epistula

えびすとら



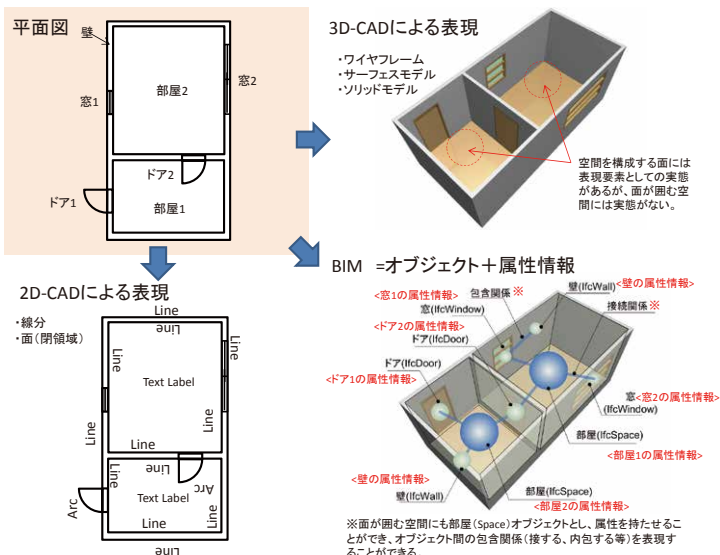
国立研究開発法人建築研究所  
Building Research Institute  
Vol.73 発行: 2016.4

## 特集 BIMと建築確認検査業務への応用

### BIMとは?

建築物の設計・施工や維持管理の場で「BIM」という技術の利用が急速に発展してきています。BIM(ビム)はビルディング・インフォメーション・モデリング (Building Information Modeling) の略語です。従来のコンピュータで作図する技術としてCAD(キャド)があります。これは、図面に描かれる図形を、線分や円弧、あるいは平板や柱状体などの立体形状の図形表現の要素に分割し、コンピュータで取り扱う事のできる情報として取り扱う方法です。CADには、線分や面で平面図形として表現する2D-CADや、立体図形として表現する3D-CADがあります。

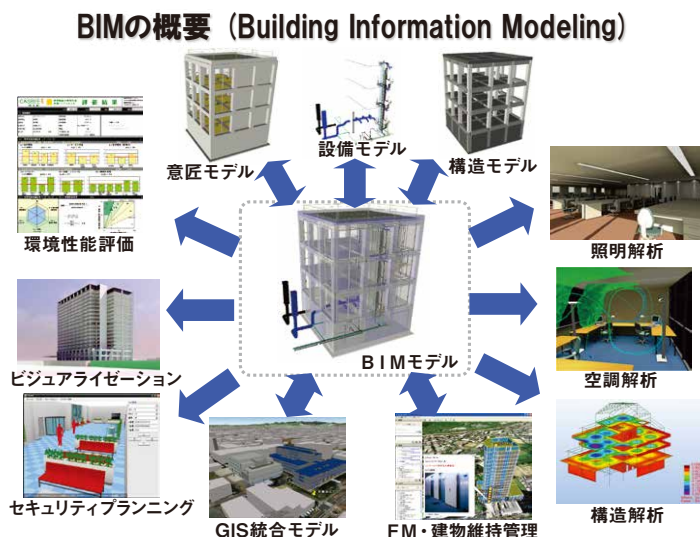
CADは単に平面や立体の形状を表現しているに過ぎないものですが、BIMは、3D-CADのように立体的にされる表現要素を、実際の建築物を構成する部位や部品に見立てたオブジェクト(Object)として取り扱い、オブジェクトの幾何形状に実際の建物に対応する部位や部品で用いられる材質や種類などの情報(属性情報)を合わせて収録出来る点が最大の相違点です。別の言い方をすれば、CADは建物の形のみを示し、建築物に関わる情報が分かれていたものが、BIMではこれらが統合化できるということになります。(図1)



