グループウェアと
ネットワークサービス 42－9
(2002. 1. 24)

シナリオを考慮した概念設計支援システムの構築

田中洋* 蔵川圭* 中小路久美代*†‡
e-mail:{hirosi-t, kurakawa, kumiyo}@is.aist-nara.ac.jp

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

概念設計において設計者が直面する問題の一つは，設計者が取り扱うべき情報が複雑多岐にわたることにより，設計内容の把握が困難となることである．本研究は，設計者による設計内容の把握を容易にすることを目的とする．目的を達成するため，シナリオを考慮した概念設計のモデルであるCDSモデルを用い，設計情報の外在化，構造化を行う設計方法論の提案を行う．また，提案した方法論に基づく設計を行う為のシステム CD-Scenery を構築し，実際にシステムを利用した設計を行うことによって，方法論の有効性を検証する．

CD-Scenery: A System that Supports Conceptual Design guided by Scenarios

Hiroshi Tanaka* Kei Kurakawa* Kumiyo Nakakoji*†‡

* Graduate School of Information Science, Nara Institute of Science and Technology
† SRA Key Technology Laboratory Inc.
‡ PRESTO, Japan Science and Technology Corporation

One of the issues that designers face during a conceptual design phase is to get hold of a variety of complex information, which emerges during the design task. This paper presents our approach to support designers in understanding such information including design rationale during and after the conceptual design process. We suggest the CDS (Conceptual Design guided by Scenario) model, and present a design method to help designers externalize and structure design information based on the model. We have developed the CD-Scenery system based on the method, and conducted a user study to validate the underlying method.

1. はじめに

概念設計においては，設計者は多様な情報（以後，設計情報と呼ぶ）を生成し，考慮して設計を行う．設計が進行すると，設計情報の数が膨大になり，また設計情報同士の関連も複雑に入り組むことになる．結果，設計者は必要な設計情報を忘却する，あるいは考慮から外してしまう．必要な設計情報を忘れてしまうと，同じ議論の繰り返しが起こり，設計の効率が悪化する．必要な設計情報が考慮されなければ最適な解が得られない．そのため，必要な設計情報の忘却を防止することや，考慮すべき設計情報を正しく把握することが，設計の効率や有効性を高める為に有効であるといえる．

設計情報の忘却を防ぐために，外在化して記録することが考えられる．しかし，ただ外在化しただけでは考慮すべき設計情報を把握するには不十分である．そこで，設計者が考慮すべき情報を正しく把握するための，外在化した設計情報の構造化が必要となる．

グループウェアと
ネットワークサービス　42－9
（２００２．１．２４）

シナリオを考慮した概念設計支援システムの構築

田中洋*　蔵川圭*　中小路久美代*†‡
e-mail:{hirosi-t, kurakawa, kumiyo}@is.aist-nara.ac.jp

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

概念設計において設計者が直面する問題の一つは，設計者が取り扱うべき情報が複雑多岐にわたることにより，設計内容の把握が困難となることである．本研究は，設計者による設計内容の把握を容易にすることを目的とする．目的を達成するため，シナリオを考慮した概念設計のモデルである CDS モデルを用い，設計情報の外在化，構造化を行う設計方法論の提案を行う．また，提案した方法論に基づく設計を行う為のシステム CD-Scenery を構築し，実際にシステムを利用した設計を行うことによって，方法論の有効性を検証する．

CD-Scenery: A System that Supports Conceptual Design guided by Scenarios

Hiroshi Tanaka*　Kei Kurakawa*　Kumiyo Nakakoji*†‡

* Graduate School of Information Science, Nara Institute of Science and Technology
† SRA Key Technology Laboratory Inc.
‡ PRESTO, Japan Science and Technology Corporation

One of the issues that designers face during a conceptual design phase is to get hold of a variety of complex information, which emerges during the design task. This paper presents our approach to support designers in understanding such information including design rationale during and after the conceptual design process. We suggest the CDS (Conceptual Design guided by Scenario) model, and present a design method to help designers externalize and structure design information based on the model. We have developed the CD-Scenery system based on the method, and conducted a user study to validate the underlying method.

