

CO2 無線測定センサーを対象とした監査レベル別コスト評価

実施報告書

2013年2月

はじめに

IPA/SEC では、ソフトウェア品質説明力を強化すべく様々な観点からの検討を実施してきました。その一環として、ソフトウェア品質を説明するための手法等について具体的な実施方法、そのための作業量、実施にあたっての課題等を整理し、実際にソフトウェア品質を説明する際の参考とできるようにするために、公募により、観点ごとに分けられた実験を別々に実施しました。本書は、それらの結果を、実験ごとにまとめた報告書のうちの1つです。

本報告書の実験は、「2011年度 システムエンジニアリング実践拠点事業」として、一般社団法人 IT 検証産業協会に委託し実施しました。

報告内容は2012年度時点の内容であり、掲載されている個々の情報に関する著作権及び商標はそれぞれの権利者に帰属するものです。

「CO2 無線測定センサーを対象とした監査レベル別コスト評価」

【報告書】

独立行政法人情報処理推進機構

Copyright© Information-Technology Promotion Agency, Japan. All Rights Reserved 2013

目次

1	実験の目的	1
2	実験の内容	2
2.1	仮説の設定	3
2.2	実験対象とする機器及びシステムの説明	4
2.3	実験の前提条件	5
2.3.1	テストケース抽出、工数算出の条件	5
2.3.2	作業フェーズと担当	5
2.4	テスト要求分析で設定した監査レベル	6
2.4.1	テスト方針	6
2.4.2	想定利用状況の分析と監査レベルの設定	7
2.4.3	ユーザゴール（品質ゴール）の設定	8
2.4.4	品質特性の設定	9
2.4.5	品質特性と達成目標のマッピング	10
2.5	テスト計画書	11
2.6	テスト基本設計・詳細設計	14
2.6.1	テスト機能一覧	15
2.6.2	システム要求の洗い出し	16
2.6.3	テストケース設計	17
2.6.4	監査レベル 1 を想定したテストケース設計	18
2.6.5	監査レベル 2 を想定したテストケース設計	19
2.6.6	監査レベル 3 を想定したテストケース設計	21
3	実験の結果	23
3.1	実験のデータ項目	23
3.2	基本データの集計値	24
3.2.1	監査レベル 1 の工数算出結果	24
3.2.2	監査レベル 2 の工数算出結果	25
3.2.3	監査レベル 3 の工数算出結果	26
3.3	工数の分布状況	27
3.4	テストケース数と工数合計の関係	29
3.5	テスト作業の生産性の分析	30
3.5.1	1 件あたりのテスト実行工数	30
3.5.2	総工数あたりの監査レベルごとの生産性	31

3.6	作業フェーズ別の比重分析	34
4	実験のまとめ	37
4.1	ばらつきに関する考察	37
4.2	仮説に対する考察	39
4.3	まとめと提言	40
4.4	最後に	40
5	各社の実験結果に関する考察	41
5.1	A社の実験結果	41
5.2	B社の実験結果	42
5.3	C社の実験結果	43
5.4	D社の実験結果	44
5.5	E社の実験結果	45
5.6	F社の実験結果	46
5.7	G社の実験結果	47
5.8	H社の実験結果	48
5.9	I社の実験結果	49
5.10	J社の実験結果	49
5.11	K社の実験結果	50
5.12	L社の実験結果	51
5.13	M社の実験結果	52
6	IT検証標準工法ガイド（参考資料）	53
	添付資料	68

1 実験の目的

ソフトウェア品質説明力に関わる要素として、本実験では検証作業に要するコストに着目した。一般に、システムや製品に対して保証されるべき信頼性や安全性の程度は分野によって異なる。現実の範囲でソフトウェア品質説明力を強化するためには、保証されるべき信頼性・安全性の範囲を定め、その範囲の中でコストとのベストバランスを探る必要があるため、コスト評価は重要な要素である(図1参照)。

ベストバランスを探るためには、まずは標準的な検証コストを設定し、それを目安とする必要がある。標準的な検証コスト設定のためには、建築の積算資料のようなデータ整備が行われることが望ましいが、それを算出する基準が明確化されていないために、整備すべきデータが見当たらないのが現状である。

本実験では、コストバランスを探るために必要な検証コストの算出基準(算出要素)について、後述する仮説を定めた上で、検証対象となる製品に不具合が生じた際の影響度のレベルを設定し、このレベル別に想定したテスト要求を行い、同じ条件で複数社に工数算出を依頼することで、検証コスト算出に必要な「要素」と「工数の違い」を探る。