■ 図1 CADとBIMの違い

建築物に関わる情報は様々です。建築生産の進め方は、建築物の外形や部屋のレイアウトに関する意匠設計をベースに構造設計、設備設計を進め、実際の建物の形状や材料を確定し、積算、資材調達を経て、施工に至ります。図面が中心の建築生産では、それぞれの立場に必要な情報は、それぞれの立場から必要となる情報を個々に集め、自身の図面や図書の作成に反映することを繰り返し、最終的に図面などの設計図書にまとめてゆきます。一方、BIMを用いる建築生産では建築物に関わる情報が、「BIMモデル」にまとめて収録させられるので、意匠、構造、設備、積算、調達、施工の立場の人々が1つのモデルの情報を共有して図面や図書の作成を進めることができ、さらに、その結果がBIMモデルに即時に反映されるため、異なる立場間での食い違い(不整合)が生じにくくなり、建築生産のスピードが早くなる、という優れた特徴があります。(図2)

建築研究所では、上記のような設計施工で活用されるBIMの特徴のうち、特に不整合が生じにくいという点に着目し、BIMを建築確認検査等の行政手続きに応用・活用できるかどうか研究を進めています。



■ 図2 BIMの利用場面 (IAI日本 資料より)

(出典:IAI 日本資料)

# BIM と建築確認検査業務への応用

## BIMの情報の要“IFC”と情報の流れ

CADは木造戸建住宅のような小規模な建築物にも使用されるほど、現在ではありふれた技術ですが、異なるCADソフトウェアで設計した情報の互換性が乏しいなどの問題を抱えています。BIMではいろいろな立場で建築物のモデルの情報を共有できるように、図形表現と建物に関する情報(属性情報)を標準化した書式で取り扱うようにしています。この書式をIFC(アイエフシー:Industrial Foundation Class)と言います。

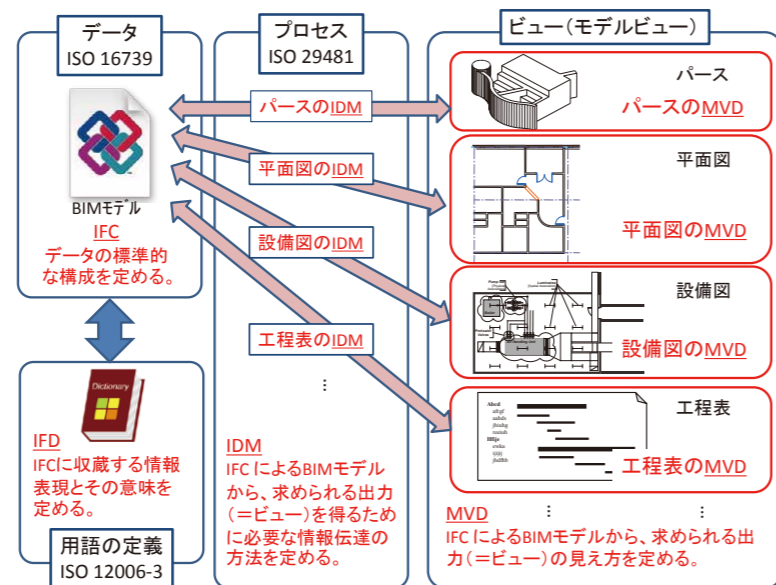
IFCの歴史は古く、1994年に12社の米国CAD関連企業によって設立され、1995年から非営利の団体として運営されているIAI(International Alliance for Interoperability:現在のbuildingSMART International)により提唱され、1997年1月にIFC Release 1.0が公表され、現在は、IFC 4がISO16739:2013として書式の国際規格化がなされています。

IFCは、建築物の部位や部品に見立てて3次元表現で描画されたオブジェクトの幾何形状のデータとともに、そのオブジェクトに関連する部位や部品の情報を目印(プロパティ)を付け、属性情報として収録したものです。情報の互換性を保つためには、IFCに収録する属性情報は、どのような物でもよいというわけではなく、万人が共通の理解を得られる物でなければなりません。そのためのIFCに収録する情報の定義を、IFD(アイエフ

