

設計上の推論や検証過程を動的に記録するソフトウェアに関する研究

モデリングテクノロジー 中沢俊彦*

1. はじめに

完成した図面や CAD データなどの設計情報は設計作業を通じて行われた数多くの推論や検証の結果得られた意思決定内容がまとめられたものであるが、それらの推論や検証過程の記録は多くの場合、適切に管理されずに月日とともに失われることが多い。これは、推論や検証の過程が様々な書式によって記録されており一元的に管理しにくいという側面もあるが、推論や検証が設計者の言語化されていない思考過程の中でのみ行われるという場合も多く、これらの理由から、完成した設計情報を観察して実施された推論や検証の確からしさを再評価することは難しい。

設計作業を通じて行われた推論や検証過程を記録することができれば、それらの確からしさを設計者自身や第三者が再評価することが可能になるが、設計を進めながら設計過程を記録することは設計者に余計な時間的負担を負わせるだけでなく、設計者の設計に関わる思考そのものの妨げになる可能性もあり、そのような性質の記録作業が設計現場で受け入れられる可能性は低い。

設計過程の記録作業を設計作業そのものと一体化させることができれば、設計作業を阻害することなく設計過程の記録を行うことができる。この仕組みは設計現場に受け入れられる設計過程の動的な記録手段となり、設計者はこれまでにない様々な利益を得ることができる可能性が高い。

本研究では設計者が設計過程内で様々な推論や検証を行う際の記憶補助装置として機能しつつ、それらの記録を体系化された設計過程に沿って整え、保存するソフトウェアの研究と実装状況について報告する。

2. 設計過程の分類

設計過程は直感的な過程である構想設計過程と、論理的な過程である詳細設計過程によって構成されていることが知られている [1]。これらの過程をさらに細分化し、以下の4つの意思決定過程とそれぞれに付随する検証仮定に分類して記述する方法が体系的 RDC モデル [2] である (図1)。

- 設計目標を達成するために満たさなければならない要求事項 (外部要求) の把握
- 要求事項を考慮した解決方法の構想
- 解決方法の特性目標値 (内部要求) の設定
- 特性目標値を実現する設計パラメータの決定
- a), b), c), d) の各過程における懸案事項の検証

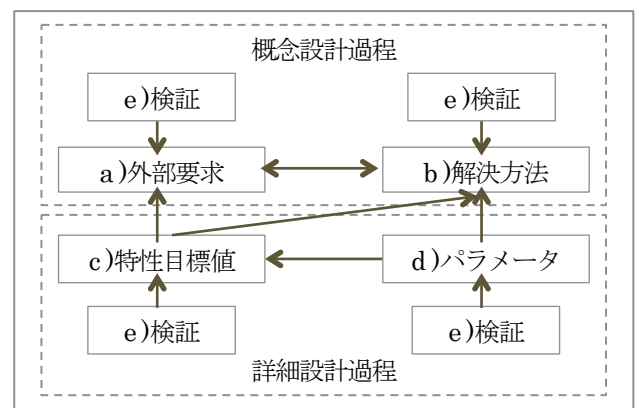


図1 : 体系的 RDC モデルの設計情報種別 (矢印は設計情報間の参照の方向を示す)

Software that dynamically records design reasoning and verification processes

*NAKAZAWA Toshihiko (Modeling Technologies)

ここでは便宜的に a) から e) までの符号を与えたが、実際の設計過程は a) から d) の順を追って進行するわけではなく、ある事物を設計したいという設計目標から直接的に事物のパラメータ d) が決定されることもある。このような場合でも、b) や c) の過程が存在しないということではなく、過去の経験や知識に基づいた b) や c) に対する設計者の暗黙的な想定のもとで d) の意思決定が行われる。この暗黙的な想定が確かな根拠に裏打ちされて為される場合は良いが、限られた時間やリソースの中でしばしば根拠が不十分な希望的な想定に頼らざるを得ない局面が発生していると考えられる。このような意思決定の飛躍の過程では、考慮すべき条件の抜け漏れや、不確かな設計解の選択などのエラーが忍び込む隙が生まれるが、a) から d) の4つの過程を明示的に記録し、相互の関連性を明らかにすることは、設計が十分な合理性を保っているかを設計者に絶えず問いかけると共に、第三者へ評価の機会を与え、設計品質の向上に寄与するものと考えられる。