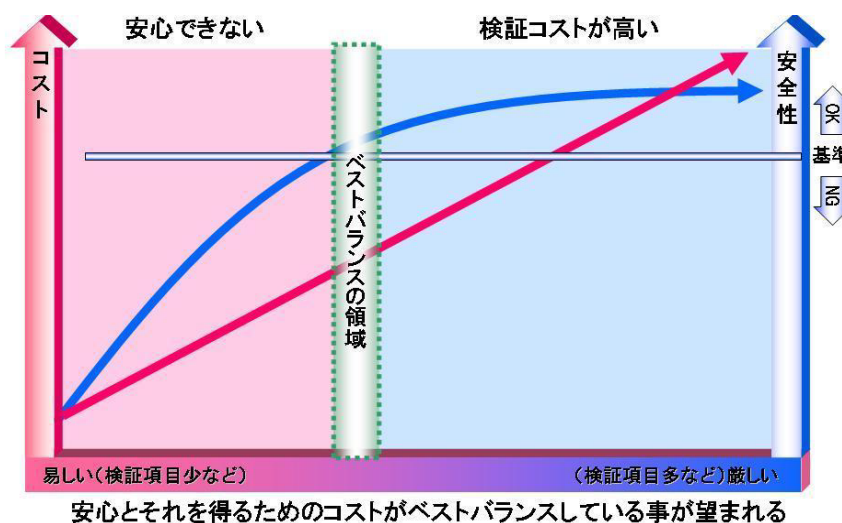


図1 検証コストと検証効果のバランス
(出典：IPAソフトウェア品質説明力強化のための
制度フレームワークに関する提案(中間報告)P9より)
(※以下、「IPA中間報告書」という。)

2 実験の内容

本実験では、対象とする製品に不具合が生じた場合の影響度に応じた4つのレベルを設け、各レベルに応じて洗い出されたテスト項目の実施にかかるテストケース数と工数を、複数の企業において収集し分析する。これにより、影響度のレベルごとの検証コストを算出する。影響度のレベルに応じて、検証内容の厳しさが異なることから、このレベルのことを「監査レベル」と呼ぶこととする。

テスト項目の洗い出しに使用する基準は、IT検証標準工法ガイドVer1.0（以下、「標準ガイド」という。）とした。標準ガイドは、テストに関わる多くの技術者が同じ認識を持ち、各作業工程を漏れなく進めることによって高い品質水準を確保するとともに、標準的な作業工法を示すもので、検証コスト算出に必要な要素である、「テスト項目の標準化」のモデルとなるものと期待し、本実験にて採用することとした。（なお、標準ガイドは6章に参考資料として収録した。）

2.1 仮説の設定

検証コストを見積もる手法は、対象物により考え方が異なるが、対象物がソフトウェアの場合、その機能I/Oから検証対象となる項目の洗い出しと、作業範囲の把握を行い、それらから具体的なテストケースを洗い出すのが一般的である。しかしながら、前述した標準ガイドのような共通基準を用いたとしても、洗い出されるテストケースの規模や作業工数の算出結果は組織やその他の条件によってばらつくものと予想される。

本実験では、検証コストの算出に影響を与える要素を、直接要素（テスト対象物に起因する要素）と間接要素（テスト対象物以外に工数に影響を与える要素、例えば工数算出者の経験値やテスト環境等）に分類することとした。各要素について、下記にまとめる。

・直接要素（テスト対象物に起因する要素）

検証対象物の 利用目的	前提とする品質の影響レベルによって、想定するテストの「粒度及び範囲」は大きく異なる。検証対象物によっては、全範囲を対象とする検証が困難である場合もあり、「限界点」「終局点」（＝「品質ゴール」）の設定も必要となる。 品質特性をどこに置いて追及しその設定のポイントをどう考えるかで影響レベルも変わってくると思われる。 品質の監査に関する何らかの制度を前提とした場合、品質に起因する影響レベルの度合いに応じた監査内容を定めているのが普通であり、この監査の基準をベースに品質ゴールを決めて実験を行うこととする。
テスト要素	検証の目的に合わせたテストすべき項目。
テストケース数	テスト項目単位のテストケース数。 同じテスト項目でもテスト環境の設定の違いにより大きく異なる。例えば、携帯のアプリケーション検証でも、特定の機種に対するテストであるのか、OSのバージョンの違いによるテストであるのか等、条件の違いにより、テストケース数の増減に大きな影響を及ぼす。
検証環境	テストに必要な環境条件や準備状況、テストに必要なツールの提供条件。

