

令和元年5月31日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K06636

研究課題名(和文) デザインビルド指向と情報化を受けた日・米・英の建築ものづくりアーキテクチャの変化

研究課題名(英文) Impacts of Design-Build Procurement and BIM on the "Architecture" of Buildings in the U.S, the U.K. and Japan

研究代表者

安藤 正雄 (Ando, Masao)

東京大学・生産技術研究所・特任研究員

研究者番号：80110287

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：対立から協調へと向かうグローバルなデザインビルドへの傾斜とBIM普及による「設計」およびその担い手の変化を、米・英・日の発注契約方式、設計・積算等に関する標準類の比較を通じて分析した。その結果、デザインビルド方式、BIM展開のいずれにおいても、モジュラー型アーキテクチャを基盤とした米英の建築ものづくりの特質と日本のインテグラル型の特質が対比できることが明らかにされた。また、縮小市場化、生産性向上が課題となる日本の建築ものづくりには、モジュラー化への移行が求められることを結論として導いた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的意義は、デザインビルドやBIMといった一見同一の技術的概念も、その成立条件や適用の実態はおおいに異なりうるということを理論的、実証的に示したことにある。また、本研究の社会的意義は、今後縮小基調に移る日本の建築市場においては、これまでのインテグラル型一辺倒のアーキテクチャを超えてモジュラー化の合理性を一定程度取り入れることが、発注者主導の変革を実現し、社会の関心を本来BIMやデザインビルドが持つ生産システム革新のポテンシャルに導くために有効であると結論付けたことにある。

研究成果の概要(英文)：Recent global shift from traditional procurement to Design-Build and the extensive use of BIM has significantly changed existing modes and processes of architectural design. Looking at policies and resulting changes in national standards etc. concerning design-related practices in the US and the UK, this research has revealed the crucial difference in the "architecture" type, 'Integral' Japan and 'Modular' US/UK, observed with the adoption of both Design-Build and BIM in each of the two regions. Following analyses have led to the conclusion that the shrinking market condition requires Japan to move, though not thoroughly, from integral to modular architecture to bring forth improvements in productivity and demand-pulled innovation.

研究分野：工学

キーワード：建設マネジメント 設計工学 BIM デザインビルド アーキテクチャ

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

近年、設計・積算・施工にかかわる建築ものづくりの伝統的なプラクティスは二つの理由によって大きく変貌しようとしている。一つは、受発注者間の利害を対立的 (adversarial) な関係としてとらえ、それに起因する諸問題を専門職ごとに画然と分離されたスコープとプロセスで構成された契約関係によって事前に調整する従来の方法に変えて、協調的 (collaborative) 関係を積極的に導入・活用したほうがはるかに建設的で、よい結果をもたらすという考え方が社会的に受容されてきたことによる。これは、設計 (者) と施工 (者) の境界をさまざまに組み替えるデザインビルド (DB) へのグローバルな傾斜といてよい。

もう一つは、建築生産プロセス全体のストリームライン化、生産性向上を標榜する BIM の急速、広範な浸透が従来の建築生産システムの改編を迫っていることによる。フロントローディング、IPD (Integral Project Delivery) といった BIM 関連の用語に示されるように、漸進的な協働の推進を前提とする BIM は、原理としても影響としても DB 化と重なっている。

以上のグローバルな変化は契約社会を基盤に発注者のイニシアティブで進められてきたものであるが、日本の DB は成長市場において受注者 (ゼネコン) 主導で定着してきたものであり、日本における DB の将来、BIM の受容とその将来を見通すには、社会システムおよび生産システムの二つの観点からの分析を可能とする研究方法を構築し、実施する必要があった。

### 2. 研究の目的

本研究の第一の目的は、英米を中心とするグローバルな社会において、DB 化、BIM 推進により「設計」およびその担い手の役割がどのように拡散、多様化しつつあるかを、建築生産システムの観点から明らかにすることである。また、このような変化は、専門性や責任、リスク分担の再配置といった社会システムの変革を伴うが、それらがどのような原理や制度・慣習の上で成立しようとしているかを明らかにすることがもう一つの目的である。さらには、これらを明らかにしたうえで、日本の DB の今後と BIM 導入の課題を提示することが最終的な目的である。