1. はじめに

概念設計においては，設計者は多様な情報（以後，設計情報と呼ぶ）を生成し，考慮して設計を行う．設計が進行すると，設計情報の数が膨大になり，また設計情報同士の関連も複雑に入り組むことになる．結果，設計者は必要な設計情報を忘却する，あるいは考慮から外してしまう．必要な設計情報を忘れてしまうと，同じ議論の繰り返しが起こり，設計の効率が悪化する．必要な設計情報が考慮されなければ最適な解が得られない．そのため，必要な設計情報の忘却を防止することや，考慮すべき設計情報を正しく把握することが，設計の効率や有効性を高める為に有効であるといえる．

設計情報の忘却を防ぐために，外在化して記録することが考えられる．しかし，ただ外在化しただけでは考慮すべき設計情報を把握するには不十分である．そこで，設計者が考慮すべき情報を正しく把握するための，外在化した設計情報の構造化が必要となる．

概念設計における設計情報の外在化，構造化については，デザインラショナルの分野からIBIS[2]やQOC[1]といったいくつかのモデルが提案されている．これらは，設計における設計情報の論理構造に着目した設計情報の外在化，構造化を行っている．しかし，既存のモデルは設計プロセスにおいて生成される一部の設計情報についてのみモデル化を行っており，実際の設計における使用には不十分なものと言える．

それに対し，我々の提案しているCDS（Conceptual Design guided by Scenarios）モデル[3]は，設計プロセスにおいて生成されるすべての設計情報の外在化，構造化が行える．また，設計情報の論理構造に着目した構造化の他に，設計者が設計において頻繁に生成し，考慮を行っているシナリオに着目した設計情報の構造化を行う．以上2点の特徴から，CDSモデルを用いることで，既存のモデルを用いた設計情報の外在化，構造化に対し，設計者にとってより有用な設計情報の外在化，構造化が可能と考える．

そこで，本研究ではCDSモデルに基づく設計情報の外在化，構造化を行いながら設計を行うことにより，必要な設計情報の把握し，効率的，効果的に設計を進行する設計方法論を提案する．そして，方法論に基づく概念設計支援システムを構築し，ケーススタディを行う．

2. CDSモデル

2.1. 認知的設計問題解決プロセスと設計情報

CDSモデルでは設計問題が与えられた設計者の思考を認知的設計問題解決プロセスとしてモデル化している．認知的設計問題解決プロセスは問題の定義・設計解の創出・設計解の評価・設計解の決定という4つの行為の連鎖であり，設計における基本的な思考過程と定義される．プロセスの様子を図1に示す．設計情報は，これら行為のどの段階によって生成されるかによって内容が異なり，それぞれ背景情報，設計解，評価結果の3つに分類される．他に設計プロセスについて言及する設計情報が創出され，そのような設計情報はメタ設計と呼ばれる．

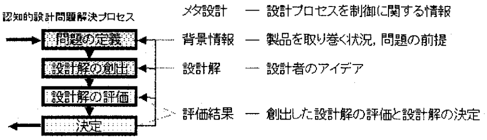

図1. 認知的設計問題解決プロセスと設計情報

2.2. 設計プロセスと設計情報

認知的設計問題解決プロセスによって生成された設計解は別の新たな認知的設計問題解決プロセスに与えられる問題として作用し，新たな設計解の創出が促される．従って設計は認知的設計問題解決プロセスの連鎖として進行する．

設計目的から最終的な製品にいたる設計プロセスは大きく二つの段階にわかれており，初期から中期においては，設計者は設計目的として与えられる設計解を元に，多様な設計解の創出を行っている．中期から後期においては，初期から中期までに生成された要求機能を表す設計解から実際に形にするための実体となる設計解を生成し，最終的な製品にまとめていく．モデルでは，初期から中期の段階をアナリシスフェーズ，中期から後期の段階をシンセシスフェーズと呼ぶ．

