

BIMの二極性－アーキテクチャ概念による考察

千葉大学大学院工学研究科 建築・都市科学専攻 教授 安藤 正雄

1 はじめに

BIMは大きな技術的・社会的変革をもたらしながら、着実に進化しつつある。しかし、このような革新は日進月歩の進化を伴う故に、BIMには様々な期待や受けとめ方、考え方があっても事実である。今回の欧州調査でもそのことを強く実感した。本稿は、一見したところ極性を見出しにくいその多様性を、少しでも整理できないかと考えた結果をまとめたものである。用いられているのは、人工物の設計やものづくり、企業活動・産業分析を扱うものづくり経営学分野で用いられている「アーキテクチャ」の型という概念である。BIMの技術、方法の動向を知りたい向きには期待はずれかもしれないが、今後のBIMの展開を方向づける上で何らかの参考に供しうることを望む。

2 アーキテクチャの型

業種を問わず、日本のものづくりが「インテグ

ラル型」(擦り合わせ型)の特徴を持つことはよく知られているⁱ。これに対して、アメリカや中国を典型とする諸外国のものづくりの型は「モジュラー型」(組み合わせ型)といわれる。建築におけるものづくりもその例外ではない。即ち、日本の建築ものづくりは一般にインテグラル型の特性を示す。

ものづくりにおけるインテグラル型、モジュラー型の違いを説明する際に用いられる概念として「アーキテクチャ」がある。アーキテクチャとは「どのように製品を構成部品や工程に分割し、そこに製品情報を配分し、それによって必要となる部品間・工程間のインターフェイスをいかに設計・調整するか」に関する基本的な設計思想のことであるⁱⁱ。この概念がBIMを考える上できわめて有効であることは明らかであろう。

「製品アーキテクチャ」は、図1に示すように、機能と構造、及びその内部構成と相互関係によって表現される。「機能」とはその製品(本稿においては建築)がユーザー、オーナーに提供しうる効用のことで、これが製品の価値を決める。ヴィ

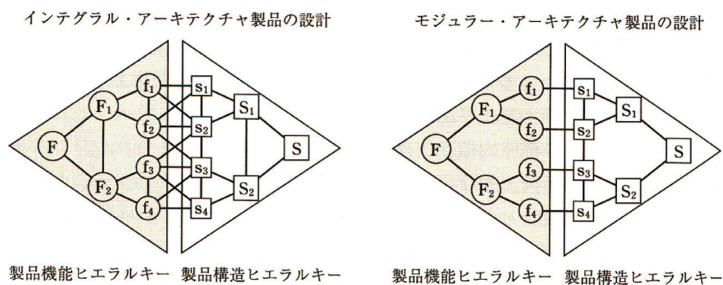


図1 製品アーキテクチャ (機能・構造の相互関係)

トルヴィウスは建築の機能を「用・美・強」と簡潔に述べた。現代の言葉ではそれを機能性・審美性・構造安全性／耐久性と言い換えることができる。一方、「構造」とは製品の物的構成のことをいい、ここでは狭義の構造とは異なることに注意したい。建築の「構造」は、例えば、構造（狭義）・設備・仕上げといったように分節される。機能も構造も、さらに下位の構成要素に分節される。

インテグラルなアーキテクチャとは、機能要素（異なる性能）が相互に関連し、構造要素も複雑に取り合い、更に機能要素と構造要素とが複雑に対応しているものをいう。これに対して、モジュラーなアーキテクチャとは、機能、構造それぞれの分節が簡潔なツリー状の構成を持ち、更に機能要素と構造要素とが1対1の単純な対応関係にあるものを指す。自動車はインテグラルなアーキテクチャを、また、デスクトップPCはモジュラーなアーキテクチャを持つ製品の典型的な例とされる。注文設計、一品生産を前提とする建築は一般にインテグラル・アーキテクチャに傾きがちであるが、倉庫やビジネスホテルのように単純で周知された機能・形態を持ち、かつ在来工法によって建設される建築は、モジュラーなアーキテクチャを持つとよい。

もうひとつ、オープン・アーキテクチャとクローズド・アーキテクチャの違いについても述べておく。オープン・アーキテクチャとは、「基本的にモジュラー型であって、なおかつインターフェイスが企業を超えて業界レベルで標準化した製品」ⁱⁱⁱのことをいう。建築でいうオープン部品やオープン・システムはまさにこれに該当する。標準化が必要となるのは、オープン・アーキテクチャにより多く関連していることに留意しておく。

