

BIM活用をめざして —組織建築設計事務所の現状—

株式会社安井建築設計事務所 情報・プレゼンテーション部長 なかもと さぶろう 中元 三郎

1. はじめに

新しい技術が利用され始める時代には、常に次の理想的な技術が着想され予想されるものである。1980年初頭に、われわれは2次元CAD利用を模索し始めた。当時はパソコンもワークステーションもない汎用コンピュータやミニコンピュータの時代であった。

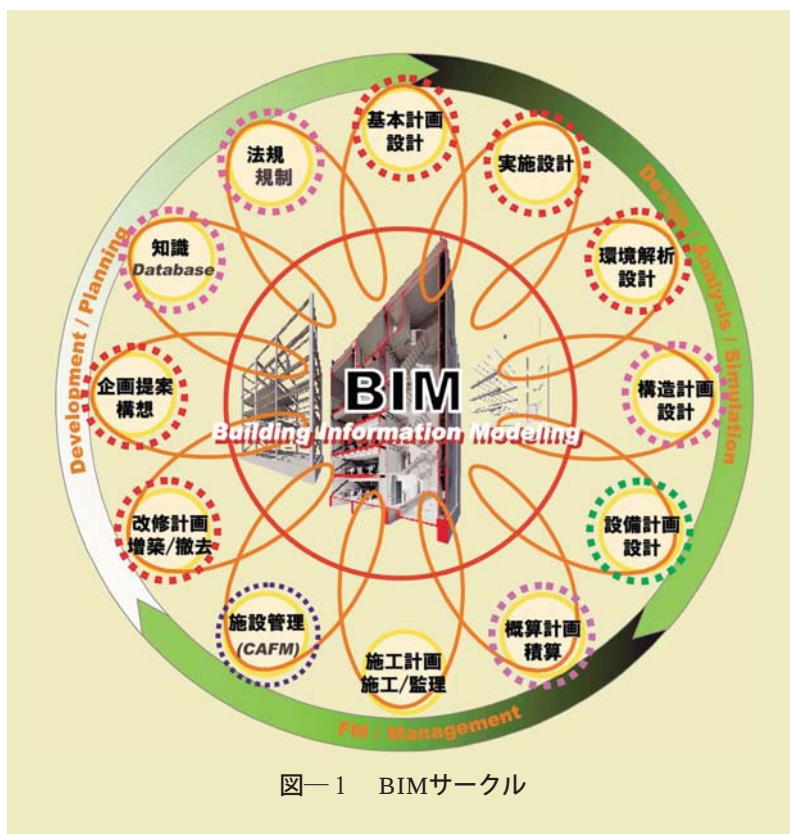
多くの先達が3次元モデルによる設計実施を考えたが、当時のIT技術やハードウェア性能では現実的ではなく、これらの利用方法が理想の域を出ないものと位置付けられた。このように、オブジェクト指向型3D-CADという概念はすでにこの時期に芽生えていたが、こうした時代背景により設計ツールではなく学術研究材料として実設計社会からは距離を置かれてしまった。

バブル時代に入って設計効率向上を求める建設業界で2次元CADはDrafting-Toolとしての様相を強め、DesignではCG

(Computer Graphics) 利用という当初目的とは少し異なったCAD/CGの時代となった。

この時代辺りから建設業界では労働生産性の低下が問題となり、1990年代に入ってその傾向はさらに顕著となった。一般製造業と比較しても30～40%減と低迷し、この傾向はいまだ抜本的な改善に至っていない。

これに加え三面図で書かれる建築設計図面の不整合問題は解決されず、デフレ経済の下生産性改



図—1 BIMサークル

善の要求に加えて図面完成度の改善は強い業界要請となってきた。

同じ生産性低下傾向をたどる米国もこうした閉塞感を打ち破り、建設プロジェクトで創造される情報を設計から施工や施設維持管理まで連続的・有効的に使う（図—1）ことで、無駄な経費削減や建設期間の改善を図る変革を欧州で進められていたBuilding-Smartに求めた。米国ではこうしたシステム概念をBIM（Building Information Modeling）と称し「ビム」や「ビー・アイ・エム」と呼んでいる。

今世紀に入り、革新的なハードウェアの進展と価格低下はこうした3次元CADの利用を現実的のものとした。欧米では公共発注者が先導者となって、莫大なプロジェクト情報を扱うBIMを発注条件の一つとすることで発注者の目からはブラックボックスであった建設プロジェクトの内容が徐々にクリアなものに変化しつつあり、施設維持管理にも役立てて行こうと模索している。

2. 推進普及と改訂プロセス

BIMが米国で注目され始めたのは2000年にAIA（米国建築家協会）が行ったBIM Award 2000であった。日本においてその賞の存在を知ったのは2005年ごろであり、私達がBIMという言葉認識し始めた時期と重なる。

私たちは、2000年頃にあるきっかけによって3次元CADの試供版を手に入れた。以来具体的利用を視野に入れた情報収集を行ってきたが、2004年頃に試行利用した3D-CADは実設計利用が可能な機能を装備しているように感じられた。われわれは設計部長が指名する協力設計部員と共に、設計プロジェクトを通して実利用可能かの試行を開始した。

こうした対応のただ中に耐震偽装問題が起こり、建築基準法や建築士法の改正が検討され始め、厳格な建築確認申請や工事中間検査が施行されることが目前となった。

この事態を踏まえて、効果的に設計不整合や設計変更を減少させる設計変革手法の導入が急ぎ検討され、試行段階にあったBIMの導入利用が着目され社長のトップダウンによって2007年7月に導入が決定された。

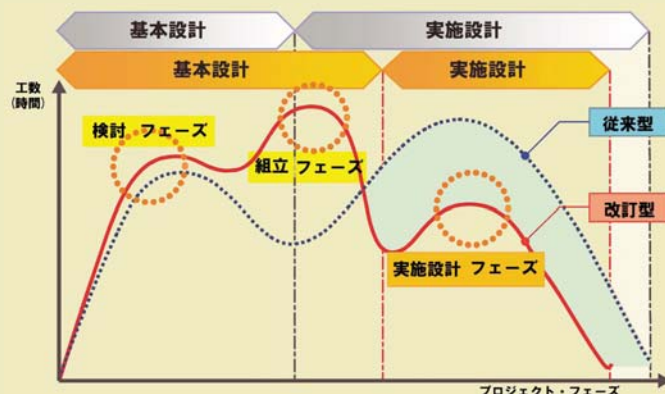
経営トップがわれわれ推進者に指示した命題は、全国組織の設計事務所であることから東京・大阪・名古屋の各事務所でBIM推進・展開を同時に行い2年間で実利用可能なレベルに到達することであった。