2.3. シナリオと設計情報

CDSモデルの大きな特徴として，シナリオを考慮している点が挙げられる．モデルにおいて，シナリオは行為主体，行為，状況と定義される．

シナリオは設計解や背景情報によって記述され，より詳細な設計解の創出時に考慮される．設計の進行時には対象製品の詳細化と同時に設計対象製品の周辺状況を示すシナリオの詳細化が平行して行われ，相互に影響し合って設計が行われる．

シナリオを意識して設計を進めていくことにより，効率的な設計の詳細化やトレードオフの正しい理解が促進される．

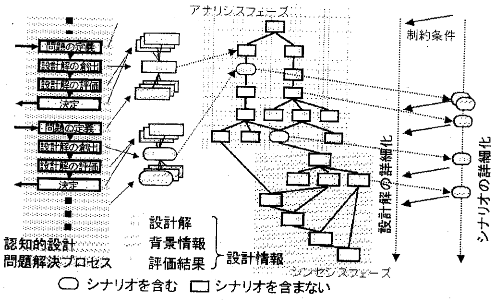

図2.　CDSモデル

3. CDSモデルに基づく設計方法論

3.1. 方法論の目的と方法

設計議論を遂行する際に，議論の内容が不明瞭になる，同一の議論を繰り返してしまうといった問題が発生する場合がある．また，内容が不明瞭になったまま議論を進行したために，相互矛盾する解を選択しまうという問題も発生している．一般に設計にかけることのできる時間は有限であり，問題により時間を消費することは，設計の効率的な進行を妨げているといえる．

指摘した問題が発生する原因として，設計者が設計情報のすべてを記憶することが困難なこと，記憶している多量の設計情報のなかから考慮すべき設計情報を把握することが困難なことが挙げられる．一般に設計者はこれら困難さを解消するためにホワイトボードや紙などを用いて設計情報の外在化を行い，必要に応じて外在化した設計情報を参照して行ってきた設計の振り返る．しかし，ホワイトボードや紙を用いた外在化では，設計情報同士の関連が不明になり易く，困難さを解消するには至らない．

そこで本研究ではCDSモデルに基づく設計情報の外在化，構造化を行い，必要な設計情報の参照を可能する設計方法論を提案する．設計者は必要な設計情報の参照が可能になることで議論内容の把握が容易になり，同一議論の反復や矛盾する解の選択といった設計効率を悪化させる問題を解決できる．

3.2. 設計方法論

次の手順に従って，設計を進める．

1．設計情報の外在化
2．外在化を行った設計情報の構造化
3．設計情報の参照

3.2.1. 設計情報の外在化

設計者が生成した，製品に対するアイデアや評価といった設計情報は，すべて文字や音声などの形で外在化し，記録する．

3.2.2. 外在化を行った設計情報の構造化

外在化を行った設計情報はCDSモデルにおける認知的設計問題解決プロセスに従い，背景情報，設計解，評価結果，メタ設計に分類する．分類した設計情報は，別の外在化された設計情報との関連付けにより設計プロセスを構造化する．　以下に，設計情報の分類と関連付けの例を示す．

A「次世代携帯電話の設計を行って下さい」(設計解 1)
B「次世代…次世代だったら，動画配信とか？」(設計解 1 の背景情報)
C「あとは音楽配信もはじまってるね」(設計解 1 の背景情報)
A「じゃあそのあたりを考慮にいれないと」(メタ設計)
C「音楽機能の充実？」(設計解 1 に対する設計解 2)
B「テレビ電話とか」(設計解 1 に対する設計解 3)
A「テレビ電話…有線の電話でのテレビ電話って，あんまり普及してないよね」(設計解 3 の背景情報)
C「高いからかな？」(設計解 3 の背景情報)
A「携帯でテレビ電話しても，高いし使わないよ」(設計解 3 に対する評価結果)
C「今のパケット料金，高いからねぇ」(設計解 3 の背景情報)

