

調査報告書

ソフトウェア設計における知識・スキルの不足による設計誤りの防止と教育・訓練の方法

Education and training methods for preventing design faults due to insufficient knowledge and skills
in software development

2017年3月

中央大学大学院 理工学研究科 経営システム工学専攻
品質環境経営研究室

新開 晴仁
Shinkai Haruhito

目次

1. 序論

2. ソフトウェア設計における設計誤りと教育・訓練のモデル

- 2. 1 設計および設計誤りの定義と分類
- 2. 2 知識・スキルの定義と分類
- 2. 3 教育・訓練等の定義と分類

3. 調査の計画と実施

- 3. 1 調査対象組織の概要に関する調査
- 3. 2 設計誤りに関する調査
- 3. 3 教育・訓練に関する調査

4. 設計誤りと知識・スキルと教育・訓練の現状と相互関係

- 4. 1 規模および業務内容による調査対象の分類
- 4. 2 設計誤りの現状とその結果に基づく調査対象の分類
- 4. 3 教育・訓練の現状と実施している教育・訓練の内容から見た調査対象の分類
- 4. 4 設計誤りと知識・スキルの関係
- 4. 5 知識・スキルと教育訓練の関係
- 4. 6 規模・業務内容による層別
- 4. 7 教育・訓練における難しさとその克服策

5. 考察—設計誤りを防止するための教育・訓練—

6. 結論と今後の課題

参考文献

謝辞

付録

1. 序論

今日ソフトウェア開発においては、開発するソフトウェアの規模の増大に伴って、納期遅れや予算超過、客先や市場でのクレームの多発などが問題となっている[1]。これらの問題が発生する原因は、a) 顧客ニーズの把握不足による開発途中での要求仕様の変更、b) 工数見積もりやリスク予測などのプロジェクトマネジメントの失敗、c) ソフトウェアを設計・実装する能力をもつ技術者の不足など様々であるが、中でも、技術者の不足は深刻で、ソフトウェア開発を行う技術者に必要な知識・スキルを身につけてもらうための教育・訓練を計画的に行うことは、ソフトウェア開発を行う企業にとって重要な課題になっている[2]。

ソフトウェア開発を行う技術者に対する教育・訓練に関する研究はこれまでも数多くある。しかし、特定の業務に必要とされる能力を向上させるにはどのようにすればよいかといった個別の方法論の研究が多く[3][4][5]、ソフトウェア技術者に対する教育・訓練全体をとらえて体系的に論じた研究はほとんどなされてこなかった。結果として、多くの企業は、それぞれの経験に基づいて試行錯誤を繰り返しているのが現状である。

本研究では、ソフトウェア開発を行っている多くの企業に対する郵送調査を行い、発生している設計誤りと、技術者に対して行われている教育・訓練の取り組みの現状を調査し、その結果に基づいて、どのような取り組みが有効なのか、また取り組みを行う際の難しさとその克服策は何かを明らかにする。

2. ソフトウェア設計における設計誤りと教育・訓練の関係のモデル

ソフトウェア設計における設計誤りはいくつかの原因で発生するが、教育・訓練に着目すれば、適切でない教育・訓練によって知識・スキルの不足が発生し、知識・スキルの不足によって設計誤りが発生すると考えられる。これを模式的に表すと図 2.1 のようになる。

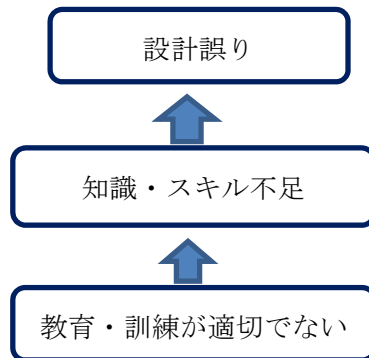


図 2.1 設計誤りと教育・訓練の関係

2. 1 設計および設計誤りの定義と分類

ISO 9000[6]では「設計・開発 (Design and Development)」を「対象に対する要求事項を、その対象に対するより詳細な要求事項に変換する一連のプロセス」と定義している。しかし、ソフトウェア開発に焦点を絞ってより具体的に考えるなら、「設計」とは、「要求 (実現方法に求められる条件) を受け、既存のノウハウ (既知の実現方法およびそれぞれの特性、顧客やそのニーズ・要求に関する知識、実現方法の書き方など) を活用して、要求の実現方法 (要求定義書、外部設計書、内部設計書など) を生み出す活動」と考えられる。例えば、要求定義では、顧客からヒアリングした情報を受け要求定義書を作成する。また、外部設計では、要求定義書をもとにソフトウェアの機能や外から見た振る舞いを記述した外部設計書を作成する。さらに、内部設計では、外部設計書をもとに、ソフトウェアの内部構造、モジュールやオブジェクトの機能を記述した内部設計書を作成する。

ソフトウェアの設計においては、様々な問題が発生する。その中で、最終的な製品であるシステムやソフトウェアが意図した通りに動かない現象は「障害 (Failure)」と呼ばれる[7]。障害が起こるのは、設計の結果生み出された様々な仕様書 (要求定義書、外部設計書、内部設計書など) に間違いがあるからである。以下では、設計の結果生み出された実現方法が間違っていること、または適切に表現されていないことを「設計誤り (Design Fault)」と呼ぶことにする。

設計誤りをどのように分類するのがよいのかについてはいくつかの研究がある。例えば、マグローリン[8]は、よい設計が満たすべき 3 つの条件として、設計は分析モデルで明示された要求仕様を全て実装することはもちろん、顧客が要求する暗黙の要求仕様に対応すべきである。設計はコーディング担当者やテスト担当者、保守担当者にとって読みやすく理解しやすくなければならない。設計はソフトウェアの完全な姿を提供すべきである、完全な姿とはすなわち実装の観点からのデータや機能、振る舞いのモデル化である、の 3 つを挙げている。また、マコーネル[9]は、ソフトウェア構築の基礎の概念として、複雑化の最小化、変更の予測、検証を考えた構築、再利用、構築における標準を挙げている。

これらを参考に、ソフトウェア設計における設計誤りをより一般的な形で分類すると、表 2.1.1 のように整理できる。

A の「要求が実現方法に反映されていない」とは、インプットである要求とアウトプットである実現方法を照合すると、要求が抜け落ちていたり、実現方法が要求を満たしていなかったりする場合である。他方、B の「実現方法が間違っている」とは、実現方法に矛盾があったり、論理的に正しくなかったりする場合である。C の「実現方法の記述がわかりづらい」や D の「実現方法が他の設計フェーズ、検証・妥当性確認、保守との連携がとりにくい」は、要求は反映した実現方法が定められているが、その内容がわかりにくかったり、他と連携がとれていなかったりしたために、後のプロセスにおいて問題を引き起こしたものである。

表 2.1.1 設計誤りの分類

分類		例		
		要求定義	外部設計	内部設計
A. 要求が実現方法に反映されていない	実現方法に必要な項目が含まれていない	要求定義書に必要な項目が含まれていない	外部設計書に必要な項目が含まれていない	内部設計書に必要な項目が含まれていない
	実現方法が要求を満たしていない	要求定義書が顧客の要求・ニーズを満たしていない	外部設計書が要求定義書の要求を満たしていない	内部設計書が外部設計書の要求を満たしていない
B. 実現方法が間違っている	実現方法の項目・内容の間に論理的な矛盾がある	要求定義書に記されている項目・内容の間に論理的な矛盾がある。	外部設計書に記されている項目・内容の間に論理的な矛盾がある	内部設計書に記されている項目・内容の間に論理的な矛盾がある
	既存のノウハウを正しく適用していない	要求定義にかかわるノウハウを正しく適用していない	外部設計にかかわるノウハウを正しく適用していない	内部設計にかかわるノウハウを正しく適用していない
C. 実現方法の記述が分かりづらい	実現方法にあいまいな表現複数の解釈が可能な表現がある	要求定義書にあいまいな表現（複数の解釈が可能な表現）がある	外部設計書にあいまいな表現（複数の解釈が可能な表現）がある	内部設計書にあいまいな表現（複数の解釈が可能な表現）がある
	実現方法の項目・記述に重要度等が明記されていない	要求定義書の項目・記述に重要度等が明記されていない	外部設計書の項目・記述に重要度等が明記されていない	内部設計書の項目・記述に重要度等が明記されていない
D. 実現方法が他の設計フェーズ、検証・妥当性確認、保守との連携がとりにくい	実現方法の各項目・記述が、関連する前設計フェーズの内容が容易に参照できるようになっていない	要求定義書の各項目・記述が、顧客から聞いた関連する要求・ニーズの内容が容易に参照できるようになっていない。	外部設計書の各項目・記述が、要求定義書の関連する内容が容易に参照できるようになっていない。	内部設計書の各項目・記述が、外部設計書の関連する内容が容易に参照できるようになっていない
	実現方法が実際的な方法で検証・妥当性確認できるような表現になっていない	要求定義書が実際的な方法で検証・妥当性確認できるような表現になっていない	外部設計書が実際的な方法で検証・妥当性確認できるような表現になっていない	内部設計書が実際的な方法で検証・妥当性確認できるような表現になっていない
	実現方法が保守の際に、完全性と一貫性を保持しながら容易に変更できるような内容になっていない	要求定義書が保守の際に、完全性と一貫性を保持しながら容易に変更できるような内容になっていない	外部設計書が保守の際に、完全性と一貫性を保持しながら容易に変更できるような内容になっていない	内部設計書が保守の際に、完全性と一貫性を保持しながら容易に変更できるような内容になっていない

2. 2 知識・スキルの定義と分類

設計誤りが発生する原因としては、

- a) 知識・スキルの不足：設計を行う上で必要な知識・スキルがなかった場合
- b) ヒューマンエラー：設計を行う上で必要な知識・スキルを持っていたが、度忘れや勘違いを起こしうっかり間違えてしまった場合
- c) 意図的な不順守：設計を行う上で必要な知識・スキルを持っていたが、時間に余裕がなかったり、やらなくても大丈夫だろうと思いきつ意的に計画・規則通り行わなかったりした場合

などがあり得る。このうち、b)については設計プロセスの工夫・改善（エラープルーフ化）を行うことが有効であり、c)については計画・規則通りに行わなかったことによって発生した障害事例の紹介、上司による計画・規則通りに行わなかった人に対する注意、設計担当者を計画・規則作りに参画させることなどの意識付けが有効である。これらに対して、a)については、計画的な教育・訓練の実施が大切となる。

なお、ここで言う「知識」とは、設計について知っていなければならないこと、またはその内容である。また、「スキル」とは、知識を使って実際に設計を行う力である。

表 2.2.1 知識の分類

分類		例		
		要求定義	外部設計	内部設計
要求を理解する際に必要な知識	要求として集めるべき項目とその詳細さ	聞くべき・集めるべき顧客の要求項目とその詳細さ	読み取るべき要求定義書の項目とその詳細さ	読み取るべき外部設計書の項目とその詳細さ
	要求の集め方	顧客の要求の聞き方・集め方	要求定義書の読み方	外部設計書の読み方
	要求で使われる言葉・用語とその意味	顧客が使う言葉・用語とその意味	要求定義書に用いられている言葉・用語とその意味	外部設計書に用いられている言葉・用語とその意味
要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案する際に必要な知識	ノウハウの種類と内容	要求定義にかかわるノウハウの種類と内容	外部設計にかかわるノウハウの種類と内容	内部設計にかかわるノウハウの種類と内容
	ノウハウを組み合わせる方法	要求定義にかかわるノウハウを組み合わせる方法	外部設計にかかわるノウハウを組み合わせる方法	内部設計にかかわるノウハウを組み合わせる方法
	ノウハウの組み合わせ例・パターン	要求定義にかかわるノウハウの組み合わせ例・パターン	外部設計にかかわるノウハウの組み合わせ例・パターン	内部設計にかかわるノウハウの組み合わせ例・パターン
結果を文書化する際に必要な知識	書くべき文書の項目・形式	要求定義書の項目・形式	外部設計書の項目・形式	内部設計書の項目・形式
	文書で使われる用語・文法	要求定義書で使われる用語・文法	外部設計書で使われる用語・文法	内部設計書で使われる用語・文法
	文書化支援ツールの使い方	要求定義書で使われる文書化支援ツールの使い方	外部設計書で使われる文書化支援ツールの使い方	内部設計書で使われる文書化支援ツールの使い方

ソフトウェアの設計において必要となる知識・スキルについても従来から様々な研究が行われている。例えば、経済産業省[10]は、ITSSをIT標準スキルとして定めている。これは、各種のIT関連サービスを提供するのに必要となる知識・スキルを、11の職種とそれらの職種の下に35の専門分野を設け、能力や実績に基づいた7段階のレベルを規定したものである。また、情報処理推進機構[11]は、ETSSを組み込みスキル標準として定めている。これは、組み込みソフトウェア開発に関する技術スキルを体系化した「スキル基準」、必要とする職種や職掌を定義する「キャリア基準」、産業横断的に使用可能な「教育研修基準」の3つの基準を定めている。これらを参考に、より一般的な形でソフトウェア設計において必要となる知識・スキルをより一般的な形で分類すると、表2.2.1および表2.2.2のように整理できる。

ここでは、設計を、a) 要求を理解する、b) 要求とノウハウを組み合わせる実現方法を考案する、c) 考案した結果を文書化するという3つの段階に分け、それぞれで必要となる知識・スキルを整理している。例えば、a)の要求を理解する段階では、要求を引き出す・集める知識・スキル、要求の背後にある意図・真意をくみ取る知識・スキル、要求を整理して構造化する知識・スキルが必要になるとと思われる。

表 2.2.2 スキルの分類

分類		例		
		要求定義	外部設計	内部設計
要求を理解するスキル	要求を引き出す、集めるスキル	顧客の要求を引き出すスキル	要求定義書の要求を読み取るスキル	外部設計書の要求を読み取るスキル
	要求の背後にある意図・真意をくみ取るスキル	顧客の言葉の裏にある意図・真意をくみ取るスキル	要求定義書に書かれていないことを読み取るスキル	外部設計書に書かれていないことを読み取るスキル
	要求を整理して、構造化するスキル	顧客の要求を整理し、構造化するスキル	要求定義書の要求を整理し、構造化する力	外部設計書の要求を整理し、構造化する力
要求とノウハウを組み合わせ、実現方法を考案するスキル	関係するノウハウを特定するスキル	要求定義にかかわる、関係するノウハウを特定するスキル	外部設計にかかわる、関係するノウハウを特定するスキル	内部設計にかかわる、関係するノウハウを特定するスキル
	特定したノウハウを組み合わせるスキル	要求定義にかかわる、特定したノウハウを組み合わせるスキル	外部設計にかかわる、特定したノウハウを組み合わせるスキル	内部設計にかかわる、特定したノウハウを組み合わせるスキル
	活用できるノウハウがない時に、ノウハウを作り出すスキル	要求定義にかかわる、活用できるノウハウがない時に、ノウハウを作り出すスキル	外部設計にかかわる、活用できるノウハウがない時に、ノウハウを作り出すスキル	内部設計にかかわる、活用できるノウハウがない時に、ノウハウを作り出すスキル
結果を文書化するスキル	文書を構造化して書くスキル	要求定義書を構造化して書くスキル	外部設計書を構造化して書くスキル	内部設計書を構造化して書くスキル
	図や表を使って書くスキル	要求定義書を、図や表を使って書くスキル	外部設計書を、図や表を使って書くスキル	内部設計書を、図や表を使って書くスキル
	難しいことをわかりやすく書くスキル	要求定義書を、外部設計担当者が理解できるようにわかりやすく書くスキル	外部設計書を、内部設計担当者が理解できるようにわかりやすく書く力	内部設計書を、コーディング担当者が理解できるようにわかりやすく書く力

2. 3 教育・訓練等の定義と分類

ソフトウェアの設計を担当する人に対する教育・訓練は、様々な形で行われている[12][13]。多くの組織で行われている教育・訓練を整理すると、表 2.3.1 のようになる。なお、ここで、「教育」は主に知識の習得を目的とするものを指しており、「訓練」は主にスキルの習得を目的とするものを指している。また、知識・スキルの習得に関連するその他の仕組みとしては、「個人別の知識・スキルの評価と目標設定」や「資格所得奨励」など、知識・スキルの習得を促進するためのものがある。

表 2.3.1 教育・訓練等の分類

教育	① 階層別に行う集合研修	担当する仕事や役割が大きく変化する時期に、新たな役割に求められる知識・スキル習得を狙いとして行う研修
	② 部門別に行う集合研修	担当している仕事の特性や役割に応じて、そこで求められる能力を高めるために行う研修
	③ キャリア開発を援助する研修	自己のキャリアを見直し、今後のキャリア開発を考え、行動計画を立てることを目的とした研修
	④ 社員同士の勉強会	社員同士が資格所得やスキル習得に向けた自己啓発などのために勉強会を開催する
	⑤ 通信教育による個人学習	e-learning 等を活用し、本人の意思で自らの専門性・能力の向上に取り組める学習機会を提供する
訓練	⑥ 模擬演習	模擬題材をもとに、学んだことを演習する
	⑦ 実際の課題・問題を題材にした専門家による指導	実際の課題・問題を題材に取り上げ、専門家の定期的な指導を受ける
	⑧ 仕事を通じた上司等による指導 (OJT)	実際の実務を行いながら、上司やアドバイザーなどによる個別指導を受ける
知識・スキルの習得を促進する仕組み	⑨ 個人別の知識・スキルの評価と目標設定	技術者の知識・スキルを定期的に評価し、次なる目標を設定する仕組み
	⑩ 資格取得奨励	業務に必要な公的資格の取得を奨励する制度

3. 調査の計画と実施

2. でモデル化した、ソフトウェア開発における設計誤りと教育・訓練の関係について、より定量的に把握するために、実際にソフトウェア設計を行っている組織で発生している設計誤りと設計担当者に対して行われている教育・訓練の取り組みの現状を調査するための郵送調査を行った。

