

# プッシュ型デザインレビューによる設計書の品質向上支援システム:naviQ

## naviQ: a Push-Style Design Review System for Product Design Specification

中村 伊知郎<sup>\*1</sup> 谷垣宏一<sup>\*2</sup> 高山泰博<sup>\*2</sup> 岡村博之<sup>\*1</sup> 中谷壮志<sup>\*1</sup>  
 Ichiro NAKAMURA Koichi TANIGAKI Yasuhiro TAKAYAMA Hiroyuki OKAMURA Masashi NAKAYA

<sup>\*1</sup> 三菱電機インフォメーションシステムズ株式会社  
 Mitsubishi Electric Information Systems Corporation

<sup>\*2</sup> 三菱電機株式会社 情報技術総合研究所  
 Mitsubishi Electric Corporation, Information Technology R & D Center

A push-style design review system called naviQ was developed to support the design review of the product design specification. In this system, the relationship between the content of specification and the check item is formally defined as a rule of the IF-THEN form. Based on the relationship rules of the design review, naviQ automatically presents the check lists that the reviewer should evaluate while reviewing. By describing the old-timer's review procedures as the relationship rules, even the middle level reviewer can do an efficient and covering design review. This paper describes the description form of the relationship rule of the design review and the effect of applying this system.

### 1. はじめに

企業にとって、製品の品質を確保して事故を低減することは社会的責任であるとともに、存続に関わる重要課題である。一方で、製品開発のさらなる期間短縮とコスト削減が求められており、設計の早期段階で品質を作り込むことが不可欠となっている。

設計段階で発生する不具合は過去に発生したものの再発であることが多く、企業では過去の失敗や成功の事例を基にチェックリスト、設計基準や、べからず集など(以降、これらを総称して不具合 DB、その内容を設計知識と呼ぶ)を蓄積している。設計者は、この不具合 DB を利用して再発を未然に防止することが可能な環境にあるが、設計時間の制約や情報検索スキルの個人差等から、十分に活用できているとは言い難い。また、顧客ニーズの高度化、製品構成の複雑化、及び新材料や新技術の導入等により、必要とされる工学技術は広範囲に及び、設計の一部署でカバーすることは困難となってきた。

このような現状から、設計の節目において関連する部門を集めて専門家の目から審査する会合形式のデザインレビュー(以降、設計書の審査を DR、会合形式の審査を DR 会)を行うのが、最も効果のある方法として運用されている。しかし、2007 年から 2010 年にかけて起きる団塊世代の大量退職によりベテラン技術者の不足が予想されているので、属人的ノウハウを組織知へと置き換えてゆくことが急務となっている。

筆者らは、設計書の作成時や DR 時にシステムが関連する設計知識をプッシュ型で提示してやることにより、DR 実施者に設計書の内容を網羅性高くかつ効率よく審査させる仕組みを開発[Tanigaki 05][Hirano 07][中村 07]し、naviQ[岡田 07]として製品化した。設計書の内容と提示する設計知識間の対応付けは IF-THEN 形式のルールで記述できるので、個人の持つノウハウを形式知に置き換えてゆくことが可能である。本論文では、naviQ による DR 支援の考え方と効果について述べる。

連絡先: 中村伊知郎, 三菱電機インフォメーションシステムズ(株) エンタープライズシステム部 生産システムトータルソリューション推進課, 〒247-8520 鎌倉市上町屋 325 番地, nakamura-ichiro@mdis.co.jp

### 2. 従来の DR の問題点と naviQ による改善

DR は、設計過程においてコストや納期面で後戻りが難しい時点、重要な決定を行う時点で行う。DR を論理的・体系的に行うために、その時点で確認・検討すべきチェック項目を標準化したチェックシートを利用するのが一般的である[小野寺 02]。

#### 2.1 従来の DR の問題点

従来のチェックシートの運用方法と DR 実施者の作業内容に関して、問題点を整理する。

##### (1) チェックシートの運用上の問題点

チェックシートは、図 1 のように製品シリーズ、ライフサイクル段階、担当分野の 3 つの組合せの単位で用意するが多い。チェックリストの運用上の問題点として、①最新の設計知識が盛り込まれるのがリアルタイムでないため、固定的になりやすい点、②機種単位でなく大まかなシリーズの単位で用意されるので抽象的、一般的になりやすい点、③顧客個別の事情や、新規、流用や変更等の設計区分が考慮されていないために、DR 実施者が変更や削除をしてしまいがちな点、等がある。特に、①の不具合 DB とチェックシートの内容が連動していないという点が、実運用上もっとも大きな問題である。