図3.　議論中の発言からの設計情報の分類および関連付け

また，設計解，背景情報の一部は状況や行為主体といったシナリオを含んでおり，シナリオを含む設計情報については状況，行為主体との関連付けによりシナリオを構造化する．上記の例では，「次世代だったら，動画配信とか？」という設計情報は「次世代」(状況)「次世代携帯電話」(行為主体)「動画配信開始」(行為)というシナリオを含んでおり，発話は「次世代」「次世代携帯電話」に関連付けられる．

3.2.3. 設計情報の参照

上記の外在化，構造化により，設計情報を設計プロセスの視点とシナリオの視点から参照することが可能となる．外在化，構造化された設計情

報が参照可能となることで，設計が長時間に渡って行われ設計者にとって記憶による設計内容の把握が困難になった場合においても，必要な設計情報の把握が容易となり，結果的に設計を効率的に進めることができる．

4. 方法論に基づくシステムの構築

4.1. CD-Scenery

上記の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．システムの画面例を図 4 に示す．

本システムは，設計方法論に基づく設計を進めるための設計情報の計算機上への外在化および設計情報の構造化を行う．また，構造化された設計情報を元に，設計プロセスとシナリオの可視化を行う．

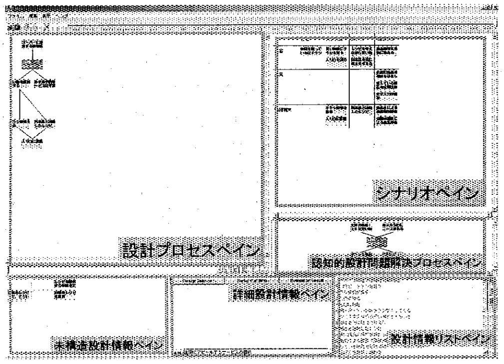

図4.　CD-Scenery System の画面例

4.2. 設計情報の外在化

本システムは設計情報を詳細設計情報ペイン（図 4 中央下）を用いて主に文字によって計算機上に外在化する．また，文字以外の情報（音声や動画）も別ファイルとして設計情報に添付し，外在化する．

4.3. 設計情報の構造化

認知的設計問題解決プロセスは認知的設計問題解決プロセスペイン（図 4 右中央）に，設計プロセス全体は設計プロセスペイン（図 4 左上）に表示される．外在化した設計情報を設計プロセスペインに表示されている設計情報にドラッグ&ドロップし関連付けることで，認知的設計問題解決プロセスおよび設計プロセスの構造化を行う（図 5）．

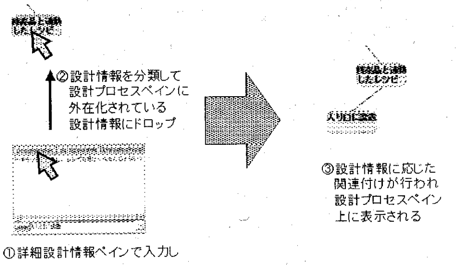

図5.　設計プロセスの視点から構造化

シナリオはシナリオペインに状況，および行為主体による表として表示される．外在化した設計情報を表のセルにドラッグ&ドロップし状況および行為主体へ関連付けを行うことによって，シナリオの構造化を行う（図 6）．

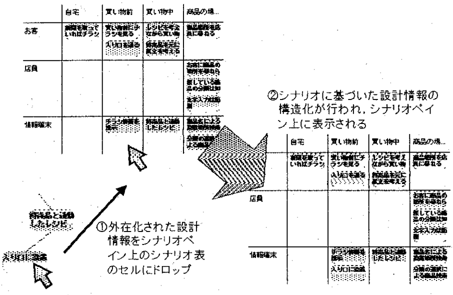

図6.　シナリオの視点から構造化

4.4. 設計情報の可視化

外在化された設計情報がすべて可視化されているため，設計が進行するに従い内容の理解が困難な表現になる．表示内容の可読性を高めるために，特定の設計解に注目した場合において関連する設計情報のみを強調，可視化する機能を持つ．強調した可視化例を，図 7 にしめす．

