

## 製品のシナリオを考慮した協調型概念設計支援\*

2A-04

蔵川圭

田中洋\*\*

中小路久美代†

奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科††

(株)SRA-KTL‡, 科学技術振興事業団 PRESTO‡‡  
奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科††

### 1. はじめに

質と量の双方において多種多様な既存製品が存在する状況において付加価値のより高い機能を提供するためには、特に設計の初期の段階から質の高い広範な議論をする必要がある。設計の初期の段階における概念的な決定事項は後期の設計に制約を与え、後期の段階における概念的な決定事項の変更は他の多くの決定事項の変更と多大なコストの浪費をもたらすからである。製品設計における概念設計段階の重要性は以前にもまして高い。

概念設計においてしばしば問題となることは、設計者の記憶の限界から既に行った議論の繰り返しや、議論の錯綜、決定事項同士の論理的矛盾などが引き起こされることである。限られた時間の中で質の高い広範な議論を行うためには、これらの問題に対処しなければならない。

問題に対処する一つの方法は、設計者が取り扱うすべての情報すなわち設計情報を対象に計算機を用いて外在化、構造化、視覚化を行うことである。デザインラショナルは先行研究分野として位置づけることができ、代表例として Conklin らの IBIS[1]と MacLean らの QOC[2]をあげることができる。

一般的な概念設計プロセスを論じる場合、要求や機能の詳細化に力点が置かれることが多い。しかし一方で、概念設計におけるシナリオの重要性[3,4]も見逃すことはできない。製品のシナリオは製品の使い方や製品挙動、ユーザインタラクションなどを示し、たとえば要求や機能、製品形状を表す実体を確定するための制約条件として働く。IBIS や QOC によって要求や機能の詳細化を表現することは可能であるが、シナリオの決定という観点から設計情報の

構造化を行うことは容易でない。

そこで、本論文は製品のシナリオを考慮し、計算機を用いて設計情報の外在化、構造化、視覚化を行う概念設計支援を目的とする。

目的を達成するために、まず、シナリオを考慮した設計情報の構造と設計プロセスのモデルを構築し、その上で設計情報の外在化、構造化、抽出、視覚化を行う設計方法論を提案する。さらに、方法論をガイドするシステムを構築し協調設計における方法論の有効性を検討する。

### 2. 製品のシナリオを考慮した概念設計を表す CDS モデル

我々は既に、設計情報の構造と設計プロセスを対象とし、製品のシナリオを考慮した CDS (Conceptual Design guided by Scenarios)モデルを構築し、確からしさを検証した[5]。CDS モデルは、認知的設計問題解決プロセスを基本的な設計解を創出するプロセスとし、シナリオを考慮した設計情報構造と設計プロセスを構成する。

#### 2.1. 認知的設計問題解決プロセスと設計情報構造

認知的設計問題解決プロセスでは、まず、設計の目的が与えられる。設計の目的に対して、以下の 4 つのプロセスを経る。

1. 問題の定義
2. 設計解の創出
3. 設計解の評価
4. 設計解の決定

問題の定義の段階において、設計者は与えられた設計の目的に関する製品の取り巻く状況や問題の前提などについて議論を行う。設計解の創出の段階において、設計目的を問題として問題に対する解を創出する。設計解の評価の段階において、創出した設計解が設計の目的を満足するものであるか評価する。最後に、設計解の決定において、創出した設計解を採用すべきか決定する。以上のプロセスは不十分で

\*A study on design support for collaborative conceptual design guided by product scenarios

\*\*Kei Kurakawa, Hiroshi Tanaka

†Kumiyo Nakakoji

††Graduate School of Information Science, NAIST

‡SRA-KTL Inc.

‡‡PRESTO, JST Corp.