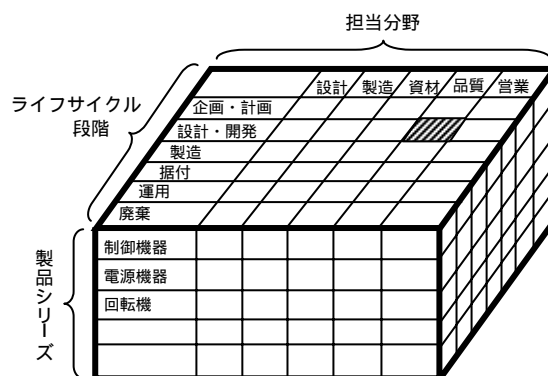


図 1 チェックシートを用意する単位の例

(2) DR 実施者の作業内容に関する問題点

DR 実施者はまず、設計書の対象とする製品シリーズ、ライフサイクル段階、及び自分の DR 担当分野等から、評価するチェックシートを選択する。次にチェック項目毎に、図 2 に示すように、①DR 対象の設計書に適用可能かを判断し、②適用可能なら設計書のどの部分に関係しているかを調べ、③チェックした内容と評価結果を記入する。また、④自分の経験等に基づいて、不具合 DB から追加で審査すべきと判断する内容を選び出し、チェック項目として追加して評価する。これらの中で、特に①②、及び④の作業が、属人性が高く、また負担も大きい。

2.2 naviQ による改善

前節で述べた問題点の naviQ による改善について述べる。

(1) チェックシートの運用上の問題点の改善

naviQ では、不具合 DB とチェックシートの連動を実現した。図 3 に示すように、製品シリーズ、ライフサイクル段階や DR 担当分野等のキー情報と、不具合 DB 中のチェック項目との対応関係を DR ルールとして定義した。この DR ルールに基づいて、DR 実施時に不具合 DB から該当するチェック項目をリアルタイムに抽出してチェックシートを作成することで、従来の問題点①を解決した。また、新たに機種、顧客や設計区分等をキー情報に追加することで、個別の事情に即したチェックシートを提供可能とし、従来の問題点②③を解決した。

(2) DR 実施者の作業内容に関する問題点の改善

naviQ では、属人性と負担の大きさが問題であった手順①②④のシステム化を考えた。手順①②に関しては、従来のチェックシートが、設計書全体としての特性(製品のシリーズやライフサイクル段階等)からチェック項目を粗く選定したものであったため、チェック項目の適用妥当性と適用箇所判断が DR 実施者の大きな負担となっていた。naviQ では、図 4 の上部に示すように、設計書の具体的な内容とチェック項目との対応関係を DR ルールとして定義することにより、手順①②をシステムに置き換えた。