調査した項目は以下のとおりである。なお、使用した調査票を巻末付録に示す。

- I. 調査対象組織の概要
- II. ソフトウェア設計における設計誤りの現状
- III. ソフトウェア設計に関する教育・訓練の現状と課題

調査は ISO9001 に基づく認証を受けている、情報技術産業分類の組織 504 社に依頼した。方法は各組織の担当者に郵送で調査票を送り、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 2016 年 10 月 26 日～11 月 30 日である。結果として 24 組織より回答を得た（回収率 4.8%）。

3. 1 調査対象組織の概要に関する調査

調査項目 I の「調査対象組織の概要」については、調査対象部門の設計担当者の人数を概数で答えてもらった。また、行っている主なソフトウェア開発業務の内容を

1. 要求定義
2. 外部設計
3. 内部設計
4. コーディング
5. テスト
6. 保守・運用
7. その他

の中から選択式で答えてもらった（複数選択可）。

3. 2 設計誤りに関する調査

調査項目 II の「ソフトウェア設計における設計誤りの現状」については、表 2.1.1 で整理した設計誤りタイプ

- A. 要求が実現方法に反映されていない
- B. 実現方法が間違っている
- C. 実現方法の記述が分かりづらい
- D. 実現方法が他の設計フェーズ、検証・妥当性確認、保守との連携がとりにくい
- E. その他の誤り

を示した上で、発生している設計誤りを分類した場合にどのタイプが多いか、割合を概数で答えてもらった。なお、要求定義・外部設計と内部設計では大きく性格が異なると考えられるため、両者を分けて聞いた。

また、設計誤りの原因として

- i. 知識・スキルの不足：設計を行う上で必要な知識・スキルがなかった場合
- ii. ヒューマンエラーや意図的な不順守：設計を行う上で必要な知識・スキルを持っていたが、度忘れ

や勘違いを起こしうっかり間違えてしまった場合、時間に余裕がなかったり、やらなくても大丈夫だろうと思いき図的に計画・規則通り行わなかったりした場合など

iii. その他の原因

を示した上で、どの原因が多いか、割合を概数で答えてもらった。これについても要求定義・外部設計と内部設計を分けて聞いた。

さらに、表 2.2.1 および表 2.2.2 で整理した知識・スキルを示した上で、各設計誤りタイプ A~E について、原因 i で起こったものを調べるとどのような知識・スキルが不足していたために発生したものが多いのか、非常に多いものに◎、多いものに○、少しあるものに△で印をつけてもらった (表 3.2.1 参照)。

表 3.2.1 設計誤りの原因となった知識・スキルの調査

設計誤りの原因 となった 不足していた 知識・スキル		不足していた知識・スキル							
		知識				スキル			
		i-1. 要求を理解する際に必要な知識	i-2. 要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案する際に必要な知識	i-3. 結果を文書化する際に必要な知識	i-4. その他の知識	i-5. 要求を理解する力	i-6. 要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案するスキル	i-7. 結果を文書化するスキル	i-8. その他のスキル
設計誤りタイプ	A. 要求が実現方法に反映されていない								
	B. 実現方法が間違っている								
	C. 実現方法の記述が分かりづらい								
	D. 実現方法が連携がとりにくい								
	E. その他の誤り								
		(i-4. その他の知識の内容)				(i-8. その他のスキルの内容)			

3. 3 教育・訓練に関する調査

調査項目Ⅲの「ソフトウェア設計に関する教育・訓練の現状と課題」については、調査対象においてどのような教育・訓練が行われているのか、記述式で答えてもらった。

その上で、回答してもらった教育・訓練が、表 2.3.1 で整理した教育・訓練のどのタイプに属しているのかを選択式で答えてもらった。また、要求定義・外部設計を対象としているのか、内部設計を対象としているのか、その両方を対象としているのかも選択式で答えてもらった。さらに、各々の教育・訓練が、どの知識・スキルを向上させるのに役立っているのか、非常に役立っているなら◎、役立っているなら○、少し役立っているなら△で印をつけてもらった (表 3.3.1 参照)。

表 2.3.1 で整理した教育・訓練のタイプについて、どのような実施上の困難さがあるか、克服のためにどのような工夫を行っているかを記述式で回答してもらった。

表 3.3.1 実施している教育・訓練およびその効果の調査

(1)～(3)どんな研修を行っているか			(4)どの知識・スキルの向上に役立っているか							
教育・訓練等	教育・訓練等のタイプ	対象にしている設計	知識				スキル			
			i-1. 要求を理解する際に必要な知識	i-2. 要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案する際に必要な知識	i-3. 結果を文書化する際に必要な知識	i-4. その他の知識	i-5. 要求を理解するスキル	i-6. 要求とノウハウを組み合わせ実現方法を考案するスキル	i-7. 結果を文書化するスキル	i-8. その他のスキル
(例)入社1年目、3年目にアーキテクチャ設計に関する集合研修を行っている。	①	両		◎	○		△	○		

4. 設計誤りと知識・スキルと教育・訓練の現状と相互関係

4. 1 規模および業務内容による調査対象の分類

4. 1. 1 調査対象の規模

調査対象の規模を調べるために、調査対象の設計担当者的人数に関する回答を 30 人以下、31 人以上 100 人以下、101 人以上 300 人以下、301 人以上 1000 人以下の 4 つに分けて整理した。結果を図 4.1.1 に示す。

この分析から以下のことが分かった。

- (1) 30 人以下が一番多く、全体の半分近くの割合を占めている。
- (2) 31 人以上 100 人以下、100 人以上がそれぞれ全体の約 4 分の 1 を占めている。

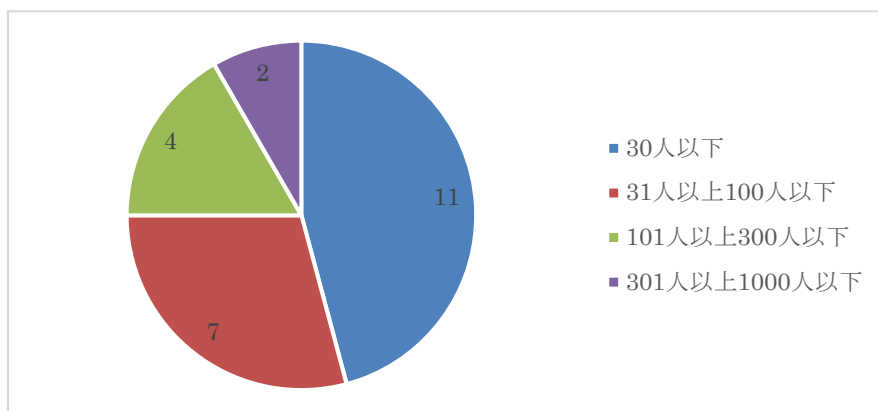


図 4.1.1 調査対象の規模 (回答組織数 24)

4. 1. 2 調査対象の業務内容

調査対象の業務内容を調べるために、調査対象が行っているソフトウェア開発業務の内容に関する、回答を集計した。結果を図 4.1.2 に示す。

また、広い範囲の業務を行っているかどうかに着目して整理を行った。結果を図 4.1.3 に示す。

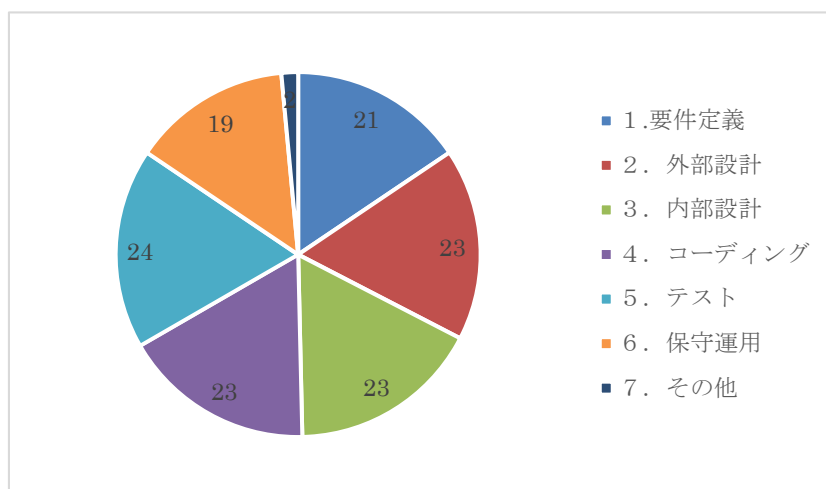


図 4.1.2 調査対象の業務内容 (複数回答可、回答組織数 24)

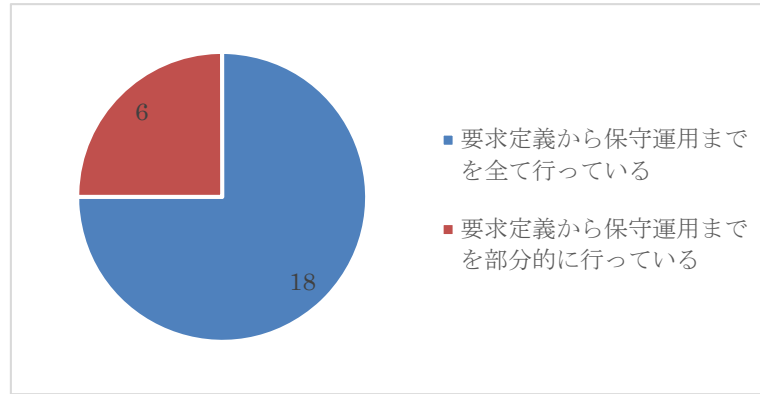


図 4.1.3 調査対象の業務内容の広さ (回答企業数 24)

これらの図表より、以下のことが分かった。

- (1) 要求定義から保守運用までの割合は、ほぼ同じである。
- (2) 多くの組織が、要求定義から保守運用までを全て行っている。ただし、一部のみを行っている組織もある。

4. 1. 3 規模および業務内容による調査対象の分類

規模および業務内容による調査対象の分類を行うため、調査対象の規模と業務内容のクロス集計を行った。結果を表 4.1.3 に示す。この分析により、以下のことが分かった。

- (1) 要求定義から保守運用までを全て行っている組織は、小規模から大規模まで様々である。
- (2) 要求定義から保守運用までを部分的に行っている組織は、30 人以下の規模が多い。

以上の結果より、規模および業務内容によって調査対象を以下の 4 タイプに分類した。

- (1) 要求定義から保守運用までを全て行っている 30 人以下の組織 (6 組織)
- (2) 要求定義から保守運用までを全て行っている 31 人以上 100 人以下の組織 (6 組織)
- (3) 要求定義から保守運用までを全て行っている 101 人以上の組織 (6 組織)
- (4) 要求定義から保守運用までを部分的に行っている 100 人以下の組織 (6 組織)

表 4.1.3 規模と業務内容によるクロス集計 (回答組織数 24)

業務内容 設計 担当者の人数	要求定義から保守運用までを全て行っている	要求定義から保守運用までを部分的に行っている	合計
30 人以下	6	5	11
31 人以上 100 人以下	6	1	7
101 人以上	6	0	6
合計	18	6	24

4. 2 設計誤りの現状とその結果に基づく調査対象の分類

4. 2. 1 要求定義・外部設計における設計誤りタイプ

要求定義・外部設計における設計誤りタイプの現状を把握するため、要求定義・外部設計における設計誤りタイプの割合に関する回答を集計し、全体の平均値を求めた。

また、調査対象1組織ずつ特長の違いを明らかにするために、設計誤りタイプの割合によるレーダーチャートを作成し、これをもとに調査対象の分類を行った。結果として次の4つのタイプに分類できることがわかった（図4.2.1参照）。

- (1) 要求が実現方法に反映されていない設計誤りの割合が高い組織（11組織）
- (2) 実現方法が間違っている設計誤りの割合が高い組織（3組織）
- (3) 実現方法の記述が分かりづらい設計誤りの割合が高い組織（3組織）
- (4) すべての設計誤りが均等に発生している組織（3組織）

さらに、上記の分類について、それぞれにおける設計誤りタイプの割合の平均値を求めた。結果を表4.2.1に示す。

これらの分析より、以下のことが分かった。

- (1) 全体に見ると、タイプAの「実現方法に反映されていない」設計誤りが多い。これに対して、タイプDの「実現方法が他と連携がとりにくい」設計誤りは少ない。
- (2) 特定の設計誤りタイプの割合が高い組織が多く、3/4以上を占める。特に、タイプAの「要求が実現方法に反映されていない」設計誤りの割合が高い組織が多く、約半分を占める。
- (3) 要求が実現方法に反映されていない設計誤りの割合が高い組織については、要求が実現方法に反映されていない設計誤りが50%近い。
- (4) 実現方法が間違っている設計誤りの割合が高い組織については、実現方法が間違っている設計誤りが50%近い。
- (5) 実現方法の記述が分かりづらい設計誤りの割合が高い組織については、実現方法の記述が分かりづらい設計誤りの50%近い。

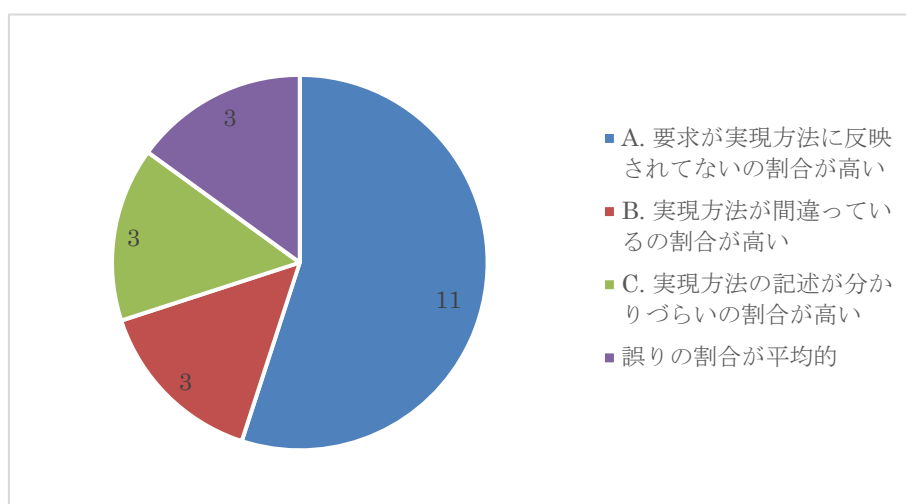


図 4.2.1 要求定義・外部設計における設計誤りタイプの割合による調査対象の分類
(回答組織数 20)

表 4.2.1 要求定義・外部設計における設計誤りタイプの割合（単位：％、回答組織数 20）

設計誤りタイプ による組織の分類	A. 要求が 実現方法に 反映されて いない	B. 実現 方法が間 違ってい る	C. 実現方 法の記述が 分かりづら い	D. 実現 方法が連 携がとり にくい	E. その 他の誤り	組 織 数
要求が実現方法に反映されてない設計誤りの割合が高い組織	48.27	17.18	14.82	11.82	7.00	11
実現方法が間違っている設計誤りの割合が高い組織	16.00	49.67	16.33	13.67	5.33	3
実現方法の記述が分かりづらい設計誤りの割合が高い組織	20.00	16.67	53.33	6.67	3.33	3
すべての設計誤りが均等に発生している組織	13.33	23.33	20.00	20.00	23.33	3
全体	33.95	22.90	21.60	12.55	8.65	20

4. 2. 2 要求定義・外部設計における設計誤りの原因

要求定義・外部設計における設計誤りを引き起こしている原因の現状を把握するため、要求定義・外部設計における設計誤り原因の割合に関する回答を集計し、全体の平均値を求めた。

また、調査対象 1 組織ずつ特長の違いを明らかにするために、設計誤りの原因の割合によるレーダーチャートを作成し、これをもとに調査対象の分類を行った。結果として次の 3 つのタイプに分類できることがわかった（図 4.2.2 参照）。

- （1）知識・スキルの不足が原因となっている設計誤りの割合が高い組織（9 組織）
- （2）ヒューマンエラーや意図的な不順守が原因となっている設計誤りの割合が高い組織（7 組織）
- （3）設計誤りの原因のすべてが均等に発生している組織（5 組織）

さらに、上記の分類について、それぞれにおける設計誤り原因の割合の平均値を求めた。結果を表 4.2.2 に示す。

これらの分析より、以下のことが分かった。

- （1）全体を見ると、ヒューマンエラーや意図的な不順守より、知識・スキルの不足が原因となっている設計誤りが多い。
- （2）知識・スキルの不足が原因となっている設計誤りの割合が高い組織が多いが、逆にヒューマンエラーや意図的な不順守が原因となっている設計誤りの割合が高い組織も少なくない。
- （3）知識・スキルの不足が原因となっている設計誤りの割合が高い組織については、知識・スキルの不足が原因となっている割合が 60% 近い。
- （4）ヒューマンエラーや意図的な不順守が原因となっている設計誤りの割合が高い組織については、ヒューマンエラーや意図的な不順守が原因となっている割合が 60% 近い。

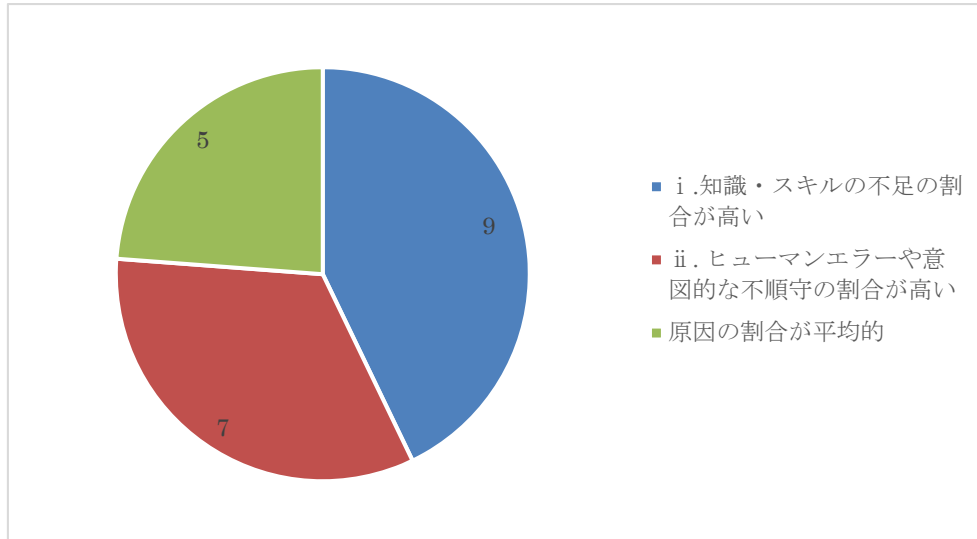


図 4.2.2 要求定義・外部設計における設計誤り原因の割合による調査対象の分類 (回答組織数 21)

