

調査報告書

デザインレビューの成熟度評価に関する研究

2011年3月

中央大学理工学研究科

経営システム工学専攻

梶原 誠

目次

1. 序論	3
1. 1 最近の製品事故の原因	3
1. 2 過去に起こした失敗に対する対策が取られているかどうかを 確認するためのDR	4
1. 3 DRの成熟度評価の必要性	4
1. 4 研究目的	4
2. DR事例の分析およびDRと設計誤り発見の関係に関するモデル	5
2. 1 DR事例の分析	5
2. 2 DRと設計誤り発見の関係に関するモデル	7
3. DR成熟度評価方法の提案	10
3. 1 DR成熟度評価方法の基本的な考え方	10
3. 2 DR成熟度評価方法の評価項目	11
3. 3 DR成熟度評価方法の評価尺度	12
3. 4 DR総合評価点の計算方法	13
4. DR成熟度評価方法の適用	15
4. 1 調査計画と実施	15
4. 2 回答企業におけるDRの実施状況	16
4. 2. 1 DRの実施の有無	16
4. 2. 2 DRにおける設計誤りの見逃し率	17
4. 2. 3 DR総合評価点の分布	18
4. 2. 4 評価項目ごとの成熟度と重要度の分布	18
4. 2. 5 成熟度と重要度の業種による相違	21
5. DR成熟度評価方法の適用性・有効性の検証	26
5. 1 適用に要した工数	26
5. 2 評価者の違いによる評価結果のばらつき	27
5. 3 成熟度評価結果の識別性	29
5. 4 成熟度評価結果の妥当性	30
5. 4. 1 設計誤りの見逃し率から見た成熟度評価結果の妥当性	30
5. 4. 2 成熟度と設計誤りの見逃し率の関係	32
5. 5 適用性・有効性の検証のまとめ	35
6. 結論と今後の課題	36
参考文献	37
謝辞	38
巻末付録	

1. 序 論

1.1 最近の製品事故の原因・

市場や客先における製品に起因する事故やトラブルに関する報道が絶えない。これらの事故の原因を把握するために最近の製品事故について独立行政法人製品評価技術基盤機構（N I T E）が行った製品事故の調査結果を調べた【1】。結果を表 1. 1 に示す。この表は、N I T E に登録されている事故を製品に起因する事故を「設計上、製造上または表示等の問題」「製品とつき方の両方の問題」「製造後の時間経過や長期使用の問題」に分けてまとめている。この表から以下のことがわかる。

(1) 2004 年から 2009 年の間の 6 年間に起きた事故を見ると、製品に問題がある事故は設計不良、製造不良、品質管理に問題がある。

(2) 6 年間の事故件数の合計を見ると、設計不良が一番多い。

また、これらの事故の内容を見ると、技術的に新しい内容のものは少なく、過去と同じような原因で再発している事故が大半を占めている【2】。

表 1. 1 製品に起因する事故の件数

	2009	2008	2007年	2006年	2005年	2004	合計
	件数	件数	件数	件数	件数	件数	件数
製品に起因する事故	1080	1316	1088	876	609	721	5690
設計上、製造上又は表示等の問題	925	1120	804	677	494	628	4648
設計不良	201	376	339	434	287	271	1908
製造不良	302	383	257	171	148	212	1473
品質管理不十分	418	345	195	60	57	132	1207
表示又は取扱説明書の不備	4	16	13	12	2	13	60
製品と使い方の両方の問題	74	113	150	88	44	55	524
設計不良で使い方も事故に影響	26	51	48	65	27	35	252
製造不良で使い方も事故に影響	3	4	4	3	4	1	19
品質管理不十分で使い方も事故に影響	2	4	3	0	0	2	11
表示又は取扱説明書の不備で使い方も事故発生に影響	43	54	95	20	13	17	242
製造後の時間経過や長期使用の問題	81	83	134	111	71	38	518

(出典：独立行政法人製品評価技術基盤機構：「製品安全・事故情報」)

1.2 過去に起こした失敗に対する対策が取られているかを確認するためのDR

DR (Design Review) は、製品やプロセスの設計の内容を見直し、改善するための組織的な取り組みである。FR は、①組立容易性、環境負荷性、製造容易性など、設計が後工程に与える影響を評価する、②過去に起こした失敗に対する対策が抜け落ちなく取られているかを確認するなどの目的で行われる[3][4]。事故やトラブルを未然に防ぐ上では②の目的が大切となる。このため、過去に起こした失敗に対する対策の抜け落ちを確実に発見できるようにするため、多くの企業で DRBFM (Design Review Based on Failure Modes) の導入や FMEA (Failure Modes and Effects Analysis) の活用などがおこなわれているが、必ずしも十分な成果が得られていない。

1.3 DRの成熟度評価の必要性

DR が過去に起こした失敗に対する対策の抜け落ちをどれだけうまく発見できているかどうかは、DR で発見した問題の種類・数と市場投入後に顕在化した問題の種類・数を比較することで判断できる [5]。このような評価は DR のレベルアップをはかる上で大切であるが、開発中に行うことは不可能であり、どうしても製品を市場に出した後に行わざるを得ない。

他方、近年では開発を短期で行うことが求められており、1つの製品の開発を複数の企業・部門で分担することが多い。また、開発する製品の種類・数もますます増える傾向にある。そのため、開発に携わる企業・部門の DR の質を全体的にレベルアップすることが重要となっている。

このような中で注憶されているのが、DR の成熟度評価である [6]。これは、DR のプロセスを一定の基準に照らして点数付けを行い、改善が必要となる部分を明らかにする手法である。この手法は、開発を始める前や開発中に適用することができ、評価結果に基づいて事前に対策が取れる。また、設計に携わる企業・部門全体でこの評価をすることによって、支援を必要としているところ、そうでないところを明確にすることができる。

1.4 研究目的

本研究では DR を“過去に起こした失敗に対する対策の抜け落ちを効果的・効率的に見つけるための活動”として位置づけてモデル化し、このモデルに基づいて DR の成熟度評価を行うための具体的な方法を提案する。また、この方法を様々な企業の DR に適用してもらい、その適用性・有効性を検証する。DR の成熟度評価を行うための効果的な評価方法を確立することが出来れば、多くの企業で今後の製品開発の質の向上に役立つと考えられる。なお、以下では、簡単のため、過去に起こした失敗に対する対策の抜け落ちを「設計誤り」と呼ぶことにする。

2. DR 事例の分析および DR と設計誤り発見の関係に関するモデル

2.1 DR 事例の分析

実際に企業がどのように DR に取り組んでいるかを調べるために、公表されている DR の事例[7][8]を調査し、得られた 19 事例を表にまとめた[9]。結果の一部を表 2.1 に示す。この表から以下のことがわかった。

- (1) DR の活動要素としては、開発段階ごとに DR を分ける、製品の重要度新、規性に応じて、DR 内容を変える、設計の可視化、設計の標準化、FMEA の活用、チェックリストの活用、レビューアの選定、レビューアの教育、開催通知書の配布、議事録や報告書の作成などがある。
- (2) 開発の段階ごとに DR を分けて行うことは、ほぼ全ての企業に共通している。
- (3) 製品をその重要度・新規性に応じてランク分けし、ランクに応じて DR の注力レベルを変えることは、全体の半数の企業に共通している。
- (4) 有効な DR を行うための工夫としては、「設計の可視化」「設計の標準化」「FMEA の活用」「チェックリストの活用」がある。チェックリストの使用はほぼ全ての企業に共通している。
- (5) DR ごとに誰が参加するかを明確にすることは、全体の半数の企業に共通して書かれている。DR のためにレビューアの育成について書いている企業は 1 社であった。
- (6) DR の成果として、開発の失敗防止は、ほぼ全ての企業が挙げている。また、開発コストの削減、開発期間の短縮は、全体の半数の企業が挙げている。

表 2. 1 事例調査で抜き出された DR の活動要素と成果(一部)

		A社	B社	C社	D社	
活動要素 (注1)	全体の計画	企画レビュー 設計プレレビュー 設計レビュー 量産レビュー 送品レビュー	企画レビュー 設計プレレビュー 設計レビュー 試作レビュー 品質確認レビュー 販売決定レビュー		企画レビュー 設計レビュー 試作レビュー1 試作レビュー2 生産レビュー レビュー反省会	
	(注2)	製品の重要度・新規性に応じて、DRの内容を変える	商品重要度に応じて5つにランク分けをする	新規点がある場合とそうでない場合の2つに分ける	新設計品と一部新設計技術導入品にレビューを実施	商品重要度に応じて3つにランク分けをする
	検討方法	設計を可視化する			3D-CADを用いる	シミュレーション、パラメータ設計による信頼度設計をする
		設計を標準化する	設計の標準を作る	標準仕様書の作成		
	(注3)	FMEAの活用		活用する		活用する
	チェックリストの活用	チェックリストを用いる	チェックリストを用いる		担当部門ごとにレビュー項目を整理する	

成果 (注4)	コスト削減	開発コスト削減	製造原価削減	開発コスト削減	開発コスト削減
	開発期間短縮	初期流動管理期間短縮	開発リードタイム短縮	開発リードタイム短縮	開発リードタイム短縮
	開発の失敗防止	ステップ別問題解決件数低下	設計不備の発生予防	信頼性向上	信頼性向上
		量産移行の設計変更減少	品質目標達成	商品寿命予測	設計不備の発生予防
		重要問題発生件数低下	安全性向上	設計不備の発生予防	
	技術の向上	ノウハウの蓄積件数増加			商品寿命予測
	その他	顧客満足度増加			

(注1) 活動要素とは、設計誤りを効果的・効率的に見つけるための工夫である。

(注2) 全体の計画とは、基本設計DR、詳細設計DRなど、製品開発の各ステップで行うDR全体に関する計画である。

(注3) 検討方法とは、各DRにおける具体的なレビューの進め方である。

(注4) 成果とは、DRを行うことで、その結果としてもたらされるものである。

2.2 DRと設計誤り発見の関係に関するモデル

設計段階でのDRを評価するためには、DRの活動の要素と設計誤りの発見との間の関係を考える必要がある。図2.1は、前節で述べたDRの活動要素と成果を踏まえて、DRの活動要素（設計誤りを効果的・効率的に見つけるための工夫）と設計誤り発見（本論文で目的としているDRの成果）との関係をモデル化したものである。

- (1) DRで設計誤りを見つけるためには、「設計に対して必要なDRをすべて行う」と「行ったDRにおける誤り発見率を高める」ことが必要である。
- (2) 「設計に対して必要なDRを全て行う」ためには、「DRが必要な設計の量を小さくする」「DRを効率的に行うことで、DRを行える設計の量を増やす」ことが必要である（図2.2(a)参照）。また、DRで検討すべき事項が複数ある場合にその一部が行われないことがないように、「DRにおける検討事項の抜けを防ぐ」ことも必要となる。
- (3) 他方、「行ったDRにおける誤り発見率を高める」ためには、「致命的な誤りが多数存在していると予測される設計にDRを集中する」必要がある（図2.2(b)参照）。また、「設計を理解しやすくし誤りを発見できるようにする」「過去の事例から誤りを見つける」「誤りを発見できるレビュアーでDRを行う」ことも必要である。
- (4) 「DRが必要な設計の量を小さくする」工夫としては、設計の中に予め誤りがないとわかっている設計、すなわち標準化された設計を取り入れることが考えられる。過去の使用で誤りがないことが保証されているならば、DRを行う必要がないので、その分だけDRの必要な範囲を狭めることができる。
- (5) 「DRを効率的に行うことで、DRを行える設計の量を増やす」工夫としては、①設計のインプットになっている情報に誤りがないことを、設計を行う前に確認しておく、②自動的に検出できる誤りはソフトウェア等を開発し、自動的に検出しておく、③メンバーに資料を事前に配付し検討してもらうなど、全員で行う必要のないことは会合の前または後に行うことが考えられる。①と②は、見つけるべき設計誤りの範囲を限定することで、③は全員で行う必要のないことは別々に行うことで、効率を上げている。
- (6) 「DRにおける検討事項の抜けを防ぐ」工夫としては、チェックリストなどを活用することが考えられる。
- (7) 「設計誤りが集中していると予測される設計箇所にDRをする」工夫としては、①新規点や変更点など設計誤りが多く存在しているだろう箇所に焦点を絞る、②顧客や後工程に与える影響が大きい設計は入念なDRを行うことが考えられる。
- (8) 「設計を理解しやすくし誤りを発見できるようにする」工夫としては、①理解しやすいシンプルな設計にする、②出来上がった試作品を用意する、3D-CADを使用するなどにより、設計を可視化することが考えられる。
- (9) 「過去の事例から誤りを見つける」工夫としては、①過去に起きた事故・トラブル

