

北里大学病院 新病院プロジェクト

ユーザ事例

日建設計・竹中工務店・
東洋熱工業・きんでん

Autodesk® Revit® Architecture

現在、建設が進む北里大学病院新病院プロジェクトは、大規模で複雑な病院建築でBIMが本格的に活用されているパイオニア的な事例として注目を集めています。

そのBIMの中心として利用されているのがAutodesk Revit Architectureです。

本事例について、同プロジェクトの施主、設計者、施工者の方々へのインタビューを実施し、次の4つの構成でご紹介します。

コンテンツ

- 1 施主との合意形成 p02
- 2 基本設計と実施設計 p04
- 3 施工段階 p08
- 4 今後のBIM活用への期待と展望 p10

大規模病院建設という複雑で巨大なプロジェクトにおける合意形成、基本設計から施工までのBIM運用

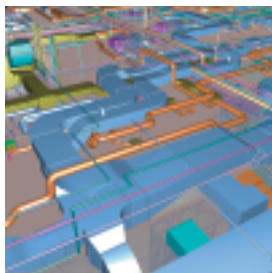
Revit Architectureによる設計事務所とゼネコン・サブコンの協業



北里大学病院新病院プロジェクト外観全景パース。診療主体の低層棟に病室中心の高層棟が載る。右端の建物は既存の新病棟。



外観全景パースは、Revitデータを元に作成されているので、任意の断面を簡単に作成できる。



BIMモデルを使用した設備配管の施工図例。

BIMが可能にした大規模プロジェクトでのスムーズな協働

神奈川県相模原市の北里大学キャンパスでは、現在、北里大学病院スマート・エコホスピタルプロジェクト（仮称、以下・新病院プロジェクト）と呼ばれる、新大学病院棟の建設作業が進んでいる。延床面積9万2700㎡、免震構造のRC・SRC造地下1階地上14階建て、病床数757床（現在の新棟を含め1033床）という、巨大で複雑な機能をもつ病院の新築工事だ。2005年から学内で検討が始まったこのプロジェクトは、2009年7月の設計者選定、2010年末の施工者選定、2011年9月の着工を経て、2013年12月末の竣工を目指して進められている。竣工すれば、築40年以上の既存大学病院棟に変わり、今後、数十年間にわたって医療の進歩をリードし続ける先端的な病院として運営される。

このプロジェクトは、その先進的な施設のあり方ばかりでなく、設計・施工を効率的に進めるツールとしてBIMが本格的に用いられ、これまで、工程がスムーズに進行してきたことでも、大きな注目を集めている。

Autodesk Revit Architectureを中心とするBIMが、このプロジェクトの中でどう活用され、施主・設計者・施工者相互のスムーズな協働を可能にしているのか、また、そこにどのような課題が見つかっているのか、以下、詳しく見ていこう。

1 施主との合意形成

直観的に把握できるRevit Architectureの3D表現が可能にした 施主と設計者の間のダイナミックなやりとり

このプロジェクトでは、設計の当初から用いられているBIMツールRevit Architectureが、プロジェクトの進行を通じて繰り返される施主と設計者の間のコミュニケーションに、BIMならではのあり方で、大きな役割を果たしています。その実際を、施主と設計者にお聞きしました。

フレキシビリティを実現するコア&シェル

「なによりもフレキシビリティのある病院にしたい。私が最初に藤記さんをお願いしたのはそのことです」。そう語るのは、北里大学医学部教授で北里大学病院副院長の渋谷明隆教授だ。

新病院プロジェクト本部副本部長として、プロジェクトを推進している。この先数十年にわたって医療をリードしていく役割を担う新病院には、日進月歩の先端的な医療を実践する環境を維持し続けるために、素早く変化できるフレキシビリティが必須なのだと言います。

新病院の設計を担当する日建設計の設計部門副代表・藤記真氏は、キャリアの大半を医療施設の設計に注いできた建築家だ。渋谷教授のフレキシビリティに関する要望はストレートに理解できたと語る。

「数十年間先進的な医療環境であり続けるためには、ロングライフ化とフレキシビリティを実現しなくてはなりません。そのために、この病院の計画

ではコア&シェルという基本的な考え方を採用しました」と藤記氏。エレベータや設備の縦配管など建物の上下につながるものを中央部のコアと外周部のシェルに集約し、その他の部分はフレキシブルに間仕切り変更などをできる空間とする計画だ。次項の設計フェーズの紹介で詳述するが、このコア&シェルの考えが、実施設計の段階で設備配管の詳細な取り回しなどのチェックを可能にし、その結果を反映して建築側の納まりを再検討する、といった効率的なBIMの活用に大きく寄与している。

施主が求めた3D表現

このプロジェクトにBIMが導入されることになったきっかけのひとつは、施主の側から設計の打合せに3Dモデルを使いたいという要請があったことだと藤記氏は言う。その理由を渋谷教授に伺うと「設計内容を直観的に理解したいため」なのだ



北里大学病院 副院長
新病院プロジェクト本部
副本部長
北里大学 医学部教授
渋谷 明隆 氏



北里大学病院
新病院特命担当次長
経営企画室室長補佐
宇田川 孝男 氏



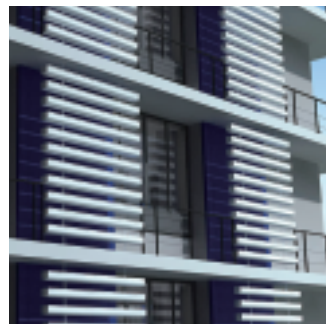
日建設計
設計部門副代表
藤記 真 氏



BIMデータを元にして、仕上げの色・テクスチャ、家具も加えた3Dイメージ。病室のデザインをわかりやすく施主に伝える。



実物モックアップ



デジタルモックアップ

外観デザインの特徴となっている外壁ルーバーは、デジタル・モックアップでの打合せ、検討を経てデザインを絞り込み、実物モックアップを製作した。実物モックアップが完成した段階で、外壁の塗分けを、やはり3Dパースを元に打合せ、検討している。

のこと。教授は、新病院プロジェクトの担当となつてから、ゼネコンの研究所などの様々な建築会社を見学し情報収集を行う中で、BIMが施主の立場でプロジェクトを推進するための強力なツールになると感じた。2次元の図面とは異なり、3Dモデルからさまざまな視点で出力されるパースは、建築の専門家でなくてもその設計内容を直観的に理解できる。教授は、設計者を選ぶプロポーザルの段階で、打合せに3Dモデルを用いることが可能か、参加者に確認したという。

「私たちが設計案について理解したいのは、見た目の良し悪しではなく、医療施設として必要な機能が満たせるか、医療行為の中でスタッフや患者さんはどのように動くことができるか、という機能の面なのです」(渋谷教授)

提案される設計案から読み取りたいのは、たとえば次のようなことだ。病室には看護師が車椅子から患者を抱きかかえてベッドに移すために必要なスペースがあるか、廊下を歩く看護師から病室の中がどのように見えるか、病室内部は窓からの自然光でどのような明るさになるか……。平面図や断面図などからこれらの利用時のありさまをイメージすることは、建築の知識をもつ人でも難しいだろう。施設を使う施主の側が設計者の提案を視覚的に理解できれば、そこでの医療活動の動きが予測でき、さらなる改善点も浮かんでくる、そんな施主と設計者が協働して進める設計のあり方が、このプロジェクトではBIMツールRevit Architectureによって実現されている。

病院スタッフの要望を引き出す

設計提案の内容を視覚的に理解できる3Dモデルのメリットを感じているのは、渋谷教授ばかりではない。北里大学病院の新病院特命担当次長として新病院プロジェクトに携わる宇田川孝男氏も、BIMによる3Dモデルのわかりやすさに期待するひとりだ。宇田川氏は14年前に竣工した北里大学病院新病棟の建設に携わった経験から、当時の2次元図面中心の打合せと、現在の3Dモデルを元にした打合せでは、病院スタッフの理解がまるで違うと感じている。

「例えば看護師たちが、設計段階で自分たちの部署の間取りや家具配置などをはっきりと把握できれば、さらに改善する意見などを引き出すこともできるはず。これからそうした作業が始まりますから、期待したいですね」(宇田川氏)

これには藤記氏も同意見だ。

「これから各部局のみなさんと、部局内の間仕切りなどについて要望を伺う時期になりますが、そのツールとしてBIMは役立ちます。各室の広さや壁に設けられた窓など、平面図だけでは理解が困難な医療空間の状況を見てもらうことが求められました」(藤記氏)

影の動きを見てスペース利用を考える——単なる3Dを超えるBIMの可能性

これまでのところ3Dモデルの利用は期待通りの効果を発揮しているが、渋谷教授はさらにBIMならではのメリットを感じた場面があるという。

「新病院の外観に、時間によって影がどう落ちるかを示す動画を見たとき、日当たりのよい部分は付加価値のついた個室の病室にしたり、逆に日当たりのよくない部分はスタッフの会議室にするなど、スペース利用の検討にも利用できることに気がついたので」(渋谷教授)