「機能」と「構造」からなる製品アーキテクチャに「工程」を加えてアーキテクチャを表現したものが図2である。図1の製品アーキテクチャはグラフで表したものであるが、この場合はマトリクスによる表現に変えている。「工程」は建築で用いられる狭義の工程（＝工事の部分及び担当

アーキテクチャー2:機能・構造・工程

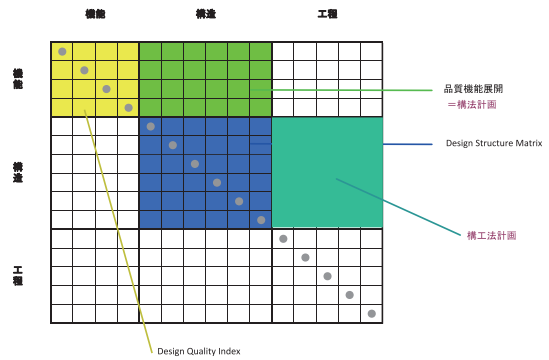


図2 機能・構造・工程からなるアーキテクチャ

職種・時間等)よりは工法に近い概念であり、ある構造を実現するための方法と資源の全般を指す。工程は、単にPCaと現場打ちのいずれを選択するかといったことのみではなく、その工程が持つ能力にも関係する。また、工程の選択は、PCaと現場打ちの選択の例に示されるように構造のあり方に影響を及ぼすと同時に、防水性能等の機能分担にもさかのぼって設計変更を要求する可能性がある。

先に、日本のものづくりはインテグラル型の特性を持つと述べた。設計施工分離の場合でも、落札後に擦り合わせ型の「生産設計」が行われることも多い。要するに、Buildability、Constructability、最終品質、コスト等を勘案して、施工前段階で工程が検討され、その結果、構造・機能に及ぶアーキテクチャの変更が頻繁になされているのである。

3 BIMとアーキテクチャの型の整合性

3.1 BIMとアーキテクチャの関係

このようにアーキテクチャを説明した上で、次にこのアーキテクチャ概念によってBIMがどのように説明できるかについて検討してみよう。

NIBS^{iv}の定義によれば、BIMとは「①建物の物的・機能的特性のデジタルな表現であり、②ごく初期の建物の構想段階から取壊しに至るまでの間存続するものとして定義され、③建物のライフサ

イクルを通じて意思決定のための信頼に足るベースとなるような、共有された知識情報源である」。①の部分に示された建物の物的特性はアーキテクチャでいう「構造」にほかならず、この部分全体は「BIMとは製品アーキテクチャのデジタル表現である」と書き換えることができる。この際、「工程」が含まれていないことに注意しよう。

しかし、BIMに期待されていることは、技術的な効用ばかりではない。③の部分にほのめかされているように、BIMは設計・生産のプロセス、ワーク・スタイル、商慣習、制度を一変させるようなインパクトを持つと、誰もが考えている。施術が先行し、制度・慣習の進化が続いて起こると期待されているわけである。「BIMの真実」をまとめたWSP^vは、BIMをソシオテクニカルなシステムとしてとらえ、多層に重畳したシステムとしてこれを表現する(図3)。技術的コアの外側を「同期化された協働」、「連携に基づいたワーク・プラクティス」が囲み、さらにその外側を「制度的・文化的枠組み」が囲んでいる。

一方、ものづくり経営学は、社会や文化、市場、産業、企業特性等に応じて適切なアーキテクチャの型があるとする。とすれば、地域や市場、建築ものづくりの型に応じて適切なアーキテクチャの型が存在し、それに対応したBIMの型が存在すると考えるべきであろう。しかも、アーキテクチャ、BIMは絶え間なく進化するものである。個別企業にとっても社会にとっても、進化の行き着く先をそれぞれの意思によって見定め、戦略化する必要があるだろう。

