

# ワークフロー分析による建築生産の効率性向上手法

- 業務モデルと関連基準類との相互参照を可能としたシステムの活用 -

建築生産研究グループ 主任研究員 眞方山 美穂

## 目次

はじめに

研究の背景

ワークフロー

- 1) ワークフローとは
- 2) ワークフローの定義
- 3) ワークフローで用いられる用語

建築生産を対象とした業務のモデル化

- 1) モデルの必要性
- 2) モデルの表現方法
- 3) モデル化の方法論
- 4) 本研究でモデル化の対象としたプロジェクト
- 5) IDEF0 概説

各種基準類等の構造化

- 1) ワークフローモデルにおける基準類等の現れ方
- 2) 構造化文書
- 3) 構造化の利点
- 4) 構造化文書の実用例・応用例
- 5) ワークフローモデルと基準類等における相互参照関係の解析支援システム

業務モデルと関連基準類との相互参照を可能としたシステムの活用

- サッシ設計プロセスの事例から -

- 1) サッシ設計プロセスを対象としたシステムの事例
- 2) サッシ設計の業務モデルの作成
- 3) 関連基準類等文書の構造化
- 4) IDEF0 から見たサッシ周りの典型的トラブル例の原因
- 5) IDEF0 形式による記述の利点、活用方法等
- 6) サッシ設計プロセスを対象とした事例検討からの課題

おわりに

参考文献

## はじめに

本報告は、平成14年度より3ヶ年計画で取り組んでいる「建築生産におけるワークフロー分析・計画技術の研究開発 - 建築生産の合理化を目指して - 」の成果の一部をとりまとめたものである。ここでは、課題名にあるワークフロー分析・計画技術の概要を述べると共に、ワークフローを適用した事例について紹介し、業務の効率化など、これによって期待される効用について報告する。

## 研究の背景

建築生産における「国際化」は、単に資材等が海外から輸入されるという部分だけではなく、設計行為や工事の労務にまで至っており、従来の日本型の発注方式のままプロジェクトを遂行できるという環境は、大きく変わりつつある。また、国内でもこれまでの発注方式において問題とされるコスト管理をより透明化することが望まれるようになり、さらには地球環境問題が意識され始めるようになってからは、建築プロジェクトそのものに対する取り組みが事業の当事者だけではなく、一般市民なども参画するようになるなど、プロジェクトの運営方法にも変化が見られるようになっている。

このような状況の中にあって、外資の日本進出により、従来の日本型発注方式から発注者自らコスト管理などを実行する欧米型のプロジェクト運営スタイルが徐々に浸透してくるのは確実な趨勢にあり、プロジェクトマネジメントという言葉も頻繁に耳にするようになってきている。

今後、公共ならびに民間の建築プロジェクトにおいては、欧米型のノウハウをそのまま受け入れるのではなく、日本の解釈（もちろん付加価値増加の方向で）を加えた管理技術の創造が期待される。そのためにも、建築生産全般にわたって製品を作るプロセスとそのマネジメントとの両方を分析し、計画する技術を開発する必要がある。

この一つの方法として、ワークフロー分析技術というものがある。ワークフローとは、狭義では（決済）文書の流れを意味する。ここ数年、文書の流れをモデル分析することにより組織の構造や仕事の手順を解析するために利用されている。この技術は、IT分野におけるモデル表現・分析技術の向上と、それらを可能にする計算処理能力の向上により可能となっている。これまでは、主としてオフィスや一部の工場などでの適用事例の報告がある。

建築プロジェクトは、通常、単独組織により営まれることはなく、また、生産現場が特定されないことなど組織構成そのものが可変的で一般化しにくい傾向があり、ワークフロー分析が適用しにくい分野であるとされてきた。しかし、ワークフロー技術の普及に伴い、

支援ITツールなども利用しやすい環境が整ってきたため、建築生産のような、従来適用が難しいとされてきた可変部分の多い組織に対してもワークフロー分析が可能になりつつあると考えられる。建築生産のワークフロー分析により、ワークフローの改良や新たなワークフローの構築なども可能となると考えられ、また、建築生産におけるワークフロー計画は、成果品である建築物の価値に関する様々な評価を交えて検討されるべきであり、これらをパッケージとして組み上げる価値はたいへん大きい。

## ワークフロー

### 1) ワークフローとは

ワークフローの定義はあいまいで、旧来のオペレーションリサーチの各種の手法や現在一般的に使用されているグループウェアなどと重複する観念も多く含まれ、これらとの違いを正確に記述するのは難しい。ここでは、標準化団体による定義を紹介するにとどめる。

### 2) ワークフローの定義

ワークフロー(WORKFLOW)の標準化団体である Workflow Management Coalition(WfMC) は、ワークフローを以下のように定義している。

“ビジネスプロセス全体あるいはその一部の自動化であり、これによってドキュメント・情報・タスクが、手続き規則に則って、担当者から担当者へと引き継がれる。”

この定義では直接的に表現されていないが、ワークフローとは単なる「仕事の流れ」という意味ではなく、仕事の流れの「自動化」の意図までを含むと考えられる。

ワークフロー管理に関しても同様に、

“複数の担当者がネットワークを経由して仕事をする際に、作業を円滑に進めるために、担当者間で受け流すドキュメントや情報の流れを管理し、自動化すること。”

と定義している。そしてワークフロー管理を実現するシステムをワークフロー管理システムと呼び次のように定義している。

“1つまたは複数のワークフロー・エンジンの上で動作するソフトウェアにより実行されるワークフローを定義し、生成し、運用するシステムである。それはプロセス定義データを解釈し、ワークフローの担当者と相互採用し、必要に応じてアプリケーションを起動する。同時に、ワークフローの実行を監視し、その履歴を記録する。”

### 3) ワークフローで用いられる用語

建築生産研究においてなげなく使われる用語には「(ビジネス)プロセス」、「サブプロセス」、「アクティビティ」、「ワークアイテム」などが多く見られる。図1に、ワークフロー関連用語の概念構成を示す。同図ではそれぞれの関係がツリー構造で示されている。本報告では、これらの用語の上位下位の関係性を常に意識して出来るだけ混乱が生じないような記述に努めている。ただし、スコープ設定や分析粒度を変えれば、モデルのある局面では単一のアクティビティにすぎないものが、別の局面では独立したビジネスプロセスとしてみなされるべき詳細さを持つに至ることも十分にありえる。実際、本研究で採用している IDEF0 モデル化手法では、モデルの詳細レベルを階層構造で管理する手法がとられている。したがって、混乱を避けるためには、異なる詳細レベル間をまたがるような視点でモデルを議論することはできるだけしないように心がけた。

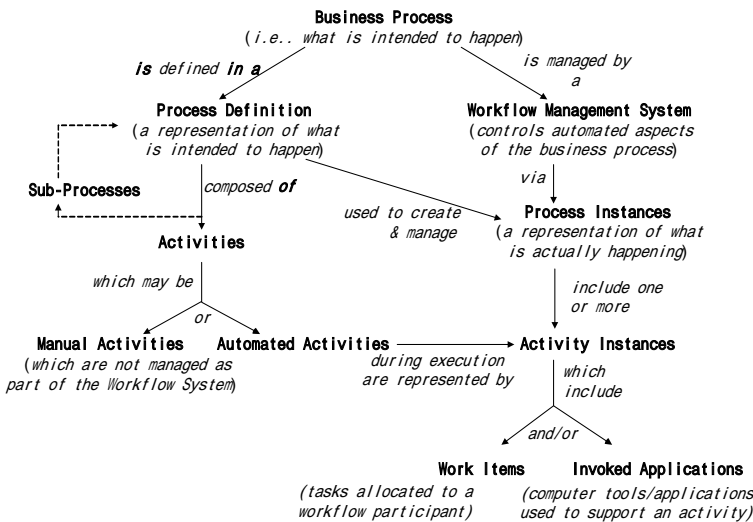


図1 ワークフローの用語<sup>1)</sup>

## 建築生産を対象とした業務のモデル化

### 1) モデルの必要性

#### 建築プロジェクトにおける発注者の役割

建築プロジェクトは一品生産であり、プロジェクト毎に生産組織が編成される点で製造業などと比較して特殊である。生産の仕組みに着目しただけでも、以下のような特徴をあげることができる。

