

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

Mitsubishi Design Quality Improvement Support Solution

中村 伊知郎 三菱電機インフォメーションシステムズ(株)
谷垣 宏一 三菱電機(株) 情報技術総合研究所
高山 泰博 同上
岡村 博之 三菱電機インフォメーションシステムズ(株)
中谷 壮志 同上

リコール

基準不適合

多品種少量生産

製品寿命の短期化

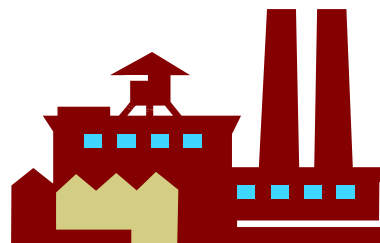
品質確保は
存続に係る課題

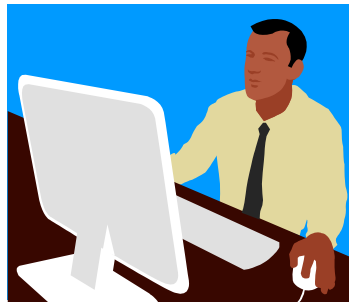
コスト削減

作業効率化

設計の早期段階での品質の作り込み

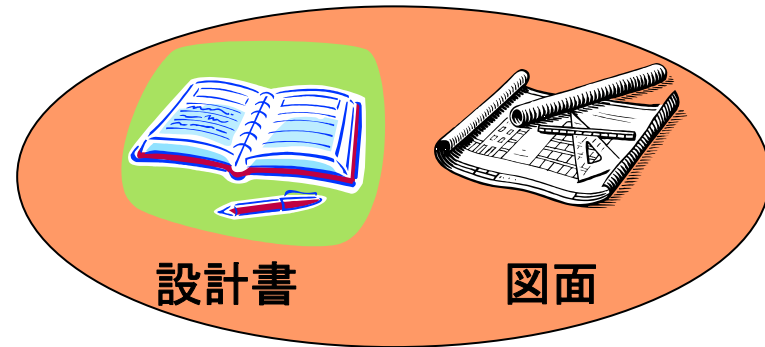
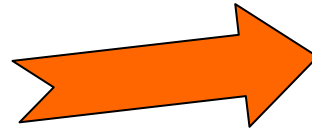
製造業





セルフチェック

チェック

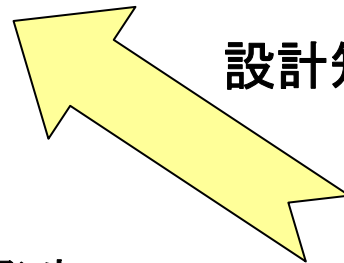


設計書

図面

- 設計時間の制約
- 情報検索スキルの個人差
- 調達、製造、保守サイクル等で発生した不具合に対する知識不足

設計知識



不具合の多くは
再発



チェックシート

設計基準類

不具合
データベース

分類	No	チェック項目	実施日・実施者 コメント	承認日・承認者 コメント
機構 ・ 構造	1	機能を果たす機構、構造になっているか		
	2	大きな力の流れるところは太く、小さな力の流れるところは細くできているか		
	3	エア-、油の流れる方向は正しいか		
材料	4	機械的性質(引張強度、剛性、硬さ、比重)は適切か		
	5	加工性(切削性、溶接性、展延性)に問題ないか		
	6	標準品から選ぶように検討したか		

1. 機種・顧客ごとの細かな対応が難しい
 - ・陳腐化しやすい
 - ・抽象的、一般的になりがち
2. 電子ファイル化により、設計者判断でチェック項目の削除や変更が行われがち
3. 不具合データベースの活用は、設計者まかせ

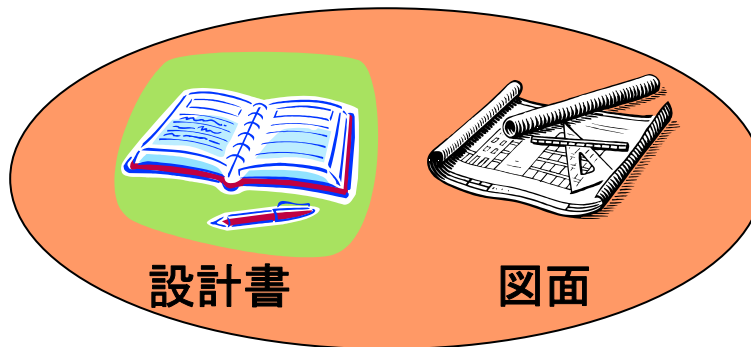
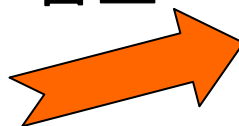


個人DR



ミニDR会

審査



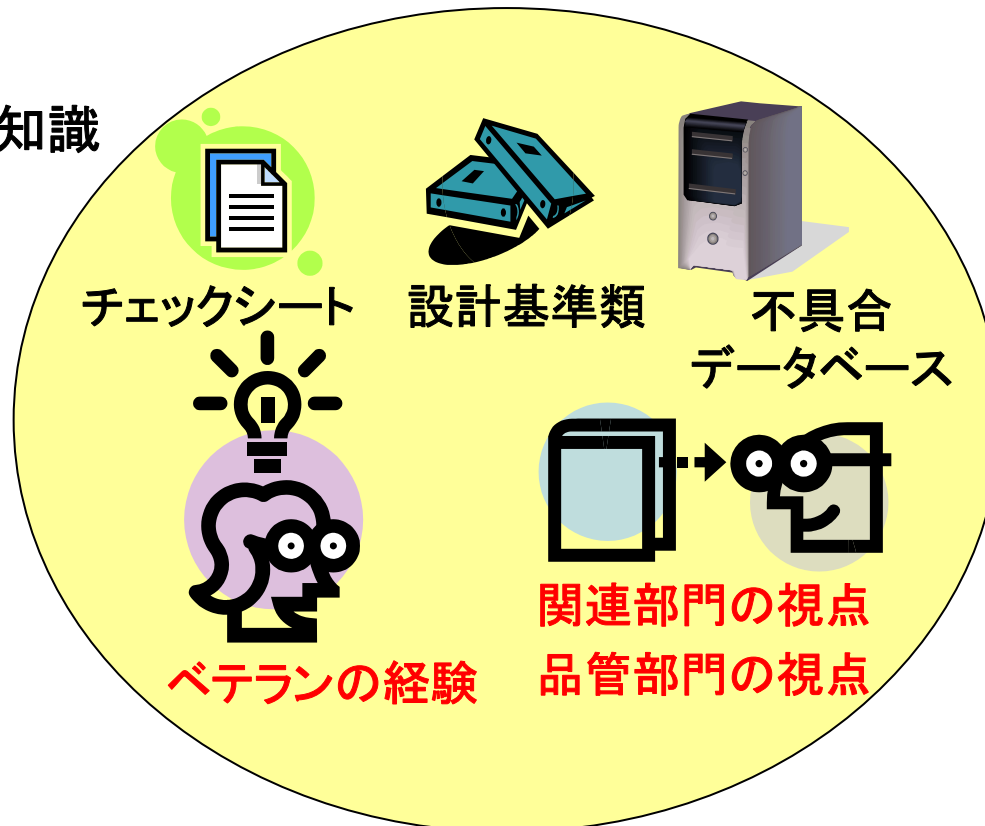
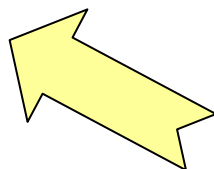
設計書