設計した3Dモデルを元に、日影計算や照明の計算なども行うことができるBIMのパワーが、施主の施設の生かし方にも役立てられた例と言えるだろう。

他にも単なる3Dを超えるBIM活用として、しばしばファシリティマネジメント (FM) での活用が上げられるが、渋谷教授は「はじめからFMを考えてBIMを希望した」そうだ。「建物の裏の裏まで見ることができるので、完成後の改修・保守の時に役立つと思っています」と渋谷教授。

この点は藤記氏も同意見であり、「BIMデータは維持管理にも役立つ。BIMはFMに大きく貢献する可能性を感じる」と語った。

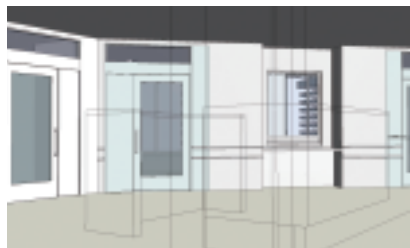
関係者で共有する新病院のイメージ

現在、施工段階に入った新病院プロジェクトは、2013年12月の竣工に向けて進んでいる。竣工すれば先進的な医療を可能にする病院として大きな注目を集め、内外から多くの見学者が訪れることは間違いない。そのとき、病院建築を予定している見学者に対して、BIMの利用を薦めるかどうか教授に伺うと「間違いなくお勧めします」と即答いただいた。

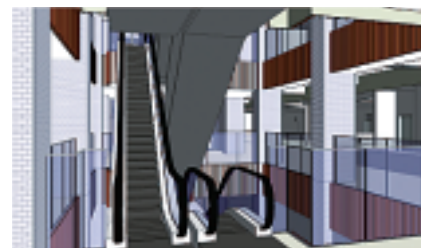
「BIMのメリットをもうひとつ付け加えれば、病院のホームページに貼り付けてあるプロジェクト紹介の動画です」と渋谷教授。新病院の外観だけでなく、内観、構造などを3Dで紹介している。

「現在、病院のスタッフは約2000人ですが、皆忙しく働いていて、新病院プロジェクトに関わる場面は少ない。でも、あの動画を見ることで皆が新病院を理解してくれ、気持ちがそちらに向かってきている。これは大きいですね。また、各地で活躍している大学の卒業生たちも、あの動画を見て母校に関心を寄せてくれるのでは、と期待しています」(渋谷教授) これもBIMによる大きな効果と言えるだろう。

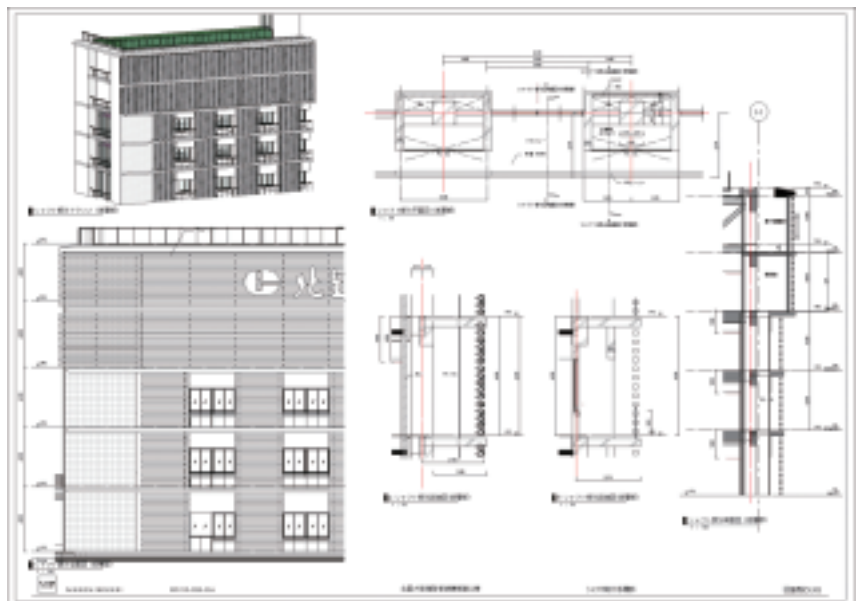
最後に、渋谷教授にBIMによる設計への評価を聞いてみた。「建物の裏の裏まで見えるなど、現段階で、BIMの効果は期待以上です」(渋谷教授)



ナースステーション視覚スタディ。施主も病室の見え方などをチェックすることができる。



吹抜け部分のデザイン検討。



設備シャフト・ルーバー検討の図面。断面図、立面図とともに、外観アクセントが添付されている。BIMによる設計ではこのような図面が普通のあり方になるだろう。

2 基本設計と実施設計

設計全体にBIMを活用し フロントローディングで施工時の手戻りを削減する

まだ始まったばかりの日本でのBIM利用。支援環境も万全とは言えない中で、大規模で複雑な病院の設計にBIMの採用を決断した設計者と、実施設計からチームに加わり、施工で培ったノウハウで設計に貢献した施工者たち。この先駆的な取り組みから見たBIMの可能性、有効に活用するための工夫などをお聞きしました。



日建設計
設計部門副代表
藤記 真氏



竹中工務店
横浜支店 作業所
作業所長
細田 英一氏



竹中工務店
東京本店 設計部
プロダクト部門
設計担当課長
森元 氏

BIMが可能にする複雑な設計のハンドリング

このプロジェクトで設計を担当する日建設計の藤記氏は、早い段階からBIMの利用を決めていたという。そのきっかけのひとつは、前項で紹介した施主による3Dパースの要望だが、もうひとつ、藤記氏を決断させた理由がある。それは、自身が設計しているこの病院が、大規模で複雑な機能を持ち、複雑な形状をしている、ということだ。病院建築のエキスパートである藤記氏は、このような建築では設計・施工を通して、数多くの変更が生じることを予測していた。

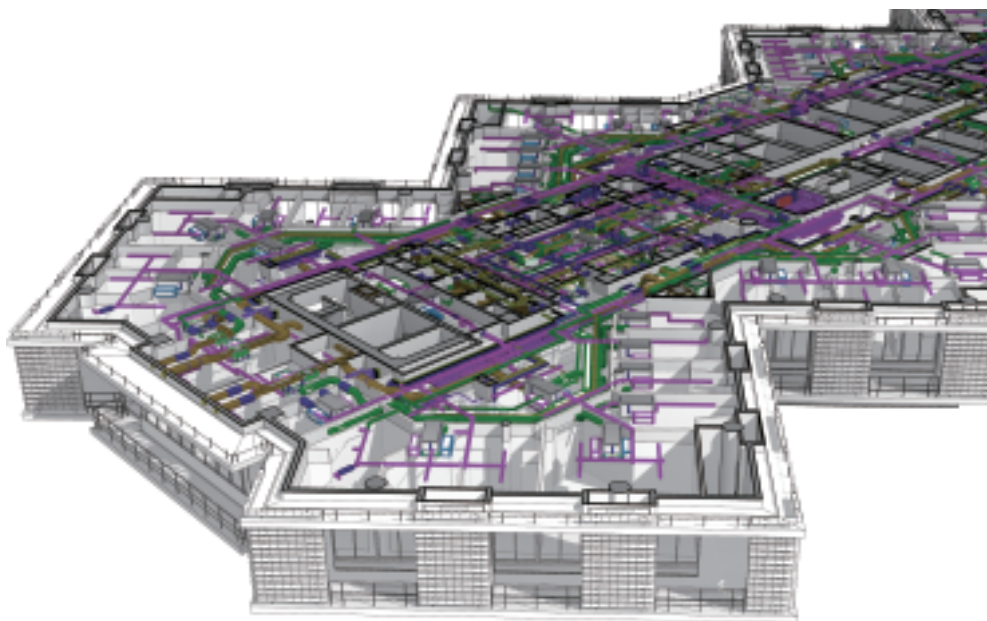
「大規模な病院の設計にBIMを使うことには、社内に無謀だという声もありました。しかし、大規模で複雑だからこそBIMでなければ的確・効率的に設計できない、と考えたのです」(藤記氏) 意匠・構造・設備の設計情報がそれぞれ別個に扱われて、必要の都度すり合わせるこれまでの2次元図面主体のやり方では、この病院のように複雑な設計をハンドリングできない。BIMの3Dモデルによってそれらの情報を統合・一元化することで、意匠・構造・設備の設計情報を相互参照でき、効率的に設計を進められると考えたのだ。BIMの利用は今回が初めてという藤記氏だが、その可能性を知り基本設計を通じて活用した。そして上で述べたような、大規模で複雑な建築こそBIMを活用した意匠・構造・設備の整合性把握が必要だと実感し、「建築生産の新しい形」を目指したBIM活用を決断したのだという。