を収集・一般化したリストを活用する、②FMEA等を活用し、設計を適切な大きさに分割して過去に起きた事故・トラブルを系統的に当てはめることが考えられる。

(10) 「誤りを発見できるレビュアーでDRを行う」工夫としては、行うDRの内容に適したレビュアーを選定し、最適なメンバーでDRを行うことが考えられる。

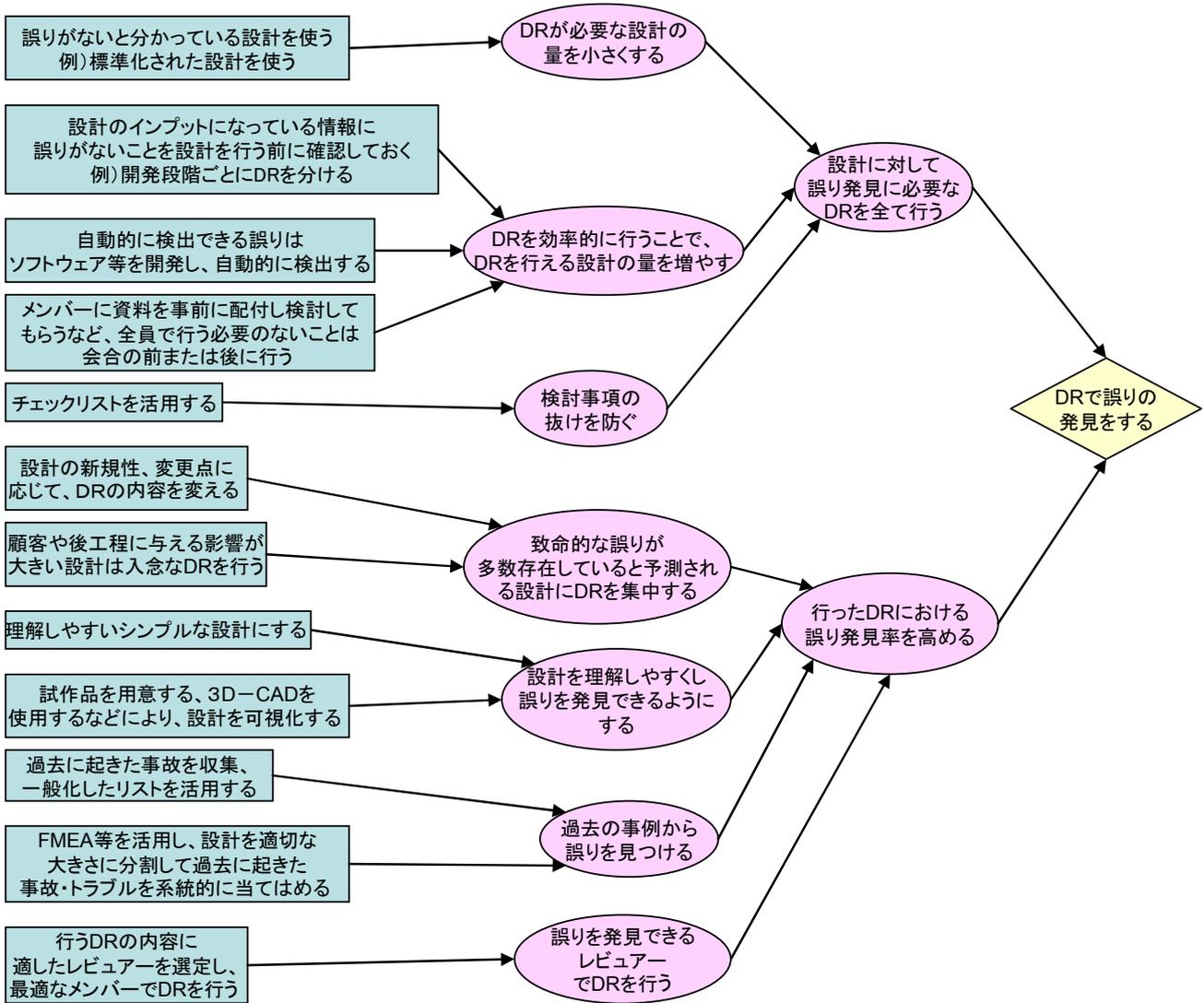
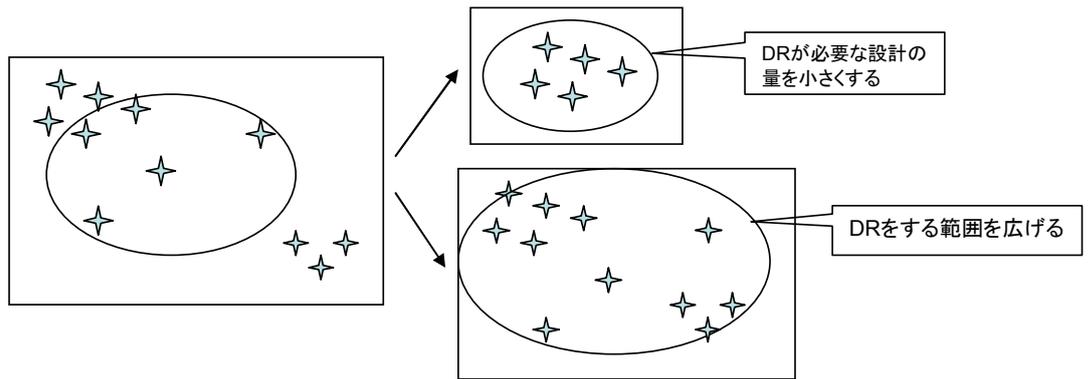


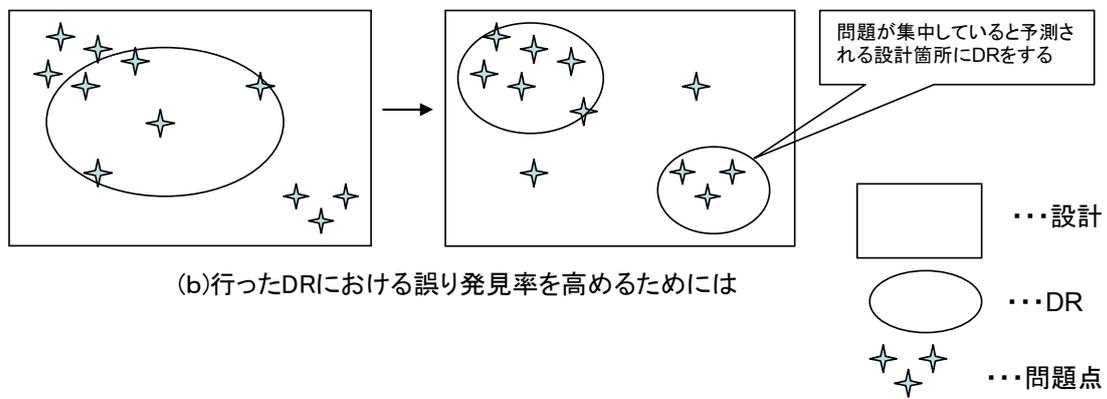
図2.1 DRの活動要素と設計誤り発見との関係に関するモデル

(注) 図形の説明

- . . . DRの活動要素
- . . . 設計誤りを発見する考え方
- . . . DRの成果



(a) 必要なDRを全て行うためには



(b) 行ったDRにおける誤り発見率を高めるためには

図 2. 2 DR で設計誤りを発見するためには

DR 成熟度評価方法の提案

3.1 DR 成熟度評価方法の基本的な考え方

2章では、DR の活動要素（設計誤りを効果的・効率的に見つけるための工夫）と設計誤り発見との間の関連性をモデル化した。本章では、このモデルに基づき、DR の成熟度を評価する方法を考える。

DR は、一般的に基本設計や詳細設計など、開発の様々な段階において実施される。DR の成熟度を評価する方法としては、①各設計段階の DR を一括して評価する、②各設計段階の DR を個別に評価する、という2つが考えられるが、ここでは②の立場を取ることにした。また、設計段階の DR ごとに別々の評価方法を作成することも考えられるが、汎用性を重視し、すべての設計段階の DR に共通的に適用できる方法を作成した。

評価は、まず、各活動要素を評価項目とし、それぞれごとにどの程度成熟しているかを5段階で点数付けする（成熟度）。最後に、これらの成熟度を用いて DR 総合評価点を計算する。

評価項目、評価点を付けるための評価尺度、得られた点数を用いた DR 総合評価点の計算方法のそれぞれの詳細については、3.2節～3.4節で述べる。

3. 2 DR 成熟度評価方法の評価項目

評価項目としては、図 2. 2 の左端に示した 1 2 個の活動要素（設計誤りを効果的・効率的に見つけるための工夫）を取り上げた。表 3. 1 に取り上げた評価項目の一覧を示す。

表 3. 1 DR 成熟度評価方法における評価項目

評価項目	
必要な DR を抜けなく行う	1. 誤りがないことが分かっている設計を使う(既存の設計を再利用する)ことで、DR が必要な設計の量を少なくする
	2. 設計のインプットになっている情報に誤りがないことを、設計を行う前に確認しておく
	3. 自動的に検出できる誤りはソフトウェア等を開発し、自動的に検出しておく
	4. メンバーに資料を事前に配付し検討してもらうなど、全員で行う必要のないことは会合の前または後に行う
	5. チェックリストなどを活用することで、必要な DR や指摘事項のフォローが抜けるのを防ぐ
DR における設計誤りの発見率を高める	6. 新規点・変更点など、設計誤りが多く発生すると予測される設計に対して DR を集中して行う
	7. 顧客や後工程に与える影響が大きい設計は入念な DR を行う
	8. 理解しやすいシンプルな設計にする
	9. 試作品を用意する、3D-CAD を使用するなどにより、設計を可視化する
	10. 過去に起きた事故・トラブルを収集・一般化したリストを活用する
	11. FMEA 等を活用し、設計を適切な大きさに分割して過去に起きた事故・トラブルを系統的に当てはめる
	12. 行う DR の内容に適したレビュアーを選定し、最適なメンバーで DR を行う

3.3 DR 成熟度評価方法の評価尺度

3.2 節で決めた評価項目ごとに、どの程度成熟しているかを評価するための尺度を5段階で作成した[10]。作成した評価尺度の一例を表3.2に示す（他の評価項目についての評価尺度は巻末付録に示してある）。各評価尺度では、成熟の度合いを5段階に分けており、それぞれ以下に対応する内容になっている。

- (1) 評価項目に該当する工夫についての考え方がない。
- (2) 評価項目に該当する工夫についての考え方があり、一部実施されている。
- (3) 評価項目に該当する工夫に関して方針・目標・方法が明確に定められている。
- (4) 評価項目に該当する工夫について、上手く出来ていない部分を特定し、原因を追求している。
- (5) 原因追求とそれに基づく改善を通して、より効果的な方針・目標・方法が生み出されている。

評価する対象となる DR の現状を評価尺度と比較し、どの段階にあるかを判定する。段階1～段階5に対応して1点～5点を付ける（成熟度）。

表3.2 DR 成熟度評価方法の評価尺度（一例）

評価項目	成熟度				
	1	2	3	4	5
考え方がない。	考え方があり、一部実施され、部分的ではあるが成功体験を得ている。	考え方があり、その適用に関する方針・目標・方法が明確に定められている。しかし、その通り行われていないケースがある。適用したもののねらいとする成果が得られていない部分についての把握や原因追及が行われていない。	適用に関する方針・目標・方法が明確に定められており、その通り行われている。また、適用したもののねらいとする成果が得られていない部分についての把握や原因追及が始まっている。	適用したもののねらいとする成果が得られていない部分についての把握や原因追及が組織的に行われており、その結果に基づいて適用に関する方針・目標・方法の改善および実践のためのツールの開発がはかられている。結果として、その組織にあった効果的・効率的なやり方が生み出されている。	
誤りがないと分かっている設計を使う（既存の設計を再利用すること、DRが必要な設計の量を少なくする）	誤りがないと分かっている設計を使うという考えがない。あるいは使っているが、それと無関係にDRが行われている。	誤りがないと分かっている設計を使っており、当該設計部分についてはDRを省略するということがケースバイケースで行われており、部分的であるが成功例を得ている。	どのような部分について誤りがないと分かっている設計を使うか、当該部分のDRをどう省略するかについての方針・目標・方法が明確である。しかし、誤りがないと分かっている設計を容易に使用できるようにするためのシステムの開発ができていないなどの理由によりこれが守られていないケースが見られる。ねらいとする成果が得られていない部分についての把握や原因追及が行われていない。	どのような部分について誤りがないと分かっている設計を使うか、当該部分のDRをどう省略するかについての方針・目標・方法が明確であり、その通り行われている。また、ねらいとする成果が得られていない部分についての把握や原因追及が始まっている。	ねらいとする成果が得られていない部分についての把握や原因追及が組織的に行われており、その結果に基づいて、誤りがないと分かっている設計を使っている。さらに当該部分のDRを省略することに関する方針・目標・方法の改善および誤りがないと分かっている設計を、容易に使用できるようにするためのシステムの開発がはかられている。結果として、その組織にあった効果的・効率的なやり方が生み出されている。

3.4 DR 総合評価点の計算方法

表 3.1 に示した 12 評価項目が、設計誤りを発見するためにどの程度重要かは、製品の種類によって、設計の段階によって異なると考えられる。このため、各評価項目の重要さの度合いを 4 段階

- (1) 重要でない
- (2) やや重要
- (3) 重要
- (4) 極めて重要

で点数付けする（重要度）【6】。

その上で、この重要度と前節で求めた成熟度を用いて DR 総合評価点 Y を（3.1）式を用いて計算する。

<DR 成熟度を計算するための式>

$$Y = 20 \times \sum_{i=1}^N \frac{\text{評価項目 } i \text{ の重要度}}{\text{重要度の総和}} \times \text{評価項目 } i \text{ の成熟度} \quad \dots(3.1)$$

（3.1）式の係数「20」は DR 総合評価点が 100 点になるようにするためのものである。また、この計算式にそって DR 成熟度を簡単に求めるための計算シートを表 3.3 に示す。

表3.3 DR総合評価点の計算シート

成熟度評価結果の記入用紙				
評価項目		成熟度 a	重要度 b	a×b
必要なDRを抜けなく行う	1. 誤りがないことが分かっている設計を使う（既存の設計を再利用する）ことで、DRが必要な設計の量を少なくする			
	2. 設計のインプットになっている情報に誤りがないことを設計を行う前に確認しておく			
	3. 自動的に検出できる設計誤りはソフトウェア等を開発し、自動的に検出しておく			
	4. メンバーに資料を事前に配付し検討してもらうなど、全員で行う必要のないことは会合の前または後に行う			
	5. チェックリストなどを活用することで、必要なDRや指摘事項のフォローが抜けるのを防ぐ			
DRにおける設計誤りの発見率を高める	6. 新規点・変更点など、設計誤りが多く発生すると予測される設計に対してDRを集中して行う			
	7. 顧客や後工程に与える影響が大きい設計は入念なDRを行う			
	8. 理解しやすいシンプルな設計にする			
	9. 試作品を用意する、3D-CADを使用するなどにより、設計を可視化する			
	10. 過去に起きた事故・トラブルを収集・一般化したリストを活用する			
	11. FMEA等を活用し、設計を適切な大きさに分割して過去に起きた事故・トラブルを系統的に当てはめる			
	12. 行うDRの内容に適したレビュアーを選定し、最適なメンバーでDRを行う			
		合計		

<総合評価点の簡単な算出式>

$$\text{総合評価点} = 20 \times \frac{\text{a} \times \text{bの合計}}{\text{重要度の合計}}$$

総合評価点(100点満点)

--

3. DR 成熟度評価方法の適用

4.1 調査計画と実施

3章で提案した成熟度評価方法の適用性・有効性を調べるために、企業に対する郵送調査を行った。調査した項目は以下の通りである[11]。なお、使用した調査用紙を巻末付録に示しておく。

質問1 調査対象の組織と製品

質問2 基本設計 DR の成熟度評価結果

質問3 詳細設計 DR の成熟度評価結果

この内、質問1については、適用の対象として選んでもらった開発製品を20の選択肢から答えてもらった。また、質問2および質問3については、基本設計 DR と詳細設計 DR を実施しているかどうかを聞き、実施している場合には、3章で提案した DR 成熟度評価方法を適用してもらい、以下の5項目を答えてもらった。

- (1) DR 成熟度評価方法の適用結果
- (2) DR における設計誤りの見逃しの現状
- (3) (2) から見た (1) の評価結果の妥当性
- (4) 適用に要した工数
- (5) 評価者の違いによる評価結果のばらつき

ここで、(2)については、①当該の DR で発見すべき設計誤りのうち、発見できなかったもの(後工程で見つかったもの)の割合、②当該の DR で発見すべき設計誤りが、全体の設計誤りに占める割合を、それぞれ5段階の選択肢から選んでもらった。また、(3)については、DR 成熟度評価方法を用いた評価結果の妥当性を5段階の選択肢(1. 全く妥当でない～5. 妥当である)から選んでもらった。また、評価項目の中で妥当でないと考えた項目、追加したほうが良いと思った項目、その理由を記述してもらった。(4)については、DR の成熟度評価方法の適用に要するのに必要であった工数を5段階の選択肢(1. 1時間未満～5. 3日以上)から選んでもらった。また、特に多くの工数が必要であった項目、その理由を記述してもらった。(5)については、評価実施者の違いでどの程度ばらつきが出ると思うか5段階の選択肢(1. 誰が評価しても多くの項目がばらつく～5. 誰が評価してもばらつくことはない)から選んでもらった。また、特にばらつきが出そうだと思う項目、その理由を記述してもらった。なお、ここで言う基本設計とは企画段階の要件定義に基づいて製品の機構、製品を構成する部品やサブシステムの構成などを決めることであり、詳細設計とは製品を構成するすべての部品やサブシステムについてその詳細を図面、回路図などを用いて詳細に記述することである。