3. ソフトウェアが備えるべき機能と特性

複雑な設計過程を動的に記録するためには、必要な機能を正しく実装したソフトウェアが不可欠である。ソフトウェアの本質的な必要機能としては、ソフトウェアの目的から同然のことではあるが、設計過程を抜け漏れなく記録できなければならない。また、記録する以上、記録した設計過程を再利用できなければならないであろう。これらの機能に加えて、設計という知的作業が記録作業によって阻害されないユーザーインターフェース (UI) をどのように実現するかはたいへん難しい課題である。その為には、ソフトウェアの操作を極力単純化し、箸を持つように無意識に利用できる UI を実現することが求められる。さらに、ソフトウェアが設計現場に受け入れられ、普及していくためには、利用することに対するインセンティブを設計者へ提供することも必要不可欠であり、特に、使いながら即時に利用価値を実感できることが重要である。

4. 具体策の提案

4.1 箸を持つように無意識に利用できる

入力した内容は利用者の入力情報以外の情報表示を

色を薄くするなどして目立たないように工夫したタイムラインと呼ばれる掲示板形式の表示画面に議論の活性度順に表示される。このタイムラインの上部には常に入力用のセルが開いた状態になっており、入力のためにボタンを押すなどの動作を行うことなく、思い付いた内容を即座に自由書式で書き込めるようにした (図2)。この工夫により気が付いたことを机の上に置いてあるメモ用紙に書き留める感覚で記録を行うことができるようになり、失われやすい設計上のひらめきを最小の手間で記録しておくことができる。



図2： 入力セルとタイムライン上の表示

タイムラインは体系的 RDC モデルの設計情報種別に応じて用意され、図1に示した a) と b) の内容を入力するコンセプトタイムライン、c) と d) の内容を入力するデザインタイムラインがあり、また、それぞれの検証内容を入力するテストタイムラインが用意されている。b) と d) の情報には改暦を記録するためのオプションタイムラインが付属しており、頻繁に改訂される設計情報の暫定的な内容を本流の過程とは別に記録できるようになっている (図3)。

設計者は作業中の内容に応じたタイムラインを傍に開いておくことで、ソフトウェアをいちいち起動するなどの煩わしさを踏むことなく、机の上のメモ帳のご

とくいつでも入力や入力した内容の確認を行うことができる。設計上の重要な気付きは、しばしば業務時間以外に現れることがあり（筆者の場合は就寝前や明け方が多い）、そのような場合にすぐにメモを取らないと忘れてしまう。本ソフトウェアは携帯端末からも入力ができるようになっており、思いついたら即時の記録を実現している。

