オートデスク
BIM 活用事例集 2016

AUTODESK

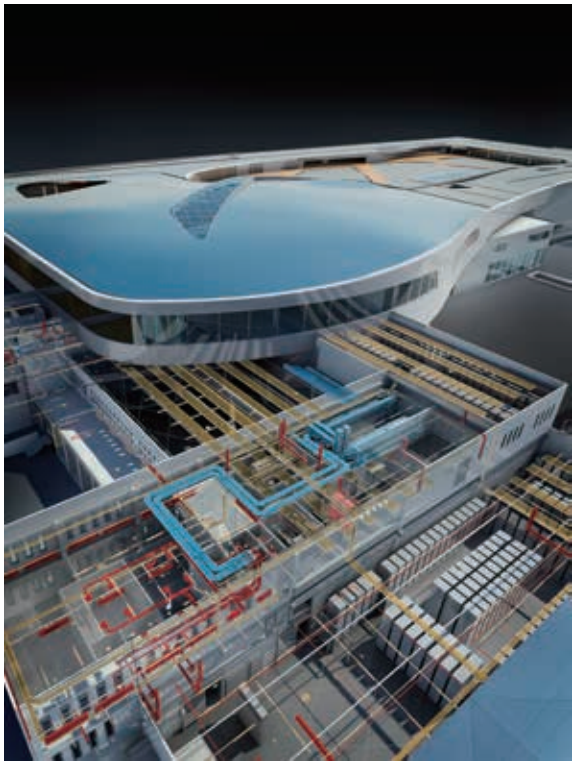
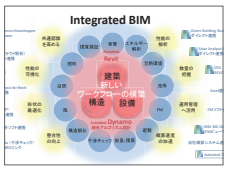


Image courtesy of ATP　　Image courtesy of ARBA Studios

CONTENTS

設計でのBIM活用事例



株式会社 日本設計　P.04

3Dモデリング前提のBIM（ビルディング･インフォメーション･モデリング）ワークフローを見直し、基本設計から施工、維持管理まで3Dモデルと属性情報を並行して活用できる「Integrated BIM」」のワークフローを構築

ソフトウェア：Autodesk® Building Design Suite Premium、Autodesk® Revit®、Autodesk® Dynamo、Autodesk® CFD

株式会社 東畑建築事務所　P.08

プロジェクト初期段階から施工者を巻き込みより良い建物を目指すBIM協働の新スタイル

ソフトウェア：Autodesk® Building Design Suite Premium、Autodesk® Revit®

株式会社 佐藤総合計画　P.12

BIMを駆使して作る新たな復興のシンボル　福島県「須賀川市新庁舎」建築プロジェクト

ソフトウェア：Autodesk® Building Design Suite Premium、Autodesk® Revit®

株式会社イトウ工務店 / 有限会社アミューズワークス　P.16

木造伝統構法にAutodesk Revitを活用　古民家再生の新しいトレンドを創る

ソフトウェア：Autodesk® Building Design Suite Premium、Autodesk® Revit®

フリーダムアーキテクツデザイン株式会社　P.20

あえてフルBIMは狙わない。自社に適したRevitの運用で住宅設計のBIM化を推進

ソフトウェア：Autodesk® Revit®

大成建設株式会社　P.24

Autodesk RevitとAutoCADで切りひらく木造伝統建築におけるBIM活用の可能性

ソフトウェア：Autodesk® Building Design Suite Premium、Autodesk® Revit®、Autodesk® AutoCAD®

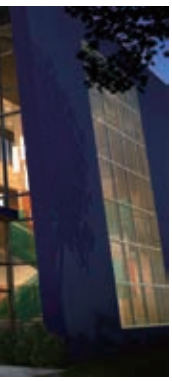


Image courtesy of VRRT

Image courtesy of Aedas Imaging

SHoP Architects社

P.28

アフリカのイノベーション拠点をAutodesk BIMソリューションで設計

ソフトウェア:Autodesk® Building Design Suite Ultimate、Autodesk® Revit®、Autodesk® 3ds Max® Design、Autodesk® Ecotect® Analysis

再開発事業でのBIM / CIM活用事例

東急建設株式会社

P.30

渋谷駅駅周辺再開発の施工に威力を発揮　BIMとCIMを統合した東急建設の「UiM」

ソフトウェア:Autodesk® Infrastructure Design Suite、Autodesk® Building Design Suite Premium、Autodesk® Revit®、Autodesk® Navisworks®、Autodesk® InfraWorks® 360、Autodesk® BIM 360™ Glue®、Autodesk® A360

建物管理でのBIM活用事例

前田建設工業株式会社

P.34

維持管理システムの実績からニーズを的確に反映　－BIMと連携し、3次元の“見える化”を簡単に実現－

ソフトウェア:Autodesk® BIM 360™ Glue®、Autodesk® Revit

表紙画像：Rendering courtesy of Denver International Airport (DIA) and Gensler

会社名
株式会社 日本設計

所在地
東京都新宿区

ソフトウェア
Autodesk® Revit®
Autodesk® Dynamo
Autodesk® CFD

Revit MEPとDynamoで設備の性能を決める日本設計のIntegrated BIM戦略

株式会社日本設計では3Dモデリング前提のBIM（ビルディング･インフォメーション･モデリング）ワークフローを見直し、基本設計から施工、維持管理まで3Dモデルと属性情報を並行して活用できる「Integrated BIM（インテグレーテッド ビム）」のワークフローを構築。その中心となるのは、オートデスクのBIMソフト「Autodesk Revit」と、属性情報を自動処理できる「Dynamo」だ。空調設計や施工図作成業務には他社のBIMソフトと直接連携できるツールも開発した。

Integrated BIMを展開する
日本設計3Dデジタルソリューション室のメンバー

「Integrated BIM」を推進する日本設計の千鳥義典代表取締役社長

「3Dモデル」と「属性情報」をRevitとDynamoで統合

株式会社日本設計(以下、日本設計)が推進する「Integrated BIM（インテグレーテッド ビム）」とは、建物の3Dモデルと属性情報を統合して建物の設計をトータルに行うワークフローを意味する。

意匠、構造、設備のBIMモデルをシームレスに扱えるようにするため、各部署とも「Autodesk Revit」を基幹BIMソフトにしている。そのため、データを交換したり、統合したりする時のデータが抜け落ちるなどのトラブルは全くない。

Integrated BIMで特に力を入れているのが、意匠と設備の統合だ。 Revit Architectureで建物の基本的な外形や間取り、開口部の大きさ、そして空調ゾーニングなどをBIMモデル化する。

そのモデルから、空調ゾーニングごとの空調負荷を読み取り、各ゾーンに必要なファンコイルユニットの容量や空調機の風量などを計算。自動的に機器の性能やガラリ（空気取り入れ口）などを選定するのだ。

建物の3D形状などから空調負荷を計算し、空調機器の性能を決定するために導入したのが、Revit用のアドオンソフト、「Dynamo（ダイナモ）」だ。

BIMモデルから面積や外熱負荷などの属性情報を必要に応じて読み取り、それを計算処理した後の、BIMモデルのライブラリーやデータベース上にある機器と照合して最適な性能や機器を選定したりする処理を担当している。

つまり、BIMモデルの作成は、その段階で必要最小限にとどめながら、使える属性情報を最大限に活用して、空調機の性能などを決める設計作業を、Dynamoが担っているのだ。

日本設計

株式会社 日本設計

1967年創立。社員874名(2015年4月1日現在)。建築、土木の設計・監理、都市計画・地域開発などの関連業務、リノベーション業務、コンサルティング業務を行う総合組織設計事務所。
創立当初より超高層建築の日本におけるパイオニアとして、さらには、1980年代以降は、「環境」をテーマとした多くの作品を創出し、「環境の日本設計」として活動。社会に求められる新しい価値を創出し、高品質な建築、都市づくりを目指している。

スペースと機器をつなぐ「機器記号」

基本設計の段階では、機械室にある空調機と、各部屋にある吹き出し口やファンコイルユニットなどは、単独でプロットされているだけで、BIMモデル上ではダクトなどはまだ3Dモデル化されていない。

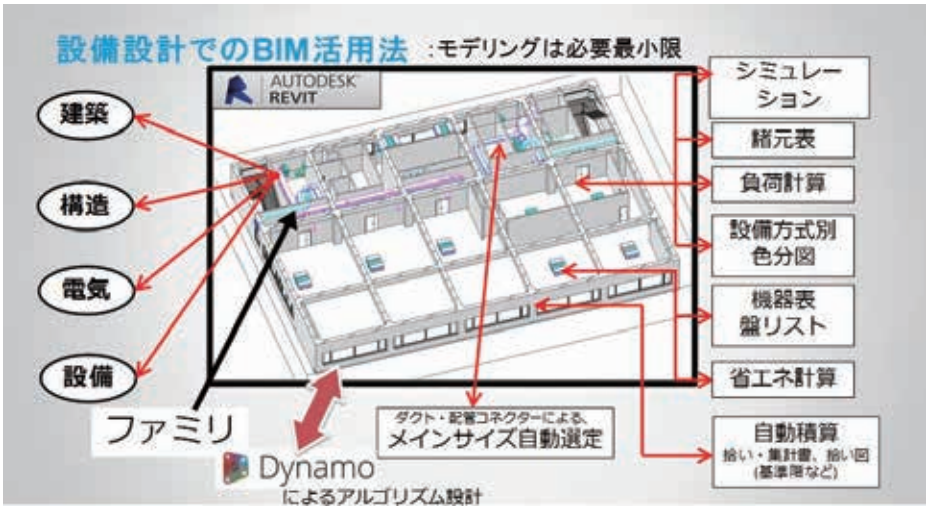
こうした段階で、フロントローディングによる機器の性能決定を行うために、日本設計が考え出した方法は、「対象機器記号」という属性情報の活用だ。この記号を、BIMモデル上のスペースに入力しておいてDynamoで連結する。

そして、BIMモデル上では機器をプロットしただけの状態で、その性能を決定する属性情報をDynamoによって決めていくことができるのだ。

この対象機器記号は設備設計だけでなく、建物完成後のFMにも活用できる。例えば、ダクトなどの3Dモデルを作成しシステムを構築しなくても、機器が故障した場合の影響範囲を、この記号から特定することができる。

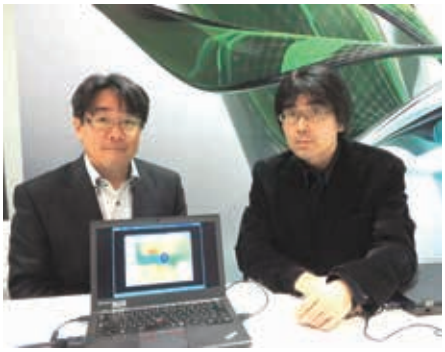
Dynamoや対象機器記号という属性情報の活用により、建物の開口部やゾーニングを変更すると、対応する対象機器記号の機器に求められる性能や大きさなども自動的に変わる。従来のように、設計変更の度に手作業で空調負荷を計算し、空調機の性能を求める手間ひまはかからない。

そのため、BIMモデルを修正しながら繰り返し検討を行い、設計の最適化を追求することも可能になった。



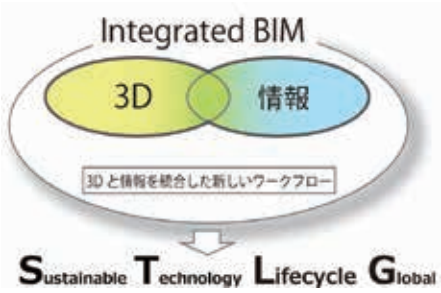
BIMモデルの属性情報を生かして空調負荷計算や機器の選定を行う「Integrated BIM」

Dynamoで機器の属性情報と建物のスペース情報を連携する



Integrated BIMについて語る
日本設計3Dデジタルソリューション室の
吉原和正氏（左）と室長の岩村雅人氏（右）

「対象機器記号」という属性情報を使い、機器の性能決定を早期に行う



3Dモデルと属性情報が並列の関係にある「Integrated BIM」の概念図

「3Dモデル先行」のBIMワークフローを革新

BIMとは、建物の「3Dモデル」をコンピューター内で構築し、その各部分に仕様や材質などの「属性情報」を入力しながら設計を進める方法とよく説明される。

そのため、属性情報をBIMモデルに反映するためには「3Dモデル先行」のワークフローになりがちだ。

確かに、納まりの調整や干渉チェックには、3Dモデルが欠かせない。しかし、機器や部材などは3Dモデルがなくても、性能や材質など、属性情報だけで設計が進められるものもある。

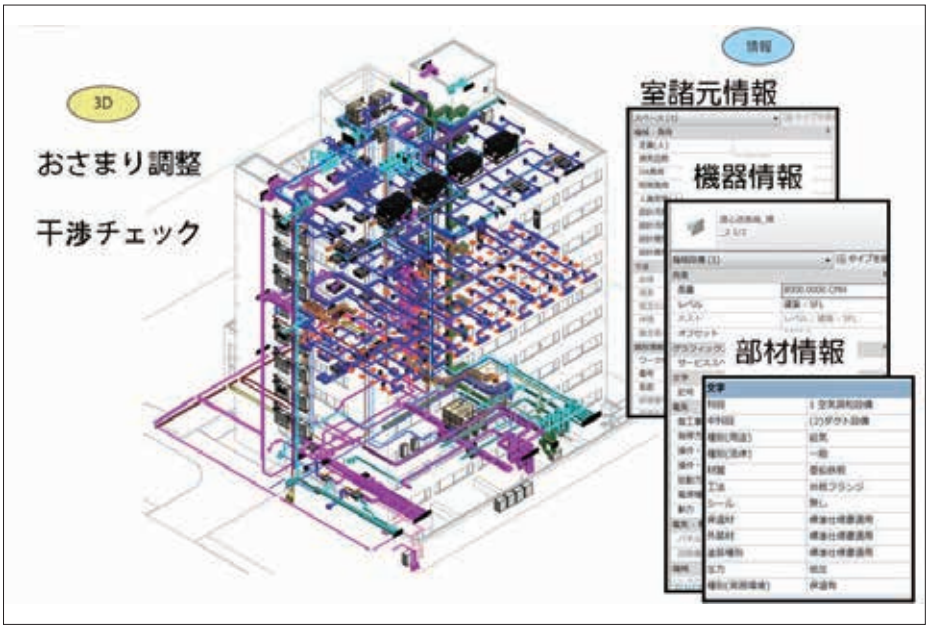
日本設計が展開する「Integrated BIM」は、無理に3Dモデル化を急がないのが特徴だ。 3Dモデルと属性情報は最終的には一体化するものの、部材や機器の性能などの属性情報は、3Dモデルとは切り離して設計を進めていくこともできるのだ。

そのため、設計の初期段階では属性情報が3Dモデルより先行して決まることもある。例えば、空調機に求められる性能は、建物の向きや開口部の大きさ、空調ゾーニングなど、基本設計段階で決めることができる。

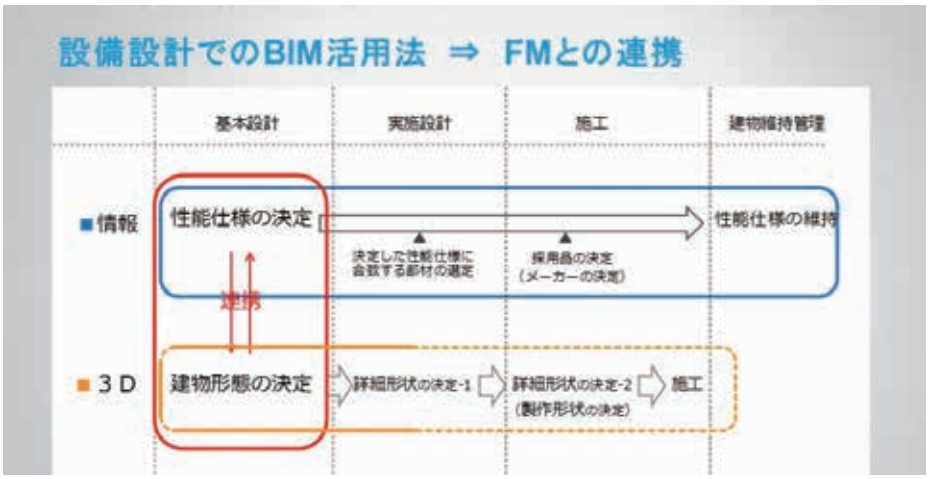
しかし、実際に建物に設置されるファンコイルユニットのメーカーや型番などは、施工段階にならないと決まらない。

そこで、基本設計段階では空調機を模した簡易的な3Dモデルに属性情報を入れておき、設計や施工が進むにつれて3Dモデルをより具体的なものに差し替えていく方法で、初期段階から属性情報をBIMモデルに入れておくのだ。

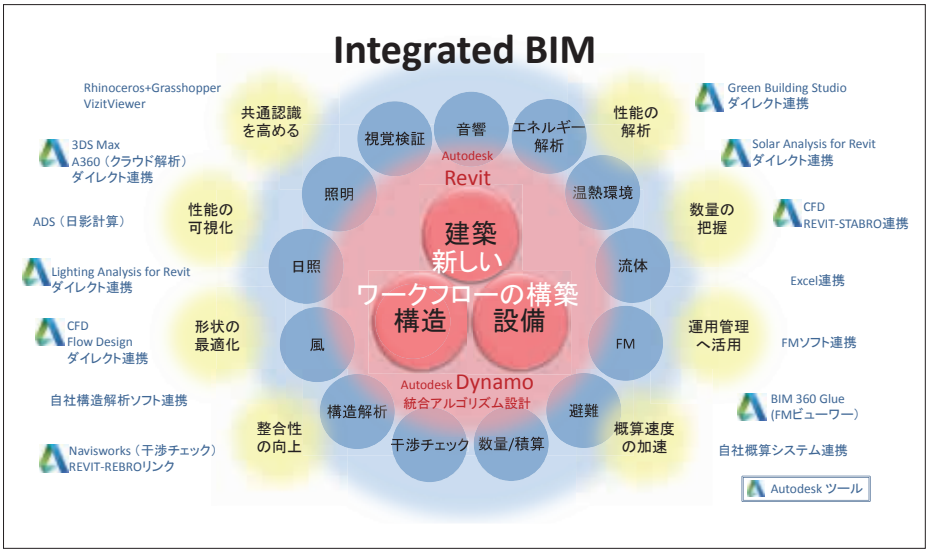
こうした方法を採用することにより、BIMモデルの属性情報を生かした検討がしやすくなった。3Dモデルの完成を待たずに属性情報による検討が行えるので、設計、施工、維持管理のフロントローディングが可能になった。