BIM導入効果の一つにフロントローディングがある。これは実施設計段階で決定される建築項目要素をできるだけ基本設計段階で決定し、実施や施工段階まで未決定で先送りすることなく実施し、後工程での設計変更や追加での対処を削減する。この対応によって業務効率を改善し、建設に関わる情報を設計から施工段階に至るまで上手に利用することによって、建設プロジェクトの総コストを減少しようとするものである。

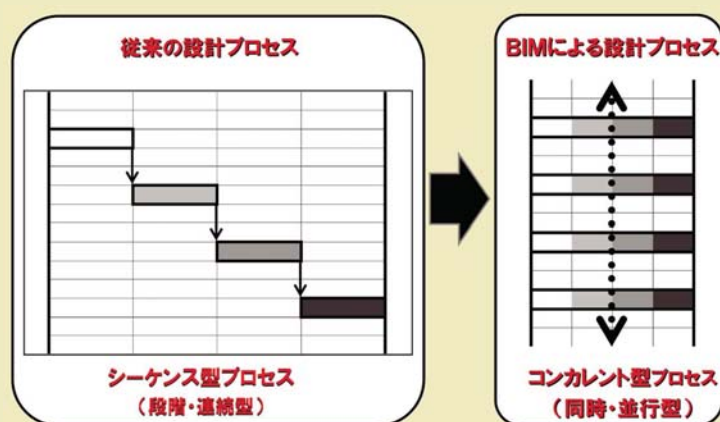
フロントローディングの説明には実施設計段階で業務量がピークになる山形カーブが良く使われる。われわれは設計業務改訂を考えるに当たり、過去の設計業務を分析し、当社実績値での業務量平均カーブを導き出した。その結果は単純な山形カーブではなく、図—2の点線で示すような基本段階と実施段階で二つのピークを示すものであった。

われわれはこの形状に注目し、基本設計を「検討フェーズ」と「組立フェーズ」の二段階に分け、前半を従来通りの手作業による設計、後半を3D-CADによるモデリング設計を行うこととした（図—2参照）。この改訂プロセスでは基本設計期間が長くなるが、フロントローディングと意匠・構造・設備が並行して設計業務を進めるコンカレント型プロセス（図—3）に変革することで設計期間を短縮でき、総設計時間では変わらないプロセスが導き出せた。

このコンカレント型設計業務プロセスは、製造工業界では従来から効率改善手法として実施されてきたことであり、シーケンス型を当たり前とし



図一 設計工数分析とフロントローディング



図三 設計プロセスの変革

てきた建築設計業界のわれわれにとっては大きな設計変革に当たるものである。

このように、設計業務はBIMモデルによって進められるが、設計委託契約上で必要とする各種図面はこの3次元BIMモデルから必要に応じて出力される。しかし、BIMモデルが作られたから、後は自動的に図面が出力できるわけではない。

BIMモデルは建物を構成する部材の形状や属性情報、縮尺に応じて図面化する場合の表記方法などを巨大なデータベースと関連付けて記録しており、これらデータベースから必要とする図面を出力するための表記情報を収集するテンプレートをあらかじめ準備しておく必要がある(図一4)。

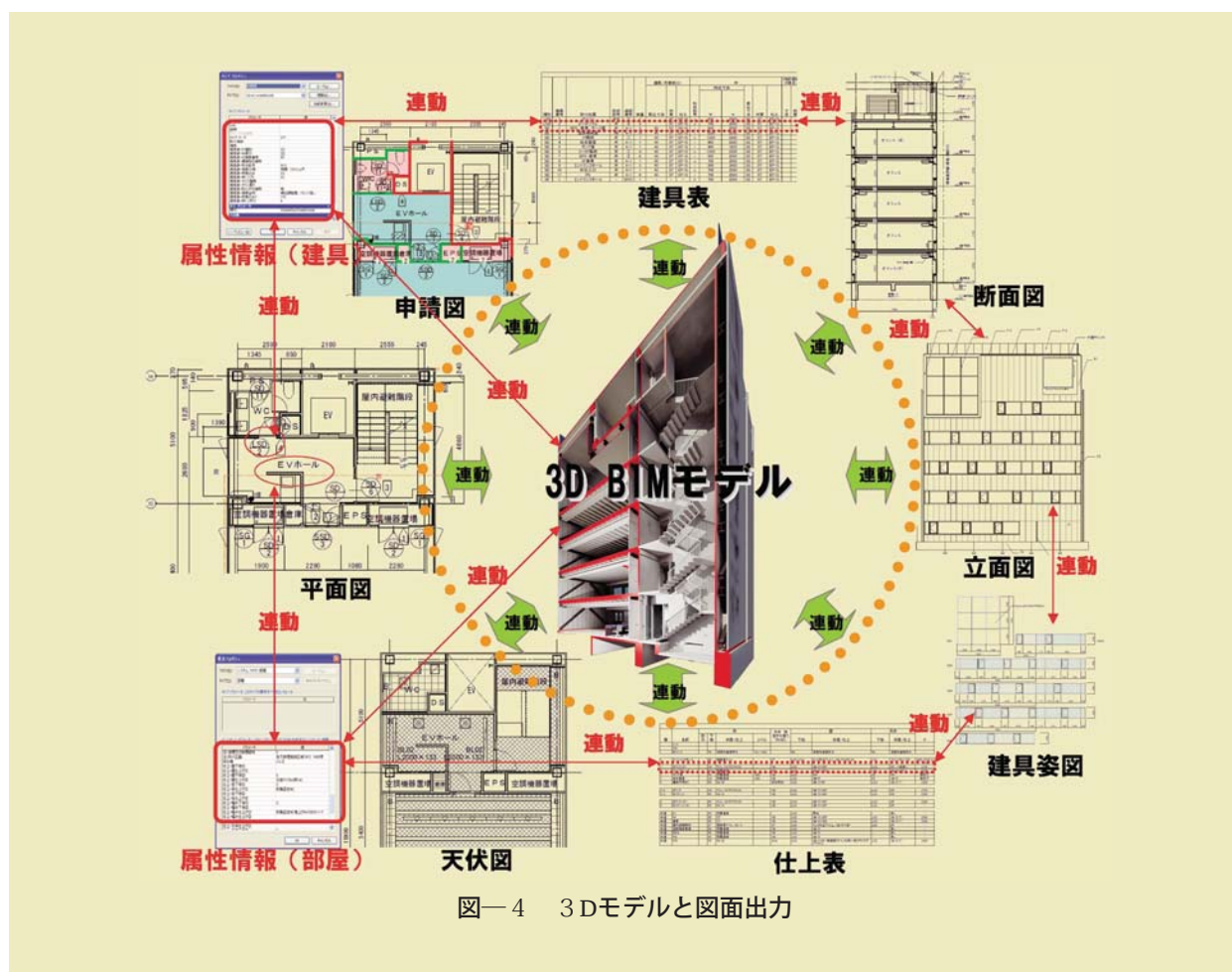
この事によって分かることは、一つのBIMモデルを構築したり修正したりすることは建物モデルデータベース情報を操作することになる。つまり、個別の図面を作図しているのではなく図面