設計者と施工者が協働したBIMでの実施設計

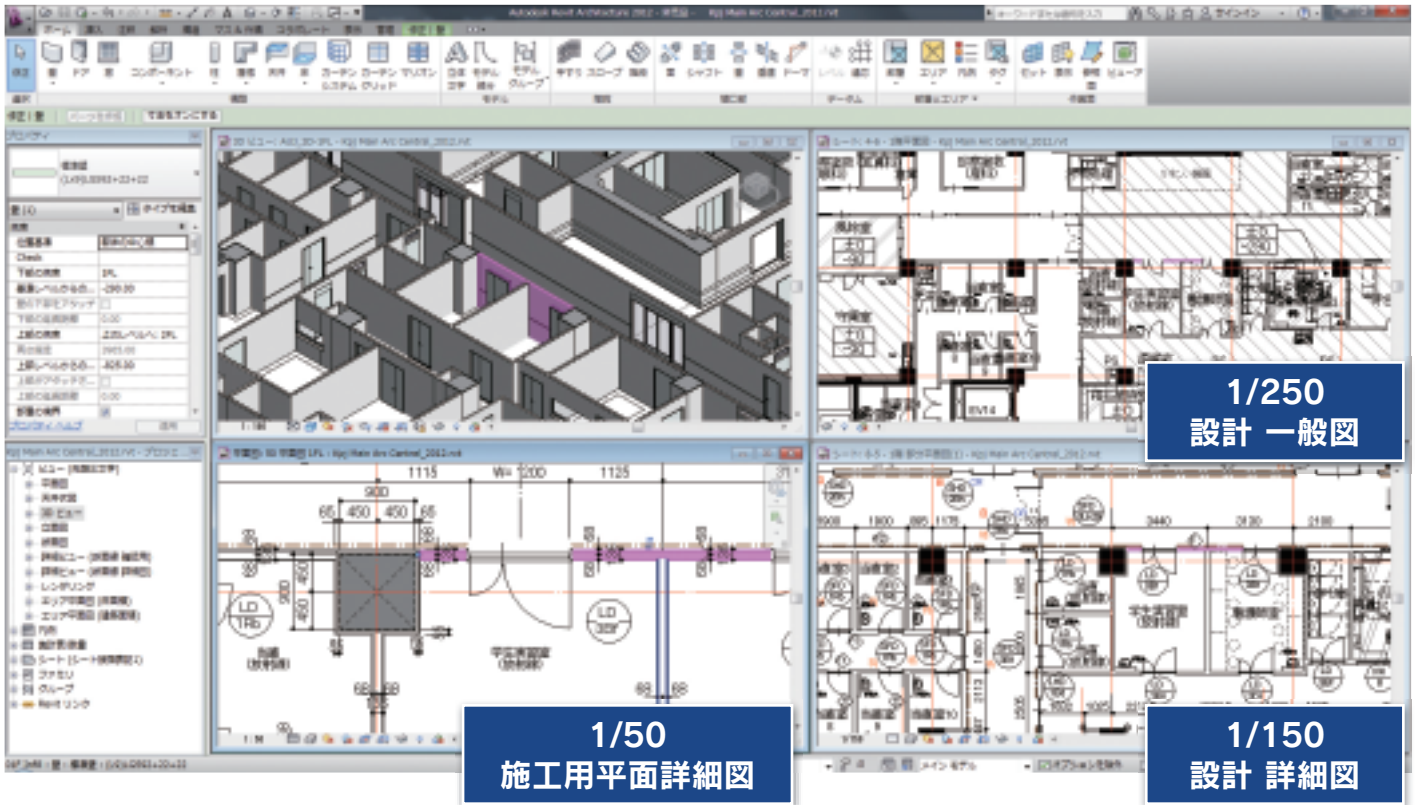
一般に設計と施工を分離発注するプロジェクトでは、施工者の選定は実施設計がまとまってから行うケースが多い。しかし、このプロジェクトでは施主の意向もあり、基本設計がまとまった段階で施工者の選定が行われた。そして、施工を受注した竹中工務店・きんでん・東洋熱工業各社には実施設計への協力が要請され、日建設計とともにBIMによる実施設計に携わるようになった。

竹中工務店で実施設計に携わった東京本店設計部プロダクト部門設計担当課長・森元氏によれば、実施設計をBIMで行うことは、施工者にとっても大きな決断だったという。本格的な普及・利用環境の整備はこれからというBIM現状では、このような大型物件で全面的にBIMを用いることを冒険と捉える向きもあったようだ。しかし、他の物件でBIMによる設計の経験を持つ森氏は、このようなプロジェクトこそ、BIMを利用するメリットが大きいと確信していた。

「2次元図面による設計では、たとえば150分の1の基本図から50分の1の詳細図を起こす場合、描き上げてから両方の図面を突き合わせて確認する必要があります。また、変更が発生すればそれぞれの図面を別々に修正することになります。BIMならひとつのモデルから自動的に複数のスケールの図面ができますから、修正は1回で済み、図面間で食い違う心配もありません」(森氏)



大規模で複雑機能を持つこの建築では、建築と設備の取り合いも複雑にならざるを得ない。この複雑さをハンドリングするには、BIMの持つ、3D CADとしての機能、さまざまな情報を扱える建築データベースとしての機能を活用する必要があると、基本設計の初期段階で藤記氏は判断した。



Revit Architectureの3Dモデルは、スケールの違う3種の図面データを自動的に生成できる。上の画面表示で、たとえば150分の1の図面上で間仕切りを変更すると、その変更は3Dモデルと250分の1の図面、50分の1の図面にも、同時に反映される。その操作性はAutoCADなどオートデスクの製品群で共通化されているので、Revit Architectureを初めて用いる人でも扱いやすい。

直観的な操作性で作図できる Revit Architecture

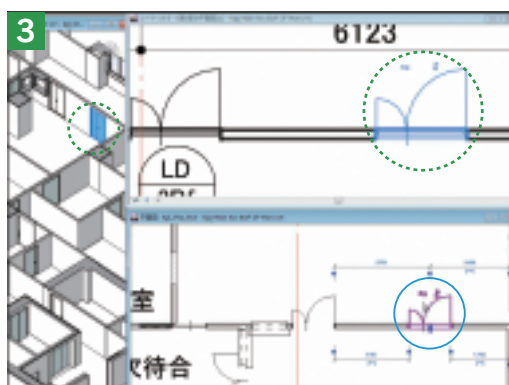


①は、説明のために作図範囲を示しています。

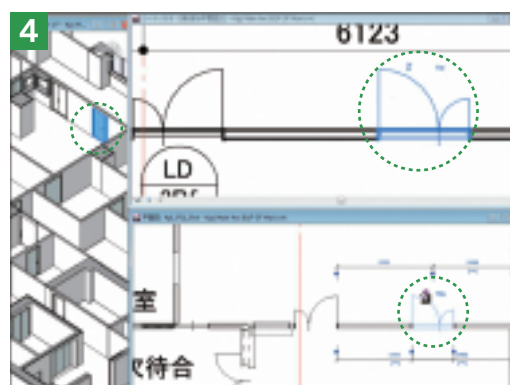
ドアを増やします。左ドアをコピーして右に貼り付けます。



張り付けるとすぐに、上の詳細図と、左の3Dパースにも現れます。



図を拡大して作業します。選択されているドアは、青い色が付いています。



ドアの開きを反対の向きに変更しました。その結果は、詳細図にも、3Dパースにもすぐに反映されます。

プロジェクトのBIMツール

ここで、今回のプロジェクトで用いられているBIMツールを紹介しておこう。

基本設計では、主としてRevit Architectureが用いられた。選択に当たっては、複数のBIMツールを比較検討した結果、AutoCADなど他ソフトとのデータ互換性、操作性や総合力などに優れる点で、Revit Architectureを選定したと藤記氏は言う。

実施設計では、設計者、施工者、構造、設備など設計に関わるメンバーが増え、それぞれの分野で利用されている専用のツールがBIMの一部を構成することになった。基本設計で作成された意匠3Dモデルを元に構築されたRevit Architectureの実施3Dモデルを中心に、躯体や設備にはそれぞれ専用のCADが用いられている。それらのデータは、デー

タ統合を専門にするNavisworksを介して受け渡される形だ。

これらのツール以外にも、より精細なCGを作成する3ds Max、2次元図面を扱うAutoCADなどももちろん利用されている。

基本設計で選択されたRevit Architectureの優れたデータ互換性が、実施設計まで通したスムーズなBIM活用を可能にしていると言えるだろう。

干渉チェックなどを前倒しフロントローディングで全体を効率化する

実施設計に当たって、藤記氏は新しい建築づくりの形を目指したという。その中でBIMに期待したひとつが、従来、施工段階で行う設備と建築の干渉チェックなどを設計段階に前倒すことで、施工時

の手戻りを減らす、フロントローディングによる施工段階での効率化だ。このプロジェクトで設備を担当する東洋熱工業、きんでんは、実施3Dモデルの建築データを用いて、その中の配管の取り回しなどを検討することで、施工前に建築と設備の干渉チェックを行うことができる。それによって、必要であれば建築の納まりなどの設計を変更することも可能になる。