BIMモデルに含まれる3Dモデルと属性情報は分けて扱える場合もある



FMまで続くIntegrated BIMのワークフロー

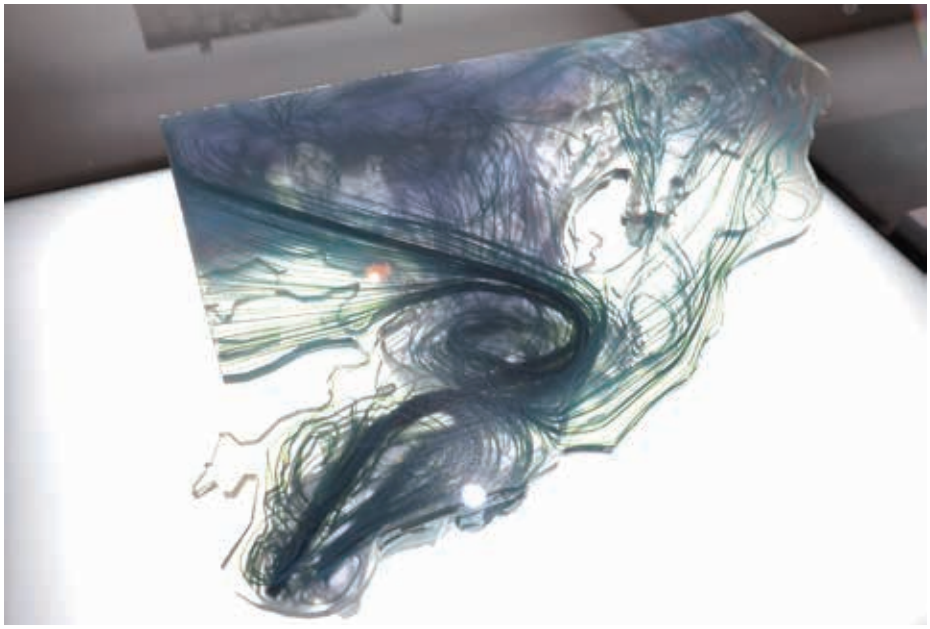


日本設計がオートデスクとの提携で実現した新しいワークフローの概念図

こうしたIntegrated BIMの取組みは、上越市新水族館の水槽の設計にも生かされた。この水槽は、日本海の海底地形を縮小した複雑な形になっている。
水族館の建屋自体の設計はこれからだが、複雑な水槽の中を水がよどみなく循環し、かつ魚を来場者に見やすいように分布させるために、日本設計は水槽の地形を3Dモデル化。そして数値流体力学ソフト「Autodesk CFD」を使って水流を解析したのだ。
通常は、建屋の設計が固まってから水槽の設計に着手し、最後に解析を行って性能を確認するところだが、既にその検討は済んでいる。水流という属性情報を、フロントローディングで既に得た形だ。

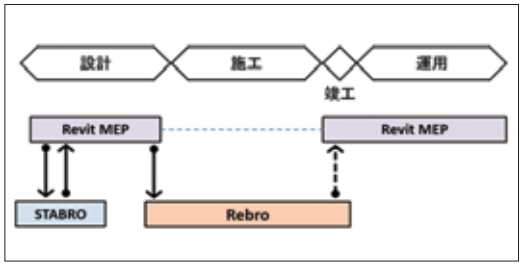
Revit MEPとRebro、STABRO負荷計算の連携を実現

日本設計とオートデスクは、2014年8月27日、次世代BIMの実現をめざしてパートナーシップを締結した。その成果は、着々と上げつつある。その一つが、Revit MEP 2015とイズミシステム設計の「STABRO 負荷計算 for Revit」との、データ交換機能の開発だ。
「STABRO 負荷計算 for Revit」によって、Revit MEPで作成した建築モデルから、壁や窓などの躯体情報や方位別の外皮・窓面積、部屋の負荷計算用の諸元を自動的に抽出できるようになった。
また、Revitで設計した設備BIMモデルを、NYKシステムズの設備用BIMソフト「Rebro2015」に、3D形状と属性情報を保ったまま、高精度にデータ交換する機能の開発も進んでいる。
既にRevitから建築と構造のBIMモデルをRebroに受け渡す機能は完成し、現在は設備についても同様な機能開発中だ。
これらの機能により、Revit MEPで作成したBIMモデルは、Rebro2015でさらに詳細モデル化し、施工図作成までを行えるようになりつつある。
これらの機能は、オートデスクのアプリ提供サイト、「AUTODESK APP STORE(https://apps.autodesk.com/ja)」内で、無償提供される。
日本設計は今、Integrated BIMという設計から施工、維持管理までを横断するBIMワークフローを実践し、建築設計事務所の在り方を追求している。この取り組みは、日本のBIM界に新しい旋風を吹き込むことになりそうだ。


上越市新水族館の水槽内の水流を「Autodesk CFD」で解析し、3D プリンターで模型化したもの

RevitとRebroの連携機能の開発も進んでいる

Revit MEPとSTABROの連携



Revit MEPとSTABRO、Rebroのデータ連携イメージ

会社名
株式会社 東畑建築事務所

所在地
大阪市中央区

ソフトウェア
Autodesk® Revit®

プロジェクト初期段階から施工者を巻き込み より良い建物を目指すBIM協働の新スタイル

全社への導入を進める前に、まずBIMとは何かを見きわめ 設計事務所としてどのように使うべきかを見定めていく

「JA兵庫信連 姫路支店」外観合成パース

総合建築事務所の BIM導入への5つのフェーズ

東畑建築事務所は、建築家・東畑謙三氏が創設し、80年余の歴史と実績を誇る総合建築設計事務所である。建築設計、監理、都市計画、地域計画を中心に、調査・企画からコンサルティング、マネジメントまで幅広く展開しており、特に大規模な都市開発やランドマーク的建築物のプロジェクトで多数の実績を蓄積している。そんな同社だけに、BIMという新しい建築手法にもいち早く着目。2006年頃には、情報企画室が中心となってその研究を開始していた。当時を知る情報企画室の主管 中田秀司氏は語る。

「全社への導入を進める前に、まず“BIMとは何かを見きわめ、設計事務所としてどのように使うべきか”見定める必要がありました。そこで約1年半ほど研究を行い、準備を進めていったのです。その過程でBIM設計に使用するツールの選定も実施。各社のBIM製品の中からAutodesk Revit（以下Revit）を選定しました」。これはRevitが、BIMの活用を進めていく上で充分な機能を備えていたのはもちろん、操作性とコストパフォーマンスの点でも同社の要求を満たしたからである。そして2009年、同社はこのBIM導入の流れを段階的に進めるため、BIM展開フェーズと各フェーズにおけるBIM運用目標を策定。これを全社の年次スケジュールに盛り込んだ。このBIM展開フェーズとは以下の通りである。

【フェーズ1-1：3Dモデリング】
・3Dモデルによる試行（外観／内観レンダリングなど）
【フェーズ1-2：基本設計段階・一般図面化】
・基本設計段階での試行（フェーズ2のリスト作成機能を含む）
・モデルプロジェクトによる試行（実施1物件）
【フェーズ2：リスト作成機能】
・モデルプロジェクトによる試行
【フェーズ3：環境シミュレーション】
・モデルプロジェクトによる試行（実施1物件）
【フェーズ4：実施設計・エンジニアリング部門連携】
・モデルプロジェクトによる試行（実施1物件）
【フェーズ5：基本設計・実施設計・確認申請までのBIM運用】

こうして動き始めたBIM導入計画に基づいて、そのファーストステップとなる【フェーズ1-1】モデルプロジェクトが開始された。担当したのは、同社の設計室長を務める上羽一輝氏である。上羽氏は当時から同社のBIM普及活動を主導し、現在もBIM設計リーダーとしてこの活動を牽引している。上羽氏は語る。

「フェーズ1-1として最初にRevitを活用したモデルプロジェクトは、ある大手製薬会社の研修所でした。私たちもRevitを実務に使うのは初めてだったので図面への連動までは行わず、計画通り3Dモデルを作成してプレゼンテーション用途を中心に活用していきました。それでも従来のように図面でプレゼンや打合せを行うのに比べ、施主に設計意図を伝えイメージを共有するのがずっとスムーズだった実感があります」。

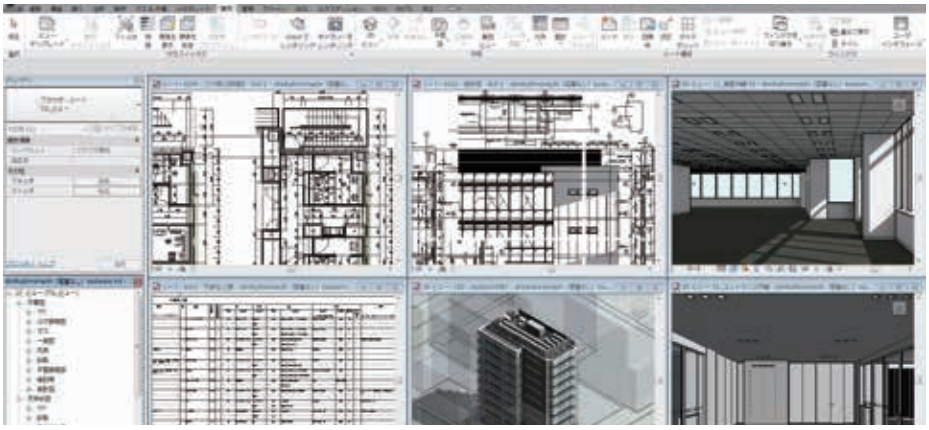
このとき上羽氏らがRevitを用いて制作した内外観の精密なレンダリングパースは、特に施主との内外装の仕様決定の打合せ等において大いに威力を発揮した。目標としていた3Dモデリングの実効性は確かなものとして確認されたのである。まさに、これが東畑建築事務所のBIM導入・活用への本格的な展開の始まりとなったのだ。

東畑建築事務所HPより

株式会社東畑建築事務所
http://www.tohata.co.jp/

本　　部	大阪市中央区
創　　業	1932年12月
資 本 金	1億円
事業内容	建築・土木・造園の設計監理、都市計画およびこれらに関連する調査・企画・コンサルタント業務
社 員 数	313名（2015年6月）

フルBIMにこだわらずプロジェクトに合ったBIMを――柔軟な取組みがBIM活用の自由度を増し、普及を加速する



「新伏見町ビル」フルRevitプロジェクト

パース制作から図面、表、そして実施設計へ

東畑建築事務所によるBIMチャレンジのセカンドステップ、すなわち【フェーズ1-2】の基本設計段階・一般図面化を目標とするモデルプロジェクトに選ばれたのは、某保育園の建築プロジェクトだった。約750平米という比較的小規模な建物だったが、基本設計段階で、Revitによる3Dモデルから2D一般図の生成が試行された。 BIMの取組みが始まったばかりの当時としては、これも難度の高い挑戦だった、と上羽氏は言う。

「図面作りで苦労したこともあり、この保育園プロジェクトでは、BIMの運用にかかわる問題点がいろいろ見えてきました。そこでオートデスクの協力も得ながら皆で協議を重ね、BIM運用のための環境整備の必要性を確認し、これを機に当社でもRevitに特化したテンプレートや制作ガイドラインを作り始めたのです」。

プロジェクトそのものは、3DのBIMモデルと各2D図面の連動により平面・立面・断面図間の整合性が実現され、設計変更等への対応の効率化や整合性の確保、作図時間の短縮など成果を上げた。一方、テンプレートは、当初、内部制作が進められたが、やがて外部の協力も得ながらひと通りのセットを完成。東畑建築事務所版Revitテンプレートとして運用を開始した。内部制作だったためバージョンアップへの対応や細かな不具合の修正等に手間取るという問題もあったが、やがてこれをベースに外部コンサルタントの支援を得て整備しなおされ、現在も同社オリジナルのRevitテンプレートとして活用されている。

こうしたさまざまな成果を受け、次に上羽氏らがチャレンジしたのは、【フェーズ2：リスト作成機能】と【フェーズ4：実施設計・エンジニアリング部門連携】への取組みである。このフェーズでは、某健康診断センターがモデルプロジェクトに選ばれた。そして、特にBIMの「I」＝「Information」にかかわる機能の検証が課題となった。つまり対象建物の形状だけでなく、さまざまな部材・部品の集合体――すなわち建物データーベースとしてのBIMモデルの活用である。実際、このプロジェクトでは、Revitで作成した3Dモデルに、健康診断センターという施設ならではの大量の測定機器や備品、家具など膨大なオブジェクトが収納され、データーベースとしてのBIMモデルが仕上げられたのである。これらのオブジェクトは自動集計され、仕上げ表や建具表、面積表等々の表にまとめられて活用されたのである。また、もう1つのテーマである実施設計についても、このBIMモデルから切り出した図面を元に1／50の平面詳細図を作成するなど、成果を上げている。

「同時期の他の取組みとしては、当社の元大阪事務所改築プロジェクトがあります。以前の大阪事務所は御堂筋を挟んで反対側にありましたが、老朽化に伴い建替えすることになったんです。そこで、この際、全部Revitでやってみようという話が持ち上がり、初めて実施設計から確認申請まで含むフルRevitに取り組むことになったのです」。

この元大阪事務所「新伏見町ビル」改築プロジェクトの取組みにより、BIMを用いた実施設計に大きな手応えを感じた上羽氏らは、他でも幾つか、このようなフルBIMを取り入れたプロジェクトを手がけ、それらの成果を結集してさらなる一歩を踏み出した。それが、IPD方式を独自に応用したゼネコンとの協働BIMの展開である。

建設会社を巻き込む新たなBIM協働

「2012年の後半、当社ではBIMの運用をさらに加速するため、大阪本社の設計部内にBIMチームを設立しました。そして、このチームで扱う案件については、何らかの形でBIMを使って設計することがルールとなりました」。

このBIM専任チームの中心的な取組みとなったのが、IIPD方式をイメージした建設会社との協働BIMの取組みである。 IPD＝(Integrated Project Delivery)とは、元々はアメリカの建設業界で生まれた新しいビジネスモデルの1つである。建築プロジェクトの初期段階から発注者と設計者、施工者等が密接に協力し、より良い建物を作るために共同で有効な決定を行ってプロジェクトを進めていく――という協業スタイルだ。

「この方式を応用するきっかけとなったのが、某音楽ホールの建替プロジェクトです。この時はデザインビルド方式が採用され、大手建設会社と組んでBIMモデルを協働で活用していくことになったのです」。具体的には、堤氏らが作った意匠モデルとその建設会社が作った構造モデルを重ね合わせて統合モデルを作成し、これを使って設計検証を行っていこうという取組みである。東畑建築事務所のBIMチームにとっては初めてのチャレンジだったが、だからこそ建設会社側BIMチームと密接な協働作業を進めて行く中で、さまざまな発見があったのだという。

「それまで複数のプロジェクトでRevitを実施設計にまで使い、BIMでできるさまざまなことを実感できたわけですが、その反面これほどボリュームがある作業を自分たちだけでやりきるのは難しいとも感じていました。そんな時にこの案件で

「某保育園」のRevitモデル

「某健康診断センター」のプロットシート

Revitによる作業風景1

建設会社との協働を経験し、早い段階で他社を巻き込んで協業していくことの重要さに気づいたんです」。
簡単に言えば、プロジェクトの初期段階から建設会社や建設協力会社をBIM協働に巻き込んでいくことで、自分たちだけでは対応しきれなかったさまざまなBIM活用を実現していこうという狙いである。このやり方ならそれまでできなかったシミュレーションも試せるし、トータルな作業効率もさらに向上させられるというわけだ。ちょうど上羽氏のもとに基本設計の発注案件が“滑り込み”で次々と続いていたこともあり、上羽氏はこの考えをさらに推し進めた、東畑式IPD方式というべき新しいBIM協働を提案した。
「プロジェクトの初期に施主に施工者を選定してもらい、早い段階でその建設会社を巻き込んだプロジェクトチームを編成しようと考えました。そして、選定された建設会社にBIM協議をしながら進めていこう、と提示したんです」。
この時、上羽氏が建設会社に示した現場説明書では、東畑建築事務所が制作した意匠設計モデルに、建設会社が生産設計・施工技術観点からも情報をインプットし、設計者のマネジメントのもと、BIMモデルとして仕上げて、これを以降の工程で幅広く活用していくことを提案していた。さらに工事前に作成する見積りに必要となる多くの図面類についても、建設会社も協働してこのBIMモデルから生成し、体裁を整えるよう取り決めたていった。もちろんこれにかかる経費負担など、さまざまな調整も必要となったが、この新たなBIM協働に対するゼネコン側の関心も大きく、複数のプロジェクトでこの東畑式IPD方式が実施されることになったのである。
「これらのプロジェクトでは、従来のBIM活用の項目に加え、私たちだけでは活用が難しかったシミュレーション等も盛んに使うことができました。たとえば配筋モデルを用いた配筋の干渉チェックや実際の設備配管と構造フレームへの干渉チェック、特に免震建物の免震層と外部躯体の干渉など図面で見ても分からないものですが、プロジェクターでBIMモデルを映写しながら皆で検証するなど、きわめて分かりやすくスムーズに進められたのです。まさに3次元的な生産設計が可能になった感じでしたね」。