出力用テンプレートを介して3D建物モデルから各種図面類を出力するので情報の不整合を生じさせることはない。

2003年4月に日本建築学会が招聘しBIMの講演をしたオーストラリアの建築家D.サザランド氏はこうした図面出力方法を「By-Product」(副産物)と称して建築設計の本質は3次元モデルであることを強調した。

3. 研修教育とスキル・レベル

建築設計者は本来3次元で建物を計画し設計しているはずだが、多くの設計者は平面と立面と断面を同時に考えていないことが多い。一般的に設計者は頭の中でこれらの相関を保ちながら設計を進め、最終的にそれぞれの図面で整合を図って設



図ー4 3Dモデルと図面出力

計は完了していく。

BIMはこれまで述べてきたように3次元モデルによって設計・計画が進められていく、設計者にとっては理想的な可視化の道具であるはずだが、こんな手間のかかる設計ツールは使いたくないと設計者は利用を拒む。一般的に三面図製図教育を受けてきた設計者は多次元の情報を同時に処理する設計手法に不慣れなのかもしれない。

また、建築設計委託業務契約は設計者が作る設計図面を発注者に納品することで契約が履行されたことになり、設計料が労働対価のように支払われる。現時点でわれわれに求められている設計業務の結果は3次元モデルの作成などではなく、建設プロジェクトを実施する設計図面の作成なのである。

従って設計者は、BIMを用いて現在の設計委託業務を履行するためには、立体モデルから図面化する3D-CAD操作スキルと設計スキルを十分に高める必要がある。

図ー5に示す3D-CADのスキルカーブ（習熟曲線）は、当社が設計部員をBIM教育していく中で得られた操作能力の習得状態を模式化したものである。マスモデルと呼ばれるボリュームや外観など、企画・基本計画段階の3次元モデルを作る習得度は非常に早く、3～6日程度で到達目標に達することができる。

しかし、この程度のモデルから図面出力を実行することはできない。基本設計や実施設計を完了するためには、実施モデルを構成する躯体や建具などのライブラリーを作り編集する知識、モデルと図面や仕上表・建具表など実施図面と連動するテンプレートを作り編集する能力が要求される。

しかし、このスキル・レベルに到達するためには、マスモデルを習得する期間の5～10倍程度の時間が必要となる。このため、BIMを利用していても設計期間がなくなり途中で実利用を断念し2次元CADに戻ってしまうケースも少なくない。