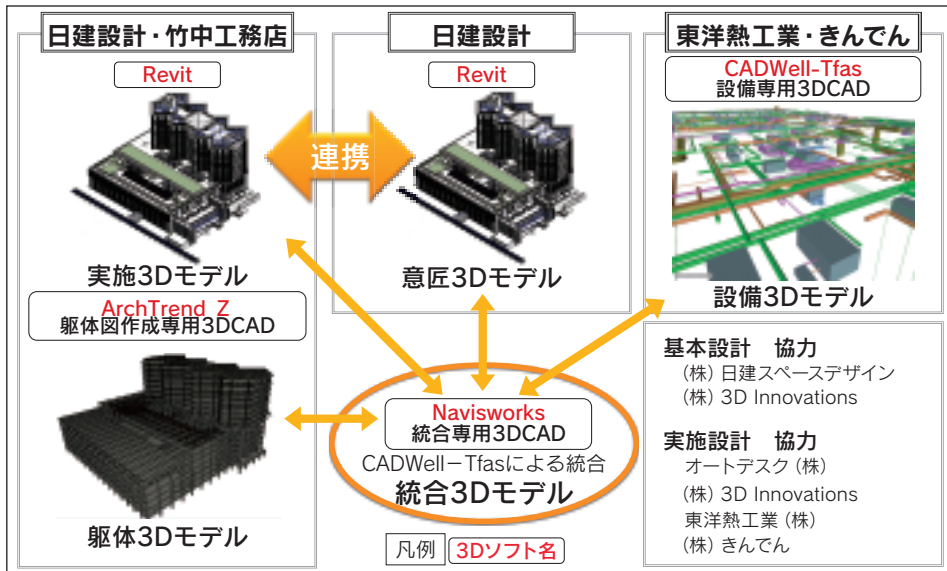
「これだけ機能が複雑な建築では、施工段階に数多くの手戻りが発生するのが普通ですが、設計者と施工者がBIMを活用して施工の手戻りを軽減できれば、現場全体の意識も高まり、結局はそれが施主のためにもなると考えています」(藤記氏)

このフロントローディングが可能になったのは、ひとつにはすでに述べたように、施工者が実施設計前に選定され実施設計に参加したこと。そしてもうひとつ、このプロジェクトならではの要因がある、と現場所長である竹中工務店横浜支店の細田英一氏は言う。それは、基本となるコア&シェルが早い段階で固まっていたこと。そのため、従来は施工時にならないと決められない細部のさまざまな検討が、前倒して行えたことだ。

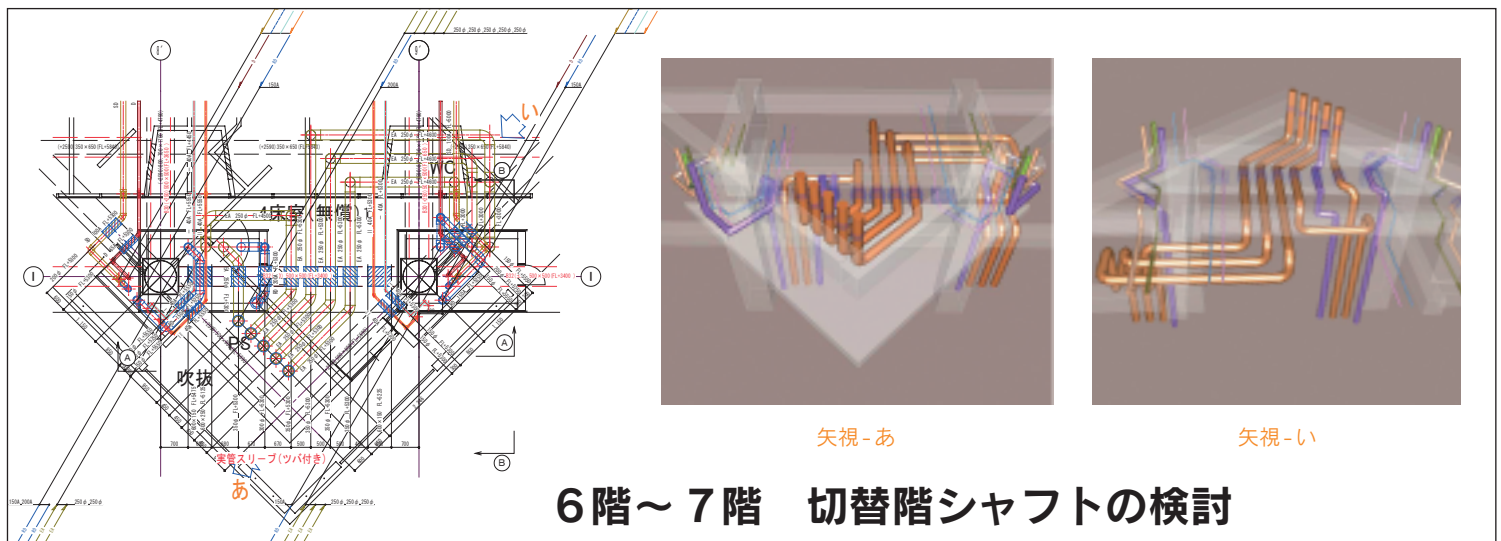
「設計段階で配管の取り回しや干渉チェックをしても、躯体が変わってしまったらやり直しです。しかし、今回はコア&シェルが設計意図として確立されていたため、安心して検討を進めることができました」(細田氏)

BIM活用に欠かせないBIMマネージャー

今回、基本設計から実施設計へのデータ連携がスムーズに進み、膨大な実施設計データをストレスなく構築できたのは、BIMをよく知る協力会社の存在が大きいという。BIMは単に3Dモデルを作成するだけでなく、建築のさまざまな情報をそのモデルに持たせることで、図面やパースの出力、部



このプロジェクトのBIMで用いられた3Dモデルの連携の仕方を示すダイアグラム。Revit Architectureをメインに、躯体、設備でそれぞれのツールが使われている。それらのデータを統合してチェックするのに便利なのがNavisworksだ。さまざまな形式のデータを取り込んで統合して表示できる。設備の干渉チェックなどに用いられた。



6階～7階 切替階シャフトの検討

低層棟と高層棟の切替階では、パイプスペースの空間形状も複雑になり、配管類も複雑な取り回しが必要になる。平面図、断面図などの2次元の情報からだけでは、この空間の形状を理解しにくい。Revit Architectureの3Dモデルを設備専用の3D CADに取り込んで利用することで、複雑な配管の設計がスムーズに進んだ。

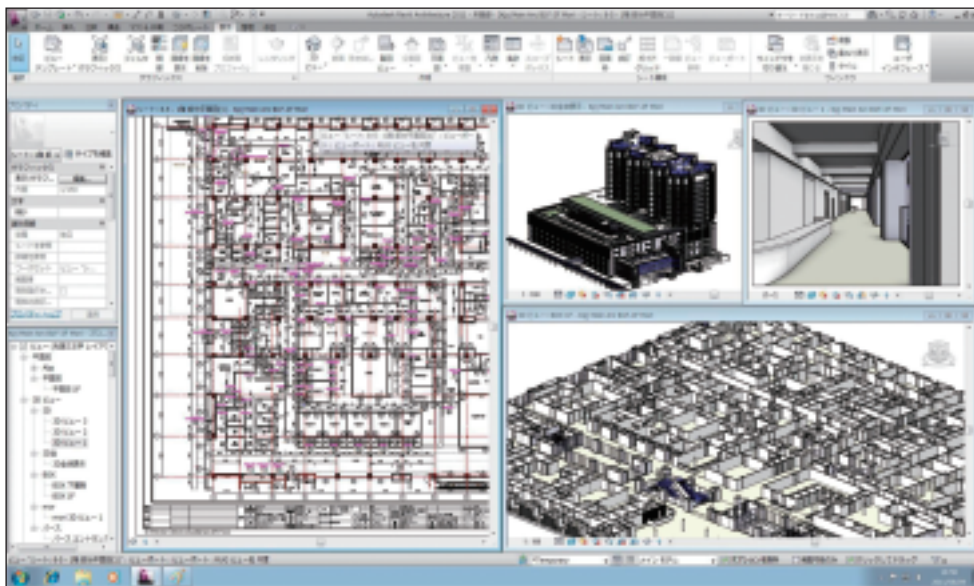
品や部材の数量の把握、部材制作データの出力、さらにファシリティマネジメントに使用できる履歴情報など、まさにBIMのI、すなわちインフォメーションをモデル化する可能性を有する。