ディー:International Foundation for Dictionary)と言います。

また、IFCを図面や書類の形で表す為には、「どのような形に表示するか」と、「どのプロパティの情報を組み合わせるか」の双方を決めておく必要があります。BIMでは、表現する形を、モデルビュー(Model View)あるいは単にビュー(View)とよび、「どのような形

に表現するか」をMVD(エムヴィディー:Model View Definition)で定義し、「プロパティの情報を組み合わせ」必要なビューを得る手順を、IDM(アイディーエム:Information Delivery Manual)で定義します。IFD、IDMについてはIFC同様にISOとして国際規格化がなされています。(図3)



■図3 BIMの「4要素」(IFC, IFD, IDM, MVD) とその関係

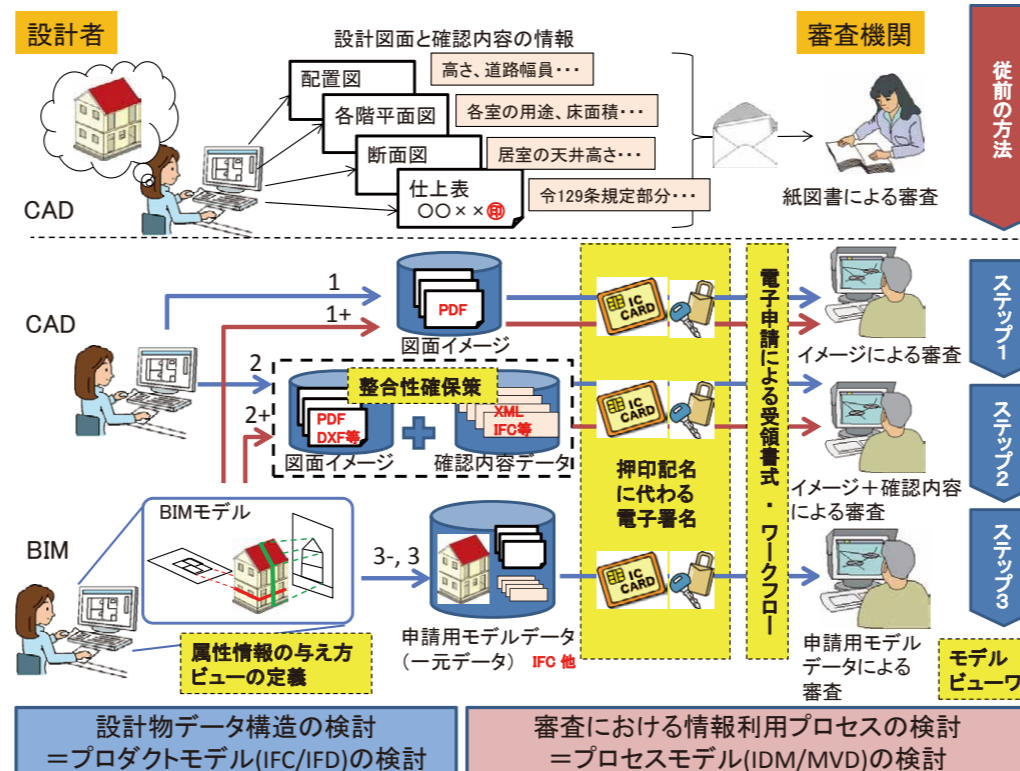
## 建築確認検査業務へのBIM応用の検討

建築確認は従来の書面による手続きに加え、平成27年(2015年)1月以降、電子申請による手続きがいくつかの指定確認検査機関でなされています。建築確認以外の分野では、確定申告などの電子申請による行政手続きが以前から行われており、建築確認は比較的遅く電子申請の取り組みが始まったのですが、諸外国では、情報通信技術が発展する2000年以降、建築確認や建築許可の電子申請手続きが行われてきています。これらは、建築図面や図書をPDF等の電子ファイルとして紙図書に代えて審査機関に送付する、いわゆる「ペーパーレス」とよばれるもので、図書の作成、送付や保存の手間を軽減させる目的で行われたものです。さらにいくつかの国では近年のBIMの発展に伴い、BIMで設計した建築物に対し、BIMの属性情報を利用して、審査を自動化して審査の手間を軽減させる研究が進み、シンガポールなど一部の国で実際の審査に利用されています。