1. 一品生産・注文生産である。
2. 属地的生産であり、永続的な生産拠点をもちにくい。
3. 設計・製造・施工・維持段階が企業的に分離している。
4. 請負契約によって施工される。

建築プロジェクトに参画する受注者には、発注者の提示する個別的な制約条件や法律等をはじめとする社会的な制約条件等のもとで、発注者のニーズを実現することが求められている。従って建築プロジェクトの適切な管理には、コスト、品質、環境、安全等の配慮事項をプロジェクトの制約条件に収めるとともに、発注者のニーズを最大限に実現する最も合理的なプロジェクト運営の選択が不可欠と言える。このため、設計者や施工者など建築技術の専門家だけではなく、発注者にもプロジェクトにおけるニーズと制約条件をバランスさせ、合理的なゴールを設定する責任があり、この責任の重要性は従来に比べてより増してきている。

一方、ユーザーである一般市民らの参画など、建築プロジェクトにコミットする主体の多様化も進みつつある。例えば、環境問題等が深刻さを増す中で、建築プロジェクトを実施すること自体が環境や社会に与える影響についても議論されるようになった。この傾向は、公共の建築プロジェクトにおいて特に顕著である。このように、建築プロジェクトの実施において発注者が積極的に関与し検討・調整すべき事柄はあきらかに増大してきている。

### モデルの効用

発注者は一般に建築の専門家ではない場合がほとんどである。そのため、前述のようにプロジェクトが複雑さを増すに従って発注者に課せられる役割が大きくなっていく現状にあっては、これを支援するしくみが必要である。近年、国内の建築プロジェクトで適用されているPM (Project Management) 方式は、発注者の代理人として専門知識を持ったPMr (Project Manager) を配置し、プロジェクトを運営するものであり、これも発注者を支援する方法の一つと考えられるが、これとは別に、発注者の役割を明確なモデルとして整理し、そのモデルを適宜参照し利用するためのフレームワークの構築が望まれている。

また、発注方式そのものも多様化しているため、伝統的な建築生産プロセスに基づく契約規範が必ずしも適用しなくなるケースも増えてきつつある。このような観点においても、発注者の積極的な関与が要求されるこのような環境下においてプロジェクトを成功させるためには、プロジェクトで実現されねばならない業務内容を担当各主体が確実に把握・実施できるようにすることが必須である。

これらのためには、「プロジェクトの可視化」が有効な手段となる。業務モデルは、言葉のみでは表現が困難な複雑な業務の構造を、図表現を主に言葉による補足説明を交えて表現するものである。製造業における製品の製造プロセスの管理 (Product Oriented Process: POP) モデルの開発事例は多いが、建築生産における POP モデル

は、建築生産の一回性もあってほとんどない。さらにプロジェクトマネジメントのプロセス管理( Project Management Process: PMP )モデルとなると皆無と言ってもよい状況と言える。

本研究では、ワークフロー分析の結果から、建築生産におけるPMP(+POP)モデルを提示することを一つの目標としている。業務モデルを活用することで、プロジェクトの計画を短期間で精度良く立案することが可能となる。また、業務モデルの表記方法を統一化することで、過去のプロジェクト事例の経験を活かすことが可能となり、従来は埋もれて伝達されることのなかった知識や経験の蓄積や活用を促進し、よりよいプロジェクト管理、ひいては建築物の品質確保等に資すると考えられる。

### リファレンスモデル

建築生産の効率化において業務モデルの活用は有効であるが、個々のプロジェクト毎にモデルをいちから作成するのはコストも大きく現実的でない。汎用性の高い雛形があれば効率が良い。この「汎用性の高い雛形」の集合をリファレンスモデルと呼ぶこととし、本研究の最終的な目的はリファレンスモデルをできるだけ充実した形でツールも含めて提示することとした。

リファレンスモデルをベースとしたツールは、発注者あるいはその代理であるPMrの計画立案を支援するものとなる。このツールにより、プロジェクトの各アクティビティにおける制約条件、要する人的物的資源および成果物等の情報を可視化することが可能となり、プロジェクトの各主体の役割を明確化すると共に、情報の蓄積・共有・再利用も促進される。

また、リファレンスモデルにノウハウに相当する明文化されてこなかった情報を蓄積することで、発注組織に所属する個人の経験や過去の情報を蓄積して組織的に利用することも可能となる。発注者がプロジェクトに適したリファレンスモデルを予め整備し、契約したPMrに提供することにより、PMrの資質によりにくい安定したプロジェクト管理の品質を実現することができる。

### 2) モデルの表現方法

リファレンスモデルは、建築プロジェクトの全容、特にPMPにおける業務内容の把握を支援することを目標に、業務の目的と内容が明確かつわかりやすく表現されている必要がある。さらに、プロジェクトにおけるノウハウや経験の蓄積を可能とするため、これまで具体的に記述されることがなかった知識を形式化して表現できると望ましい。この様な条件を満たすため、モデルの記述手法には以下の機能が要求される。

1. 業務内容を明確に表現できる
2. 役割分担(各主体の業務範囲や責任分担)を明確に表現できる
3. 業務を実行する目的及び根拠を明確に表現できる

業務モデルを図的に表現する手法は数多く存在している。プロジェクトマネジメントに用いられている一般的なモデル表記手法としてはWBS(Work Breakdown Structure)とOBS(Organization Breakdown Structure)のマトリックスがある。これは、上記の1.及び2.を充足している。また、市販のプロジェクト管理ツールとの親和性も高く、WP(Work Package)の記述を工夫すればノウハウ等の蓄積にも対応可能と思われる。

しかしながら、建築プロジェクトにおいては、プロジェクトの全フェーズにおける参画主体が当初から明確になっているケースは希であり、制約条件や資源が当初段階で明確に規定されていないことが多い。最終的な労務や資材の調達まで視野に入れると、当初計画で想定した能力を有する主体が地域に存在していない場合もある。そこで、プロジェクトの進捗と参加者の能力に応じて当初設定した役割と責任の分担を、発注者と受注者も含めて動的に変更できる構造を有する必要がある。

役割と責任の分担を変更する場合においては、プロジェクトの活動単位であるアクティビティの分割・結合・加除も含めた検討が必要となる。アクティビティの分割等がプロジェクト全体にもたらす影響を正確に把握するには、アクティビティの目的・根拠を明確に表現できることが必須であり、WBSは上記3.の表現力に乏しいと考えられる。

一方、建築生産における代表的なモデルとして、業務手順を表現するプロセス記述手法がある。先の1.~3.の内容はPERTやCPM等のプロセス記述系言語で表現することが可能である。しかしながら、建築プロジェクトの環境は千差万別であり、各主体の役割が錯綜している場合には、必要な業務におちがないように「どの役割がどの業務を分担しなければならないか」そして、「その業務がどうして必要なのか」を確認することが重要であり、ある特定のプロジェクト環境下での手順を表したモデル(プロセスモデル)が、別のプロジェクト環境でも有効であるとは限らず、再利用性の点で疑問が残る。適当ではない。

### 3) モデル化の方法論

モデル表記手法の備えるべき条件を整理した結果、本研究におけるモデル表記手法としてIDEFOを採用することとした。前節で述

べたように、最近の建築プロジェクトは、参画主体やプロジェクト運営形態が多様化し、加えて建築プロジェクトの目的自体も複雑化している。このような中で、効率的なプロジェクト運営を可能にするため、モデルはプロジェクト全体を俯瞰する視点から作成される必要がある。モデルを記述するにあたり視点を明確にする方法をとる IDEF0 は、この点で適切な手法と言える。

