

設計プロセスの可視化と共有を実現するソフトウェアの研究

(体系的RDCモデルを利用した設計プロセスの動的な記録)

中沢俊彦*

1. はじめに

第111回研究発表会にて「設計品質の工程での作り込みを可能にする設計プロセス可視化ソフトウェアの研究（体系的RDCモデルを利用した設計プロセスの動的な記録と共有）」と題して発表を行った。発表の時点でソフトウェアの実装が進んでいる旨の報告を行ったが、この度、基本機能の実装が完了したので、利用可能となったソフトウェアについて、その基礎となっている考え方と共に改めて解説したい。

2. 設計プロセス可視化ソフトウェアを実現にあたっての課題と解決策

設計プロセスを記述する方法は、広く普及している品質機能展開（QFD）をはじめとして、デザイン・ストラクチャー・マトリックス（DSM）、IDEFなど様々な方法が提案されてきた。これらの方法はそれぞれの視点で設計プロセスを構成する諸要素とそれらの依存関係を捉え図表に記録する。いずれの方法も設計作業の中で認識または生成される情報を、その作業より一步離れた視点から観察し設計情報の論理性や整合性を再整理するという手段を取る。筆者は予てより、設計品質の向上のためには設計成果物に対する品質チェックに加えて、設計プロセス自体にも品質管理機能を植え込む必要があると主張しているが、設計プロセスに品質管理機能を植え込むためには設計者によ

り明示的・非明示的に生成される設計情報を設計作業の流れの中で動的に記録し可視化する手段の獲得がその前提になると考えている。そのためには設計作業中に設計作業自体を阻害することなく設計プロセスを記録することのできるソフトウェアが必要と考えられるが、反復を伴う意思決定の連続である設計プロセスを設計作業の進行と並行して加筆や修正、差し替えに手間のかかる書式や保存手段を用いて記録することには大きな困難が伴う。そこで、筆者は設計プロセスの流れの中で生成される情報を、文脈を意識せずにひとまず発生順に記録してしまうという方法を考えた。また時系列に記録しながらも、設計プロセス内で生成される設計情報が本質的に持つ論理的な関連に着目して設計の論理展開の流れをバックグラウンドで半自動的に記録する仕組みを構築した。

3. 設計情報の種類とその論理的な関連

設計プロセスは設計者の頭の中で行われる推論の積み重ねであるが、推論には多くの事実の類似点から目の前の対象の事象を確率論的に予測する帰納法と物理式などの絶対的な前提を根拠として事象の予測を行う演繹法が知られている。設計作業ではアナロジーやアブダクションという帰納法から派生した推論方法も用いられていると言われるが、これらは限定的な知識を元にして発生する事象を類推や仮定する方法であり、設計などの発見的な過程を含むプロセスには不可欠であると考えられている。これらの推論を駆使ながら定義されていく設計情報には推論の結果として多くの不確かさが含まれることになるが、それら不確

A study of software for visualizing and sharing of design process

*NAKAZAWA Toshihiko

かさを低減する目的で設計プロセスには数多くの検証過程が盛り込まれる。設計プロセスを記録し可視化するためにはこれらの推論過程と検証過程およびそれらによってなされた設計上の意思決定内容の文書化が求められる。

筆者は設計プロセスの記録方法として推論過程の記録と共に検証過程の記録にも重きを置く体系的RDCモデル[1][2]を提案している。この方法は、設計プロセスを構想設計フェーズと詳細設計フェーズに大別し、各フェーズで要求定義作業と設計定義作業、およびそれぞれの作業に対する検証作業とそれらの作業によって作成される設計情報を記述する設計プロセス分析手法である（図1）。

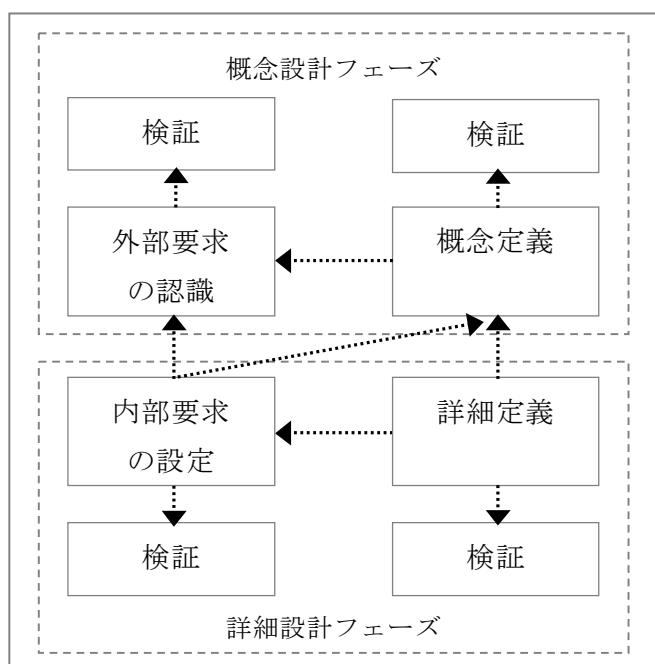


図1：体系的RDCモデルの設計情報種別
(矢印は設計情報間の依存の方向を示す)