チェックシート

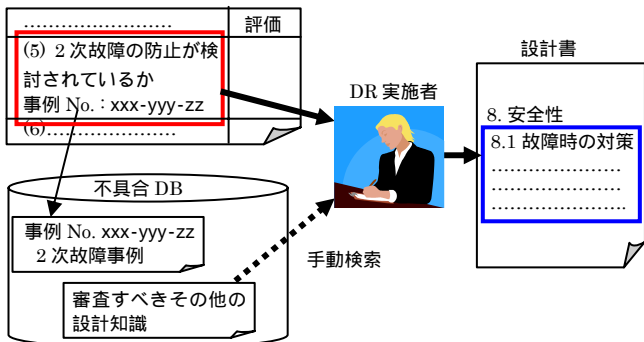


図 2 従来の DR 作業

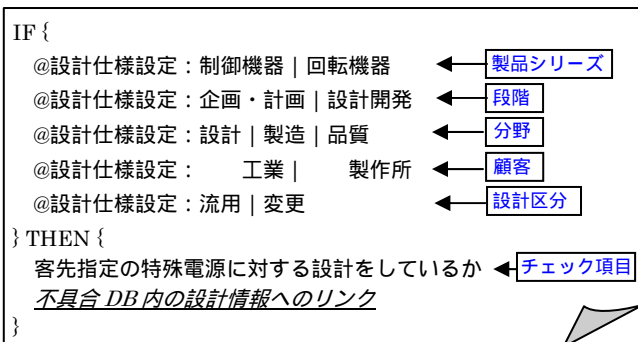


図 3 チェック項目に対するキー情報の定義

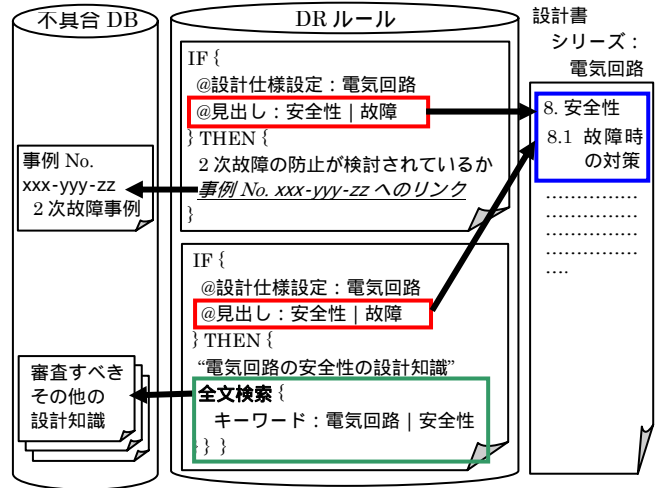


図 4 DR ルールによる設計知識と設計書内容のマッピング

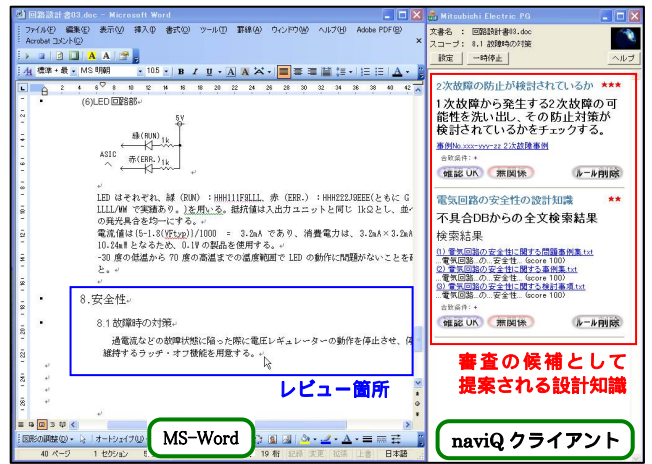


図 5 DR ルールに基づく naviQ のプッシュ型提案

設計書の内容を照合する精度が DR 実施者の行うものほどは高くないため、チェック項目を適用するかの最終判断は DR 実施者の分担として残るが、属人性と負担を大きく改善できる。

また図 4 の下部に示すように、設計書の具体的な内容に基づいて、追加で適用できる可能性のある設計知識を不具合 DB から全文検索する DR ルールを定義することにより、手順④をシステムに置き換えた。検索されたチェック項目を適用するかの最終判断は DR 実施者の分担として残るが、不具合 DB の活用に関する属人性と負担を大きく改善できる。

naviQ クライアントは、クライアント PC 上で Word、Excel や CAD で表示中の設計書や CAD のデータから DR 中の部分をリアルタイムに抽出し、naviQ サーバに送信する。naviQ サーバは、抽出した内容と DR ルールの IF 部との条件照合を行い、照合成功した DR ルールの THEN 部が持つ設計知識を返信し、naviQ クライアントが一覧表示する(図 5)。naviQ クライアントでは、審査の候補として提示した設計知識に関して、採用や評価の結果を入力可能であり、結果をレポート出力できる。