図面



DR会

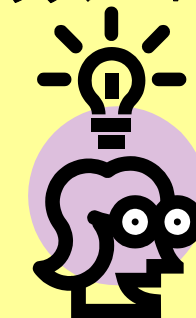
設計知識



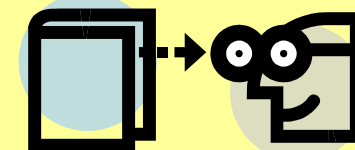
チェックシート

設計基準類

不具合
データベース



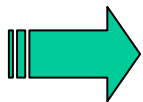
ベテランの経験



関連部門の視点
品管部門の視点



2007年以降のベテラン技術者
不足への対策が急務



本研究開発のテーマ
「DRのIT化を行う」

社内設計基準等に基づいて、設計書は論理構造を持つ

1. 諸元
 - 1.1 外観
 - 1.2 機能性能
2. システムの動作規程
3. システム構成
4. ハードウェア構成
 - 4.1 回路構成／機能
 - 4.2 回路基板外形
 - 4.3 保守交換単位
 - ...

文書型は階層構造

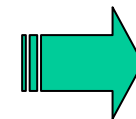
		仕様
外形寸法		
入力電源		
環境条件	温度	
	湿度	
回線 I/F	通信方法	
	伝送速度	

表型はマトリクス構造



設計者は、論理構造をカスタマイズする（併合、省略は頻繁に行われる）

- 流用／類似設計時の省略
- 機種毎の特殊事情
- 顧客毎の特殊事情



システムで論理構造を扱うには、**柔軟性**が必要

段階1: 論理構造上の位置から設計知識を粗く絞り込む

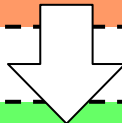
・章、節、項タイトル ・行、列タイトル



段階2: 論理単位の本文から設計知識を詳細に絞り込む

・単語 ・単語間の関係 (・数式 ・図形)