しかし、何でも入れられるからこそ、どのようにデータを構築するかを明確にすることが必須となる。このプロジェクトでは、たとえば電気のスイッチとコンセントをモデルの中に3Dデータとして入れることはしていない。膨大な量のスイッチやコンセントを3Dで入れると、データが大きくなりすぎて動きにストレスを感じるようになるからだ。それらは2次元図面を配置して3Dモデルの中に表示できるRevit Architectureの機能を使って、3Dモデルとの整合性をチェックしている。森氏は、BIMは有効なツールだが、手間が膨らめば設計コストに影響する。どこまでの情報を持たせるか、その見極めが重要だ、という。

このように、BIMの機能を熟知して、使用できるハードのリソース、マンパワーなどを勘案し、効率的なBIMデータを構築するためのルールづくりをする役割、つまり、BIMマネージャーが欠かせないと、藤記氏は強調する。

「従来の設計手法でも、リーダーである設計者のもとに、スタッフをまとめて図面の整合性などを管理する番頭格のスタッフがいます。BIMを使う場合は、その役割をBIMマネージャーが担うことになります」(藤記氏)

今回のプロジェクトでは、基本設計でその役割を担当したRevit Architectureに詳しいBIMコンサ



Revit Architectureの実施3Dモデルは、データサイズ約400MBの1つのファイルに保持されている。建築のデータベースとして活用する場合の手軽さを考えてのことだ。しかし、作図・修正などの操作には建物全体は必要ないため、データ全体をいくつかに分けたワーキングセットを使用する。このようなデータの構成方法を考えてスタッフに周知することは、BIMマネージャーの重要な役割だ。

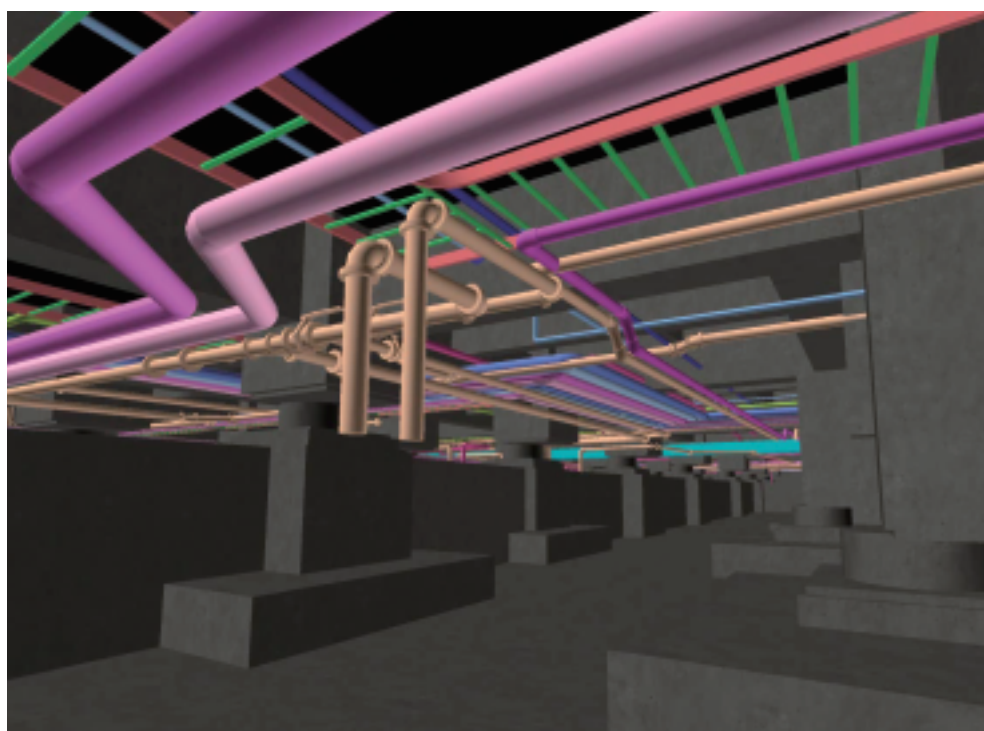
ルティング会社3D Innovationsが、実施設計でも同じ立場で参加したことが、スムーズなBIM活用に大きく貢献したという。

「プロジェクトの3Dモデルは、すべてのデータに直接アクセスできるように、1つのファイルになっています。400MBのファイルですが、それを複数のスタッフが使用して、モデルを構築し修正しています。作業をストレスなく進めるのに、データの

一部をワーキングセットとして切り出して操作するのは、その切り分け方などもBIMマネージャーが決めています」(森氏)

※

設計者と施工者が協働したフルBIMによる実施設計は、藤記氏の期待通り、さまざまな詳細な検討事項を前倒して行いながら、予定通り半年ほどの短時間でまとめあげられた。



地下階での設備の干渉チェック用に建築と配管を重ね合わせたもの。この建物は免震構造になっているため、地震時に躯体が免震装置の上下でずれて動く。その場合にも配管類が干渉しないことを、実際にモデルをずらして確認した。(Revit Family, Navisworksを使用)

3 施工段階

実施3Dモデルによる建物全体の理解が スムーズな施工図作成を可能にする

当初想定した3Dモデルから施工図を出力する施工のフルBIM化は、求められる施工図の量とスピードへの対応、人員不足の問題から、AutoCADによる2次元図面で作成されることになりました。パイオニア的なBIM利用ゆえの現実ですが、そんな中でも、実施設計がフルBIMで行われたメリットが、施工図作成で生きています。ここでは、現場で見てきたBIM利用の課題とメリットをお聞きました。



竹中工務店
横浜支店 作業所
作業所長
細田 英一 氏



竹中工務店
横浜支店 作業所
設備担当課長
谷村 充男 氏



きんでん
横浜支社 第一工務部
工事課 副長
本間 大輔 氏



きんでん
横浜支社 第一工務部
工事課 主任
野見山 和俊 氏



東洋熱工業
東京本店
工事統括部 CAD室
副参事
藤田 良晴 氏

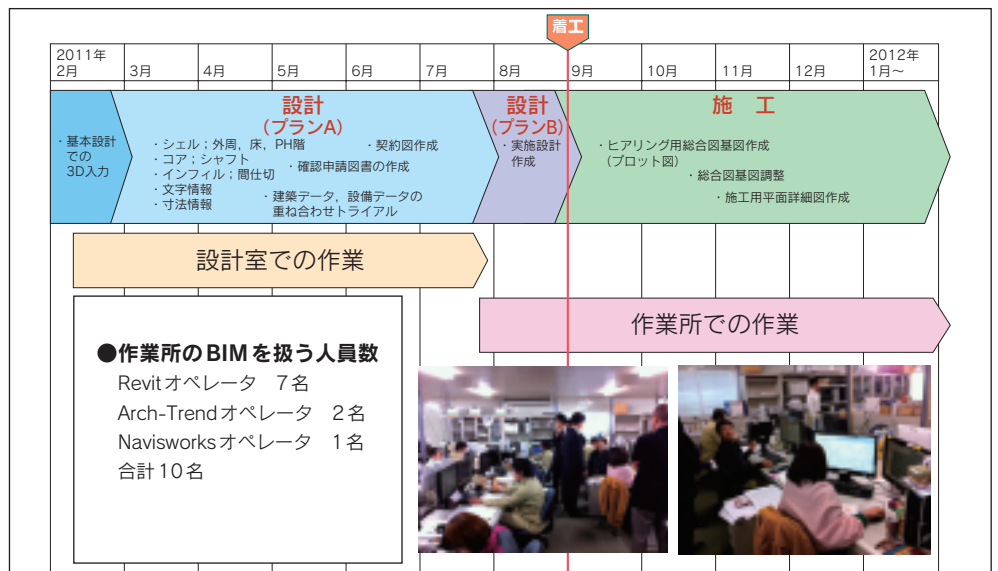
BIMの黎明期ならではの課題

実施設計のスタート時点では、現場で作成する施工図もBIMの3Dモデルをより詳細にしていこうと進めようとしていた設計チームだが、実際には実施設計がまとまった段階の3DモデルからAutoCADの2次元データを出力し、そのデータを元に、2次元図面上で施工図を作成することになった。その理由は明確だ。