表 4.2.2 要求定義・外部設計における設計誤り原因の割合 (単位：%、回答組織数 21)

設計誤り原因 設計誤り原因 による組織の分類	i. 知識・スキ ルの不足	ii. ヒューマン エラーや意図的 な不順守	iii. そ の他の 原因	組織数
知識・スキルの不足が原因となっ ている設計誤りの割合が高い組織	61.11	19.78	18.00	9
ヒューマンエラーや意図的な不順 守が原因となっている設計誤りの 割合が高い組織	26.67	58.33	15.00	7
設計誤りの原因のすべてが均等に 発生している組織	48.00	44.00	8.00	5
全体	45.57	39.90	14.05	21

4. 2. 3 設計誤りタイプと設計誤りの原因を組み合わせた調査対象の分類 (要求定義・外部設計)

要求定義・外部設計における設計誤りタイプと設計誤りの原因を用いた調査対象の分類を行うため、4.2.1 の設計誤りタイプの割合による分類と 4.2.2 における設計誤り原因の割合による分類を用いたクロス集計を行った。結果を表 4.2.3 に示す。この表より、以下のことが分かった。

- (1) 要求が実現方法に反映されていない設計誤りの割合が高い組織については、知識・スキルの不足が原因となっている設計誤りの割合が高い組織が多い。
- (2) 実現方法が間違っている設計誤りの割合が高い組織や実現方法の記述が分かりづらい設計誤りの割合が高い組織については、ヒューマンエラーや意図的な不順守が原因となっている設計誤りの割合が高い組織が多い。

以上の結果より、設計誤りによって調査対象を以下の7タイプに分類した。

- (1) 知識・スキルの不足が原因となっている設計誤りの割合が高く、要求が実現方法に反映されていない設計誤りの割合が高い組織 (6組織)
- (2) 知識・スキルの不足が原因となっている設計誤りの割合が高く、実現方法が間違っている設計誤りの割合が高い組織 (1組織)
- (3) 知識・スキルの不足が原因となっている設計誤りの割合が高く、すべての設計誤りが均等に発生している組織 (1組織)
- (4) ヒューマンエラーや意図的な不順守が原因となっている設計誤りの割合が高く、要求が実現方法に反映されていない設計誤りの割合が高い組織 (5組織)
- (5) ヒューマンエラーや意図的な不順守が原因となっている設計誤りの割合が高く、実現方法が間違っている設計誤りの割合が高い組織 (2組織)
- (6) ヒューマンエラーや意図的な不順守が原因となっている設計誤りの割合が高く、実現方法の記述が分かりづらい設計誤りの割合が高い組織 (3組織)
- (7) ヒューマンエラーや意図的な不順守が原因となっている設計誤りの割合が高く、すべての設計誤りが均等に発生している組織 (2組織)

表 4.2.3 設計誤りタイプの割合による分類と設計誤りの原因の割合による分類を用いたクロス集計
(要求定義・外部設計、回答組織数 20)

設計誤りの原因の割合による分類 設計誤りタイプの割合による分類	知識・スキルの不足が原因となっている設計誤りの割合が高い組織	ヒューマンエラーや意図的な不順守が原因となっている設計誤りの割合が高い組織	設計誤りの原因のすべてが均等に発生している組織	合計
要求が実現方法に反映されていない設計誤りの割合が高い組織	6	2	3	11
実現方法が間違っている設計誤りの割合が高い組織	1	2	0	3
実現方法の記述が分かりづらい設計誤りの割合が高い組織	0	2	1	3
すべての設計誤りが均等に発生している組織	1	1	1	3
合計	8	7	5	20

4. 2. 4 内部設計における設計誤りタイプ

内部設計における設計誤りタイプの現状を把握するため、内部設計における設計誤りタイプの割合に関する回答を集計し、全体の平均値を求めた。

また、調査対象1組織ずつ特長の違いを明らかにするために、設計誤りタイプの割合によるレーダーチャートを作成し、これをもとに調査対象の分類を行った。結果として、要求定義・外部設計の場合と同様に、次の4つのタイプに分類できることがわかった (図 4.2.1 参照)。

- (1) 要求が実現方法に反映されていない設計誤りの割合が高い組織 (4 組織)
- (2) 実現方法が間違っている設計誤りの割合が高い組織 (5 組織)
- (3) 実現方法の記述が分かりづらい設計誤りの割合が高い組織 (4 組織)
- (4) すべての設計誤りが均等に発生している組織 (7 組織)

さらに、上記の分類について、それぞれにおける設計誤りタイプの割合の平均値を求めた。結果を表 4.2.4 に示す。

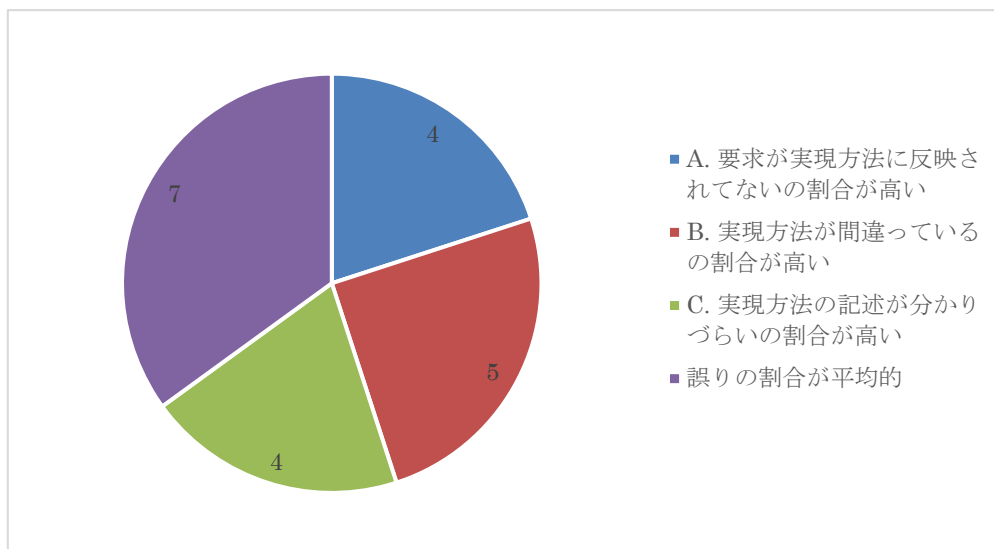


図 4.2.3 内部設計における設計誤りタイプの割合による調査対象の分類 (回答組織数 21)

表 4.2.4 内部設計における設計誤りタイプの割合(単位：%、回答組織数 21)

設計誤りタイプ 設計誤りタイプ による組織の分類	A. 要求が 実現方法に 反映されて いない	B. 実現方 法が間違っ ている	C. 実現方 法の記述が 分かりづら い	D. 実現方 法が連携が とりにくい	E. そ の他の 誤り	組 織 数
要求が実現方法に反映されてない設計誤りの割合が高い組織	56.75	18.75	10.50	10.00	4.00	4
実現方法が間違っている設計誤りの割合が高い組織	22.20	52.20	10.40	11.60	3.60	5
実現方法の記述が分かりづらい設計誤りの割合が高い組織	5.25	17.50	57.50	10.00	9.75	4
すべての設計誤りが均等に発生している組織	14.29	25.71	30.00	12.86	17.14	7
全体	22.95	29.30	26.70	11.40	9.65	21

これらの分析より、以下のことが分かった。

- (1) 全体に見ると、要求定義・外部設計の場合と異なり、タイプ B の「実現方法が間違っている」設計誤りが多い。ただし、タイプ D の「実現方法が他と連携が撮りにくい」設計誤りは少ない点

は要求定義・外部設計の場合と同じである。

- (2) 要求定義・外部設計の場合と同様、特定の設計誤りタイプの割合が多い組織が多いが、すべての設計誤りが均等に発生している組織も少なくない。
- (3) 要求が実現方法に反映されてない設計誤りの割合が高い組織については、要求が実現方法に反映されていない設計誤りが 50%近い。
- (4) 実現方法が間違っている設計誤りの割合が高い組織については、実現方法が間違っている設計誤りが 50%近い。
- (5) 実現方法の記述が分かりづらい設計誤りの割合が高い組織については、実現方法の記述が分かりづらい設計誤りの 50%近い。

4. 2. 5 内部設計における設計誤りの原因

内部設計における設計誤りを引き起こしている原因の現状を把握するため、内部設計における設計誤り原因の割合に関する回答を集計し、全体の平均値を求めた。

また、調査対象 1 組織ずつ特長の違いを明らかにするために、設計誤りの原因によるレーダーチャートを作成し、これをもとに調査対象の分類を行った。結果として、要求定義・外部設計の場合と同様に、次の 3 つのタイプに分類できることがわかった (図 4.2.4 参照)。

- (1) 知識・スキルの不足が原因となっている設計誤りの割合が高い組織 (7 組織)
- (2) ヒューマンエラーや意図的な不順守が原因となっている設計誤りの割合が高い組織 (9 組織)
- (3) 設計誤りの原因のすべてが均等に発生している組織 (5 組織)

さらに上記の分類について、それぞれにおける設計誤り原因の割合の平均値を求めた。結果を表 4.2.5 に示す。

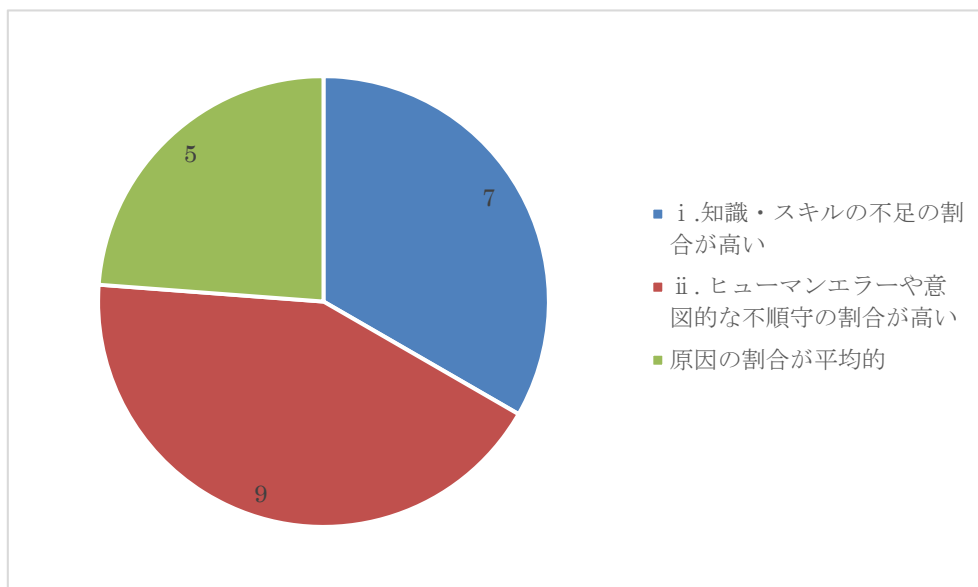


図 4.2.4 内部設計における設計誤り原因の割合による調査対象の分類 (回答組織数 21)

表 4.2.5 内部設計における設計誤り原因の割合（単位：％、回答組織数 21）

設計誤り原因 による組織の分類	i. 知識・ス キルの不足	ii. ヒューマ ンエラーや意 図的な不順守	iii. そ の他の 原因	組織数
知識・スキルの不足が原因となっ ている設計誤りの割合が高い組織	69.00	23.71	5.86	7
ヒューマンエラーや意図的な不順 守が原因となっている設計誤りの 割合が高い組織	20.11	68.11	11.78	9
設計誤りの原因のすべてが均等に 発生している組織	42.00	46.00	12.00	5
全体	41.62	48.05	9.86	21

これらの分析より、以下のことが分かった。

- (1) 全体を見ると、要求定義・外部設計の場合と異なり、知識・スキルの不足よりヒューマンエラーや意図的な不順守が原因となっている設計誤りが多い。
- (2) 要求定義・外部設計の場合と異なり、ヒューマンエラーや意図的な不順守が原因となっている設計誤りの割合が高い組織が多いが、逆に知識・スキルの不足が原因となっている設計誤りの割合が高い組織も少なくはない。
- (3) 知識・スキルの不足が原因となっている設計誤りの割合が高い組織については、知識・スキルの不足が原因となっている割合が 70%近い。
- (4) ヒューマンエラーや意図的な不順守が原因となっている設計誤りの割合が高い組織については、ヒューマンエラーや意図的な不順守が原因となっている割合が 70%近い。

4. 2. 6 設計誤りタイプと設計誤りの原因を組み合わせた調査対象の分類（内部設計）

内部設計における設計誤りタイプと設計誤りの原因を用いた調査対象の分類を行うため、4.2.4 の設計誤りタイプの割合による分類と 4.2.5 における設計誤り原因による分類を用いたクロス集計を行った。結果を表 4.2.6 に示す。この表より、以下のことが分かった。

- (1) 要求が実現方法に反映されていない設計誤りの割合が高い組織については、要求定義・外部設計と同様に、知識・スキルの不足が原因となっている設計誤りの割合が高い組織が多い。
- (2) 実現方法の記述が分かりづらい設計誤りの割合が高い組織については、要求定義・外部設計と同様に、ヒューマンエラーや意図的な不順守が原因となっている設計誤りの割合が高い組織が多い。

以上の結果より、要求定義・外部設計と同様に、設計誤りによって調査対象を以下の 7 タイプに分類した。

- (1) 知識・スキルの不足が原因となっている設計誤りの割合が高く、要求が実現方法に反映されていない設計誤りの割合が高い組織（2 組織）

- (2) 知識・スキルの不足が原因となっている設計誤りの割合が高く、実現方法が間違っている設計誤りの割合が高い組織 (2 組織)
- (3) 知識・スキルの不足が原因となっている設計誤りの割合が高く、すべての設計誤りが均等に発生している組織 (2 組織)
- (4) ヒューマンエラーや意図的な不順守が原因となっている設計誤りの割合が高く、要求が実現方法に反映されてない設計誤りの割合が高い組織 (2 組織)
- (5) ヒューマンエラーや意図的な不順守が原因となっている設計誤りの割合が高く、実現方法が間違っている設計誤りの割合が高い組織 (3 組織)
- (6) ヒューマンエラーや意図的な不順守が原因となっている設計誤りの割合が高く、実現方法の記述が分かりづらい設計誤りの割合が高い組織 (4 組織)
- (7) ヒューマンエラーや意図的な不順守が原因となっている設計誤りの割合が高く、すべての設計誤りが均等に発生している組織 (5 組織)

表 4.2.6 設計誤りタイプの割合による分類と設計誤りの原因の割合による分類を用いたクロス集計
(内部設計、回答組織数 20)

設計誤りの原因の割合による分類 設計誤りタイプの割合による分類	知識・スキルの不足が原因となっている設計誤りの割合が高い組織	ヒューマンエラーや意図的な不順守が原因となっている設計誤りの割合が高い組織	設計誤りの原因のすべてが均等に発生している組織	合計
要求が実現方法に反映されてない設計誤りの割合が高い組織	2	0	2	4
実現方法が間違っている設計誤りの割合が高い組織	2	2	1	5
実現方法の記述が分かりづらい設計誤りの割合が高い組織	0	4	0	4
すべての設計誤りが均等に発生している組織	2	3	2	7
合計	6	9	5	20

4. 3 教育・訓練の現状と実施している教育・訓練の内容に基づく調査対象の分類

調査対象とした組織が実施している教育・訓練の内容を整理するために、回答いただいた 125 の教育・訓練をその内容の類似性に基づいて分類をした。結果を表 4.3.1 に示す。

また、実施している教育・訓練の内容から見たそれぞれの組織の特徴を明確にするために、表 4.3.1 に基づいて行われている教育・訓練の数を集計した。要求定義・外部設計に関する教育・訓練についての結果を表 4.3.2 に、内部設計に関する教育・訓練についての結果を表 4.3.3 に示す。

これらの分析表より、以下のことが分かった。

- (1) 要求定義・外部設計と内部設計ではほぼ同じ傾向が見られる。
- (2) 全体として見ると、ソフトウェア設計にかかわる固有技術について学ぶための集合研修が多い。

また、仕事を通じた上司等による指導、社員同士の勉強会、資格取得奨励なども多く行われている。反対に、プロジェクトマネジメントに関する集合研修はあまり行われていない。

(3) 多くの企業が固有技術について学ぶ集合研修と仕事を通じた上司等による指導を取り入れている。

以上の結果より、行っている教育・訓練の内容によって調査対象を以下の5つに分類した。

- (1) 固有技術について学ぶ集合研修に力を入れている組織 (要・外：4組織、内：4組織)
- (2) プロジェクトマネジメント、品質について学ぶ集合研修に力を入れている組織 (要・外：3組織、内：3組織)
- (3) 勉強会、個人学習に力を入れている組織 (要・外：6組織、内：6組織)
- (4) 演習、専門家・上司による指導に力を入れている組織 (要・外：5組織、内：4組織)
- (5) 評価と目標設定、資格所得奨励に力を入れている組織 (要・外：5組織、内：7組織)

表 4.3.1 実施されている教育・訓練の内容 (回答組織数 24)