3. naviQ における DR ルールの記述方式

naviQ における DR ルールの記述方式を述べる。

3.1 DR ルールの記述方法

DR ルールの記述方式の概要を図 6 に示す(以降、斜体は

ルール記述時に実際の値に置き換えるべき項目を示す)。IF 部には、THEN 部に記述した設計知識が設計書中のどの箇所に適用可能かを照合条件として記述する。照合条件は、①設計書全体の特性(製品のシリーズやライフサイクル段階等)に対する照合、②設計書内の論理構造上の位置(章節項等)に対する照合、及び③設計書の論理構造単位(章節項等)内の内容に対する照合、の3段階の順に絞り込む形で記述できる。

3段階目の内容に対する照合条件は、設計書中の論理構造単位内に出現する単語や単語間の関係に対する照合として記述する。この3段階目の照合を実現するに当たっては、DR実施者が知識や経験に基づいて実際に行っている照合を、図7に示すような4つのレベルでモデル化してみた。レベル1は、設計書中の論理構造単位内のテキストに対してキーワード検索を適用することにより実現できる。レベル2は、設計用語に関するシソーラス辞書を整備して、テキスト内に出現する単語を同義語や下位語に展開することにより、検索の応用として実現できる。レベル3は、企業内の部品データベースを参照して、テキスト内に出現する部品型番や番号をその特性情報(部品名や材質等)に展開することにより、同様に検索の応用として実現できる。レベル4に関しては、設計知識を構造化できれば設計知識間

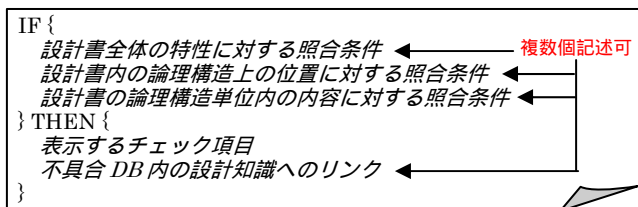


図6 DR ルールの記述方式の概要

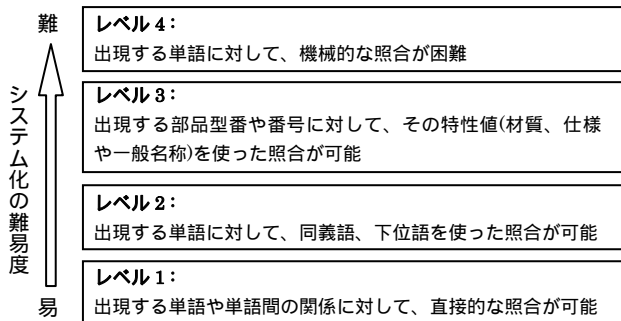


図7 単語や単語間の関係に対する照合のモデル

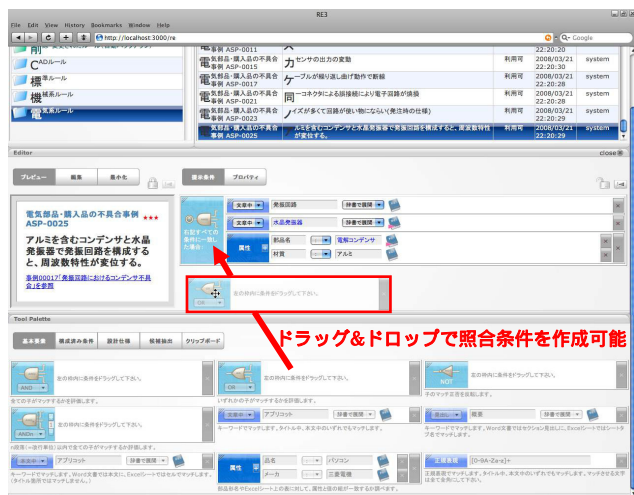


図8 ルールエディタによる DR ルールの対話作成

の因果関係による連鎖に基づいて推論できる[田村 02]が、システム化するには関連するすべての暗黙知を洗い出して形式知に置き換える作業が必要になる。現在、naviQ ではレベル 3 までを対象に実現している[Tanigaki 05]。

DR ルールを対話的に作成できる Web ベースのルールエディタ(図 8)を開発した。ルールエディタは、定義済みの DR ルールの有効活用を目的として、最も少ない操作数で再利用可能な部分構造を抽出して提示する機能を持つ[谷垣 08]。