本研究は建築生産における PMP のモデル化を目標としているが、モデル作成のアプローチとしては、建築生産の POP の分析から着手することとした。ただし、あくまで PMP の管理対象としての POP の分析を対象とし、POP をモデルとして不必要に詳細に分析することは研究目的とはしていない。

#### 4) 本研究でモデル化の対象としたプロジェクト

背景・目的のところでも述べたように、本研究では、ワークフロー分析・技術を、発注者または発注者の代理人である PMr を支援するためのツール開発につなげたいと考え、基本的に発注者の視点での業務モデルの検討を進めることとした。

通常、IDEF0 でモデルを作成する際には、as is モデルと呼ばれる実際の業務のモデルの作成から着手する。しかし、PMr はまだ国内で職能として確立しているとは言いがたく、サンプルの収集が困難であった。そこで、「意識の高い発注者」や「献身的な設計者」等が実際には PMr の役割を担っているものと考え、その様な役割を担う担当者の事を、「発注者」もしくは、発注者から選任された PMr と位置づけ、その担当者の視点での機能モデルを作成することとした。対象としては、国や地方公共団体等が発注者となる公共建築工事を選定し、調査・モデル化を試行することとした。公共の建築プロジェクトにおいては発注側に建築の技術者がおり、そこでプロジェクトのマネジメントが行われているため、「意識の高さ」が期待できるからである。公共建築プロジェクトの業務をモデル化することにより、発注者として具体的にこなすべき行為を把握でき、また、事業化から維持管理にわたる一連のプロセスを一つの組織が一貫して携わっていることから、PM 方式等へ展開する場合の検討も可能になると想定した。

また、発注者の視点による機能モデルの作成にあたっては、法や基準類に記述されている業務について、それらを実行することの目的・根拠を明確にしながらいずれの行為を抽出した。さらに、それぞれの行為を実行する際に用いた資機材や図書類など入力となるもの、実行した結果である成果物（出力） 各行為を実行した人やツールなどのリソース等についてもあわせて抽出・整理した。また、業務ルールの中には基準類等に記述されていないものも多数存在すると

考えられることから、部分的に業務担当者に対するヒアリング等を実施した。最終的には公共建築プロジェクトを対象に、全てのフェーズのモデル化を目標として、検討作業を進めた。

#### 5) IDEF0 概説

本研究では把握した業務を表記する方法として、図 2 に示す IDEF0 による標記ルールを使用している。IDEF0 は行為を表すアクティビティ、それに関連するインプット、アウトプット、コントロール、メカニズムにより業務プロセスをモデルとして表現する手法である。以下に、それぞれの用語の概要を示す。

##### (1)インプット・アウトプット (Input/Output)

ある行為を行う上での用いた情報や資材をインプット、ある行為を行った結果としての成果物をアウトプットとして、モデル化する。今回の業務のモデル化においては、インプットとアウトプットは情報（文書）であることが多いと予測された。業務項目の分析・検討作業において参照した文献等に記載されているものを中心にこれらの情報を抽出した。

##### (2)コントロール (Control)

コントロールとは、ある行為を行う上での制約条件である。今回のモデル化においては、基準類をコントロール情報として取り扱っている。一般に IDEF0 のモデルにおいて、コントロールの存在しないアクティビティは存在する意味が無いとされているが、実際の業務においては過去のプロジェクトの経験等に基づく、文書化されていないコントロールが存在している可能性が否定できないため、検証を行うまではコントロールの存在しないアクティビティを許容することとした。

また、基準類等であっても、「標準詳細図」等の様に図面への記載を簡略化するために用いる資料等は、メカニズムに含めることが妥当と考えられるため、内容を含めて検討することとした。

##### (3)メカニズム (Mechanism)

メカニズムは、ある行為を行う主体、また、用いた解析ソフト等もメカニズムに分類される。今回検討対象としている公共建築プロジェクトにおいては、担当者の業務が定型的でなく、組織によって業務が担保されているケースが多いことから、今回のモデルでは必ず組織をメカニズムとして設定することとした。

##### (4)アクティビティ (Activity)

アクティビティは、粒度の小さい複数のアクティビティを階層化して包含することにより、煩雑な表記を避けることが可能である。

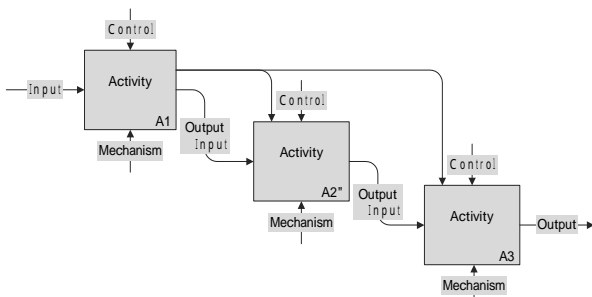


図2 IDEF0によるプロセスの表記

### 各種基準類等の構造化

#### 1) ワークフローモデルにおける基準類等の現れ方

前章のモデル図において見られたように、法律を含む基準類等は Activity への Control や Mechanism として参照（結合）される（図3参照）。現状ではいずれも紙面上に構成される情報であるため、対応関係の確認の効率化には制約がある。ワークフローモデルの評価・分析において、これらのアロー（ICOM）が指示する基準類等の記述内容を手早く確認できれば効率的であると考え、このようなパターンを抽象化し電算システムとしての実装を検討してきた。

システムとして実装するためには、ワークフローモデルと基準類等の両者を電子化し、これらを相互に関連づける手段が必要となる。本研究では、実際の業務を IDEF0 によりモデル化したものと電子化された基準類等を複合・連携させ、相互参照可能なシステムの開発を行った（プロトタイプの名称を BRI IDEF0 と命名）。次節以降に構造文書化に関する解説ならびにこの相互参照を可能とするシステムについて簡単に紹介する（このシステムの詳細については参考資料4を参照）。

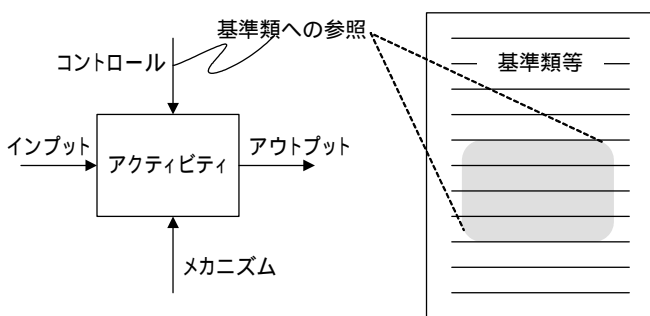


図3 IDEF0 アローの参照情報概念図

#### 2) 構造化文書

文書はもともとなんらかの構造を保有しているものである。起承転結のように物語の構成も構造の一種であるし、学術論文の基本的な体裁「アブストラクト＋本文」も同様である。論理的構成、意味的構成、物理的書式等々、これらはすべて文書の構造である。この

ように、文書は構造を有しているのにあえてそれを構造化するとするのは屋上屋を架すかのようであるが、ここではまず、本研究における構造化文書の定義を述べることから始める。

#### 計算機により処理可能な文書について

一般に、コンピュータによる文書処理においては文書の電子化が前提となる。本研究では、計算機処理に適した電子文書として文書を構成しなおすことを構造化と定義する。この定義において、構造化には次の二つの目標が与えられる。

1. 文（コンテンツ）と書式（スタイル）の分離
2. 意味の“まとまり”の管理

#### 文と書式の分離

文とはいわゆるテキストであり、書式とは文字フォント、行間、段落構成等々を意味する。本文、見出し、注といった論理的なカテゴリも書式である。文と書式が分離してそれぞれを独立して操作可能とすることが第一の目標である。たとえば、同じテキストに対して異なる書式を適用することにより複数文書の作成を省力化することが出来るし、その反対に同じ書式に対して異なるテキストを適用することで文書作成の効率を同様に向上させられる。