分類	具体例	教育・訓練数
①固有技術について学ぶ集合研修	<ul style="list-style-type: none"> ・ 要求定義技法 ・ 設計、開発技術 ・ デザインレビューとテスト設計 ・ 開発ツール、業務知識 	39
②プロジェクトマネジメントについて学ぶ集合研修	<ul style="list-style-type: none"> ・ プロジェクト管理 ・ リスクマネジメント 	3
③品質について学ぶ集合研修	<ul style="list-style-type: none"> ・ エンジニアリング技術、品質保証 ・ なぜなぜ分析 	7
④社員同士の勉強会	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自由参加型の勉強会 ・ 完成プロジェクト説明会 	15
⑤通信教育による個人学習	<ul style="list-style-type: none"> ・ e-Learningによる個人学習 ・ セキュリティー研修 	9
⑥模擬演習	<ul style="list-style-type: none"> ・ プロジェクトの計画から終結までのプロセスの擬似演習 ・ 模擬問題によるプログラム作成 	6
⑦実際の課題・問題を題材にした専門家による指導	<ul style="list-style-type: none"> ・ 各人での必要に応じて外部専門研修 ・ 新たな技術要素を用いる場合、外部の技術研修サービスを利用 	6
⑧仕事を通じた上司等による指導	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2年目までの社員に先輩社員をつける ・ 要件定義への同行 	20
⑨個人別の知識・スキルの評価と目標設定	<ul style="list-style-type: none"> ・ 半期毎の目標設定と上司との面談 ・ スキル診断ツールの利用 	7
⑩資格所得奨励	<ul style="list-style-type: none"> ・ 資格所得奨励金制度 ・ 資格所得に向けた模擬試験の実施 	13
合計		125

表 4.3.2 要求定義・外部設計に関する教育・訓練の内容から見た各組織の特徴（回答組織数 23）

教育・訓練による調査対象の分類	企業ID	①固有技術	②プロジェクトマネジメント	③品質	④社員同士の勉強会	⑤通信教育による個人学習	⑥模擬演習	⑦実際の課題・問題を題材にした専門家による指導	⑧仕事を通した上司等による指導	⑨個人別の知識・スキルの評価と目標設定	⑩資格所得奨励	回答数
固有技術について学ぶ集合研修に力を入れている組織	4	6										6
	13	3					1		1		1	6
	17	3			2			1	1		1	8
	22	4		1								5
プロジェクトマネジメント、品質について学ぶ集合研修に力を入れている組織	1	2		2	1			2		2		9
	3	2	1									3
	21	4	2	2		3			3			14
勉強会、個人学習に力を入れている組織	7	1			1	1		1	1			5
	9				1							1
	11	4		1	2	2	3		1	1	2	16
	14				2			1	1		1	5
	18				1	2					1	4
	20				1	1			1			3
演習、専門家・上司による指導に力を入れている組織	2	1							1			2
	16							1	1			2
	19	2			1		1		1		1	6
	23				1				2			3
	24								1			1
評価と目標設定、資格所得奨励に力を入れている組織	5	2							1	1		4
	6				1						1	2
	8										1	1
	12								1	1		2
	15								1	1	1	3
合計		34	3	6	14	9	5	6	18	6	10	111

表 4.3.3 内部設計に関する教育・訓練の内容から見た各組織の特徴（回答組織数 24）

教育・訓練による調査対象の分類	企業 ID	①固有技術	②プロジェクトマネジメント	③品質	④社員同士の勉強会	⑤通信教育による個人学習	⑥模擬演習	⑦実際の課題・問題を題材にした専門家による指導	⑧仕事を通した上司等による指導	⑨個人の知識・スキルの評価と目標設定	⑩資格所得奨励	回答数
固有技術について学ぶ集合研修に力を入れている組織	4	3										3
	13	3					1				1	5
	17	3			2			1	1		1	8
	22	4		1								5
プロジェクトマネジメント、品質に着いて学ぶ集合研修に力を入れている組織	1	2		2	1			1		2		8
	3	3	1	1			1				1	7
	21	4	2	2		3			3			14
勉強会、個人学習に力を入れている組織	7	1			1	1		1	1			5
	9				1							1
	11	4		1	2	2	2		1	1	2	15
	14				2			1	1		1	5
	18				1	2					1	4
	20	1			1				1			3
演習、専門家・上司による指導に力を入れている組織	16							1	1			2
	19	2			1		1		1		1	6
	23				1				2			3
	24								1			1
評価と目標設定、資格所得奨励に力を入れている組織	2	1							1		1	3
	5	2							1	1		4
	6				1						1	2
	8										1	1
	10				1				1	1	1	4
	12								1	1		2
	15								1	1	1	3
合計		33	3	7	15	8	5	5	18	7	13	114

4. 4 設計誤りと知識・スキルの関係

4. 4. 1 要求定義・外部設計における設計誤りと知識・スキルの関係

要求定義・外部設計における設計誤りと知識・スキルの関係を調べるために、設計誤りと知識・スキルの不足についてきた回答を、△を1点、○を2点、◎を3点として集計し、平均値を求めた。結果を表4.4.1に示す。

この表より以下のことが分かった。

- (1) 設計誤りと知識・スキルとの間には特定の関係が見られる。
- (2) 要求が実現方法に反映されていない設計誤りは、要求を理解する際に必要な知識・スキルの不足によって起こっているものが多い。
- (3) 実現方法が間違っている設計誤りは、要求とノウハウを組み合わせる際に必要な知識・スキルの不足によって起こっているものが多い。
- (4) 実現方法の記述が分かりづらい設計誤りや実現方法が他と連携がとりにくい設計誤りは、結果を文書化する際に必要な知識・スキルの不足によって起こっているものが多い。

表 4.4.1 要求定義・外部設計における設計誤りと知識・スキルの関係

知識・スキル 設計誤り	i-1. 要求 を理 解す る際 に必 要な 知識	i-2. 要 求とノウ ハウを組 み合わせ て実現方 法を考案 する際に 必要な 知識	i-3. 結 果を文 書化す る際に 必要な 知識	i-4. その 他の 知識	i-5. 要 求 を理 解 す る 力	i-6. 要求 とノウハ ウを組み 合わせて 実現方法 を考案す るスキル	i-7. 結果 を文 書化 する スキル	i-8. その 他の スキ ル	回 答 組 織 数
A. 要求が実現方法に反映されていない	2.15	0.85	0.65	0.00	1.95	0.95	0.70	0.00	20
B. 実現方法が間違っている	1.29	1.76	0.59	0.00	1.18	1.88	0.76	0.00	17
C. 実現方法の記述が分かりづらい	0.37	0.74	1.68	0.00	0.37	0.89	2.21	0.00	19
D. 実現方法が連携がとりにくい	1.00	1.44	1.78	0.00	0.89	1.44	2.00	0.00	9
E. その他の誤り	0.25	0.75	0.25	1.25	0.25	0.50	0.25	1.50	4

注1) 3：非常に多い、2：多い、1：少しある。

注2) 網掛けは1.5以上のもの。

4. 4. 2 内部設計における設計誤りと知識・スキルの関係

内部設計における設計誤りと知識・スキルの関係を調べる為に、設計誤りと知識・スキルの不足についてきた回答を、△を1点、○を2点、◎を3点として集計し、平均値を求めた。結果を表4.4.2に示す。

この結果から以下のことが分かった。

- (1) 要求定義・外部設計の場合と同様に、設計誤りと知識・スキルとの間には特定の関係が見られる。
- (2) 要求が実現方法に反映されていない設計誤りは、要求を理解する際に必要な知識・スキルの不足によって起こっているものが多い。
- (3) 実現方法が間違っている設計誤りは、要求とノウハウを組み合わせる際に必要な知識・スキルの不足によって起こっているものが多い。
- (4) 実現方法の記述が分かりづらい設計誤りや実現方法が他と連携がとりにくい設計誤りは、結果を文書化する際に必要な知識・スキルの不足によって起こっているものが多い。

表 4.4.2 内部設計における設計誤りと知識・スキルの関係

知識・スキル 設計誤り	i-1. 要求 を理 解す る際 に必 要な 知識	i-2. 要 求とノウ ハウを組 み合わせ て実現方 法を考案 する際に 必要な知 識	i-3. 結果 を文 書化 する 際に 必要 な知 識	i-4. その 他の 知識	i-5. 要求 を理 解す る力	i-6. 要求 とノウハ ウを組み 合わせて 実現方法 を考案す るスキル	i-7. 結果 を文 書化 する スキル	i-8. その 他の スキ ル	回 答 組 織 数
A. 要求が実現方法に反映されていない	1.71	1.00	0.65	0.00	1.88	0.94	0.94	0.00	17
B. 実現方法が間違っている	0.89	1.61	0.67	0.11	1.17	2.11	0.83	0.00	18
C. 実現方法の記述が分かりづらい	0.43	0.79	2.14	0.00	0.57	1.00	2.50	0.00	14
D. 実現方法が連携がとりにくい	0.50	1.40	1.70	0.00	0.60	1.30	1.70	0.00	10
E. その他の誤り	0.33	1.00	0.33	0.67	0.33	0.67	0.33	1.00	3

注1) 3：非常に役立っている、2：役立っている、1：少し役立っている

注2) 網掛けは1.5以上。

4. 5 知識・スキルと教育訓練の関係

4. 5. 1 要求定義・外部設計における知識・スキルと教育・訓練の関係

要求定義・外部設計における知識・スキルと教育訓練の関係を調べるために、知識・スキル不足と教育・訓練について聞いた回答を、△を1点、○を2点、◎を3点として集計し、平均値を求めた。結果を表4.5.1に示す。

この表から以下のことが分かった。

- (1) 固有技術について学ぶ集合研修は、要求とノウハウを組み合わせることで実現方法を考案する際に必要な知識・スキルの向上に役立っている。他方、社員同士の勉強会は、要求とノウハウを組み合わせることで実現方法を考案する際に必要な知識の向上に役立っている。
- (2) 模擬演習は、要求とノウハウを組み合わせることで実現方法を考案する際に必要な知識・スキルと、結果を文書化する際に必要な知識・スキルの向上に役立っている。
- (3) 仕事を通じた上司等による指導は、要求を理解する際に必要な知識・スキルと、要求とノウハウを組み合わせることで実現方法を考案する際に必要な知識・スキルの向上に役立っている。

表 4.5.1 要求定義・外部設計における知識・スキルと教育・訓練の関係（回答組織数 21）

知識・スキル 教育・訓練	i-1. 要求 を理 解す る際 に必 要な 知識	i-2. 要求と ノウ ハウ を組 み合 わせ て実 現方 法を 考案 する 際に 必要 な知識	i-3. 結果 を文 書化 する 際に 必要 な知識	i-4. その 他の 知識	i-5. 要求 を理 解す る力	i-6. 要 求とノ ウハウ を組 み合 わせ て実 現方 法を 考案 するス キ ル	i-7. 結果 を文 書化 する ス キ ル	i-8. その 他の ス キ ル	回 答 数
固有技術について学ぶ集合研修	1.03	1.60	0.90	0.30	1.00	1.40	0.80	0.17	30
プロジェクトマネジメントについて学ぶ集合研修	1.00	0.00	0.00	2.00	0.00	1.00	0.67	2.00	3
品質について学ぶ集合研修	0.00	0.83	0.33	1.00	0.00	0.50	0.33	0.33	5
社員同士の勉強会	0.93	1.43	0.64	0.21	0.64	1.14	0.64	0.07	14
通信教育による個人学習	1.22	1.00	0.56	0.00	1.11	1.11	0.78	0.00	9
模擬演習	1.00	2.00	1.60	0.00	1.00	2.60	2.00	0.00	5
実際の課題・問題を題材にした専門家による指導	1.33	1.33	0.83	1.00	1.00	1.33	0.50	0.33	6
仕事を通じた上司等による指導	1.67	1.78	1.33	0.39	1.61	1.89	1.44	0.39	18
個人別の知識・スキルの評価と目標設定	0.67	0.33	0.67	1.00	1.00	1.00	1.33	0.33	6
資格所得奨励	0.90	1.20	1.30	0.30	0.30	1.10	1.00	0.50	10

注1) 3：非常に役立っている、2：役立っている、1：少し役立っている

注2) 網掛けは1.5以上。

4. 5. 2 内部設計における知識・スキルと教育・訓練の関係

内部設計における知識・スキルと教育訓練の関係を調べる為に、知識・スキル不足と教育・訓練についてきた回答を、△を1点、○を2点、◎を3点として集計し、平均値を求めた。結果を表4.5.2に示す。

この結果から以下のことが分かった。

- (1) 要求定義・外部設計の場合と同様に、固有技術について学ぶ集合研修は、要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案する際に必要な知識・スキルの向上に役立っている。他方、社員同士の勉強会は、必要な知識の向上に役立っている
- (2) 模擬演習は、要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案する際に必要な知識・スキルの向上に役立っている。また、実際の課題・問題を題材にした専門家による指導は、これに加えて、要求を理解する際に必要な知識・スキルの向上にも役立っている。
- (3) 仕事を通した上司等による指導は、要求を理解する際に必要な知識・スキルと、要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案する際に必要な知識・スキルと、結果を文書化するスキルの向上に役立っている。

表 4.5.2 内部設計における知識・スキルと教育・訓練の関係（回答組織数 21）

知識・スキル	i-1. 要求 を理解 する際 に必要な 知識	i-2. 要求と ノウハ ウを組み 合わせて 実現方法 を考案 する際 に必要な 知識	i-3. 結果 を文書 化する 際に必 要な知 識	i-4. その 他の 知識	i-5. 要求 を理 解す る力	i-6. 要 求とノ ウハウ を組み 合わせ て実現 方法を 考案す るスキ ル	i-7. 結果 を文書 化する スキ ル	i-8. その 他の スキ ル	回 答 数
教育・訓練									
固有技術について学ぶ集合研修	0.72	1.55	1.14	0.31	0.62	1.55	0.97	0.17	29
プロジェクトマネジメントについて学ぶ集合研修	1.00	0.00	0.00	2.00	0.00	1.00	0.67	2.00	3
品質について学ぶ集合研修	0.00	0.71	0.71	0.86	0.00	0.43	0.57	0.29	6
社員同士の勉強会	1.00	1.33	0.60	0.20	0.60	1.07	0.60	0.07	15
通信教育による個人学習	1.25	1.00	0.63	0.00	1.25	1.25	0.88	0.00	8
模擬演習	1.00	1.60	1.00	0.00	0.60	2.80	1.40	0.00	5
実際の課題・問題を題材にした専門家による指導	1.60	1.60	1.00	0.80	1.20	1.60	0.60	0.40	5
仕事を通した上司等による指導	1.61	1.83	1.44	0.39	1.61	2.00	1.56	0.39	18
個人別の知識・スキルの評価と目標設定	0.71	0.43	0.71	0.86	1.00	1.00	1.29	0.29	7
資格所得奨励	0.85	1.08	1.15	0.31	0.38	1.00	0.92	0.62	13

注1) 3：非常に役立っている、2：役立っている、1：少し役立っている

注2) 網掛けは1.5以上。

4. 6 規模・業務内容による層別

4. 6. 1 規模・業務内容と、設計誤りによる調査対象の分類との関係（要求定義・外部設計）

規模・業務内容によって要求定義・外部設計に関する設計誤りのタイプ・原因が異なるかどうかを調べるために、4.1.3 で述べた規模・業務内容による調査対象の分類と、4.2.3 で述べた要求定義・外部設計に関する設計誤りによる調査対象の分類のクロス集計を行った。結果を表 4.6.1 に示す。

この分析により、以下のことが分かった。

- (1) 規模・業務内容によって、問題となっている設計誤りのタイプ・原因が異なる。
- (2) 要求定義から保守運用までを全て行っている 30 人以下の組織（規模の小さい組織）では、知識・スキルの不足が原因となっている設計誤りの割合が高い。
- (3) 要求定義から保守運用までを全て行っている 31 人以上の組織（規模の大きい組織）では、ヒューマンエラーや意図的な不順守が原因となっている設計誤りの割合が高く、要求が実現方法に反映されていない設計誤りの割合が高い。

表 4.6.1 規模・業務内容と、設計誤りによる調査対象の分類との関係（要求定義・外部設計）

設計誤りによる調査対象の分類 規模・業務内容による調査対象の分類	知識・スキルの不足が原因となっている設計誤りの割合が高く、要求が実現方法に反映されていない設計誤りの割合が高い組織	知識・スキルの不足が原因となっている設計誤りの割合が高く、実現方法が間違っている設計誤りの割合が高い組織	知識・スキルの不足が原因となっている設計誤りの割合が高く、すべての設計誤りが均等に発生している組織	ヒューマンエラーや意図的な不順守が原因となっている設計誤りの割合が高く、要求が実現方法に反映されていない設計誤りの割合が高い組織	ヒューマンエラーや意図的な不順守が原因となっている設計誤りの割合が高く、実現方法が間違っている設計誤りの割合が高い組織	ヒューマンエラーや意図的な不順守が原因となっている設計誤りの割合が高く、実現方法の記述が分かりづらい設計誤りの割合が高い組織	ヒューマンエラーや意図的な不順守が原因となっている設計誤りの割合が高く、すべての設計誤りが均等に発生している組織	組織数
要求定義から保守運用までを全て行っており、30 人以下の組織	2	1	1	0	1	1	0	6
要求定義から保守運用までを全て行っており、31 人以上 100 人以下の組織	1	0	0	3	0	1	0	5
要求定義から保守運用までを全て行っており、101 人以上の組織	1	0	0	2	1	0	0	4
要求定義から保守運用までを部分的に行っており、100 人以下の組織	2	0	0	0	0	1	2	5
組織数	6	1	1	5	2	3	2	20

4. 6. 2 規模・業務内容と、設計誤りによる調査対象の分類との関係（内部設計）

規模・業務内容によって内部設計に関する設計誤りのタイプ・原因が異なるかどうかを調べるために、4.1.3 で述べた規模・業務内容による調査対象の分類と 4.2.6 で述べた内部設計に関する設計誤りによる調査対象の分類のクロス集計を行った。結果を表 4.6.2 に示す。

この分析により、以下のことが分かった。

- (1) 要求定義・外部設計の場合と同様に、規模・業務内容によって、問題となっている設計誤りのタイプ・原因が異なる。
- (2) 要求定義から保守運用までを全て行っている 30 人以下の組織（規模の小さい組織）では、知識・スキルの不足が原因となっている設計誤りの割合が高い。
- (3) 要求定義から保守運用までを全て行っている 31 人以上の組織（規模の大きい組織）では、ヒューマンエラーや意図的な不順守が原因となっている設計誤りの割合が高い。