調査は、(社)日本品質管理学会の賛助館員会社の中でホームページから製品開発を行っていると思われる企業140社に依頼した。調査の実施に当たっては、品質管理推進責任者宛に郵送で調査用紙を送り、回答を郵送または E-mail にて返送してもらった。調査期間は

2010年11月20日～2010年12月31日である。結果として23社から回答を得た（回収率16.4%）。

回答企業23社の概要を図4.1に示す。この図から以下のことがわかった。

- (1) その他を含めて10種の業種から回答を得た。
- (2) 回答してもらった企業の業種は、機械、電気、運送機器を扱う企業が比較的多い。

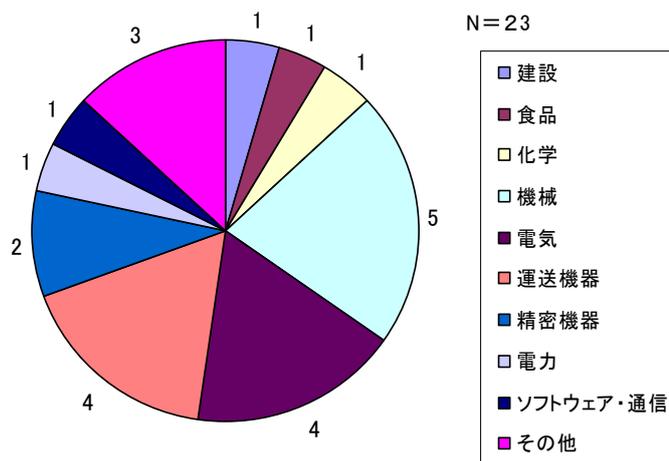


図4.1 回答企業の概要

4.2 回答企業におけるDRの実施状況

4.2.1 DRの実施の有無

調査企業のDRの実施の有無を図4.2～図4.3に示す。これらの図、表から以下のことがわかった。

- (1) 約80%の企業が基本設計DRを行っている。なお、基本設計DRを行っていないのは、機械（1社）、電気（3社）、食品（1社）である。
- (2) ほぼ全ての企業が詳細設計に対してDRを行っている。

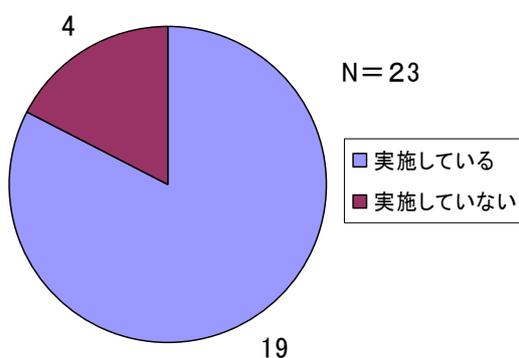


図4.2 基本設計DRの実施

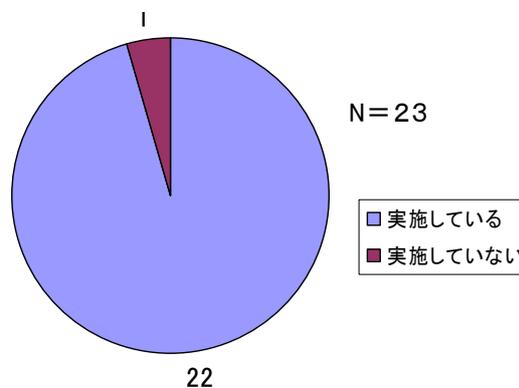


図4.3 詳細設計DRの実施

4. 2. 2 DRにおける設計誤りの見逃し率

DRで発見すべき設計誤りのうち、発見できなかったもの（後工程で見つかったもの）の割合を、**図4. 4**～**図4. 5**に示す。これらの図から以下のことがわかった。

- (1) 基本設計 DR および詳細設計 DR とともに約 80%の企業が設計誤りの見逃し率 20%未満で DR を行うことができている
- (2) 基本設計 DR と詳細設計 DR を比べると、基本設計 DR の方が、設計誤りの見逃し率が高い。

なお、基本設計 DR と詳細設計 DR で発見すべき設計誤りが、全体の設計誤りに占める割合を、**図4. 6**～**図4. 7**に示す。これらの図から、基本設計 DR および詳細設計 DR とともに、発見すべき設計誤りが全体の設計誤りの 20%以上である企業はそれぞれ約 1 / 3 であり、設計誤りを防止する上で重要な役割を果たしていると言える。

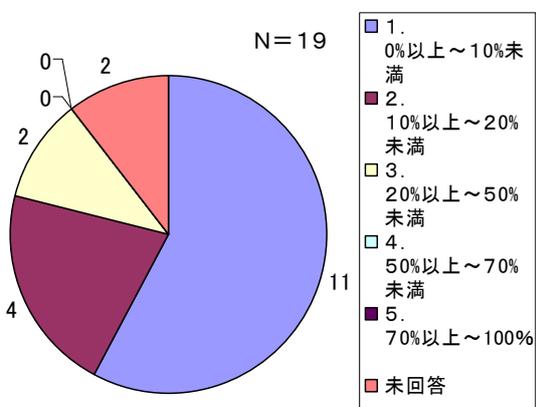


図4. 4 基本設計 DR における設計誤りの見逃し知る

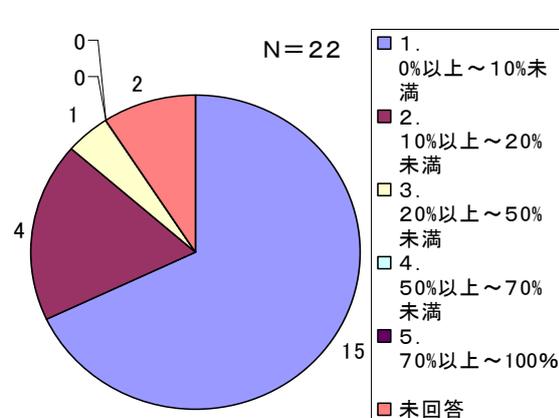


図4. 5 詳細設計 DR における設計誤りの見逃し率

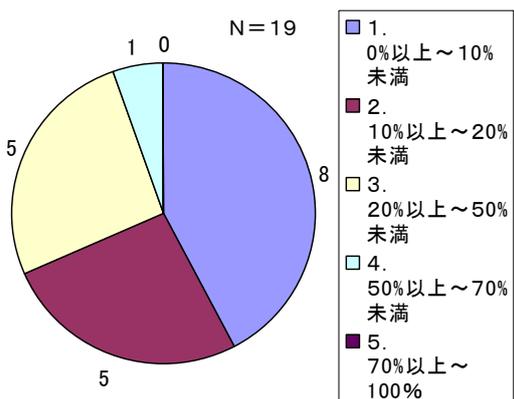


図4. 6 基本設計 DR で発見すべき設計誤りの全体の誤りに占める割合

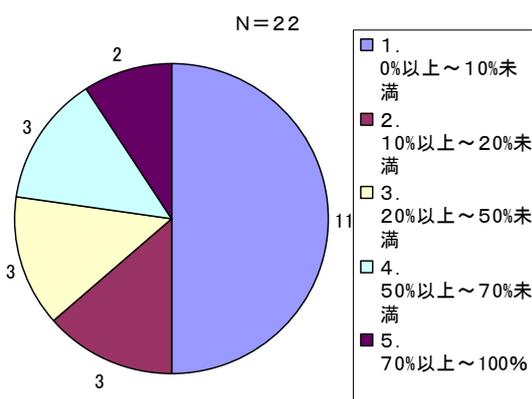


図4. 7 詳細設計 DR で発見すべき設計誤りが全体の誤りに占める割合

注) データの総数が回答企業数 23 に満たないものがあるのは、基本設計 DR、詳細設計 DR を実施していない企業があるためである。

4. 2. 3 DR 総合評価点の分布

DR 成熟度評価方法により得られた DR 総合評価点の、業種ごとの平均と標準偏差を表 4. 1 に示す。この表から以下のことがわかった。

- (1) 基本設計 DR および詳細設計 DR とともに全体の平均は約 75 点であり、平均的には設計誤りを効果的・効率的に見つけるための工夫がかなり進んでいる。
- (2) 基本設計 DR と詳細設計 DR を比較すると、平均には大きな差はない。
- (3) 基本設計 DR および詳細設計 DR とともに全体の標準偏差は 10 点以上あり、企業により、業種により設計誤りを効果的・効率的に見つけるための工夫の進み具合が異なっている。
- (4) 基本設計 DR より詳細設計 DR の方が、標準偏差が小さい。

表 4. 1 DR 総合評価点の平均と標準偏差

業種	基本設計 DR		詳細設計 DR	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差
建設	70.0	—	77.0	—
食品	—	—	61.0	—
化学	71.0	—	64.0	—
機械	78.9	16.33	83.0	15.24
電気	64.0	—	73.7	7.25
運送機器	70.2	17.37	67.9	15.80
精密機器	82.7	13.22	80.5	0.71
電力	89.2	—	89.2	—
ソフトウェア・通信	94.0	—	94.0	—
その他	65.8	11.38	79.4	14.82
全体	75.1	14.28	76.5	12.84

4. 2. 4 評価項目ごとの成熟度と重要度の分布

回答企業全体の評価項目ごとの成熟度の平均と標準偏差を表 4. 2 に示す。この表から以下のことがわかった。

- (1) 「2. 設計のインプットになっている情報に誤りがないことを、設計を行う前に確認しておく」を除けば、基本設計 DR と詳細設計 DR で大きな相違はない。
- (2) 「4. メンバーに資料を事前に配付し検討してもらうなど、全員で行う必要のないことは会合の前または後に行う」「5. チェックリストなどを活用することで、必要な DR や指摘事項のフォローが抜けるのを防ぐ」「6. 新規点・変更点など、設計誤りが多く発生すると予測される設計に対して DR を集中して行う」「10. 過去に起きた事故・トラブルを収集・一般化したリストを活用する」などは、基本設計 DR および詳細設計 DR とともに平均が高く、全体的に進んでいる。逆に全体的に遅れている評価項目は「8. 理解しやすいシンプルな設計にする」である。
- (3) 標準偏差はどの評価項目もおよそ 1 であり、進んでいる企業と遅れている企業がある。

表4. 2 回答企業全体の評価項目ごとの成熟度

評価項目	基本設計 DR		詳細設計 DR	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差
1. 誤りがないことが分かっている設計を使う(既存の設計を再利用する)ことで、DRが必要な設計の量を少なくする	3.7	0.81	4.1	0.88
2. 設計のインプットになっている情報に誤りがないことを設計を行う前に確認しておく	4.0	0.82	3.2	0.81
3. 自動的に検出できる設計誤りはソフトウェア等を開発し、自動的に検出しておく	2.9	1.29	3.2	1.31
4. メンバーに資料を事前に配付し検討してもらうなど、全員で行う必要のないことは会合の前または後に行う	4.0	0.78	3.9	0.89
5. チェックリストなどを活用することで、必要なDRや指摘事項のフォローが抜けるのを防ぐ	4.2	0.90	4.2	0.87
6. 新規点・変更点など、設計誤りが多く発生すると予測される設計に対して DR を集中して行う	4.0	1.03	4.1	0.92
7. 顧客や後工程に与える影響が大きい設計は入念な DR を行う	3.6	0.96	3.9	0.94
8. 理解しやすいシンプルな設計にする	3.1	1.10	3.2	0.96
9. 試作品を用意する、3D-CAD を使用するなどにより、設計を可視化する	3.6	1.07	4.1	1.05
10. 過去に起きた事故・トラブルを収集・一般化したリストを活用する	4.0	1.05	4.1	0.94
11. FMEA 等を活用し、設計を適切な大きさに分割して過去に起きた事故・トラブルを系統的に当てはめる	3.5	1.26	3.7	1.21
12. 行う DR の内容に適したレビュアーを選定し、最適なメンバーで DR を行う	3.5	0.96	3.6	0.91

また、回答企業全体の評価項目ごとの重要度の平均と標準偏差を表4. 3に示す。この表から以下のことがわかった。

- (1) 基本設計 DR と詳細設計 DR で大きな相違はない。
- (2) 「2. 設計のインプットになっている情報に誤りがないことを、設計を行う前に確認しておく」「6. 新規点・変更点など、設計誤りが多く発生すると予測される設計に対して DR を集中して行う」「10. 過去に起きた事故・トラブルを収集・一般化したリストを活用する」「12. 行う DR の内容に適したレビュアーを選定し、最適なメンバーで DR を行う」などは、基本設計 DR および詳細設計 DR とともに平均が高く、重要と考えられている。逆に相対的に重要度が低い評価項目は「3. 自動的に検出できる設計誤りはソフトウェア等を開発し、自動的に検出しておく」「8. 理解しやすいシンプルな設計にする」である。
- (3) 「2. 設計のインプットになっている情報に誤りがないことを設計を行う前に確認して

おく」「6. 新規点・変更点など、設計誤りが多く発生すると予測される設計に対して DR を集中して行う」「12. 行う DR の内容に適したレビュアーを選定し、最適なメンバーで DR を行う」などは標準偏差が小さく、重要であるという認識が共通しているのに対し、基「3. 自動的に検出できる設計誤りはソフトウェア等を開発し、自動的に検出しておく」「8. 理解しやすいシンプルな設計にする」などは標準偏差が大きく、重要であるという認識が企業によって異なっている。

表4. 3 回答企業全体の評価項目ごとの重要度

評価項目	基本設計 DR		詳細設計 DR	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差
1. 誤りがないことが分かっている設計を使う(既存の設計を再利用する)ことで、DR が必要な設計の量を少なくする	3.3	0.65	3.2	0.73
2. 設計のインプットになっている情報に誤りがないことを設計を行う前に確認しておく	3.7	0.48	3.6	0.49
3. 自動的に検出できる設計誤りはソフトウェア等を開発し、自動的に検出しておく	2.6	0.90	2.9	1.02
4. メンバーに資料を事前に配付し検討してもらうなど、全員で行う必要のないことは会合の前または後に行う	3.3	0.67	3.5	0.67
5. チェックリストなどを活用することで、必要なDRや指摘事項のフォローが抜けるのを防ぐ	3.5	0.70	3.6	0.73
6. 新規点・変更点など、設計誤りが多く発生すると予測される設計に対して DR を集中して行う	3.8	0.42	3.9	0.35
7. 顧客や後工程に与える影響が大きい設計は入念な DR を行う	3.4	0.76	3.6	0.60
8. 理解しやすいシンプルな設計にする	2.8	1.07	3.0	1.00
9. 試作品を用意する、3D-CAD を使用するなどにより、設計を可視化する	3.2	0.71	3.5	0.86
10. 過去に起きた事故・トラブルを収集・一般化したリストを活用する	3.7	0.58	3.6	0.80
11. FMEA 等を活用し、設計を適切な大きさに分割して過去に起きた事故・トラブルを系統的に当てはめる	3.3	0.99	3.4	0.95
12. 行う DR の内容に適したレビュアーを選定し、最適なメンバーで DR を行う	3.8	0.42	3.8	0.43