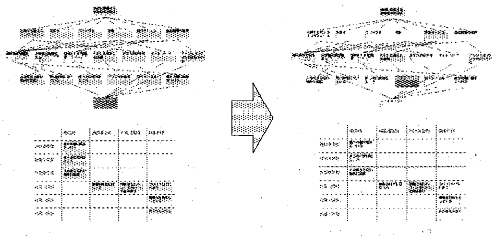

図7.　参照したい設計情報の抽出

4.5. モデル以外の設計情報の外在化および参照

設計情報の外在化と同時に設計情報の分類や構造化を行うためには設計情報の意味の解釈を行う必要がある．しかし，設計情報の意味の解釈は早急に行うことが困難であることが多い．そのため，分類や構造化を行わずに外在化を行う未構造設計情報ペインを設けた．未構造設計情報ペインに対して外在化した設計情報をドラッグ＆ドロップすることにより，分類や構造化を行わずに設計情報の外在化が行える．

また右下の設計情報リストペインは設計情報を作成順序にそって並べており，作成順に基づく設計情報の探索を行うときに利用できる．

5. ケーススタディ

5.1. 設計実験

方法論の有効性を検証するため，2 人 1 組とした 3 組のグループに対し設計課題を設定し，時間を空けた 2 回のミーティングによって設計を行った．また，比較のために別の設計課題に対しホワイトボードのみを用いて同様の設計を行った．

表 1． 各グループの設計課題とシステムの利用

	G1	G2	G3
課題 A	○	○	×
課題 B	×	×	○

G1,G2,G3 は奈良先端大の大学院生 5 名および助手 1 名による，2 人 1 組とした設計グループ

○：システムの利用／×：ホワイトボードのみ

各課題に対し，2 回のミーティングを行う．1 回のミーティングは 30 分とし，ミーティングの間には 1 週間程度時間を置く

課題 A：次世代携帯電話向けの携帯アクセサリの企画・設計

課題 B：スーパーに新規導入する情報端末の設置形態・形状の提案・設計

それぞれの課題について，2 回目のミーティング終了後に最終的な設計結果である設計対象製品のスケッチと，そのスケッチが導き出された設計理由を可能な限り記入したドキュメントの作成を行ってもらった．

また，両方の課題を終えたグループに対して，次の 3 つの点についてシステム利用の有効性およびその理由のアンケートを行い，回答を得た．

質問1　ミーティング中での議論の進行

質問2　時間の空いた過去の議論内容の把握

質問3　最終的なドキュメント作成

システム利用の有効性のアンケートと同時にインタビューを行い，システムの利用における利点および問題点，あるいは改善案を指摘してもらった．

5.2. アンケートおよび結果

3 つの質問項目については以下のような結果であった．

表 2． アンケート結果

システムの利用	質問 1	質問 2	質問 3
有効であった	1	3	5
無いほうが良い	0	0	0
どちらともいえない	5	3	1

数字は回答数

答えた理由についてさまざまな意見が得られたが，設計情報の分類および構造化の困難さはすべての設計者の回答に述べられていた．また，設計内容の把握については，システムが設計プロセスおよびシナリオを表示することで，確かに容易になったという回答もあれば，30 分のミーティング 2 回であればホワイトボーでも十分という回答もあった．ただし，ドキュメント作成の場面では，説明すべき話の流れが理解できるとの回答が多くの被験者から得られた．

質問項目以外の方法論やシステムについてのインタビューではシナリオの使い方がわからないという意見が多く聞かれた．実際，システムを用いた設計ミーティングにおいて，シナリオにあたる情報は発話として多く生成されたものの，記述はほとんど行われなかった．

5.3. 考察

アンケートの結果から，時間的に隔たった 2 回目以降の議論においてはシステムによる設計情報の提示が有効であることが伺えた．また，最終的な設計理由の説明においては，ほとんどの被験者が有効であると感じていた．システムを用いての設計では多くの設計情報の外在化および構造化がなされており，参照することができるので，前回の議論を思い出す場面や最終的に設計情報

の構造を理解してドキュメントを作成する場面において有効であるのは当然とも言える.