表 4.6.2 規模・業務内容と、設計誤りによる調査対象の分類との関係（内部設計）

設計誤りによる調査対象の分類	知識・スキルの不足が原因となっている設計誤りの割合が高く、要求が実現方法に反映されていない設計誤りの割合が高い組織	知識・スキルの不足が原因となっている設計誤りの割合が高く、実現方法が間違っている設計誤りの割合が高い組織	知識・スキルの不足が原因となっている設計誤りの割合が高く、すべての設計誤りが均等に発生している組織	ヒューマンエラーや意図的な不順守が原因となっている設計誤りの割合が高く、要求が実現方法に反映されていない設計誤りの割合が高い組織	ヒューマンエラーや意図的な不順守が原因となっている設計誤りの割合が高く、実現方法が間違っている設計誤りの割合が高い組織	ヒューマンエラーや意図的な不順守が原因となっている設計誤りの割合が高く、実現方法の記述が分かりづらい設計誤りの割合が高い組織	ヒューマンエラーや意図的な不順守が原因となっている設計誤りの割合が高く、すべての設計誤りが均等に発生している組織	組織数
規模・業務内容による調査対象の分類								
要求定義から保守運用までを全て行っており、30 人以下の組織	1	1	1	0	1	1	1	6
要求定義から保守運用までを全て行っており、31 人以上 100 人以下の組織	1	0	0	1	0	1	2	5
要求定義から保守運用までを全て行っており、101 人以上の組織	0	1	0	0	2	0	1	4
要求定義から保守運用までを部分的に行っており、100 人以下の組織	0	0	1	1	0	2	1	5
組織数	2	2	2	2	3	4	5	20

4. 6. 3 規模・業種内容と、教育・訓練による調査対象の分類との関係（要求定義・外部設計）

規模・業種内容によって教育・訓練が異なるのかどうか調べるために、4.1.3 で述べた規模・業務内容による調査対象の分類と、4.3. で述べた教育・訓練による調査対象の分類のクロス集計を行った。結果を表 4.6.3 に示す。

この分析により、以下のことが分かった。

- (1) 規模・業務内容によって、組織が力を入れている教育・訓練は異なる。
- (2) 要求定義から保守運用までを全て行っている 30 人以下の組織や要求定義から保守運用までを部

分的に行っており、100人以下の組織（規模の小さい組織）では、演習、専門家・上司による指導に力を入れている。

(3) 要求定義から保守運用までを全て行っている31人以上の組織（規模の大きい組織）では、集合研修や勉強会、個人学習に力を入れている。

表 4.6.3 規模・業種内容と、教育・訓練による調査対象の分類の関係（要求定義・外部設計）

教育・訓練による調査対象の分類 規模・業種内容による調査対象の分類	固有技術について学ぶ集合研修に力を入れている組織	プロジェクトマネジメント、品質について学ぶ集合研修に力を入れている組織	勉強会、個人学習に力を入れている組織	演習、専門家・上司による指導に力を入れている組織	評価と目標設定、資格所得奨励に力を入れている組織	組織数
要求定義から保守運用までを全て行っており、30人以下の組織	0	1	1	3	1	6
要求定義から保守運用までを全て行っており、31人以上100人以下の組織	2	0	3	0	1	6
要求定義から保守運用までを全て行っており、101人以上の組織	1	2	1	0	2	6
要求定義から保守運用までを部分的に行っており、100人以下の組織	1	0	1	2	1	5
組織数	4	3	6	5	5	23

4. 6. 4 規模・業種内容と、教育・訓練による調査対象の分類との関係（内部設計）

規模・業種内容によって教育・訓練が異なるのかどうか調べるために、4.1.3で述べた規模・業種内容による調査対象の分類と4.3で述べた教育・訓練による調査対象の分類のクロス集計を行った。結果を表4.6.4に示す。

表 4.6.4 規模・業種内容と、教育・訓練による調査対象の分類の関係（内部設計）

教育・訓練による調査対象の分類 規模・業種内容による調査対象の分類	固有技術について学ぶ集合研修に力を入れている組織	プロジェクトマネジメント、品質について学ぶ集合研修に力を入れている組織	勉強会、個人学習に力を入れている組織	演習、専門家・上司による指導に力を入れている組織	評価と目標設定、資格所得奨励に力を入れている組織	組織数
要求定義から保守運用までを全て行っており、30人以下の組織	0	1	1	2	2	6
要求定義から保守運用までを全て行っており、31人以上100人以下の組織	2	0	3	0	1	6
要求定義から保守運用までを全て行っており、101人以上の組織	1	2	1	0	2	6
要求定義から保守運用までを部分的に行っており、100人以下の組織	1	0	1	2	2	6
組織数	4	3	6	4	7	24

この分析により、以下のことが分かった。

(1) 要求定義・外部設計の場合と同様に、規模・業種内容によって、組織が力を入れている教育・

訓練は異なる。

- (2) 要求定義から保守運用までを全て行っている 30 人以下の組織や要求定義から保守運用までを部分的に行っている 100 人以下の組織（規模の小さい組織）では、演習、専門家・上司による指導に力を入れている。
- (3) 要求定義から保守運用までを全て行っている 31 人以上の組織（規模の大きい組織）では、集合研修や勉強会、個人学習に力を入れている。

4. 6. 5 規模・業務内容が設計誤りと知識・スキルの関係に与える影響（要求定義・外部設計）

規模・業務内容によって要求定義・外部設計に関する設計誤りと知識・スキルの関係が異なるかどうか調べるために、4.4.1 で述べた要求定義・外部設計に関する設計誤りと知識・スキルの関係を、4.1.3 で述べた規模・業務内容による調査対象の分類によって層別した。結果を表 4.6.5～表 4.6.8 に示す。

この分析により、以下のことが分かった。

- (1) 規模・業務内容によって、設計誤りと知識・スキルの関係が異なる。
- (2) 要求定義から保守運用までを全て行っている 30 人以下の組織（規模の小さい組織）では、要求とノウハウを組み合わせる実現方法を考案する際に必要な知識・スキルの不足が原因となって起こる、要求が実現方法に反映されていない設計誤りが多い。
- (3) 要求定義から保守運用までを全て行っている 101 人以上の組織（規模の大きい組織）では、要求を理解する力の不足によって起こる、実現方法が他と連携がとりにくい設計誤りが多い。

表 4.6.5 設計誤りと知識・スキルの関係（要件定義・外部設計、
要求定義から保守運用までを全て行っている 30 人以下の組織、回答組織数 6）

知識・スキル 設計誤り	i-1.要求を理解する際に必要な知識	i-2.要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案する際に必要な知識	i-3.結果を文書化する際に必要な知識	i-4.その他の知識	i-5.要求を理解する力	i-6.要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案するスキル	i-7.結果を文書化するスキル	i-8.その他のスキル	回答数
A. 要求が実現方法に反映されていない	1.60	1.60	0.40	0.00	1.40	1.80	0.40	0.00	5
B. 実現方法が間違っている	1.75	2.50	0.75	0.00	1.50	1.50	0.50	0.00	4
C. 実現方法の記述が分かりづらい	0.40	0.80	1.40	0.00	0.40	1.40	2.00	0.00	5
D. 実現方法が連携がとりにくい	1.00	1.00	1.50	0.00	1.00	1.00	2.00	0.00	2
E. その他の誤り	1.00	3.00	1.00	0.00	1.00	2.00	1.00	0.00	1

注1) 3：非常に役立っている、2：役立っている、1：少し役立っている

注2) 網掛けは1.5以上。

表 4.6.6 設計誤りと知識・スキルの関係（要件定義・外部設計、
要求定義から保守運用までを全て行っている 31 人以上 100 人以下の組織、回答組織数 6）

知識・スキル 設計誤り	i-1.要求を理解する際に必要な知識	i-2.要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案する際に必要な知識	i-3.結果を文書化する際に必要な知識	i-4.その他の知識	i-5.要求を理解する力	i-6.要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案するスキル	i-7.結果を文書化するスキル	i-8.その他のスキル	回答数
A. 要求が実現方法に反映されていない	2.20	0.60	0.40	0.00	3.00	1.00	0.80	0.00	5
B. 実現方法が間違っている	1.60	1.60	0.20	0.00	1.20	1.80	1.00	0.00	5
C. 実現方法の記述が分かりづらい	0.60	1.00	1.60	0.00	0.40	1.40	2.60	0.00	5
D. 実現方法が連携がとりにくい	1.00	1.50	2.00	0.00	0.50	1.50	2.50	0.00	2
E. その他の誤り	0.00	0.00	0.00	2.50	0.00	0.00	0.00	1.50	2

注1) 3：非常に役立っている、2：役立っている、1：少し役立っている

注2) 網掛けは1.5以上。

表 4.6.7 設計誤りと知識・スキルの関係（要件定義・外部設計、
要求定義から保守運用までを全て行っている 101 人以上の組織、回答組織数 6）

知識・スキル 設計誤り	i-1.要求を理解する際に必要な知識	i-2.要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案する際に必要な知識	i-3.結果を文書化する際に必要な知識	i-4.その他の知識	i-5.要求を理解する力	i-6.要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案するスキル	i-7.結果を文書化するスキル	i-8.その他のスキル	回答数
A. 要求が実現方法に反映されていない	2.67	0.67	0.83	0.00	1.50	0.33	0.67	0.00	6
B. 実現方法が間違っている	0.80	1.60	0.40	0.00	0.80	2.40	0.40	0.00	5
C. 実現方法の記述が分かりづらい	0.50	0.50	2.25	0.00	0.75	0.25	1.75	0.00	4
D. 実現方法が連携がとりにくい	1.00	1.50	1.50	0.00	1.50	1.50	1.00	0.00	2
E. その他の誤り	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	1

注1) 3：非常に役立っている、2：役立っている、1：少し役立っている
注2) 網掛けは1.5以上。

表 4.6.8 設計誤りと知識・スキルの関係（要件定義・外部設計、
要求定義から保守運用までを部分的に行っている 100 人以下の組織、回答組織数 6）

知識・スキル 設計誤り	i-1.要求を理解する際に必要な知識	i-2.要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案する際に必要な知識	i-3.結果を文書化する際に必要な知識	i-4.その他の知識	i-5.要求を理解する力	i-6.要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案するスキル	i-7.結果を文書化するスキル	i-8.その他のスキル	回答数
A. 要求が実現方法に反映されていない	2.00	0.50	1.00	0.00	2.00	0.75	1.00	0.00	4
B. 実現方法が間違っている	1.00	1.33	1.33	0.00	1.33	1.67	1.33	0.00	3
C. 実現方法の記述が分かりづらい	0.00	0.60	1.60	0.00	0.00	0.40	2.40	0.00	5
D. 実現方法が連携がとりにくい	1.00	1.67	2.00	0.00	0.67	1.67	2.33	0.00	3
E. その他の誤り	-	-	-	-	-	-	-	-	0

注1) 3：非常に役立っている、2：役立っている、1：少し役立っている
注2) 網掛けは1.5以上。

4. 6. 6 規模・業務内容が設計誤りと知識・スキルの関係に与える影響（内部設計）

規模・業務内容によって内部設計に関する設計誤りと知識・スキルの関係が異なるかどうかを調べるために、4.4.2 で述べた内部設計に関する設計誤りと知識・スキルの関係を、4.1.3 で述べた規模・業務内容による調査対象の分類によって層別した。結果を表 4.6.9～表 4.6.12 に示す。

この分析により、以下のことが分かった。

- (1) 要求定義・外部設計の場合と同様に、規模・業務内容によって、設計誤りと知識・スキルの関係が異なる。
- (2) 要求定義から保守運用までを全て行っている 30 人以下の組織（規模の小さい組織）では、a) 要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案する際に必要な知識・スキルの不足によって起こる、要求が実現方法に反映されていない設計誤り、b) 結果を文書化する際に必要な知識の不足によって起こる、要求が実現方法に反映されていない設計誤り、c) 要求を理解する際に必要な知識・スキル、また要求を理解する力の不足によって起こる、要求が実現方法に反映されていない設計誤りが多い。
- (3) 要求定義から保守運用までを全て行っている 101 人以上の組織（規模の大きい組織）では、要求を理解する力の不足によって起こる、実現方法が他と連携がとりにくい設計誤りが多い。

表 4.6.9 設計誤りと知識・スキルの関係（内部設計、
要求定義から保守運用までを全て行っている 30 人以下の組織、回答組織数 6）

知識・スキル 設計誤り	i-1.要求を理解する際に必要な知識	i-2.要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案する際に必要な知識	i-3.結果を文書化する際に必要な知識	i-4.その他の知識	i-5.要求を理解する力	i-6.要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案するスキル	i-7.結果を文書化するスキル	i-8.その他のスキル	回答数
A. 要求が実現方法に反映されていない	1.33	1.67	0.33	0.00	1.00	2.00	0.33	0.00	3
B. 実現方法が間違っている	1.25	1.75	1.50	0.50	1.50	1.75	1.25	0.00	4
C. 実現方法の記述が分かりづらい	2.00	1.50	2.00	0.00	2.00	1.50	2.00	0.00	2
D. 実現方法が連携がとりにくい	0.67	1.00	0.67	0.00	0.67	0.67	0.67	0.00	3
E. その他の誤り	1.00	3.00	1.00	0.00	1.00	2.00	1.00	0.00	1

注1) 3：非常に役立っている、2：役立っている、1：少し役立っている

注2) 網掛けは1.5以上。

表 4.6.10 設計誤りと知識・スキルの関係（内部設計、
要求定義から保守運用までを全て行っている 31 人以上 100 人以下の組織、回答組織数 6）

知識・スキル 設計誤り	i-1.要求を理解する際に必要な知識	i-2.要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案する際に必要な知識	i-3.結果を文書化する際に必要な知識	i-4.その他の知識	i-5.要求を理解する力	i-6.要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案するスキル	i-7.結果を文書化するスキル	i-8.その他のスキル	回答数
A. 要求が実現方法に反映されていない	1.40	0.80	0.60	0.00	2.40	1.00	1.40	0.00	5
B. 実現方法が間違っている	0.40	2.00	0.40	0.00	0.80	2.20	1.00	0.00	5
C. 実現方法の記述が分かりづらい	0.25	1.00	2.00	0.00	0.75	1.50	3.00	0.00	4
D. 実現方法が連携がとりにくい	0.50	1.50	2.50	0.00	0.50	1.50	2.50	0.00	2
E. その他の誤り	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1

注1) 3：非常に役立っている、2：役立っている、1：少し役立っている

注2) 網掛けは1.5以上。

表 4.6.11 設計誤りと知識・スキルの関係（内部設計、
要求定義から保守運用までを全て行っている 101 人以上の組織、回答組織数 6）

知識・スキル 設計誤り	i-1.要求を理解する際に必要な知識	i-2.要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案する際に必要な知識	i-3.結果を文書化する際に必要な知識	i-4.その他の知識	i-5.要求を理解する力	i-6.要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案するスキル	i-7.結果を文書化するスキル	i-8.その他のスキル	回答数
A. 要求が実現方法に反映されていない	2.17	0.83	0.67	0.00	2.00	0.33	0.83	0.00	6
B. 実現方法が間違っている	1.00	1.00	0.40	0.00	1.20	2.20	0.20	0.00	5
C. 実現方法の記述が分かりづらい	0.25	0.50	2.50	0.00	0.25	0.75	1.75	0.00	4
D. 実現方法が連携がとりにくい	1.00	1.50	1.50	0.00	1.50	1.50	1.00	0.00	2
E. その他の誤り	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	1

注 1) 3 : 非常に役立っている、2 : 役立っている、1 : 少し役立っている

注 2) 網掛けは 1.5 以上。

表 4.6.12 設計誤りと知識・スキルの関係（内部設計、
要求定義から保守運用までを部分的に行っている 100 人以下の組織、回答組織数 6）

知識・スキル 設計誤り	i-1.要求を理解する際に必要な知識	i-2.要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案する際に必要な知識	i-3.結果を文書化する際に必要な知識	i-4.その他の知識	i-5.要求を理解する力	i-6.要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案するスキル	i-7.結果を文書化するスキル	i-8.その他のスキル	回答数
A. 要求が実現方法に反映されていない	1.67	1.00	1.00	0.00	1.67	1.00	1.00	0.00	3
B. 実現方法が間違っている	1.00	1.75	0.50	0.00	1.25	2.25	1.00	0.00	4
C. 実現方法の記述が分かりづらい	0.00	0.50	2.00	0.00	0.00	0.50	3.00	0.00	4
D. 実現方法が連携がとりにくい	0.00	1.67	2.33	0.00	0.00	1.67	2.67	0.00	3
E. その他の誤り	-	-	-	-	-	-	-	-	0

注 1) 3 : 非常に役立っている、2 : 役立っている、1 : 少し役立っている

注 2) 網掛けは 1.5 以上。

4. 6. 7 規模・業務内容が知識・スキルと教育・訓練の関係に与える影響（要求定義・外部設計）

規模・業務内容によって要求定義・外部設計に関する知識・スキルと教育・訓練の関係が異なるかどうか調べるために、4.5.1 で述べた要求定義・外部設計に関する知識・スキルと教育・訓練の関係を、4.1.3 で述べた規模・業務内容による調査対象の分類によって層別した。結果を表 4.6.13～表 4.6.16 に示す。

この分析により、以下のことが分かった。

- (1) 規模・業務内容によって、設計誤りと知識・スキルの関係が異なる。
- (2) 要求定義から保守運用までを全て行っている 30 人以下の組織（規模の小さい組織）では、固有技術について学ぶ研修が、要求とノウハウを組み合わせる際に必要な知識・スキルの不足に役立っている。他方、101 人以上の組織（規模の大きい組織）では、役立っている程度が少ない。
- (3) 要求定義から保守運用までを全て行っている 30 人以下の組織（規模の小さい組織）では、社員同士の勉強会が、要求とノウハウを組み合わせる際に必要な知識・スキルの不足に役立っている。他方、101 人以上の組織（規模の大きい組織）では、役立っている程度が少ない。
- (4) 要求定義から保守運用までを全て行っている 30 人以下の組織（規模の小さい組織）では、仕事を通じた上司等による指導が、要求を理解する際に必要な知識・スキルの不足に役立っている。他方、101 人以上の組織（規模の大きい組織）では、結果を文書化する際に必要な知識・スキルの不足に役立っている。