これを踏まえ、建築研究所では平成24年度からの3カ年、個別重点課題「建築物の技術基準への適合確認に供する電子申請等技術の開発」に取組み、建築確認審査へのBIM技術の適用について中期的に取り組むべき課題の整理と開発目標の策定を行いました。

BIMの特徴は、1つのモデルの情報を共有して図面や図書の作成を進めることで、作られる図面や図書の整合性が高まるという点があります。そのため、今までのように平面図、立面図等々を都度作図するようなことが無くなり、図面間の不整合が少なくなると考えられ、審査の前段階で、不整合の確認のために費やす時間が大幅に削減できる可能性があります。また、BIMはコンピュータ上でモデルを作成するため、ペーパーレスにも対応できます。ただ、一足飛びにBIMによる確認審査を行うには、開発すべき周辺技術が多いため、従来の紙図書による審査をスタートとし、PDFによるペーパーレス審査の実現からBIMモデルそのものによる審査の実現に至る開発段階を「開発ステップ」として定義し、それぞれの段階で必要となる技術について整理しました。(図4)

大きく3つに分けた開発ステップですが、ステップ3のような、完全自動化した審査を行う国はまだ見られず、部分的な審査を行っているのが実態です。また、ステップ1,2についてもそれぞれの段階で、CADを拡張利用する場合とBIMを用いる場合とで、提出される書類の整合性の高さには差があることが分かります。(表1)(表2)



■図4 電子申請による建築確認の「開発ステップ」のイメージ(黄色い部分は、技術開発が必要な分野)

■表1 BIMを設計元とする建築確認における「開発ステップ」ごとの開発目標

開発ステップ	提出する書類やファイル	整合性の高さ	実施状況
0	CAD BIM 紙図書 <従前の方法>	—	○
0+	CAD BIM 紙図書+様式(帳票)のデータ <FD申請>	—	○ 1993~
1	CAD BIM PDF申請図書 <電子申請>	—	○ 2015.1~
1+	BIM BIMで作成したことが明示された、PDF申請図書 <「ステップ1+」>	○	—
2	CAD BIM PDF申請図書+様式(帳票)のデータ <電子申請>	—	○ 2015.1~
2+	BIM PDF申請図書+審査要素IFCモデルデータ <「ステップ2+」>	○○	—
3-	BIM IFCモデル <部分的自動計算等による審査>	○○	—
3	BIM IFCモデル <完全自動計算等による審査>	○○○	—

は、「建築物の技術基準への適合確認に供する電子申請等技術の開発」で技術的仕様を開発した分野

## 「ステップ2+」の技術

「ステップ2+」は、BIMによる設計を対象とした技術で、BIMモデルからの出力により提出する図面や図書の整合性を高めるとともに、BIMモデルのIFCプロパティ情報を審査対象項目のチェックリストとして用い、図面や図書に記載された内容や場所を検索可能とし、審査時における図面参照や記載内容の確認手間を軽減させる技術です。現在の電子申請と比べ、PDFによる図面や図書の他に、申請図面に表現される建築物の形状や一般的な属性情報に加え、建築確認審査項目への該当の有無が判別できる情報を含んだIFC書式によるBIMモデルを追加して提出する点が異なります。これを実現するためには、建築確認審査項目に関するIFCプロパティの定義と、PDF図面上に表現されるBIMオブジェクトの位置に関するIFCプロパティの定義が必要です。そこで、これらに対応する新たなIFCプロパティを定義し、「ステップ2+」の技術仕様として取りまとめました。