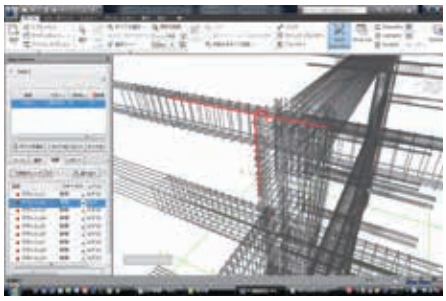
「某スタジアム改修プロジェクト」Revitモデル

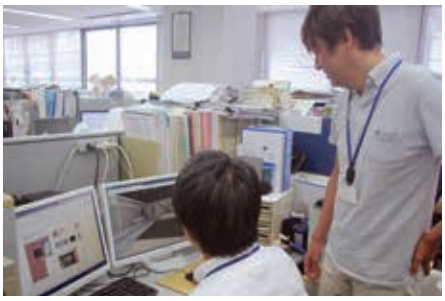
「某アリーナ計画」サイトラインチェック

柔軟な姿勢でBIM活用の自由度を増していく

2015年度、全社の組織変更にともないBIMチームは第3設計室として再編された。これによって、これまでのBIMチームに集約されたBIM推進の段階からステップアップして、全設計室でBIMを推進していくこととなった。
「なかでも第3設計室では、音楽ホールやアリーナ、スタジアムといったスポーツ施設等の設計を担当しています。これらの施設では、たとえば観客席の設計などに3次元ツールが欠かせません。つまりBIMを率先して使うべきプロジェクトが集まってくる設計室なのです。第3設計室以外の設計室では、BIMチーム出身の設計者が配属されたり、社内講習を実施してBIM設計者を育成することによって、プロポーザルの提案書作りや計画モデル作成にRevitを使うケースがどんどん増えてきています」。実際、時にはRevitのライセンスや設計専用ワークステーションが順番待ちになることもあるほど、同社のBIM普及は着々と進んでいる。こうした背景には、上羽氏らのBIM活用に関する考え方の変化も影響しているようだ。
「取り組み始めたばかりの頃は“せっかくBIMをやるのだから、パースだけ作るような使い方は駄目だ”という思いが強く、他の設計者への指導もそういう方向に向いがちでした。しかし、多くのプロジェクトを経験するうち、BIMはもっと柔軟に使えばいいと思うようになったんです」。
たとえばRevit初期モデルから、パースを作成してデザインシミュレーションを行い、施設規模を集計機能で算定し、平・断・立面図まではモデルから生成するものの、あとはAutoCADで設計するというようなやり方も、ある種のBIM連携なのだ、と現在の上羽氏は考えている。つねに図面全てをフルにRevitを使って描こうとする必要はなく、AutoCAD等も連携させながら、プロジェクトにあったやりやすいBIMを導入すれば良いのである。そんな柔軟な姿勢が、結果としてBIM活用の自由度を増し、普及を加速したのである。事実、現在では同社が進めている全プロジェクトの3割に及ぶ案件で、何らかの形でBIMが使われるようになっているという。この数字は現在も増え続けており、その具体的なメリットも確実に顕在化している。
「一番感じるのは、“物事が決まる早さ”です。Revitで作ったモデルがあれば、プレゼンも初期段階から高品質なパースやアニメーションまで見せられます。だからお客様も早い段階でイメージを把握できるし、私たちもデザインの方向づけがしやすいのです」。しかも、パースを外注していた時のようにコストを気にする必要もないから、以前のように1～2案といわず3案でも4案でも提案できる。自ずとお客様の意思決定も加速されるのだという。
「さらに上流工程の話でいえば、たとえばお客様の構想の中でまだプロジェクトが十分練られておらず、迷っておられる段階でも、Revitで具体的なイメージを提供することで、その気持ちを一気に“やってみようか!”と前向きにすることも可能です。今後は原点に戻って、そんな風にお客様の事業意欲を高めていくプレゼン手法というものに取り組みたいと考えています。社内への更なる普及も含め、やることはまだまだたくさんありそうですね!」。

PC鋼線と配筋の干渉チェック


配筋チェックにより干渉部分を検出


Revitによる作業風景2

BIM協働の新しい形、それはきっと日本の建築業界を変えていく

今後の取り組みとしては、容易に効果の高いプレゼンテーションができるように、様々なBIM関連ソフトとの連携をはじめ、スキルアップをはかり、これまで以上に、早期でクオリティの高いイメージ共有･意志決定を推進していくことによって付加価値の高い設計品質を確保したいと考えています。また、他社とのBIM協働についても、これまでの経験を生かして、検証を継続したいと思っています。これまで我が社では、大規模研修施設に始まり、オフィスビル、スタジアム、音楽ホール、病院など様々なジャンルでBIMに取り組んできましたが、今後は、更なるジャンルでもBIM化に取り組んで行きたいと考えています。当社では大型ショッピングセンターなどに携わることが多いので、事業収支の根拠となる床面積の自動算定や、デザインシミュレーションなど、Revitの機能を活かした展開も考えたいと思っています。

株式会社東畑建築事務所
設計室長
BIM設計リーダー
上羽一輝 氏

Revitを使い始めた当初は、データ連携に関する情報やスキルも乏しい状態であったことから、極力Revit内で完結するするように作業していました。しかし現在は、実務において LUMION や Piranesi といった他ツールとの連携の実績を得る中で、その有効性に他のスタッフからもこれらを使って表現の幅を広げたい、といった要望もあがって来るまでになってきています。もちろんBIMモデルからの図面化やRevitの教育の問題などもさらに注力して行く必要がありますし、構造や設備との連携なども実務的なレベルに発展させていかなければなりません。色々な意味でBIM活用は、まだまだこれからが本番ですね。

株式会社東畑建築事務所
情報企画室　主管
BIM設計推進担当
中田秀司 氏

Revit導入初期から、各種プレゼン等に活用し、実施設計から確認申請まで行ってきました。 BIMの取組のひとつとして、実物件の中でモデルから切り出した実施設計図書の作成に一時期は注力してきましたが、最近は設計初期での顧客プレゼンにも力を入れています。粗い3Dモデルから簡単にクオリティの高いパースを生成するなど、限られた時間の中で効率良く成果品をつくることを意識しています。いずれにせよ、今後はBIMでしかできない取組、BIMならではの設計行為というものを考えていく必要があると認識しています。

株式会社東畑建築事務所
設計部　主管
BIM設計推進担当
堤 有人 氏

現在はプロジェクトの立ち上げ段階から具体的な完成イメージをクライアントに提示し、事業意欲の向上や事業推進を活発化させるプレゼンテーションのあり方について考えています。このためには、すばやく作成でき、かつ完成度の高いアウトプットが重要になります。 Revitでの手際のよいモデリングと LUMION 等のツールの組み合わせにより、短時間で「魅せる」プレゼンテーションの工夫を探っていきたいと思っています。

株式会社東畑建築事務所
設計室　主管
根木和人 氏

「BIM設計の最適解」―抽象的ですが、今はその答えを探りたいと考えています。以前Revitを用いて初めて実施設計を行った際に、図面表現等に苦しんだ経験があり、その時にBIMの特性を活用した設計方法＝「BIM設計の最適解」が見えていれば、もっと効率的に設計を進め、より良いものができたのではと痛感しました。実際その後の物件では、作図等にかかる時間を短縮し、デザインに費やす時間を増やすことができたので、確実にBIM設計の手法が洗練されていくのを感じています。まだまだ見えない部分が多いですが、図面表現だけでなく、BIMならではの設計手法をじっくり深めていきたいですね。

株式会社東畑建築事務所
設計室　技師
BIM設計推進担当
馬場大輔 氏

導入初期より手探りの状況の中で、どのような活用ができるか実験的にRevitを使い始めました。現在に至るまで、係る全ての物件において、基本設計の初期段階よりモデルを立ち上げ、設計の立場としての空間把握、また、施主に対して3Dを活用したプレゼンを行うことを繰り返し実施しています。施主側も3Dでのプレゼンはすでに当たり前であり、設計側に求められるプレゼン能力も高める必要があると常に感じ、どのようにRevitが活用できるか追及する必要があると思います。個人的には基本設計までRevitで作り込み、細かな納まり等は従来通り 2DCAD で行っていることが多く、実施設計への活用は今後の一つの課題です。

株式会社東畑建築事務所
設計部　技師
串本佑介 氏

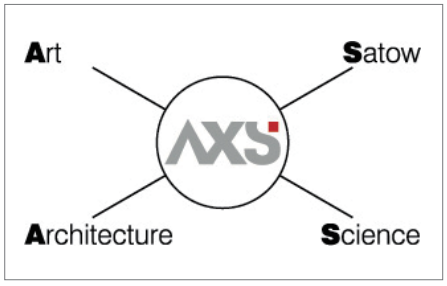
会社名
株式会社 佐藤総合計画

所在地
東京都墨田区

ソフトウェア
Autodesk® Revit®

当社の略称である「AXS」とは、Art（芸術）、Architecture（建築）、Science（科学）、そして創設者・佐藤武夫のSatow（佐藤）の頭文字を組合せたものであり、建築における芸術と科学の融合は当社の重要な設計理念といえます。それだけにアートとしての建築を分かりやすく表現し、シミュレーションなどテクニカルな機能も備えたBIMは、AXSの理念実現に最適なツールといえます。時代の要請に応えるためにも、AXSの理念を実現していくためにも、BIMの活用は最適かつ必然なのです。

株式会社 佐藤総合計画
環境情報センター
IT・BIM部門 チームリーダー（TL）
漆迫善治 氏



佐藤総合計画の略称「AXS」は「Art」と「Architecture」、そして「Science」に「Satow」の融合を表現している

BIMを駆使して作る新たな復興のシンボル 福島県「須賀川市新庁舎」建築プロジェクト

Revitを核にしたBIMの運用を通じて実現する Art + Architecture + Science + Satowの設計理念

Revitのデータをもとに制作した「須賀川市新庁舎」のCGパース

須賀川市復興のシンボルをBIMで

須賀川市は福島県中通り中部に位置する人口約7万6,000人の都市である。市の南東部には福島県の空の玄関口である福島空港を擁し、札幌や大阪、ソウル、上海への定期便が就航するなど、臨空都市として着々と発展している。しかし、その須賀川市は2011年3月11日の東日本大震災により震度6強に及ぶ大地震に襲われ、市内西部にある藤沼ダムが決壊。約4,750戸の家屋が全半壊するという大被害を被った。このとき須賀川市庁舎も壁、柱などの主体構造躯体が大きな被害を受けて使用不能となり、全壊判定を受けて最終的には解体に踏み切らざるを得なかった。その後長くプレハブの仮設庁舎での行政運営が続いたが、震災から3年が経過した2014年、新たな行政機能の再構築、防災拠点の整備とともに、須賀川市の復興のシンボルとしての新庁舎設計、プロポーザルが実施された。

「このプロジェクトは須賀川市が公募型プロポーザルにより設計者の選定を行い、多くの応募者の中から当社が選ばれました。プロポーザルで提出した提案書において、私たちが1つのポイントとしたアイデアが、コミュニケーションツールとしてのBIMの活用でした」。

そう語るのは、この須賀川新市庁舎建設プロジェクトの設計者として選定され、基本設計・実施設計・施工監理を担うことになった佐藤総合計画（以下AXS）の漆迫善治氏である。漆迫氏はAXSの環境情報センターでIT・BIM部門のチームリーダーを務めており、同社におけるBIM導入の主導的役割を担っている。

「当社では2009年頃からBIMを用いた実案件での活用を開始していましたが、当時は組織だった取り組みというより、各設計者の個人ベースでの試行が中心でした。ツールについては、設計部隊がずっとAutodesk AutoCAD（以下AutoCAD）を使っていたので、その流れでごく自然にAutodesk Revit（以下Revit）を導入しました。正式にチームを作りRevitを駆使して本格的にBIMに取組んだのは、この須賀川新市庁舎のプロジェクトが初めてということになります」。

その後、2014年には正式にBIM推進室も発足し、社内へのRevitの普及も急ピッチで進めているが、だからこそこの須賀川新市庁舎建設計画は、AXSのBIMの取組みにおける大きなターニングポイントとなったのである。

こうして2012年11月に始まった新市庁舎の基本設計は2013年5月に完成し、続いて実施設計も2014年3月に完了。建設工事は2014年秋に着工され、2015年度末の竣工をめざして進んでいる。

同プロジェクトの概要としては、基本計画の敷地面積は約16,600平米。建築面積は約4,300平米で、延床面積は約17,300平米の地上6階地下1階建て。主体構造がPC＋RCで一部SRC、S造の混構造による免震構造を採用している。

「発注にあたって、須賀川市からは庁舎建築の先進的な事例としてBIMを活用し、整合性の取れた精度の高い建築としていくのはもちろん、その設計内容を市民も含め広く共有化することを目指して業務委託を受けました。もちろんBIMについては設計段階だけでなく、施工段階での活用や竣工後のFM（Facility Management）への展開も視野に入れて進めていきました」。

では、同プロジェクトにおける同社のBIMの活用は、具体的にどのような場面でどのような形で行われたのだろうか？

設計レベルでの整合性チェックから打合せ段階の情報共有まで幅広いプロセスでさまざまに活用した初めての本格的BIM

コミュニケーションツールとしてのBIMの活用

「設計作業そのものは、東北チームと東京チームの2チーム体制で進めました。実際の設計は東北チームがAutoCADを使って行い、そのBIMモデル化とモデルからの多様な活用を私たち東京チームが担当する形ですね。実際のBIM活用は大きく2つに分けられます。 1つは意匠図の作成で、もう1つが環境解析を中心とするシミュレーションです」。

まず意匠図については、平･立･断の一般図はもちろん、建具表や仕上表、展開図までRevitで作成したBIMモデルから生成された。また、シミュレーションは、インテリア空間の収まりの検討や外観プロポーション、塔の形状の検討などをBIMモデルを用いて行われたほか、アプローチやシークェンスの動画検証や気流の流れのシミュレーション等にも利用されている。初めての実案件における本格的BIM活用ながら、きわめて広汎かつ多彩な分野でRevitが駆使されているといえるだろう。なかでも特徴的な事例として、漆迫氏が挙げたのが、新市庁舎を象徴するシンボルの1つとして設けられた「塔」の、高さとプロポーション検討におけるBIMの活用だ。

漆迫氏らがRevitで制作した、新庁舎の外観パースを見てみると、まず目に付くのは、南北に力強く広がる正面性とその上に垂直にそびえ立った塔だろう。庁舎本体が全ての市民を広く受け入れる広がりや奥行きをイメージし、真っすぐ伸びていく成長イメージを塔が表現している。南北に展開される長大な正面性は、伝統的な宿場町の格子造りを取入れた奥行きの深い縦リブのデザインが強い印象を与える一方、伝統的な蔵の形を取り入れた切妻屋根にシンプルな塔のデザインが見事に調和している。

「当初案では復興のシンボルとしての市庁舎『みんなの家』という設計コンセプトで、塔のない建物だったのです。プランを見た須賀川市側から“町のどこから見ても市庁舎の位置が分るように、もう少しシンボル的なものがほしい”と要望があり、塔を追加しました。その段階で、塔の高さやプロポーション、色彩など、BIMモデルを使ってさまざまなスタディを行いました」。

須賀川新市庁舎南側鳥瞰イメージCG

最終的には現状のシンプルな直方体のデザインに落ちついたわけだが、検証途中の別案を見せてもらうと、ユニークな四角錐の三角屋根デザインをはじめ、さまざまな形状、高さ、色の塔が多彩なアングルから描かれており、多くのデザイン案がBIMを活かしたリアルなビジュアライゼーションによって比較･検討された経緯がうかがえる。

「他にも、たとえば市議会の議場底面部や天井の仕上げの素材感や構成、色彩、また議場のラフなボリューム感からテクスチャ、日陰の具合、外装の色彩等々、さまざまな検討フェーズでBIMのビジュアライゼーションを使いました。これらを行政側とやりとりしてイメージを共有することで、打合せプロセスでもスピーディかつ意識にズレのない、質の高い検討作業を進めることができたのです」。

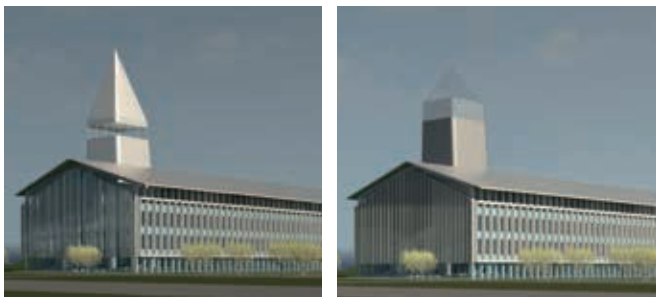
また、その他では多様な「収まり検討」のチェックにもBIMモデルがたびたび活用された。たとえば屋根の取り合い部分や梁のレベル、その端部の収まり、さらにはトップライトの取り合い等々、さまざまな事情で設計段階では詰め切れていなかった箇所を3Dでビジュアルに確認･検証することにより、早く確実に合意形成できたのである。

「設計レベルでの整合性チェック等から打合せ段階の情報共有まで、幅広いプロセスでさまざまに活用することで、RevitによるBIMがいっそう有効に働いたという実感がありますね」。

環境シミュレーションと市民広報への展開

一方、環境シミュレーションについては、やはり新たに追加した塔を「いかに活かすか」がテーマの1つとなったようだ。平時は一種の望楼として市内を見渡せる展望台だが、災害時には高い位置から市内の状況を確認することができる防災施設としても機能するように設計されている。これにさらなる付加価値的な役割を持たせられないか――という課題が、漆迫氏らにBIMによる環境シミュレーションの活用を思いつかせたのである。

「たとえば、この塔を利用した換気を行なうことで温熱分布がどうなるのか気流シミュレーションを行ない、温熱分布を調べたんです。その結果、この塔が換気にも有効であることが確認できました。また、同様に建物全体についても、建設前後の周辺への風環境の変化をシミュレーションするなどしましたね」。通常の2D設計では予算と手間がかかるこうしたシミュレーション作業も、Revitに連携させた各種解析ツールを活用することで比較的容易に、かつスピーディに処理することができたのである。



塔の高さ、プロポーション、色彩等を比較検討

議場底面の仕上げ素材感、色彩等を確認

「このようにして、さまざまな形で活用したBIMモデルやその他各種データ類は、基本設計が完了した段階で成果品として発注者である須賀川市に納品しました。もっとも須賀川市には、基本設計段階から、私たちが制作した各種の提案書やビジュアライゼーションをさまざまな形に加工して、市民への告知をはじめとする多種多様な広報活動に幅広くご活用いただいていました」。
たとえば基本計画の段階でAXSが提出した提案書は、いち早く須賀川市のWebサイトで広く公開され、これを元に市民からのパブリックコメントが募集され、プレゼンテーション用に漆迫氏らが作成した新市庁舎のCGムービーも、同様に市のWebサイトを通じて公開された。また、須賀川市の市民向け広報誌では、外観パースや平面図、立面図等のRevitで作成したビジュアライゼーションをフル活用してさまざまな広報記事が掲載され、外観や完成イメージのみならず、市庁舎の平面構成や緒室の内容、イメージに至るまで分かりやすく市民に広報していったのである。
「動画やパースなどを駆使して視覚的に見せることで、市民の方々にも新庁舎の設計意図を正確に理解していただけたのではないでしょうか。また、市民の間に新庁舎への期待感みたいなものも醸成できたかもしれません。私たちが発注者にプレゼンした場合と同じ効果が、期待できるわけですね」。