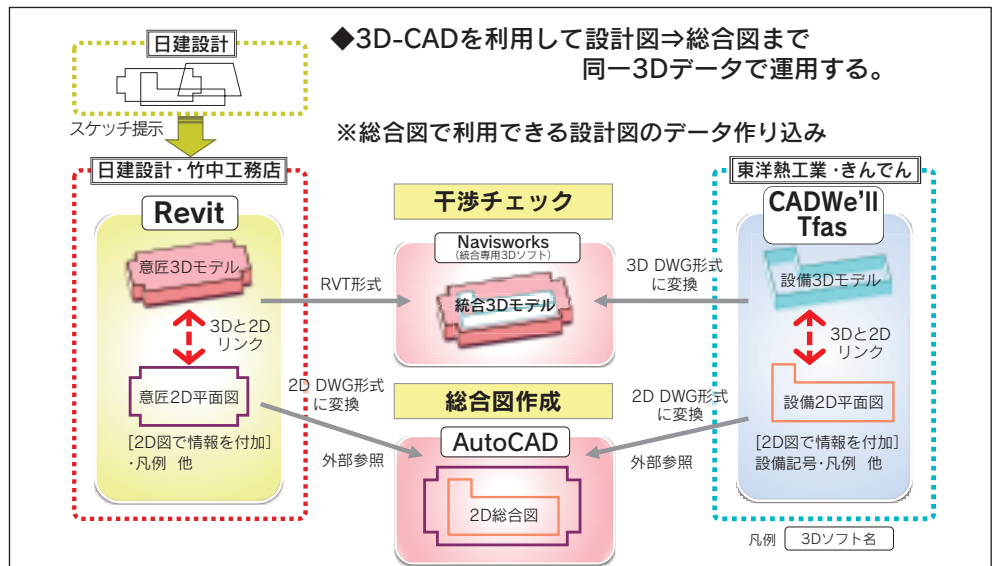
「施工図の中心である総合図だけでも、1フロアでA1図面が16枚から20枚も必要で大規模な現場です。それだけの図面を、実施設計の詳細データに施工図に必要な納まりを加えて、工期の厳しい現場の進捗に合わせて素早く作成していかなければなりません」と細田所長。3Dモデルを利用して

く場合、建築のわかるオペレーターの数をそろえる必要がある。しかし、BIM利用が始まったばかりの現状では、施工の納まりがわかり、かつ、Revit Architectureを使える人員を、必要な数だけ配置することは難しかったと、細田所長はいう。大規模で短工期の建設プロジェクトであるがゆえの判断と言えるだろう。

現状は、AutoCADならそのような人員は十分に確保できる。今後、BIMの広まりに連れて、この状況は変わってくるだろう。実際、竹中工務店では、今後、他のプロジェクトでもBIM化が進展することをにらんで、Revit Architectureのオペレーターに、関連会社のスタッフを用い、技術・ノウハウの蓄積を図っている。



実施設計から施工初期のスケジュールと作業の概要。実施設計にプランA、プランBとあるのは、実施3Dモデルの入力を進めている間に進行している設計の修正を、まとめてモデルに反映するため。建築の納まりがわかりAutoCADを扱える人員は多いが、納まりがわかりRevit Architectureを扱える人員はまだ少ない。このプロジェクトでは人員の育成も考慮してスタッフを選んでいる。



施工図の作成段階では、Revit Architectureの3Dモデルから出力したAutoCADデータと、設備専用CADの3Dモデルから出力したAutoCADデータをもとに、総合図を作成している。設備の干渉チェックは、Revit Architectureデータと設備専用CADから出力した3D DWGデータをNavisworksに取り込んで行った。一部は実施設計段階に前倒して実施している。

実施3Dモデルをデザイン検討に活用する

施工図の作成が2次元図面ベースになったからといって、実施設計の3Dモデルが不必要になったのかと言えば、まったくそうではない。ひとつは、すでに述べたように、建設の過程全般を通して施主との合意形成に用いられている。実施設計に前倒してきた部分も大きい。現場が始まってからも、施主との間でさまざまなデザイン検討を行う必要があることは当然だ。たとえば、内部仕上げの色や素材など、これから新病院の各部門のスタッフとやりとりすべき内容は数多くある。それらのデザインの決定は、たとえリアルな表現であっても、3Dパースだけで行われる訳ではなく、施工のスケジュールに合わせて見本や数多くのモックアップを作成して行うのが通常だ。

設備施工にも役立つ建築の3Dモデル

設備の施工を担当する東洋熱工業やきんでんでは、実施設計に前倒して行った配管等の干涉チェックだけでなく、設備の施工図作成をRevit Architectureの実施3Dモデルを活用しながら進

めている。

そのひとつは、従来必要だった、建築図面を見ながら設備専用CADに躯体のデータを入力する作業が、このプロジェクトでは、実施3Dモデルから互換性のあるデータを出力してもらい読み込むことで、正確さとスピードをともにアップすることが可能になっている。

もうひとつ、3Dモデルが役立っている点を教えてくれたのは、この現場の設備施工担当課長・谷村充男氏だ。「複雑な建築ですから、たとえば設備配管の取り回しを考えると、2次元の図面から読み取るのは簡単ではありません。3Dモデルなら、細部の形状をさまざまな方向から見ることで、視覚的に容易に理解できるので、設備配管施工図作成のスピードも上がると思います」(谷村氏)

これには、東洋熱工業の藤田良晴氏も同意見だ。設備や配管類を納める空間を理解することが、ずっと簡単に素早くできるという。

電気を担当するきんでんの本間大輔氏と野見山和俊氏も、そのような3Dモデルのメリットを生かした例として、屋上に設置する避雷針のアース線の

配線を上げてくれた。ヘリポートがあるために複雑な高低差がある屋上に、適切にアース線を配線するには、屋上全体を立体的に把握する必要があるが、そのために屋上部分を拡大して3Dモデルを眺めたそうだ。

「専門家なら、平面図や断面図があれば同様の理解ができると思われるかも知れませんが、設計図が2次元の場合、断面図は限られた位置でしか作成されませんから、複雑な空間や立体を切れ目なく理解するのは、実際は難しい。3Dモデルはどこを切っても形状を共有できる点も非常にメリットが高いですね」(谷村氏)

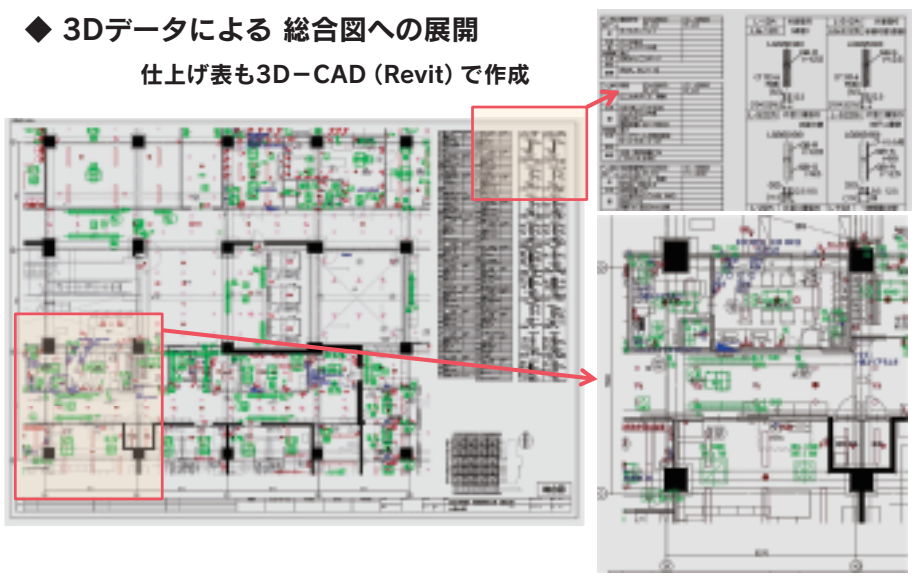
現場で感じたBIMの可能性

現在進行中の現場は、まだ建築の仕上げなど複雑なディテールの施工には至っていないが、そのような時期になれば、施工図の作成ばかりでなく実際の施工の場面でも3Dモデルの活用が想定されている。工事にかかる前にその部分の3Dモデルを見ることで、つくるものをはっきりと把握することだ。複雑な部位になるほど、どういうものをつくるかを理解しているかどうかで、工事の効率も違ってくるはずだ。細田所長も「BIMによって建物全体の理解が容易になり、これまでのところでも現場員の理解／把握にはすごい効果がありました」と評価する。

このプロジェクトでBIMをはじめて体験した細田所長に、今後、別のプロジェクトでも使いたいかどうかを伺うと、施工図までフルBIM化するような取組みを考えていきたいとのこと。オペレーターの増加など利用環境が整うにしたがって、BIMの利用は拡大し、そのメリットも増大していくと実感されているようだ。

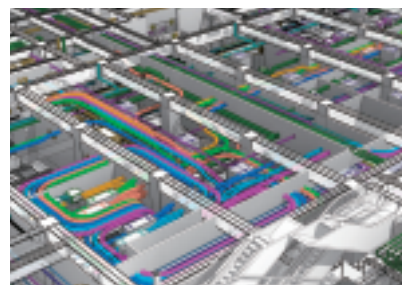
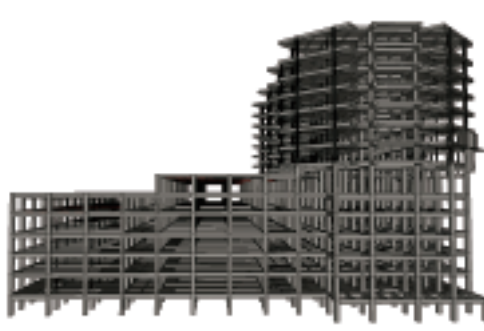
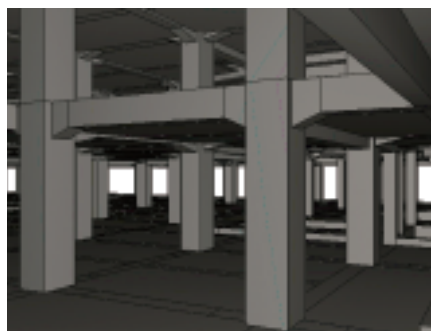
◆ 3Dデータによる 総合図への展開