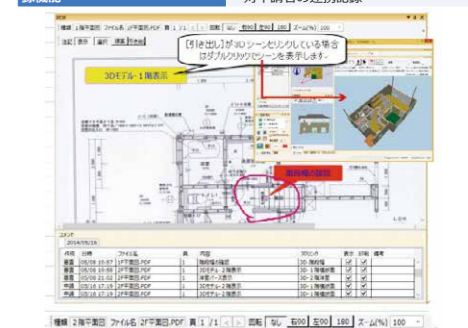
「ステップ2+」は、従来の電子申請に比べ提出する書式が多くなり、新たに定義されたIFCプロパティ情報の入力が必要となりますが、今後実際に使用されるBIMソフトウェアにこの技術仕様が実装されることで、申請者側は、BIMを使った今まで通りの作業で、受けられるBIMのメリットは維持したまま、確認に必要な書式の作成が容易になります。一方、審査者側も、整合の取れた図書や図面とともに審査に必要な情報を検索できるBIMモデルの提出を受け、スムーズな審査が可能になります。

「ステップ2+」のモデルビューは、図面や図書と建物の立体形状とを連動させて閲覧でき、図面や図書に記載されている内容を、IFCプロパティから確認できます。(図5)

また、施工の中間、完了検査の際、建築確認時に提出されたBIMモデルをタブレット端末で閲覧し、仕上り状態と骨組み(躯体)の様子を現地で切替え表示させ、出来方の

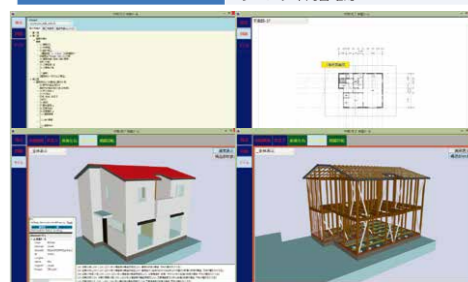
確認をするなど、検査業務の支援に用いることも可能です。(図6)(写真1)

主な機能	機能の内容
申請データの閲覧機能	・帳票ビューの表示 ・2次元図面ビューの表示 ・添付書類ビューの表示 ・3次元形状ビューの表示
申請データの確認、審査過程の記録機能	・審査者の連携記録 ・対申請者の連携記録



■図5 確認審査ツールの機能要件とスクリーンショット

主な機能	機能の内容
確認図面データの閲覧機能	・帳票ビューの表示 ・2次元図面ビューの表示 ・添付書類ビューの表示 ・3次元形状ビューの表示
検査業務の遂行を支援する機能	・モデルビュー切換え ・プロパティ内容確認



■図6 検査ツールの機能要件とスクリーンショット

## 今後の取組み

IFC等のBIMに関する規格策定を行う、buildingSMART International (IBIAI)では、建築審査部門のIFC利用に関する検討部会(Regulatory Room)を設けており、建築研究所からも部会のメンバーとして参加しています。BIMを用いた建築確認の発達度合の評価と、今後開発を進める国々への指標にするための電子申請の共通ガイドライン(e-submission common guideline)の原案として建築研究所で

討した「開発ステップ」の考え方を提案し、建築研究所のメンバーが主体となり規格化に取り組んでいます。

また、わが国の建築確認についても、審査項目の有無だけでなく、数量的、図形的な判断についてBIMの情報を活用する、「ステップ3」の技術の適用可能性についても、引き続き研究を進めます。(建築生産研究グループ 主任研究員 武藤正樹)

## 構造研究グループの研究成果 – 東日本大震災の教訓の活用に向けた取り組み –

2011年の東日本大震災によって主たる防災拠点施設である庁舎や避難施設の被害として、1981年の新耐震基準で設計された建築物、または旧基準の建築物に耐震補強設計がされた建築物においては、建築物全体が倒壊するような事例は確認されていません。しかしながら、設計時に十分な検討が明示的に求められていない部位については、その損傷が顕在化し、その結果、当該建築物が地震後、継続使用できなくなる事例（写真1～3）が確認されています。そこで建築研究所では、えびすとら Vol.50 で紹介しました新たな耐震性能の評価体系に基づき、「建築物の地震後の継続使用性」を要求性能とした性能指向型耐震設計の実施に役立つ設計手法の構築を目指した研究課題を H25 年度より開始しました。3つのサブテーマを構成して検討を行い、サブテーマ1で東日本大震災における特徴的な被害の特定とその要因分析、さらには地震後の継続使用性を確保する設計を行う際に必要となる要求性能を提案し、サブテーマ2では、その要求性能に応じた部位の損傷限界の評価方法について構造実験を行って技術資料を纏めました。サブテーマ3は、サブテーマ1および2で示される要求性能と部位の損傷限界状態を用いて、継続使用性の高い建築物の耐震設計例を作成しました。本研究課題の成果の一部は2016年1月に研究成果報告会として公開され、2016年3月にも建築研究所講演会でも紹介されました。本研究成果は今後の大地震が予想される地域に建設される庁舎や避難施設の耐震設計において活用されることが期待されます。