・間接要素（工数を算出する側に起因する要素）

検証対象物に対する経験値の差
テスト実施にかかる工数原価（人件費等）の差
テスト実施にかかる効率性の差、間引き度合いの差 （検証経験値の差）
検証リスクに対する上乗せ度合い （要求分析から読み取れない部分の判断や対象物の品質リスク度合い）

この分類に基づき、仮説を設定して本実験を行うことで、算出結果のばらつきの傾向／要因に対する知見を深められるものとする。

2.2 実験対象とする機器及びシステムの説明

本節では、実験対象とする機器及びシステムについて記述する。

本実験において、実験対象物は下記の機器及びシステムを選定することとした。

対象機器の名称：CO2 測定無線センサー

(CO2 ノードセンサー) 及び関係ソフトウェア

機器の概要：無線センサーを活用したオフィス省エネルギー化システム。

CO2 濃度をセンサーより情報を収集し、サーバへ集約。照明のON/OFFや空調設備の制御を行うことによって、省エネルギー化を実現するシステム。

(「図 2.2 CO2 ノードセンサー概要図」参照)

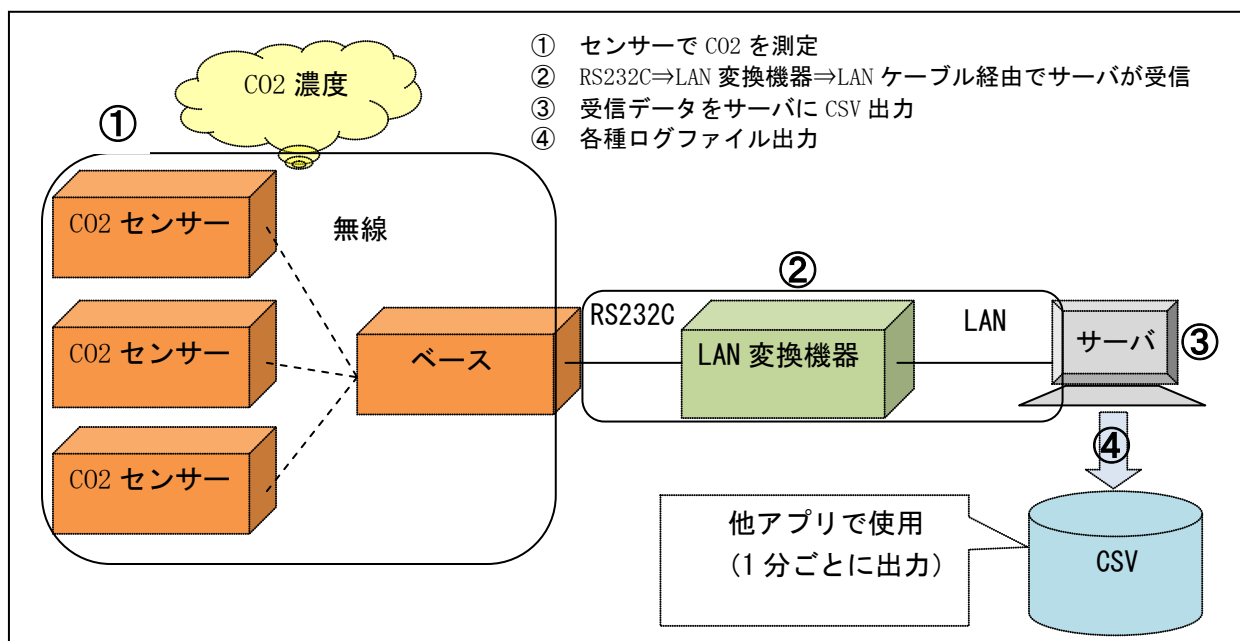


図 2.2 CO2 ノードセンサー概要図

機器の選択理由は、以下の通りである。

- ① ハードウェアとソフトウェアの組合せシステムであり、I/O がはっきりしていて検証規模の把握が容易であること
- ② CO2 測定という機能上その利用状況によって想定される監査レベルが異なると想定できること
- ③ 「2.1 仮説の設定」で記載した直接要素の洗い出しが容易で比較が可能となること