われわれが2007年にプロポーザルで特定された

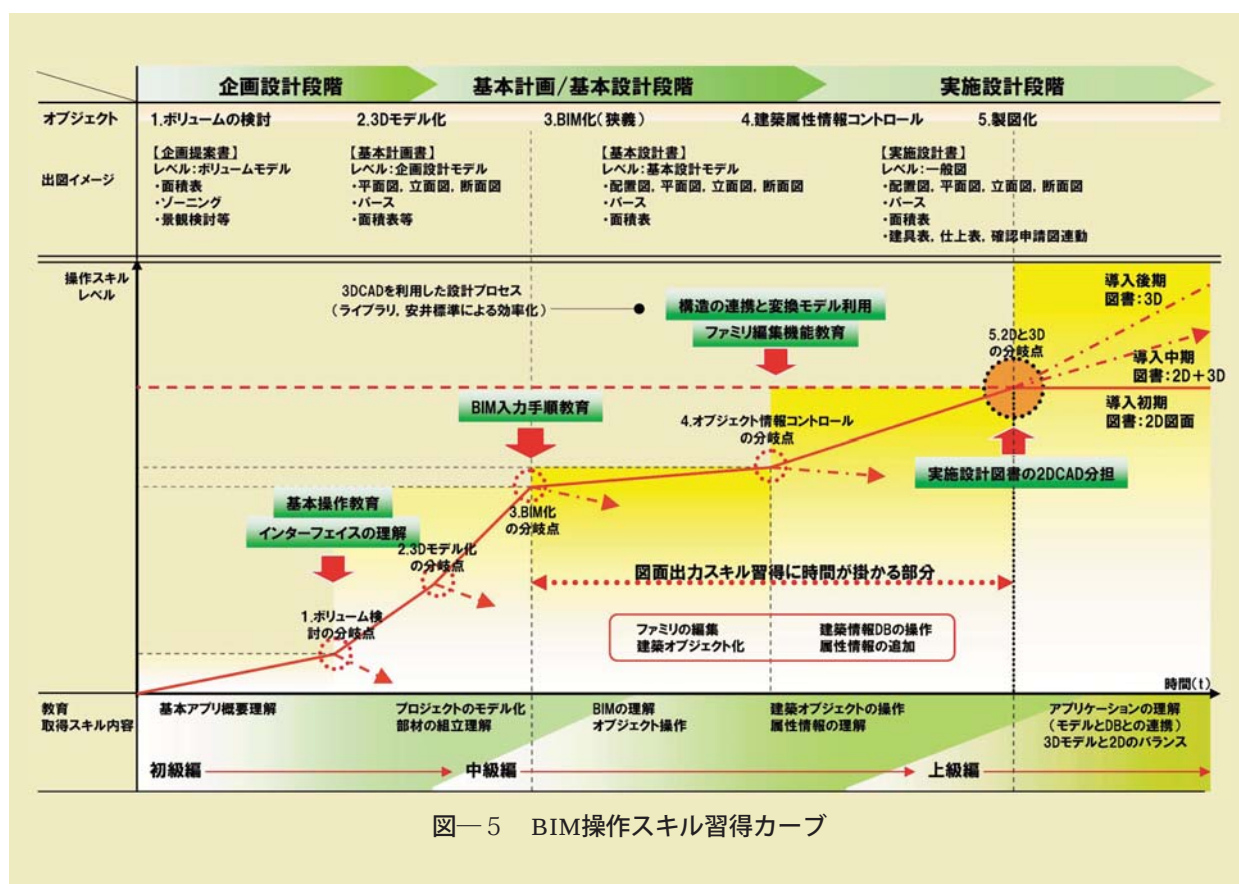


図-5 BIM操作スキル習得カーブ

国土交通省海上保安庁海洋情報部庁舎（現国土交通省青海総合庁舎）をBIMで実施設計したケースでは、必要図面の約40%をモデルから出力して、その後のBIM利用への大きな自信につながった。

4. 組織利用での技術と標準化

われわれがBIM推進・普及に当たって、トップから命じられた方針は一部の部門利用ではなく、組織全体での利用であったことは先に述べた。

組織事務所で設計業務を円滑に進めるため、プロジェクトのスケジュール管理をするマネジャーは業務時間の読めないBIM利用に不安を覚える。

こうした状態から脱却するためには製図教育に加え、細部にわたる製図基準の制定や豊富なライブラリーや連動のための各種作図・作表用テンプレートなどを組織的に準備する必要があると考えた。

このようにBIM活用が円滑に行えるよう実務利用を通じて作られるライブラリーやテンプレート

を組織的に技術基盤組織が蓄積し、体系的な整理を行いプロジェクトを通じて得られた技術やノウハウを凝縮し、技術継承を含めた効果的、効率的な設計を可能とした。

当社経営トップはこうした現状を踏まえ、こうしたノウハウを公開することで各社のBIM普及・推進に少しでも寄与できるのであれば、われわれは社会的責任の一端を果たせるのではないかとの考えに立ち、「意匠設計用BIMテンプレート」として製品化しパッケージ販売することを2011年12月に決断した。

当社がBIMを推進していく中で、得られた結論は、「標準化」「教育・研修」「手順・ルール化」の必須三要件のバランスが取れていること（図-6）であり、常に更新・更改がなされていることである。

BIMは情報利用を前提に構築されている。私たちは2D-CADを30年余りにわたって利用し続けてきた。しかし、設計から施工・維持管理に至るまで効果的に利用できる情報化に関与できているとはとても思えない。それは、2D-CADが電子

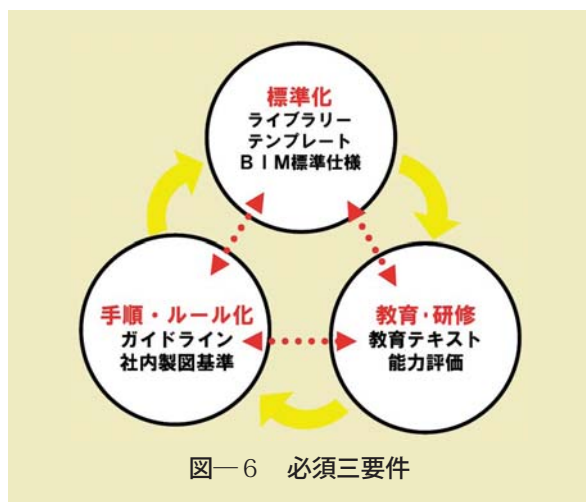


図-6 必須三要件

情報を扱いながらも情報化の手段ではなく図面化の手段であったからに他ならない。

建設プロジェクトでは設計から施工，施工から維持管理というようにプロジェクト・フェーズが切り替わるたびに業務担当者が情報を自己の作業用に作り替えてきた。

紙図面のようにオフラインで受け渡しされる2次元情報の場合には，上流側から提供される図面を転写もしくは参照し，自己の工程用に図面化するために前工程の業務と同じ作業を行ったり，受け取った側の解釈の違いによって前工程の情報を正確に引き継がないといったことが起こる。これ

が図-7に示す情報劣化の現状であり，業務生産性の悪さの根源と指摘される問題でもある。

こうしたことは，業種間の違いに起因するだけではなく，設計フェーズの中でも往々にして起こることである。すなわち，意匠・構造・設備の設計でも情報共有が十分でなく，設計者のコミュニケーションが不足し設計情報把握に齟齬が生じていれば，似て非なる建物を設計していることにもなりかねない。

5. モデリング技術とマネジメント技術

BIM運用当初での適用は意匠設計のみでの利用であった。しかし，冒頭に示した図-1のように意匠設計フェーズでの連続的な利用はもとより，環境解析や構造，設備など設計フェーズの全てで利用できなければBIMの効果は半減する。

BIMの理想からすると図-8のようにコストや施工，施設維持管理にもBIMの情報を利用したい。そうなるためには，設計全フェーズでの利用が行われなければ自動数量算出もできずコスト計算には繋がらない。施工での利用には施工段階で