#### 意味の“まとまり”の管理

意味的まとまりが明確であることにより、文書の情報伝達性が向上する。本研究のモデル化作業においても、たとえば「章 節参照」のように、文書中の特定の一部を指示する記述が多くあった。この場合、参照元での表現「章 説」そのものは位置を示す情報でしかないが、参照先の節にはテキストがあり意味的に有意義なまとまりを形成している（そのように記述されている）はずである。章や節といった文書の構成要素は意味を形成するテキストを包みこむ入れものに例えられ、これらを活用することにより情報伝達性が高まる。さらに情報伝達性の向上を目的として、書式をテキストから独立して設計しておくことで汎用的な管理手法の適用も可能となる。これが構造化の第二の目標である。

#### 構造を伴わない文書への処理方法

一方、前節で述べた二つの目標や思想とは無縁に電子化された文書も数多く存在し、現在ではこちらの方が主流である。Microsoft® WORD などは構造化文書として文書を構成することもでき、日常的な WORD の使用に十分な配慮があれば外部プログラムを用いて付加価値の高い計算機処理をさせることも可能だが、たいいていの



図4 CAD図面に対する全文検索システム

場合このような配慮はなされていないために構造化を前提として適用可能な文書処理のノウハウは役に立たない。

では、構造化文書とはいえないがパソコンのディスク上に存在する膨大な電子文書に対して有意義な計算機処理手法は存在しないかといえばそうではなく、GoogleTMなどの代表的な検索サイトではインターネット空間の膨大な文書に対するキーワード検索を可能としている。このようなシステムを一般に全文検索システムという。

全文検索システムを用いれば、構造化されていない文書に対しても自動的に検索用のインデックスを生成し対応表を作成できるので、文書のキーワード検索が可能となる。AutoCAD®のDWGファイルに対してもキーワード検索を実行することは可能となっている。図4に示すシステムはNamazuとよばれるフリーの全文検索システムにAutoCAD®のDWGファイル用のインデクサを追加して実現している。建築分野において、図面内の注釈(寸法なども含む)に対するキーワード検索は2004年現在あまり一般的ではないが、いずれはあたりまえのこのように利用されるようになるであろう<sup>4</sup>。

全文検索システムの手法は非構造化文書のみでなく構造化文書にも当然有効なので、事前に定義された構造を活用するアルゴリズムへの補完機能として有効である。書庫に蓄えられた文書から適切なものを手早く探し出せるメリットは全文検索システムの運用から学べるが、ここでの経験を踏まえて個々の業務に特化したより高機能・高性能な検索を可能とするニーズが明らかとなり、構造化を含めた新技術の適用が試みられるようになると予想される。

### 3) 構造化の利点

前節でも簡単に述べたが、構造化の利点は計算機処理が自在になるということである。これをより具体的に説明する。

まず、構造化文書は単一のソースから多様な出力を得ることが出来るため、例えば仕様書の類であれば構造化により、(1)HTML形式に変換してWebブラウザに対しオンラインで供給することで配布コストを下げかつ常に最新版を提供することが出来る、(2)eXtensible Stylesheet Language Formatting Object(XSL-FO)に変換して組版用の出力を得ることもできる、(3)全文検索システム管理下に配置して任意の属性、キーワードによる閲覧を可能とする、などが可能となり、これらはすべてソースを改変することなく実現することができる。版下の作成に現在投じている手間を文書構造化に投入すれば、多彩な応用が可能となり、また、構造化に掛かるコストは版下作成のそれと変わらないと予想され、資源効率も大変良くなると思われる(図5参照)。

さらに、書式をもとにした文書管理が実現できる。たとえば、意味的なまとまりで範囲を限定した上で、(4)部分の強調表示やユーザの権限に応じた閲覧の許可/不許可、(5)同じく特定部分を編集対象あるいは禁止とする、(6)記述の変遷を履歴情報として文書中に残し必要に応じて参照可能にする、などが可能となる。



図5 単一ソースから多様な出力を得る<sup>5</sup>

### 4) 構造化文書の実用例・応用例

前節のとおり、構造化により得られる恩恵は数多いが、すでに応用例もいくつか報告されている。ここでは代表的な事例を数例紹介する。

#### 法令・条例のシステム

総務省のホームページ や東京都のホームページ では、条文間の参照関係をトラバースできるように、初歩的ではあるが構造化が施されているとみなせる機能を有している。これらはHTMLで記述されているが、HTMLという規格そのものもXMLによる再定義(XHTML)へと移行しつつあり、法令・条例システムでもより多

様な使い方を可能とする構造化へと発展していく可能性は高い。

### 医療用XML (Medical Markup Language, MML)

MML は異なる医療機関 (異なる電子カルテシステム) の間で、診療データを正しく変換するために設計された規格である。建築分野でも異なる CAD システム間でデータを共有するために中間ファイル形式を用いることがあるが、MML も同様の考えにもとづいている。各電子カルテシステムは MML の読み書き用のサブシステムを増設するだけで、他の電子カルテシステムとデータのやり取りが可能となり、医療機関間で医療情報を共有することが可能となる。また、XML 文書は興味のある任意の部分を自動処理するのに適しているため、診療履歴情報データベースへの蓄積に生かすなどのより進んだ応用も考えられている。

### 公共建築工事の電子納品

電子納品は、国土交通省直轄の業務および一部の業務を対象に平成 13 年度から開始されているが、今後は地方公共団体や民間発注の工事への普及が見込まれている。ごく簡単に言えば、電子納品とは調査、設計、工事などの各業務段階での最終成果を電子データで納品することであり、この要領・基準は国土交通省のホームページで公開されている。

## 5) ワークフローモデルと基準類等における相互参照関係の解析支援システム

前節までの要素技術をトータルシステムとしてくみ上げると、図 6 に示すシステムを構築することができる。このシステムでは、ワークフローモデルと基準類等の構成情報が、RDB により一元的に管理される点が特色である。これにより、相互の参照関係をインタラクティブに確認することができ、OJT 的な用途から業務モデルの系としての整合性確認まで、幅広い用途が期待できるシステムとなっている。このシステムを用いれば、ワークフローモデル表示から URI をたどって基準類等の該当部分呼び出した結果を示すことも可能となる。

### 業務モデルと関連基準類との相互参照を可能としたシステムの活用 - サッシ設計プロセスの事例から -

#### 1) サッシ設計プロセスを対象としたシステムの事例

ここで開口部・サッシ設計を対象として、建築生産におけるワークフローについて、過去 2 年間の研究において蓄積したモデル化技術および構造化文書に関する知見の適用を試みた事例について報

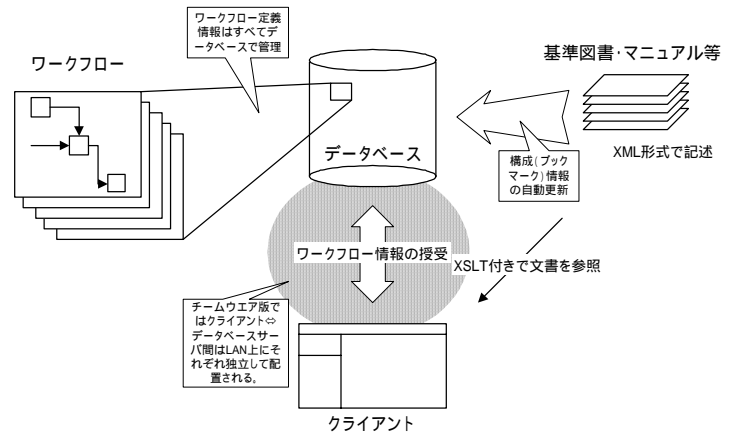


図6 ワークフローモデルと基準類等における相互参照関係解析支援システムの構成

告する。

これまでの研究により、IDEF0 によるワークフローモデルの分析結果を用いて、アローが指示する基準類等の記述内容を手早く確認できれば効率的であることが分かっている。このためワークフローモデルと基準類等の両者を電子化し、これらを相互に関連付ける手段について、開口部・サッシ設計を対象として、ワークフローモデルのパターンを抽象化すること、ならびに電算システムとしての実装について検討した。