あれば戻って繰り返される。

設計は認知的設計問題解決プロセスが連鎖することによって進展する。一つのプロセスを経ることによって一つの設計解が創出、決定され、決定された設計解は別のプロセスの問題として設定される。プロセスが連鎖するごとに、設計解は詳細化される。

設計情報は図1に示すように認知的設計問題解決プロセスを経て創出されるすべての情報を含み、以下の4つに分類される。

- 背景情報
- 設計解
- 評価結果
- メタ設計

背景情報は、問題の定義の段階において創出される情報であり、製品の周辺状況や問題の前提、関連情報など問題の背景となる情報である。設計解は、設計解の創出の段階において創出される情報であり、設計目的を満足する解である。評価結果は、設計解の評価と決定の段階において創出される情報であり、設計解の評価に関する情報である。メタ設計は、認知的設計問題解決プロセスの制御に関する情報である。

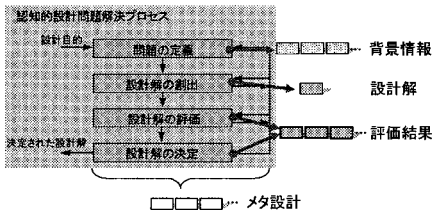


図1 認知的設計問題解決プロセスと設計情報

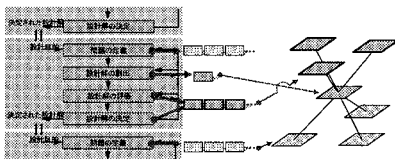


図2 設計情報構造

認知的設計問題解決プロセスによって一つの設計解が創出されるため、図2に示すように一つの設計解を中心とした設計解の構造を定義することができる。連続する認知的設計問題解決プロセスによって創出される4つの設計情報のうち、設計解と評価結果および次のプロセスの背景情報によって、設計解

を中心に背景情報と評価結果が関連付けられる構造である。

## 2.2. シナリオ

シナリオは、製品に対する操作・処理、製品周辺の状況・行為の時間的推移を伴う記述と定義する。シナリオに含まれる要素は、

- 行為主体
- 状況
- 行為

である。

行為主体とは、人に限定されず製品や一般的な物を指し行為を起こす源である。状況は行為主体の周辺を取り巻く設定である。行為は、行為主体によって引き起こされる挙動や動き、変化である。

シナリオの要素を含むことが可能な設計情報は背景情報と設計解である。したがって、シナリオは、シナリオの要素を含む背景情報と設計解によって記述される。

設計解をシナリオの要素の有無で分類し、シナリオの要素を含む設計解をシナリオ設計解、シナリオの要素を含まない設計解を対象設計解と定義する。対象設計解は、要求や機能、実体を表現し、シナリオ設計解は製品挙動、環境状況、ユーザインタラクションなどを表現する。

## 2.3. シナリオを考慮した設計プロセス

設計解が認知的設計問題解決プロセスの連鎖によって詳細化されるということは、対象設計解とシナリオ設計解が詳細化されることを意味する。対象設計解とシナリオ設計解は同時に進展し、互いに設計解創出の制約として働く。

対象設計解の詳細化に着目した設計プロセスは2段階からなる。要求分析・機能展開フェーズと実体化フェーズである。設計プロセスのモデルを図3に示す。

要求分析・機能展開フェーズでは、設計の目的が与えられてから製品の要求分析や機能分解、機能展開が行われる。設計解の詳細化は、要求と機能の視点からトップダウンに展開することによって行われる。また、詳細化されたすべての設計解は優先順位付けされ、最終的に製品化すべき要求や機能が決定

される。

実体化フェーズでは、要求分析・機能展開フェーズにおいて製品化するべきであると決定された要求や機能に基づいて実体化される。実体化では、機能を実現する具体的な実体形状がボトムアップに徐々に確定され、適宜改良が行われる。