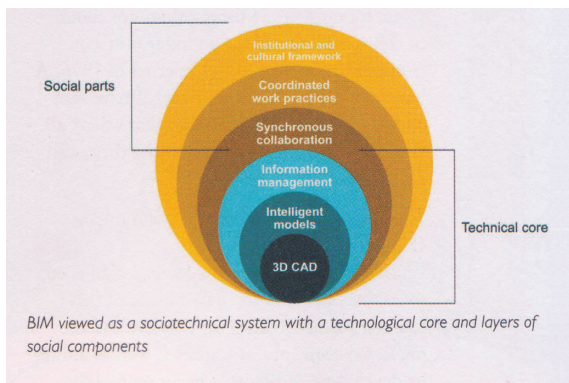


図3 WSPによるBIMのイメージ

3.2 アーキテクチャの型とBIM

以上の検討から、BIMの適用にもインテグラル型とモジュラー型の違いがあることが理解されよう。問題は、BIMの目的、適用に関する議論や実践がしばしばこれらを混同していることにある。

端的に述べるならば、アメリカの建築ものづくりはモジュラー型であり、アメリカにおいては、BIMは間違いなくモジュラー型を前提として構想されている。設計施工分離方式の場合、アメリカでは日本の施工図に相当するワーキング・ドローイングは一般に設計事務所によって作成されるという。設計段階で仕様の確定度が高ければ施工との擦り合わせは当然不要となる。この事実によって、アメリカのモジュラー指向の一端を説明することができる。

デザイン・ビルドの場合も、インテグラル型アーキテクチャと表裏の関係にある日本の設計施工一貫方式とは対照的に、アメリカは顕著なモジュラー指向を示す。デザイン・ビルドは性能発注の一種であるから、建物の「構造」は発注段階では未定であり、原理的にはどのような「構造」の構成も可能である。しかし、デザイン・ビルドのために開発・運用されているPerSpective^{vi}というアプリケーションを例にとると、仕様・積算のための建築要素の分類標準であるUNIFORMATを媒介に、デザイン・ビルドの場合であっても見事にモジュラー性が担保されていることに目をみはらされる。PerSpectiveが持つ性能規定部は、3階層からなるUNIFORMATの「構造」(最下層のLevel 3は概ね部位による分類といてよい)にリンクされ、更にその最下層がプロダクト・レベルの仕様記述標準であるMasterFormatにリンクされている。このようにして、発注者から仕様の全体(=「機能」)が最初に提示されていると否とに関わらず、受注者であるデザイン・ビルダーは「構造」とそれに対応する性能を決定することができ、結果的に発注者は最終成果物の「機能」の要求への合致度を確認することができるのである。

PerSpective成立のキーとなっているのは、

「機能」＝性能規定部の構成もさることながら、UNIFORMATが持つツリー状の階層的構造である。ここでもう一度、図1のモジュラー・アーキテクチャを見ていただきたい。その「構造」が持つツリー状の階層、「構造」の最下層部である部位に明瞭に対応づけられた性能は、いずれもPerSpectiveのアーキテクチャをそのまま表していることは明らかであろう。実は、アメリカのデザイン・ビルドは、単純でリスクの少ないプロジェクトに適用されるものとして導入されている。PerSpectiveもその用途を、オフィス、住宅、ローテクの商業用・産業用建築といった比較的単純なものに限っている。単純かつ標準的な構成を持つと了解されているビルディング・タイプは、モジュラー・アーキテクチャを持つということである。

このようにモジュラーな設計思想は、BIMにおいても歴然としている。即ち、OPEN BIMやbuildingSMARTといった標準化の動きの中核をなすオブジェクト指向のIFCがそれである。階層的なオブジェクト・クラスの構成、属性の継承といった設計思想は、まさにモジュラー・アーキテクチャそのものといってよい。また、オブジェクト指向のモジュラー・アーキテクチャは、規格化、標準化と親和性が高い。

しかし、もともと建築文化には地域性や多様性があるため、これらを共通のコード体系で括ることは無理がある。本稿の文脈では、それに加えて、モジュラーな設計思想ではインテグラルなアーキテクチャを有する建築には対応しきれないということを強調しておきたい。インテグラル型の生産システムでは、設計（「機能」－「構造」アーキテクチャの決定）や生産設計（「構造」－「工程」アーキテクチャの決定）の過程でオブジェクト・クラスの再定義を要する局面が多々生ずる。ツリー状ではなくネットワーク状の構造を持つインテグラル・アーキテクチャにふさわしいBIMとは何か。特に日本が先導して方向性を示すべき挑戦分野であろう。

確かに、日本の建築生産はインテグラル型のアーキテクチャを持つところにその特徴と独特の

強みがある。しかし、単純で明快な用途を持つ小規模、低リスクの建築プロジェクトに至るまでインテグラルな設計思想で対応するという事になれば、そこには大きな無駄があるといわざるを得ない。過剰設計である。