### 3. 研究の方法

本研究では、「設計」「ものづくり」の分析を行うためのキー概念として、人工物の構成法 (設計の思想) をあらわす「アーキテクチャ」という概念を用いた。英米、特に米国の建築ものづくりは建築の機能・構造の要素群への分割が単純な階層構造を持ち、両要素群の対応も単純なモジュラー (組み合わせ) 型アーキテクチャを持つ一方、日本の建築は要素分割も機能・構造の対応も錯綜したインテグラル (擦り合わせ) 型アーキテクチャの特性を示すという予測があったためである。思想、文化としてのアーキテクチャの違いは建築生産システム、社会システムのあり方に大きく影響し、DB の適用や BIM の受容を大きく左右する可能性がある。アーキテクチャ概念を用いて研究方法を以下に記述する。

#### (1) 米国・英国におけるプラクティス、制度の改編:

多様な DB の普及、BIM の導入により 拡大・多様化した「設計」をプラクティスとして確立するために、どのような制度 (特に標準類) の改編がはかられているか、および 諸制度の改編は全体として必要十分で整合的かを調査・分析する。

#### (2) 「設計」の再定義:

発注・積算・生産にまたがる「設計」は各領域・各フェイズでどのように分節されるかについての比較分析を行う。

#### (3) グローバル時代における日本のアーキテクチャの行方:

米国における新しい発注・設計・生産方式は Modular 型アーキテクチャを整合的に拡張して築かれたものであることを検証したうえで英国、日本との相違点を明らかにし、特に日本についてはグローバル化の趨勢の中で今後その Integral 型アーキテクチャが今後どのように位置づけられるか、またいかなる進化の方向が模索されるべきかについて考察する。

調査対象と方法は次による。

設計主体の拡大とプロセスのコンカレント化に呼応する発注方式、および建築家の業務標準、積算・仕様書に関する標準、契約標準約款など関連する制度の整備において日本に先行する米国・英国の事例を調査する。

発注方式のバリエーションも含めた諸制度は文献調査による他、現地ヒアリング調査によって補う。また、運用の実態を詳細に把握するため、実施プロジェクトにもとづいた現地調査を行う。

### 4. 研究成果

#### (1) 発注・契約方式の多様化:

DB に関して

AIA (米国建築家協会) は 1986 年に倫理コードを見直して DB の禁止を解除し、2004 年には DB に関する一連の契約標準約款を整備した。それ以前の DB が建築家の食指の動かない小規模でありふれた建築に適用されていたのに対し、ここ 20 年の間に、発注者がリスクのより高いプロジェクトに DB を選好するようになったことを追認せざるを得なかったという事情がある。DB は公共工事にも多く用いられている。その場合、より高いリスクのゆえに、今日の DB に

においては発注者が設計に積極的に関与する。米国では、基本設計に相当する具体的設計を発注図書として用意したのち、実施設計と施工を一括して DB に付す Bridging DB と呼ばれる手法が定着している。DB が隆盛になるに伴って業界団体 (DBIA) が設立されてベスト・プラクティスの普及をはかり、最近では PDB (Progressive DB) と呼ばれる協調型の新しい DB が用いられ始めている。一方、英国においては、基本設計段階の設計業務を受託した同じ建築家が実施設計段階以降工事請負業者 (=DBr) の下請けとなる Novated DB が多用されている。いずれの DB の場合でも、設計責任は DBr にあり、建築家 (設計事務所) は免責される。

#### BIM に関して

米国では、今世紀に入り IPD (Integrated Project Delivery) と呼ばれる BIM を想定したプロジェクト方式が様々に提案され、実用に供されている。AIA は 2007 年、先行事例が多く出現したカリフォルニア州の支部を中心に IPD に関するガイドブックを刊行し、翌 2008 年には 3 つの IPD 契約標準約款を整備した。このうち代表的なものは、先行事例に多くみられる発注者・アーキテクト・請負者の 3 者間契約 (C191) 方式である。契約の骨子は、対等の関係で結ばれた参加者の総意による目標設定・意思決定、参加者間の免責、経理の透明性確保等の原則にあるが、実効性のあるインセンティブとして、プロジェクト成果にもとづいたリスク分担と報酬の分配があることが特徴である。一方、英国ではこれより早く PPC (Project Partnering Contract) と呼ばれる二段階方式の発注契約方式が CIC (Construction Industry Council) によって 2000 年に提示されている。これは、受発注者間に Partnering (協調性) を導入することにより英国建築産業のパフォーマンス改善を狙った英国の国策 (Latham Report (1994)、Egan Report (1998)) に従って考案されたものであるが、コントラクターの設計への早期参画 (ECI) と Alliance を標榜しているがゆえに、米国の IPD と同様、BIM を用いたプロジェクトのための発注契約方式のひな型としても位置付けられている。あるいは、公共工事にレベル 2 の BIM 採用を義務付ける英国の BIM 政策は 1990 年代以来の一貫した政策の一部であり、その意味では PPC も同根であると言える。