### 3.2 照合条件の出現箇所の記述方式

IF 部に記述する照合条件は、

```
IF {
  出現箇所 : 出現単語 ← 一つの照合条件
  出現箇所 : 出現単語
  ...
}
```

の形式で記述する。一つの照合条件は、指定した単語が指定した箇所に出現すれば真、出現しなければ偽と評価される。出現単語の候補が複数個ある場合は、

出現箇所 : 出現単語 1 | 出現単語 2 | 出現単語 3

と、記述する。IF 部中に並べた複数個の照合条件の結果は AND 演算で評価されるが、明示的な AND、OR や NOT の演算子利用もできる。また、複数個の照合条件に NEAR(パラグラフ数)演算子を適用し、出現箇所間の距離(指定のパラグラフ数内か)の評価もできる。出現箇所が設計書全体の特性の場合、

@設計仕様設定 : 出現単語

と記述する。その他の記述は、章節項構造に基づく文書型の Word データ、マトリクス構造に基づく表型の Excel データ、及び部品構造に基づく CAD データの場合で、それぞれ異なる。

#### (1) 文書型データでの出現箇所の記述方式

文書型データの場合の記述方式を以下にまとめる。

用途	指定方法	出現箇所
位置照合	@見出し	現在の章節項の見出し
	@章節見出し	
	@セクション見出し	
内容照合	@本文	現在の章節項の本文
	@文書中	現在の章節項の見出し、または本文

#### (2) 表型データでの出現箇所の記述方式

表型データの場合の記述方式を以下にまとめる。

用途	指定方法	出現箇所
位置照合	@見出し	シートの見出し
	@行列見出し	いずれかの行、列の見出し
	@行見出し	
	@列見出し	
	@カレント行列見出し	現在の行、列の見出し
@カレント行見出し		
@カレント列見出し		
内容照合	@カレント表	現在の表、行、列中のデータ
	@カレント行	
	@カレント列	
	行列の見出し	指定した見出しを持つ行または列中のデータ

内容に対する照合は、以下の例のように組み合わせて使う。

[例 1] いずれかの表において、見出し「諸元」の行の、見出し「クラッチ形式」の列の値に「湿式多板」が含まれる

諸元:クラッチ形式:湿式多板

[例 2] いずれかの表において、見出し「冷凍機」の列の値に「MC-FRZ500」を含み、かつ、見出し「形式」の列の値に「往復式開放型」を含む行がある

(冷凍機: MC-FRZ500, 形式: 往復式開放型)

[例 3] カレントな表において、見出し「母材」の列の値に「SUS304」を含み、かつ、見出し「形状」の列の値に「管」を含む行がある

@カレント表: (母材: SUS304, 形状: 管)

### (3) CAD データでの出現箇所の記述方式

CAD データの場合は、位置に対する照合と内容に対する照合が分離しておらず、以下のように記述する。パラメータ名に部品名等を指定して、位置(どの部品かを)を照合する。

@モデル: パラメータ名 = 出現単語

### 3.3 照合条件の出現単語の記述方式

出現単語の記述箇所には、単語または部品を記述できる。単語の場合、シソーラス辞書が定義してあれば同義語や下位語も照合対象となる。単語の記述には、正規表現も利用できる。

部品は、以下のように記述する。

(属性名 1 : 出現単語 1 , 属性名 2 : 出現単語 2 , 属性名 3 : 出現単語 3 )

本文中に部品型番や番号があると、naviQ は部品データベースを検索して、その部品が照合条件内で指定された属性値を持っていれば真、持っていなければ偽と評価する。

表型データの場合で、本文中のデータが数値の場合は、出現箇所との仕切り記号に、「:」の代わりに、「le」(以下)、「lt」(より小さい)、「ge」(以上)、「gt」(より大きい)、「eq」(等しい)を使って、以下の例のように数値との比較で評価を行うこともできる。