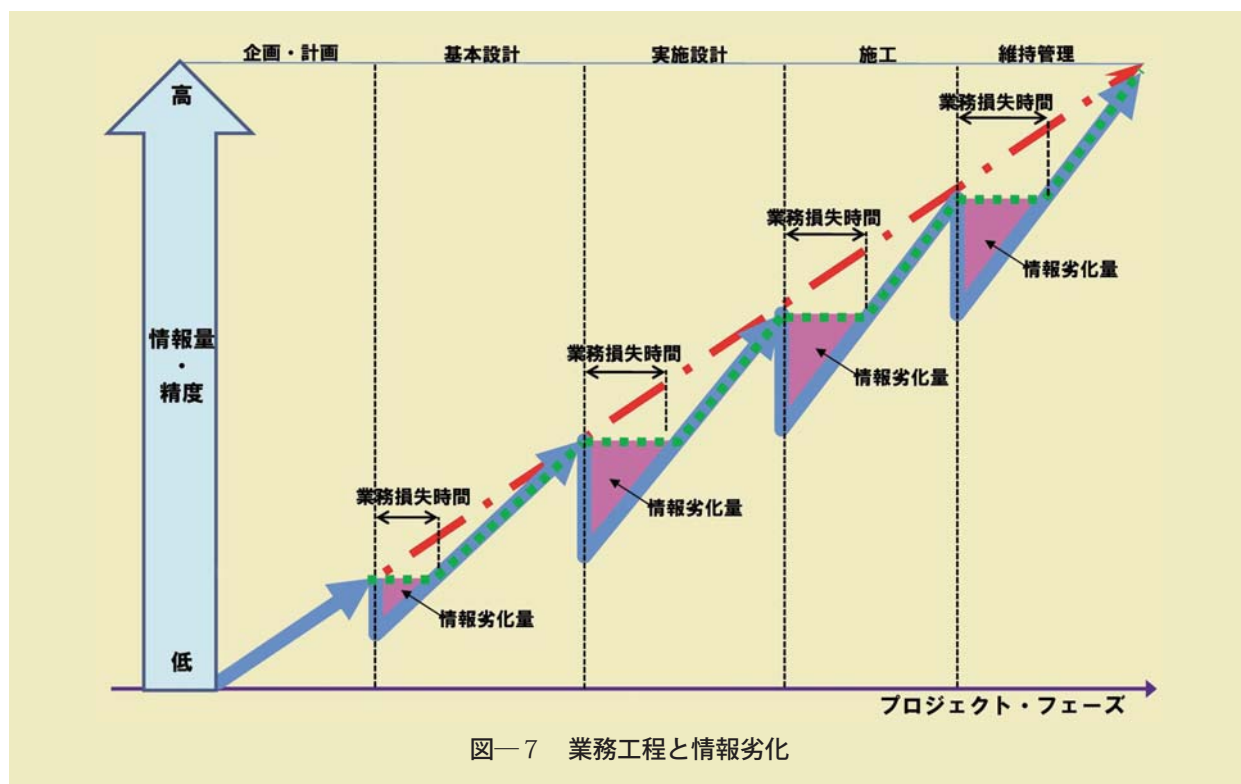
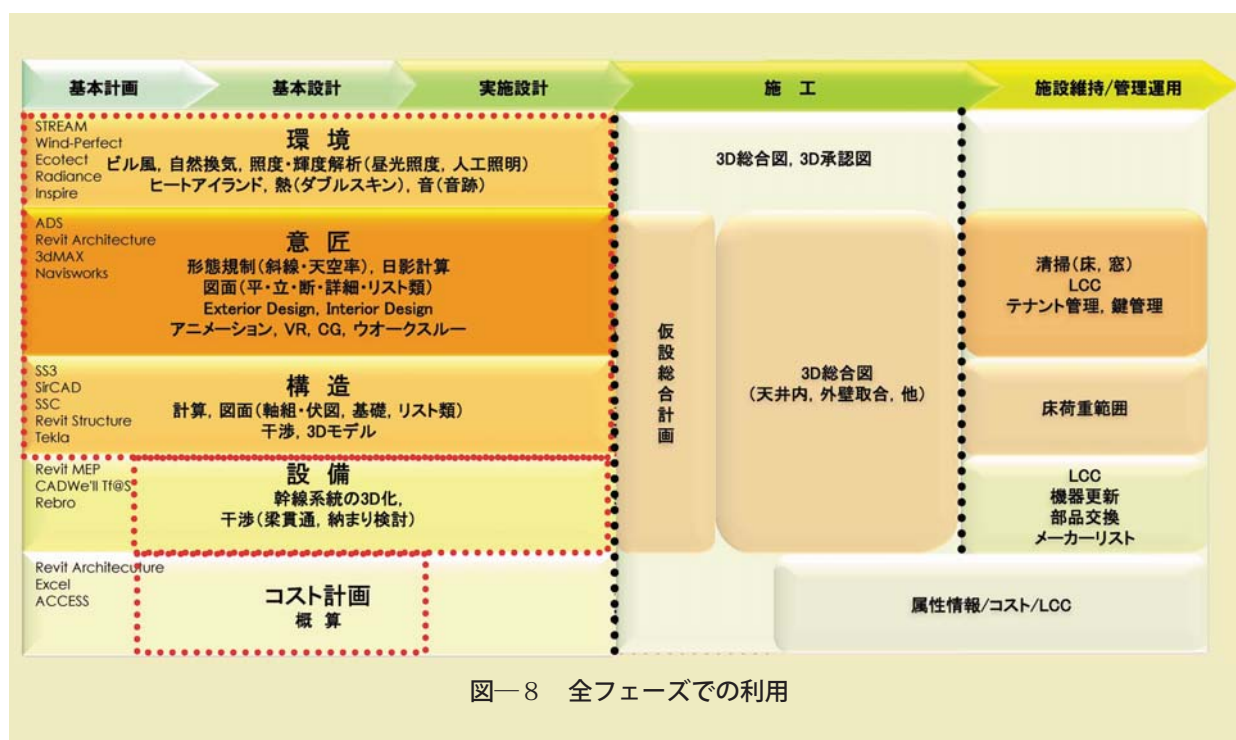