## 2) サッシ設計の業務モデルの作成

### モデル化の方法

サッシ設計に関わる主な生産関係者は、建築設計者、総合工事業者、専門工事業者、材料供給業者などである。具体的に扱われる主な部品には、サッシ、ガラス、シーリング材、グレイジングガスケットなどがあるが、サッシメーカーはサッシを供給する材料供給業者であると同時に施工も行う専門工事業者である。一方で、グレイジングガスケットなどは材料供給業者によって供給されるのみとなっている。

サッシ設計は、建築設計者が設計図書や仕様書に設計内容を記述していく設計段階から、専門工事業者による現場でのサッシ取付けといった施工段階まで、複数の生産関係者によって比較的長期に渡って実施される設計プロセスとなっている。しかしながら、これらの関係者は、互いの仕事を完全に理解しているという訳ではなく、実際には自分の担当する設計プロセスのみを理解しているというのが現状である。

このような状況のため、サッシ設計のプロセス全体を一つの視点



で記述するには適当な視点が不在であった。また、業務モデルの記述のために、プロセス全体を把握している特別な視点を想定して記述を進めたとしても、関与者が多いこともあり複雑なモデルになることが予想された。

そこで、サッシ設計を複数の業務段階に分解して捉えることとし、それぞれの段階で中心的な役割を發揮している生産関与者をモデルの視点として、複数の業務モデルを作成することでサッシ設計の全体像を把握することとした。

### モデルの視点と対象業務

サッシ設計の業務モデルを作成するにあたって、モデルの視点を、サッシ設計の意志決定に特に関わる者、すなわち建築設計者、専門工事業者(サッシメーカー)の2者に限定して業務モデルを作成することにした。

サッシ設計のプロセスについては、サッシ・カーテンウォールの注文品の設計経験が豊富なサッシメーカーの技術者に対してヒアリングを行い、その結果をもとに IDEF0 形式で業務モデルの記述を行った。なお、サッシには大きく分けて標準品と注文品があり、さらにサッシの開閉方式によってもそれぞれ設計プロセスは大きく異なってくる。ここでの業務モデルの記述においては、注文品と標準品の場合のそれぞれについて、引き違い窓を事例として検討を進めることとした。

### 作成した業務モデルの概要

ここでは建築設計者が各種性能値・等級、必要寸法を全て決定し、サッシを発注するという、理想的な場合を想定している。実際の注文品の設計業務では、各種性能値や必要寸法等が未定のまま作業が進んだり、それが原因で建築設計者への確認、建築設計者による各種条件・寸法の再検討など様々な手戻りが発生する場合が多く、これら全てをモデルに表現する事は難しい。従ってここではサッシ設計の全体像を把握することを主眼と考え、最も理想的な状態をモデル化することとした。

今回作成した業務モデルの一覧を表1下記に示す。前述の様に、サッシ設計を複数の業務段階に分解して捉えることとし、それぞれの段階で中心的な役割を發揮している生産関与者をモデルの視点として、複数の業務モデルを作成した。表中「**\***」は、その生産関与者がその段階で主要な役割を發揮していることを示している。「**\***」はサッシ設計の特に中心的な業務を行っている段階であり、今回 IDEF0 形式で記述をしたものを示している。「**-**」はその段階で主要な役割ではない事を示している。

なお、本項では省略するが、4)項においてモデルの活用事例説明と併せて、建築設計者による基本設計段階の業務モデルの例を示す。

表1 対象とした注文品サッシ設計の業務モデル

	基本設計段階	発注・契約段階	実施設計段階	生産段階	施工段階
建築設計者		-		-	-
総合工事業者	-			-	
専門工事業者			*		

## 3) 関連基準類等文書の構造化

### 関連基準類等文書リスト

サッシ設計の業務モデルにおいて「コントロール」として記述されていた関連基準類等文書及び、サッシに関連する基準類等文書(国土交通省告示、JIS、業界団体で定めた設計指針など多数)を抽出し、それらが何を定めるものであるのかという視点で整理した。その結果、これらの基準類等文書には以下の5つのタイプがあることがわかった。

1. 強制力のあるもの (例:法規)
2. 強制力はないが、多くの場合使用されるもの (例:業界自主基準)
3. 契約によっては使用されるもの (例:公共建築工事標準仕様書、次世代省エネルギー基準)
4. 性能・寸法等の決定の際、参考となるもの (例:各種性能の目安、強制力のない法規(騒音基準))
5. その他 (JISA 4706 サッシ(2000)5.性能(性能項目・等級・等級との対応値(等級の区分と表記方法を示したもの。)) JIS の各種試験方法(性能を検証するためのもの。一般的な注文品の設計では行われない。))

ここでは、上記の関連基準類等文書のなかから代表的なものについて、構造化の試行を行った。

### 構造化文書化の有効性の評価

IDEF0 によって記述されたワークフローに従って業務を行う場合、構造化文書化の利点としては以下の点が挙げられる

1. 基準類等文書の構造化によって、そのアクティビティに必要な部分だけを参照することが可能であり、設計作業の効率化を図ることができる。
2. 関与者はそのアクティビティ基準類等文書を漏れ落ちなく参照ができるため、設計品質の確保に有効である。
3. 基準類等文書がオンライン供給されるシステムが構築されれば、常に最新版を参照できる。