仕上げ表も3D-CAD (Revit) で作成



Revit Architectureの3Dモデルから出力される、総合図の元となる平面図データ。仕上げ表の部分も3Dモデルから出力できる。

躯体専用3D CAD (U-BIM 施工図CAD) で作成した躯体モデル。このデータから躯体図を出力する。このプロジェクトでは行っていないが、躯体モデルからコンクリート、型枠、鉄筋を簡易積算することも可能である。



設備専用3D CAD (CADWell-Tfas) で作成した設備3Dデータ。施工図として入力したものを。

4 今後のBIM活用への期待と展望

大規模で複雑な病院建設プロジェクトでの活用から見てきた これからのBIMの課題と新たな活用法

新しい建築のつくり方をもたらすツールとして期待されるBIM。このプロジェクトを通じて見てきた現在の課題と、これから期待される新たな活用法、さらに今後のBIM活用への期待をまとめました。

見えてきたいくつかの課題

大規模・複雑な建築へのBIMの適用について、現状ではどのような課題があるのか、このプロジェクトを通してそのいくつかを見ることができた。以下、そのポイントを整理する。

①施主との合意形成の中で

このプロジェクトでは、施主の側からBIMを元にした打合せが要望された。その意図への対応に、BIM活用の取り組みがなされていることは、取材を通じて見ることができたが、施主側（渋谷教授）からは、さらに敏速な対応を望む声が出された。打合せの場にノートPCなどを持ち込み、その場で3Dモデルを参照・変更しながら煮詰めていきたい、という要望である。3Dパースを元にした打合せを重ねる中で、そのわかりやすさを実感したからこそその要望と言える。

藤記氏は、リソースが許せば試行してみたいとのことだが、設計には熟慮が必要な部分もあり、その反応は設計者によって異なるだろう。打合せに必要な部位と必ずしも重要でない部位を、施主協議を通し明確化し、活用することが重要としている。いずれにしても、敏速さと慎重さを兼ね備えた、施主と設計者との打合せのあり方を考えていく必要がある。

②設計の中で

BIMの活用を成功させるには、3Dモデルに何を投入して何を投入しないかといったデータのルールづくりなども担うBIMマネージャーの役割が大切だ。

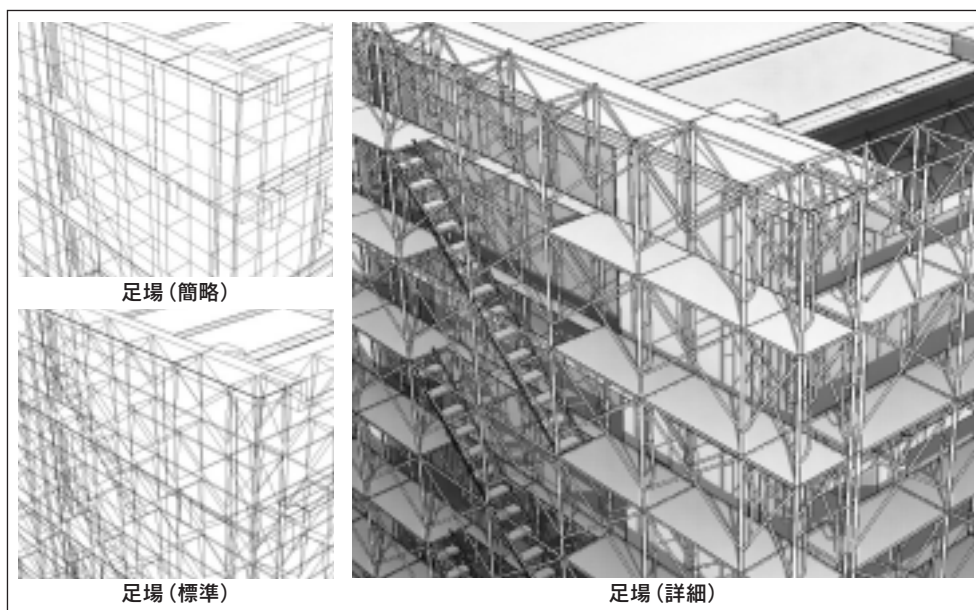
現状では、そのような能力を持つ人材は決して多くない。プロジェクトに応じて相応しい人を得られるかは、大きなポイントだろう。

③施工の中で

大量に高速で施工図を起こす必要がある現場では、建築をわかるBIMのオペレーターの数が問題になる。実施設計の詳細図から施工図を起こすには、接合する材の勝ち負けなど、施工の納まりを知っている必要がある。AutoCADなどの2D CADならば、そのような人員の確保は難しくない。しかし、BIMのオペレーターは、現在はまだ不足がちな状況のため、今後のオペレーターの育成も課題の一つである。ただし、これはBIMのさらなる普及とともに解決される問題とも言えるだろう。

④竣工後のBIMデータの活用

大規模で複雑な建築ほど、そのライフサイクルを通じた維持保全や改修などのコストは大きくなりがちだ。BIMデータは、そのような建築を効率的に管理するファシリティマネジメント（FM）での活用が期待されている。今回のプロジェクトでも、施主側も設計者もその可能性を意識している。しかし、FMに生かすには、設計・施工のために作成されたBIMデータを、FMのためのデータにする手間が必要になる。BIMデータの何が不要で、FMのために追加で入力すべきデータは何なのか、そのために発生するコストはいくらで、誰が負担するのか、などなど、FMでの活用を目指すために検討すべき点は少なくない。



Revit Architectureで足場の検討を行っているパース。足場ユニットの配置は簡略表示でスピーディに行い、細部の検討は詳細表示で行う。建築の3Dモデルの周囲に足場を配置できるため、ビジュアルに検討が可能。

これから期待される新たな活用法

今回のプロジェクトに施工側から携わった竹中工務店の森氏は、BIMへの造詣が深く、他のプロジェクトでの利用経験もあり、その活用に関して多くのアイデアを持たれている。それは、Revit ArchitectureとNavisworksをはじめとするオートデスク製品との連携によるBIM活用の例だ。そのいくつかを紹介しよう。

①ものづくりの中で

たとえばカーテンボックスなどは、多くのプロジェクトでよく似た断面形状をしている。Revit Architectureの3Dモデルからそのデータを取り出し、オートデスク社の機械設計用3D CAD、Inventorに受け渡して製作のためのCAMデータに加工することで、そのまま実際のものづくりを行うことが可能になる。データはパラメトリックに変形できるので、数タイプの断面形状を用意しておけば、さまざまなプロジェクトで使用できる。

②設計の中で

BIMデータの部材や部品に含まれる属性情報に単価などを入力することで、BIMから直接、積算を行うことが可能になる。どこまでの情報を入れるか

は検討を要する。今回のプロジェクトでは、躯体図には専用の3D CADを使用したが、そのモデルからはコンクリート、鉄筋、型枠の数量を簡易積算することができる。

③現場の中で

足場の配置をRevit Architectureで行うことで、施工計画の精度を向上させることができる。建築の3Dモデルの周囲に、簡略な画面表現でスピーディに足場ユニットを配置すれば、詳細な表現のペースや図面を出力できる(今回のプロジェクトで試行している)。

また、干渉チェックに使用したNavisworksは、モデルに含まれる各オブジェクトに「時間」の情報を持たせることができるため、そのオブジェクトが施工される予定の日時を設定すれば、時間軸に沿ってオブジェクトを表示することで、施工スケジュールをビジュアルに表現できる。

さらに、Navisworksの干渉チェック機能を使用して、現場のクレーン配置を検討することができる。Revit Architectureの3Dモデルを利用して、クレーンのアームの回転が少なく済むような配置をビジュアルに検討できる(今回のプロジェクトで試行している)。