表 4.6.13 知識・スキルと教育・訓練の関係（要件定義・外部設計、
要求定義から保守運用までを全て行っている 30 人以下の組織、回答組織数 6）

知識・スキル \ 教育・訓練	i-1.要求を理解する際に必要な知識	i-2.要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案する際に必要な知識	i-3.結果を文書化する際に必要な知識	i-4.その他の知識	i-5.要求を理解する力	i-6.要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案するスキル	i-7.結果を文書化するスキル	i-8.その他のスキル	回答数
1 固有技術	0.86	2.43	1.14	0.43	0.86	2.43	1.14	0.43	7
2 プロジェクトマネジメント	0.00	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	3.00	2
3 品質	0.00	1.50	1.00	1.00	0.00	1.50	1.00	1.00	2
4 社員同士の勉強会	0.50	2.25	0.50	0.00	0.25	2.00	0.50	0.00	4
5 通信教育による個人学習	0.00	2.00	1.00	0.00	0.00	2.00	1.00	0.00	3
6 模擬演習	0.00	3.00	2.00	0.00	0.00	3.00	2.00	0.00	1
7 実際の課題・問題を題材にした専門家による指導	3.00	2.00	0.00	0.00	3.00	2.00	0.00	0.00	1
8 仕事を通じた上司等による指導	1.70	2.20	1.30	0.20	1.90	2.40	1.30	0.20	9
9 個人別の知識・スキルの評価と目標設定	2.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	1
10 資格所得奨励	1.00	2.50	1.00	0.00	1.00	2.50	1.00	0.00	2
全体	0.97	2.03	1.03	0.39	0.94	2.06	1.03	0.39	32

注1) 3:非常に役立っている、2:役立っている、1:少し役立っている 注2) 網掛けは1.5以上。

表 4.6.14 知識・スキルと教育・訓練の関係（要件定義・外部設計、
要求定義から保守運用までを全て行っている 31 人以上 100 人以下の組織、回答組織数 6）

知識・スキル \ 教育・訓練	i-1.要求を理解する際に必要な知識	i-2.要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案する際に必要な知識	i-3.結果を文書化する際に必要な知識	i-4.その他の知識	i-5.要求を理解する力	i-6.要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案するスキル	i-7.結果を文書化するスキル	i-8.その他のスキル	回答数
1 固有技術	1.00	1.09	0.91	0.18	0.73	0.91	0.82	0.18	11
2 プロジェクトマネジメント	-	-	-	-	-	-	-	-	0
3 品質	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1
4 社員同士の勉強会	1.83	1.50	0.67	0.00	1.33	1.33	0.67	0.00	6
5 通信教育による個人学習	2.00	0.40	0.40	0.00	2.00	0.80	0.80	0.00	5
6 模擬演習	1.25	1.75	1.50	0.00	1.25	2.50	2.00	0.00	4
7 実際の課題・問題を題材にした専門家による指導	1.50	1.50	1.50	1.00	1.50	1.50	1.50	1.00	2
8 仕事を通じた上司等による指導	1.75	1.25	1.00	0.75	1.50	1.00	1.00	0.75	4
9 個人別の知識・スキルの評価と目標設定	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1
10 資格所得奨励	1.17	0.83	1.17	0.50	0.17	0.67	1.00	0.83	6
全体	1.40	1.18	0.95	0.30	1.08	1.13	1.00	0.35	40

注1) 3:非常に役立っている、2:役立っている、1:少し役立っている 注2) 網掛けは1.5以上。

表 4.6.15 知識・スキルと教育・訓練の関係（要件定義・外部設計、
要求定義から保守運用までを全て行っている 101 人以上の組織、回答組織数 6）

知識・スキル \ 教育・訓練	i-1. 要求を理解する際に必要な知識	i-2. 要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案する際に必要な知識	i-3. 結果を文書化する際に必要な知識	i-4. その他の知識	i-5. 要求を理解する力	i-6. 要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案するスキル	i-7. 結果を文書化するスキル	i-8. その他のスキル	回答数
1 固有技術	1.17	1.58	0.75	0.33	1.33	1.25	0.58	0.00	12
2 プロジェクトマネジメント	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	2.00	0.00	1
3 品質	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2
4 社員同士の勉強会	0.00	0.67	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.33	3
5 通信教育による個人学習	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1
6 模擬演習	-	-	-	-	-	-	-	-	0
7 実際の課題・問題を題材にした専門家による指導	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2
8 仕事を通じた上司等による指導	0.50	1.50	1.50	0.00	0.00	2.00	2.00	0.00	2
9 個人別の知識・スキルの評価と目標設定	0.00	0.00	0.00	1.33	0.67	0.67	0.67	0.00	3
10 資格所得奨励	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	2.00	2.00	0.00	1
全体	0.70	0.93	0.52	0.70	0.67	0.96	0.63	0.04	27

注1) 3:非常に役立っている、2:役立っている、1:少し役立っている 注2) 網掛けは1.5以上。

表 4.6.16 知識・スキルと教育・訓練の関係（要件定義・外部設計、
要求定義から保守運用までを部分的に行っている 100 人以下の組織、回答組織数 6）

知識・スキル \ 教育・訓練	i-1. 要求を理解する際に必要な知識	i-2. 要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案する際に必要な知識	i-3. 結果を文書化する際に必要な知識	i-4. その他の知識	i-5. 要求を理解する力	i-6. 要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案するスキル	i-7. 結果を文書化するスキル	i-8. その他のスキル	回答数
1 固有技術	-	-	-	-	-	-	-	-	0
2 プロジェクトマネジメント	-	-	-	-	-	-	-	-	0
3 品質	-	-	-	-	-	-	-	-	0
4 社員同士の勉強会	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	3.00	0.00	1
5 通信教育による個人学習	-	-	-	-	-	-	-	-	0
6 模擬演習	-	-	-	-	-	-	-	-	0
7 実際の課題・問題を題材にした専門家による指導	2.00	3.00	2.00	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	1
8 仕事を通じた上司等による指導	2.33	1.33	1.33	0.67	2.00	1.33	1.67	0.67	3
9 個人別の知識・スキルの評価と目標設定	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	2.00	2.00	0.00	1
10 資格所得奨励	0.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1
全体	1.29	1.29	1.57	0.29	1.14	1.29	1.43	0.29	7

注1) 3:非常に役立っている、2:役立っている、1:少し役立っている 注2) 網掛けは1.5以上。

4. 6. 8 規模・業務内容が知識・スキルと教育・訓練の関係に与える影響（内部設計）

規模・業務内容によって内部設計に関する知識・スキルと教育・訓練の関係が異なるかどうか調べるために、4.5.2 で述べた内部設計に関する知識・スキルと教育・訓練の関係を、4.1.3 で述べた規模・業務内容による調査対象の分類によって層別した。結果を表 4.6.17～表 4.6.20 に示す。

この分析により、以下のことが分かった。

- (1) 要求定義・外部設計の場合と同様に、規模・業務内容によって、設計誤りと知識・スキルの関係が異なる。
- (2) 要求定義から保守運用までを全て行っている 30 人以下の組織（規模の小さい組織）では、固有技術について学ぶ研修が、要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案する際に必要な知識・スキルの不足に役立っている。他方、101 人以上の組織（規模の大きい組織）では、役立っている程度が少ない。
- (3) 要求定義から保守運用までを全て行っている 30 人以下の組織（規模の小さい組織）では、社員同士の勉強会が、要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案する際に必要な知識・スキルの不足に役立っている。他方、101 人以上の組織（規模の大きい組織）では、役立っている程度が少ない。
- (4) 要求定義から保守運用までを全て行っている 30 人以下の組織（規模の小さい組織）では、仕事を通じた上司等による指導が、要求を理解する際に必要な知識・スキルの不足に役立っている。他方、101 人以上の組織（規模の大きい組織）では、結果を文書化する際に必要な知識・スキルの不足に役立っている。
- (5) 要求定義から保守運用までを全て行っている 30 人以下の組織（規模の小さい組織）では、資格所得奨励が、要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案する際に必要な知識・スキルの不足に役立っている。他方、101 人以上の組織（規模の大きい組織）では、役立っている程度が少ない。

表 4.6.17 知識・スキルと教育・訓練の関係（内部設計、
要求定義から保守運用までを全て行っている 30 人以下の組織、回答組織数 6）

知識・スキル \ 教育・訓練	i-1.要求を理解する際に必要な知識	i-2.要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案する際に必要な知識	i-3.結果を文書化する際に必要な知識	i-4.その他の知識	i-5.要求を理解する力	i-6.要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案するスキル	i-7.結果を文書化するスキル	i-8.その他のスキル	回答数
1 固有技術	0.86	2.43	1.14	0.43	0.86	2.43	1.14	0.43	7
2 プロジェクトマネジメント	0.00	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	3.00	2
3 品質	0.00	1.50	1.00	1.00	0.00	1.50	1.00	1.00	2
4 社員同士の勉強会	0.50	2.25	0.50	0.00	0.25	2.00	0.50	0.00	4
5 通信教育による個人学習	0.00	2.00	1.00	0.00	0.00	2.00	1.00	0.00	3
6 模擬演習	0.00	3.00	2.00	0.00	0.00	3.00	2.00	0.00	1
7 実際の課題・問題を題材にした専門家による指導	3.00	2.00	0.00	0.00	3.00	2.00	0.00	0.00	1
8 仕事を通じた上司等による指導	1.67	2.22	1.44	0.22	1.89	2.44	1.44	0.22	9
9 個人別の知識・スキルの評価と目標設定	2.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	1
10 資格所得奨励	1.33	2.33	1.33	0.00	1.33	2.33	1.33	0.00	3
全体	0.97	2.03	1.09	0.39	0.94	2.06	1.09	0.39	33

注1) 3 : 非常に役立っている、2 : 役立っている、1 : 少し役立っている

注2) 網掛けは1.5以上。

表 4.6.18 知識・スキルと教育・訓練の関係（内部設計、
要求定義から保守運用までを全て行っている 31 人以上 100 人以下の組織、回答組織数 6）

知識・スキル \ 教育・訓練	i-1.要求を理解する際に必要な知識	i-2.要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案する際に必要な知識	i-3.結果を文書化する際に必要な知識	i-4.その他の知識	i-5.要求を理解する力	i-6.要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案するスキル	i-7.結果を文書化するスキル	i-8.その他のスキル	回答数
1 固有技術	1.00	1.09	0.91	0.18	0.73	0.91	0.82	0.18	11
2 プロジェクトマネジメント	-	-	-	-	-	-	-	-	0
3 品質	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1
4 社員同士の勉強会	1.83	1.50	0.67	0.00	1.33	1.33	0.67	0.00	6
5 通信教育による個人学習	2.00	0.40	0.40	0.00	2.00	0.80	0.80	0.00	5
6 模擬演習	1.00	1.67	1.00	0.00	1.00	2.67	1.67	0.00	3
7 実際の課題・問題を題材にした専門家による指導	1.50	1.50	1.50	1.00	1.50	1.50	1.50	1.00	2
8 仕事を通じた上司等による指導	1.33	1.33	1.33	1.00	1.33	1.33	1.33	1.00	3
9 個人別の知識・スキルの評価と目標設定	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1
10 資格所得奨励	1.17	0.83	1.17	0.50	0.17	0.67	1.00	0.83	6
全体	1.34	1.16	0.92	0.32	1.03	1.13	0.97	0.37	38

注1) 3 : 非常に役立っている、2 : 役立っている、1 : 少し役立っている

注2) 網掛けは1.5以上。

表 4.6.19 知識・スキルと教育・訓練の関係（内部設計、
要求定義から保守運用までを全て行っている 101 人以上の組織、回答組織数 6）

知識・スキル 教育・訓練	i-1.要求を理解する際に必要な知識	i-2.要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案する際に必要な知識	i-3.結果を文書化する際に必要な知識	i-4.その他の知識	i-5.要求を理解する力	i-6.要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案するスキル	i-7.結果を文書化するスキル	i-8.その他のスキル	回答数
1 固有技術	0.36	1.45	1.36	0.36	0.36	1.64	1.00	0.00	11
2 プロジェクトマネジメント	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	2.00	0.00	1
3 品質	0.00	0.00	1.00	1.33	0.00	0.00	0.67	0.00	3
4 社員同士の勉強会	0.00	0.67	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.33	3
5 通信教育による個人学習	-	-	-	-	-	-	-	-	0
6 模擬演習	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	1
7 実際の課題・問題を題材にした専門家による指導	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1
8 仕事を通じた上司等による指導	0.50	1.50	1.50	0.00	0.00	2.00	2.00	0.00	2
9 個人別の知識・スキルの評価と目標設定	0.00	0.00	0.00	1.33	0.67	0.67	0.67	0.00	3
10 資格所得奨励	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.50	2
全体	0.37	0.78	0.85	0.63	0.22	1.19	0.85	0.15	27

注1) 3 : 非常に役立っている、2 : 役立っている、1 : 少し役立っている

注2) 網掛けは1.5以上。

表 4.6.20 知識・スキルと教育・訓練の関係（内部設計、
要求定義から保守運用までを部分的に行っている 100 人以下の組織、回答組織数 6）

知識・スキル 教育・訓練	i-1.要求を理解する際に必要な知識	i-2.要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案する際に必要な知識	i-3.結果を文書化する際に必要な知識	i-4.その他の知識	i-5.要求を理解する力	i-6.要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案するスキル	i-7.結果を文書化するスキル	i-8.その他のスキル	回答数
1 固有技術	-	-	-	-	-	-	-	-	0
2 プロジェクトマネジメント	-	-	-	-	-	-	-	-	0
3 品質	-	-	-	-	-	-	-	-	0
4 社員同士の勉強会	2.00	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	3.00	0.00	2
5 通信教育による個人学習	-	-	-	-	-	-	-	-	0
6 模擬演習	-	-	-	-	-	-	-	-	0
7 実際の課題・問題を題材にした専門家による指導	2.00	3.00	2.00	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	1
8 仕事を通じた上司等による指導	2.25	1.50	1.50	0.50	2.00	1.50	1.75	0.50	4
9 個人別の知識・スキルの評価と目標設定	0.50	0.50	0.50	0.00	1.50	1.50	1.50	0.00	2
10 資格所得奨励	0.00	1.00	1.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	2
全体	1.27	1.09	1.27	0.27	1.00	1.09	1.18	0.18	11

注1) 3 : 非常に役立っている、2 : 役立っている、1 : 少し役立っている

注2) 網掛けは1.5以上。

4.7 教育・訓練における難しさとその克服策

それぞれの教育・訓練を行う場合の難しさがどこにあるのか、どのようにすれば難しさを克服できるのかを明らかにするために、教育・訓練の取り組み①～⑩を実施する際の難しさとその克服のための対策についての回答を、内容の類似性に基づいて分類した。結果を表 4.7.1 に示す。

この分析から以下のことが分かった。

- (1) ①～③集合研修において、受講者のレベルに差があることが難しさとしてある。これを克服する工夫としては、事前課題の実施やレベルに応じたクラス分けが用いられている。
- (2) ④社員同士の勉強会、⑤通信教育による個人学習においては、参加者・受講者が少ないことが難しさとしてある。これを克服する工夫としては、理解度を確認するレビューを行い、成果を見えやすくする方法や、資格手当を設ける方法などが用いられている。
- (3) ⑥模擬演習、⑦実際の課題・問題を題材にした専門家による指導においては、演習問題のレベルや内容の設定や、受講者の出席確保などが難しさとしてある。これを克服する工夫としては、演習内容を調整する方法、事前周知と個人単位の育成計画作成と共有を行う方法などが用いられている。
- (4) ⑧仕事を通した上司等による指導においては、トレーナーのスキル・やる気・時間的余裕の差によってバラつきが出るのが難しさとしてある。これを克服する工夫としては、トレーナーに必要とされるスキル基準の設定する方法が用いられている。
- (5) ⑨個人別の知識・スキルの評価と目標設定、⑩資格所得奨励においては、設定基準のバラつきや学習時間、受験時間の確保に難しさがある。これを克服する工夫としては、基準の設定や年間所得計画と所得実績との予実対比による評価する方法が用いられている。

表 4.7.1 教育・訓練における難しさとその克服策

	難しさ	克服するために行っている対策
①～③ 集合研修 (固有技術、管理 技術)	・ 受講者のレベルに差がある	・ 事前課題の実施 ・ レベルに応じたクラス分け
	・ 適切なセミナーや講師の選定	・ 研修計画の早期立案
	・ 研修後に実践できる場がない、また活用の仕方がわからないことで、間が空いてしまい知識の低下に繋がる。	・ 計画的な要員ローテーションによる最適配置 ・ 受講者に研修で得た知識を社内展開させる。その際に業務に適用した際の利便性などを考えさせる。
	・ 受講者が自身の知識・スキルのレベルを把握できていないため、必要な研修を選択できない。	・ スキルマップやキャリアパスを作成し、それに照らし合わせた評価を行う。
④ 社員同士の勉強会	・ 参加人数が少ない	・ 普及活動により、まずは参加することから促し、意欲向上を図る。 ・ 理解度を確認するレビューを行い、成果を見えやすくする。
	・ 通常業務の多忙により、開催が不定期になる	・ 勉強会の必要性を説き、時間の確保の調整を依頼する。
	・ 内容のマンネリ化	・ 勉強会の形式、内容のレビューを行い、その都度ブラッシュアップする。
⑤ 通信教育による 個人学習	・ 受講者のモチベーション維持・向上	・ 定期的なフォローを行い、必要に応じて対策の検討を受講者と共に行う。
	・ 受講者が少ない	・ 費用の会社負担、資格手当
⑥ 模擬演習	・ 演習問題のレベル、内容の設定	・ 演習内容の調整
	・ 演習の実施およびフォローに時間を要する	・ 実施頻度の調整
⑦ 実際の課題・問題を題材にした専門家による指導	・ 受講者の出席確保	・ 事前周知、個人単位の育成計画作成と共有 ・ 上司の理解・承認を取り付けること
⑧ 仕事を通じた上司等による指導	・ トレーナーのスキル・やる気・時間的余裕の差によってバラつきが出る。	・ トレーナー教育の実施 ・ トレーナーに必要とされるスキル基準の設定
⑨ 個人別の知識・スキルの評価と目標設定	・ 設計基準のバラつき	・ 基準の設定 ・ 管理者教育の実施
⑩ 資格所得奨励	・ 学習時間、受験時間の確保	・ 年間所得計画と所得実績との予実対比による評価
	・ モチベーションの維持・向上	・ 資格所得手当