図-7 業務工程と情報劣化



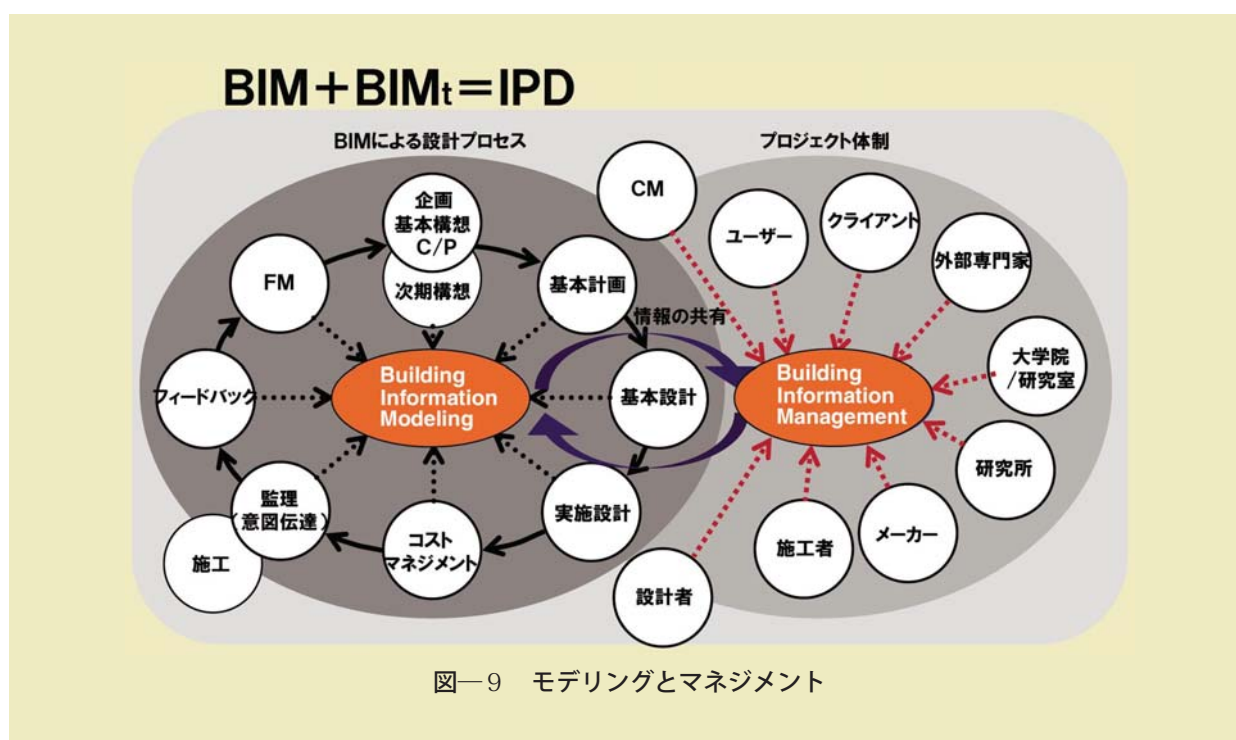
必要とする情報や設計精度に取り組まなければならない。

しかし、われわれの業務はあくまでも設計についてののみであり、施工や維持管理に対する費用が含まれているわけではなく時間もない。

従って、鎖のように連続した情報を有効に利用するためには、建設プロジェクトに関係するすべての「ステークホルダー」（利益共有者）が情報

を活用することを目的として連携する必要がある。