2.3 実験の前提条件

本節では、本実験の前提条件について記述する。

2.3.1 テストケース抽出、工数算出の条件

実験への参画企業が行うテストケース抽出、工数算出において設けた条件を以下に記載する。

- ① 監査人より独立検証機関に検証の依頼があり、第三者機関として客観的な検証を行うことを想定して工数算出を行う。
- ② 本実験の実施責任者である「一般社団法人 IT 検証産業協会」（以下、「協会」という。）より、テスト要求分析仕様書、テスト計画書、テスト基本設計書を各社に提供し、これを標準仕様書とし、それを基にテスト項目の確認、テストケース数の抽出と詳細の追加を行う。なお、標準仕様書は、添付資料として本書末尾に添付した。
- ③ テスト環境は、テスト実施可能な状態であると仮定する。
- ④ テストツールは使用しないと仮定する。
- ⑤ 提供した標準仕様書に基づき、各社の基準に従って各フェーズ単位の作業工数（コスト）を算出する。間接要素である 検証対象物の経験値の差、テストにかかる効率性の差、間引き度合いの差や検証リスクに対する上乘せ度合いなどの要求定義書からは読み取れない部分の判断についての明確な条件は提示されないものとする。
- ⑥ 各社の工数原価に影響されないよう、「作業時間(h)」「作業人日」のみで算出する。

2.3.2 作業フェーズと担当

また、作業フェーズ、作業担当を、下記「表 2.3.1 作業フェーズ担当表」に記載する。

作業フェーズ	作業担当
テスト要求分析仕様書	協会から提供
テスト計画	協会から提供
テスト基本設計書	協会から提供
テスト詳細設計書	会員企業
テスト実施	行わない
テスト評価・報告	行わない

表 2.3.1 作業フェーズ担当表

なお、今回の実験では、実際のテスト実施以降の作業フェーズは行わず、あくまで想定した条件においての検証コスト把握のための実験と位置付けるものとする。

2.4 テスト要求分析で設定した監査レベル

本節では、テスト要求分析で設定した監査のレベルについて記述する。本実験では、対象とする製品に不具合が生じた場合の影響度に応じて4つの監査レベルを想定している。

本実験では、最初の工程として、対象物のテスト要求分析を行い、監査レベルの設定と品質ゴールの設定作業を行うこととした。

標準ガイドでは、テスト要求分析を「テストに対する要求を獲得、分析し、テスト要件として定義する。テストの成果として求められる結果を得るために、テスト全体の方針を定め、テスト計画以降で実施する概要やポイントを定義する」としている。

標準ガイドのテスト要求分析の概念に基づいてテスト要求分析仕様書を作成し、概要やポイントの定義と共に監査レベルの設定を行った。

※ テスト要求分析仕様書の詳細については、本書末尾の添付資料「テスト要求分析仕様書」を参照されたい。

2.4.1 テスト方針

IPA 中間報告書にある「利用者・国民影響レベル」（「表 2.4.1 利用者・国民影響レベル」参照）から考察の上、本実験におけるテスト方針を下記とすることとした。

- ・ 対象システムのディペンダビリティ（一般的な信頼性にとどまらず、たとえ一部が壊れても残りの部分でうまく働くといった自律的自己修復的な動作をさす概念）に関する「品質特性」と、利用品質の「安全性」を主なテスト目的とする。
- ・ 利用者・国民、及び産業・経済に与える影響度合いに応じて設定される「監査レベル1~4」（後述）に応じて、それぞれに必要なテストを定義する。
- ・ ユーザが使用する際のディペンダビリティの検証が目的であるので、まずはユーザの使用状況と、そこから必要とされる「システム要求」の調査分析から行い、必要なテストを決定する。

レベル	影響の範囲・程度
4	当該利用者ならびに当該利用者以外への重大な影響（代替手段による影響軽減が困難な影響） 国民への広範囲で重大な影響
3	当該利用者への重大な影響に加え、当該利用者以外への軽微な影響（代替手段による影響軽減が容易な影響）
2	当該利用者に限定された重大な影響
1	当該利用者に限定された軽微な影響
0	影響はない／ほとんど影響はない