ワンストップ窓口のイメージCG

施工現場でのBIM推進体制

前述の通り、プロジェクトは本年度末の竣工を目指し工事が着々と進んでいる。これにともない、AXSのBIM活用の取組みも、施工フェーズから竣工後にわたる課題が次々生まれている。
「施工の現場で使う総合図のベースとして、意匠図段階で作成した意匠・構造モデルに、施工者が作成した設備モデルを統合した統合BIMモデルをRevitで作成しました。現在はこれを干渉チェックなど施工図の検討に活用しています」。
現場でのBIM運用の体制としては、まず施工本部にAXSの現場チームと施工者側のBIMチームの両方を配置。統合図の修正などはこの施工者側BIMチームが行ない、修正完了後はここから2Dに書きだしたデータを用いてAXS側現場チームが施工図の検討や作成を行なっていく。 AXSの現場チームは、ビューア等を利用して統合モデルを閲覧しながら、これを各種の検討作業にも活用していくのである。
一方、成果物として納品したBIMモデルデータのさらなる活用という点では、前述の通り、竣工後のFM分野への展開が検討されていれる。現状では発注者側の環境等の問題も残っており、計画はまだクリアなものにはなっていない。まず発注者が「新市庁舎をどのように管理していくか」具体的にイメージする必要があるのだ。その上で、維持管理に生かしていくためどういったデータが必要となるのか、きちんと決めていかなければならない。
「実際にFMで使うとすれば、当然、設計段階のデータだけでは完結させられません。たとえば各種の設備機器類の現場でのデータ類も入れていく必要がありますが、設備メーカー側のBIM対応は現在はまだ十分とは言えません。また、あまり詳細な施工図等のデータは必要ないかも知れないわけで、まずデータの整理分類が必要ですね。そのためにはどのような維持管理を行なうのか――私たちもそこから考えていく必要があります」。もう一つ問題なのは、このプロジェクトではBEMS（Building Energy Management System）が導入されているため、維持管理のデータと被ってしまうものが多いという点である。このあたりをどのように整理していくのか。須賀川市側とのさらなる調整が重要になってくるだろう。
「当社としては、BEMSも含め市の複数のシステムを統合したシステムを提案していきたいと思っています。そこでBIMのデータを生かして使えればベスト。これは私たちにとって、今後の重要な検討課題となるでしょう」。

市民ホールのイメージCG

Revitの操作画面（図面作成）

Revitの操作画面（モデル作成）

2016年度は、すべての基本設計と実施設計の50パーセントでRevitを用いたBIMの本格的な運用を目指す

さらに加速する全社へのBIM普及の波

現在進行形とはいえ、初の実案件における本格的BIM活用で大きな成果を得たAXSでは、同案件と並行して、全社へのBIM普及をめざす活動も加速させている。

漆迫氏らが主導するこの普及活動は、2014年のBIM推進室開設を起点とする3カ年計画によって推進されており、来年その最終年度を迎える。漆迫氏によれば、2015年9月現在ですでに同社の基本設計の8割程度、実施設計も2割程度でBIMが活用されている状況だという。具体的な例では、たとえば某コンサートホールの案件では、空間ボリュームや素材、色の確認、照明の演出、客席からのステージの見え方や音響シミュレーション等まで活用した例があり、病院関係の案件ではユニオンシステムのSS3からSS3 Linkを使ってRevitに取り込んだ構造モデル意匠モデルの整合性を検証し、実施設計にも活用した。また、その他の海外案件でもプレゼンテーションやモデリング検討などでの活用例が増えているという。

「最終年度へ向けての目標としては、基本設計については全案件でBIMに触れてもらうこと。とりあえず、BIMの利用の仕方は問いません。たとえば外観検討だけやパース製作だけでもいいと思っています。また、実施設計についても内容にレベル差はありますが、全体の半分の案件でBIMによる図面化を実現したいと考えています。とにかく、まずはみんなでRevitに触ってみよう、使ってみよう、ということですね」。

一方、Revitを幅広く運用していくための環境づくりも、漆迫氏が率いるBIMチームの手で着々と作業が進められている。たとえばRevitの各種テンプレートの整備やファミリの制作、さらには流体シミュレーションの「FlowDesigner」や熱流体解析の「STREAM」、3Dペイントツール「Piranesi」や3Dプレゼンソフト「Lumion」等々Revitと連携させる各種ツールの活用法の研究も着実に進行している。また漆迫氏らは、現場の必要に応じて具体的な詳細図の入力やBIMの実務に関わるノウハウ提供なども行なっており、現場のBIM業務に関わるマンパワー不足等も積極的にサポートしている。

「現状では、まだ特にBIM活用の実績がない建築分野に対しては、各分野それぞれのBIM運用の雛形となるようなプロジェクト作りのサポートに注力しています。これが完成したら、次からはその雛形を手本にして当該分野のプロジェクトに取り組んでもらえば、よりスムーズに進めていけるのではないかと期待しています」。

議場のイメージCG

窓口のイメージCG

株式会社 佐藤総合計画

http://www.axscom.co.jp

東京本社	東京都墨田区
創　　立	1945年10月
資 本 金	5000万円
事業内容	一級建築士事務所、建設コンサルタントほか
社 員 数	277名

会社名
株式会社イトウ工務店
有限会社アミューズワークス

ソフトウェア
Autodesk® Revit®

木造伝統構法にAutodesk Revitを活用 古民家再生の新しいトレンドを創る

古民家再生プロジェクトにおいては、新築の場合以上に施主との質の高いコミュニケーションが重要なポイントとなる

Autodesk Revitを活用した古民家再生物件（外観）

「古民家再生」だからこそ分かりやすく伝えたい

かつて日本の民家は地元産木材を使い、熟練した職人たちが伝統構法を駆使して建てていた。それらは贅沢な住いではなかったが、日本の気候風土や人々の生活と調和しながら、長い時の流れを生き抜いた。まさに風土と生活が磨き上げた、建物としても優れた建築だったのである。これらの建物は、戦後の経済・社会状況や生活様式の変化の中で急速に失われていったが、近年、省エネルギーや地球環境保護の流れのなかで、これを見直そうという動きが始まっている。福井県のイトウ工務店も、そんな新しい流れを担う企業の1社だ。大工として20年余のキャリアを持つ、同社の代表 伊藤和正氏は語る。

「私は棟梁だった父親のもとで、大工として長年仕事をしてきました。主に手がけていたのはクロス張りの住宅で、合板なども豊富に使う今風の作りをしていました。ところがそうして長年働くうち、合板に使われる接着剤等が原因でアレルギーになってしまったんです」。現場に入れば症状が出るような状態で、大工としては致命的な問題だった。結局、アレルギーの治療をしながら働き続けるしかなかったが、これを転機に伊藤氏の家作りは大きく転換したのである。

「アレルギーがでるような家を作っていて良いのだろうか、と思ったんです。むしろ私が見習いの頃に作っていた、木を手で刻んで土壁を塗って作る家の方が気候風土にも合い、健康にも良いんじゃないのか。そんな思いが強くなり、親父から会社を引き継いでからは、どんどんそちらの方向へ進んでいったんです」。

やがて伊藤氏は、同じように伝統構法を目指す各地の若い大工を訪ねて意見を交わすようになる。そして、その技術を学びながら、独自の伝統構法による家作りスタイルを確立していった。現在では古民家再生を主体とする改修工事が事業の主柱となり、この分野では地域でも知られた存在となっている。一方では、テレビ番組の影響等もあって古民家再生が隠れたブームとなっており、大手ハウスメーカー等の参入も進んでいるが、自分の古民家再生はそれらとは一線を画すものだ――と伊藤氏は言う。

「私たちの仕事は“後に残るもの”です。私たち自身も、自分が作ったものをできるだけ長く使ってほしいと考えています。そのためには、古民家の改修でもお客様の思いに応えることが最も重要です。構造的に不可能なケースはともかく、それ以外は工事途中で言われた要望にもできる限り応えたいのです」。

それだけに伊藤氏の古民家再生プロジェクトにおいては、お客様の要望をきちんと把握し、自身のプラン内容や設計意図を早く正しく伝えていくための質の高いコミュニケーションが何より重要なポイントとなる。そのために、伊藤氏は早くから簡易な3次元プレゼンツールを活用して、お客様に対するビジュアルコミュニケーションを行ってきたのである。

「私自身は、実はCADもほとんど使えません。でも、だからといって口頭や手描きのスケッチでの説明だけではとうてい伝えきれません。だから簡易な3次元プレゼンツールで立体のプランを作ってお見せしていました。しかし、これも梁等を直線でしか表現できず、勾配天井も描けません。大工としていちばん伝えたいところがお見せできず、限界を感じていました。そこで何か良いツールはないかと探していて、あるイベントで出会ったのがアミューズワークスの中川さんと、彼女が使うAutodesk Revit（以下Revit）だったのです」。

株式会社イトウ工務店
代表取締役
伊藤和正 氏

有限会社アミューズワークス
代表取締役
中川まゆ 氏

「現場の大工」と「BIMのプロ」がコラボレーション これまでにない設計施工スタイルで切り開く、新しい「古民家再生」

Autodesk Revitで作成した内観イメージ

完成後の内観写真

昔気質の大工とRevitのプロがコラボレーション

滋賀県東近江市に本社を置くアミューズワークスは、BIMやCADの導入・運営・教育支援を行うCADのプロフェッショナルである。代表の中川氏は、AutoCADやRevitのディープユーザとして知られ、2007年にはラスベガスで開催されたオートデスクのイベントAU（Autodesk University）で日本人として始めてセッションスピーカーを務め、Revitの教習本等も出版している。そんな中川氏が伊藤氏と知りあったのは、2011年に福井で開かれた古民家再生の勉強会でのことだった。

「私の場合、建設会社との仕事が多く木造建築のプロジェクト経験がほとんどなかったんです。まあ当時は木造をBIMでやる人自体ほとんどいませんでしたしね。だから、逆に木造の世界にすごく興味があってその勉強会に参加しました。そして懇親会で、リクエストに応えてある有名な建築をRevitで簡単にイメージを作って、皆さんにお見せしたんです。それを見て驚いた伊藤さんが声をかけてくださったのが、すべての始まりでした」（中川氏）。

今でこそRevitを木造建築に使う設計者や工務店も珍しくなくなったが、当時はRevitといえば、四角い箱形のビルものの建築が得意な3D CADという評価が一般的で、これを木造建築に使おうというユーザはほとんどいなかった。しかし、自身はCADを使わない伊藤氏は、だからこそそういう先入観とは無縁だった。中川氏が自在に駆使するRevitを見て、ストレートに「古民家再生に使いたい!」と注目したのである。

「これはすごい! と見てすぐに思いました。これなら、なかなか伝わりにくく理解されにくい平面図等ではなくて、誰が見ても一目瞭然の美しいビジュアルで伝えることができる。私がお伝えしたいプラン内容が、どんなお客様にも分りやすく届くはずだ、と感じたのです」（伊藤氏）。

当時としてはあまり例のない「現場の大工」側からのコラボレーション提案だったが、実は中川氏にとってそれは待ちかねた提案でもあった。中川氏が2005年に訪れたアメリカで、初めてRevitに触れた時から持ち続けていたアイデアだったのだという。

「Revitに初めて触れたとき一番最初に思ったのが、これを使えば、地場の工務店の親父さんが1人で何でもできる! ということでした」（中川氏）。

地場の工務店を切り盛りする“一人親方”の多くは、営業から住宅のプランニング、設計、プレゼン、施工まで、何でも自分ひとりでやらなければならないのが基本である。

「設計施工の技術は高くても、それを表現するのが下手だったり面倒臭がっている親方は少なくありません。でも、Revitを使えばプランを形にして面積を出し、元になるデータを拾いだして見積りを仕上げるなど、1人親方としての幅広い仕事をトータルに支援できるのではないか、と考えたんです」（中川氏）。

こうして、いわば需要と供給が一致する形で、伊藤氏と中川氏による、Revitを核にした古民家再生コラボレーションが始まったのである。

古民家再生は現状の測量＆作図から

伊藤氏・中川氏によるコラボレーションが本格稼働したのは2014年。福井県敦賀市の古民家再生プロジェクトでのことだった。物件は築65年で延床面積約250平米弱の木造2階建て。これを伊藤氏・中川氏も参加する空き家活用の地域グループの活動拠点としてリノベーションすることになったのだ。

「自分たちでリノベーションし、活動拠点にモデルハウスの機能も持たせよう、というわけで。私がデザインを担当し、中の工事は解体から全て伊藤さんが1人で行いました。私は古民家再生は初めてだったので驚くことがたくさんありましたね」（中川氏）。

当然のことだが、こうした古民家の物件では図面などの記録はほとんど残っていない。古い建築では、図面を作ることさえ行われないことが多いのだ。だから、改修するにせよ、まずは現状を正しく把握するためその古民家を図面化する必要がある。

「そのためには、まず建物自体の測量が必要です。ざっくり計測して写真を撮り、それらのデータを中川さんに送ってRevitで図面とモデルを起してもらうことからスタートしました」（伊藤氏）。

現場がアミューズワークス近傍であれば、中川氏が直接現地へ足を運ぶこともできるが、そうでなければ、インターネットを介したやりとりが基本となる。

「鬼門などもきちんと確認して、伊藤さんから元の家のイメージを聞きながら、Revitでプランを形にしていきました。現状の形、間取りから増築する部分や水回りなどをいろいろ考えながらデザインし、プランを形にしていく感じですね」（中川氏）。

プランがある程度まとまったら、Revitで3Dモデルを立ち上げる。さらにパースや図面なども生成して伊藤氏に送り、伊藤氏はそれを施主にプレゼンテーションしていく流れである。

「やはり、3Dのビジュアルなイメージで提案できるので、お客様にはすごく分かりやすいと好評でした。“ここはこうしたい”という要望もすぐに反映できるし、この件に限らずお客様にはとても喜ばれています」（伊藤氏）。

もう一点、中川氏とのコラボで、伊藤氏の仕事スタイルが大きく変わったのが「見積り」である。それまで伊藤氏は、平面図を建材会社に持ち込んでいちいち計算してもらっていた、そのため見積り一つにもそれなりの時間がかかっていたが、これも中川氏の協力で一変したのである。

Autodesk Revitで作成した外観イメージ

「Revitで作ってもらうと細かい数量も図面で全部出てくるので、それをExcelに吐き出してもらえば、後は数を拾って建材会社に値段を聞くだけですぐに見積りを作れます。作業自体すごく簡単になったし、大きくスピードアップできましたね」（伊藤氏）。

こうしてコラボレーションによる最初の古民家再生は2014年5月に竣工し、無事に完了。古民家再生の新しいユニークな試みとして注目を集めたという。その後は新しい案件も次々と受注し、両氏は順調に実績を積み重ねているが、もちろんそこには古民家再生ならではの難しさも見え始めている。特に問題なのは戦前や昭和1桁の時代に建てられた建築だ。こうした古民家はそれまで何度も改築・改修が行われていることが多いが、それらのリフォームは必ずしも理に適ったものばかりではないのである。

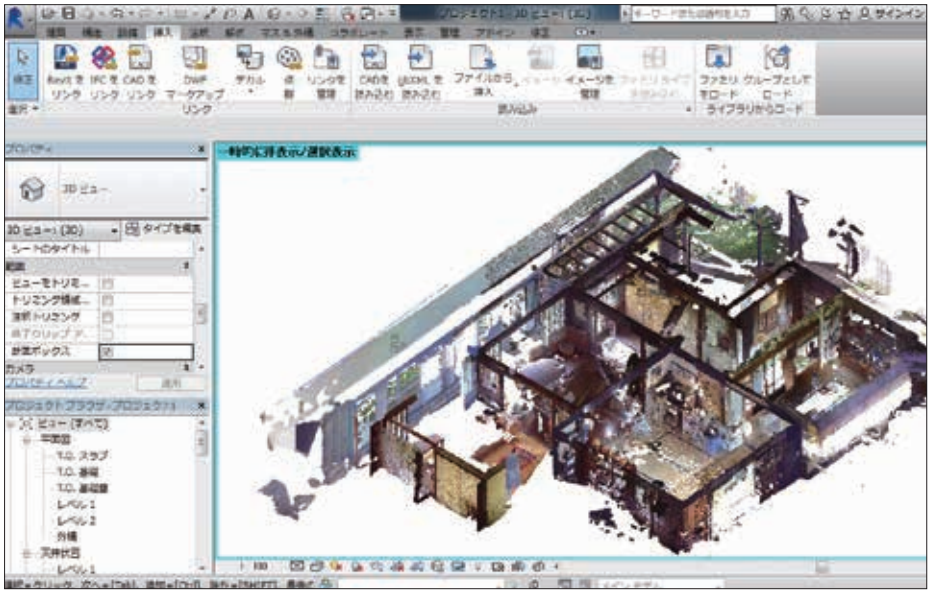
「先日引き渡した古民家再生物件も、すでに4〜5回リフォームされていましたが、新築当初の構想を無視して構造等も関係なく家主さんの都合でぶった切られるなど、どうにもならない状態でした。そういう時は、元の形がどうだったか推理しながら、元に近づけるような間取りを考えていくしかありません」（伊藤氏）。

解体してみければ分からないことも多く、「開けて」みたら困った改修が施されていたケースもしばしば。結果として、工事途中でプラン変更を余儀なくされるケースも珍しくないのである。

「事前に“こんなデザインで行こう”と構想しても、なかなか思いどおりには行きません。逆にそれを活かして良い方に持っていける場合もありますが、いずれにせよ、その場に応じて素早く変更修正に対応しなければならないのです。これもRevitだから柔軟に応じられている感じですね」（中川氏）

3Dスキャナによる点群データで3Dモデルを

最後に、伊藤氏・中川氏コラボによる最新の取り組みを紹介しよう。福井県の山奥にある茅葺き屋根の古民家で、福井県から伝統的民家として認定を受けた物件の古民家再生プロジェクトである。伊藤氏らは、この取組みで現状の測量に、初めて3次元スキャナを導入した。