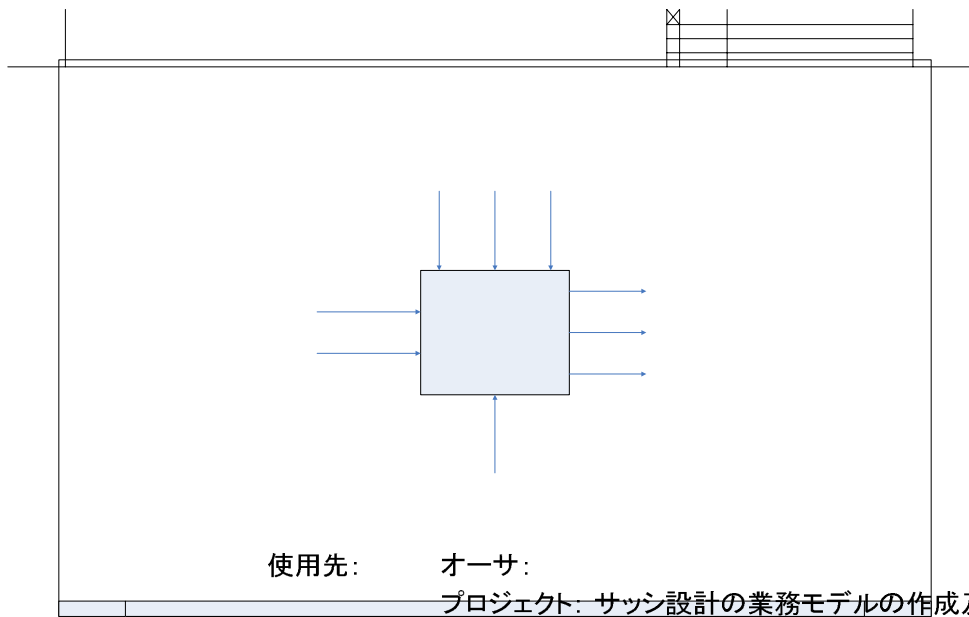


図7 建築設計者による基本設計段階の業務モデル  
「A0 標準品サッシを設計する」

3 9 10

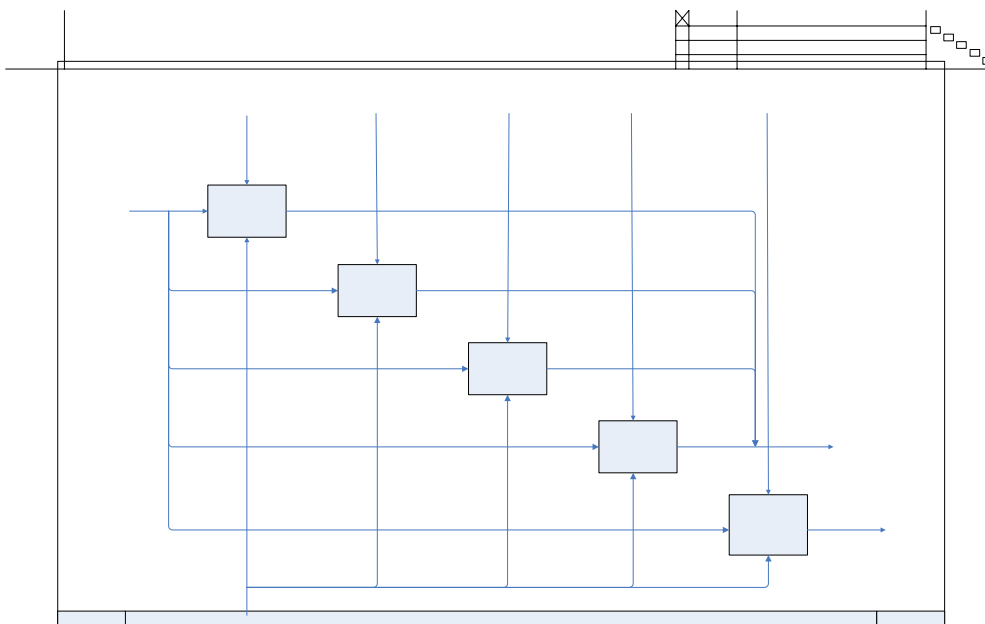


図8 建築設計者による基本設計段階の業務モデル  
「A23 その他の性能について検討する」 A231 - A235

の所在をより明確に表現することができれば、すなわちトラブルに対する対策を前章で説明した「相互参照システム」の中に組み込むことができれば、経験の浅い実務者の教育や事前のトラブル防止対策を講じることができ、有効である。

ここで、サンプルとして「[開口部]解体新書 脱クレーム!![窓設計]おさらいゼミナール/最終回 不具合に学ぶ応用知識」(建築知識、2003年12月号、エクスナレッジ)に掲載された典型的トラブル32例を取り上げ、関連基準類文書等の構造化に関する業務効果等について検討した。ここで取り上げた事例は、大きく(1)サッシのトラブル、(2)ガラスのトラブル、(3)シーリングのトラブル、(4)グレイジングガスケットに関するものに整理することができるが、ここではその一例として、サッシのトラブル事例について、2)項で作成した IDEF0 のモデルと併せて以下に紹介する。

### サッシのトラブル事例1

(図7参照 Activity; A0)

(1)取付け後に防火設備対応製品でないことが分かった

原因:延焼のおそれのある部分の判断ミス及び、網入りガラスを入れれば全て防火設備対応となると勘違いしていた。

### 居室に対する要求

IDEF0上:「建築設計者による基本設計段階の業務モデル」中、「A0 標準品サッシを設計する」のインプット「居室に対する要求」の判断が間違っていた事による。

(2)非常用出入口に替わる窓の寸法が確保できなかった  
原因:非常用出入口を設けなければならない箇所がFIX窓となっており、後から可動サッシに変更しようとしても、必要寸法が確保できなかった。

各

4. 構造化文書化の応用として、各種性能値の計算プログラムとの連携も考えられる。

特に1、2は経験の浅い設計者にとって有効な手段となり得る。

#### 4) IDEF0 から見たサッシ周りの典型的トラブル例の原因

ワークフロー分析の活用事例として、サッシ回りで生じる典型的なトラブル事例を業務モデルと対応させることで、その原因・責任

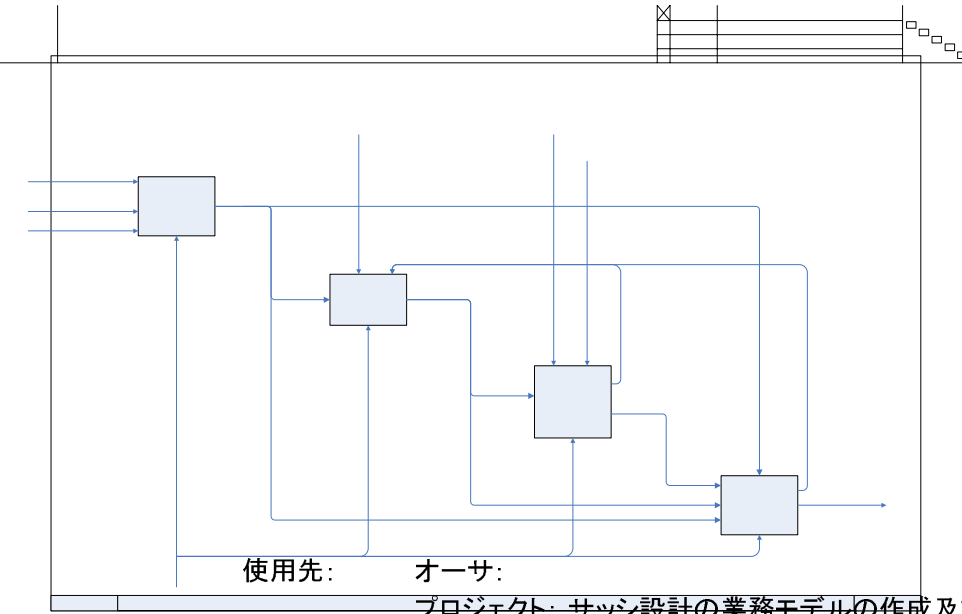


図9 建築設計者による基本設計段階の業務モデル  
「A3 開閉方式を決定する」A 2 1 5 A 3 4 8 9 10

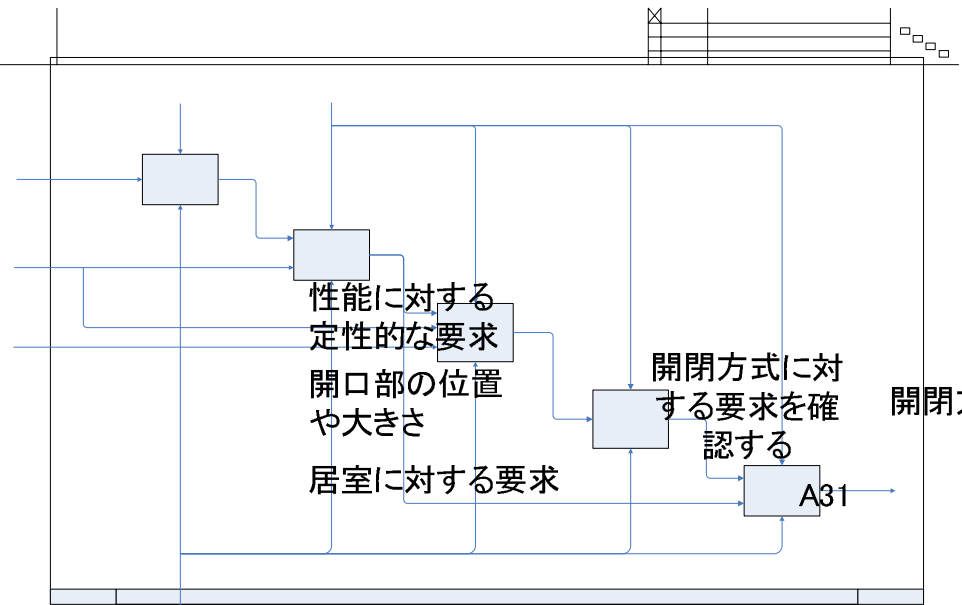


図10 建築設計者による基本設計段階の業務モデル  
「A4 サッシの仕様を決定する」A 4 2 1 - A 4 2 5

IDEFO上:「建築設計者による基本設計段階の業務モデル」中、「A0 標準品サッシを設計する」のインプット「居室に対する要求」の判断が間違っていた事による。

(3) 梁・床などのたわみによりたて部材が湾曲した  
原因: 梁のクリープ現象。

IDEFO上:「建築設計者による基本設計段階の業務モデル」中、「A0

標準品サッシを設計する」のインプット「居室に対する要求」の判断が間違っていた事による。

(4) 有効排煙面積が足りなくなった  
原因: 排煙面積の算定で、有効開口寸法ではなく、サッシの幅・高さの寸法を用いていたため。

IDEFO上:「建築設計者による基本設計段階の業務モデル」中、「A0 標準品サッシを設計する」のインプット「居室に対する要求」のうち、「開口部の大きさ」の検討が間違っていた事による。