#### (2) 「設計」の改編:

米国における設計プロセスの標準区分 ((SD (Schematic Design)、DD (Design Development)、CD (Construction Documents)) は AIA により早くから整備されており、その意味・内容も広く理解されている。BIM に関しては 2013 年に一連の Digital Practice Documents を整備する等の対応を示しているが、これらは先行する標準類を継承し、補完するものであり、全体として整合的である。これに対して、英国の場合、RIBA が関与する設計業務の定義に関する標準 (RIBA Plan of Works) には DB、BIM に関連して 2013 年に大きな改訂があった。この時点でそれ以前の 13 のステージ区分が 8 つに変更され、各ステージでの成果物が BIM を前提として定められると同時に、二段階方式を含む各種発注契約方式が選択できるようにされており、さらにこれらの書式をオンラインで作成するツール (NBS Contract Administrator 等) までもが用意されている。RIBA Plan of Work の改訂は英国の BIM 政策の一環として同年にまとめられた BSI (英国規格協会) の PAS\_1192 (BIM を用いたプロジェクトのフェイズ別 Information Management のための仕様) とも整合的である。

#### (3) インテグラル型の日本とモジュラー型の米英:

ここでは日本の建築ものづくりのインテグラル型に対し米英はモジュラー型の特質を持つことを、建築の部分に記述する標準である米国の UniFormat、MasterFormat を例に説明する。

米国には、建築物の物的部分 (functional elements (機能要素) と呼ばれる) の名称とコードに関する標準体系 UniFormatTM がある。UniFormat の要素はあくまで機能に基づいて分割されたものであり、構造 (構成材) や工程に分割された work results (構工法の (設計) 解) とは異なる。work results のための情報標準体系は別途 MasterFormatTM として制定されており、両者は連結されて相互に補完的な役割を果たす。UniFormat は、ツリー状の 4 層の階層構造を持つ。レベル 1 から 3 が規定するのは、建築物の用途や構造を問わず建築一般に適用できる functional elements の標準分類とコーディングである。一方、レベル 4 に示す床構造フレーム、床デッキ・スラブ・床被覆といった要素に達して初めて、具体的な部位が示唆される。しかし、部位は機能と構造の複合体であると考えれば、レベル 4 も部位と呼ぶには至っていない。構造を指示するのに不可欠な構造システムや構造材料、構法、さらには工法が指示されていないからである。そこで UniFormat ではレベル 4 のさらに下にチェックリストと称して具体的な構工法を例示し、設計解を選択できるようにしている。構工法設計解の仕様を指示する MasterFormat とは、ここにおいて初めてリンクが可能になることから、これらには MasterFormat のコードが付記されている。

機能に構造の一部を部位として包摂させた functional elements のツリー状の階層構造は、明らかに米国に卓越するモジュラー型の設計思想を示している。また、レベル 4 以下において多種多様なビルディング・システムの部位分割をツリー状に分類整理することは不可能であるから、レベル 4 の先は一般構法 (在来構法) による部位の例をチェックリストとして与え、選択指示できるようにしている。在来構法はオープン・モジュラーなアーキテクチャであるから、全体としてモジュラー型の思想は貫かれている。さらに、こうしたモジュラー型の思想は、設計プロセスをレベル 1 から 4 にいたる functional elements の詳細化ととらえることを可能にし、

ひいては発注者要求、設計の要求条件を直接かつ確実に仕様化することを可能にしている。このように階層化され、標準化された建築の部分に関する概念は、SD、DD、CDといった設計フェイズやLOD (Level of Development) 等の概念と結び付けられて、設計、積算、施工等にかかわる各種プロフェッショナル間の役割調整や意思疎通のための標準言語として機能しているということがある。要約すれば、モジュラー・アーキテクチャという米国の建築ものづくりの特性は、建築を指示する標準言語によく反映されているという結論になる。こうしたモジュラー性は、生産組織や制度等の社会システム全体に共通する米国の特性であり、米国のBIM標準はこの伝統の上に構築されている。