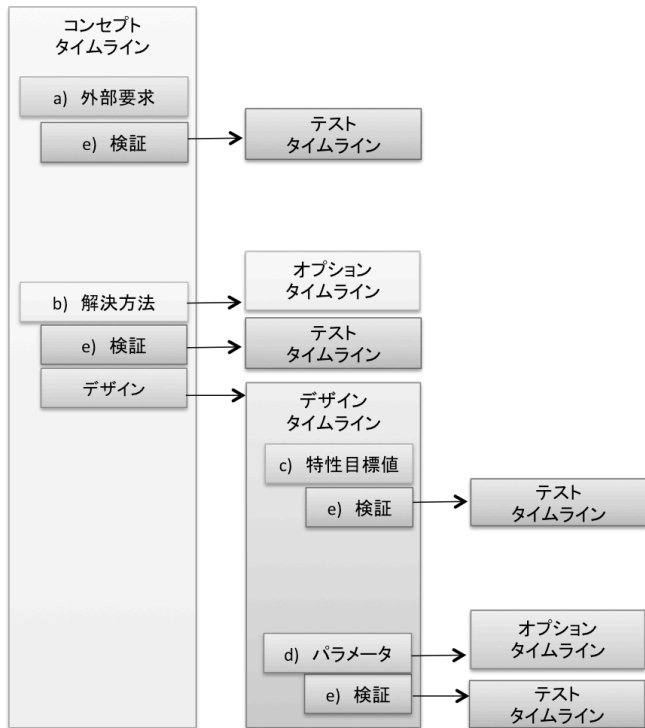


図3：タイムライン構造

4.2 抜け漏れなく設計過程を記録する

入力用セルへの入力時には入力内容に体系的な設計過程に沿った a) から e) までの属性を与えるが (図4)、ここで属性を特に指定しなければ一時的なメモの属性を付与されて保存される。記述そのものの見直しや属性は後で変更することができる。まず気楽にアイデアをメモで残して、後でメモの内容を再検討し属性を付与する (必要に応じて内容も編集する) という2段階の入力方法を取ることでより繊細な気付きを逃さず記録することができる。また、要求を明らかにしてから構想を決めるといった理想的な文脈に沿った記録を強制するのではなく、思いついたことから入力することができるようにした。例えば、構想を先に思い付いたのであれば、まず構想を入力し、その後明らかにした要求を入力し、先に入力している構想と関連付け

ることができるようにした。

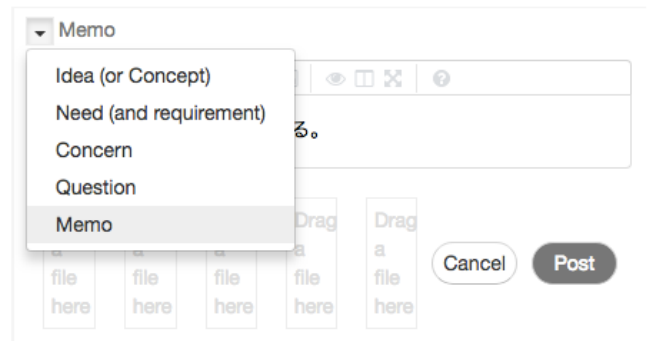


図4：入力内容の属性の変更

4.3 使うと同時に利用価値を実感できる

利用価値を即座に実感できるという特性は設計過程の記録者である設計者に記録することに対するインセンティブとして非常に重要である。設計者はメモ機能を使うことにより自分自身の記憶を補佐する外部記録装置としてソフトウェアを活用することができる。入力はテキスト情報だけではなくファイルも添付できるので、重要な検討記録を自分のPCとサーバーで二重に保存しておくことができるという安心感も得ることができる。また入力内容に応じた属性を付与すると、アイデアと要求事項、性能目標値と設計パラメータ間の関連付けを簡単に行うことができるようになり (図5)、設計根拠が明らかになるとともに、要求のないアイデア、性能目標値のないパラメータなどの存在を可視化でき、設計を洗練させていく様子を実感できる。

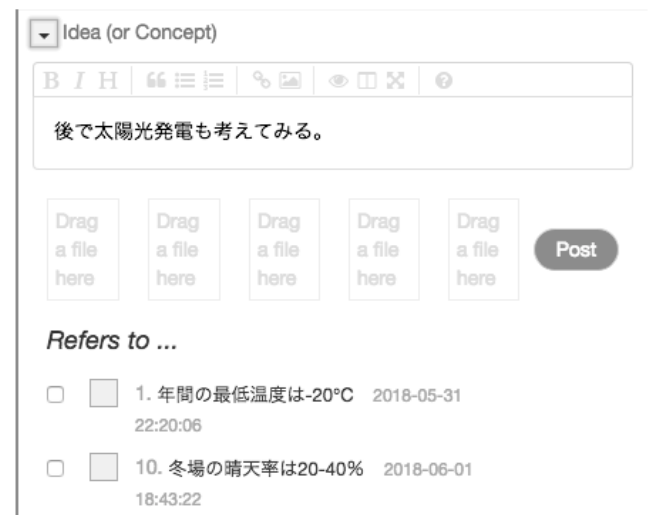


図5：アイデア入力時の要求との関連付け

記録作業は設計者の思考の流れに沿っているので、

非言語的な思考を言語化するという負担感はあるものの設計作業そのものの妨げにはならない。むしろ非言語的な思考を言語化することは設計者の熟考を促し有益である。記録した設計過程は他者と共有することができ、協調設計に活用することも、ピアレビューなどの支援を動的に受けることもできるようになる。