写真1 非耐力壁の大破 (庁舎)



写真2 定着部の被害 (体育館)



写真3 既製杭の大破 (共同住宅)

## Q & A コーナー

**Q：** 建築研究所のホームページの写真を使いたいのですが手続きが必要ですか？

**A：** 建築研究所のホームページの写真を使って頂くにあたって、事前に利用申請をして頂いています。

詳細については、以下ホームページに記載しているのでご確認頂けると幸いです。  
<http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/link/aboutlink.html>

●ご質問は、[epistula@kenken.go.jp](mailto:epistula@kenken.go.jp) までお知らせ下さい。

Q & A コーナーは、読者の方から頂いたご質問にお答えするコーナーです。

## 編集後記

今回の特集は BIM でした。建築に関わる種々の情報をもつ 3次元の立体をコンピュータ上で扱う技術です。元来、立体的で、一品生産が多い建築物の設計・施工・維持管理に、また建築確認や検査といった制度に対して、有用なツールとなることが期待されています。一方で、導入には様々な課題があることも事実です。新しいものに慣れるのには時間がかかるかもしれませんが、うまく活用して、建築生産や関連制度の合理化・省力化、ひいてはより豊かな社会の創造につながればよいと思います。インターネットやスマホの普及状況を見ると、案外早く進んでいくのかもしれません。

Voice では 5 年前の東日本大震災でも課題となった地震後の継続使用性に関する研究を紹介しました。35 年前にできた建築の耐震基準は倒壊等の最悪の事態を避けることに一定の効果を発揮していると考えられますが、私たちの生活スタイルや社会も変化しており、安全の考え方・とらえ方も変わってきていると思われます。

建築研究所は 6 年間の中長期計画としてこの 4 月から新たなスタートを切りました。4 年後の 2020 年には東京オリンピックが予定され、将来的には人口減少や気候変動など、社会や自然環境の変化も予想されています。BIM のような先端技術の活用から継続使用性を含む安全・安心の確保に至るまで、建築に関わる広範な分野で時代に即した研究を継続し、未来の創造に貢献していければと思います。(T.I.)

## 平成28年度科学技術週間に伴う 施設一般公開のご案内

建築研究所では、文部科学省が主催する「第57回科学技術週間」(平成28年4月18日～24日)への取り組みの一環として、4月24日(日)に一般の方を対象に実験施設と展示館を公開します。実験施設の見学は、1コース2～3施設を紹介するツアー形式で、実大火災実験棟やCLT実験棟などの施設にご案内いたします。各実験棟では、その施設で行っている研究を研究者が分かりやすくご説明いたします。また、展示館では建築研究所が取り組んでいる最新の研究内容をパネルでご紹介いたします。見学ツアーに参加される場合には、事前の予約が必要となります。

予約方法・ツアー内容等の詳細については、建築研究所ホームページ (<http://www.kenken.go.jp/>) に掲載いたしますので、そちらをご覧ください。なお、定員になり次第受付を終了させていただきますので、早めのご予約をお願いいたします。



Photo by M. Katô

# Epistula

えびすとら

第73号 平成28年4月発行

編集：えびすとら編集委員会

発行：国立研究開発法人 建築研究所

〒305-0802 茨城県つくば市立原1

Tel.029-864-2151 Fax.029-879-0627

●えびすとらに関するご意見、ご感想は

[epistula@kenken.go.jp](mailto:epistula@kenken.go.jp)までお願いいたします。

また、バックナンバーは、ホームページでご覧になれます。

(<http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/publications/epistula.html>)