以下に具体的な例を用いて体系的RDCモデルの視点によって捉えた設計プロセスをより生成される設計情報とその関連について簡単に説明する。

ここでは、ある建築設計事務所が顧客より「寒冷地で外部動力源を用いなくとも冬場に凍結しない住宅」の設計を依頼されたものとする。設計事務所の設計者がまず行わなければならない設計作業は顧客の依頼内容から設計上の要求事項を仮定することである。例えば、家のサイズや間取り、予算、建設場所、消費動力の希望値などを上述の

推論方法を駆使して仮定しなくてはならない。また、顧客からの依頼内容から直接推論できない要求事項も、設計者の知識と経験から推論する必要がある。推論されるこれらの要求事項は設計作業へ外部からの入力される要求であることから体系的RDCモデルでは「外部要求」と称する。

仮定した家のサイズや間取り、予算といった外部要求には不確かさが含まれている。そこで、設計者は顧客の家族構成や住宅の使い方など様々な側面からのインタビューを行い、仮定した外部要求の精度を高めるための「検証」を行う。同時に、建設場所のサーベイを行い、環境や規制など顧客が認識していない外部要求を把握することも重要な過程である（図2）。

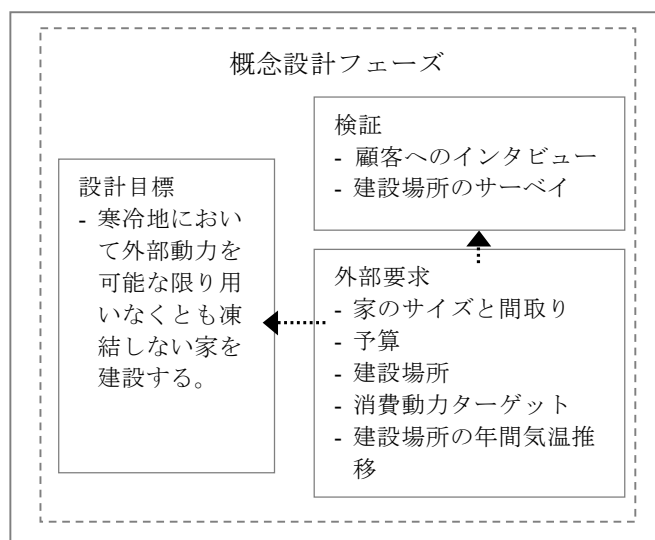


図2：外部要求とその検証

外部要求が明らかになると、それらを条件として依頼内容を具現化する概念である「概念定義」が推論される。ここでも設計者の知識に応じ前述の推論過程である帰納法やアナロジー、アブダクションが用いられ不確かさを伴う複数の概念が発想され比較されるはずである。比較に当たっては、例えば家の熱収支の計算や建設コストの算定など発想された概念が外部要求を満たしているか演繹的な手法による検証が行われ設計解としての妥当性の検討がなされる（図3）。

妥当な設計解であると考えられる概念にはより詳細な設計検討が実施される。例えば、概念の検証の結果、地熱活用住宅がより優位

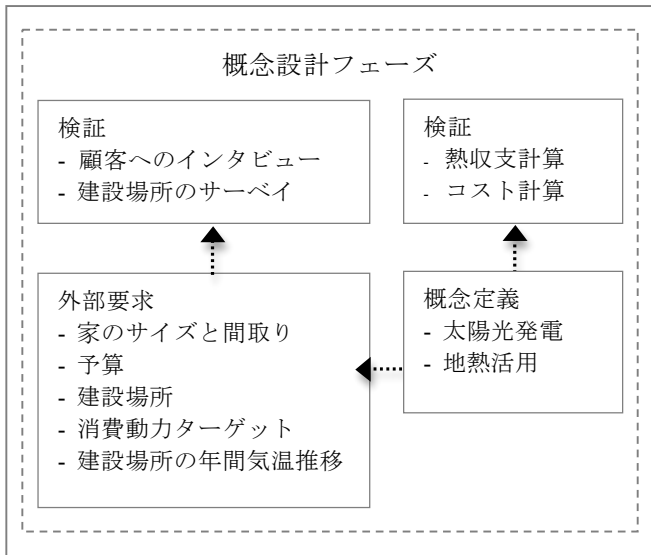


図3：概念定義とその検証

な設計解であると判断されたとしよう。ここで、地熱活用住宅とは住宅に地下室を設け、地下室内の空気と地熱を効率的に熱交換させ、その空気を家の空間全体にファンで循環させるコンセプトであるものとする（図4）。