[例] いずれかの表において、見出し「シールドガス」の行の、見出し「流量」の列の値が、20 以上の数値である

シールドガス: 流量 ge 20

## 4. DR への naviQ 適用の効果

naviQ を利用した場合、DR 作業のフローは図 9 のようになる。このフローによれば naviQ に支援された網羅性の高い DR を行って精度の高いレポートを事前に用意できるので、複数の技術者を集めて行う DR 会において、大幅な時間とコストの削減を実現できる。

naviQ は三菱電機社内の一部工場において実際のデザインレビューに適用しており、初級及び中級設計者双方に対して設計上流段階での品質作り込み、及び教育の高い効果を確認している [Hirano 07] [岡田 07]。導入当初は、設計書内の論理構造上の位置と論理構造単位内の内容に対する照合条件を中心に DR ルールを作成したが、この場合、naviQ が審査用に提案する設計知識に不採用となるものが比較的多いという問題があった。その後、設計書全体の特性に対する照合条件を積極的に組み合わせて使う方針に切り替えたことにより、提示する設計知識の採用率が改善されている。

また、書籍[小野寺 02]にまとめられているチェック項目を利用した回路設計書への適用事例や、アーク溶接の作業指示書

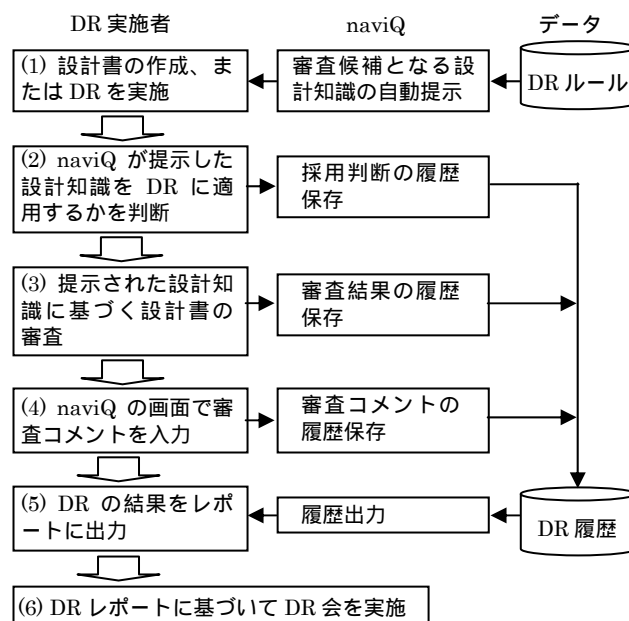


図 9 naviQ に支援された DR 作業全体のフロー

の作成に関して、産業技術総合研究所 デジタルものづくり研究センターの加工技術データベース[産総研]にまとめられている溶接作業標準に沿ってガイダンスを行う事例を構築して評価し、別途報告している[中村 07]。いずれの事例においても目的どおりの機能と性能を作り込んでいる。

設計現場からのフィードバックに基づいて、現在も DR ルールの記述方式やシステムの改良を続けている。

## 参考文献

- [Tanigaki 05] K.Tanigaki, et al.: Push-Style Guidance System for Technical Document Writing, Proc. ICDAR2005 (2005).
- [Hirano 07] T.Hirano, et al.: Push-Style Design Support System: Automatic Check of Technical Document with Design Knowledge, Proc. ICKM2007(2007).
- [中村 07] 中村、ほか: 設計書作成過程でプッシュ型デザインレビューを実現する不具合未然防止システム naviQ とその事例紹介, 人工知能学会第2種研究会資料 SIG-KST-2007-02-02(2007-08-02), <http://www.sigkst.org/data/default/C2E8A3B2B2F3B8A6B5E6B2F1/SIG-KST-2007-02-02.pdf>, (2007).
- [岡田 07] 岡田、ほか: 設計品質向上・開発力強化のための設計書チェック技術とその応用ソリューション”naviQ”, 三菱電機技法, Vol.81, No.7(2007).
- [小野寺 02] 小野寺: 実践デザインレビュー手法, 日科技連出版(2002).
- [田村 02] 田村、ほか: 不具合に関する設計知識の運用に関する研究～不具合に至る因果連鎖の知識構造の構築～, 品質, Vol.32, No.1(2002).
- [谷垣 08] 谷垣、ほか: ルールの部分構造再利用による設計文書チェックルール作成方式, 2008 総合大会講演論文集, 電子情報通信学会, (2008).
- [産総研] 産業技術総合研究所 デジタルものづくり研究センター: 加工技術データベース, <http://www.monozukuri.org/db-dmrc/index.html>.