5. 考察—設計誤りを防止するための教育・訓練—

4. で述べた結果を模式的に表すと図 5.1 と図 5.2 のようになる。これらはあくまでも調査対象とした組織に関するものであり、その一般性は別途検討する必要がある。しかし、そのような限界があることを理解した上であえて一般化して考えると、知識・スキル不足による設計誤りを防ぐためには、以下のような教育・訓練を行うことが効果的と考えられる。

- (1) 要求定義から保守運用までを全て行っている 30 人以下の組織（規模の小さい組織）では、要求定義・外部設計と内部設計ともに、知識・スキルの不足が原因となっている設計誤りの割合が高い。このうち、要求定義・外部設計については、要求が実現方法に反映されてない設計誤りの割合が高い。これは、要求を理解する際に必要な知識が不足しているためである。このような知識不足を補うためには、仕事を通した上司等による指導を行うのがよい。他方、内部設計については、全ての設計誤りが均等に発生している。これは、要求を理解する際に必要な知識や、要求を理解する力、要求とノウハウを組み合わせるスキル、結果を文書化するスキルなどが不足しているためである。このような、知識・スキルを補うためには、仕事を通した上司等による指導に加え、模擬演習や実際の課題・問題を題材にした専門家による指導を行うのがよい。
- (2) 要求定義から保守運用までを全て行っている 31 人以上の組織（規模の大きい組織）では、要件定義・外部設計と内部設計ともに、ヒューマンエラーや意図的な不順守が原因となっている設計誤りの割合が高い。ただし、知識・スキルの不足が原因となっている設計誤りも少なくない。要求定義・外部設計については、要求が実現方法に反映されてない設計誤りの割合が高い。これは、要求を理解する際に必要な知識が不足しているためである。このような知識不足を補うためには、仕事を通した上司等による指導を行うのがよい。他方、内部設計については、要求が実現方法に反映されてない設計誤りと実現方法が間違っている設計誤りの割合が高い。これは、要求を理解する際に必要な知識や、要求を理解する力、要求とノウハウを組み合わせるスキルが不足しているためである。このような知識・スキルを補うためには、仕事を通した上司等による指導に加え、模擬演習や実際の課題・問題を題材にした専門家による指導を行うのがよい。
- (3) 要求定義から保守運用までを部分的に行っている 100 人以下の組織では、要件定義・外部設計については、知識・スキルの不足が原因となっている設計誤りの割合が高く、要求が実現方法に反映されてない設計誤りの割合が高い。これは、要求を理解する際に必要な知識が不足しているためである。このような知識不足を補うには、仕事を通した上司等による指導を行うのがよい。他方、内部設計については、ヒューマンエラーや意図的な不順守が原因となっている設計誤りの割合が高い。ただし、知識・スキルの不足が原因となっている設計誤りも多く、これについては、全ての設計誤りが均等に発生している。これは、要求を理解する際に必要な知識や、要求を理解する力、要求とノウハウを組み合わせるスキル、結果を文書化するスキルなどが不足しているためである。このような、知識・スキルを補うためには、仕事を通した上司等による指導に加えて、模擬演習や実際の課題・問題を題材にした専門家による指導を行うのがよい。

- (4) 模擬演習や実際の課題・問題を題材にした専門家による指導においては、演習問題のレベル・内容の設定や、受講者の出席確保などが難しさとしてある。これを克服する工夫としては、演習内容を調整する方法、事前周知と個人単位の育成計画作成と共有を行う方法などがよい。
- (5) 仕事を通した上司等による指導においては、トレーナーのスキル・やる気・時間的余裕の差によってバラつきが出るのが難しさとしてある。これを克服する工夫としては、トレーナーに必要とされるスキル基準の設定する方法がよい。

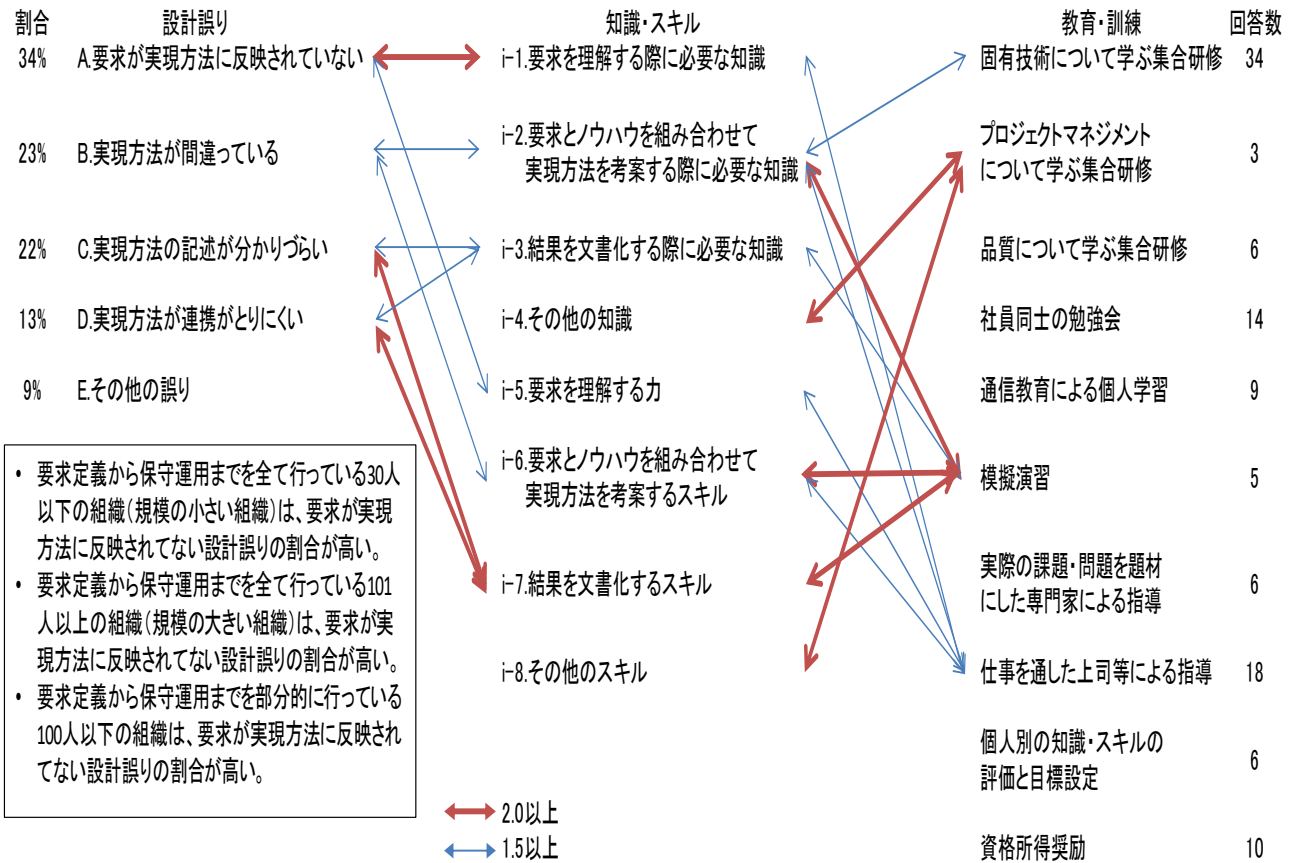


図5. 1 設計誤りと教育・訓練の関係 (要件定義・外部設計)

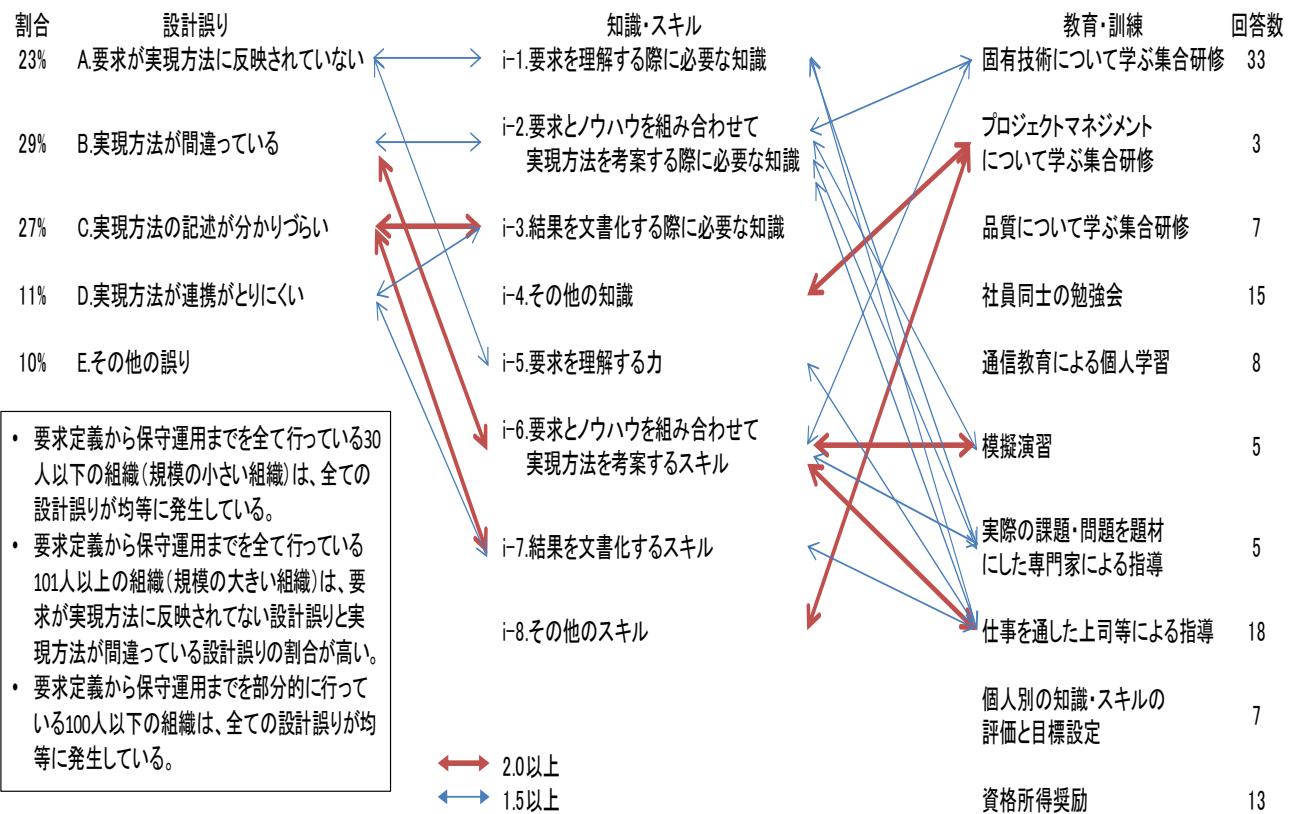


図5. 2 設計誤りと教育・訓練の関係 (内部設計)

6. 結論と今後の課題

本研究では、ソフトウェア開発を行っている多くの企業に対する郵送調査を行い、発生している設計誤りと、技術者に対して行われている教育・訓練の取り組みの現状を調査し、その結果に基づいて、どのような取り組みが有効なのか、また取り組みを行う際の難しさとその克服策は何かを明らかにすることを試みた。

結果として、知識・スキル不足による設計誤りは、要件定義・外部設計において割合が高く、内部設計においても割合は低くないこと。また要求定義から保守運用までを全て行っている規模の小さい組織において、知識・スキル不足による設計誤りの割合は高く、規模の大きい組織においても割合が低くないことが分かった。また、設計誤り、知識・スキル、教育・訓練の関係を体系的な枠組みに沿って明らかにすることで、設計誤りを引き起こしている知識・スキル不足は何か、それを補う上で有効な教育・訓練は何かを明らかにできた。中でも、組織の規模・業務内容や要求定義・外部設計と内部設計では多少傾向が異なるものの、模擬演習、実際の課題・問題を題材にした専門家による指導、仕事を通した上司等による指導が共通して注力すべき教育・訓練であることが分かった。さらに、これらの教育・訓練の取り組みを行う際の難しさとその克服策についても明らかにすることができた。

今後の課題としては、規模・業務内容による相違についてより細かく分析すること、また、模擬演習、実際の課題・問題を題材にした専門家による指導、仕事を通した上司等による指導などを行う際の難しさやその克服策をより具体的なものにすることが残されている。

参考文献

- [1] ロジャーS.プレスマン(2005):『実線ソフトウェアエンジニアリング』(西 康晴/榊原 彰/内藤 裕史監訳、古沢 聡子/正木 めぐみ/関口 梢翻訳)、日科技連出版社、第1章。
- [2] 室 修治(2012):「変革を求められる IT 人材」、『SEC journal』、Vol.8、No.1 (SEC journal NO.28)、pp.26-29。
- [3] 榮 智得/香山 瑞恵/伊藤 一典(2010):「職業開発能力組織向け ETSS 準拠組み込み技術者教育訓練プログラムの開発と評価」、『情報処理学会論文誌』、Vol.51、No.12、pp.2250-2260。
- [4] 大島 信幸(2012):「(独)情報処理推進機構(IPA)における産学連携高度 IT 人材育成に向けた取り組み」、『工学教育』、Vol.60、No.3、pp.111-116。
- [5] 岡野道太郎/中谷多哉子(2012):「ソフトウェア工学における産業界と大学教育の差異に関する研究」、『第75回全国大会講演論文集』、2013(1)、pp.419-420。
- [6] ISO 9000: 2015, Quality management systems-Fundamentals and vocabulary.
- [7] SQuBOK 策定部会(2014):『ソフトウェア品質知識体系ガイド(第2版)』、オーム社、第1章。
- [8] ロジャーS.プレスマン(2005):『実線ソフトウェアエンジニアリング』(西 康晴/榊原 彰/内藤 裕史監訳、古沢 聡子/正木 めぐみ/関口 梢翻訳)、日科技連出版社、第9章。
- [9] IEEE(2014):『ソフトウェアエンジニアリング基礎知識体系-SWEBOK V3.0』(松本 吉弘 訳)、オーム社、第3章
- [10] SQuBOK 策定部会(2014):『ソフトウェア品質知識体系ガイド(第2版)』、オーム社、第2章。
- [11] SQuBOK 策定部会(2014):『ソフトウェア品質知識体系ガイド(第2版)』、オーム社、第2章。
- [12] SQuBOK 策定部会(2014):『ソフトウェア品質知識体系ガイド(第2版)』、オーム社、第2章。
- [13] 大槻 繁/伊藤 泰樹/角 行之/坂口 晴一郎/山崎 重之(1998):「知識主導社会へ向けての上級ソフトウェア技術教育: 日立のソフトウェアエンジニアリングプロジェクト教育の試み」、『工学・工業教育研究講演会講演論文集』、pp.375-378

謝 辞

本研究を行うにあたり、熱心かつ丁寧なご指導を頂きました中條武志教授に謹んで感謝の意を表し、ここまで導いて下さったことに深く感謝いたします。また、3. で述べた調査を行うにあたり、ISO 9001 品質マネジメントシステム管理責任者の方々に多大なご協力をいただきました。心より感謝申し上げます。

付録

設計誤りと教育・訓練の現状に関する調査票

知識・スキルの不足による設計誤りから見た ソフトウェア開発における教育・訓練の現状と課題に関する調査

1. 調査の目的

今日ソフトウェア開発においては、開発するソフトウェアの規模の増大に伴って、納期遅れや予算超過、客先や市場でのクレームの多発などが問題となっています。これらの問題が発生する原因は、顧客ニーズの把握不足による開発途中での要求仕様の変更、工数見積もりやリスク予測などのプロジェクトマネジメントの失敗、ソフトウェアを設計・実装する能力をもつ技術者の不足など様々ですが、中でも、技術者の不足は深刻で、ソフトウェア開発を行う技術者に必要な知識・スキルを身につけてもらうための教育・訓練を計画的に行うことは、ソフトウェア開発を行う企業にとって重要な課題になっています。

ソフトウェア開発を行う技術者に対する教育・訓練に関する研究はこれまでも数多くあります。しかし、特定の業務に必要とされる能力を向上させるにはどのようにすればよいかといった個別の方法論の研究が多く、ソフトウェア技術者に対する教育・訓練全体をとらえて体系的に論じた研究はほとんどされてきませんでした。結果として、多くの企業は、それぞれの経験に基づいて試行錯誤を繰り返しているのが現状です。

本研究では、ソフトウェア開発を行っている多くの企業に対する郵送調査を行い、発生している設計誤りと、技術者に対して行われている教育・訓練の取り組みの現状を調査し、その結果に基づいて、どのような取り組みが有効なのか、また取り組みを行う際の難しさとその克服策は何かを明らかにします。

2. 回答にあたってのお願い

- (1) 本調査は ISO9001 に基づく認証を受けている組織の品質マネジメントシステム管理責任者の方にお送りしています。貴社・貴組織においてソフトウェア開発を担当している部門（部署）が複数ある場合には、お手数ですがソフトウェア設計（要求定義、外部設計、内部設計）を行っており、設計誤りが問題となっている部門（部署）を 1 つ選んで回答ください。なお、回答いただくのは、当該部門（部署）のソフトウェア開発およびそのための教育・訓練の状況がわかる方であればどなたでも構いません。
- (2) 本調査は次の 3 つのパートから構成されています。答えにくい部分は未記入でも構いません。可能な範囲で回答してください。なお、回答いただいたデータは統計的に処理し、個別の会社名・組織名が特定できないようにします。
 - I. 調査対象として選んでいただいたソフトウェア開発部門（部署）の概要
 - II. ソフトウェア設計における設計誤りの現状
 - III. ソフトウェア設計に関する教育・訓練等の現状と課題
- (3) 回答いただきました調査用紙につきましては、2016 年 11 月 30 日までに e-mail または郵送にて下記の担当者までお送りください。なお、調査用紙の電子ファイル(Microsoft Word)を下記のホームページよりダウンロードできますのでご活用ください。