3Dスキャナで計測した膨大な点群データをAutodesk Revitに取り込む

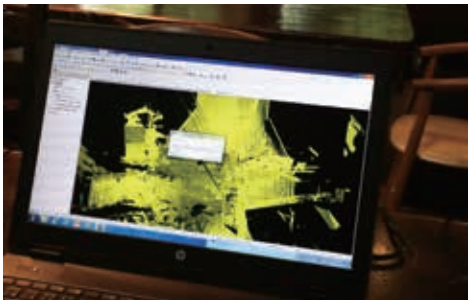
「現場が遠方の時は、実際に建物を見ないまま数値と写真からRevitで図面にしますが、大きな建物だと、個々の写真がどこを撮ったものか、どの向きなのか分からなくなってしまうことがあるんです。“これはどこの窓か写真ではこう見えるが、実際は？”といったやりとりが多発し、効率が悪かったんです。そこで思いついたのが点群データの活用です」（中川氏）。この分野の最新技術にも明るい中川氏は、当初写真から3Dモデル化する技術を検討したが、すぐに3Dスキャナの活用に方針を転換したという。つまり、建物の内外観を3Dレーザースキャナでスキャニングし、無数の3D座標点で計測。その膨大な点群データを用いて、Revitで一気に物件の3Dモデルを作り出そうというのである。

「建物の内外6カ所ほどで3Dスキャナを回して計測しました。作業自体はごく簡単で、1回10分ずつ合計1時間ほどで済み、取得した点群データをパソコンに取り込んで完了。びっくりするくらい早かったですね」（伊藤氏）。こうして取得した6つの点群データファイルが結合され、30〜40分程度で立体化の作業が完了したという。さらにできあがった3Dデータは不要な部分を取り除いた上でRevitに取り込み、中川氏が3Dモデルに仕上げていったのである。

「Revitに持ってくれば、もうそのまま断面なども切れますから、平面図もすぐに作れます。このやり方なら、現状の間取りはもう最初からできているようなものですね。通常、この規模の建物なら測量だけで1週間はかかりますから、驚異的なスピードアップと言えます。高価な3Dスキャナをすぐ購入するのは難しいですが、興味深い試行ができたのは間違いありません。これからがますます楽しみですね」（中川氏）。

この古民家は、現在、中川氏らが作成した図面やモデルをベースにリノベーションの設計が進められており、2015年末から2016年新春頃の着工を予定しているという。

3Dスキャナで建物をスキャニングする



3D計測された点群データ

点群データをAutodesk Revitに取り込んで3Dモデル化する

培われた熟練の職人技 ＋ 最新のテクノロジーが業界を変える

先般「和食」がユネスコの無形文化遺産に登録されましたが、それに続け！ということで、「日本の伝統的建築技術」を登録してもらうため、全国の設計士さんや建築業に携わる職人さん、さらには能や歌舞伎、お茶、お華、日本画の方にも協力いただき、全国的な活動を進めています。仕事の上でも、古民家再生を通じて昔の職人の技術を再生し活用していきたいのです。そして、そうした技術を生かす上でも、デジタルの活用は欠かせません。Revitを介した中川さんのとのコラボも、さらにいろいろな技術や手法を試していきたいですね。

―伊藤和正 氏
株式会社イトウ工務店
代表取締役

点群データの活用に関しては、やはり「いかに測量の手間を省くか」、また「いかに今あるものをそのまま表現し、新しいプランとどのように融合できるか」という所がポイントになるでしょう。現状ではこれをどこまで活用できるか、まだ分からない部分も多いのですが、この「今あるものがそのまま残せる」表現とRevitの組合せに非常に大きな可能性があるのは間違いないと思っています。まあ、そうでなくても、これを日常的に活用できれば、図面を起こすことがすごく楽になるのは間違いないし……コストダウンに期待したいですね。

―中川まゆ 氏
有限会社アミューズワークス
代表取締役

株式会社イトウ工務店
http://www.geocities.jp/itoh50610/
本　　社　福井県大飯郡高浜町
代 表 者　代表取締役 伊藤和正
設　　立　1988年
事業内容　新築住宅、リフォーム、古民家再生など各種建築工事ほか

有限会社アミューズワークス
http://www.amuseworks.biz/public/index.html
本　　社　滋賀県東近江市
代 表 者　代表取締役社長 中川まゆ
設　　立　1999年
事業内容　BIM CAD、CAD システムの導入・運用・教育等のアドバイザー・コンサルティング各種教育機関（大学、パソコンスクールなど）のインストラクタ業務執筆活動、レジュメの作成住宅の外構デザインほか

会社名
フリーダムアーキテクツデザイン株式会社

所在地
東京都中央区

ソフトウェア
Autodesk® Revit®

クラウドサービス
A360 パノラマレンダリング（サブスクリプション特典）

あえてフルBIMは狙わない。自社に適したRevitの運用で住宅設計のBIM化を推進

BIM導入目的の明確化とRevitの適用範囲を欲張らないことで、設計ワークフローでのBIMの効果を最大限に引き出す

お客様の立場に立った設計ワークフローをRevitで構築しています。ハードルを上げすぎないことがRevitの導入を成功させる鍵です。

フリーダムアーキテクツデザイン株式会社
設計事業本部
事業開発部長
長澤 信 氏

フリーダムアーキテクツデザイン株式会社
〒103-0005
東京都中央区日本橋久松町10-6
FT日本橋久松ビル 5
Tel. 03-5651-1791
Fax. 03-5651-1799

クライアント目線に立った、効果的なBIMの運用

BIMという概念が世に出て10年以上が経ち現在は普及期へと移ったといえ、実情として普及が加速しているとは言い難い状況だ。大手企業がBIMへの取組を活発に発表する一方で、一握りの先進的な会社以外の中小のゼネコン・設計事務所・工務店などがBIMへの参入を耳にすることは殆ど無い。そんな中で注文住宅の設計でAutodesk Revit（以下Revit）を導入し自社業務をBIM化している会社がフリーダムアーキテクツデザイン株式会社（以下FREEDOM）だ。一般的に住宅の設計はコストが厳しく一案件に予算がかけられない。また従来の設計フローで問題無く業務が進められると考える設計者が多く、BIM化に消極的と捉えられがちな分野だ。そのような住宅業界で、しかも注文住宅の設計にBIMを導入するメリットはどこにあるのか。そもそもワークフローにBIMは適用可能なのか？ その辺りを中心にFREEDOMの設計事業本部事業開発部長の長澤信氏に伺った。

フリーダムアーキテクツデザインという会社

RevitによるBIM化を推進するFREEDOMといった会社はどのような会社なのか。 HPを覗くと一見よくある注文住宅専門の設計事務所のようだがその規模が違う。全国に14の拠点とコールセンターがあり、抱える設計スタッフは150名という言わば注文住宅専門の組織事務所といっていい会社だ。「お客様がデザイン住宅（注文住宅）を依頼しようとする際、建築家に頼むというのは敷居が高く、またどこに頼めば良いのかという問題があります。その場合お客様はメーカーの集まる住宅展示場に足を運ぶというケースが一般的だと思いますが、そこにある住宅は作り手主体で設計されたもので、デザイン住宅を望まれるお客様の側に立ったデザインではありません。そのようなお客様のニーズに応え、お客様の立場でデザインを行い、デザイン住宅をもっと身近に感じてもらいたいというのがFREEDOMのコンセプトです。会社の全国展開にしても、社員の増加による業績拡大を狙ったというより、そこにお客様の要望があったからというのが理由です」と長澤氏は語る。更に年間約370棟の実績があり150人の設計者を抱える大所帯ながら営業社員は設けておらず、客の要望を最もよく汲み取れる設計者自らが営業も担当するというスタイルが、「お客様の側に立ちお客様の立場でデザインを行う」というコンセプトを如実に物語っており、このコンセプトは後述するFREEDOMの様々な取組・意志決定の根幹をなしている。

作図作業の短縮と図面間齟齬0を目指す。目標を絞ることでRevit導入時のハードルを下げる

BIMソフト導入の道のり

年間約370棟の注文住宅を設計するFREEDOMには膨大なデータの蓄積があり、それを生かすためにオリジナルのCADソフトを開発出来ないかという話があった。しかし現代においてオリジナルCADの開発は莫大なコストがかかり、ソフトウェア開発が専業では無い会社にとっては現実的では無い。そんな折りに長澤氏が提案したのが業界に広がり始めていたBIMソフトであった。 BIMソフトに対する会社の反応は、「BIMソフトって何でもできるんだ。凄そうだね。しかし機能や導入コストからみて住宅設計ではオーバースペックじゃないの？　そもそも設計から竣工まで10ヶ月程度のものにBIMソフトは必要なの？」という懐疑的なものだったという。しかし長澤氏が注目した点はBIMソフトの様々な機能よりも、BIMによるワークフローの改善によって設計作業時間の削減＝人件費の削減にあった。その削減目標は50％。 50％の人件費の削減はFREEDOMにとって3億円を上回る額になるという。これだけのコストメリットがありながら無意識の内に人件費を固定費として捉えてしまい、設計の作業時間云々よりも「見積積算は出来るのか」「構造解析にデータが回せるのか」などBIMの導入に際してはソフトの持つ機能の話になることが多い。導入による目的を機能の使いこなしとはき違えてしまうと、BIMソフトのように高機能なソフトでは導入のハードルが俄然上がってしまい失敗してしまう。

また、人件費削減をターゲットにしても、その金額自体が目標になってしまうと同様の結果に陥ってしまう。その点長澤氏は50％の人件費の削減＝設計検討時間の増加と捉え、その時間を提案クオリティの向上へ使うという、会社のデザイン力･提案力アップに繋げたいという現実的な考えを持っていた点が重要だ。一方で会社は売上げなどの「目に見る成果」を求め、そういう裏付けがないとGOサインを出せないものだが、例え利益が上がったとしても導入コストに見合ったものか、はたまたBIMソフトの導入が直接的な原因なのかを検証することが難しい中、データにしづらいこの目標に対して長澤氏の考えを汲むことができるFREEDOMトップの存在と英断が最も重要であることは言うまでもない。

BIM導入へのファーストステップ

BIMソフトは実に多様な機能を持っている。2D図面の入力スタイルを取っているものの、その実は3Dモデルを入力しているので、平立断が同時に出来ている。部材に属性を与えることで見積を算出したり面積計算を行ったり、他のソフトと連携して解析を行ったり、更にはFMまでをカバーできる。そのため最初からBIMに多くを求めてしまうとハードルが高くなり、BIMは難しい･大変だという結論が導かれてしまう。フルBIMとは行かなくても、設計ワークフローの全てをBIM化しようとすることも同様だ。長澤氏は導入検討の中で最終的には設計フローの多くの項目をBIM化することを掲げながらも、まずは設計時間の短縮と図面間の齟齬を無くすという目標を第一フェーズとして掲げた。自社の設計ワークフローをそのままBIMソフトに置き換えるといった間違った目標設定が多い中、ソフトそのものよりBIMの本質を理解して達成目標を設定している点が一般とは異なっている。

ではどの様にして作業時間の短縮を図りながら図面齟齬を無くすのか。現状の基本設計ではまず平面図を描きお客様との打合せを行い修正を行っていく。その後も客との打合せを行いながら立面その他の図面へと進んでいく。当然ながら図面の種類が増えるにつれ修正作業の頻度は多域に渡るようになる。一通り詰めた後にパースで確認を取るのだが、パースを見ることで客が気づくことがあり、その後は各図面とパースの修正を行いながら設計を収束させていく。「実際に図面で打合せを重ねていても、パースを見せた段階で初めてお客様が設計を理解出来るようになります。図面は設計者が分かっているだけでお客様は理解出来ていないということです。それでもパースを見せる前の段階で修正を重ねての作図作業を行っているのは、設計の手戻りをなるべく少なくしたいという完全に我々の理由からきたものです」と長澤氏は説明する。「これをBIMに置き換えることで、平面図を描いた時点でパースまで出来てしまう。最初からこれらを全部出してしまうことでお客様の認知を早め、早期に合意形成が取れるようになります」とBIMに

図1　今までのワークフローとBIMワークフローの比較

図2　ワークフロー比較

よる作業時間の短縮を説明する（図1）。また現実のワークフローでは仕様決めに多くの時間を割いてしまい、実施図面の作図時間が削られ、それが図面間齟齬を招く要因になってる。それをBIMによって理想のフローに近づけることで実施の時間を確保でき図面間の不整合を無くすことに繋がる。「実はもう1つ先の話があって、先に実施図面を書いてしまうという手があります。これまでは図面修正が煩雑になってしまうため仕様を決めるまで実施図面を描いていなかったが、BIMを使えば簡単に仕様変更ができるため、極端な話、プランが纏まった時点で取りあえず仕様を決めてしまって図面を描いてしまい、それを元に展開図やパースを見せながらお客様と打合せをするといったフローの逆転も考えられます（図2）」と、ワークフローの見直しまでを含めたより進んだBIMの活用法を長澤氏は説明する。

Revitの導入

FREEDOMは定めた目標に対してどの様な理由でRevitを選んだのか。 FREEDOMでは幾つかのBIMソフトを試して見た。特に住宅に特化しているソフトは使い勝手が非常に良い。「確かに住宅を設計するためのツールが揃っていて非常に使いやすいソフトですが、ツールによって簡単なことと難しいことが明確に分かれていて、意匠的な理由でちょっとフロアのレベルを変えようとすると実は難しいことになってしまう。結果、設計意欲が薄れてしまうんです。言い換えればツールによって操作されるような設計になってしまうんです」と住宅CADの感想を語る。「その点Revitは住宅設計用のツールといったものが無かったが、無かったが故に自分たちで設計し作っている感覚が強かった」とRevitの選択理由を語ってくれた。実際にRevitを投入するにあたっては他社が公開しているFamilyを参考に社内データを登録し、これを使用すればざっくりとではあるが数量拾い等もできるシステムをまず構築した。しかし残念ながら社内では使って貰えなかった。「壁の仕様を決めないと壁1つ描けない。初期プランでは設計者は単純に壁を描きたいだけなのに、何処のメーカーの何という素材かを決めなければならない。そうすると今度は無いものが気になり適当に描けなくなってしまいます。結局そこで思考が停止してしまうのです。それならと多くのFamilyを登録してみたが、数が多くなると欲しい素材を持ってくることに時間がかかりフラストレーションが溜まる状況になりました」と原因を分析する。そこでFREEDOMは初期段階では仕様を決めないオリジナルのテンプレートを作成することにした。壁は2種類（外壁・内部壁）、開口は1種類（チェックボックスで変更可能）、床・天井は描かないという作図時間短縮と使いやすさに特化した仕様だ。設計者に受け入れられるソフトになるよう大胆な仕様変更を行った訳だが、次に業務が忙しくソフトを覚える時間が取れないという設計者にどう広めるかが問題として浮上した。忙しい人間にRevitの有効性を伝えるにはどうすれば良いか。「エスキースを60分で平面図にし、＋30分で外観パースを仕上げる。トータル90分で自分一人でプレゼン資料を作成するという分かり易い指標を作りました」と長澤氏（図3）。実際に可能なのかテスト（図4）を全社員に対して行ってみたところ実に85％の人間がクリアしてしまった。しかもRevitの操作を十分教えてからでは無く各自にマニュアルを読ませ、わからないことは聞く程度の習熟度で。時間の短縮を設計者が実感したのは勿論のこと、平面図を描いた段階で他の図面も出来ており、簡単な3Dモデルも出来ている。＋30分で屋根を追加してパースまで描けるといったRevitの特性も同時に理解させることができた。「テストでは壁の仕様を決めずに白の壁にしました。これはプランニングの段階で色によってお客様に誤解が生じないようにするためのFREEDOMの通常の手法ですが、プレゼンの時には色を付けたい。そこでペイントツールをつかって質感を簡単に与えることでプレゼン用のパースができる。実はこのワークフローはお客様への提案でFREEDOMが長年やって来た手法なんです」と長澤氏。ここまでの提案をFREEDOMは無料で行っている。そのためあまり工数をかけられないのだが、パースなどは打合せも含めどうしても工数がかかっていた。それが短時間でできてしまう。しかも設計者一人で。しかもこの段階であれば修正も全ての図面に反映される。工数削減を実現しながらFREEDOMのワークフローをRevitに置き換えることが出来ていることを体験することで、Revitは設計者自身が使うツールとして有効であることを設計者に理解してもらうことが出来た。現状では同業他社が基本計画段階でここまでのプレゼンを行うことはなく、FREEDOMは同業他社に対して大きなアドバンテージを得て、仕事の受注率を大きく上げるという目に見える成果を挙げることも出来ている。

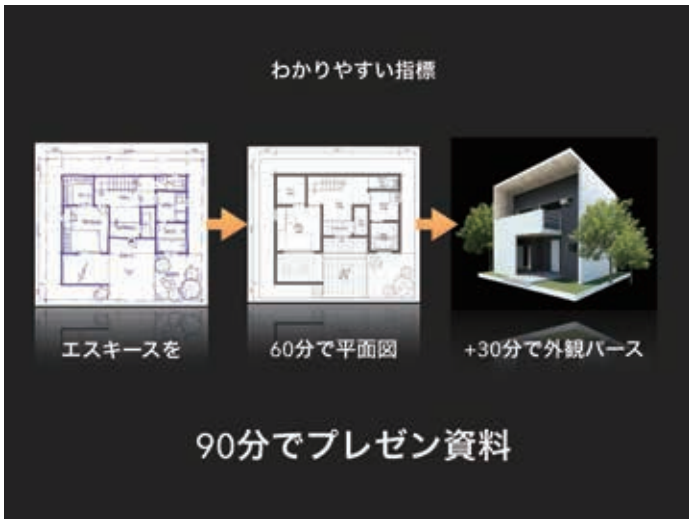


図3　エスキースからRevitを使って90分で外観パースを作成

図4　エスキースからRevitを使って60分で平面図を作成

顧客の側に立った設計手法をBIMで運用し、設計のワークフローに変革をもたらす。

Revit導入による変化と成果

基本計画の次に来るフェーズは基本設計だ。基本設計とは整理すると客と打合せを重ねがら仕様を決定していく行為となるが、「例えば車を買う時はこんな図面を見て買う訳ではなく、見て・触って・乗って購入を検討しますよね。注文住宅でも実際に作ってみて買いたいはずですがそうはいかないので、お客様に対して出来る限りのことをしようということで、パースだけでなく360度を見れるパノラマレンダリングを提供するようにしています（図5、6）」と新たな試みを説明してくれた。この360度VRは実は展開図の代わりになっている。インテリアは展開図で説明するが、客は展開図で説明されても理解出来ない。代わりに360度VRから室内を何カットも切り出し、それを元に打合せを行うことで客が一目瞭然で理解できることから、このスタイルが基本設計の合意を図る仕組みとなっていった。「これをやることによって展開図がメモでしかなくなる。これまで基本設計の合意に3時間取られていたものが1時間で済むようになりました」とその変化と成果を説明する。もう一点基本設計で重要なこととして長澤氏が強調したのは建物を成立させるため一度作ってみるということだ。 FREEDOMの住宅は木造が90％を占める。木造の住宅でトラブルが起こりやすいのが木軸のフレームと意匠の取り合いだ。設計された木軸のフレームをプレカットで作るのだが、既存の2D図面ではその整合性のチェックが実は難しくエラーが出やすい。これはRevit上で木軸と意匠の整合性を取ることで、言い換えれば3Dモデルでの検証を行うことで実は解決出来るのだ。実際に現場でエラーが出た場合は待ったなしで解決しなければならない。それを事前に検証してつぶす。「本来の実施設計・基本設計はこれだと思っていて、設計者がきちんと成立するものを一度組み立てる。あくまで製図はそれを教えるだけのツールでしかない」と話す。実際にこれでかなりのエラーが防げると言う。 FREEDOMはこの先の実施設計に関しては深入りをしていない。基本設計レベルで3Dによる整合性を取ることで、1/50を超える詳細図をRevitで入力する必要がないと判断しているからだ。勿論詳細までをRevitで入力することは非常に労力が必要で効率的ではないということも理由の1つである。詳細図は2DでRevitとは切り離して考えることで無理に全てをBIM化しないことがBIMの運用をスムーズにさせている要因だ。