UniFormatは2010年にBIMを念頭に改訂され、また分類標準は現在OmniClassに統合されようとしているが、これは英国におけるUniClass (NBS) とほぼ同じものである。日本にはUniFormatに相当する機能別(部分別)の標準はない。

#### (4) 日本のアーキテクチャはモジュラー型に移行すべきか

BIMの普及を一つの契機として、日本の建築はモジュラー型に向かうことを強く要求されると結論できる理由がいくつかある。

第一に、成長が終わり縮小市場へと向かう日本において、GCによる擦り合わせはかつての合理性を失う。引き取ったリスクを相殺するレントはもはや期待できないからである。長期の好循環がもたらした成功体験の結果として、総じてインテグラル型を是とする思い込みが浸透している。

第二に、成長市場がゼネコンを頂点とするインテグラル型の高効率なサプライ・チェーンを築くことを可能にしたとしても、それは発注者の存在を欠いたが不完全なサプライ・チェーンに過ぎなかった。縮小市場に転じた今こそ、発注者のイニシアティブが求められる。言わばデマンド・チェーンといった視点からのサプライ・チェーンへ再構築が求められているとよい。そのためには、発注者、建築家、各種コンサルタント、施工者すべての間のコミュニケーションを可能にする標準言語が必要である。そのような標準言語は、今のところ、オープン・モジュラー・アーキテクチャによってしか可能にはならない。特に重要なことは、要求を仕様につなぐことのできる言語機能である。

第三の理由として、オープンなBIMライブラリーの整備は、インテグラル・アーキテクチャー一辺倒の世界を一挙に変革する可能性があることを述べておく。擦り合わせを是とするGCはサブ・コントラクターやサプライヤーにも擦り合わせを要求するきらいがないとは言えない。パラメトリックなライブラリーは、設計者がGCを飛び越えてアクセスすることを許す。その結果、オープン・モジュラーなアーキテクチャが実現し、サプライ・チェーンがデマンド側に直接的に接続される可能性が出てくるのである。

最後に、オープン・モジュラー・アーキテクチャはオープン・イノベーションを促すということを描いておく。UniFormatに代表される米国の建築ものづくりのアーキテクチャーのカルチャーは、有力なBIMソフトウェアを生み出すとともに、さまざまなICTの基幹技術とリンクして応用開発を推進することを可能にしている。プラットフォーム盟主企業が日本に生まれることは望むべくもないにしても、この動きから取り残されることの損失は測り知れず大きい。

以上、インテグラル型の「施工BIM」への関心が突出する日本の状況に対し、モジュラー化の必要性を結論として導いたが、BIM、DBはインテグラル型の存在を除外しているわけではない。本研究は、一つのプロジェクトにも両者は併存していることを明らかにしている。

以上の成果の一部は関連団体において発表(日本建築積算協会(2018年8月23日)、建築コスト管理研究会(2019年1月23日)、建設産業史研究会(2019年1月25日))され、理解と共感を得た。

#### 5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 3 件)

安藤正雄、アーキテクチャ、建築の標準言語とBIM、建築コスト研究、第102巻、2018、34-42

小笠原正豊、野城智也、アーキテクト間の分業に関する基本的考察 米国建築プロジェクトにおけるMatrix of Responsibilityを研究対象として、日本建築学会計画系論文集、第82巻、2017、2019-2039

10.3130/aija.82.2029

田澤周平、濱地和雄、小笠原正豊、岩松準、志手一哉、蟹澤宏剛、平野吉信、安藤正雄、米国におけるIntegrated Project Deliveryに関する研究 民間IPD約款の比較、第33回建築生産シンポジウム論文集、2017、17-24

[学会発表](計 2 件)

田澤周平、三上智大、志手一哉、蟹澤宏剛、安藤正雄、岩松準、小笠原正豊、平野吉信、英国のBIMに関連する社会システムに関する研究 その1 .BIM Mandate と関連する標準文書、日本建築学会大会(東北)、2018

三上智大、田澤周平、志手一哉、蟹澤宏剛、安藤正雄、岩松準、小笠原正豊、平野吉信、

英国の BIM に関連する社会システムに関する研究 その1 . NBS デジタルツールと BIM  
ワークフローに関して、日本建築学会大会（東北） 2018

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

6 . 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号(8桁)：

(2)研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。