もうひとつ、BIMの大きな利点であり達成目標である協働、知識情報の共有ということに対して、ゼネコンを中心とした日本の建築生産システムは十分な関心を払ってこなかったきらいがある。近年、設備、エレベータ、カーテンウォールと建築の取り合いに関して顕著な進展が見られるようであるが、そもそもこれらのサブシステムこそオープンなBIMにふさわしい対象であり、モジュラーな設計思想を必要とするものである。日本のゼネコンのBIMは躯体の生産設計偏重であったといえないだろうか。躯体の生産設計がいかに効率的に行われようとも、それは受注者サイドのコストダウンに寄与するだけで、発注者サイドのための価値創造に直接繋がるものではない。強みの源泉であるインテグラル・アーキテクチャも、それが必要な部分でのモジュラー・アーキテクチャへの移行を阻害しているとなると、グローバルな波に乗り遅れる原因ともなりかねない。

4 北欧のBIM導入状況

今回、スウェーデンを中心とした北欧BIM導入状況調査をコーディネートしていただいた、Ronny Andersson Lund大学教授によると、スウェーデンにおけるBIM戦略は、そのアプローチがプラグマティックなところに特徴があるのだという。実感としても、文字通りOPEN BIMの実現を目指して標準化の枠組構築を着々と進めている一方、100に及ぶ官民のメンバーのそれぞれが、発注者のための価値創造を前面に打ち出して様々な実践を行っていることがよく理解されたのである。また、これもAndersson教授の解説によるのだが、フィンランドとノルウェイはIFCを中核としたBuildingSMARTの流れを継承しているが、現在デンマークは独自の路線をとっている

いう。また、ドイツでは現在顕著な動きはないともいう。フィンランドやアメリカがモジュラー型を指向し、日本がインテグラル型に傾斜したBIMを向いているのに対し、スウェーデンはプロジェクト及びその環境の特性に応じてインテグラル型とモジュラー型の中間を幅広く実践しているかに見える。

デンマークは、デジタル・コンストラクション実現のためだけのコード体系・標準整備よりは確実かつ円滑なコミュニケーションの実現の方が重要と判断し、CCS(cuneco classification system)^{vi}と呼ばれる独自の標準を開発運用中である。ちなみに、cunecoとはデンマーク語でコミュニケーションを意味する。その特徴は、4つの標準領域のひとつに「属性の情報レベル」を加えたことにあり、これは他のどの国のBIMガイドラインにもみられないユニークなものであるという。工業化・部品化構法を念頭に置き、上位のレベルで形状・寸法のあらましを決め、あとはコンポーネント・メーカーに引き渡すことが想定されている。限定された適用領域でモジュラー型のBIM運用の効果を最大化しようとする点で、これもまたプラグマティックなアプローチであるといえる。

以下、スウェーデンで見聞したBIMプロジェクトについて、本稿の文脈に関連する点のみについて、簡単に触れる。各プロジェクトのより詳細な説明に関しては、本特集の別稿、岩松準氏による「コスト研欧州調査2013の概要」も参照されたい。

まず、様々な目標、発注者要求、発注方式のプロジェクトに多様なBIMが用いられていたことに注目したい。各プロジェクトに適合した多様なBIMの構成やワークフローに即して、BIMの体系や標準がテストされているという印象である。ストックホルム・バイパス (PLAN B) では、BQ (数量書) 付きの設計施工分離方式の契約文書を代替するものとして、オブジェクト指向のBIMが用いられている。ESS (ヨーロッパ高エネルギー核反応研究施設、PLAN B) ではBIMによるプロジェクト・ライフサイクル・マネジメントも目標のひとつであったため、建築と装置・機械設備を統合したPBS (Product Breakdown Structure) を新