要求分析・機能展開フェーズと実体化フェーズは適宜繰り返され、設計解の質が高められる。

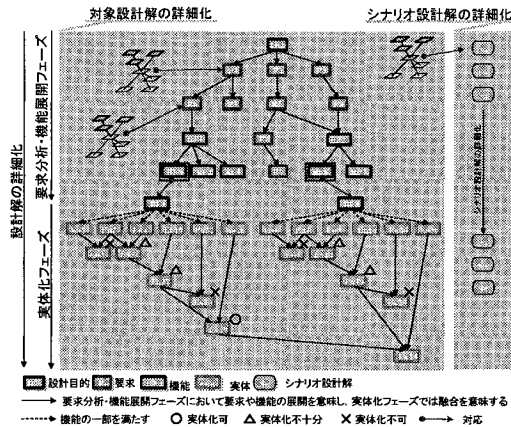


図 3 シナリオを考慮した設計プロセス

### 3. CDS モデルに基づき設計情報の外在化、構造化、抽出、視覚化を行う設計方法論

#### 3.1. 設計方法論の目的と構成要素

本方法論の目的は、設計者の記憶の限界から既に行った議論を繰り返しや、議論の錯綜、決定事項同士の論理的矛盾などが引き起こされる状況を改善し、設計の効率性を高めることである。設計の効率性を高めるために、方法論は以下の 3 つの要素で構成される。

- 設計情報の外在化と視覚化
- 設計情報の構造化
- 必要情報の抽出

設計情報の外在化と視覚化によって、設計内容を記憶にとどめ、議論の錯綜や繰り返しを防ぐ。設計情報の構造化は設計内容の理解を促す。また、膨大な設計情報の中からある特定の視点から必要な設計情報を抽出することによって、ある視点から設計情報を整理することを可能とする。

#### 3.2. 設計方法論の手順

方法論を実施する手順は上記 3 つの構成要素を

み CDS モデルに基づく。方法論の手順を図 4 に示す。

以下の 3 つのステップを要求分析・機能展開フェーズと実体化フェーズにおいて適宜行う

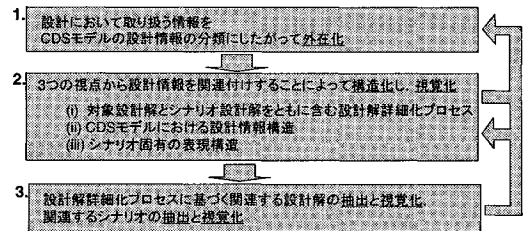


図 4 CDS モデルに基づく設計方法論の手順

#### 3.3. 設計情報の構造化表現

設計方法論の手順における 3 つの視点から行う設計情報の構造化はそれぞれ図 5, 図 6 左, 図 6 右の表現形式による。

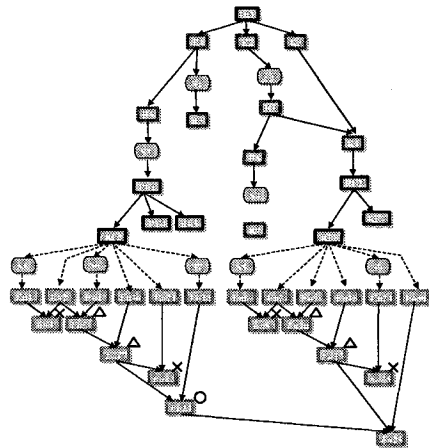


図 5 設計解の詳細化を示す表現

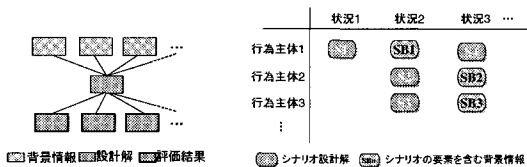


図 6 設計情報構造の表現 (左) とシナリオの表現 (右)

図 5 は対象設計解とシナリオ設計解をあわせた設計解の詳細化プロセスを示す。詳細化プロセスは、論理的に下位の設計解が上位の設計解の詳細な実現手段となる構造をもつ。図 6 左は設計情報構造を示し、中心に設計解、上段に関連する背景情報、下段に関連する評価結果を配置する構造である。 図 6

右はシナリオの表現構造を示しており、縦軸に主体、横軸に状況を取り、縦軸の要素と横軸の要素が交わる位置に行為が含まれる記述を配置する構造である。具体的にはシナリオ設計解とシナリオの要素を含む背景情報が配置される。