**サッシのトラブル事例2**  
プロジェクト: サッシ設計の業務モデルの作成及び関連基準類文書等の構造化に関する業務 (図8 Activity; A 2 3)

(5) 騒音が大きくうるさい

原因: 外部騒音レベルを測定せずに、設計を行った。

IDEFO上:「建築設計者による基本設計段階の業務モデル」中、「A2312 外部騒音を測定する」のインプット「標準品の開閉方式」ことによる。

(6) アルミサッシが腐蝕した

原因: 室内温水プールで、サッシに水が溜まりサッシの一部が強アルカリ

環境を考慮し、水が溜まることを防止する必要がある。

IDEFO上:「建築設計者による基本設計段階の業務モデル」中、「A233 水密性について検討する」のインプット「開口部の性能に対する要求」の検討が間違っていた事による(プールという環境を考慮し、水が溜まることを防止する必要がある)。また、「A32 開閉方式を決定する」の判断が間違っていたことによる(適切な表面処理を選択すべき)。

(7) 防火設備としての制限サイズを超えた

原因: 防火設備が必要な開口部に、防火設備とはならないサッシを使った(このサッシは基本的には防火設備の適合品であったが、ある一定以上の大きさでは、防火設備とはならない仕様であり、その確認を怠った)。

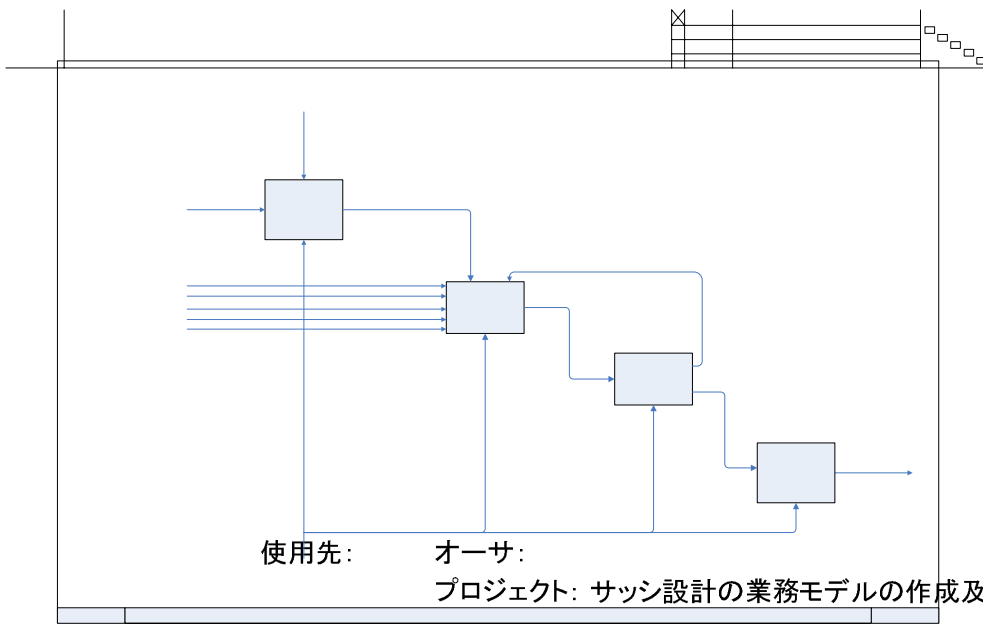


図 1.1 建築設計者による基本設計段階の業務モデル  
「A5 収まりを設計する」A5.1 - A5.4 9 10

われなかった事による。  
(11)窓が結露し壁や床を濡らした  
原因：居住者が高い湿度になるよ  
うな室内環境設定としていた。  
IDEF0 上：防露性を設定するた  
めの判断基準がないことが最も大  
きな問題であると言える。敢えて言  
えば、「建築設計者による基本設計  
段階の業務モデル」中、「A0 標準  
品サッシを設計する」のインプ  
ット「居室に対する要求」の判断が  
間違っていた事による。もしくは、  
「A424 商品のデザインや取付け金  
物を確認する」で、結露受けの確  
認が行われなかった事による。

### サッシのトラブル事例5 (図

#### カタログ

### 11 Activity; A5)

(12) 枠廻りから漏水し、室内を汚した

原因：壁体内の水切板とサッシ枠のメタルタッチ部分の止水に不備があった。

IDEF0 上：「建築設計者による基本設計段階の業務モデル」中、「A52 枠まわりの納まりを検討する」、「A53 枠まわりの納まりを確認する」において、正しく検討・確認が行われなかったことによる。

躯体別の納まり参考図を  
確認する  
(標準詳細)

原因：標準品（枠見込 70mm）のサッシに、厚い、典型的な原因としては、施工上の原因によるものも少なくないが、多くの場合が検討不足や、検討のミスによるものである。また、今回 IDEF0

で表現したレベルより細かいレベルで行われるべき検討事項にかかわるようなトラブルも見られた。

トラブル事例の分析は、IDEF0 の表現の妥当性を検討する上で、有効な手段と言える。しかし、どこまで細かいレベルを表現するかは、業務モデルの表記の目的にもよるため、それに応じた表現を行うことが必要である。

### 5) IDEF0 形式による記述の利点、活用方法等

IDEF0 形式によって記述することで生じる利点と、その活用方法を考察した。結果を以下に示す。

IDEF0 上：「建築設計者による基本設計段階の業務モデル」中、「A235 その他の性能について検討する」のうち、防火設備のチェックを怠っていた事による。

### サッシのトラブル事例3 (図9 Activity; A3)

(8) 窓の開閉の際に障害物があたる

原因：検討不足

IDEF0 上：「建築設計者による基本設計段階の業務モデル」中、「A23 標準品サッシ (商品名) 可動部の移動空間が確保されているか確認する」の確認が行われなかった事による。

### サッシのトラブル事例4 (図10 Activity; A4.2)

(9) サッシ溝幅・掛かり代・エッジクリアランスなどがガラスや複層ガラスを入れようとした(枠見込 100mm であれば、ガラス溝にも余裕があり、問題はなかった)。

IDEF0 上：「建築設計者による基本設計段階の業務モデル」中、「A42 開口部の位置や大きさ、性能に対する定性的な要求 開閉方式、使用材料の仕様、躯体や仕上材など、枠まわりの情報」の検討に不備があった事による。