4.2.5 成熟度と重要度の業種別の相違

複数の企業から回答を得ることができた業種（機械、電気、運送機器、精密機器）について評価項目ごとの成熟度と重要度の平均と標準偏差を求めた。結果を表4.4～表4.7に示す。これらの表から以下のことがわかった。

- (1) 基本設計 DR および詳細設計 DR とともに、「1. 誤りがないことが分かっている設計を使うことで、DR が必要な設計の量を少なくする」「3. 自動的に検出できる設計誤りはソフトウェア等を開発し、自動的に検出しておく」「4. メンバーに資料を事前に配付し検討してもらうなど、全員で行う必要のないことは会合の前または後に行う」「12. 行う DR の内容に適したレビュアーを選定し、最適なメンバーで DR を行う」で、精密機器が運送機器に比べて成熟度が高い。
- (2) 詳細設計 DR については、「2. 設計のインプットになっている情報に誤りがないことを、設計を行う前に確認しておく」「8. 理解しやすいシンプルな設計にする」「9. 試作品を用意する、3D-CAD を使用するなどにより、設計を可視化する」「10. 過去に起きた事故・トラブルを収集・一般化したリストを活用する」についても、精密機器が運送機器に比べて成熟度が高い。
- (3) 基本設計 DR については重要度の大きな差はない。ただし、精密機器では、運送機器に比べて「8. 理解しやすいシンプルな設計にする」が重要と考えられている。逆に、「11. FMEA 等を活用し、設計を適切な大きさに分割して過去に起きた事故・トラブルを系統的に当てはめる」については、運送機器で重要と考えられている。
- (4) 詳細設計 DR については、電気と精密機器の間で重要度に差が見られる。電気では、精密機器に比べて、「1. 誤りがないことが分かっている設計を使うことで、DR が必要な設計の量を少なくする」「3. 自動的に検出できる設計誤りはソフトウェア等を開発し、自動的に検出しておく」「5. チェックリストなどを活用することで、必要なDRや指摘事項のフォローが抜けるのを防ぐ」「8. 理解しやすいシンプルな設計にする」「9. 試作品を用意する、3D-CAD を使用するなどにより、設計を可視化する」が重要と考えられていない。

表4. 4 成熟度の業種による相違（基本設計DR）

評価項目	機械		運送機器		精密機器	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
1. 誤りがないことが分かっている設計を使う(既存の設計を再利用する)ことで、DRが必要な設計の量を少なくする	3.8	0.45	3.5	0.58	4.5	0.71
2. 設計のインプットになっている情報に誤りがないことを設計を行う前に確認しておく	4.0	1.00	3.5	0.58	4.0	0.00
3. 自動的に検出できる設計誤りはソフトウェア等を開発し、自動的に検出しておく	3.4	1.52	2.5	1.73	3.5	0.71
4. メンバーに資料を事前に配付し検討してもらうなど、全員で行う必要のないことは会合の前または後に行う	4.4	0.89	3.2	0.50	4.5	0.71
5. チェックリストなどを活用することで、必要なDRや指摘事項のフォローが抜けるのを防ぐ	4.4	0.89	3.8	1.26	4.5	0.71
6. 新規点・変更点など、設計誤りが多く発生すると予測される設計に対してDRを集中して行う	3.8	1.30	4.0	1.15	4.5	0.71
7. 顧客や後工程に与える影響が大きい設計は入念なDRを行う	3.8	1.30	3.2	0.50	4.0	1.41
8. 理解しやすいシンプルな設計にする	3.2	1.30	2.8	0.96	4.0	0.00
9. 試作品を用意する、3D-CADを使用するなどにより、設計を可視化する	4.2	0.84	3.8	1.26	4.0	1.41
10. 過去に起きた事故・トラブルを収集・一般化したリストを活用する	4.2	0.84	4.2	0.96	4.5	0.71
11. FMEA等を活用し、設計を適切な大きさに分割して過去に起きた事故・トラブルを系統的に当てはめる	3.8	1.10	3.8	1.50	3.5	0.71
12. 行うDRの内容に適したレビュアーを選定し、最適なメンバーでDRを行う	3.8	0.84	3.0	0.82	4.0	0.00

表4. 5 成熟度の業種による相違（詳細設計DR）

評価項目	機械		電気		運送機器		精密機器	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
1. 誤りがないことが分かっている設計を使う(既存の設計を再利用する)ことで、DRが必要な設計の量を少なくする	3.8	0.50	3.8	0.50	3.3	0.50	4.5	0.71
2. 設計のインプットになっている情報に誤りがないことを設計を行う前に確認しておく	4.3	0.96	4.3	0.50	3.5	0.58	4.5	0.71
3. 自動的に検出できる設計誤りはソフトウェア等を開発し、自動的に検出しておく	4.0	0.82	3.5	1.29	2.5	1.73	4.0	0.00
4. メンバーに資料を事前に配付し検討してもらうなど、全員で行う必要のないことは会合の前または後に行う	4.8	0.50	3.5	0.58	2.8	0.50	4.5	0.71
5. チェックリストなどを活用することで、必要なDRや指摘事項のフォローが抜けるのを防ぐ	4.5	1.00	3.8	0.96	3.8	1.26	4.5	0.71
6. 新規点・変更点など、設計誤りが多く発生すると予測される設計に対してDRを集中して行う	4.3	0.96	4.3	0.50	3.8	0.96	4.5	0.71
7. 顧客や後工程に与える影響が大きい設計は入念なDRを行う	4.3	0.96	4.0	0.82	3.3	0.50	4.0	1.41
8. 理解しやすいシンプルな設計にする	3.5	1.29	3.3	0.96	2.8	0.96	4.0	0.00
9. 試作品を用意する、3D-CADを使用するなどにより、設計を可視化する	4.5	0.58	3.5	1.73	4.0	0.82	5.0	0.00
10. 過去に起きた事故・トラブルを収集・一般化したリストを活用する	4.3	0.96	3.5	1.29	3.8	0.96	5.0	0.00
11. FMEA等を活用し、設計を適切な大きさに分割して過去に起きた事故・トラブルを系統的に当てはめる	4.0	1.15	3.8	0.50	3.8	1.50	3.5	0.71
12. 行うDRの内容に適したレビュアーを選定し、最適なメンバーでDRを行う	4.0	0.82	3.3	0.50	3.0	0.82	4.5	0.71

表4. 6 重要度の業種による相違（基本設計DR）

評価項目	機械		運送機器		精密機器	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
1. 誤りがないことが分かっている設計を使う(既存の設計を再利用する)ことで、DRが必要な設計の量を少なくする	3.4	0.55	3.5	0.58	4.0	0.00
2. 設計のインプットになっている情報に誤りがないことを設計を行う前に確認しておく	3.8	0.45	3.5	0.58	4.0	0.00
3. 自動的に検出できる設計誤りはソフトウェア等を開発し、自動的に検出しておく	2.8	1.30	2.8	0.50	3.0	1.41
4. メンバーに資料を事前に配付し検討してもらうなど、全員で行う必要のないことは会合の前または後に行う	3.2	0.84	3.3	0.96	3.5	0.71
5. チェックリストなどを活用することで、必要なDRや指摘事項のフォローが抜けるのを防ぐ	3.8	0.45	3.5	0.58	3.0	1.41
6. 新規点・変更点など、設計誤りが多く発生すると予測される設計に対してDRを集中して行う	3.8	0.45	4.0	0.00	4.0	0.00
7. 顧客や後工程に与える影響が大きい設計は入念なDRを行う	3.2	0.84	3.5	0.58	4.0	0.00
8. 理解しやすいシンプルな設計にする	3.0	1.00	2.8	0.50	4.0	0.00
9. 試作品を用意する、3D-CADを使用するなどにより、設計を可視化する	3.4	0.55	3.8	0.50	3.5	0.71
10. 過去に起きた事故・トラブルを収集・一般化したリストを活用する	4.0	0.00	4.0	0.00	4.0	0.00
11. FMEA等を活用し、設計を適切な大きさに分割して過去に起きた事故・トラブルを系統的に当てはめる	3.8	0.45	4.0	0.00	3.0	1.41
12. 行うDRの内容に適したレビュアーを選定し、最適なメンバーでDRを行う	3.8	0.45	3.8	0.50	4.0	0.00

表4. 7 重要度の業種による相違（詳細設計DR）

評価項目	機械		電気		運送機器		精密機器	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
1. 誤りがないことが分かっている設計を使う（既存の設計を再利用する）ことで、DRが必要な設計の量を少なくする	3.8	0.50	2.3	0.50	3.3	0.50	4.0	0.00
2. 設計のインプットになっている情報に誤りがないことを設計を行う前に確認しておく	3.8	0.50	3.5	0.58	3.5	0.58	4.0	0.00
3. 自動的に検出できる設計誤りはソフトウェア等を開発し、自動的に検出しておく	3.8	0.50	2.5	1.29	2.8	0.50	3.5	0.71
4. メンバーに資料を事前に配付し検討してもらうなど、全員で行う必要のないことは会合の前または後に行う	3.3	0.96	3.3	0.50	3.3	0.96	4.0	0.00
5. チェックリストなどを活用することで、必要なDRや指摘事項のフォローが抜けるのを防ぐ	3.5	0.58	3.0	1.41	3.5	0.58	4.0	0.00
6. 新規点・変更点など、設計誤りが多く発生すると予測される設計に対してDRを集中して行う	4.0	0.00	4.0	0.00	4.0	0.00	4.0	0.00
7. 顧客や後工程に与える影響が大きい設計は入念なDRを行う	3.8	0.50	3.5	1.00	3.5	0.58	4.0	0.00
8. 理解しやすいシンプルな設計にする	3.8	0.50	2.0	0.82	2.8	0.50	4.0	0.00
9. 試作品を用意する、3D-CADを使用するなどにより、設計を可視化する	3.8	0.50	2.5	1.29	3.8	0.50	4.0	0.00
10. 過去に起きた事故・トラブルを収集・一般化したリストを活用する	4.0	0.00	3.0	1.41	3.8	0.50	3.5	0.71
11. FMEA等を活用し、設計を適切な大きさに分割して過去に起きた事故・トラブルを系統的に当てはめる	3.8	0.50	2.8	1.26	4.0	0.00	3.5	0.71
12. 行うDRの内容に適したレビューアーを選定し、最適なメンバーでDRを行う	4.0	0.00	3.8	0.50	3.8	0.50	4.0	0.00

4. DR 成熟度評価方法の適用性・有効性の検証

5.1 適用に要した工数

成熟度評価方法を適用するのにどの程度の工数が必要であったかについての回答結果を図5.1～図5.2に示す。これらの図から以下のことがわかった。

- (1) 基本設計 DR と詳細設計 DR で大きな差はない。
- (2) 基本設計 DR および詳細設計 DR とともに、評価に3日以上かかったという回答は無く、両者とも約90%が1日未満で評価できている。

なお、成熟度の評価をする際に特に多くの工数が必要であった評価項目については、ばらばらであり、特定の項目に集中する傾向は見られなかった。

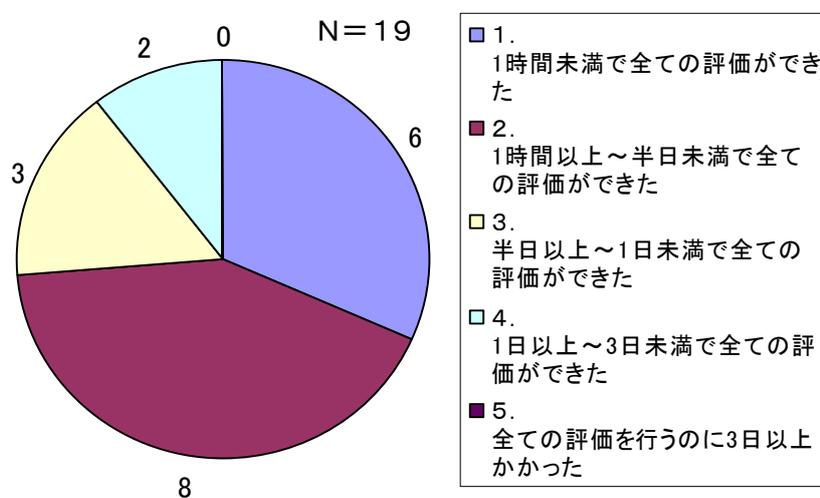


図5.1 成熟度評価方法の適用に要した工数 (基本設計 DR)

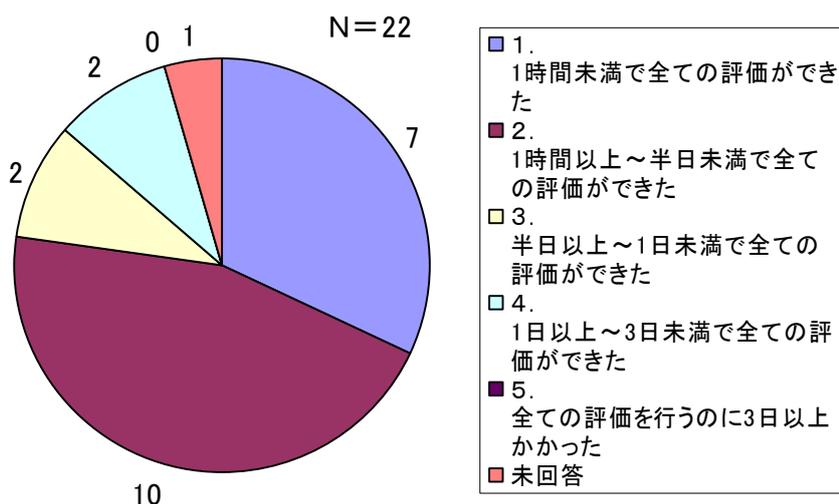


図5.2 成熟度評価方法の適用に要した工数 (詳細設計 DR)

注) データの総数が回答企業数23に満たないものがあるのは、基本設計 DR、詳細設計 DR を実施していない企業があるためである。

5.2 評価者の違いによる評価結果のばらつき

成熟度評価方法を用いて成熟度の評価を行う際の、評価者の違いによる評価結果にばらつきについての回答結果を図5.3～図5.4に示す。これらの図から以下のことがわかった。

- (1) 基本設計 DR と詳細設計 DR では大きな差はない。
- (2) 「誰が評価してもばらつくことはないと思う」「知識・経験の豊富な評価者が評価すれば、ばらつくことはないと思う」を合わせると約45%であり、かなりの企業が適切な人が行えば、大きなばらつきは生じないと考えている。
- (3) 「誰が評価してもいくつかの項目がばらつくと思う」は約30%あり、いくつかの項目についてはばらつきが生じる可能性がある。

なお、評価者の違いによって特にばらつきが出そうだと思う評価項目としては、「1. 誤りがないことが分かっている設計を使うことで、DRが必要な設計の量を少なくする」や「8. 理解しやすいシンプルな設計にする」などがあがった。したがって、これらの項目の評価に当たっては、十分な配慮を払うことが必要と考えられる。