設計者は上記3つの表現を用いて設計情報の構造化を行う。構造化された設計情報を用いて、注目すべき設計情報のみを抽出し視覚化することができる。例えば、詳細化プロセスの構造と設計情報構造によって表現された設計情報に対して、ある特定の設計解を対象としたすべての上位設計解を抽出し、さらにシナリオ設計解および関連するシナリオの要素を持つ背景情報を抽出し、シナリオとして可視化する。可視化されたシナリオは選択した特定設計解の前提条件として確認することができる。

#### 4. システムを用いた方法論の有効性検討

##### 4.1. 方法論をガイドする CD-Scenery システム

設計方法論に基づく概念設計支援システム CD-Scenery の構築を行った[6]。システムは Java によって実装されている。画面例を図7に示す。

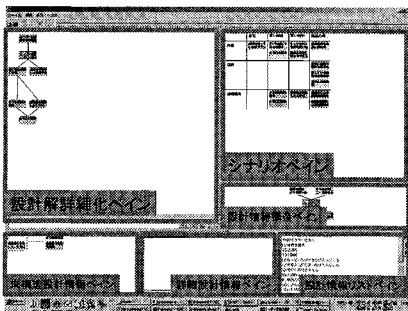


図7 CD-Scenery システムの画面例

##### 4.2. ケーススタディによる考察

方法論の有効性を検証するために、システムを用いてグループによる設計を行った。一つのグループは2名で構成され、メンバーとして大学院生5名と大学スタッフ1名を割り振った3グループである。設計課題はメンバーが馴染みのある2例とし、1課題につき30分の設計を1週間の間隔をあけて2度行った。

設計実験を観察することによって本システムが有効性を発揮した点をいくつかあげることができる。

一つは、設計者が設計終了後に設計ドキュメントを作成する際に最終設計解の機能的説明や必要性などの設計理由を容易に把握することができた点である。設計解の詳細化プロセスを示す構造化表現によって論理的に最終設計解が創出された設計解の変遷をたどることが可能であるためと考えることができる。もう一つは、設計対象にまつわる将来起こりうるであろう市場の状況をシナリオによって表現し、シナリオを確認しながらいくつかの機能を設定していくことができた点である。これはシステムがシナリオを独立して表現しており、シナリオを意識した設計解の構築、確認が可能であったためと考えることができる。また、三つ目としてグループを構成する設計者全員が相互にこれまでの設計結果と現在の議題を確認しながら設計を進めることができた点を挙げることができる。したがって、協調関係の維持に有効であることがわかる。

#### 5. 結論

複数の設計者が協調して製品シナリオを考慮した概念設計を効率的に進めることを目的とし、シナリオを考慮した概念設計を示す CDS モデルに基づく設計方法論を提案し、方法論をガイドするシステムの構築およびケーススタディによる考察を行った。ケーススタディによって方法論が設計理由の理解、製品シナリオの作成、グループによる協調作業に有効であること考察した。今後の展望として、詳細な方法論の有効性の実証および考察を行う予定である。

#### 6. 参考文献

1. E. J. Conklin and KC Burgess-Yakemovic, "A process-oriented approach to design rationale," Design Rationale: Concepts, Techniques, and Use, pp.393-427, 1996.
2. MacLean, R. M. Young, V. M. E. Bellotti, and T. P. Moran, "Questions, options and criteria: Elements of design space analysis," Design Rationale: Concepts, Techniques, and Use, pp.53-105, 1996
3. J. M. Carroll, "Five reasons for scenario-based design", Interacting with Computers, Elsevier, Vol. 13, pp.43-60, 2000
4. S. Bodker, "Scenarios in user-centered design - setting the stage for reflection and action", Interacting with Computers, Elsevier, Vol. 13, pp. 61-75, 2000
5. K. Kurakawa, "A conceptual design information structure and its formation process based on protocol analysis of the design meeting", ASME DETC/CIE Conference , DETC2001/CIE-21226 (CD-ROM), 2001
6. 田中洋, 蔵川圭, 中小路久美代, "シナリオを考慮した概念設計支援システムの構築", 情報処理学会第42回GN研究会