しかし,議論中にシステムを利用することについて,多くの被験者が利点と同時に欠点を感じており,システムの利用に抵抗があることが伺えた.今後システムの利用を促進していく上では,議論中の使用における抵抗を減らすことが必要である.

システムの利用に抵抗を示す大きな原因の1つは,設計情報の分解と構造化の困難さである.既存のデザインラショナル研究においてすでに指摘されている[4]ように,設計者が行う1つの発言の中には意味的に複数の設計情報が含まれている事があり,CDS モデルのように設計情報を意味の単位で扱う場合には,発言の分解を行う必要が生じる.今回行った実験での観察においても同様の分解の必要が生じており,設計情報の分類の困難さとして被験者が感じていることが伺えた.他に,既出の設計情報との関連付けがうまく行えず,構造化が困難と感じる被験者も多く見られた.観察から,構造化の困難さの原因として,設計者の頭の中では考慮されているが,外在化されていない設計情報があるために,外在化された設計情報のみを見たときに関連付けが行えないためと考えられる.分解や構造化の困難さはシステムの利用を促す上で対処すべき点である.しかし設計情報の分解,構造化の過程は設計情報の整理に役立ち,設計情報の不足を設計者に意識させるという効果も期待できるため,対処には十分な考慮の必要がある.

また,今回の実験において設定した30分というミーティング時間においては,設計情報があまり生成されず,必要な設計情報を把握することの困難さは低かった.このため,設計者は方法論の煩雑さをより感じる結果につながったと考えられる.

また,本システムの大きな特徴であるシナリオの外在化は,ほとんど行われなかった.1つの原因は,シナリオを表として表現したために,行為主体に人物と無機物といった心理的に併記しづらいものが並ぶ結果になること,状況に「雨天時」「ショッピング」といったお互いに無関係でない状況を併記する場合がでてくることであると考えられる.併記のしづらさを解決するためには,複数の表による表現やグラフによる表現など,新たな表現方法の検討が必要である.

6. 結論

概念設計を支援するために,CDS モデルに基づいた設計の方法論の提案および方法論に基づく設計支援システムの構築を行った.また,システムを利用したケーススタディを行い,システムの考察を行った.

ケーススタディの結果,CDS モデルに基づく設計情報の外在化における困難さが認められた.一方,外在化によって設計者自身が意識していない設計理由の外在化を促す効果が確認できた.また,方法論に従った設計の外在化と構造化が,論理的な議論の進行や,長期間に渡って行われる設計や設計ドキュメントの作成に有望であることが確認できた.

今後の予定として,今回の実験で記録したビデオを元にさらなるシステムの効果の考察を行うこと,また今回有効に利用されなかったシナリオを,新しい表現により利用可能なものにすること,また議論の錯綜や同一議論の反復が発生するような大規模な設計におけるシステムの使用と観察を行うことなどを考えている.

参考文献

1) A. 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.

2) E. J. Conklin and KC Burgess-Yakemovic, "A process-oriented approach to design rationale," Design Rationale: Concepts, Techniques, and Use, pp.393-427, 1996.

3) 蔵川圭, "製品ライフサイクルシナリオに基づく概念設計支援," 東京大学大学院工学系研究科精密機械工学専攻博士論文, 2001.

4) S. J. Buckingham Shum, A. MacLean, V. M. E. Bolleti and N. V. Hammond, "Graphical Argumentation and Design Cognition," HUMAN-COMPUTER INTERACTION, Volume12, pp.267-300, 1997.