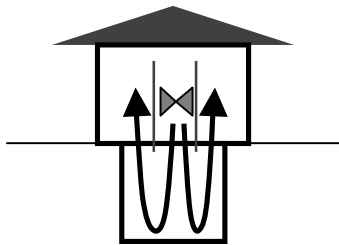


図4：地熱活用住宅コンセプト

このコンセプトが設計解として成立するかどうかは、この家の熱収支を計算する図5のような伝熱モデルを作り、冬季において室内の温度が氷点下にならないことを検証すれば良いであろう。

このモデルにおいて、外気温度、地中温度、晴天率などは外部要求の一つである建設場所の特性情報である。一方、例えば、地下室と地中間の熱交換効率をいくつにするかといった選択は設計上の要求の決定作業ではあるものの設計者自身がある幅をもって決めることのできる設計上の目標値の選択である。このような設計者が決めることのできる要求は、外部から与えられる外部要求とは区別して、「内部要求」と呼ぶ。同様のことから上階と外気間の熱抵抗や太陽輻射熱の取り込み量、

上下階の対流熱交換量も内部要求である。内部要求として定められる数値的な目標特性は、多くの場合、何らかの演繹的な検証作業の結果として得られる。

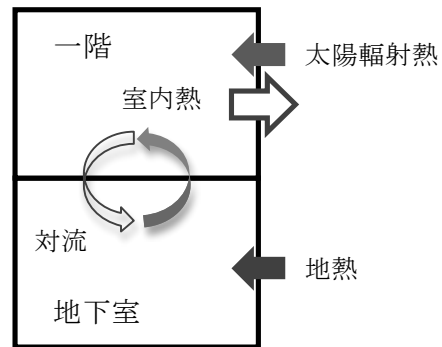


図5：コンセプトの検証モデル

内部要求が定まると、その目標特性を実現するような構造やそれに含まれるパラメータの検討が行われる。これらの設計情報を「詳細定義」と呼ぶ。図6に詳細定義を含む体系的RDCモデルの全ての要素とそれらの依存関係を示す。

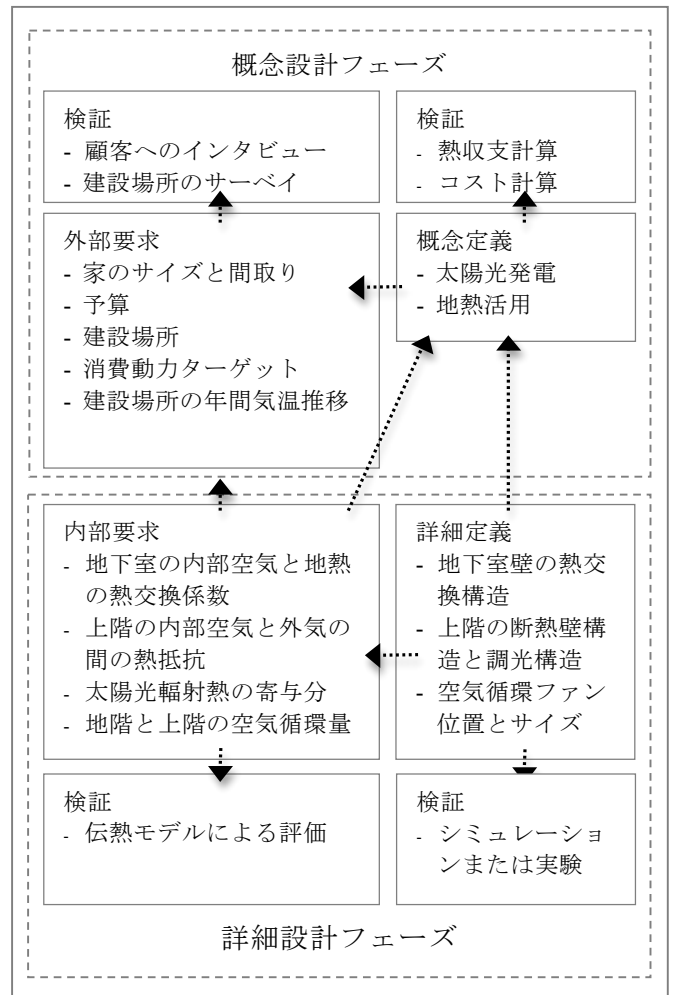


図6：体系的RDCモデルによる分類

4. ソフトウェアへの実装

実際の設計プロセスでは必ずしも外部要求→概念定義→内部要求→詳細定義という理想的な過程に沿って意思決定が進むとは限らない。例えば、過去の設計事例を参考に設計が進められる場合、過去の設計事例の踏襲する形でコンセプトやパラメータが仮決定され、新たな外部要求や内部要求への適合性を検証することによりそれらの見直しが行われる。最終的には体系的RDCモデルの各ブロックに格納可能な設計情報の集合が作成されるが、情報の発生順を予め予測することはできない。