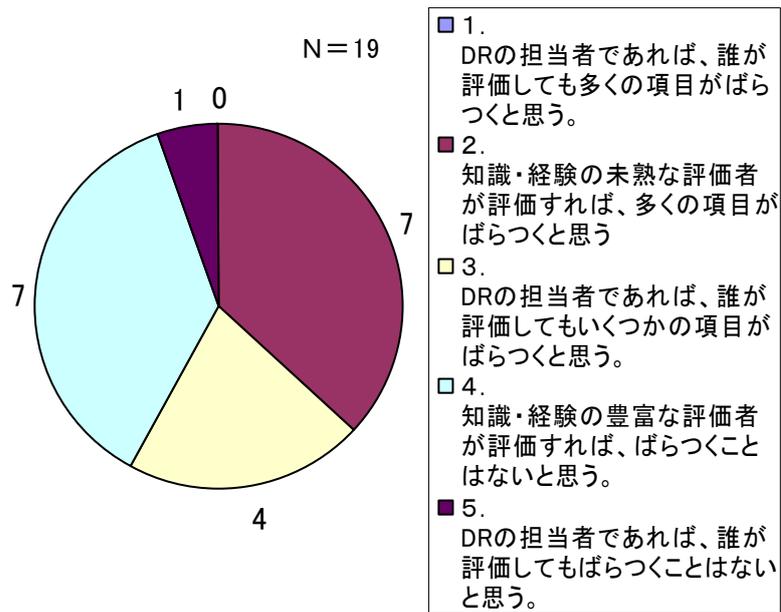


図5. 3 評価者の違いによる評価結果のばらつき（基本設計 DR）

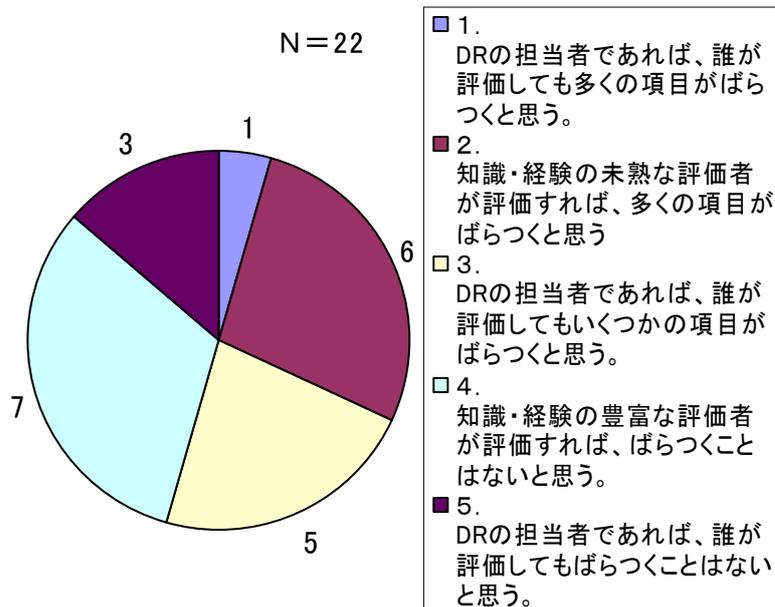


図5. 4 評価者の違いによる評価結果のばらき（詳細設計 DR）

注) データの総数が回答企業数23に満たないものがあるのは、基本設計 DR、詳細設計 DR を実施していない企業があるためである。

5.3 成熟度評価結果の識別性

成熟度評価方法を用いることで企業のDR成熟度の違いを識別できるかを検証するために、DR 総合評価点のヒストグラムを作成した。結果を図5.5～図5.6に示す。これらの図から以下のことがわかった。

- (1) 基本設計DRと詳細設計DR で大きな差はない。
- (2) 50点以下はないが、50点から100点の間に分布しており、DR 総合評価点を用いることで設計誤りを効果的・効率的に見つけるための工夫の進み具合を識別できると考えられる。
- (3) 大きく二つの山に分かれており、工夫が進んでいる企業（総合点が80点以上）とそうでない企業（総合点が80点未満）がある。

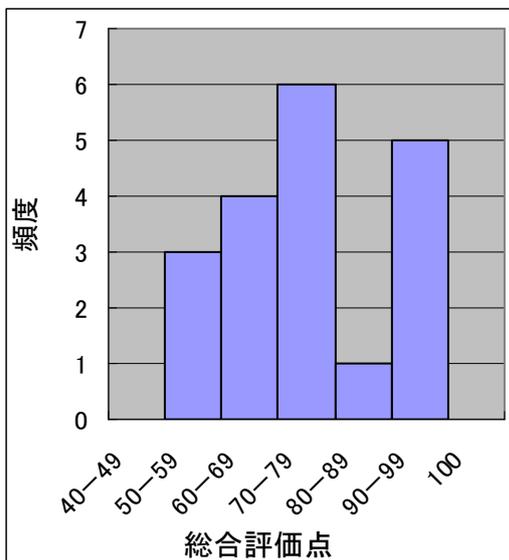


図5.5 基本設計DRの総合評価点

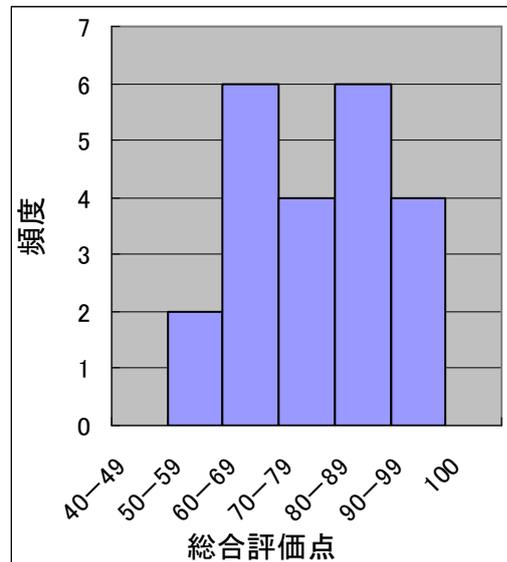


図5.6 詳細設計DRの総合評価点

5.4 成熟度評価結果の妥当性

5.4.1 設計誤りの見逃し率から見た成熟度評価結果の妥当性

成熟度評価方法を用いた成熟度の評価結果と、当該DRで発見すべき設計誤りの見逃し率の現状とを比較し、成熟度の評価結果が妥当であると思うかについての回答結果を図5.7～図5.8に示す。これらの図から以下のことがわかった。

- (1) 基本設計DRと詳細設計DRで大きな差はない。
- (2) 「全く妥当でない」と答えている回答は無く、約90%が「妥当である」～「ある程度妥当」と回答している。

なお、成熟度評価方法の評価項目の中で、内容が当該DRを評価する上で妥当でないと思うものとしては、「3.自動的に検出できる設計誤りはソフトウェア等を開発し、自動的に検出しておく」や「8.理解しやすいシンプルな設計にする」などの回答があった。また、追加したほうが良い評価項目としては、「リスク管理」や「前工程や規則とのずれの確認」などの回答があった。

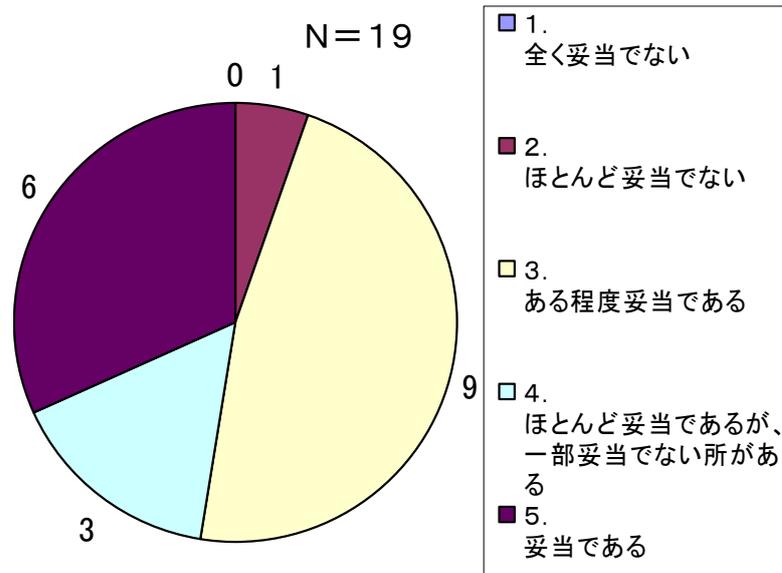


図5. 7 評価結果の妥当性 (基本設計 DR)

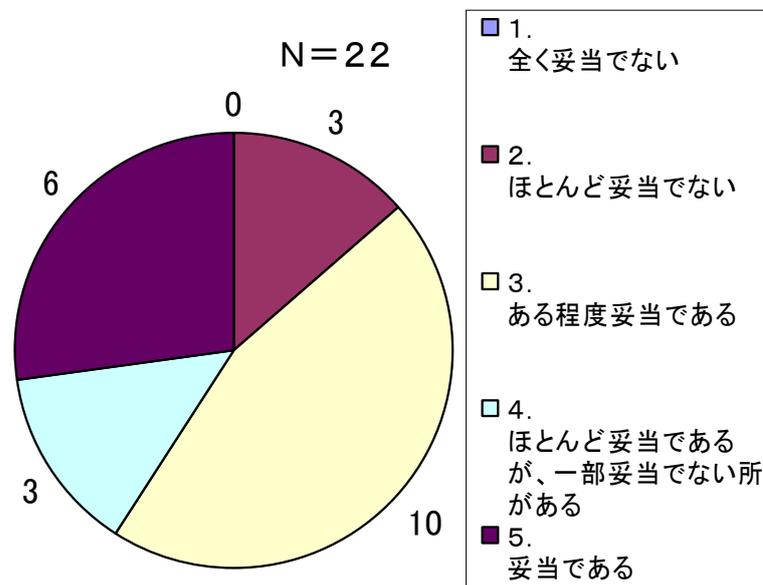


図5. 8 評価結果の妥当性 (詳細設計 DR)

注) データの総数が回答企業数23に満たないものがあるのは、基本設計 DR、詳細設計 DR を実施していない企業があるためである。

5.4.2 成熟度評価結果と設計誤りの見逃し率の関係

「妥当である」～「ある程度妥当である」と回答した企業に絞って、DRにおける設計誤りの見逃し率（5段階）を目的変数（Y）、12項目の成熟度を説明変数（X）とする重回帰分析を行った。なお、見逃し率については、見逃し率が低い方が、点数が高くなるように変換した。

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \cdots + \beta_p X_p \quad \dots(5.1)$$

解析は基本設計DRと詳細設計DRのそれぞれについて行った。結果を表5.1～表5.2に示す。これらの表より以下のことがわかった。

- (1) 基本設計DRについては、重相関係数が0.89となり、成熟度を用いて設計誤りの見逃し率をうまく説明できている。詳細設計についても、重相関係数が0.49とやや低いものの、成熟度を用いて設計誤りの見逃し率をうまく説明できている。
- (2) 基本設計DRについては、「2. 設計のインプットになっている情報に誤りが無いことを設計を行う前に確認しておく」「3. 自動的に検出できる設計誤りはソフトウェア等を開発し、自動的に検出しておく」の成熟度が高いほど、見逃し率が低い。「4. メンバーに資料を事前に配付し検討してもらうなど、全員で行う必要のないことは会合の前または後に行う」「5. チェックリストなどを活用することで、必要なDRや指摘事項のフォローが抜けるのを防ぐ」「6. 新規点・変更点など、設計誤りが多く発生すると予測される設計に対してDRを集中して行う」「11. FMEA等を活用し、設計を適切な大きさに分割して過去に起きた事故・トラブルを系統的に当てはめる」については、係数が負となっている。これは、他の成熟度との相関が高いためである（2と4と5、3と6と11の相関が高い）。他の成熟度が低いまま、これらの成熟度だけをあげても効果がないことを示していると解釈するのがよい。
- (3) 詳細設計DRについては、「10. 過去に起きた事故・トラブルを収集・一般化したリストを活用する」の成熟度が高いほど、見逃し率が低い。

表5. 1 成熟度評価結果と設計誤りの見逃し率の関係(基本設計 DR)

回帰統計	
重相関係数	0.893
重決定 R2	0.797
補正 R2	0.661
標準誤差	0.425
観測数	16

分散分析					
	自由度	変動	分散	観測された分散比	有意 F
回帰	6	6.373	1.062	5.876	0.010 **
残差	9	1.627	0.181		
合計	15	8			

有効な評価項目					
	係数	標準誤差	t値	下限 95%	上限 95%
切片	7.608	0.894	8.508	5.585	9.631
2. 設計のインプットになっている情報に誤りがないことを設計を行う前に確認しておく	0.920	0.199	4.615	0.469	1.372
3. 自動的に検出できる設計誤りはソフトウェア等を開発し、自動的に検出しておく	0.762	0.178	4.277	0.359	1.165
4. メンバーに資料を事前に配付し検討してもらうなど、全員で行う必要のないことは会合の前または後に行う	-0.639	0.191	-3.344	-1.072	-0.207
5. チェックリストなどを活用することで、必要なDRや指摘事項のフォローが抜けるのを防ぐ	-0.626	0.216	-2.894	-1.116	-0.137
6. 新規点・変更点など、設計誤りが多く発生すると予測される設計に対してDRを集中して行う	-0.754	0.206	-3.667	-1.219	-0.289
11. FMEA等を活用し、設計を適切な大きさに分割して過去に起きた事故・トラブルを系統的に当てはめる	-0.271	0.112	-2.411	-0.526	-0.017

表 5. 2 成熟度評価結果と設計誤りの見逃し率の関係(詳細設計 DR)

回帰統計	
重相関係数	0.489
重決定 R2	0.239
補正 R2	0.188
標準誤差	0.546
観測数	17

分散分析

	自由度	変動	分散	観測された分散	有意 F
回帰	1	1.405	1.405	4.706	0.047 *
残差	15	4.478	0.299		
合計	16	5.882			

有効な評価項目

	係数	標準誤差	t 値	下限 95%	上限 95%
切片	3.418	0.582	5.874	2.178	4.658
10. 過去に起きた事故・トラブルを収集・一般化したリストを活用する	0.299	0.138	2.169	0.005	0.592

5.5 適用性・有効性の検証のまとめ

DR 成熟度評価方法の適用性・有効性の検証のまとめを表5.3に示す。

- (1) 評価にかかる工数については、図5.1、図5.2から、基本設計 DR および詳細設計 DR ともに「評価に3日以上かかった」との回答は無く、「1日未満で評価できる」の割合が90%という回答を得た。比較的短時間で評価を行うことができると考えられる。
- (2) 評価者の違いによる評価のばらつきについては、図5.3、図5.4から「誰が評価してもばらつくことはないと思う」～「知識・経験の豊富な評価者が評価すれば、ばらつくことはないと思う」の割合が基本設計の DR に関しては約42%、詳細設計の DR に関しては約45%という回答を得た。経験豊富な評価者が評価するとともに、ばらつきが生じやすいいくつかの評価項目について事前のすり合わせを十分行うなどの配慮を行うことによって評価が可能と考えられる。
- (3) 成熟度評価結果の識別性については、図5.5、図5.6から十分あると考えられる。
- (4) 成熟度評価結果の妥当性については、図5.7、図5.8から、基本設計 DR および詳細設計 DR ともに「全く妥当でない」との回答は無く、「妥当である」～「ある程度妥当である」の割合が約90%という回答を得た。また、成熟度と設計誤りの見逃し率の間にはよい相関関係がある。業種によっては工夫が必要と考えられるが、評価結果に基づいて成熟度を向上させることによって設計誤りの見逃し率が減少することが期待できる。