表 2.4.1 利用者・国民影響レベル

（出典：IPA 中間報告書）

2.4.2 想定利用状況の分析と監査レベルの設定

本節では、想定利用状況の分析と監査レベルについて記述する。

前節2.4.1に記述したテスト方針に従って、今回の監査レベルの設定を行い、下記「表 2.4.2 想定利用状況表」にまとめた。

対象物である「CO2 測定無線センサー」の想定利用状況が変わるだけで、同一製品であっても監査レベルが異なることが明確となった。

なお、監査レベル 4 に該当する利用状況の想定が困難であるため、本実験では対象外とした。

レベル	監査レベル		想定利用状況
	利用者・国民影響レベル	産業・経済影響レベル	
レベル 1	当該利用者に限定された軽微な影響	当該製品・サービスに限定された影響	オフィスにて社員の数を測定して、節電対策
レベル 2	当該利用者に限定された重大な影響	当該製品・サービスに限定された影響 当該製品・サービス以外の他事業への影響	冷凍庫で野菜や肉を見分けて適温に調整
レベル 3	当該利用者への重大な影響に加え、当該利用者以外への軽微な影響（代替手段による影響軽減が容易な影響）	当該製品・サービスに限定された影響 当該製品・サービス以外の同一・類似産業への影響	映画館にて外気取入空調機の調整
レベル 4	当該利用者並びに当該利用者以外への重大な影響、あるいは国民への広範囲で重大な影響	我が国の産業への広範囲な影響	該当する利用状況なし

表 2.4.2 想定利用状況表

2.4.3 ユーザゴール（品質ゴール）の設定

本節では、ユーザゴール（品質ゴール）の設定について記述する。

前節2.4.2で設定した監査レベルから利用状況を考慮し、ユーザゴール（品質ゴール）の設定を行い、下記「表 2.4.3 品質ゴールの設定表」にまとめた。ゴールの設定は、(Why) (What + How) (Where + When) (Who) の4つの要素を加味して行った。

ゴールを設定することでテスト対象となる品質特性が明確となり、今後、この品質特性ごとにテスト項目の設計を行っていくこととする。

監査レベル	ユーザーゴール	なぜシステムが必要か？ (Why)	必要とされる機能 (What + How)	主に利用する場所 (Where + When)	想定利用者像 (Who)
レベル1	C02 センサーでオフィスの社員の数を測定して、節電が行える	環境への配慮とコスト削減	オフィスの社員人数を C02 で測定して、ムダな電気を使っていないか状況を把握する	大～中規模オフィスや会議室など	一般社員
レベル2	肉と野菜では適した庫内の温度や気圧が違うので、野菜から出る C02 の量で格納状態を把握して、温度と気圧を自動で制御できる	肉と野菜を美味しく保存したい	野菜から出る C02 を測定して、冷凍庫のモードを自動で切り替える	一般家庭	主婦・子供
レベル3	法律で定められている室内の C02 含有率を越えないように、空調機を自動制御できる	自動化することによる安全性の確保	映画館の C02 含有率を測定して、一定基準を超えないように外気取入空調機を制御する	大規模映画館	不特定多数
レベル4	-	-	-	-	-

2.4.3 品質ゴールの設定表

2.4.4 品質特性の設定

本節では、品質特性の設定について記述する。

前項2.4.3で記述した監査レベルごとに設定された品質ゴールに沿って、検証すべき「品質特性」の設定を行い、下記「表 2.4.4 品質特性の設定表」にまとめた。

他に必要となる特性も考えられなくはないが、今回は監査レベルごとの検証コストを算出するのが目的であることから、本実験ではこの特性に絞って「前提条件」とすることとした。

監査レベル	機能性					信頼性				使用性	効率性	保守性	移植性	利用時品質
	合目的性	正確性	相互運用性	セキュリティ	標準適合性	成熟性	障害許容性	回復性	標準適合性					安全性
レベル1	○	×	×	×	×	△	△	△	×	×	×	×	×	×
レベル2	○	×	×	×	×	○	○	○	×	×	×	×	×	×
レベル3	○	×	×	×	×	◎	◎	◎	×	×	×	×	×	◎

- ◎ 特に必要（全数検査）
- 必要（抜き取り検査）
- △ 場合によっては必要
- × 不要

表 2.4.4 品質特性の設定表

2.4.5 品質特性と達成目標のマッピング

本節では、品質特性と達成目標のマッピングについて記述する。

前述した「表 2.4.2 想定利用状況表」、「表 2.4.3 品質ゴールの設定図」、「表 2.4.4 品質特性の設定表」より、監査レベルごとに品質特性の具体化項目・内容（達成目標のマッピング）の設定を行い、下記「表 2.4.5 品質特性と達成目標のマッピング表」にまとめた。