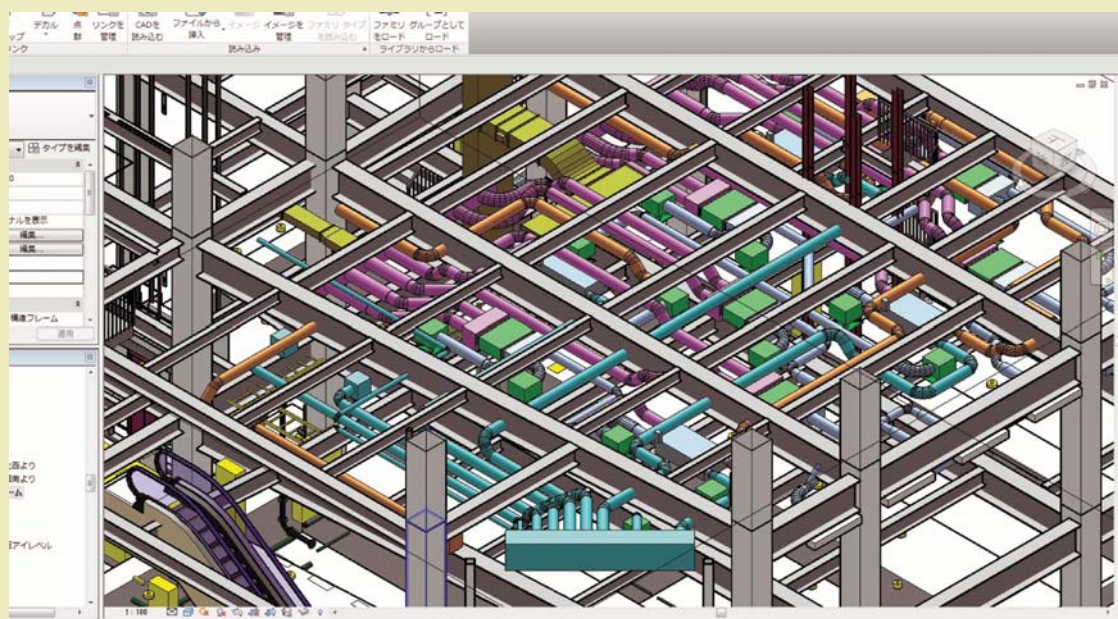
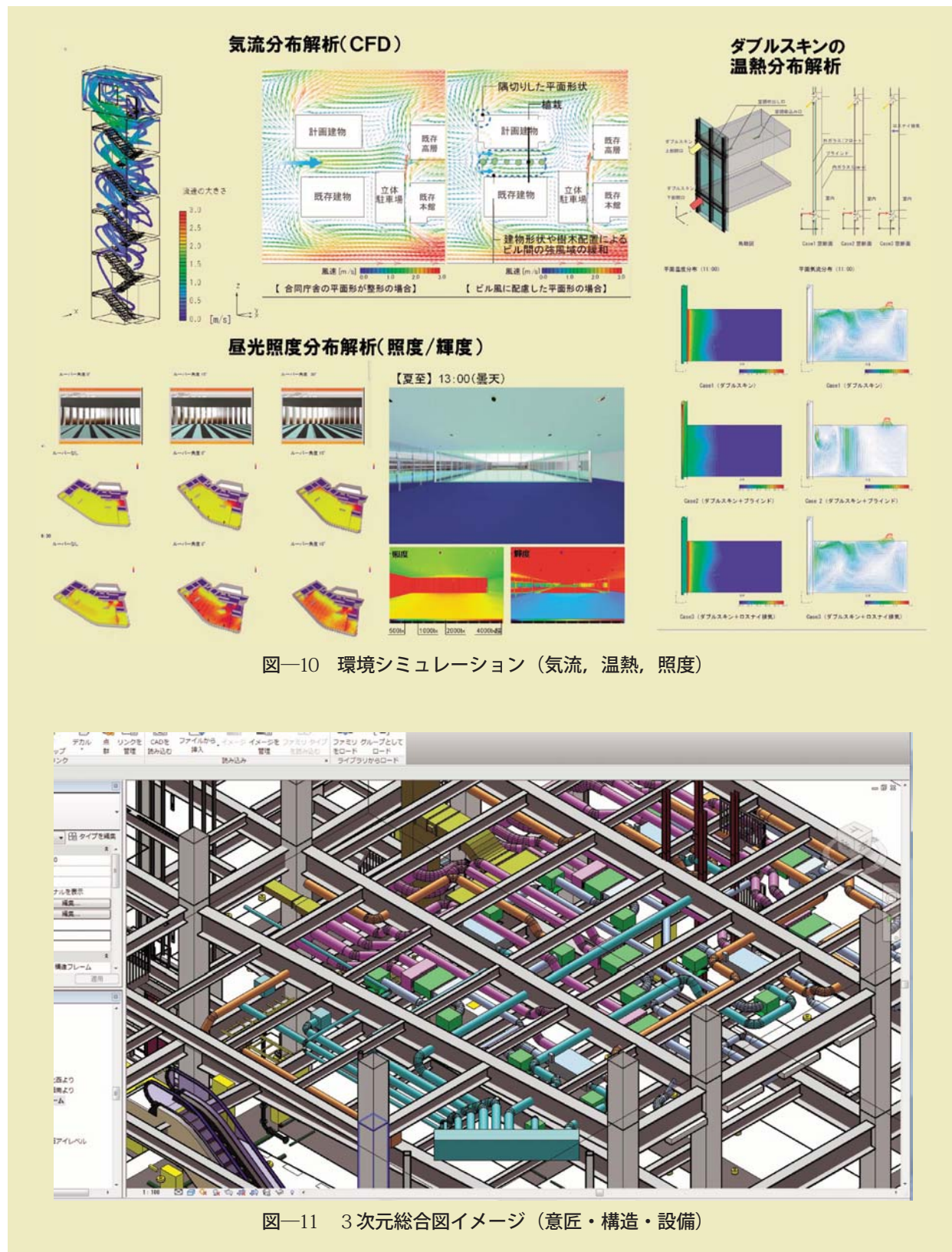
当社では、こうした問題に対応するためにはBIMを単なる建物のモデリング技術とは捉えず、AIAが提唱するIPD（Integrated Project Delivery）の概念と融合させて、「プロジェクトの利益共有者が情報共有して顧客の利益を最大にするマネジメントの仕組み」と、その概念を拡大しBIM