本プロジェクトでの取組みの意義と効果

バイオフィア的にBIMの本格活用に取り組んでいる「北里大学病院・新病院プロジェクト」。

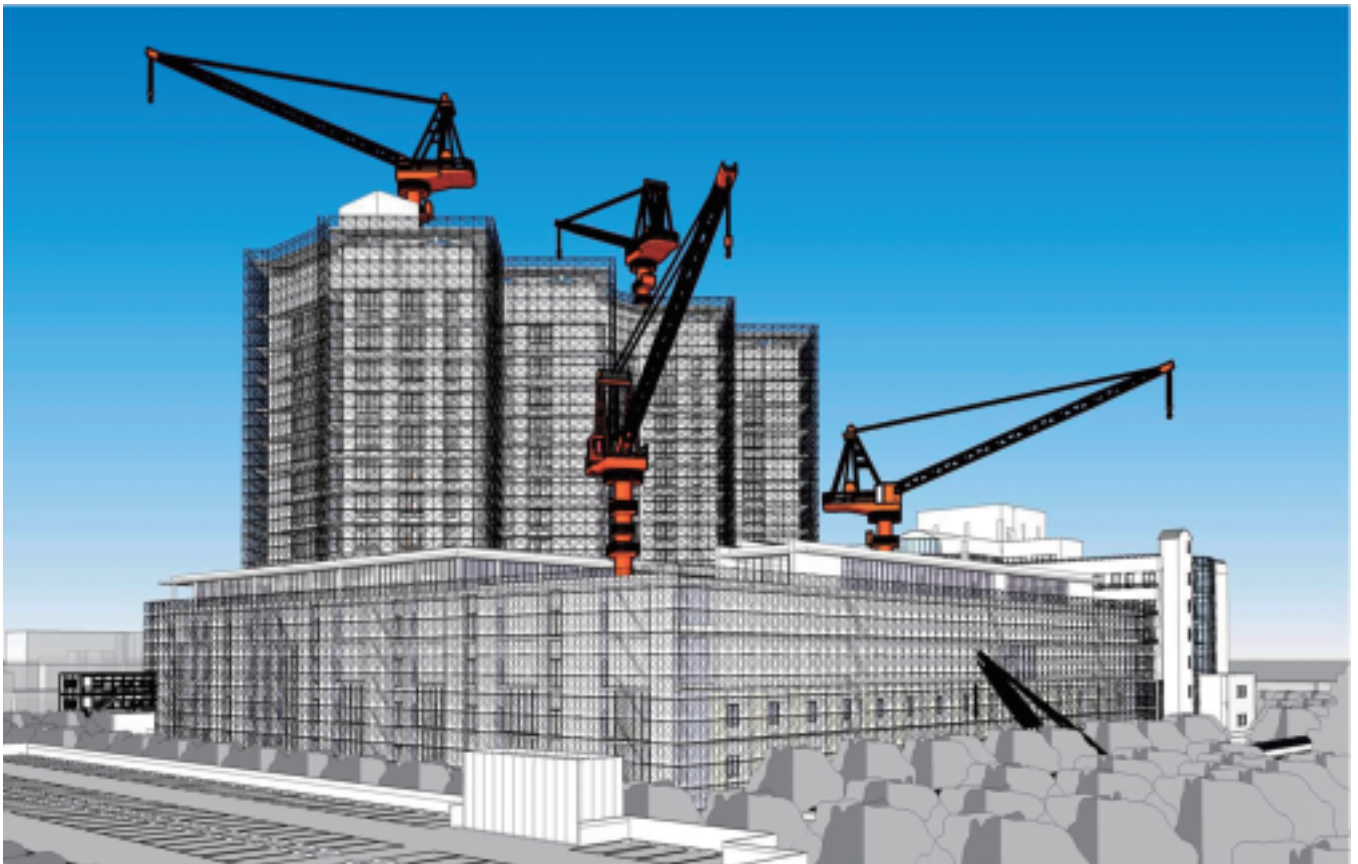
ここまで大規模な建築で基本設計から施工、そして、FMまでも念頭においてBIMを運用している例は、日本初と言っても過言ではない。

しかも、建物は、北里大学病院という国内外から大きな注目を集める有名プロジェクトである。

デザイン性に大変優れた複雑な形状と、複雑な機能を持った建築でのBIMの運用というのも特筆できる。

日建設計の藤記氏が語った「このプロジェクトでBIMを本格的に運用することは、エポック・メイキングになる」という言葉は、まさにそのとおりだと実感した。

この建築に携わる施主・設計者・施工者・協力会社のすべての人達が、BIMによるメリットを享受しているこの大きなチャレンジは、今後の施主のスタンス、設計プロセス、建築生産に間違いなく大きな影響と大きな成果をもたらすだろう。



Revit Architectureの3DモデルをNavisworksに読み込み、そこにクレーンのデータを加えて配置を検討している。クレーンのアームを回転させて作業可能範囲を確認したり、もっとも回転量の少ない配置などを検討する。

ご使用いただいたオートデスク製品



Autodesk Building Design Suite

ビルディング インフォメーション モデリング (BIM) や CAD ツールを統合しており、デザイン、視覚化、シミュレーションをさらに効率よく行うことができます。包括的な建築デザインソフトウェア ソリューションを使用して、さらに優れた建物を設計し、建築できます。



Autodesk Revit Architecture

建築士や設計者の思いどおりに機能するため、より高品質で正確な建築設計を作成できます。「ビルディング インフォメーション モデリング」(BIM) に特化しており、コンセプトの把握や解析を支援し、設計、設計図書、施工を通して一貫したビジョンを維持できます。情報豊富なモデルを使用して、より多くの情報に基づいた意思決定を行い、サステナブル デザイン、施工計画、加工をサポートします。自動更新機能により、設計と設計図書の整合性が常に保たれ、信頼性が向上します。



Autodesk Navisworks

建築、エンジニアリング、建設の専門家がプロジェクトの成果をより適切にコントロールできるようにします。プロジェクト関係者全員と、モデルや様々なファイル形式のデータを、統合、共有、レビューすることが可能です。統合、分析およびコミュニケーション用の包括的なツール。セットにより、施工やリノベーションを開始する前に、専門分野間の連携を取り、干渉を解消して、プロジェクトの計画を円滑に進めることができます。



Autodesk 3ds Max

統合された強力な 3D モデリング、アニメーション、レンダリング ツールが搭載されているので、アーティストとデザイナーは技術的な課題ではなく、クリエイティブな課題に、より重点的に取り組むことができます。



AutoCAD

デファクトスタンダードの 2D および 3D CAD、AutoCAD® 2013 のパワフルで柔軟な機能により、身のまわりにあるさまざまなものを設計し、かたちにできます。設計の集約と図面化のための強力なツールを使用して、設計とドキュメント化のワークフローを連携させて合理化し、生産性を最大限に高めます。



Autodesk Inventor

メカニカル設計、解析、金型設計、受注設計、設計情報の伝達などに役立つ、柔軟性のあるさまざまなツールが数多く搭載されています。

Inventor を使用して製品の設計、ビジュアル化、解析を行うことにより、製造前に不具合を見つけ出して解決することができるので、完全なデジタル プロトタイプを実現できます。この Inventor を使用してデジタル プロトタイプを実践することで、より高品質な製品をより早く、より低コストで市場に投入できます。

導入製品/ソリューション

- Autodesk Revit Architecture
- Autodesk Navisworks
- AutoCAD
- Autodesk 3ds Max
- Autodesk Inventor

導入目的

- 大規模・複雑なプロジェクトの設計ハンドリングツールとして
- 実施設計まで通した BIM 設計ツールとして
- 施主打合せ用 3D モデル作成ツールとして
- フロントローディングによる施工の効率化
- 施工図作成ツールとして
- 設計と施工の協働のツールとして

導入ポイント

- 3D モデルデータ活用の容易さ
- 多数のソフトウェアとのデータ互換性の高さ
- BIM のデータベースとしての利便性と機能性
- 設備専用 3D CAD、躯体専用 3D CAD などとのデータ連携

導入効果

- 施主との合意形成の高度化
- 施主の満足度の向上
- スムーズな設計ハンドリング
- BIM 設計の実現
- フロントローディングによる施工の手戻り軽減
- 設計と施工の協働のスムーズ化
- 現場員の建物全体の理解/把握の飛躍的向上

今後の課題

- BIM オペレーター育成
- 施工図まで含めたフル BIM 化
- 積算での利用
- ファシリティマネジメントへの活用

プロジェクト概要

工事名称	北里大学病院スマート・エコホスピタルプロジェクト(仮称)
建築主	北里大学病院
設計・監理	株式会社日建設計
実施設計	株式会社日建設計、株式会社竹中工務店
施工	株式会社竹中工務店
工期	2011年9月～2013年12月(予定)
延床面積	約9万2700㎡
建物構造	RC・SRC造
建物規模	地下1階地上14階建て
建物用途	病院
病床数	757床(現在の新棟を含め1033床)
備考	国土交通省の「住宅・建築物省CO ₂ 先導事業」に選定。免震構造を採用

Autodesk®

オートデスク株式会社 www.autodesk.co.jp

〒104-6024 東京都中央区晴海1-8-10 晴海アイランド トリトンスクエア オフィスタワーX 24F
〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原3-5-36 新大阪トラストタワー 3F

※ Autodesk, Revit は、米国および/またはその他の国々における、Autodesk, Inc.、その子会社、関連会社の登録商標または商標です。その他のすべてのブランド名、製品名、または商標は、それぞれ所有者に帰属します。オートデスクは、通知を行うことなくいつでも該当製品およびサービスの提供、機能および価格を変更する権利を留保し、本書中の誤植または図表の誤りについて責任を負いません。
©2012 Autodesk, Inc. All rights reserved.