監査レベルごとの成熟性を見てみると、監査レベル1では「ある程度故障が無く運用できる」、監査レベル2では「故障無く運用できる」、監査レベル3では「故障は限りなくゼロに近づける」と「長期間の運用に耐えることができる」とし、その要求内容が厳しくなることが示されている。

			品質特性と、達成目標のマッピング					
監査レベル	想定利用状況	システム不具合により、考えられるリスク	合目的性	成熟性	障害許容性	回復性	安全性	
レベル1	オフィスにて社員の数を測定して、節電対策	正しい情報を得られないため、節電対策が正しく行われない	正確にCO2を測定して、状況把握できる	有る程度故障無く運用できる		故障時の復旧が容易		
レベル2	冷凍庫で野菜や肉を見分けて適温に調整	正しいモードで冷凍できないことによって、食品の保存状態が悪くなる	正確にCO2を測定して、モード制御できる	故障無く運用できる		故障時は、状態を利用者に分かりやすく伝える		
レベル3	映画館にて外気取入空調機の調整	空調機動作不備により、CO2含有率が基準を超えると、生命の危機に及ぶ可能性がある	正確にCO2を測定して、換気制御できる	故障は限りなくゼロに近づける	長期間運用に耐えることができる	故障が有った場合の代替運用ができる	故障時は、状態を利用者に必ず伝わるようにする	人体のCO2中毒による生命の危機は完全に回避する

表 2.4.5 品質特性と達成目標のマッピング表

2.5 テスト計画書

本節では、テスト計画書について記述する。

標準ガイドの手順では、テスト要求分析の作業終了後、テスト計画書を作成する。

本実験では、テスト実施は行わないが、標準ガイドにあるテスト計画のポイントを抜粋し、下記に記述する。

- **テスト概要の把握**
テスト概要の把握工程では、テスト要求分析で作成された要件定義書を元にテスト対象物、ターゲットユーザ、ビジネス戦略等、また開発の背景・現状、テスト対象等の情報を入手する。

- **テスト内容の分析**
テスト内容の分析工程では、テスト要求分析で作成された要件定義書を元にテストで必要になる情報を分析する。テスト要求内容、ターゲット、ビジネス戦略等からテストポリシー・テストの最終目的を定義する。テスト要求分析結果に沿うテスト種類をリストアップし、テストカテゴリ、テストモデル型を検討する。テストエリアやテストの深度、テストサイクルについてはテスト対象の品質状態に合わせ検討する。またテストフェーズで想定されるリスクについて検討し、影響範囲、発生確率を検討し対応策を準備する。

- **テスト基本設計・手法の選択**
テスト基本設計・手法の選択工程では、テスト内容の分析工程で分析した結果を元に、テスト対象となる範囲（機能、機器）、テストスケジュール、必要となるテストサイクル（開始基準、終了基準）を定義する。
テストで使用するテストカテゴリ、テストモデル型を選定理由と共に定義する。また選定しなかったテストの理由を併せて記述し、テストの抜け漏れを防止する。

- **テストリソースの計画**
テストリソースの計画工程では、テストに必要な環境（場所、テストアイテム、機器）、人員やそれに伴う必要なトレーニングの計画を行う。