論理単位とは、章、
節、項やセル



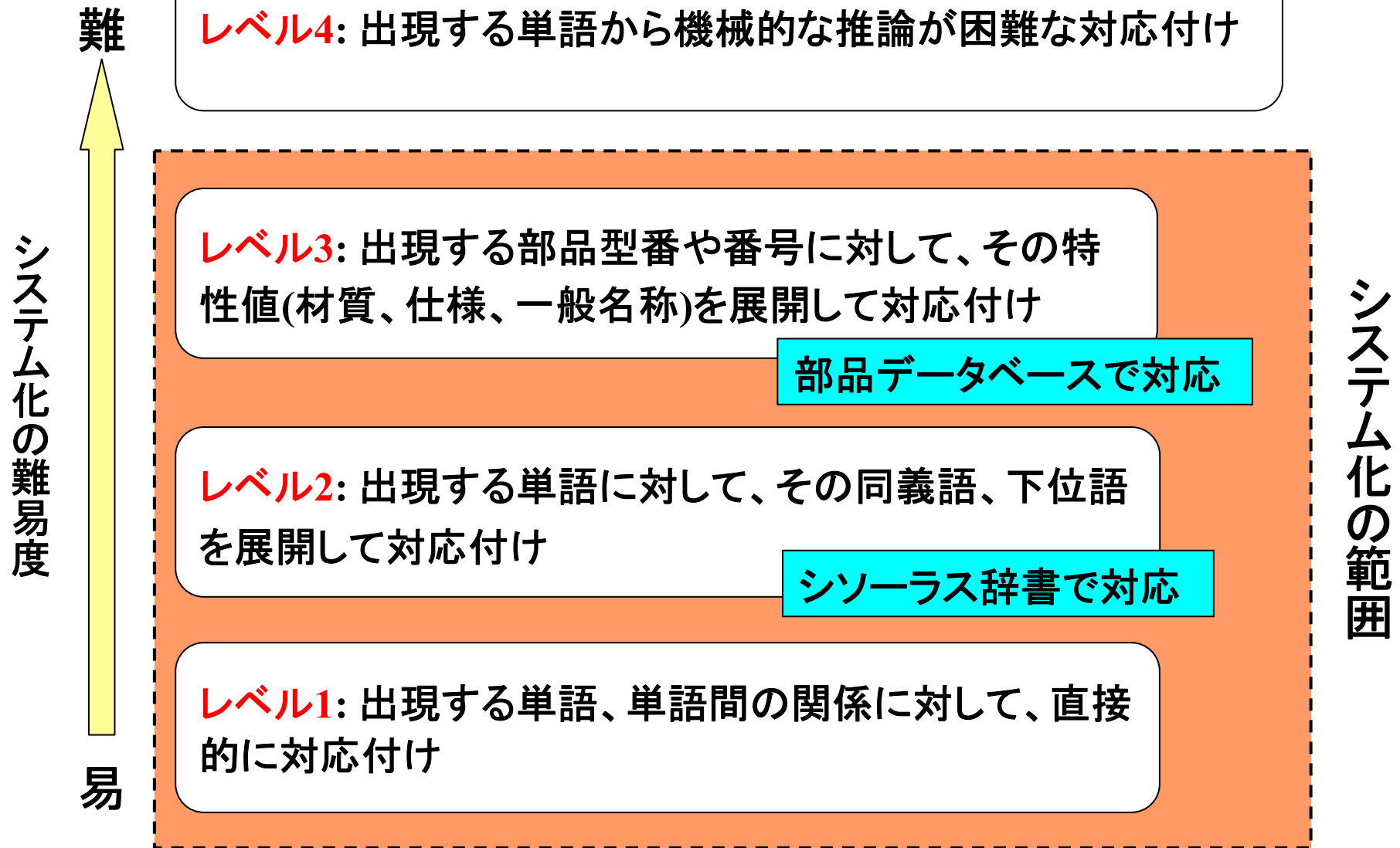
段階3: DRに適用する設計知識の決定



段階4: 設計知識に基づく審査

システムで
自動化

設計者が判断し、
システムに入力



目的

DR実施者が、論理構造上の**位置**と論理単位の**本文**から関連する設計知識を洗い出す過程をシステム化する

方法

論理単位とは、章、節、項やセル

設計書の内容に設計知識を照合させるIF-THEN形式の**DRルール**として形式記述し、照合処理をシステムが行う

効果

ベテラン技術者が持つDRノウハウを**形式知**、**組織知**に置き換えて行くことが可能

形式1: 整理された設計知識に関するDRルール

(例)チェックリスト化されたチェック項目

IF 設計書の内容との照合条件

THEN 設計知識の表示

- ・タイトル ・説明 ・表示順序
- ・関連するWebページのタイトルとリンク

形式2: 未整理の設計知識に関するDRルール

(例)ファイルサーバに未整理のまま蓄積された不具合関連文書

IF 設計書の内容との照合条件

THEN 設計知識を蓄積しているファイルサーバや
データベースに対する検索式

IF AND {

①設計書の論理構造上の位置に対する照合条件

②論理単位の本文に対する照合条件

} THEN . . .

4. ハードウェア構成

4.1 回路構成／機能

4.1.1 超音波センサ回路

この回路は指定した超音波センサから超音波を送信させ、受信するまでの時間をカウント値として測定するものである。■本製品では8個の超音波センサを装備する。

4.1.2 ロータリエンコーダ制御部

回転数をパルスにして、回転子の回転数

文書型

現在位置

		仕様
外形寸法		520 × 2300 × 500
入力電源		AC200V
環境条件	温度	■ 0~40°C
	湿度	40~85%
回線 I/F	通信方法	CDT方式
	伝送速度	1200bps

表型

IF AND {

@見出し: 安全性検討 | 安全性対策

@本文: 大型

@本文: 回転体

} THEN

“大きな回転体を確認せよ。この回転体が破砕した場合、どのように破片の飛散を防止するか”

「実践デザインレビュー
手法」のp.160から転載

メタキャラクタ
も使える

5. 信頼性と安全性

5. 1 安全性検討と結果

本製品では、電磁ブレーキにより高速・大型の回転体を制動するため、発熱対策用の冷却装置を検討した。検討にあたっては、...

見出しへの部分マッチで論理構造変更への柔軟性を高める

```
IF AND {
```

```
  @見出し:安全性検討 | 安全性対策
```

```
  AND(1) { ←
```

```
    @本文:大型
```

```
    @本文:回転体
```

```
  }
```

```
} THEN ...
```

1パラグラフ内にあることを指定

```
IF AND {
```

```
  @見出し:保全 | 保守
```

```
  NOT { ←
```

```
    @本文:保全周期
```

```
  }
```

```
} THEN “装置の保全周期は”
```

本文中に「保全周期」が無いことを条件にする

「実践デザインレビュー手法」のp.144から転載

IF AND {

@テキスト:発振回路

(部品名:電解コンデンサ、材質:アルミ)

} THEN

“アルミを含むコンデンサと水晶発振器で発振回路を構成すると、周波数特性が変位する”

4.2.2 発振回路

回路の電源電圧を安定させるために、**MVKSS32GNG44**を使用する。

(部品データベース)

型番	部品名	材質	定格電圧
ANGH33GB33	電解コンデンサ	タンタル	35V
MVKSS32GNG44	電解コンデンサ	アルミ	50V
LPOYY345GH22	電解コンデンサ	積層セラミック	50V

表の自動認識処理

- 最外郭の罫線領域を抽出し、**表**として認識
- 上端から**列タイトル**を認識
- 左端から**行タイトル**を認識

		FGR887	FX35690
寸法		1195 × 650 × 1050	1789 × 576 × 1766
本体重量		79	108
車輪	前二輪	3.00-4	3.00-4
	後二輪	3.50-5	3.00-4

		共通
バッテリー		12V × 32Ah × 2 個
モーター		24V × 390W × 1 個
充電器		DFTR
シート		回転式

		FGRシリーズ	
		887	888
最高速度	前進	0.5～6.0km/h	0.4～5.5km/h
	後進	0.5～2.0km/h	0.4～2.5km/h
耐久性	連続走行	23km	30km
	最大重量	100kg	150kg

IF AND {

@列見出し: ティグ溶接 | TIG

@行見出し: シールドガス

@行見出し: 流量

@本文 gt 20

} THEN

“シールドガスの流用は、通常10~20L/分程度を使用”

溶接方法		TIG溶接	その他
肉盛溶接		N	
シールドガス	組成(%)	Ar 99.9	
	流量(L/min)	25	
バックシールドガス	組成(%)		
	流量(L/min)		

現在位置

表の構造変更に対応可能

● セルを絶対座標でなく、行タイトル×列タイトルで特定

● 見出しへの部分マッチ

IF AND {

母材(P番号): 8A

溶接方法: 被覆アーク溶接 | SMAW

@見出し: 予熱の有無

@本文: 有り


} THEN

“予熱は行わない”