図5　パノラマレンダリング

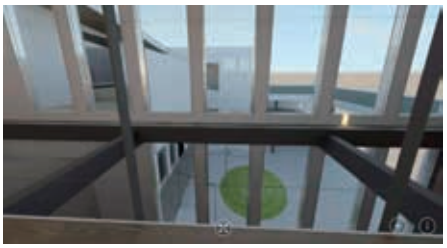


図6　パノラマレンダリング

新人研修

去年よりFREEDOMはRevitによる新人研修を始めた。 BIMの更なる普及期に入った訳だが、その研修期間はわずか1週間。 BIMとは何ぞやの説明もないまま初日は簡単なプランをマニュアルで体験させ、2日目にBIMの説明を行う。3日目以降はBIMの概念を理解した上で再度プランを描くといったものだが「Revitのフル機能を教えようとすれば3週間はかかるのだろうが、簡単なテンプレートを使って自分の手足のように使えるようにするだけなら研修は1週間ですんでしまう」。これで次の週は実戦投入されるのだが、実戦での一件目は延べ時間で24時間かかってしまっていた。大凡3〜4日の作業時間だ。2件目ではこの半分くらいで描ける様になるのかと期待していた長澤氏だったが、驚くことに2軒目では8時間、3軒目に至ってはわずか3時間という短期間での習熟を見せるのである。「この要因はやっぱりツールなんです。ツールや考え方のアプローチがこれまでと全く違っていたものを理解出来てくると、建築にマッチしているということがわかり、建築を分かっているほど速くなる。大きな建物だとそう簡単な話ではないと思いますが、住宅だと作るものがきまっているので速いんです」と語る。またRevitに対して「ようやく設計者が全てを行えるツールが出てきたという印象です」という感想が印象深かった。

その歩みは止まらない。

これまでの建築のワークフローは3Dのものを2Dに変換して設計を行うというもので、元来3Dのものを2Dに変換する故のルール決めがあり、そこに図面の不整合等々の問題を発生させる要因があった。 3Dのものを最初から3Dで設計するということは自然な流れであり、2D化故の問題も解決出来るという極めて真っ当な発想から来ている。それも全てを3Dに拘らず、今できること、出来ないことを選別し、出来ることに資源を投入する。そこで得たノウハウを持って出来ることを拡張していく。その過程では此方の想定していない成果も生み出される。更にこの間にも時代は進み周りもBIM化されて行くことでFREEDOMのBIM化は更に拡充し加速していく。 Revitを使ったBIMによる設計に対する明確な目的とシンプルで合理的なアプローチの事例としてFREEDOMの取組は建築業界のBIM化に大きな影響を及ぼすことになるだろう。

会社名
大成建設株式会社

所在地
東京都新宿区

ソフトウェア
Autodesk® Revit®
Autodesk® AutoCAD®

伝統的な木造建築だからこそ BIM活用の価値が見出せた

Autodesk RevitとAutoCADで切りひらく 木造伝統建築におけるBIM活用の可能性

九品仏淨眞寺「閻魔堂」建替前(2015年9月撮影)

九品仏淨眞寺「閻魔堂」プロジェクト

九品仏淨眞寺は、東京都世田谷区にある浄土宗の名刹である。約1万坪の広大な境内には3つの阿弥陀堂に9体の阿弥陀如来像が安置され、「九品仏」の名もこの阿弥陀如来に由来する。この淨眞寺の境内には、216cmという大型の閻魔大王像が祀られた閻魔堂がある。この閻魔堂で年に2度、双盤念仏という独特の念仏を唱える法要が行なわれ、多くの善男善女が集まるという。――そんな淨眞寺の閻魔堂に建替の話が持ち上がったのは、2013年のことだった。

「閻魔堂は老朽化が進み、建替の案が出てきました」。

そう語るのは、大成建設 伝統建築設計室長の松尾浩樹氏である。同室は、寺社仏閣などの木造伝統建築を中心に、RC造やS造など近代建築も含めた伝統建築の設計を担う部署。大規模な建築土木のイメージが強い大成建設にあっては異色の部門だが、設計者4名の少数精鋭のチームで、法然寺五重塔や願昭寺の五重塔、笠間稲荷神社等々多くの実績を蓄積している。この九品仏淨眞寺については以前から各所の改修工事を請負っており、閻魔堂建替もその流れの中で声をかけていただいた案件だった。具体的には現状のお堂を取り壊し、17坪の建物を新築しようという計画である。設計監修には、淨眞寺の檀家である石本喜久治の創設した石本建築事務所が入り、計画がスタートした。由緒あるお寺の境内に新築するので、その雰囲気に調和した建物となることが重要視された。実際に設計を任された針谷氏は語る。

「淨眞寺といえば、やはり阿弥陀如来を納めた三仏堂及び釈迦如来を納めた本堂が有名です。その独特の伽藍は、開山の祖・珂碩上人の弟子の珂憶上人が指揮したことから珂憶造りと呼ばれています。閻魔堂も伝統工法を用いて、この珂憶造りに調和した建物としていくことを考えました」。そのため一般的な木造建築に使用する金物類もできるだけ使わないように配慮し、通常の木造建築とは異なる技術で充分な耐震性を確保する必要があった。しかも、材料となる木材についてはご住職からご提供いただいたのである。

「実はご住職の岳父が、入手が難しい貴重な青森ヒバの原木をたくさん用立てられました。そして、ご住職の望みはこの青森ヒバを閻魔堂の建替えに贅沢に使うことでした。堂内の柱は太く立派なものにしたい、とご要望をいただきました」(松尾氏)。まさに設計者にとって、緻密な計画が必要となる面白い、やりがいのあるプロジェクトだといえるだろう。そこで同設計室でも特に木造伝統建築の設計経験が豊富で、Autodesk AutoCAD(以下AutoCAD)の熟練の使い手でもある針谷氏が設計を行った。

「針谷は木造建築の設計はもちろん、AutoCAD操作にも熟達し、伝統建築を詳細に描くことができます。通常はこの図面を大工に渡し、原寸図を描いて工事を進めて行くわけですが、それだけでは設計データがもったいないと思ったんです。せっかくCADデータを作るのですから、それを3D化すればもっと幅広く活かせるのではないでしょうか」。そう考えた室長の松尾氏は、同じ設計本部内のBIM設計部隊であるテクニカルデザイン開発グループに連絡を取ったのである。

Revitでモデリングし3Dプリンタで出力した五重塔モデル

堅い、難しいソフトと思われがちなRevitだが実は意外なほど柔軟性に富んだモデリングツールだった

テクニカルデザイン開発グループの挑戦

大成建設がBIMに着目し、その研究を開始したのは2005年のことである。 2007年には実務への本格的なBIM導入を開始し、現在ではすでに大半の実プロジェクトでBIMを活用するようになった。設計はもちろん、営業、施工の各部門から膨大な外部協力会社まで含め、広汎なBIM活用ネットワークを展開していて、わが国建築業界におけるBIMの普及を牽引する存在である。前項で、淨眞寺閻魔堂の建替プロジェクトにおける3D活用を思い立った松尾氏が連絡を取ったテクニカルデザイン開発グループ(以下TDグループ)とは、大成建設の設計本部においてBIM運用の中枢的役割を果たしている部署である。

「実は伝統的木造建築でのBIMの活用は、これが2度目のことなんです。数年前に願昭寺五重塔のプロジェクトで協力してもらったことがありました。あの時は当室からの依頼というだけでなく、TDグループ側の要望もあり、完成済みのAutoCADデータを渡してAutodesk Revit（以下Revit）で3Dモデル化してもらいました。いわば後付けの3D化です」(松尾氏)。

TDグループの当時の状況は、木造伝統建築のBIMモデル化経験はほとんどなかった。最初に五重塔のBIMモデル化の依頼を受けた際には手探りで進める状態だったようだ。一番の課題は、五重塔に代表される寺社などの木造伝統建築特有の繊細で緻密なディテールをどのようにして表現していくかという点だった。

「今回の閻魔堂もそうですが、小屋組み部分が非常に複雑な構造となっているので、その1個1個のパーツをどうやって作るかが大きな課題でした。五重塔の場合は、特に軒裏などきちんと表現するのがとても難しそうで、私たちにとっても大きな挑戦だったのです」と、当時を知るTDグループのスタッフは語る。だが、この初めてのチャレンジは、結果として、彼らがBIM業務のメインツールとして活用していたRevitの威力をあらためて認識させることになったのである。

「とにかくRevitで木造を、それも伝統建築なんてできるのか？ と半信半疑で着手しましたが、

五重塔モデルの日中と夜間のCG

やってみたら“問題なく普通に使える”と。もちろん簡単ではありませんでしたが、Revitのもつ基本的な機能で必要充分な五重塔のモデルを作りあげることができ、複雑な軒裏の構造も再現できたのです」。まさにRevitのモデラーとしての柔軟性の高さがあらためて立証されたのである。使ったことのない人には、堅い、難しいソフトと思われがちなRevitだが、実はこのように意外なほど柔軟性に富んだツールなのである。

ともあれこうした経緯を経て、TDグループの手で小屋組みなどの内部構造まできちんと再現された五重塔のBIMモデルデータは、その後3Dプリンターで出力され、カットモデルに仕上げられた。

「それまでの外観検討用の手で作る建築模型では、建物内部の複雑な小屋組みなどはとうてい再現できませんでしたし、長い制作期間とコストがかかっていました。ところが社内で3Dプリンターで製作すると時間やコストもごくわずかで済んだのです」。これはもう3Dの時代がくると松尾氏は確信したという。 TDグループに対する、閻魔堂の3Dモデル化の依頼は、この時の経験を踏まえてのものだったのである。

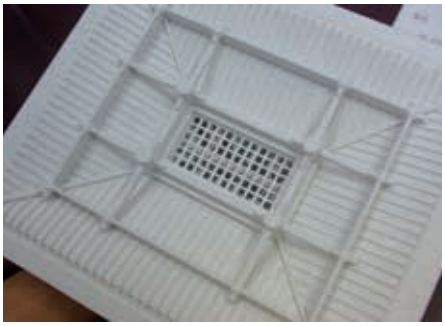
伝統建築の繊細なデザイン表現を3Dで見せる

「五重塔の時は前述の通り“後付け”の3D化になってしまいましたが、今回の閻魔堂では設計段階から本格的に3Dを活かそう、と決めていました」(松尾氏)。

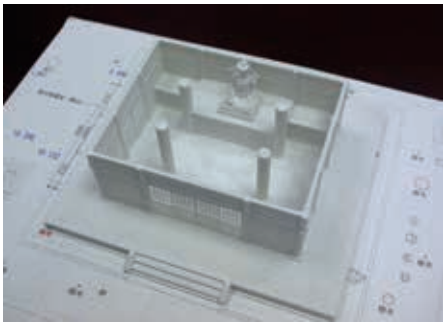
こうして伝統建築設計室とTDグループのコラボレーションによる、淨眞寺閻魔堂の設計作業は、2014年の春にスタートしたのである。

「ご住職との打合せを含めて、基本設計の作業は約半年ほどかかりました。ポイントとなったのは、やはり金物を使わない伝統工法を活かして、三仏堂とも調和する雰囲気のお堂にしていくことでした。そして、そのために必要となった日本

3Dプリンタで出力した淨眞寺「閻魔堂」のモデル



3Dプリントモデルは屋根裏の軒桁や垂木も精密に再現



3Dプリントモデルの屋根を外すと太い柱や閻魔像も確認できる

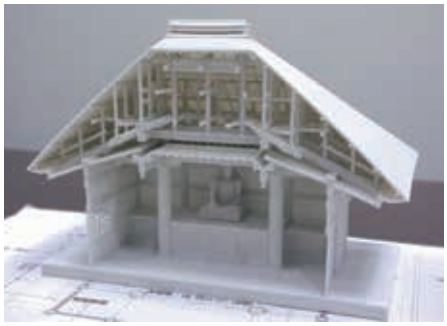
の木造伝統建築ならではの繊細な意匠の再現が大きなテーマとなりました」（針谷氏）。
針谷氏のいう繊細なデザイン表現とは、たとえば屋根の「反り」や「むくり」、「軒反り」などである。「実際、伝統的な木造建築は本当の直線部分というのは意外に少なく、反っていたりむくっていたりしています。そうすることによって、見る人に見た目上はまっすぐに見えるような錯覚を起こさせるわけです。とはいえ、どれもたいへん微妙な曲線ですから、ベストのむくり状態を再現するのは、けっして簡単なことではありません」（針谷氏）。
そこで、これまで針谷氏が手がけてきた数々の伝統建築の設計経験や、その作業過程で見てきた多くの伝統的な建築物に関する蓄積が活かされたのである。もちろん三仏堂や本堂などの淨眞寺の既存の伝統建築については実物だけでなくさまざまな資料も集めて研究し、それらとバランスを取ることを念頭に設計を進めていったのだという。そして、それらの細かな曲線の調整でも、Revitによる3Dモデルが大いに役立ったのである。
「むくりも反りも微妙な曲線なので、図面等ではなかなか説明しにくいものです。しかしRevitで3Dモデル化すれば、むくりも眼で見て感覚的に捉えることができるようになります。しかもコンピュータ上のデータだから、“もう少しこんな風に”と言えばすぐ修正できるのです。本当に便利でした」（松尾氏）。
また、この「眼で見て確かめられる」3Dモデルならではの長所は、ご住職に対しても同様にきわめて効果的だった。初期の打合せ段階では、図面だけで進行していたので打合せも平面図で行なっていたが、意匠を詰めていく最終段階に至って「内部空間をモデルで確認したい」という話になったのだという。それは閻魔堂の本尊である閻魔像をお乗せする須弥壇の形状や天井の形状等の3Dモデルを眼で見て確認してもらい、複数案から選択していただくのが狙いだった。
「閻魔大王様の像をお乗せする須弥壇を、大きいものと小さいものの2案用意したのです。また天井の形状についても複数案を作って、ご住職にどちらがいいか見てもらい、選んでいただいたのです」（針谷氏）。

閻魔堂完成予想CG

図面だけでは設計意図が伝わりにくいものでも、たとえ相手が建築の専門家でなくても、3Dならば一目瞭然で理解していただける。――そんな実感はこの分野の設計業務における、3Dのさまざまな活用の可能性を開くことになった。たとえば今回のプロジェクトでは、小屋裏など見えにくい箇所の造作の確認に3Dモデルを使おうと考えたのである。
「3Dモデルでお見せすれば、ご住職に分かりやすく伝えて、理解していただくことができます。大工に対する小屋組の構造の説明用として、あるいは、完成後は見えなくなってしまう、小屋裏のような箇所の確認にもきわめて有効な手段となります。特に3Dプリンターで出力して模型まで仕上げれば、早い段階で具体的な構造を理解していただけるでしょう」（針谷氏）。

Revitで行なう３次元設計の魅力

閻魔堂のプロジェクトにおける設計作業は、現在ほぼ全てが完了し、いよいよ2016年から施工が始まる予定となっている。実際に工事が始まれば、針谷氏たちも現場に立ち会うことになる。そうなれば、たとえば施工者への説明などのコミュニケーションにも、3Dモデルや3Dプリンターで出力した精密な建築模型が役に立つだろう。もちろんプロジェクトはこれからが本番だが、伝統建築設計室としての初めての本格的なBIM活用は、大きな成果を上げたといえるだろう。だが、だからこそ新しい課題も見えてきた、と松尾氏は考えている。
「たとえばライティングの検証なども、Revitの3Dモデルを使えば容易に行なうことができます。閻魔堂のような建物も照明の扱い方は重要なポイントになりますし、これはぜひ試してみたいところです。また、今回は金物を使わず必要な耐震性を持たせるために、“落し込み板壁”という工法を採用しましたが、その構造面の数値を出すための作業については実験ベースで行なうしかありませんでした。たとえばこうした構造面の検証なども行なうことができれば、3Dは私たちにとってさらに大きな意味を持ってくることでしょう」（松尾氏）。


「閻魔堂」カットモデル。複雑な小屋裏も一目瞭然

閻魔堂内部カットCG

設計者自身がRevitを使うこと――それが全てのカギになる

2005年頃に「法然寺五重塔」のプロジェクトで設計を担当しました。 BIMが始まった時期でしたが、AutoCADで図面を作成する一方で、3Dモデルを作成しました。

その便利さは当時から感じておりましたが、閻魔堂のプロジェクトでは、繊細なデザインを表現でき、断面模型などで建物内部の空間を発注者と共有することができました。伝統的な木造建築だからこそBIM活用の価値を見出せたと感じています。今後も伝統的な木造建築でのBIMの可能性を追求していきたいと感じています。

大成建設株式会社
設計本部 専門技術部
伝統建築設計室長
松尾浩樹 氏

Revitを中心にしたBIMを活用すれば、今は部材に仕上げまでの情報を持たせ、大抵のことができるようになっています。後は木造の伝統建築でも構造計算ができるようになれば凄いと思います。そうなれば、解析の技術もさらに高度化するでしょうし、実験等でも細かくシミュレーションできるようになれば、新たな技術の開発も可能になるかもしれません。こうした所にもどんどん応用が広がっていけば、木造伝統建築の世界でも3Dの活用は大きく進むに違いないでしょう。