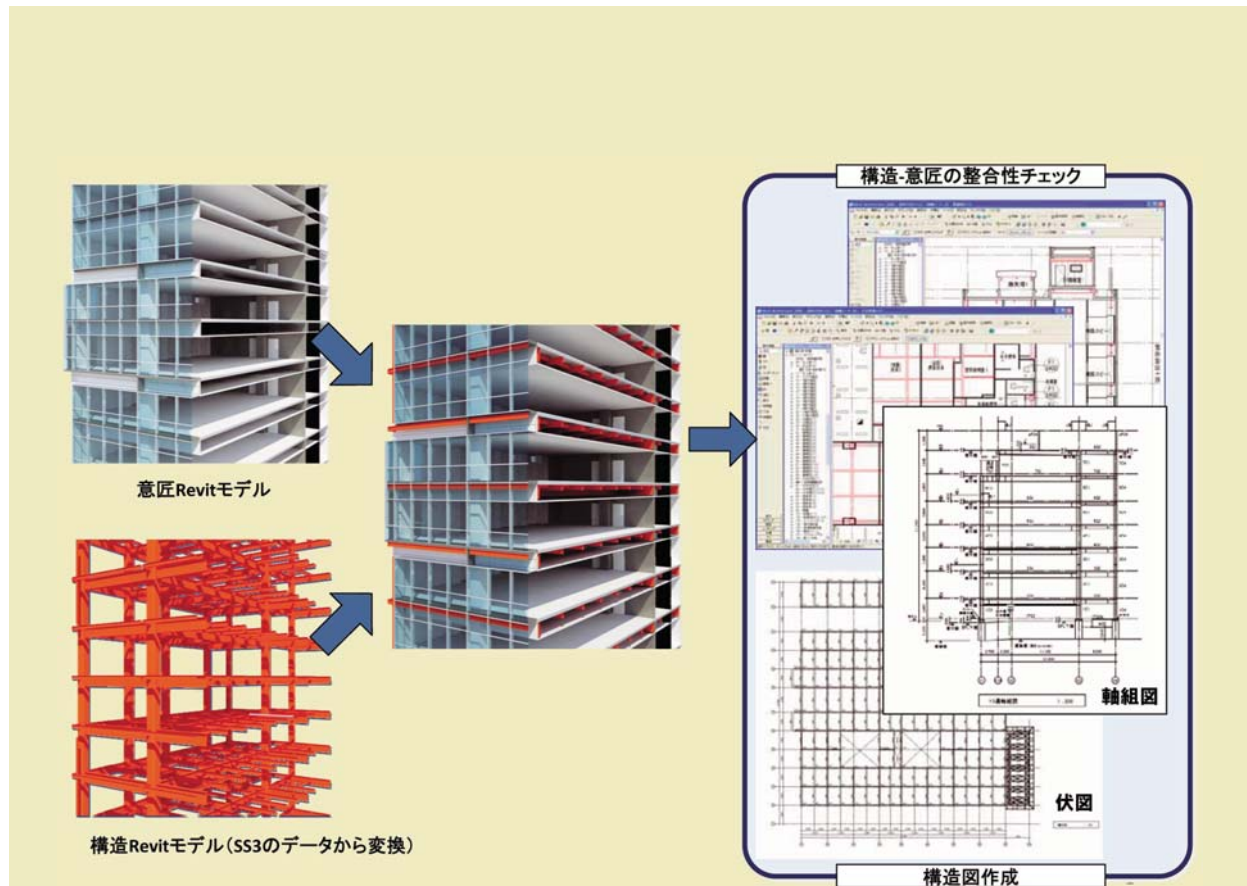


(Building Information Modeling) にBIMt (Business Information Management) を加えた新たな業務展開(図一9)を進めて行かなければならないと考え、対応を進めている。

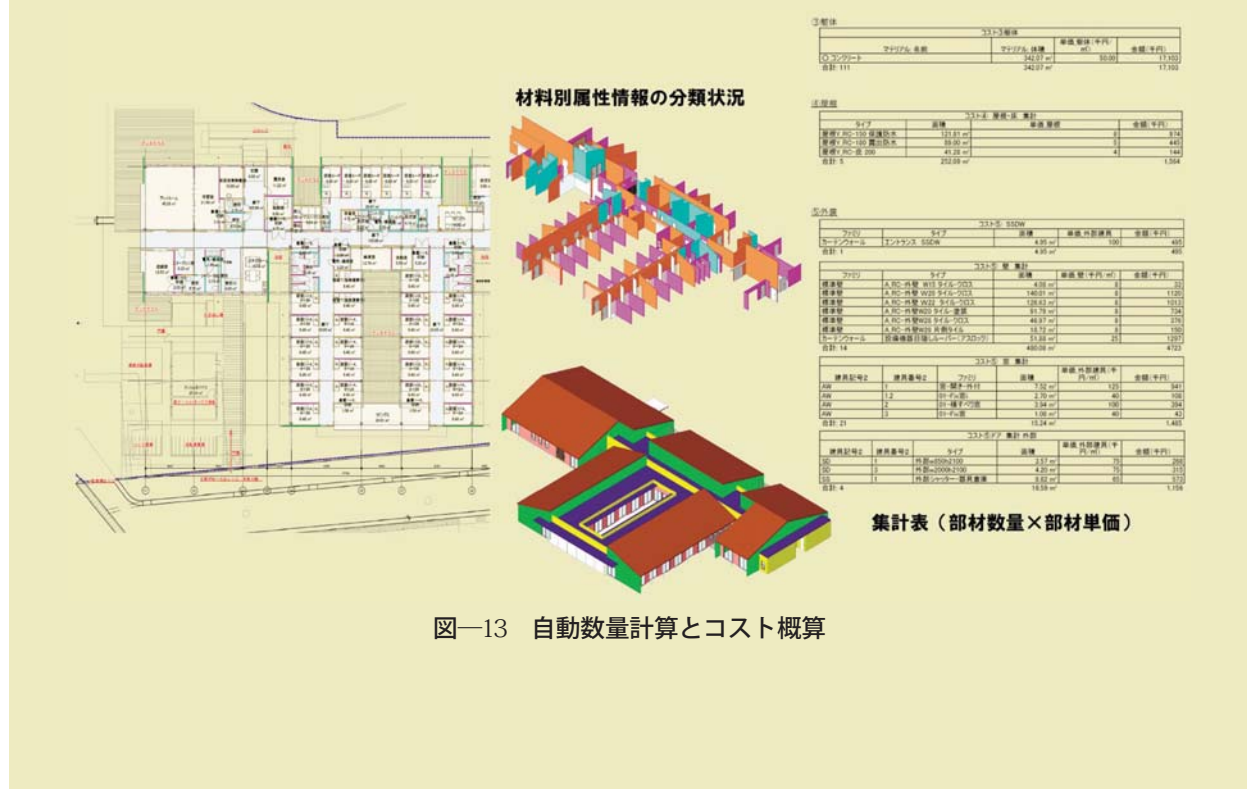
6. 適応実施事例

図一10～13に示す。





図—12 構造図（軸組図，伏図，整合チェック）



図—13 自動数量計算とコスト概算

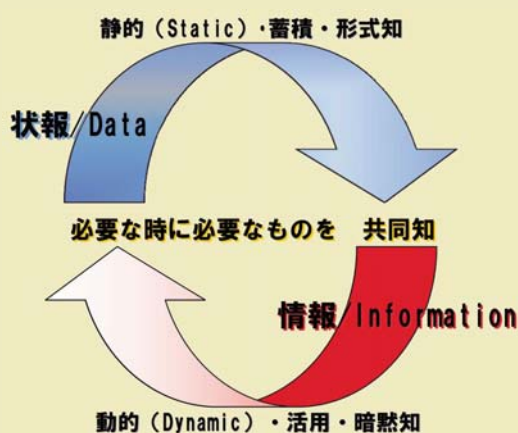
7. おわりに

BIMの究極の姿はFM（施設維持管理）であるといわれている。米国におけるBIMの急激な進展は、GSA（連邦調達庁）がFM利用に向けてのBIMデータ提出を2007年に発注条件に加えたことによるといわれている。

何度も述べたように、BIMは建設プロジェクト情報を設計や施工などの各段階で有効に利用でき

るライフサイクルの手段である。

蓄積された静的な情報（Data）を、次の必要な場面で活用できる動的情報（Information）に転化することができる道具を私たちは手にしている（図—14）。今年度から土木界でもCIM（Construction Information Modeling）の試行が国土交通省で行われる。私たちはストックの時代に向けて建築から土木まで、より良質な資産を維持していくためにも、情報の可視化技術を推進し普及に努めていかなければならないと考えている。



図—14 状態と情報