たに構築している。また、32万㎡、計11,000室に及ぶ規模のNKS (カロリンスカ病院建設プロジェクト) は、ストックホルム市を発注者とし、大手ゼネコンSKANSKA社を出資者に含むSPCを事業者とするPPP (BOT) 事業である。建物建設に関しては、SKANSKAがデザイン・ビルダーに選定されている。この場合、多数のアーキテクト、構造エンジニア、設備エンジニアの協働を遺漏なく実現し、膨大な量の設計図書管理、デザイン・マネジメントを遂行することがBIM適用の大きな実施目標となった。KKH (マルメ市コンサートホール・コンGRESS・ホテル複合施設建設プロジェクト) はSKANSKAによるデザイン・ビルド方式のプロジェクトである。この場合、SKANSKAも事業に出資しているというから、事業コンペ方式に近い方式とってよいかもしれない。WSPが紹介してくれたストックホルム西方にある歴史遺産に指定された小さな橋の改修工事 (WSPがBIMコンサルタント) も、性能発注によるデザイン・ビルドのプロジェクトである (SKANSKAがデザイン・ビルダー)。このように、比較的大規模で高度な内容を持つデザイン・ビルドのプロジェクト、即ちインテグラル型のプロジェクトに、多くBIMが適用されているという事実は注目されてよい。

次に、BIM標準化に関連して、スウェーデンの国家規格・標準が常に参照されているが、プロジェクトに固有の変更が適宜行われていることがある。例えば、ストックホルム・バイパスではCADレイヤーに関する標準 (SB11) から出発したものの、途中で変更している。ESSでは、BIMガイドラインの構成の枠組みは国の標準に従っているが、その内容はプロジェクト独自のものであるという。詳細は不明だが、標準契約約款とBIM標準の関連付けも各プロジェクトで試行・検討されているようである。

また、ユニークなBIM適用の試みがなされていることも強く印象に残った。NKSの場合、同規模の部屋が数多く配されており、標準化の必要があるが、一方、診療部門、病棟部門、研究部門等の各部門において特別な仕様を持つ部屋もある。

これに対し、BIMの空間オブジェクトを活用して反復的な要素と特殊な要素を組み合わせ、設計とデザイン・マネジメントの効率化を実現している。ストックホルム西郊の橋の改修工事の場合は、基本的にレーザー・スキャンによる3Dデータに基づいて設計施工が実施されている。この場合、構造部材分割機能を持つTEKLAが用いられているから、割付・擦り合わせを伴うインテグラル型のモデリングが実行されていたと見なすことができる。

5 アーキテクチャから見たBIMの課題

OPEN BIMに代表されるモデューラー・アーキテクチャ指向のBIMはそれ自体巨大な革新であり、ワークフローや社会のあり方に大きな変革をもたらしつつある。しかし、一品生産の建築には、一度限りの試行によって創造的、革新的アイデアの実現が求められることも多い。こうしたイノベーションは、擦り合わせによって「機能」、「構造」の範囲や構成、及び「機能」-「構造」の対応関係を一変させることによって成就される。即ち、インテグラルなアーキテクチャ上での実践である。

インテグラル・アーキテクチャに適したBIMは何かを明確に示すことは困難であるが、現在のBIM、あるいはそれが対応するモデューラー・アーキテクチャの考え方の限界を指摘することは可能である。

まず、3Dオブジェクトを取り上げてみよう。3Dオブジェクトはモノの形状を指示するという意味で「構造」の要素を記述するベースであり、これに属性を加えて要素の関係を含む「構造」の記述体系ができあがる。しかし、この「構造」と「機能」はどのように関係づけられるのだろうか？ 属性を持つ「構造」の要素を積み上げて「構造」全体が持つ機能を導き出すことはある程度できそうである。しかし、「機能」の総体を（同時に）「構造」の要素に割り付けるロジック、手法はどこにも存在していないのである。こ

こに、インテグラル型のBIMを追求することの意義がある。

BIMは「機能」及びその「構造」への対応づけという点において、ロジックとオペレーションの技術を欠いたまま歩み出したといえるのだが、実はその欠陥を短絡的に埋め合わせる便法を私たちはこれまでも無意識に使ってきた。その便法を「部位」と呼ぶ。では部位とは何か？ それは「構造」に含意された「機能」を体する「機能」-「構造」複合体にはかならない。私たちは、柱や外壁といった部位の機能を類推し、表現することができる。要求（＝「機能」）と実現（＝「構造」）との対応というスキーマにより工学的解としての建築デザインを導こうとするBE（Building Element）論、構法計画も、この部位概念の上に成立したとあってよい。しかし、結局のところ、部位はモデューラー・アーキテクチャを扱うことを可能にするに過ぎない。創発的なイノベーションは、一旦成立したモデューラー・アーキテクチャを創造的に破壊し、再編するインテグラルなアプローチによらざるを得ないのである。例えば、構造（狭義の）・外壁・設備にまたがるダブル・スキン・ファサードを考えてみるとよい。これは旧来の部位概念からは発想しえないものである。