4.4 記録した設計過程の再利用ができる。

多くの設計プロジェクトで設計過程の記録が行われると、データベースに記録された過去の設計上の意思決定内容は類似設計プロジェクトの参考情報として取り出すことができるようになる。過去のプロジェクトにおいて十分練りこまれた設計過程は、新規の類似プロジェクトにおける類似作業の道標となることで設計品質向上に大きく寄与することが期待できる。蓄積された外部要求事項や懸案事項は類似性の大きい新規の設計プロジェクトにおいて再利用することができる。このような設計知識の蓄積と再利用はデータベースを介して行われるため、設計者同士のインタラクティブなコミュニケーションを必要とせず、例えば、引退した設計者と現役の設計者間の知識の伝承など、時間と空間を超えた知識の継承を可能にする。

4.5 設計者の懸案を発生時点で記録しておく

設計上の意思決定には検討や検証不足に起因する不確かさが付きまとう。設計者は不確か性の高い決定を行う際に、行った意思決定内容に対して懸念を持つことも多いが、全ての懸念を発生時点で解消できるわけではなく、設計過程が進むにつれて懸念付の決定であることの記憶が薄れてしまう場合がある。ささいな懸念であっても発生時点で記録しておけば、将来の検証の為に留保することができる (図6)。



図6： 懸案の記録

記録された懸念事項にはテストタイムラインが生成され、懸念の検証過程はテストタイムラインにデータ付きで記録することができる。また、検証の最終結果と共に、合否判定をビジュアルに表現できるようにした (図7)。

2. 建設場所の気温データを検証 2018-05-31

22:20:52

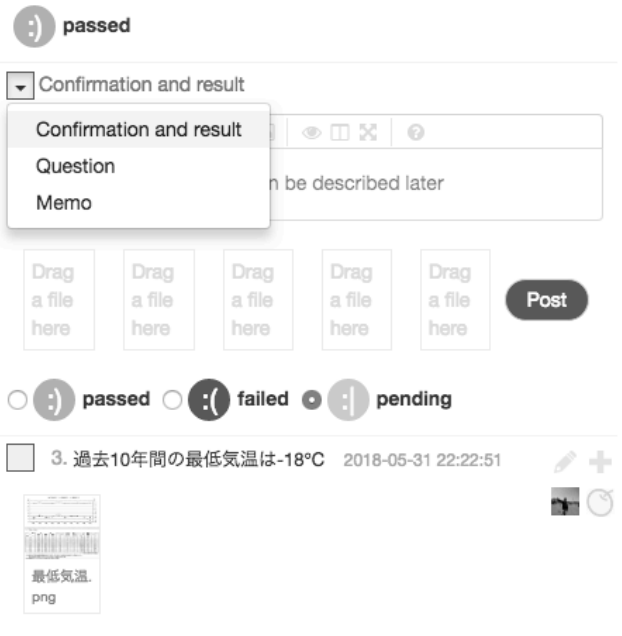


図7： テストタイムライン

5. 今後

本ソフトウェアも開発から3年が経過し、複数の協力者の方々の支援や励ましを受けながら、ようやく実利用に耐える機能と品質を備えることができた。今後は利用者のフィードバックを受けながらさらに改善を重ね、真に有用な設計品質革新ツールへと育てていきたい。

6. 参考文献

- [1] Pahl, G., Beitz, W. (1977) 『Engineering Design a systematic approach』, Springer-Verlag
- [2] 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