行または列のタイトルで指定 ex. 母材(材料番号) : SUS304
 行×列のタイトルで指定 ex. 後熱の有無 : 熱条件 : 無し

溶接方法	SMAW
母材(P番号)	8A
母材(材料番号)	SUS304
板/管	板
厚さ(mm)	10

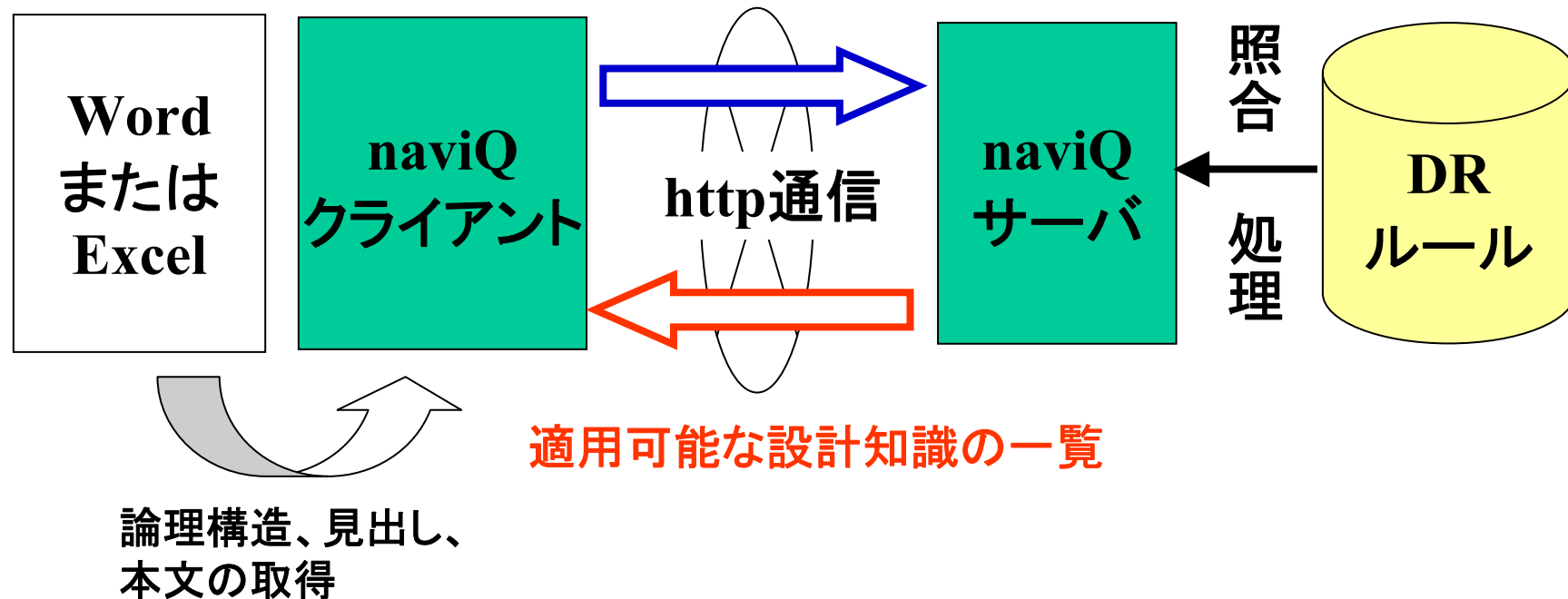
		熱条件
予熱条件	予熱の有無	有り
	予熱温度	
後熱条件	後熱の有無	無し
	保持温度	

現在位置
 

(実装上のポイント)

レビューアや品質管理担当者専用ではなく、設計者自身が積極的に設計知識を活用して不具合を未然に防止できるように、設計中にも動作可能なシステムとして実装した。

論理構造に従ってタグ付けした
XMLデータ(見出し、本文)



回路設計書.doc - Microsoft Word

ファイル(F) 編集(E) 表示(V) 挿入(I) 書式(O) ツール(T) 罫線(A) ウィンドウ(W) ヘルプ(H) Adobe PDF(B)
Acrobat コメント(C)

標準 + 左

100%

2 4 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40 42 44

1. 回路ブロック

1.1. デジタル回路設計

(1)AAバス

AA バスとの I/F は以下の回路とし、電源電圧の範囲の広さやスイッチングノイズを低減するという目的から、図中 BB121B は A 社製 CC11DD232EEEE を使用する。

* 「A 回路選定検討書」 DDD-33344 を参考。

電源には、0.7Ωの抵抗とユニット交換時の電圧を保持するために、コンデンサ 3.3μれる。

* 「ユニット交換に関する検討書」 DDD-55566-7788 を参考。

回路図: CON1-5, BB121B, OP_DD, OP_JJJJ, OP_KKLLL, IP_BB, BB121B, 220k, 10k, 10k, DD09.1FFFF, CON1-4, MMNNN, CON1-6, 10k, BB121B, IP_MMNNN, CON1-7, KKLLL.

Mitsubishi Electric PG

文書名 : 回路設計書.doc
スコープ : (1)AAバス

設定 一時停止 ヘルプ

「実践デザインレビュー手法」
8.2.6電気部品チェックリスト **
Cコンデンサ(2)

動作時の電圧はいくらが望ましいか

「実践デザインレビュー手法」が出版である
チェック項目一覧

合致条件: +

確認 OK 無関係 ルール削除

「実践デザインレビュー手法」
8.2.7電気回路チェックリスト **
(12)

ユニットは環境試験を行ったか。温度、湿度、振動、ショック、ノイズに対しどのような問題が発生しているか

「実践デザインレビュー手法」が出版である
チェック項目一覧

合致条件: +

確認 OK 無関係 ルール削除

「実践デザインレビュー手法」
8.2.7電気回路チェックリスト **
(22)

ユニットを交換した時どのようなシステム調整が必要か

ページが表示されました

- 確認: 審査完了
- 無関係: 不使用
- 削除: 不必要

チェック項目は「実践デザインレビュー手法」のp.150, p.153から転載

Word

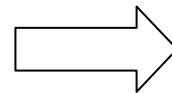
naviQクライアント

審査コメント記入、レポート出力

知識ルールID	タイトル	内容	ステータス	確認日時	確認ユーザ	章目	ユーザコメント
R-STD116	SYDROSE LP社 創造設計データベース:A-43	論理回路が誤動作した - 電源の電圧変動でノイズが発生した -	確認OK	2007/07/30 18:52:19	ichiro	/1. 回路ブロック/1. 1. デジタル回路設計/(1) AAバス	電源インピーダンスを下げる対策を施した。 — ichiro 2007/07/30 18:58:13 編集
R-STD135	SYDROSE LP社 創造設計データベース:A-297	アナログデジタル混在ICの出力にジッタが発生した - 電源のノイズがPLL回路に作用した -	関係なし	2007/07/30 18:52:42	ichiro	/1. 回路ブロック/1. 1. デジタル回路設計/(2) AA 2233フォトカプラ	編集
R-STD161	電気部品・購入品の不具合事例 XX001P	アルミを含むコンデンサと水晶発振器で発振回路を構成すると、周波数特性が変位する。	確認OK	2007/07/30 18:53:02	ichiro	/1. 回路ブロック/1. 1. デジタル回路設計/(4) 発振回路部	編集