建築の「構造」にはもうひとつ、こちらはアーキテクチャ概念そのものに関わる別の問題がある。建築は機械や装置、道具といった人工物とは異なり、モノそのものの機能をユーザーが引き出して用いるというよりは、モノによって構成された空間の「機能」を用いるという側面を持つ。したがって、建築の「構造」は空間によっても記述されうるという二重性を持つことになる。モノによって空間を記述すること、あるいは逆に空間によってモノを規定することは不可能ではあるだろうが、現実的ではない。そこで、IFCはモノ、空間による二重の「構造」表現を持つようにされているⁱⁱⁱ。先に見たカロリンスカ病院プロジェクトは、これが実際に必要とされ、また有効に用いられていることの好例である。しかし、設備等、必ずしも空間とはなじまないものがある。統合的なモデリングの体系を考える上では悩ましいところ

であろう。

最後に、「機能」、「構造」に「工程」を加えたアーキテクチャも扱えるBIMの必要性について触れておく。4DBIMと称されるプロセス・モデリングへの展開はBIMの可能性のひとつとされる。しかし、それを実用的な詳細レベルで行うとなれば、(本設のオブジェクトである)構成材相互の関係を属性として持たせるだけでは不十分である。広義の工法を含む「構造」-「工程」アーキテクチャを何らかの方法でモデリングに統合することが必要なのである。例えば、仮設の問題がある。建物の部分としては表現されず、また工法の選定や計画手法によって変わる仮設をどのようにモデルに取り込み、表現するのか。更には、工区分割や部品化、プレファブリケーションによって生成変化する構成材をどのように扱うのかという問題もある。これに関しては、オブジェクト・クラスとその集合が縦横に変化することを許容するようなモデリング手法が必要であることが理解されよう。即ち、インテグラル・アーキテクチャに対応したBIMである。それは、日本においてまず解かれるべき課題である。

6 デザイン・ビルドとBIM

フロント・ローディング、協働、発注者のプロジェクト関与を促進するBIMは、必然的に発注調達方式の革新を意味する。アメリカのIPD (Integrated Project Delivery) はBIMに対応して導入された調達方式である。IPDはBIMのプラットフォーム上で発注者、アーキテクト、ゼネコン、スペシャリスト・コントラクター/サプライヤー等すべての関係者が情報を共有しつつプロジェクト定義と設計を進めていく方式であり、設計が生産・施工情報と連動しながら漸進的に展開していくこと、ファスト・トラックが実現できること、工事発注段階では数量が確定していないという点で、デザイン・ビルド方式やCM方式と類似した性格を持つ(図4)。

また、一方、現今の市場を支配する縮小・停滞

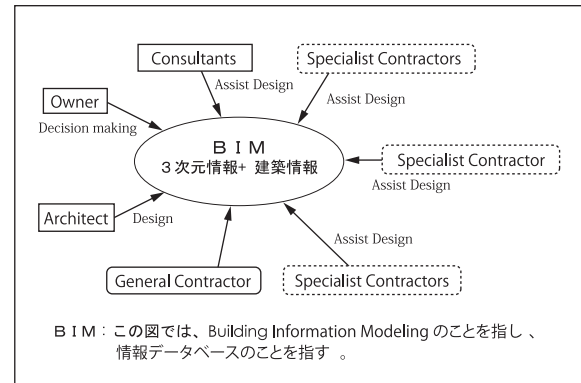


図4 BIMとIPD
情報プラットフォームを共有した高度専門モジュールの結合

傾向の下、発注サイドのイニシアティブによるデザイン・ビルドへの傾斜がグローバルに認められる。即ち、より高リスク、ハイエンド、複雑なプロジェクトにもデザイン・ビルドを適用し、インテグラル型の設計の利点を一部取り込もうとする動きである。この趨勢については、スウェーデンにおけるBIMの適用状況に関して既に指摘したところである。

インテグラル型のアーキテクチャは日本の設計施工一貫方式と深い関係にあり、それが日本型建築生産システムの特質となっていることは冒頭に述べた。また、インテグラル型アーキテクチャに適合したBIMの必要性についても繰り返して述べてきたところである。