大成建設株式会社
設計本部 専門技術部
伝統建築設計室
針谷 誠 氏

大成建設
TAISEI
For a Lively World

大成建設株式会社
http://www.taisei.co.jp

本　　店	東京都新宿区
創　　業	1873年10月
設　　立	1917年12月28日
資 本 金	1227億4215万8842円
事業内容	建築工事、土木工事、機器装置の設置工事、その他建設工事全般に関する企画、測量、設計、監理、施工、エンジニアリング、マネジメント及びコンサルティングほか
従業員数	8007名（2015年3月）

会社名
SHoP Architects社

所在地
ニューヨーク州ニューヨーク市

ソフトウェア
Autodesk® Building Design Suite Ultimate
Autodesk® Revit® Architecture
Autodesk® Revit® Structure
Autodesk® 3ds Max® Design
Autodesk® Ecotect® Analysis

3ds Max Designを使用すれば、周辺地域の状況を取り込んで、デザインを可視化できるので、クライアントはその建物がその場所の景観になじんでいるかを理解できます。

—Kevin Fennell 氏
SHoP Architects 社
プロジェクトマネージャ

アフリカのイノベーション拠点をAutodesk BIMソリューションで設計 — SHoP Architects社

Autodesk Revitを使用して作成したBotswana Innovation HubのCG。画像提供:SHoP Architects社。

プロジェクトの概要

ニューヨークを本拠地とするSHoP Architects社は、1996年の創業以来、特に設計の世界でその名を馳せてきました。国立デザイン博物館主催National Design Award for Architecture 2009など、数多くの賞を受賞した同社は、機能性の高さを誇りながら見る者の感性に響く建物の設計を目指しています。 BIM（Building Information Model)の熟練ユーザであるSHoP社は、Autodesk® Building Design Suite Ultimateを使用して、アイデアを現実のものとしています。

Botswana Innovation HubはSHoP社の設計手法を、BIMソリューションで実現した、革新的なプロジェクトの代表といえる建物です。ボツワナの首都ボローネに位置するBotswana Innovation Hubは、35万平方フィートの敷地にオフィスとリサーチセンターを構える施設です。「この施設はボツワナ政府の一機関として、多様化する国家経済を支援するHubになります」と語るのは、SHoP社担当長、William Sharples氏。「この建築物はテナントを惹きつける魅力的なデザインが特長で、オフィスとリサーチ用スペースを利用するイノベーターにとって必要不可欠な設備を備えています。 Autodesk BIMソリューションを活用し、設計案を3Dモデルで表現でき、クライアントやエンジニアとの情報共有が効率的にできました。 BIMがあれば、時間や場所の制約もなく、ビジュアライゼーションの力を最大限に活用することができます」

課題

南アフリカの内陸部に位置するボツワナは、1966年に独立した国です。歴史が浅いこの国は、世界的に見ても極めて貧しい国から、アフリカのサハラ以南で最も豊かな国へと変貌を遂げました。その経済を支えるのはダイアモンドをはじめとするさまざまな鉱物資源です。ボツワナ政府は、鉱物資源の採掘のみに依存するのではなく、テクノロジー、グリーン産業、薬学研究といったさまざまな分野での起業を奨励しています。

国家の成長目標を支援すべく、Botswana Innovation Hubはリサーチやテクノロジーの最先端設備を備えています。この施設には、人々を惹きつける魅力に加え、イノベーションに取り組む国家の姿勢を象徴する卓越したデザイン性が必要だった——ボツワナ側の責任者はそう考え、このプロジェクトを率いる設計者を選ぶ国際コンペの開催を決定しました。

「ボツワナ国民にとって、この投資はとても意味のあるものなのです」と語るのは、Botswana Innovation Hubの土地開発事務局長、David Tsheboeng氏。「世界の建築家から寄せられた設計案の中で最も優れたものを選出するようにとの指示が出ていましたが、ただ単に人目を引くデザインを求めていたわけではありません。サステイナビリティーと最新の建築ツールの利用といった項目が選考基準に含まれていました」

プロジェクトチームの団結力を高め、設計のイノベーションを促進するBIM

ソリューション

SHoP社の応募案は、あらゆる面で突出していました。この施設は、ボツワナの文化と環境にとって象徴的存在である砂丘やデルタ地帯を連想させるオーガニックな外観を持ち、周辺の景観に良くなじんでいます。また、サステイナビリティーを実現する要素(ルーフガーデン、日よけ付き中庭など)も多く含まれ、それらがこの建物の全体のコンセプトと見事に調和していました。 SHoP社はAutodesk® Building Design Suite Ultimateに含まれるAutodesk® 3ds Max® Designを使ってレンダリングし、建物のコンセプトを表現しました。

SHoP社プロジェクトマネージャ、Kevin Fennell氏は次のように説明します。「提案に3Dのレンダリング表現を組み込むことは、ごく普通のことです。3ds Max Designを使用すれば、周辺地域の景観を簡単に組み込むことができました。デザインを可視化できるので、クライアントはその建物がいかにその地になじみ、景観にマッチするか確認できます。

「ボツワナ側の責任者が弊社をBotswana Innovation Hubの設計者として選出してくださったことは、大変光栄なことです」と、Sharples氏。「設計案をモデル化する際には、Building Design Suiteのソフトウェアをフル活用しました。Autodesk® Revit®は弊社にとって欠かせない設計ツールです。このソフトウェアは、複数の設計案を比較したり、設計チームや現地の関係者と情報を共有するのに大いに役立ち、プロジェクトのビジョンを共有するのに役立ちました」

BIMのメリットの共有

プロジェクトの初期段階で、SHoP社はクライアント側代理人とのミーティングをニューヨークで開き、Revitモデルや設計のオプションを関係者と共有しました。モデルを3Dで検討することにより、クライアントは設計意図をより明確に把握でき、問題点もすぐに見つけ出すことができました。クライアントは建物の外観をより明確に確認できただけでなく、SHoP社の設計チームがさまざまな素材をどのように組み合わせるのか理解できました。

「クライアントは当初より、最新の設計ツールを使用するように求めていましたが、BIMについてはあまりご存じでない様子でした」と、Fennell氏。「しかしBIMの効果を理解されてからは、ボツワナ国内の設計者にBIMを紹介するようにとの提案をするまでになりました」国内の設計者を詳細設計の支援要員として選出する際には、RevitとBIMの紹介から始めました。また、ボツワナの建築士協会の会合では、BIMベースのワークフローをデモンストレーションするまでになりました」

十分な検討と柔軟な変更を両立

SHoP社の数名のチームメンバーがアフリカに渡り、Autodesk® Revit® Structureを使用している地元の構造設計者とにミーティングを行いました。その構造設計者は、鋼構造部材の削減を理由に、駐車場の構造の変更を提案してきました。

「構造モデルを確認し、ここの設計変更が妥当と判断したので、アフリカ滞在最終日にニューヨークオフィスにRevitモデルの変更を指示しました」と語るのは、SHoP社Revitモデルマネージャ、Steven Garcia氏。「モデルベースの設計であれば、実に効率的に修正を加えられるのです。翌朝のクライアントとのミーティングの際には、すでに変更が行われた状態になっていました。この変更により、構造のコストを5%程度削減できました」

サステイナビリティーを目指した設計

ボツワナでは、日中に激しく照りつける太陽を避けるための日よけが欠かせません。それは建築物にとっても必要なのです。 SHoP社はBotswana Innovation Hubの設計において、建物の多くの窓に直射日光を遮断する大きめのひさしを設置しました。設計チームは、日よけに関する解析、検討を行うことが必要でした。Autodesk® Ecotect® Analysisを使用して解析を進め、日よけと建物の熱負荷への影響を検討しました。

「日よけは、サステイナビリティーを保持するためのとても重要な建築要素です」と、Fennell氏。省エネコンサルタントの支援を受ける前に、サステイナビリティーを維持する設計を進めておけば、大幅な時間短縮ができます。 Revitでは、設計の初期段階でひさしの効果を明確に把握し、パネルの最適な素材を確認することができました」

> BIMは3D設計を次の次元へ導いてくれます。Hubのプロジェクト関係者はみな、BIMの効果により、設計コンセプトを深く理解し、より深くプロジェクトに貢献することができました。
>
> **—William Sharples 氏**
> SHoP Architects 社
> 社長

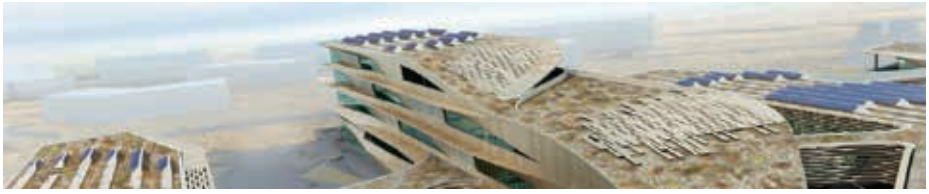
成果

Botswana Innovation Hubプロジェクトが建設フェーズに移っても、Sharples氏はプロジェクトにおけるBIMの役割を検討し、活用を続けました。 Sharples氏は次のように述べています。「SHoP社は3D設計を常に活用しています。 BIMは3D設計を次の次元へ導いてくれます。 Hubのプロジェクト関係者はみな、BIMの効果により、設計コンセプトを深く理解し、より深くプロジェクトに貢献することができました」

クライアントは、Autodesk BIMソリューションがどれほどプロジェクトに貢献したか理解しています。「SHoP社がプロジェクトで提供してくれたビジュアライゼーションは大変ありがたいものです」と語るのはTsheboeng氏。「建物の3Dモデルをボツワナ側の責任者と共有できるので、プロジェクト関係者の意欲を高く維持しておくことができます。建物の外観を確認できることだけがその効果ではありません。 SHoP社がモデルから読み取るプロジェクト情報の多さに感心しています。たとえば、ある設計オプションを選んだ場合に、プロジェクトの完成までに必要な材料の量がどの程度変動するかといったことを読み取るのです。それぞれの設計オプションが建物の形状に及ぼす影響を、即座に知ることがきます」

詳細情報

Autodesk Building Design Suite Ultimateエディションには、Autodesk RevitおよびAutodesk 3ds Max Designソフトウェアが含まれています。詳細については、**www.autodesk.co.jp/buildingdesignsuite**を参照してください。



会社名
東急建設株式会社
http://www.tokyu-cnst.co.jp

所在地
東京都渋谷区

使用ソリューション
Autodesk® Infrastructure Design Suite

含まれる主なソフトウェア
AutoCAD®
AutoCAD® Map 3D
AutoCAD® Raster Design
Autodesk® ReCap™
Autodesk® Navisworks®
AutoCAD® Civil 3D®
Autodesk® 3ds Max®
Autodesk® Revit® Structure

Autodesk® Building Design Suite

含まれる主なソフトウェア
AutoCAD®
AutoCAD® Architecture
AutoCAD® MEP
Autodesk® Showcase®
AutoCAD® Raster Design
Autodesk® ReCap™
Autodesk® 3ds Max®
Autodesk® Navisworks®
Autodesk® Revit®
Autodesk® Inventor®

その他の使用ソフトウェア
Autodesk® InfraWorks® 360
Autodesk® BIM 360™ Glue®
Autodesk® A360

渋谷駅駅周辺再開発の施工に威力を発揮 BIMとCIMを統合した東急建設の「UiM」

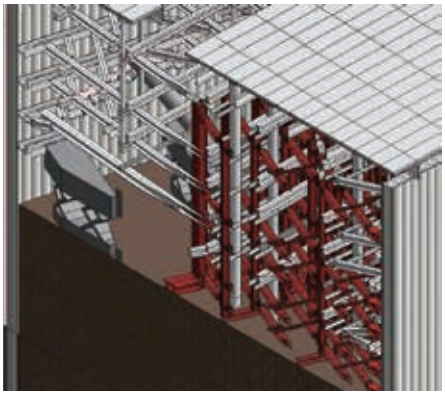
渋谷駅とその周辺でいま、大規模な再開発事業が行われている。その中でも多くの工事を担当する東急建設はそれらプロジェクトの施工管理などに、同社独自の「UiM（アーバン・インフォメーション・モデリング）」というコンセプト／ワークフローを活用している。それをソフトウェアの面で支えるのは、オートデスクのBIM/CIMソリューションだ。

【写真1】渋谷駅東口で進む大規模な再開発事業

BIMとCIMを統合した東急建設独自の「UiM」

渋谷駅東口から南口にかけて、タワークレーンや移動式クレーン、バックホーなどの重機や仮設の工事用ステージなどが視界の多くを占めるようになってきた。覆工版で覆われた下では、大規模な掘削が行われ、渋谷川を付け替えながら4,000トンの雨水貯留槽や地下広場などの建設が進んでいる。既存駅舎や百貨店ビルの解体と並行して、渋谷ヒカリエよりも高い地上47階建ての高層ビル、駅街区東棟も建設中だ。渋谷駅全体を作り変える大規模の複合再開発が、東口を皮切りに、まさに佳境に入ろうとしているのだ。

【写真2】地下では渋谷川の付け替え工事を行いながら、雨水貯留槽や地下広場などを建設している



【図1】地下で複雑に絡み合う土木(えんじ色)と建築の仮設の3Dモデル

【図2】BIMとCIMを統合したUiMモデル

既存のビルなどを解体しながら、地下から地上まで複雑に入り組む様々な土木構造物や建築物を同時進行で建設していく再開発プロジェクトの設計や施工管理を、従来の2D図面で行うのはもはや不可能と言っても過言ではない。
そこでこれらのプロジェクトに携わる東急建設は、建築のBIM（ビルディング･インフォメーション･モデリング）と土木のCIM（コンストラクション･インフォメーション･モデリング）を統合した「UiM」（登録商標）という同社独自のコンセプト／ワークフローを導入した。
「渋谷駅周辺の再開発事業のように建築と土木が密接に絡み合ったプロジェクトでは、BIMとCIMを単独で使っていたのでは検討の網から漏れる部分が出てきてしまいます。そこで複数の建築物や土木構造物を様々な組み合わせで、あるいはすべてまとめて検討するため、東急建設ではBIMとCIMを統合したUiMという独自の概念を導入しました」と同社建築本部建築部BIM推進グループグループリーダーの越前昌和氏は説明する。

オートデスクのソリューションでUiMを実現

2013年初頭から建築部門のBIM推進グループ、土木部門のCIM担当が連携しながらUiMを実践しはじめた。そこで選んだツールが、BIMソフト「Autodesk Revit」やCIMソフトの「AutoCAD Civil 3D」、そして両者を統合して閲覧や干渉チェックなどが行える「Autodesk Navisworks」や「Autodesk Infraworks」などのオートデスクのソフトだった。
「単体の建物の施工にBIMを利用するのとは異なり、このプロジェクトでは大規模で広大な範囲を1つの3Dモデルにまとめる必要があり、ソフト間のスムーズなデータ互換性も求められます。そこで、建築ではRevit、土木ではCivil 3Dを使い、NavisworksやInfraworksで両者を統合することにしました」と同社建築本部建築部BIM推進グループチームリーダー吉村知郎氏は説明する。さらに「無謀かもしれませんが、Revitに全データを統合することもなんとか実用レベルにしているんですよ」とも。
これらのBIM/CIMソフトを経済的に活用するため、同社は「Autodesk Building Design Suite」、「Autodesk Infrastructure Design Suite」というパッケージ製品を導入している。

土木構造物は公共座標系で設計･施工管理を行うのに対し、建築物は通り芯などによるローカル座標系で設計･施工とも進めるのが一般的だ。本プロジェクトでは、複数建築物の位置合わせに公共座標系を参照する方式とした。
「渋谷駅周辺には当社の施工事例が多く、隣接工事の検討も過去に行われてきたので、ビルや駅の図面を重ね合わせた2Dの総合図的なものが複数存在していたのですが、それらを重ね合わせた時点で図面が合わないというか、部分的にねじれがあるのか、とにかく全体の位置関係に確証が持てない部分も多くありました」と越前氏は語る。
「建築の座標系と土木や測量で使われる世界測地系とは、座標が単に平行にずれているだけではなく、座標軸が反転していたりします。さらに鉄道では線形座標も使われるわけで、建築や土木の構造物を正確な位置関係に配置するためには、分野の壁を乗り越えるというか、他国の言葉を理解するような心構えでやるしかありません」と吉村氏が引き継ぐ。
こうした複数の異なる工種を統合して設計･施工を行うために複数の座標系に対応し、BIMとCIMのモデルデータをスムーズに連携できるオートデスク製品の強みが生かされているのだ。

―東急建設
建築本部建築部
BIM推進グループ
グループリーダー
越前 昌和 氏

―東急建設
建築本部建築部
BIM推進グループ
チームリーダー
吉村 知郎 氏

―東急建設
土木本部
土木技術設計部
技術企画グループ
CIMチームリーダー
小島 文寛 氏

【図3】UiMモデルを活用して行った群集シミュレーション

合意形成や設計で効果を生んだUiM

同社では2011年に建築部門がBIMを、翌2012年に土木部門がCIMを導入し、同12月、経営層にBIMとCIMそれぞれの運用・推進組織の発足を諮ったところ、土木・建築部門で協力してすすめるよう示唆があった。「無駄なく効率的にやりなさいというミッションだったと思うのですが、少しだけ拡大解釈した結果生まれたのがUiMという街づくり目線の仕事の進め方ですね」少しいたずらっぽく笑いながら越前氏が当時の経緯を語る。それから2年間で、UiMは早くも数々の効果を上げている。

渋谷駅駅周辺の再開発プロジェクト群では、時間とともに変化し続ける街並みや通路、ビルの解体や完成時期などの検証は必須で、そのためにUiMモデルが役立った。

「日々多くの人が利用する駅自体とその周辺で地下の土木工事やビルの解体工事と並行して新築工事を行うため、通路の位置や幅、アップダウンの歩行者用通路の状態もひっきりなしに変わります。地上や地下、建物内外、土木建築の工事区分にまたがり連続した経路として確保するためには、もはや2D図面のみの検討では不十分。さらに空間的、時間的に変わる工事の状況を、事業主をはじめとするステークホルダーにわかりやすく説明するのにもUiMは役立ちました。近隣関係者の皆さまへのご説明にも活用されたと聞いています」（吉村氏）