部品型番にスマートタグを自動埋め込み

-444 16MHz (E社製) 用として PPP999 を用いる。



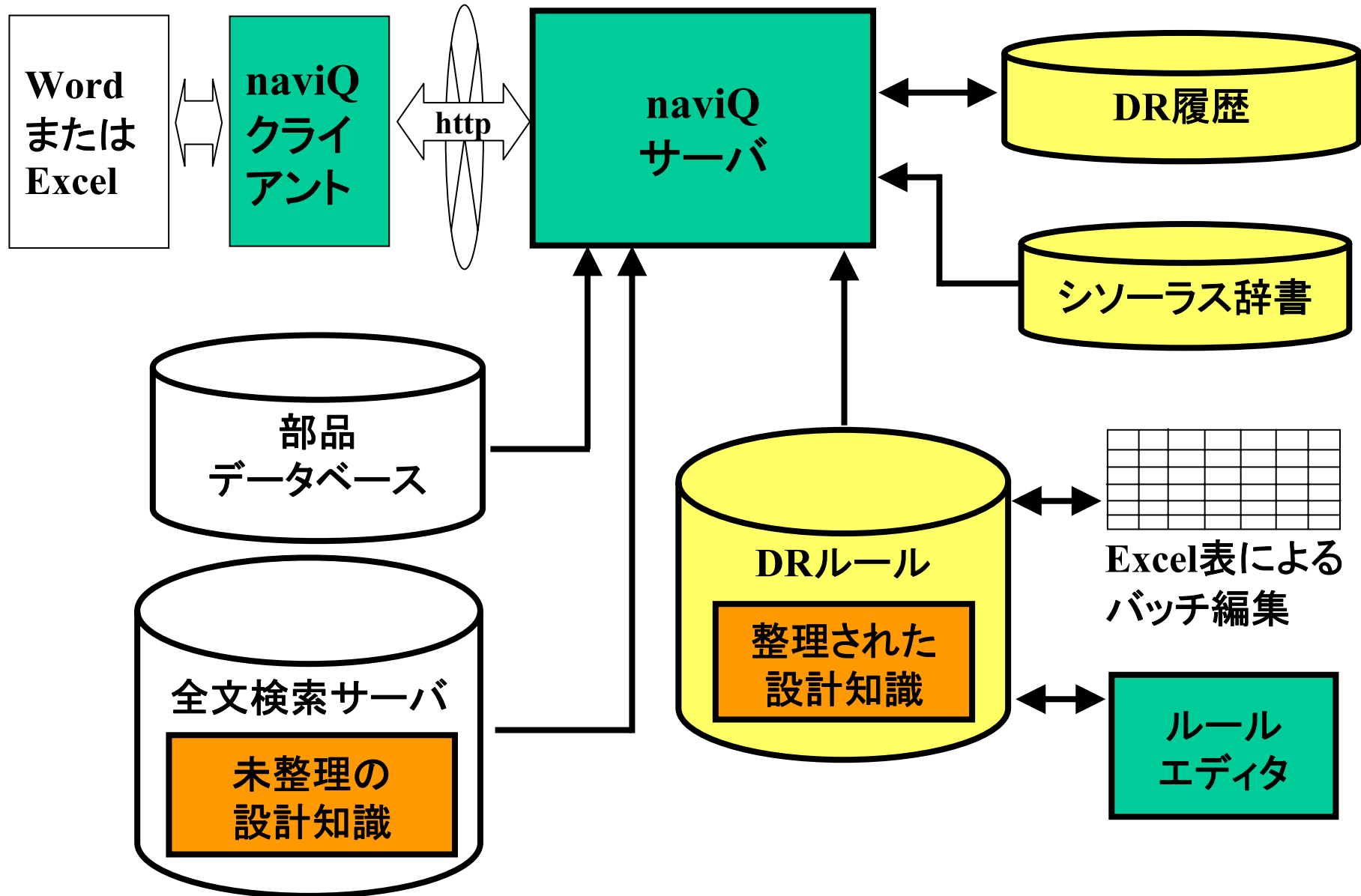
5MHz (E社製) 用として PPP999 を用いる。

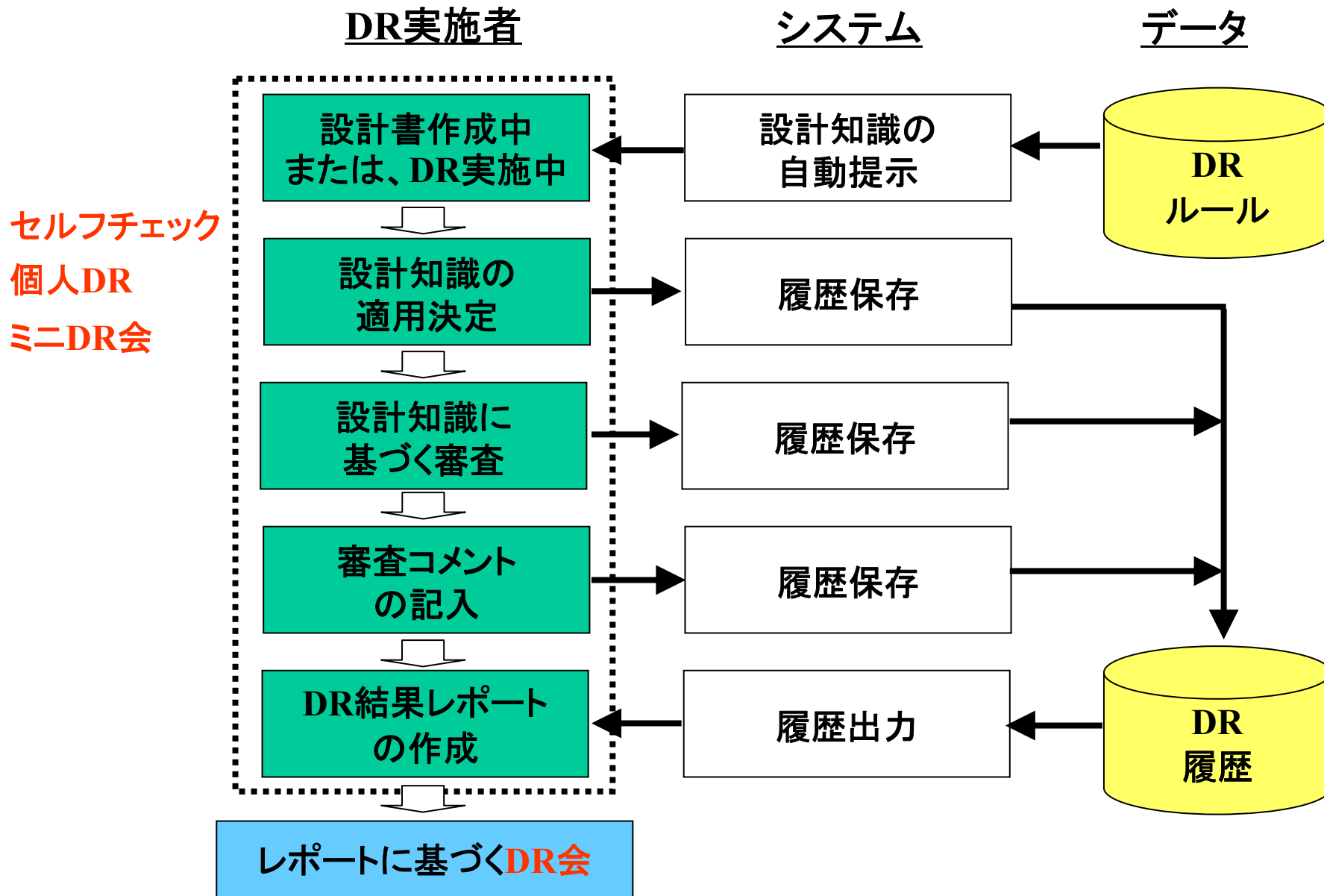
1 +

2 +

3 +

スマートタグのオプション(S)...