そのような発生の順序が事前に定められない情報の記録には一つの画面に情報を時系列に記録できるタイムライン形式のインターフェースの利用が有効である。そこで、本稿で提案する設計プロセス記録ソフトウェアでは創発的に生成される設計情報を体系的RDCモデルの分類に沿ってタグ付けしながら時系列に記録する方法を採用した。但し、設計プロセスはコンセプトを導く概念設計フェーズとパラメータを導く詳細設計フェーズに大別できることから、2種類のタイムラインを用意してそれぞれのフェーズで発生する情報を記録することにした。図7は概念設計タイムラインであり、ここには図3で述べた外部要求と概念定義およびそれぞれの検証情報を時系列に記録することができる。外部要求と概念定義間の参照関係は概念定義の記録の際にどの外部要求を考慮して概念定義を作成したかをチェックする方法により設計の流れの中で記録することができる。

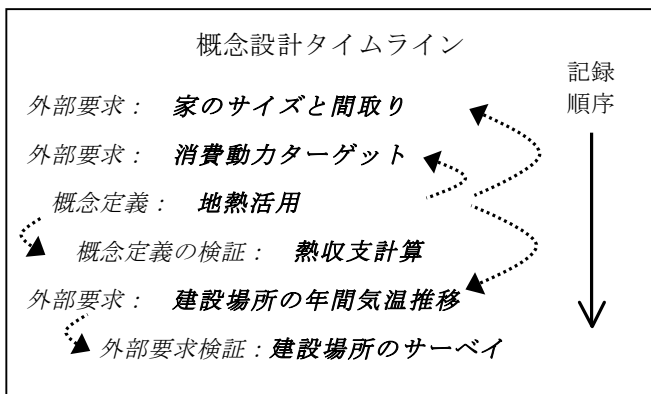


図7： 概念設計記録画面

図8は詳細設計タイムラインであり、ここには

内部要求と詳細設計およびそれらの検証情報を記録し、参照関係を記録することができる。

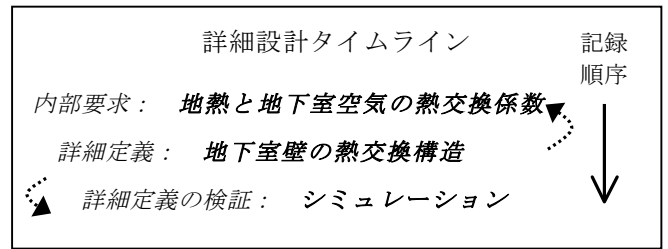


図8： 詳細設計記録画面

パラメータなどの詳細定義はコンセプトが決まった後に初めて決めることができることから明らかなように、詳細設計タイムラインに記録される詳細定義は概念設計タイムラインに記録される概念定義に依存する情報である。この既存関係は詳細設計タイムラインを概念定義から生成させる方法の採用により自動的に記録される(図9)。

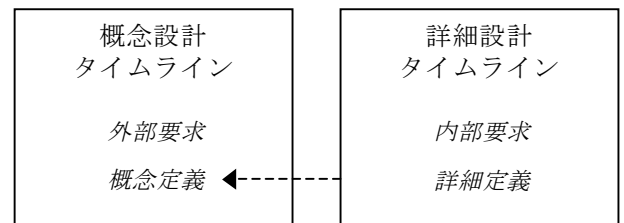


図9： 詳細設計の概念定義への依存

5. 結び

本稿で述べたソフトウェアの基本機能の実装が完了し、有効性の評価を行う段階へ至った。今後、評価が進むに従って様々な課題が表出することが考えられるが、それらの課題を地道に改善し、また必要な機能の追加を続けることによって本ソフトウェアを設計品質管理のための有効な手段へと育てて行きたい。

6. 参考文献

- [1] 中沢 俊彦・増田 宏 (2011)『設計品質管理のための設計プロセス計画と検証及び要求開発のための一手法に関する研究』, Journal of the Japanese Society for Quality Control 41(2), pp. 81-93
- [2] 中沢 俊彦・増田 宏 (2008)『設計プロセスの確からしさの可視化に関する研究』, Design Symposium 2008