「さらに、UiMモデルを使って人の流れを分析する群集シミュレーションにも着手し、スムーズな通行ができるかの検証を目指しています。まだチューニング段階ですが、このことは2013年のAutodesk University Japanでも発表しました」と語るのは同社土木本部土木技術設計部技術企画グループCIMチームリーダーの小島文寛氏。

実際に、再開発の一部の現場では、現場の土木担当分のCIMモデルと建築担当分のBIMを施工計画の早い段階で合わせている。いわゆる、「スポットUiM」だ。

例えば、土木で使用する施工機械が建築で作る山留めのすき間を通れるかどうか、またその山留め構築後に土木の推進工法の反力架台が構築できるか。を検討している（【図1】参照）。

実際に、土木と建築の連絡会のなかで全員が同じモデルを見て担当個所をはっきり認識しておくことで、施工段階におけるフロントローディングを実施している。

【写真3】オートデスクのBIM/CIMソリューションで建築と土木を統合した3Dモデルを作成し検討する

渋谷から全国の現場にUiMマインドを展開

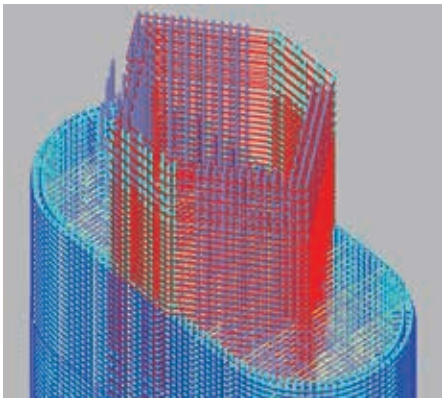
東急建設のUiMの取り組みは、渋谷の再開発プロジェクトが第1号となり、建築と土木が一体となって挙げた成果を、社内にPRしている。そして、UiMの成果は全国各地の土木・建築それぞれの現場にも応用可能だ。

東日本大震災で被災した岩手県大船渡市で同社をはじめとするJVが進めている復興プロジェクトでは、Infraworksを使って将来的な街の姿や、施工順序などを3Dでモデル化し、住民説明や工事関係者間の合意形成に活用している。

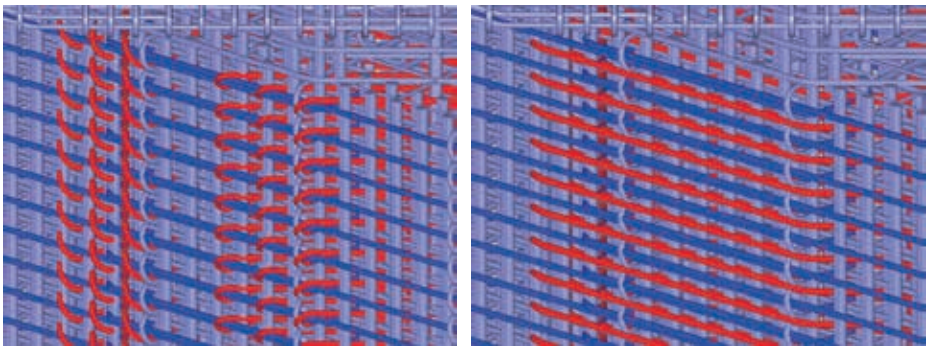
「かさ上げするエリアの境界部分では、電線が斜めになって地面との間隔が小さくなりすぎるので、境界部分に電柱を増設してもらう必要があります。施主に電柱の増設を依頼するとき、平面図と違ってUiMのモデルなら直感的に理解してもらうことができました。」（小島氏）。

また、鉄筋が密集するプロジェクトでは、鉄筋を3Dモデル化してNavisworksで干渉チェックを行うこともある。この3Dモデルは鉄筋工事会社との打ち合わせにも使い、干渉のリスクの確認や3Dモデルから鉄筋組み立てを効率化する気づきを発見することもある。

【図4】Infraworksで大船渡市の復興計画を3D化したもの



【図5】加工と配筋を考慮した鉄筋3Dモデル



【図6】3Dモデルによって合理化した配筋設計。変更前(左)と変更後(右)

「3次元的な鉄筋の加工をすると合理的な組み方ができるが、鉄筋加工図は2次元が主流であり、加工図のまま組もうとすると干渉して組めない場合や、施工が煩雑になることがある。構造的な要求性能を満たすような組み方や加工図を示し、さらに職人の工夫が入ると、もっと現場は合理化や省力化ができる。」と小島氏は言う。
干渉個所を発見しリスクを把握するだけでなく、もっと現場が省力化できることはないか？と考える。 CIMは、土木技術設計部内で担当しているため、構造系の専門技術者にもすぐ相談ができる。日常の打ち合わせでも活用し、構造的な検討することで要求性能を満たしながらも合理的な鉄筋の組み方を提案している。
鉄筋工事会社からは「人員不足の中、省力化にもつながるだろう。」との声も聞くという。

安全管理やシミュレーションでは UiMへのフィードバックも

東急建設でのBIM･CIM活用の歴史は長いものではないが、今後、UiMとBIM･CIMそれぞれの利活用成果を相互にフィードバックしていこうと計画している。「ちょっと格好つけて『相互成長エンジン』なんて呼んでいるんですけど」(越前氏)。
「3Dに時間軸を加えた4Dで現場を再現し、ウオークスルーで重機の位置や車両の出入りなどを確認すると、どんな危険が潜むのかを事前に予測できるでしょう。こうした取り組みは既に神奈川県の物流倉庫の現場で始まっています」と吉村氏は語る。「そんな取り組みを渋谷再開発の複雑な空間の現場にも適用すべく、準備をしています」(同)。
このほか、街並み全体での気流や光、群集などのシミュレーションをUiMの大容量モデルにも適用できるようにしていく計画だ。オートデスクなどソフトベンダーの協力を得ながら、UiMのモデルデータを生かし、様々なシミュレーションを行えるようにしたいと考えている。
「UiMは大規模プロジェクトがさらに複合した状態を1つのモデルにまとめて俯瞰(ふかん)することができ、必要に応じて細部を拡大して確認することもできます。つまり、マクロとミクロを行ったり来たりしながら検討できる「スケーラビリティ」がUiMの強みだと思います」と越前氏は語る。
今後は竣工したUiMのモデルデータを、維持管理にも生かしていくことを検討している。建築と土木を融合した東急建設のUiMは、様々な建設、維持管理プロジェクトのQ(品質)、C(コスト)、D(工期)、S(安全)、E(環境)を改善していくために活用されていきそうだ。その技術力を、オートデスクのBIM、CIMソリューションが支えている。

【写真4】大きく変容をとげつつある渋谷駅前の風景

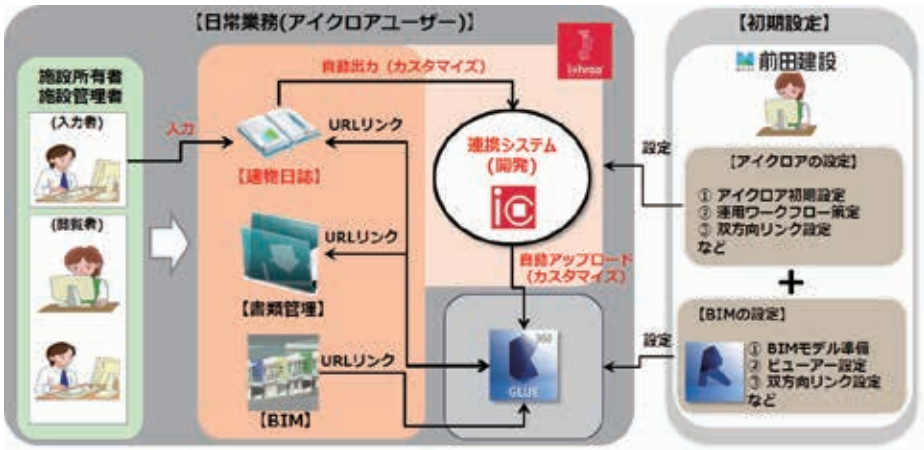
会社名
前田建設工業株式会社

所在地
東京都千代田区

ソフトウェア
Autodesk® BIM 360™ Glue®
Autodesk® Revit®

維持管理システムの実績から ニーズを的確に反映

－BIMと連携し、3次元の“見える化”を簡単に実現－



システム概要図

前田建設工業株式会社は、2019年の創業100周年を控え、新たな100年という未来の創造に向けてエネルギッシュな活動を行っている。「Autodesk BIM 360 GLUE」との双方向の連携を実現した施設履歴管理システム「アイクロア（ichroa)」の開発背景にも独自の視点があった。施設の設計・施工、運営・維持管理までを視野に入れた新しい建築生産システム「TPMs」の推進がその1つだ。TPMsでは、ICTと建設会社の持つスキルの相乗効果を目指し、情報マネジメント技術の確立を目指している。こうした方針が建設業の新たな可能性を広げそうだ。

前田建設工業
TPM推進グループ
グループ長
曽根 巨充 氏

前田建設工業
TPM推進グループ
藤井 周太 氏

前田建設工業
建築設計部
施設設計グループ
瀧田 由美子 氏

運営・維持管理の視点から BIMとの連携へ

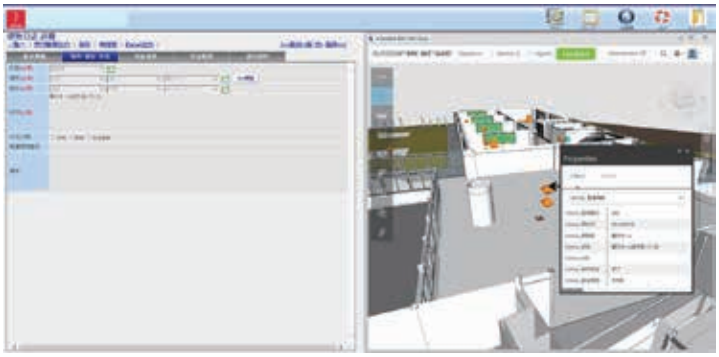
今回、「Autodesk BIM 360 GLUE（グルー）（以下、BIM 360 GLUE）」との連携を実現した「アイクロア（ichroa)」は、施設に関する情報をデータベースで一元管理することにより計画的で高効率の施設管理を行うシステムだ。2011年3月から運用を始めた「アイクロア」のきっかけとなったのは、民間の活力を利用して公共サービスのコスト削減と品質向上を目指す政府のPFI事業だった。その当時の経緯を前田建設工業TPM推進グループグループ長 曽根 巨充 氏に訊いた。

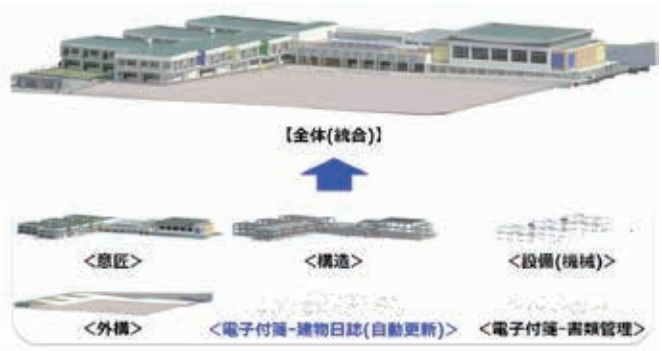
「PFI事業では、設計・施工・維持管理まで一気通貫した領域が扱われるのですが、当社には維持管理業務を効率化するための武器がなかったのです。そこで、同じ一貫した領域をICTで効率化するミッションを担っていた当部門が開発を行いました。建設会社の事業は設計・施工で終わりますが、発注者は施設の引き渡しを受けてから事業が始まります。この段階においてもICT技術を通じて支援が可能になりました」

BIMとの連携は開発当初にも検討されたが、設計段階のBIMがメインだった当時の状況下では時期尚早との判断がなされた。しかし、満を持して2015年にBIMとの連携が実現された「アイクロア」には、この4年間の経験が十分に生かされている。

またBIM 360 GLUEと「アイクロア」の連携の有効性を開発の視点から、曽根 氏は次のように語る。

「まずは維持管理の情報をきちんとマネジメントする段階からスタートし、その実績の先にBIMとの連携を描きました。一般的なBIMの考え方では、設計BIMモデルを作り、施工で細部に落とし込んでさらに維持管理に結び付けるのが通常の考え方かもしれません。ところが、各段階で求められる要求が違いますので、やみくもにBIMありきからの開発では成功が難しいと判断しました。こうして実際に4年間運用した上で維持管理の視点からBIM連携に臨んだため、より現実的で使いやすい機能が実現されたと思います」





アイクロアに記録された情報をBIMモデルに自動表示。各部屋の中心に表示されている黄色や赤色の図形などが「電子付箋」で、記録されている修繕記録数、作業進捗や保全分類などの情報を表している。

アセンブリ型の発想でBIMの“見える化”を活用

4年間の運用から浮かび上がったユーザのニーズは、どのように開発に結びついたのだろうか。TPM推進グループの藤井 周太 氏に具体的な声を元に紹介いただいた。

「『アイクロア』はExcel操作に似たインターフェースに設計されており、維持管理の履歴などはデータベースとして一覧で保存されています。しかし、階層が深くなると、どの場所で何が起きているかが分かりづらいという声が多くありました。こうした課題が『BIM 360 GLUE』による“見える化”で直感的に反映されたのが大きかったと思います。

あるいは竣工してから使用する取扱説明書などの図書類が探しにくいという声も意外に多くありました。この点も『アイクロア』のデータを『BIM 360 GLUE』と双方向に連携させることで見やすく検索しやすくなりました」

お客様の声を開発に結び付けるプロセスで重視されたのが、ツール同士が補完し合って機能するアセンブリ型の発想だ。曽根氏は次のように語る。

Excelライクなアイクロアの入力画面。
建築や施設管理に不慣れでも入力作業が簡単。

「“見える化”は、データベースである『アイクロア』に足りない点でしたが、逆にBIMには、情報を追加するとデータ量が重くなるという懸念がありました。そこで互いの長所を補完させてアセンブリしパッケージ化しようと決めました。そうすることで、従来のデータベース機能で履歴が管理できればいいというお客様にも、BIMと連携させて3次元で管理したいというお客様にも、ニーズによって選択いただけるシステムが実現できました」

「BIM 360 GLUE」で管理情報のスムーズな連携が可能に

今回「アイクロア」とBIMとの連携を考えるに当たって、「BIM 360 GLUE」を選んだ理由は何だったのだろうか。曽根氏は次のようにポイントを語る。

「今回のシステム設計では、『アイクロア』の情報をスムーズにBIMのモデルに表示させるビューアソフトが必須でした。従って情報を自動的に取り込めるBIMツールが条件でしたが、それが『BIM 360 GLUE』だったのです。タブレットに対応しているという点も魅力でした。相互の連携はクラウド上のデータベースを介して行われます。情報別にURLを付けて指示することにより、『アイクロア』を使う側は、難しい操作を行うことなく『BIM 360 GLUE』の3次元モデルで欲しい情報を見ることができるのです」

連携のポイントとなる“見える化”について、建築設計部 施設設計グループ　瀧田 由美子 氏に訊いた。

「『アイクロア』は管理する項目を蛍光灯1本から、部屋単位・フロア単位の管理まで選べます。この項目を基点に細部を設計しますが、お客様のご要望に応じ自由にレベル設定が可能です。管理する建物に自由に付けられる「電子付箋」という機能で使いやすさを高めました。施設の管理者は、この電子付箋をクリックするだけで、例えばA会議室の修繕が何日に完了したとか、エレベーターが何日まで工事中などの情報をBIMのモデル上で確認できます。さらに詳細な情報が必要な場合は、URLをクリックするだけで『アイクロア』の該当データを閲覧できます」

最後に、「アイクロア」の今後の展開について曽根氏に伺った。

「『BIM 360 GLUE』との連携で言えば、BIMモデルの加工など改善の余地はまだ残されています。維持管理という市場で見た場合、ICTを使った管理の有効性はまだ十分に理解されていません。修繕データを積み重ねることで施設のダメージが集中している箇所が把握できるため修繕計画に生かせたり、定期的に管理担当者が代わってもトレンドが把握できるため円滑に維持管理業務ができるなど、今後は、こうしたメリットを、コストダウンも含めいかにお客様に伝えていけるかを分かりやすい説明を体系化することで推進していこうと思います」

※TPMsおよびichroaは前田建設工業株式会社の登録商標です。

前田建設工業株式会社

創 業：1919年1月
資本金：約234億5496万円（2015年3月末現在）
従業員数：2,821名〈単独〉／3,909名〈連結〉（2015年3月末現在）
主な事業：総合建設業
URL：http://www.maeda.co.jp/

設計と施工をひとつのソフトウェアで

Revit は、コンセプト デザインから施工までの BIM ワークフローに対応したソフトウェアです。
正確なモデリングによる設計、建物のパフォーマンスの最適化、より効率的なコラボレーションを行うことができます。

Building Design Suite Premium と Ultimate に含まれる Revit

- Revit と高い相互運用性のある一連の設計ソフトウェアをまとめて利用可能
- BIM と CAD の両方のワークフローに対応
- 高度なビジュアライゼーションツール
- 設計 (建築 / 構造 / 設備)、施工のプロフェッショナルに最適

Revit Collaboration Suite

- クラウドベースのコラボレーションで面倒なサーバ構築が不要
- 建築設計の共同作業に最適な必須ツール
- Revit、AutoCAD、A360 Team が付属
- プロジェクトチーム、JV に最適

Revit LT Suite

- Revit LT、AutoCAD LT が付属
- 効率的な 3D BIM 設計および設計図書作成ツール
- 個人、または小規模で作業を行う設計者に最適
- Revit のファイル形式と完全互換

AUTODESK
オートデスク株式会社
www.autodesk.co.jp

オートデスク認定販売パートナー

Autodesk, the Autodesk logo, AutoCAD, AutoCAD LT, Revit, Revit LT, 3ds Max, Ecotect, Navisworks, InfraWorks, BIM 360, Glue, ReCap, Civil 3D, Showcase, Inventor Autodesk 360, DWG, DXF,TrustedDWG, and FormIt are registered trademarks or trademarks of Autodesk, Inc., and/or its subsidiaries and/or affiliates in the USA and/or other countries. All other brand names, product names, or trademarks belong to their respective holders. Autodesk reserves the right to alter product and services offerings, and specifications and pricing at any time without notice, and is not responsible for typographical or graphical errors that may appear in this document.
© 2016 Autodesk, Inc. All rights reserved.