(10) 特殊金具の未指示により製作期間が延長した

原因：外部からの解錠装置が必要な開口部であったにもかかわらず、解錠装置の設定がないサッシ生を選んでしまった。

IDEF0 上：「建築設計者による基本設計段階の業務モデル」中、「A424 商品のデザインや取付け金物を確認する」で、解錠装置の確認が行

- (1)一品生産と言われる設計行為でも、対象を限定し条件を整理することで、設計プロセスをある程度一般化する事が可能であり、その結果、統一した視点から設計行為全般を捉えることができる。
- (2)IDEF0 形式で表現する事によって生じる基本的利点としては、各アクティビティで参考にすべき情報が「コントロール」として表記されているので、作業時に何を参考にすればよいかのわかりやすくなる。さらに、実際の業務の中でははっきりと認識されていなかったアクティビティの優位性が整理される。また、他の生産関与者がその時点で何をしているのか、今まで見えにくかった点が見えてくる。
- (3)必要不可欠なアクティビティを把握できるため、業務形態を変更する場合の検討資料として、活用することが出来ると思われる。
- (4)異なる主体間でやりとりする情報は、これまで明確化されていなかった部分があった。IDEF0 で表現する事で、アウトプットとして、「どこまで細かい情報を入れればよいか」、「だれが意志決定するのか」等が明らかになる。そのため、作業の手戻りや、責任範囲を超えて、相手の作業を肩代わりするような問題がより明確になるため、それらの解決に役立つ可能性がある（今回は主要な情報のみについて記したが、更に細かく検討することも必要であろう）。また、今回は理想的な作業の流れを想定したが、実際の作業順序を IDEF0 で詳細に表現し、上記の点を検討することで、より効率的なワークフローを作ること可能となると思われる。
- (5)インプット情報、変換プロセス、アウトプットが機械的に決まっているアクティビティを、コンピュータのプログラム等によって自動化することが可能である。
- (6)IDEF0 では、アクティビティを実行する条件（実行するタイミング）や、所要時間等が表現されないが、実際の業務に要した時間を調査し、各ボックスにアクティビティの所要時間、矢印に伝達の所要時間を記入することで、どの部分で作業が滞っているか、どのアクティビティが必要以上に時間が掛かっているかが分かり、業務効率の改善等に活用する事が可能である。
- (7)トラブル、クレームの発生原因が、業務モデルのどこで発生しているかを分析することによって、責任所在が明らかになる。また、原因となるアクティビティで注意すべき事項が分かるため、設計者への注意を促すことが可能となる。
- (8)今回は比較的重要度の高いコントロールを取り扱ったが、サッシ設計では色見本等の見本類や、過去の建築作品のディテール

図面等、様々な資料を参考にしている。これらの参考資料もこのシステムに組み込むことで、実際の業務での資料参照ツールとして用いることが可能となる。

## 6) サッシ設計プロセスを対象とした事例検討からの課題

注文品サッシの設計プロセスは、設計対象であるサッシが異なる設計条件下で行われる一品生産の開発行為であるため、その設計プロセスが必ずしも一様に定まっていなかった。特に各部の仕様を検討、決定していく設計行為は、設計で何を重視するかによってアクティビティの優位性が大きく変わり、IDEF0 形式の記述が困難であった。今回は、建築設計者が必要な意思決定を行い、サッシメーカーに必要な情報を全て提供するという理想的な状況で、かつ設計内容も一般的な引き違い形式を想定してモデルの記述を行っているが、この点で様々な状況が起こり得る実際の業務との不整合が指摘されるかもしれない。今後は、実際の業務で起こり得る様々な設計条件や設計対象に対応したモデルの記述も必要と思われる。但し、設計プロセスを一般化して表記するという点では今回の手法は有効であったといえる。

また、今回はサッシ設計の業務モデルの記述にあたって、アクティビティやデータの抽出を経験豊富なサッシ設計者からのヒアリング調査によって実施したが、アクティビティが暗黙知化している今回の業務モデルの記述から洩れてしまったアクティビティがあることも予想される。より精度の高いモデルを作成するにあたっては、経験値の異なるサッシ設計者や営業・見積担当といった機能の異なる関与者への調査も必要と思われる。

さらに、特殊な条件や、通常とは異なる仕事の進め方でやる場合は、このモデルから外れてしまう。あくまで標準的なプロセスしか表現できないという問題がある。ある程度汎用性のあるワークフローの表現方法についても検討する必要がある。

## おわりに

ワークフロー分析・計画技術を適用することによる効用として、大きく以下のような項目をあげることができる。

1. 業務内容を明確に表現できる
2. ネットワークシステム化による自動化・視覚化の向上
3. コントロールと基準類等の協調

1. に示すように業務内容をモデル化し、明示化することにより、OJT（技術の継承）に活用できるほか、これまで実施してきた業務の目的や根拠が明らかになること、ならびに役割分担（担当と責任）

が明確化されるというメリットがある。また、業務の中に重複しているものなどを発見することが易くなるため、現状業務の改善に役立つことが挙げられる。さらに、一貫性のあるモデル表現がなされるため、によるスタッフ間の意識統一もはかれるという効果が期待される。

2. としては、リファレンスモデルからの各業務の定義、業務の運用、監視、記録を自動化するためのシステム検討が可能になる。このほかにも、業務の進捗・履歴情報の視覚化が図れ、トレースも可能となることが挙げられる。

3. のコントロールと基準類等の協調については、業務をモデル化し、併せて各種文書の構造化を行い、相互参照可能なシステムを活用することによって、アクティビティと基準類間の参照関係の双方向的な確認（正引き・逆引きとも可能）ができるようになる。さらにこのシステムにより、基準類等の個々の記述に絡むワークフロー（アクティビティ）の確認なども出来るようになる。また、基準類等の影響範囲を把握した上での円滑で、間違いのない改訂作業の支援も容易にできるようになるため、多くの人が活用する技術書の改訂などには有効である。

このほか、多様な発注・調達形態に応じたリファレンスを準備し、それを下敷きとしたマネジメントの企画立案や、モデルに属人的なノウハウを持たせる仕組みを考えることで、これまでなかなか伝達が困難であった慣習的管理手法、属人的ノウハウの明示化も出来るようになると考えられる。

ワークフロー分析・計画技術による効用はこのようにいろいろなことが列挙されるが、それらを実効のあるものとするためには、電子化、ネットワークの利用というのがその前提条件としてある。本研究課題においては、ワークフロー（アクティビティ）とそれらが参照する基準と書類との相互参照システムを実際に開発したが、活用方法としてあげたもの全てが開発された訳ではなく、それらについては、デモとして示すにとどまっている。

現在、成果の活用イメージを効果的に表現できるように、報告書等と併せてデモシステムの作成を進めている。その一例を、以下に示す。

デモ1) IDEF0 により表現された業務モデルを参照する

デモ2) 業務モデルに関連づけられた基準類図書を参照する

デモ3) 基準類図書の履歴管理

デモ4) 基準類図書の特定箇所を参照するワークフロー

(アクティビティ) 一覧の取得

デモ5) ワークフロー全アクティビティが参照する基準類図書類

一覧(書名・章・節)の取得

デモ6) トラブル事例を IDEF0 モデル上のマップする(OJT 用ツールの例)

本研究課題は間もなく終了する。先に紹介したデモシステムとして提示したものが、将来、実際のシステムとして開発され、建築プロジェクトの各段階での検討に有効活用されるよう、いろいろな観点から建築生産に関する検討を進めて行きたいと考えている。

## 参考文献

- 1 Workflow Handbook “The WfMC Glossary – Feb 99”
- 2 「建築生産におけるワークフロー分析・計画技術の研究開発」平成 15 年度報告書 独立行政法人建築研究所
- 3 「建築生産におけるワークフロー分析・計画技術の研究開発」平成 14 年度報告書 独立行政法人建築研究所
- 4 平沢岳人、「設計図書管理システムのためのキーワード抽出の自動化に関するノート」、日本建築学会技術報告集第 17 号 489-492、2003 年 6 月
- 5 アンテナハウス(株)公開資料より抜粋
- 6 「サッシ設計の業務モデルの作成及び関連基準類文書等の構造化に関する業務 成果報告書」平成 16 年 社 建築研究振興協会