<http://www.indsys.chuo-u.ac.jp/~nakajo/software2016.html>

- (4) 調査結果をまとめた報告書を2017年3月ごろまでにお送りする予定です。差し支えなければ送付先を記入してください。

お名前	
部署名	
E-mail または住所	

- (5) 本調査に関してご不明な点・ご質問などがありましたら、下記までご連絡ください。

本研究担当者：

中央大学大学院 理工学研究科 経営システム工学専攻 品質環境マネジメント研究室 新開晴仁
〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27

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

Tel 090-8494-1851 (直通) E-mail a11.6d6b@g.chuo-u.ac.jp

質問Ⅰ 選んでいただいたソフトウェア設計部門（部署）の概要

ここでは、調査対象として選んでいただいたソフトウェア設計部門（部署）の概要についてお聞きします。

- (1) 貴社の名称、調査対象として選んでいただいたソフトウェア開発部門（部署）の技術者（設計者）の人数（概数）を記入してください。
- (2) 調査対象として選んでいただいたソフトウェア開発部門（部署）で行っているソフトウェア開発業務の内容を、選択肢より選んで番号で記入してください。なお、「7. その他」を選んだ場合には、その内容を簡単に記述してください。

貴社の名称		
技術者（設計者）の人数（概数）	（人）	
行っている主なソフトウェア開発業務の内容	1. 要求定義 2. 外部設計 3. 内部設計 4. コーディング 5. テスト 6. 保守・運用 7. その他	（番号、複数回答可）
		（7. その他の内容）

なお、質問Ⅱ以降では、1. 要求定義、2. 外部設計、3. 内部設計について質問します。ただし、要求定義と外部設計は明確に区分できない場合もありますので、まとめてお聞きします。調査対象として選んでいただいたソフトウェア開発部門（部署）で、1. 要求定義、2. 外部設計、3. 内部設計を行っていない場合は、その部分の質問については答えていただく必要はありません。

質問Ⅱ ソフトウェア設計における設計誤りの現状

ここでは、調査対象として選んでいただいたソフトウェア開発職場（部署）における設計誤りの現状について質問します。

(1) 調査対象として選んでいただいた部門（部署）で行っている要求定義・外部設計および内部設計において発生している設計誤りを以下の5つに分類すると、どのような割合になっていますか。各タイプの割合を概数（10%刻み程度）で記入してください。なお、E.その他の誤りがある場合には、その内容を簡単に記述してください。また、設計誤りの定義と分類の詳細については、【補足 1】を参照してください。

- A. 要求が実現方法に反映されていない
- B. 実現方法が間違っている
- C. 実現方法の記述が分かりづらい
- D. 実現方法が他の設計フェーズ、検証・妥当性確認、保守との連携がとりにくい
- E. その他の誤り

設計誤りのタイプ	A	B	C	D	E
要求定義・外部設計（概数）	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
	(E. その他の内容)				

設計誤りのタイプ	A	B	C	D	E
内部設計（概数）	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
	(E. その他の内容)				

【補足 1】本調査における、設計および設計誤りとは

「設計」とは、一般的に考えると、要求（実現方法に求められる条件）を受け、既存のノウハウ（既知の実現方法およびそれぞれの特性、顧客やそのニーズ・要求に関する知識、実現方法の書き方など）を活用して、要求の実現方法（要求定義書、外部設計書、内部設計書など）を生み出すことと考えられます。例えば、要求定義では、顧客からヒアリングした情報を受け要求定義書を作成します。また、外部設計では、要求定義書をもとにソフトウェアの機能や外から見た振る舞いを記述した外部設計書を作成します。内部設計では、外部設計書をもとに、ソフトウェアの内部構造、モジュールやオブジェクトの機能を記述した内部設計書を作成します。

「設計誤り」とは、設計の結果生み出された実現方法が間違っていること、または適切に表現されていないことです。設計誤りは、表 1 のように分類できます。

表1 設計誤りの分類

分類		例		
		要求定義	外部設計	内部設計
E. 要求が実現方法に反映されていない	実現方法に必要な項目が含まれていない	要求定義書に必要な項目が含まれていない	外部設計書に必要な項目が含まれていない	内部設計書に必要な項目が含まれていない
	実現方法が要求を満たしていない	要求定義書が顧客の要求・ニーズを満たしていない	外部設計書が要求定義書の要求を満たしていない	内部設計書が外部設計書の要求を満たしていない
F. 実現方法が間違っている	実現方法の項目・内容の間に論理的な矛盾がある	要求定義書に記されている項目・内容の間に論理的な矛盾がある。	外部設計書に記されている項目・内容の間に論理的な矛盾がある	内部設計書に記されている項目・内容の間に論理的な矛盾がある
	既存のノウハウを正しく適用していない	要求定義にかかわるノウハウを正しく適用していない	外部設計にかかわるノウハウを正しく適用していない	内部設計にかかわるノウハウを正しく適用していない
G. 実現方法の記述が分かりづらい	実現方法にあいまいな表現複数の解釈が可能な表現がある	要求定義書にあいまいな表現（複数の解釈が可能な表現）がある	外部設計書にあいまいな表現（複数の解釈が可能な表現）がある	内部設計書にあいまいな表現（複数の解釈が可能な表現）がある
	実現方法の項目・記述に重要度等が明記されていない	要求定義書の項目・記述に重要度等が明記されていない	外部設計書の項目・記述に重要度等が明記されていない	内部設計書の項目・記述に重要度等が明記されていない
H. 実現方法が他の設計フェーズ、検証・妥当性確認、保守との連携がとりにくい	実現方法の各項目・記述が、関連する前設計フェーズの内容が容易に参照できるようになっていない	要求定義書の各項目・記述が、顧客から聞いた関連する要求・ニーズの内容が容易に参照できるようになっていない。	外部設計書の各項目・記述が、要求定義書の関連する内容が容易に参照できるようになっていない。	内部設計書の各項目・記述が、外部設計書の関連する内容が容易に参照できるようになっていない
	実現方法が実際的な方法で検証・妥当性確認できるような表現になっていない	要求定義書が実際的な方法で検証・妥当性確認できるような表現になっていない	外部設計書が実際的な方法で検証・妥当性確認できるような表現になっていない	内部設計書が実際的な方法で検証・妥当性確認できるような表現になっていない
	実現方法が保守の際に、完全性と一貫性を保持しながら容易に変更できるような内容になっていない	要求定義書が保守の際に、完全性と一貫性を保持しながら容易に変更できるような内容になっていない	外部設計書が保守の際に、完全性と一貫性を保持しながら容易に変更できるような内容になっていない	内部設計書が保守の際に、完全性と一貫性を保持しながら容易に変更できるような内容になっていない

(2) 調査対象として選んでいただいた部門（部署）で発生している要求定義・外部設計と内部設計の誤りの原因を「人の行動」の視点から以下の3つに分類すると、どのような割合になっていますか。各タイプの割合を概数（10%刻み程度）で記入してください。なお、c. その他の原因がある場合には、その内容を記簡単に記述してください。

- i. 知識・スキルの不足：設計を行う上で必要な知識・スキルがなかった場合
- ii. ヒューマンエラーや意図的な不順守：設計を行う上で必要な知識・スキルを持っていたが、度忘れや勘違いを起こしうっかり間違えてしまった場合、時間に余裕がなかったり、やらなくても大丈夫だろうと思いき図的に計画・規則通り行わなかったりした場合など
- iii. その他の原因

設計	設計誤りの原因	i. 知識・スキルの不足	ii. ヒューマンエラーや意図的な不順守	iii. その他の原因
	要求定義・外部設計 （概数）	(%)	(%)	(%)
(iii. その他の原因の内容)				

設計	設計誤りの原因	i. 知識・スキルの不足	ii. ヒューマンエラーや意図的な不順守	iii. その他の原因
	内部設計 （概数）	(%)	(%)	(%)
(iii. その他の原因の内容)				

(3) 調査対象部門で発生している要求定義・外部設計および内部設計の誤りのうち、「i. 知識・スキルの不足」が原因の誤りを、どのような知識・スキルが不足していたのかという点から以下の8つ分類すると、どれが多いですか。非常に多いものに◎を、多いものに○を、すこしあるものに△を回答欄に記入してください。なお、「i-4. その他の知識」、「i-8. その他のスキル」について記入した場合は、その内容を簡単に記述してください。また、知識・スキルの定義と分類については【補足2】を参照してください。

- i-1. 要求を理解する際に必要な知識
- i-2. 要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案する際に必要な知識
- i-3. 結果を文書化する際に必要な知識
- i-4. その他の知識
- i-5. 要求を理解するスキル
- i-6. 要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案するスキル
- i-7. 結果を文書化するスキル
- i-8. その他のスキル

原因		不足していた知識・スキル不足							
		知識				スキル			
		i-1. 要求を理解する際に必要な知識	i-2. 要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案する際に必要な知識	i-3. 結果を文書化する際に必要な知識	i-4. その他の知識	i-5. 要求を理解する力	i-6. 要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案するスキル	i-7. 結果を文書化するスキル	i-8. その他のスキル
誤り	F. 要求が実現方法に反映されていない								
	G. 実現方法が間違っている								
	H. 実現方法の記述が分かりづらい								
	I. 実現方法が連携がとりにくい								
	J. その他の誤り								
	(i-4. その他の知識の内容)					(i-8. その他のスキルの内容)			

原因		不足していた知識・スキル不足							
		知識				スキル			
		i-1. 要求を理解する際に必要な知識	i-2. 要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案する際に必要な知識	i-3. 結果を文書化する際に必要な知識	i-4. その他の知識	i-5. 要求を理解する力	i-6. 要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案するスキル	i-7. 結果を文書化するスキル	i-8. その他のスキル
誤り	A. 要求が実現方法に反映されていない								
	B. 実現方法が間違っている								
	C. 実現方法の記述が分かりづらい								
	D. 実現方法が連携がとりにくい								
	E. その他の誤り								
	(i-4. その他の知識の内容)					(i-8. その他のスキルの内容)			

【補足2】本調査における知識・スキルの定義と分類

「知識」とは、設計について知っていなければならないこと、またはその内容です。また、「スキル」とは、知識を使って実際に設計を行う力です。知識は表2のよう、スキルは表3のように分類できます。

表2 知識の分類

分類		例		
		要求定義	外部設計	内部設計
要求を理解する際に必要な知識	要求として集めるべき項目とその詳細さ	聞くべき・集めるべき顧客の要求項目とその詳細さ	読み取るべき要求定義書の項目とその詳細さ	読み取るべき外部設計書の項目とその詳細さ
	要求の集め方	顧客の要求の聞き方・集め方	要求定義書の読み方	外部設計書の読み方
	要求で使われる言葉・用語とその意味	顧客が使う言葉・用語とその意味	要求定義書に用いられている言葉・用語とその意味	外部設計書に用いられている言葉・用語とその意味
要求とノウハウを組み合わせて実現方法を考案する際に必要な知識	ノウハウの種類と内容	要求定義にかかわるノウハウの種類と内容	外部設計にかかわるノウハウの種類と内容	内部設計にかかわるノウハウの種類と内容
	ノウハウを組み合わせる方法	要求定義にかかわるノウハウを組み合わせる方法	外部設計にかかわるノウハウを組み合わせる方法	内部設計にかかわるノウハウを組み合わせる方法
	ノウハウの組み合わせ例・パターン	要求定義にかかわるノウハウの組み合わせ例・パターン	外部設計にかかわるノウハウの組み合わせ例・パターン	内部設計にかかわるノウハウの組み合わせ例・パターン
結果を文書化する際に必要な知識	書くべき文書の項目・形式	要求定義書の項目・形式	外部設計書の項目・形式	内部設計書の項目・形式
	文書で使われる用語・文法	要求定義書で使われる用語・文法	外部設計書で使われる用語・文法	内部設計書で使われる用語・文法
	文書化支援ツールの使い方	要求定義書で使われる文書化支援ツールの使い方	外部設計書で使われる文書化支援ツールの使い方	内部設計書で使われる文書化支援ツールの使い方

表3 スキルの分類

分類		例		
		要求定義	外部設計	内部設計
要求を理解するスキル	要求を引き出す、集めるスキル	顧客の要求を引き出すスキル	要求定義書の要求を読み取るスキル	外部設計書の要求を読み取るスキル
	要求の背後にある意図・真意をくみ取るスキル	顧客の言葉の裏にある意図・真意をくみ取るスキル	要求定義書に書かれていないことを読み取るスキル	外部設計書に書かれていないことを読み取るスキル
	要求を整理して、構造化するスキル	顧客の要求を整理し、構造化するスキル	要求定義書の要求を整理し、構造化する力	外部設計書の要求を整理し、構造化する力
要求とノウハウを組み合わせ、実現方法を考案するスキル	関係するノウハウを特定するスキル	要求定義にかかわる、関係するノウハウを特定するスキル	外部設計にかかわる、関係するノウハウを特定するスキル	内部設計にかかわる、関係するノウハウを特定するスキル
	特定したノウハウを組み合わせるスキル	要求定義にかかわる、特定したノウハウを組み合わせるスキル	外部設計にかかわる、特定したノウハウを組み合わせるスキル	内部設計にかかわる、特定したノウハウを組み合わせるスキル
	活用できないノウハウがない時に、ノウハウを作り出すスキル	要求定義にかかわる、活用できないノウハウがない時に、ノウハウを作り出すスキル	外部設計にかかわる、活用できないノウハウがない時に、ノウハウを作り出すスキル	内部設計にかかわる、活用できないノウハウがない時に、ノウハウを作り出すスキル
結果を文書化するスキル	文書を構造化して書くスキル	要求定義書を構造化して書くスキル	外部設計書を構造化して書くスキル	内部設計書を構造化して書くスキル
	図や表を使って書くスキル	要求定義書を、図や表を使って書くスキル	外部設計書を、図や表を使って書くスキル	内部設計書を、図や表を使って書くスキル
	難しいことをわかりやすく書くスキル	要求定義書を、外部設計担当者が理解できるようにわかりやすく書くスキル	外部設計書を、内部設計担当者が理解できるようにわかりやすく書く力	内部設計書を、コーディング担当者が理解できるようにわかりやすく書く力

質問Ⅲ ソフトウェア設計に関する教育・訓練等に関する現状と課題

ここでは、調査対象として選んでいただいたソフトウェア開発職場（部署）における、ソフトウェア設計に関する教育・訓練に関する現状と課題について質問します。

(1) 調査対象部門においてどのような教育・訓練が行われていますか。ソフトウェア設計に関する知識・スキルの習得を目的として行われている教育・訓練や知識・スキルの習得を促進する仕組みの主なものを記入してください。

(2) (1)で記入頂いた教育・訓練や知識・スキルの習得を促進する仕組みが、以下のどのタイプに属しているか数字で記入してください。なお、教育・訓練等の分類については【補足3】を参照してご覧ください。

- ① 階層別に行う集合研修
- ② 部門別に行う集合研修
- ③ キャリア開発を援助する研修
- ④ 社員同士の勉強会
- ⑤ 通信教育による個人学習
- ⑥ 模擬演習
- ⑦ 実際の課題・問題を題材にした専門家による指導
- ⑧ 仕事を通じた上司等による指導
- ⑨ 個人別の知識・スキルの評価と目標設定
- ⑩ 資格所得奨励

(3) (1)で記入頂いた教育・訓練や知識・スキルの習得を促進する仕組みが対象としている設計は何ですか。要求定義・外部設計を対象とする研修なら「外」、内部設計を対象とする研修なら「内」、両方を対象とする研修なら「両」を記入してください。

(4) (1)で記入頂いた教育・訓練や知識・スキルの習得を促進する仕組みは、どの知識・スキルを向上させるのに役立っていますか。非常に役立っているなら◎、役立っているなら○、少し役立っているなら△を記入してください。

【補足3】本調査における教育・訓練の分類

教育・訓練は、表4のように分類できます。

表4 教育・訓練等の分類

教育	⑪ 階層別に行う集合研修	担当する仕事や役割が大きく変化する時期に、新たな役割に求められる知識・スキル習得を狙いとして行う研修
	⑫ 部門別に行う集合研修	担当している仕事の特性や役割に応じて、そこで求められる能力を高めるために行う研修
	⑬ キャリア開発を援助する研修	自己のキャリアを見直し、今後のキャリア開発を考え、行動計画を立てることを目的とした研修
	⑭ 社員同士の勉強会	社員同士が資格所得やスキル習得に向けた自己啓発などのために勉強会を開催する
	⑮ 通信教育による個人学習	e-learning 等を活用し、本人の意思で自らの専門性・能力の向上に取り組める学習機会を提供する
訓練	⑯ 模擬演習	模擬題材をもとに、学んだことを演習する
	⑰ 実際の課題・問題を題材にした専門家による指導	実際の課題・問題を題材に取り上げ、専門家の定期的な指導を受ける
	⑱ 仕事を通じた上司等による指導	実際の実務を行いながら、上司やアドバイザーなどによる個別指導を受ける（OJT）
知識・スキルの習得を促進する仕組み	⑲ 個人別の知識・スキルの評価と目標設定	技術者の知識・スキルを定期的に評価し、次なる目標を設定する仕組み
	⑳ 資格所得奨励	業務に必要な公的資格の所得を奨励する制度

(5) (1)で記入頂いた研修や知識・スキルの習得を促進する仕組みを実施・運用する際の難しさや、その難しさを克服する工夫がありましたら解答欄に記入してください。なお、実施していない教育・訓練については記入していただくことなく結構です。

教育・訓練等	難しさ	克服策
① 階層別に行う集合研修	・	・
② 部門別に行う集合研修	・	・
③ キャリア開発を援助する研修	・	・
④ 社員同士の勉強会	・	・
⑤ 通信教育による個人学習	・	・
⑥ 模擬演習	・	・
⑦ 実際の課題・問題を題材にした専門家による指導	・	・
⑧ 仕事を通した上司等による指導	・	・
⑨ 個人別の知識・スキルの評価と目標設定	・	・
⑩ 資格所得奨励	・	・

調査は以上で終了になります。ご協力ありがとうございました。