1. 不具合情報を活用するフレームワークの実現

不具合情報を未整理状態(検索ベース)から整理状態(チェックリスト)に段階的に整備しながら、同時にDRのIT化も行える

2. DRの質向上

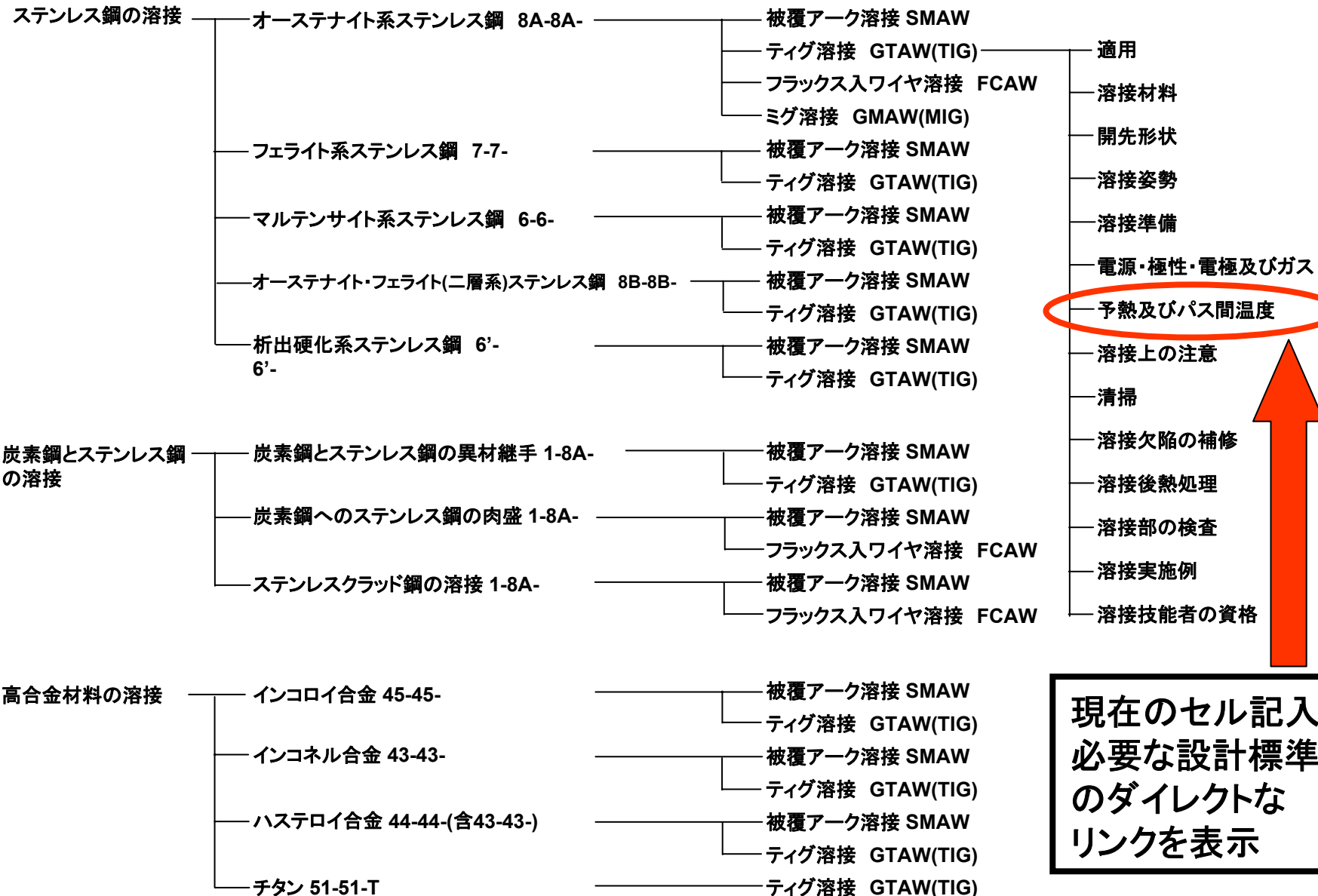
- ベテラン技術者のDRノウハウを形式記述して伝承できる
- 機種・顧客ごとの細かな対応が可能
- DR実施者の判断が全て履歴に残る