表5.3 DR 成熟度評価方法の適用性・有効性のまとめ

		基本設計 DR	詳細設計 DR
適用性	工数	◎	◎
	ばらつき	○	○
有効性	識別度	◎	◎
	妥当性	○	○

(注) ◎…きわめて適用性・有効性がある

○…適用対象や適用方法に配慮すれば適用性・有効性がある

△…部分的に適用性・有効性がある

×…適用性・有効性がない

5. 結論と今後の課題

本研究では、DR を“過去の経験を用いて設計の誤りを効果的・効率的に見つけるための活動”としてモデル化した上で、DR の成熟度評価を行う方法を提案した。さらに、この方法を様々な分野の DR に適用することで成熟度評価方法の適用性と有効性を検証することを試みた。

結果として、3章で提案した DR 成熟度評価方法を用いることで、DR における設計誤りを効果的・効率的に見つける工夫の進み度合いを評価すること、評価結果に基づいて成熟度を向上させることによって設計誤りの見逃し率が減少することが期待できることなどがわかった。

今後の課題としては、より多くの企業の DR に対して適用を行い、得られた結果の有効性を確認すること、企業の業種の違いや事業規模の違いによって評価結果がどのように変化するかを明らかにすることなどが残されている。

参考文献

- [1] 独立行政法人製品評価技術基盤機構：「製品安全・事故情報」、<http://www.jiko.nite.go.jp/>
- [2] 本田陽広：“設計起因の品質問題を予防する道具の開発と活用”、「クオリティマネジメント」、61 巻 6 号、2010.
- [3] 中條武志：“未然防止の考え方と DR の効果的な進め方”、「標準化と品質管理」、61 巻 3 号、2010.
- [4] 小野寺勝重：「実践デザインレビュー手法」、日科技連出版社 2002.
- [5] 狩野紀昭ほか：“設計トラブルの低減を目的とした T 型マトリックスの活用”、「品質管理」、33, 臨時増刊号, 1982.
- [6] 永松陽明ほか、“プロセスの弱点顕在化と質の充実による事故撲滅”、「日本品質管理学会第 39 回年次大会要旨集」、2009.
- [7] 菅野文友・額田啓三・山田雄愛：「日本的デザインレビューの実際」、日科技連出版社、1993.
- [8] 市田 嵩：「デザインレビュー事例集」、日科技連出版社 1989.
- [9] 梶原誠：“製品開発における未然防止活動”、「日本品質管理学会第 89 回研究発表会要旨集」、2009.
- [10] 荻野誠哉・名取剛・中條武志：“マネジメントシステムの評価・診断法に関する考察”、「品質」、30 巻 3 号、2000.
- [11] 桑名翔・中條武志：“人の不適切な行動を防止するための管理活動の評価方法”、「品質」、40 巻 2 号、2011.

謝 辞

本研究を進めるにあたり、大変お忙しい中にもかかわらず、DR 成熟度評価方法の適用に協力して下さった企業の品質管理推進責任者の方々に対して深く感謝致します。

付 録

1. DR成熟度評価方法
2. DR成熟度評価方法に関する調査

DR成熟度評価方法

本評価方法は、デザインレビュー（以下、DR と略す）を“過去の経験を用いて設計の誤りを効果的・効率的に見つけるための活動”としてモデル化した上で、このモデルに基づいてDRの成熟度評価を行えるようにしたものです。様々な製品のDRに対して、基本設計DRや詳細設計DRなどの様々なステップのDRに対して適用できるように作ってあります。

DRの成熟度を次の12項目に分け、各5段階で評価します。また、各項目が基本設計のDRにおいて設計誤りを発見するためにどの程度重要と考えられるかについて4段階（1. 重要でない～4. 極めて重要）で評価します。得られた成熟度と重要度から総合評価点を算出します。総合評価点は以下の式を基にして100点満点で算出します。

$$\text{総合評価点} = 20 \times \sum_{i=1}^{12} \frac{\text{項目 } i \text{ の重要度}}{\text{重要度の総和}} \times \text{項目 } i \text{ の成熟度}$$

14 ページの評価結果の記入用紙には上式を簡単にした算出式を示してあります。総合評価点を実際に算出する際はそちらの式を用いて算出してください。

評価項目	
必要なDRを抜けなく行う	1. 誤りがないことが分かっている設計を使う（既存の設計を再利用する）ことで、DRが必要な設計の量を少なくする
	2. 設計のインプットになっている情報に誤りがないことを設計を行う前に確認しておく
	3. 自動的に検出できる誤りはソフトウェア等を開発し、自動的に検出しておく
	4. メンバーに資料を事前に配付し検討してもらうなど、全員で行う必要のないことは会合の前または後に行う
	5. チェックリストなどを活用することで、必要なDRや指摘事項のフォローが抜けるのを防ぐ
DRにおける設計誤りの発見率を高める	6. 新規点・変更点など、設計誤りが多く発生すると予測される設計に対してDRを集中して行う
	7. 顧客や後工程に与える影響が大きい設計は入念なDRを行う
	8. 理解しやすいシンプルな設計にする
	9. 試作品を用意する、3D-CADを使用するなどにより、設計を可視化する
	10. 過去に起きた事故・トラブルを収集・一般化したリストを活用する
	11. FMEA等を活用し、設計を適切な大きさに分割して過去に起きた事故・トラブルを系統的に当てはめる
	12. 行うDRの内容に適したレビュアーを選定し、最適なメンバーでDRを行う

評価項目 1

誤りがないと分かっている設計を使う（既存の設計を再利用する）ことで、DR が必要な設計の量を少なくする。

問 1 上記の項目について、当該の DR の現状として最も当てはまるものはどれですか。

1	誤りがないと分かっている設計を使うという考えがない。あるいは使っているが、それと無関係に DR が行われている。
2	誤りがないと分かっている設計を使っており、当該の設計部分については DR を省略するということがケースバイケースで行われており、部分的であるが成功例を得ている。
3	どのような部分について誤りがないと分かっている設計を使うか、当該部分の DR をどう省略するかについての方針・目標・方法が明確である。しかし、誤りがないと分かっている設計を容易に使用できるようにするためのシステムの開発ができていないなどの理由によりこれが守られていないケースが見られる。ねらいとする成果が得られていない部分についての把握や原因追及が行われていない。
4	どのような部分について誤りがないと分かっている設計を使うか、当該部分の DR をどう省略するかについての方針・目標・方法が明確であり、その通り行われている。また、ねらいとする成果が得られていない部分についての把握や原因追及が始まっている。
5	ねらいとする成果が得られていない部分についての把握や原因追及が組織的に行われており、その結果に基づいて、誤りがないと分かっている設計を使っている。さらに当該部分の DR を省略することに関する方針・目標・方法の改善および誤りがないと分かっている設計を、容易に使用できるようにするためのシステムの開発がはかられている。結果として、その組織にあった効果的・効率的なやり方が生み出されている。

成熟度

問 2 上記の項目は、当該の DR において設計誤りを発見するためにどの程度重要ですか。

1. 重要でない 2. やや重要 3. 重要 4. 極めて重要

重要度

評価項目 2

設計のインプットになっている情報に誤りがないことを設計を行う前に確認しておく

問 1 上記の項目について、当該の DR の現状として最も当てはまるものはどれですか。

1	設計のインプットになっている情報に誤りがないことを、DR 中の活動に限らず、設計を行う前に確認しておくという考え方がなく、設計に誤りがないことは当該の設計が終わってからの DR でまとめて行っている。
2	設計のインプットになっている情報に誤りがないことを、DR 中の活動に限らず、設計を行う前に確認することがケースバイケースで行われており、部分的であるが成功例を得ている。
3	設計のインプットになっている情報に誤りがないことを、DR 中の活動に限らず、設計を行う前にどう確認するかについての方針・目標・方法が明確である。しかし、設計へのインプットに誤りがないかを確認する効果的な方法が開発できていないなどの理由によりこれが守られていないケースが見られる。ねらいとする成果が得られていない部分についての把握や原因追及が行われていない。
4	設計のインプットになっている情報に間違いがないことを、設計を行う前にどう確認するかについての方針・目標・方法が明確であり、その通り行われている。また、ねらいとする成果が得られていない部分についての把握や原因追及が始まっている。
5	ねらいとする成果が得られていない部分についての把握や原因追及が組織的に行われている。そして、その結果に基づいて、設計のインプットになっている情報に誤りがないことを、DR 中の活動に限らず、設計を行う前に確認することに関する方針・目標・方法の改善および設計へのインプットを確認するための効果的な方法の開発がはかられている。結果として、その組織にあった効果的・効率的なやり方が生み出されている。

成熟度

問 2 上記の項目は、当該の DR において設計誤りを発見するためにどの程度重要ですか。

1. 重要でない 2. やや重要 3. 重要 4. 極めて重要

重要度

評価項目 3

自動的に検出できる設計誤りはソフトウェア等を開発し、自動的に検出しておく。

問 1 上記の項目について当該の DR の現状として最も当てはまるものはどれですか。

1	自動的に検出できる設計誤りをソフトウェア等を用いて自動的に検出しておくという考え方がなく、人が確認しにくい誤りの検出を DR の中で行っている。
2	自動的に検出できる設計誤りをソフトウェア等を用いて自動的に検出することがケースバイケースで行われており、部分的であるが成功例を得ている。
3	どのような設計誤りをソフトウェア等で自動的に検出するのか、どのような部分を人が確認するのかについての方針・目標・方法が明確である。しかし、効果的なソフトウェアが開発できていないなどの理由によりこれが守られていないケースが見られる。ねらいとする成果が得られていない部分についての把握や原因追及が行われていない。
4	どのような設計誤りをソフトウェア等で自動的に検出するのか、どのような部分を人が確認するのかについての方針・目標・方法が明確であり、その通り行われている。また、ねらいとする成果が得られていない部分についての把握や原因追及が始まっている。
5	ねらいとする成果が得られていない部分についての把握や原因追及が組織的に行われている。そして、その結果に基づいて、設計誤りのソフトウェア等による自動的な検出に関する方針・目標・方法の改善および効果的なソフトウェアの開発がはかられている。結果として、その組織にあった効果的・効率的なやり方が生み出されている。

成熟度

問 2 上記の項目は、当該の DR における設計誤りを発見するためにどの程度重要ですか。

1. 重要でない 2. やや重要 3. 重要 4. 極めて重要

重要度

評価項目 4

メンバーに資料を事前に配付し検討してもらうなど、全員で行う必要のないことは会合の前または後に行う。

問1 上記の項目について、当該の DR の現状として最も当てはまるものはどれですか。

1	メンバーに資料を事前に配付し検討してもらうなど、全員で行う必要のないことは会合の前または後に行うという考えがなく、DR の時間を無駄に使っている。
2	全員で行う必要のないことは会合の前または後に行うことがケースバイケースで行われており、部分的であるが成功例を得ている。
3	どのようなことを DR の前そして後に行い、どのようなことを DR で行うのかについての方針・目標・方法が明確である。しかし、設計者が資料を事前に用意できないまたは、用意が DR 開催の間際であるなどの理由により、これが守られていないケースが見られる。ねらいとする成果が得られていない部分についての把握や原因追及が行われていない。
4	どのようなことを DR の前そして後に行い、どのようなことを DR で行うのかについての方針・目標・方法が明確であり、その通り行われている。また、ねらいとする成果が得られていない部分についての把握や原因追及が始まっている。
5	ねらいとする成果が得られていない部分についての把握や原因追及が組織的に行われている。そして、その結果に基づいて、DR の前後に行うこと、DR の中で行うことに関する方針・目標・方法の改善および効果的な事前検討資料の内容の検討がはかられている。結果として、その組織にあった効果的・効率的なやり方が生み出されている。

成熟度

問2 上記の項目は、当該の DR において設計誤りを発見するためにどの程度重要ですか。

1. 重要でない 2. やや重要 3. 重要 4. 極めて重要

重要度

評価項目 5

チェックリストなどを活用することで、必要な DR や指摘事項のフォローが抜けるのを防ぐ。

問 1 上記の項目について、当該の DR の現状として最も当てはまるものはどれですか。

1	チェックリストなどを活用することで、必要な DR や指摘事項のフォローが抜けるのを防ぐという考え方がなく、必要な DR や指摘事項のフォローが抜けることが多い。
2	チェックリストなどを活用することで、必要な DR や指摘事項のフォローが抜けるのを防ぐことがケースバイケースで行われており、部分的であるが成功例を得ている。
3	必要な DR や指摘事項のフォローが抜けるのを防ぐためにチェックリストをどのように活用するのかについての方針・目標・方法が明確である。しかし、効果的なチェックリストの開発ができていないなどの理由によりこれが守られていないケースが見られる。ねらいとする成果が得られていない部分についての把握や原因追及が行われていない。
4	必要な DR や指摘事項のフォローが抜けるのを防ぐためにチェックリストをどのように活用するのかについての方針・目標・方法が明確であり、その通り行われている。また、ねらいとする成果が得られていない部分についての把握や原因追及が始まっている。
5	ねらいとする成果が得られていない部分についての把握や原因追及が組織的に行われている。そして、その結果に基づいて、DR や指摘事項のフォローの抜けを防ぐためのチェックリストの活用に関する方針・目標・方法の改善および効果的なチェックリストの開発がはかられている。結果として、その組織にあった効果的・効率的なやり方が生み出されている。

成熟度

問 2 上記の項目は、当該の DR において設計誤りを発見するためにどの程度重要ですか。

1. 重要でない 2. やや重要 3. 重要 4. 極めて重要

重要度

評価項目 6

新規点・変更点など、設計誤りが多く発生すると予測される設計に対して DR を集中して行う。

問 1 上記の項目について、当該の DR の現状として最も当てはまるものはどれですか。

1	新規点・変更点など、設計誤りが多く発生すると予測される設計に対して DR を集中して行うという考え方がなく、どの設計に対しても同じ内容の DR を行っている。
2	新規点・変更点など、設計誤りが多く発生すると予測される設計に対して DR を集中して行うことがケースバイケースで行われており、部分的であるが成功例を得ている。
3	どのような部分に設計誤りが多く発生すると予測するのか、どの部分に DR を集中するのかについての方針・目標・方法が明確である。しかし、新規点・変更点を識別する効果的な方法が開発できていないなどの理由によりこれが守られていないケースが見られる。ねらいとする成果が得られていない部分についての把握や原因追及が行われていない。
4	どのような部分に設計誤りが多く発生すると予測するのか、どの部分に DR を集中するのかについての方針・目標・方法が明確であり、その通り行われている。また、ねらいとする成果が得られていない部分についての把握や原因追及が始まっている。
5	ねらいとする成果が得られていない部分についての把握や原因追及が組織的に行われている。そして、その結果に基づいて、新規点・変更点など、設計誤りが多く発生すると予測される設計に対して DR を集中して行うことに関する方針・目標・方法の改善および新規点・変更点を識別する効果的な方法の開発がはかられている。結果として、その組織にあった効果的・効率的なやり方が生み出されている。