そこで、以下では、日本の設計施工一貫方式とは異なり、モジュラー型アーキテクチャに適用される調達方式として成立した欧米のデザイン・ビルドの新しい動向について考えてみることにする。取り上げるのは、BIMとの相性もよいと考えられている新しいデザイン・ビルド方式、アメリカのブリッジングである。

ブリッジングとは、基本設計に相当する設計発注仕様書¹⁸をブリッジング・アーキテクトが作成した段階でデザイン・ビルドの入札にかけ、実施設計を含むその後のプロセスをすべてデザイン・ビルダーの発注方式に委ねる手法である¹⁹。発注者にとって、デザイン・ビルドのメリットは工期・コストに関するリスクを直ちにコントラクターに移転できることにある。一方、そのデメリットは、発注段階で価格に見合う機能を持った建物の

調達ができるかどうかを発注者は知りえないことにある。ブリッジングは、このメリットを活かしつつ、デメリットを打ち消すように、設計施工分離方式とデザイン・ビルド方式を折衷させた工夫といえる。これにより、発注者は設計が完了する前に価格と工期をフィックスすることができるし、プロジェクトの定義や設計により多く関与できる。問題は、どの程度の確度で設計発注仕様を用意すべきかということにある。

ここでは、GSAが介在した巨大プロジェクト、US Census Bureau Headquarters（アメリカ統計局本部）のブリッジング・アーキテクトを担当したSOMの建築家、Rod Garret氏にご教示いただいた内容を紹介しておきたい。Garret氏は、調達方式選定に用いられるテンプレートを見せてくれた（図5）。縦軸にはMasterFormatに準拠した分類が示されている。興味深いことに、ここにもモジュラー型の設計思想が根付いている。横軸には、それぞれの項目に対してどの程度の確度で設計仕様が用意されなくてはならないかというレイティング（%）が示される。このレイティングはもちろんプロジェクトの特性によって異なるので、SOMはビルディング・タイプ別にレイティングを完成させた資料を用意している。レイティングの平均^{xi}が20～50%であればブリッジングが適しており、20%以下であれば旧来のDBが、また50%以上であれば設計段階で擦り合わせを完了する伝統的なDBB（Design-Bid-Build：設計施工分離方式）^{xii}が適しているというのである。ちなみに、Censusビルは40%、博物館・美術館は

70%である。

「構造」に対応した3Dオブジェクトを技術的核とするBIMは、そもそも要求「機能」を仕様として記述するには向いていない。したがって、要求「機能」と「構造」設計を連動させたモジュラー型のアーキテクチャを土台としつつ、デザイン・ビルドやIPDが持つ擦り合わせのポテンシャルを活かすには、何か別の方法を考えなくてはならない。PerSpectiveやSOMの調達方式選定基準に認められるようなモジュラー型の設計思想—社会全体に深く浸透しているが故にもはや文化といってもよい思想—が産み出した方法は、大いに参考になるのではないか。

7 おわりに

以上、BIMに関する様々な期待や考え方は、アーキテクチャ概念を援用することにより、大きく2つの極性を持つ設計・生産システムの指向性に整理できることが示されたと考える。

本稿では、BIMに期待される2つの大きな役割、即ち合理的・実質的数量積算とLCM（Life Cycle Management）の実現については触れることができなかつた。いずれに関しても、インテグラル型のBIMについては、それぞれ未解決の課題も多いことだけを述べておく。

- i 例えば、『能力構築競争』（藤本隆宏著、中公新書、2003）を参照。
- ii 前掲書（注i）より。
- iii 前掲書（注i）より。
- iv The National Institute of Building Science（米国）
- v 英国ベースの多国籍エンジニアリング・デザイン・コンサルタン ト。www.wspgroup.com
- vi Building Systems Design Inc.
- vii <http://cuneco.dk>
- viii 空間には、領域設定や位置指定など、別次元での操作的用途もある。
- ix RFP（Request for Proposal）
- x ブリッジングはアメリカの公共建築の調達に用いられている。この場合、ブリッジング・アーキテクトはデザイン・ビルダーのチームに参加することはない。この点で、ブリッジングは、基本設計を行ったアーキテクトがそのままデザイン・ビルダーの傘下に入る英国の新しいデザイン・ビルド方式（Novation）とは決定的に異なっている。
- xi 現段階では、重み付き平均ではないようである。
- xii CM方式、場合によってはIPD方式も適していると思われる。



図5 調達方式選定のためのテンプレート