3. DR作業フロー全体の効率化

セルフチェック、個人DR、ミニDR会で網羅性の高いDRを行って、精度の高いレポートを用意できるので、多数の技術者を集めて実施するDR会において大幅な時間とコストの削減を実現できる

目的	回路設計書(Word)のDR支援		
設計知識	小野寺勝重著「実践デザインレビュー手法」、日科技連出版(2002)の第8章デザインレビュー資料とチェックリスト例		
支援内容	<ul style="list-style-type: none"> ・ 章節項に記述すべき内容に関するチェック項目を表示 ・ 章節項に記述された内容よりキーワードを検出して、該当するチェック項目を表示 ・ 章節項に記述された内容より不足するキーワードを検出して、記述漏れしていると思われる内容に関するチェック項目を表示 		
結果	ルール数	応答性能	H/W環境
	160	平均 3.3秒	サーバ OS: Windows2003 Server CPU: Xeon 3.4GHz × 2 メモリ: 2.0GB クライアント OS: Windows XP Pro CPU: Pentium4 3.2GHz メモリ: 2.0GB

目的	アーク溶接作業指示書(Excel)の作成支援		
設計知識	産業技術総合技術研究所 デジタルものづくりセンターの加工技術データベースにまとめられているアーク溶接作業標準		
支援内容	<ul style="list-style-type: none"> ・各セルに記述すべき内容に関する作業標準へのリンクを表示 ・予熱やシールドガス等に関する指定誤りを検出し、該当する作業標準へのリンクを表示 ・各セルに記述された内容からキーワードを検出して、不具合事例へのリンクを表示 ・企業内で溶接継手形状が番号で体系化されていることを前提として、溶接継手番号より過去の作業指示書を全文検索して提示する 		
結果	ルール数	応答性能	H/W環境
	516	平均 4.0秒	事例1と同様



現在のセル記入に必要な設計標準へのダイレクトなリンクを表示

溶接方法の詳細		溶接方法及び姿勢	
溶接方法	GTAW(TIG)ティグ溶接	溶接姿勢	下向き
溶接のタイプ	手動	ヒューム対策	
溶接棒・ワイヤ	F-Nb/Y-Nb Y308	防風対策	
クラフ溶スッ融	G-Nb	トバス数	
その他特殊材		バス間の清掃方法	前層のスケール、汚イヤブラシで除去
電極数		運棒方法	ストリンガービード法
電極	トリア入りタングステン電極	積層方法	
極性	マイナス	インサート	
ガス	組成(%) Ar 99.9	裏はつりの方法	
ールドガス	組成(%) Ar 99.9	変形防止対策	拘束必要
	流量(L/min) 15		
	組成(%) Ar 99.9		
	流量(L/min) 15		
	組成(%) なし		