成熟度

問 2 上記の項目は、当該の DR において設計誤りを発見するためにどの程度重要ですか。

1. 重要でない 2. やや重要 3. 重要 4. 極めて重要

重要度

評価項目 7

顧客や後工程に与える影響が大きい設計は入念な DR を行う。

問 1 上記の項目について、当該の DR の現状として最も当てはまるものはどれですか。

1	顧客や後工程に与える影響が大きい設計は入念な DR を行うという考え方がなく、どの設計に対しても同じ内容の DR を行っている。
2	顧客や後工程に与える影響が大きい設計は入念な DR を行うことがケースバイケースで行われており、部分的であるが成功例を得ている。
3	どのような部分が顧客や後工程に大きな影響を与えるのか、どの部分に対して入念な DR を行うかについての方針・目標・方法が明確である。しかし、影響の大きな部分を特定するための効果的な方法の開発ができていないなどの理由によりこれが守られていないケースが見られる。ねらいとする成果が得られていない部分についての把握や原因追及が行われていない。
4	どのような部分が顧客や後工程に大きな影響を与えるのか、どの部分に対して入念な DR を行うかについての方針・目標・方法が明確であり、その通り行われている。また、ねらいとする成果が得られていない部分についての把握や原因追及が始まっている。
5	ねらいとする成果が得られていない部分についての把握や原因追及が組織的に行われている。そして、その結果に基づいて、顧客や後工程に与える影響が大きい設計は入念な DR を行うことに関する方針・目標・方法の改善および影響の大きな部分を特定するための効果的な方法の開発がはかられている。結果として、その組織にあった効果的・効率的なやり方が生み出されている。

成熟度

問 2 上記の項目は、当該の DR において設計誤りを発見するためにどの程度重要ですか。

1. 重要でない 2. やや重要 3. 重要 4. 極めて重要

重要度

評価項目 8

理解しやすいシンプルな設計にする。

問1 上記の項目について、当該の DR の現状として最も当てはまるものはどれですか。

1	理解しやすいシンプルな設計にして設計誤りを発見しやすくするという考えがなく、複雑で理解しにくい設計が多い。
2	理解しやすいシンプルな設計にして設計誤りを発見しやすくすることがケースバイケースで行われており、部分的であるが成功例を得ている。
3	どのように設計をシンプル化して設計誤りを発見しやすくするかについての方針・目標・方法が明確である。しかし、これが守られていないケースが見られる。ねらいとする成果が得られていない部分についての把握や原因追及が行われていない。
4	どのように設計をシンプル化して設計誤りを発見しやすくするかについての方針・目標・方法が明確であり、その通り行われている。また、ねらいとする成果が得られていない部分についての把握や原因追及が始まっている。
5	ねらいとする成果が得られていない部分についての把握や原因追及が組織的に行われている。そして、その結果に基づいて、理解しやすいシンプルな設計にして設計誤りを発見しやすくすることに関する方針・目標・方法の改善がはかられている。結果として、その組織にあった効果的・効率的なやり方が生み出されている。

成熟度

問2 上記の項目は、当該の DR において設計誤りを発見するためにどの程度重要ですか。

1. 重要でない 2. やや重要 3. 重要 4. 極めて重要

重要度

評価項目 9

試作品を用意する、3D-CADを使用するなどにより、設計を可視化する。

問1 上記の項目について、当該のDRの現状として最も当てはまるものはどれですか。

1	試作品を用意する、3D-CADを使用するなどにより設計を可視化するという考え方がなく、図面等のみを用いてDRを行っている。
2	試作品を用意する、3D-CADを使用するなどにより設計を可視化することがケースバイケースで行われており、部分的であるが成功例を得ている。
3	設計に対してどのような可視化を行うかについての方針・目標・方法が明確である。しかし、効果的な可視化の方法が開発できていないなどの理由によりこれが守られていないケースが見られる。ねらいとする成果が得られていない部分についての把握や原因追及が行われていない。
4	設計に対してどのような可視化を行うかについての方針・目標・方法が明確であり、その通り行われている。また、ねらいとする成果が得られていない部分についての把握や原因追及が始まっている。
5	ねらいとする成果が得られていない部分についての把握や原因追及が組織的に行われている。そして、その結果に基づいて、設計を可視化することに関する方針・目標・方法の改善および効果的な可視化の方法の開発がはかられている。結果として、その組織にあった効果的・効率的なやり方が生み出されている。

成熟度

問2 上記の項目は、当該のDRにおいて設計誤りを発見するためにどの程度重要ですか。

1. 重要でない 2. やや重要 3. 重要 4. 極めて重要

重要度

評価項目 10

過去に起きた事故・トラブルを収集・一般化したリストを活用する。

問1 上記の項目について、当該の DR の現状として最も当てはまるものはどれですか。

1	過去に起きた事故・トラブルを収集・一般化したリストを活用するという考え方がなく、参加者の経験のみにたよって DR を行っている。
2	過去に起きた事故・トラブルを収集・一般化したリストを活用することがケースバイケースで行われており、部分的であるが成功例を得ている。
3	過去に起きた事故・トラブルをどのように収集・一般化して活用するかについての方針・目標・方法が明確である。しかし、効果的な一般化ができていないなどの理由によりこれが守られていないケースが見られる。ねらいとする成果が得られていない部分についての把握や原因追及が行われていない。
4	過去に起きた事故・トラブルをどのように収集・一般化して活用するかについての方針・目標・方法が明確であり、その通り行われている。また、ねらいとする成果が得られていない部分についての把握や原因追及が始まっている。
5	ねらいとする成果が得られていない部分についての把握や原因追及が組織的に行われている。そして、その結果に基づいて、過去に起きた事故・トラブルを収集・一般化したリストを活用することに関する方針・目標・方法の改善および効果的な一般化したリストの開発がはかられている。結果として、その組織にあった効果的・効率的なやり方が生み出されている。

成熟度

問2 上記の項目は、当該の DR において設計誤りを発見するためにどの程度重要ですか。

1. 重要でない 2. やや重要 3. 重要 4. 極めて重要

重要度

評価項目 1 1

FMEA 等を活用し、設計を適切な大きさに分割して過去に起きた事故・トラブルを系統的に当てはめる。

問 1 上記の項目について、当該の DR の現状として最も当てはまるものはどれですか。

1	FMEA 等を活用し、設計を適切な大きさに分割して過去に起きた事故・トラブルを系統的に当てはめるという考え方がなく、設計をおおまかに捉えて DR を行っている。
2	FMEA 等を活用し、設計を適切な大きさに分割して過去に起きた事故・トラブルを系統的に当てはめるということがケースバイケースで行われており、部分的であるが成功例を得ている。
3	どのように設計を分割して過去に起きた事故・トラブルを系統的に当てはめるかについての方針・目標・方法が明確である。しかし、効果的な分解の方法が開発できていないなどの理由によりこれが守られていないケースが見られる。ねらいとする成果が得られていない部分についての把握や原因追及が行われていない。
4	どのように設計を分割して過去に起きた事故・トラブルを系統的に当てはめるかについての方針・目標・方法が明確であり、その通り行われている。また、ねらいとする成果が得られていない部分についての把握や原因追及が始まっている。
5	ねらいとする成果が得られていない部分についての把握や原因追及が組織的に行われている。そして、その結果に基づいて、FMEA 等を活用し、設計を適切な大きさに分割して過去に起きた事故・トラブルを系統的に当てはめることに関する方針・目標・方法の改善および効果的な分割の方法の開発がはかられている。結果として、その組織にあった効果的・効率的なやり方が生み出されている。

成熟度

問 2 上記の項目は、当該の DR において設計誤りを発見するためにどの程度重要ですか。

1. 重要でない 2. やや重要 3. 重要 4. 極めて重要

重要度

評価項目 1 2

行う DR の内容に適したレビューアーを選定し、最適なメンバーで DR を行う。

問 1 上記の項目について、当該の DR の現状として最も当てはまるものはどれですか。

1	行う DR の内容に適したレビューアーを選定し、最適なメンバーで DR を行うという考えがなく、問題を指摘できる人が DR に参加していない。
2	行う DR の内容に適したレビューアーを選定し、最適なメンバーで DR を行うことが、ケースバイケースで行われており、部分的であるが成功例を得ている。
3	どのようにレビューアーを選定し、最適なメンバーで DR を行うかについての方針・目標・方法が明確である。しかし、問題を指摘できる人が少ない、他の仕事の関係で参加できないなどの理由により、これが守られていないケースが見られる。ねらいとする成果が得られていない部分についての把握や原因追及が行われていない。
4	どのようにレビューアーを選定し、最適なメンバーで DR を行うかについての方針・目標・方法が明確であり、その通り行われている。また、ねらいとする成果が得られていない部分についての把握や原因追及が始まっている。
5	ねらいとする成果が得られていない部分についての把握や原因追及が組織的に行われている。そして、その結果に基づいて、行う DR の内容に適したレビューアーを選定し、最適なメンバーで DR を行うことに関する方針・目標・方法の改善がはかられている。結果として、その組織にあった効果的・効率的なやり方が生み出されている。

成熟度

問 2 上記の項目は、当該の DR において設計誤りを発見するためにどの程度重要ですか。

1. 重要でない 2. やや重要 3. 重要 4. 極めて重要

重要度

DR総合評価点の計算シート

評価項目		成熟度 a	重要度 b	a×b
必要なDRを抜けなく行う	1. 誤りがないことが分かっている設計を使う（既存の設計を再利用する）ことで、DRが必要な設計の量を少なくする			
	2. 設計のインプットになっている情報に誤りがないことを設計を行う前に確認しておく			
	3. 自動的に検出できる設計誤りはソフトウェア等を開発し、自動的に検出しておく			
	4. メンバーに資料を事前に配付し検討してもらうなど、全員で行う必要のないことは会合の前または後に行う			
	5. チェックリストなどを活用することで、必要なDRや指摘事項のフォローが抜けるのを防ぐ			
DRにおける設計誤りの発見率を高める	6. 新規点・変更点など、設計誤りが多く発生すると予測される設計に対してDRを集中して行う			
	7. 顧客や後工程に与える影響が大きい設計は入念なDRを行う			
	8. 理解しやすいシンプルな設計にする			
	9. 試作品を用意する、3D-CADを使用するなどにより、設計を可視化する			
	10. 過去に起きた事故・トラブルを収集・一般化したリストを活用する			
	11. FMEA等を活用し、設計を適切な大きさに分割して過去に起きた事故・トラブルを系統的に当てはめる			
	12. 行うDRの内容に適したレビュアーを選定し、最適なメンバーでDRを行う			
合計				

<総合評価点の簡単な算出式>

$$\text{総合評価点} = 20 \times \frac{\text{a} \times \text{bの合計}}{\text{重要度の合計}}$$

総合評価点 (100点満点)	
----------------	--

DR成熟度評価方法に関する調査

調査の目的

市場や客先において製品に起因する事故やトラブルの内容を調べてみると、設計段階のデザインレビュー（以下、DR と略す）で発見できたと思われるものが少なくありません。DR を強化するためにはその現状を適切に評価し、弱い点をつぶしていくことが大切です。

別紙「DR成熟度評価方法」は、多くの文献をもとにDRを“過去の経験を用いて設計の誤りを効果的・効率的に見つけるための活動”としてモデル化した上で、このモデルに基づいてDRの成熟度評価を行えるようにしたものです。

本調査では、この評価方法を様々な分野のDRに適用し、レベル評価の結果とDRにおける設計誤りの見逃しの関係を明らかにすることを目的としています。これにより、多くの企業で活用いただけるDRの成熟度評価の方法を開発し、今後の製品開発の質の向上に役立ててもらえるようにすることを目指しています。

調査の内容

貴社（または事業部）が行っているDRを別紙「DR成熟度評価方法」を用いて評価していただきます。この評価方法は、様々な製品のDRに対して、基本設計DRや詳細設計DRなどの様々なステップのDRに対して汎用的に適用できるように作ってあります。

また、当該のDRにおいて本来見つけるべき設計誤りがどの程度見逃されているかについてもあわせてお聞きします。

その上で、成熟度評価結果の妥当性、成熟度評価に要した工数、評価者の違いによる成熟度評価のばらつきなどについてお伺いします。

回答頂くに当たってのお願い

- (1) 複数の製品がある場合には、一つの製品を選んでお答え下さい。
- (2) 基本設計のDRと詳細設計のDRの2つについてお伺いするようになっています。片方のDRしか行っておられない場合には、片方だけお答えください。なお、ここでいう基本設計と詳細設計の定義は以下の通りです。
 - 基本設計：企画段階の要件定義に基づいて製品の機構、製品を構成する部品やサブシステムの構成などを決めること。
 - 詳細設計：製品を構成するすべての部品やサブシステムについてその詳細を図面、回路図などを用いて詳細に記述すること。

(3) 本調査の質問の構成は以下の通りです。大きく次の4つのパートから構成されています。

質問2および質問3については(1)～(6)の順にお答え下さい。

質問1 調査対象の組織と製品

質問2 基本設計のDR

- (1) 基本設計のDRの実施の有無
- (2) 基本設計のDRにおける成熟度評価の結果(DR成熟度評価方法を使用)
- (3) 基本設計のDRにおける設計誤りの見逃しの現状
- (4) 基本設計のDRの成熟度評価結果の妥当性
- (5) 基本設計のDRの成熟度評価に要した工数
- (6) 基本設計のDRの成熟度評価における評価者の違いによる結果のばらつき

質問3 詳細設計DR

- (1) 詳細設計のDRの実施の有無
- (2) 詳細設計のDRにおける成熟度評価の結果(DR成熟度評価方法を使用)
- (3) 詳細設計のDRにおける設計誤り見逃しの現状
- (4) 詳細設計のDRの成熟度評価結果の妥当性
- (5) 詳細設計のDRの成熟度評価に要した工数
- (6) 詳細設計のDRの成熟度評価における評価者の違いによる結果のばらつき

質問4 その他のご意見・ご感想

(4) 本調査用紙の電子ファイル(Microsoft Word ファイル)は、ホームページからダウンロードできます。必要に応じてご利用ください。

URL : <http://www.indsys.chuo-u.ac.jp/~nakajo/dr.html>

(5) ご回答いただきました調査用紙につきましては、2010年12月25日(土)までに担当者宛にE-mailでお送りください。郵送いただいても構いません。郵送いただく場合は下記担当者宛にお送りください。

(6) 調査結果をとりまとめた報告書をお送りします。報告書の送付を希望される場合には、下記に送り先をご記入ください。

郵送先住所またはe-mailアドレス:

会社名:

所属:

氏名:

(7) その他、ご不明な点・ご質問がございましたら下記までご連絡ください。

本研究担当者：中央大学理工学研究科経営システム工学専攻開發生産工学研究室

梶原 誠

〒112 - 8511

東京都文京区春日 1 - 13 - 27 経営システム工学科 61006 号室

Tel 03 - 3817 - 1933 Fax 03 - 3817 - 1943

Tel 090 - 5586 - 2850 (直通)

E-mail: m_kajihara@indsys.chuo-u.ac.jp

質問1 調査対象の組織と製品

(1) 貴社（または貴組織）の名称を記述してください（〇〇会社、〇〇事業部など）。

対象組織	
------	--

(2) 回答いただく製品の種類として最も当てはまるものを次の選択肢の中から選んでください。

1. 建設 2. 食品 3. 繊維・紙 4. 薬品 5. 化学 6. ゴム
7. 石油 8. ガラス 9. 窯業・セラミック 10. 鉄鋼 11. 非鉄・金属
12. 機械 13. 電気 14. 運送機器 15. 精密機器 16. 医療用機器
17. 電力・ガス 18. 印刷 19. ソフトウェア・通信 20. その他

(その他:)

質問2 基本設計のDR

以下の(1)～(6)では、基本設計（企画段階の要件定義に基づいて製品の機構、製品を構成する部品やシステムなどを決めること）の段階で行っているDRについてお伺いします。

(1) 基本設計のDRの実施の有無

基本設計の段階でDRを行っていますか。当てはまるものを次の選択肢の中から選んでください。選択肢1を選んだ場合は(2)へ進んでください。選択肢2を選んだ場合は質問3へ進んでください。

1. 基本設計のDRを実施している
2. 基本設計のDRを実施していない

(2) 基本設計の DR の成熟度評価結果 (DR成熟度評価方法を使用)

別紙「DR 成熟度評価方法」を用いて基本設計の DR の活動を評価してください。この評価方法は、DR の成熟度を 12 項目に分け、各 5 段階で評価するようになっています。項目ごとの成熟度の定義を読んで、基本設計の DR の現状として最も当てはまるものを選び、次ページの記入用紙①の「成熟度(a)」の欄に記入してください。また、各項目が基本設計の DR において設計誤りを発見するためにどの程度重要と考えられるか(重要度)について4段階(1. 重要でない～4. 極めて重要)で「重要度(b)」の欄に記入してください。さらに、成熟度と重要度を掛け合わせた点(以下、a×b と略す)を隣の欄に記入してください。

記入していただいた点数から総合評価点を算出します。総合評価点は以下の式を基にして 100 点満点で算出します。次ページの記入用紙①の下段に以下の式を簡単に示してあります。実際に総合評価点を算出する際は次ページ下段の式を用いて算出してください。

総合評価点 (100 点満点) 算出の基になる式

$$\text{総合評価点} = 20 \times \sum_{i=1}^{12} \frac{\text{項目 } i \text{ の重要度}}{\text{重要度の総和}} \times \text{項目 } i \text{ の成熟度}$$

成熟度評価結果の記入用紙①（基本設計の DR）

評価項目		成熟度 a	重要度 b	a×b
必要な DR を抜けなく行う	1. 誤りがないことが分かっている設計を使う（既存の設計を再利用する）ことで、DR が必要な設計の量を少なくする			
	2. 設計のインプットになっている情報に誤りがないことを設計を行う前に確認しておく			
	3. 自動的に検出できる設計誤りはソフトウェア等を開発し、自動的に検出しておく			
	4. メンバーに資料を事前に配付し検討してもらうなど、全員で行う必要のないことは会合の前または後に行う			
	5. チェックリストなどを活用することで、必要な DR や指摘事項のフォローが抜けるのを防ぐ			
DR における設計誤りの発見率を高める	6. 新規点・変更点など、設計誤りが多く発生すると予測される設計に対して DR を集中して行う			
	7. 顧客や後工程に与える影響が大きい設計は入念な DR を行う			
	8. 理解しやすいシンプルな設計にする			
	9. 試作品を用意する、3D-CAD を使用するなどにより、設計を可視化する			
	10. 過去に起きた事故・トラブルを収集・一般化したリストを活用する			
	11. FMEA 等を活用し、設計を適切な大きさに分割して過去に起きた事故・トラブルを系統的に当てはめる			
	12. 行う DR の内容に適したレビュアーを選定し、最適なメンバーで DR を行う			
		合計		

総合評価点（100 点満点）

<総合評価点の簡単な算出式>

$$\text{総合評価点} = 20 \times \frac{\text{a} \times \text{b} \text{の合計}}{\text{重要度の合計}}$$

(3) 基本設計の DR における設計見逃しの現状

基本設計の DR で発見すべき設計誤りのうち、発見できなかったもの（後工程で見つかったもの）の割合はどの程度ですか。最も当てはまるものを次の選択肢の中から選んでください。

1. 0%～10%未満
2. 10%以上～20%未満
3. 20%以上～50%未満
4. 50%以上～70%未満
5. 70%以上～100%

また、基本設計の DR で発見すべき誤りが、全体の設計誤りに占める割合はどのくらいですか。最も当てはまるものを次の選択肢の中から選んでください。

1. 0%～10%未満
2. 10%以上～20%未満
3. 20%以上～50%未満
4. 50%以上～70%未満
5. 70%以上～100%

(4) 基本設計の DR の成熟度評価結果の妥当性

(2) で行った成熟度評価結果と (3) で答えていただいた当該 DR で発見すべき設計誤りの見逃し率の現状を比較した場合、(2) の成熟度評価結果は妥当だと思いますか。最も当てはまるものを次の選択肢の中から選んでください。

1. 全く妥当でない
2. ほとんど妥当でない
3. ある程度妥当である
4. ほとんど妥当であるが、一部妥当でない所がある
5. 妥当である

[(4) の質問は次ページに続きます。]

「DR 成熟度評価方法」の項目の中で、項目の内容が基本設計の DR を評価する上で妥当でないと思うものがあれば、その項目番号と妥当でないと思う理由を簡単に記述してください（最大3項目）。

妥当でない 項目の番号	妥当でない理由

「DR 成熟度評価方法」の項目以外で、基本設計の DR の成熟度評価のため に必要だと思う項目があれば、その内容と必要だと思う理由を簡単に記述してください（最大3項目）。

追加が必要だと思う項目の内容	必要だと思う理由

(5) 基本設計の DR の成熟度評価に要した工数

(2) の成熟度評価を行うのにどの程度の工数が必要でしたか。最も当てはまるものを次の選択肢の中から選んでください。なお、工数には評価を行うために必要な情報の収集（必要な資料を探した工数、評価を行うために他の社員と相談した工数など）の時間も含むこととします。

- 1. 1 時間未満で全ての評価ができた
- 2. 1 時間以上～半日未満で全ての評価ができた
- 3. 半日以上～1 日未満で全ての評価ができた
- 4. 1 日以上～3 日未満で全ての評価ができた
- 5. 全ての評価を行うのに 3 日以上かかった

特に多くの工数が必要だった項目があれば、当該評価項目の番号とその理由を簡単に記述してください（最大 3 項目）。

特に工数を要した項目の番号	工数を要した理由

(6) 基本設計の DR の成熟度評価における評価者の違いによる結果のばらつき

(2) の成熟度評価において、評価者の違いによって結果にばらつき（評価者間の成熟度に 2 以上の差）が出ると思いますか。最も当てはまるものを次の選択肢の中から選んでください。

1. DR の担当者であれば、誰が評価しても多くの項目がばらつくと思う。
2. 知識・経験の未熟な評価者が評価すれば、多くの項目がばらつくと思う
3. DR の担当者であれば、誰が評価してもいくつかの項目がばらつくと思う。
4. 知識・経験の豊富な評価者が評価すれば、ばらつくことはないと思う。
5. DR の担当者であれば、誰が評価してもばらつくことはないと思う。

1 2 項目のうち、評価者の違いによって結果に特にばらつきが出そうだと思うものがあれば、項目の番号とその理由を簡単に記述してください（最大 3 項目）。

ばらつきが出る項目の番号	ばらつきが出ると思う理由

質問3 詳細設計のDR

以下の(1)～(6)では、詳細設計(製品を構成するすべての部品やサブシステムについてその詳細を図面、回路図などを用いて詳細に記述すること)の段階で行っておられるDRについてお伺いします。

(1) 詳細設計のDRの実施の有無

詳細設計の段階でDRを行っていますか。当てはまるものを次の選択肢の中から選んでください。選択肢1を選んだ場合は(2)へ進んでください。選択肢2を選んだ場合は質問4へ進んでください。

1. 詳細設計のDRを実施している
2. 詳細設計のDRを実施していない

(2) 詳細設計のDRの成熟度評価結果(DR成熟度評価方法使用)

別紙「DR成熟度評価方法」を用いて詳細設計のDRの活動を評価してください。この評価方法は、DRの成熟度を12項目に分け、各5段階で評価するようになっています。項目ごとの成熟度の定義を読んで、詳細設計のDRの現状として最も当てはまるものを選び、次ページの記入用紙①の「成熟度(a)」の欄に記入してください。また、各項目が詳細設計のDRにおいて設計誤りを発見するためにどの程度重要と考えられるか(重要度)について4段階(1.重要でない～4.極めて重要)で「重要度(b)」の欄に記入してください。さらに、成熟度と重要度を掛け合わせた点(以下、 $a \times b$ と略す)を隣の欄に記入してください。

記入していただいた点数から総合評価点を算出します。総合評価点は以下の式を基にして100点満点で算出します。次ページの記入用紙②の下段に以下の式を簡単に示してあります。実際に総合評価点を算出する際は次ページ下段の式を用いて算出してください。

総合評価点(100点満点)算出の基になる式

$$\text{総合評価点} = 20 \times \sum_{i=1}^{12} \frac{\text{項目 } i \text{ の重要度}}{\text{重要度の総和}} \times \text{項目 } i \text{ の成熟度}$$

成熟度評価結果の記入用紙②（詳細設計の DR）

評価項目		成熟度 a	重要度 b	a×b
必要なDRを抜けなく行う	1. 誤りがないことが分かっている設計を使う（既存の設計を再利用する）ことで、DRが必要な設計の量を少なくする			
	2. 設計のインプットになっている情報に誤りがないことを設計を行う前に確認しておく			
	3. 自動的に検出できる設計誤りはソフトウェア等を開発し、自動的に検出しておく			
	4. メンバーに資料を事前に配付し検討してもらうなど、全員で行う必要のないことは会合の前または後に行う			
	5. チェックリストなどを活用することで、必要なDRや指摘事項のフォローが抜けるのを防ぐ			
DRにおける設計誤りの発見率を高める	6. 新規点・変更点など、設計誤りが多く発生すると予測される設計に対してDRを集中して行う			
	7. 顧客や後工程に与える影響が大きい設計は入念なDRを行う			
	8. 理解しやすいシンプルな設計にする			
	9. 試作品を用意する、3D-CADを使用するなどにより、設計を可視化する			
	10. 過去に起きた事故・トラブルを収集・一般化したリストを活用する			
	11. FMEA等を活用し、設計を適切な大きさに分割して過去に起きた事故・トラブルを系統的に当てはめる			
	12. 行うDRの内容に適したレビュアーを選定し、最適なメンバーでDRを行う			
		合計		

総合評価点（100点満点）	
---------------	--

<総合評価点の簡単な算出式>

$$\text{総合評価点} = 20 \times \frac{\text{a} \times \text{b} \text{の合計}}{\text{重要度の合計}}$$

(3) 詳細設計の DR における設計見逃しの現状

詳細設計の DR で発見すべき設計誤りのうち、発見できなかったもの（後工程で見つかったもの）の割合はどの程度ですか。最も当てはまるものを次の選択肢の中から選んでください。

1. 0%～10%未満
2. 10%以上～20%未満
3. 20%以上～50%未満
4. 50%以上～70%未満
5. 70%以上～100%

また、詳細設計の DR で発見すべき誤りが、全体の設計誤りに占める割合はどのくらいですか。最も当てはまるものを次の選択肢の中から選んでください。

1. 0%～10%未満
2. 10%以上～20%未満
3. 20%以上～50%未満
4. 50%以上～70%未満
5. 70%以上～100%

(4) 詳細設計の DR の成熟度評価結果の妥当性

(2)で行った成熟度評価結果と(3)で答えていただいた当該 DR で発見すべき設計誤りの見逃し率の現状を比較した場合、(2)の成熟度評価結果は妥当だと思いますか。最も当てはまるものを次の選択肢の中から選んでください。

1. 全く妥当でない
2. ほとんど妥当でない
3. ある程度妥当である
4. ほとんど妥当であるが、一部妥当でない所がある
5. 妥当である

[(4) の質問は次ページに続きます。]

「DR 成熟度評価方法」の項目の中で、項目の内容が詳細設計の DR を評価する上で妥当でないと思うものがあれば、その項目番号と妥当でないと思う理由を簡単に記述してください（最大3項目）。

妥当でない 項目の番号	妥当でない理由

「DR 成熟度評価方法」の項目以外で、詳細設計の DR の成熟度評価のため に必要だと思う項目があれば、その内容と必要だと思う理由を簡単に記述してください（最大3項目）。

追加が必要だと思う項目の内容	必要だと思う理由

(5) 詳細設計の DR の成熟度評価に要した工数

(2) の成熟度評価を行うのにどの程度の工数が必要でしたか。最も当てはまるものを次の選択肢の中から選んでください。なお、工数には評価を行うために必要な情報の収集（必要な資料を探した工数、評価を行うために他の社員と相談した工数など）の時間も含むこととします。

- 1. 1 時間未満で全ての評価ができた
- 2. 1 時間以上～半日未満で全ての評価ができた
- 3. 半日以上～1 日未満で全ての評価ができた
- 4. 1 日以上～3 日未満で全ての評価ができた
- 5. 全ての評価を行うのに 3 日以上かかった

特に多くの工数が必要だった項目があれば、当該評価項目の番号とその理由を簡単に記述してください（最大 3 項目）。

特に工数を要した項目の番号	工数を要した理由

(6) 詳細設計のDRの成熟度評価における評価者の違いによる結果のばらつき

(2) の成熟度評価において、評価者の違いによって結果にばらつき（評価者間の成熟度に 2 以上の差）が出ると思いますか。最も当てはまるものを次の選択肢の中から選んでください。

1. DR の担当者であれば、誰が評価しても多くの項目がばらつくと思う。
2. 知識・経験の未熟な評価者が評価すれば、多くの項目がばらつくと思う
3. DR の担当者であれば、誰が評価してもいくつかの項目がばらつくと思う。
4. 知識・経験の豊富な評価者が評価すれば、ばらつくことはないと思う。
5. DR の担当者であれば、誰が評価してもばらつくことはないと思う。

1 2 項目のうち、評価者の違いによって結果に特にばらつきが出そうだと思うものがあれば、項目の番号とその理由を簡単に記述してください（最大 3 項目）。

ばらつきが出る項目の番号	ばらつきが出ると思う理由

質問4 その他のご意見・ご感想。

本調査についてのご意見・ご感想等がございましたらご自由に記述してください。

調査は以上です。ご協力ありがとうございました。