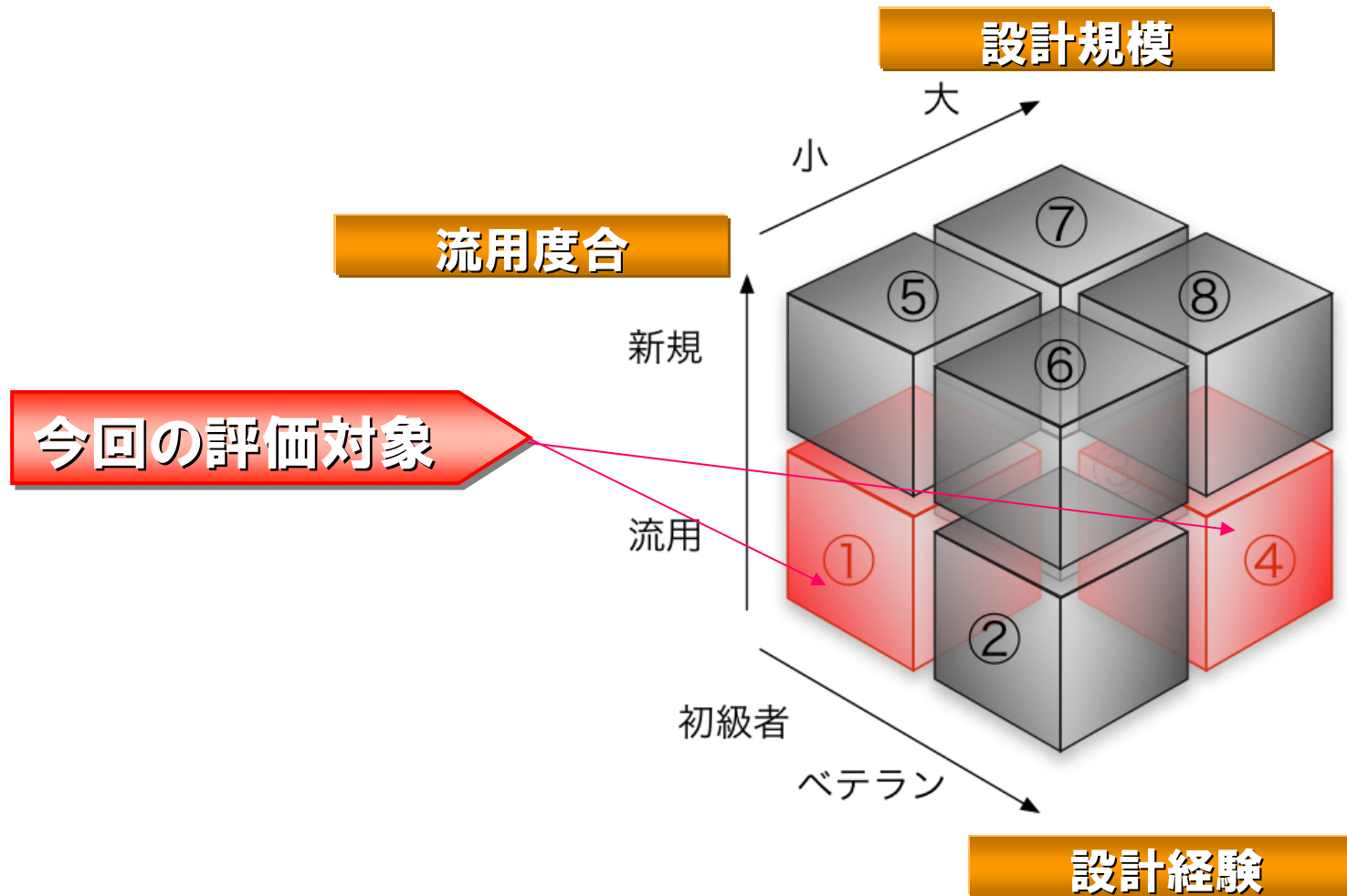
セル記入に必要な作業標準をガイダンス

その他に
 ● 参考情報
 ● 不具合事例
 ● 誤り指摘
 を表示

Excel

naviQクライアント

評価基準の策定において、以下の3つのレベルにより対象の設定を行った

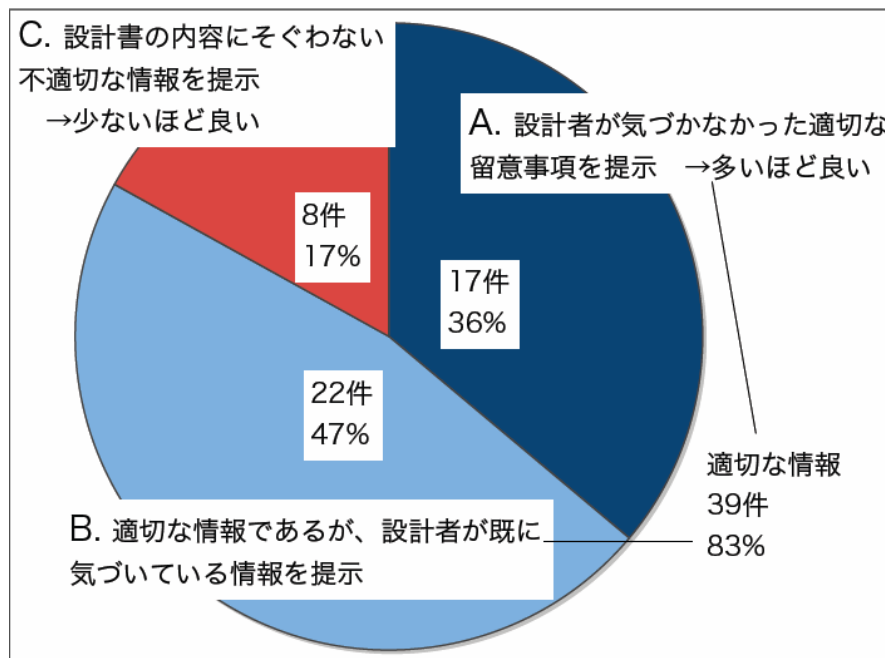


評価条件

チェック対象文書	回路設計書(54ページ)
チェックルール	トータルルール数=349ルール チェックリストルール=136ルール 過去不具合事例=213ルール

評価結果

「初級設計者に対しては教育的効果が大きい」



A: 気づきを与えたガイダンス(36%)
「考慮していなかった不具合の可能性を知ることが出来て有用であった。」

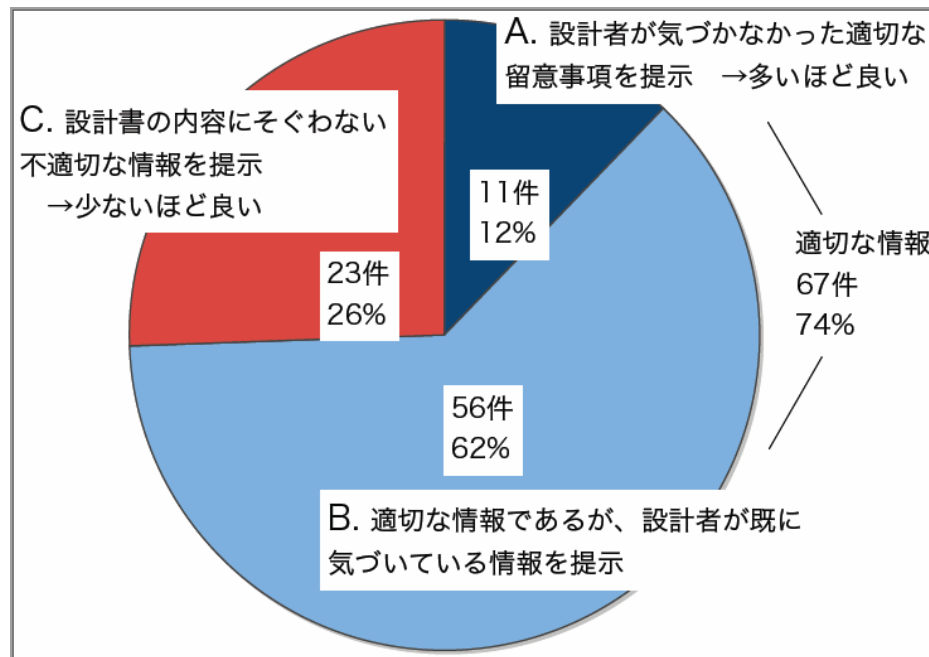
B: 漏れなく確認できたガイダンス(47%)
「チェックリストの確認漏れ、不具合事例のチェック漏れを防ぐことが出来た。」

評価条件

チェック対象文書	回路設計書(105ページ)
チェックルール	トータルルール数=371ルール チェックリストルール=158ルール 過去不具合事例=213ルール

評価結果

「設計の上流段階で品質の作りこみに有効である」



A: 気付きを与えたガイダンス(12%)

「ガイダンスの内容については考えさせられる内容であった。」

B: 漏れなく確認できたガイダンス(62%)

「不具合の探し漏れが防げるため品質改善に繋がる。プッシュ型のインターフェースは非常に有効であった。」

その他

「セルフレビューレポート機能は便利で実用的であった。」

Mitsubishi Design Quality Improvement Support Solution

MITSUBISHI

三菱設計品質向上支援ソリューション

naviQ

ナビック