（標準ガイドより抜粋）

標準ガイドでは、テスト計画に関して必要な標準化となる項目を抽出し、後述の「表 2.5 テスト計画書（1/2）～（2/2）」としてまとめられている。

各項目について、考慮すべき要素、検討内容、想定する成果物を整理し、検証業務のテスト計画における標準化となる行動指標となっている。

本実験のテスト計画書については、本書末尾の添付資料「テスト計画書」を参照されたい。

項目	内容	INPUT	考慮・要素(例)・ポイント	OUTPUT
テスト概要の把握	テスト対象	要件定義書 ・テスト目的	開発・テスト対象物、ターゲットユーザー、ビジネス戦略等	テスト計画書 ・テスト目的 ・テストスコープ ・テストスケジュール ・テスト要員体制 ・リスク一覧等
	開発の背景、現状	・品質目標 ・テストベース一覧	開発の経緯、開発内容、プロジェクトの目的、開発体制、規模、状況	
	テストへの要求	・テスト範囲 ・テスト対象の現状	テストへの要求概要、テストレベル要求、既存課題要求等	
	テストへのインプット	・テスト対象の完成像 ・テスト環境	テスト要求分析にて検討したテスト資産リスト等	
テスト内容の分析	テスト目的	※不足している場合は、入手時期を明らかにする。	テストポリシー及び最終目的を定義する	
	テストレベル		対象となるテストレベルを定義する 他テストレベル実施部門との役割分担、重複するテスト項目の共有を実施する	
	テストカテゴリ、テストタイプ型		テストカテゴリ、テストタイプ型の素材から適応可能なものを比較検討する ・テストカテゴリ、テストタイプ ・テスト観点・テストモデル構築型 ・機能階層型 ・網羅型・ピンポイント型 ・4つのビュー型(ユーザー観点、仕様観点、設計・実装観点、バグ観点) ・品質属性型	
	テストリスク		テストで想定されるリスクの検討を実施する。抽出されたリスクに対して影響範囲、発生確率を検討し、対応策を準備する。	

表 2.5 テスト計画書 (1/2) (標準ガイドより抜粋)

項目	内容	INPUT	考慮・要素(例)・ポイント	OUTPUT
テスト基本設計・手法の選択	テストスコープ	要件定義書 ・テスト目的 ・品質目標 ・テストベース一覧 ・テスト範囲 ・テスト対象の現状 ・テスト対象の完成像 ・テスト環境 ※不足している場合は、入手時期を明らかにする。	テスト対象範囲、範囲外の機能、機器を定義する	テスト計画書 ・テスト目的 ・テストスコープ ・テストスケジュール ・テスト要員体制 ・リスク一覧等
	テストスケジュール		開発スケジュール、出荷スケジュール等のマイルストーン及びテスト方針に基づきテストスケジュールを決定する。	
	テストカテゴリ、テストモデル型		QCD分析等を活用し、テストカテゴリ、テストモデル型を選択する。またそれぞれのテストにおける共通要素、個別要素を整理し、テストの相関関係を整理する	
	テストサイクル		テスト実行サイクル及びその内容をソフトウェアリリース計画との整合性を取り決定する またリグレーションテストの開始タイミング/基準を検討する	
	テスト開始、終了基準		各テストレベル、サイクルにおける個別の開始基準、継続(中止/再開)基準、終了基準を定義する。また他のテストレベルとの関連性を明確にする	
テストリソースの計画	人員	人員の役割、配置、責任範囲を明確にする。またテストサイクルにおける人の配置を検討する。「概要」「テスト方針」「テスト範囲」で定義した内容と人の配置に整合性(総工数)が取れているか確認する	人員の役割、配置、責任範囲を明確にする。またテストサイクルにおける人の配置を検討する。「概要」「テスト方針」「テスト範囲」で定義した内容と人の配置に整合性(総工数)が取れているか確認する	
	トレーニング計画	人員のスキルに合わせたトレーニングを計画する	人員のスキルに合わせたトレーニングを計画する	
	テスト環境	テストで使用するテストアイテム(ケーブル等を含め)を検討する テストで必要となる測定器類(各種アナライザー、治具等)を検討する テスト業務用のPC、LAN環境等の検討、テストスペース、人員分の座席等を検討する	テストで使用するテストアイテム(ケーブル等を含め)を検討する テストで必要となる測定器類(各種アナライザー、治具等)を検討する テスト業務用のPC、LAN環境等の検討、テストスペース、人員分の座席等を検討する	

表 2.5 テスト計画書 (2/2) (標準ガイドより抜粋)

2.6 テスト基本設計・詳細設計

本節では、テスト基本設計・詳細設計について記述する。

テスト基本設計・詳細設計の工程においては、テスト要求分析仕様書に従って、テスト実施に必要な内容を記述し作成する。テスト基本設計は、テスト内容や網羅する範囲を定め、どのようにテストを行うか実施方法の概要について設計を行うものである。

基本設計の概要は、下記の通りである。

- ① テスト機能一覧
- ② テスト要求の洗い出し
- ③ 監査レベル別テスト設計仕様（テスト項目）

この基本設計は、本実験の標準版として提示し、テストの範囲を明確にすることとした。

参加企業において網羅性の範囲やテストに対する「粒度」が異なることは当然とし、後述の「2.7.3 テスト設計」を全てとはせず、自由にテスト項目の追加や修正を行ってから、テストケース数の洗い出しや工数算出を行うよう依頼した。

また、詳細設計の内容に関しては、本書末尾の添付資料「テスト基本設計書（標準版）」を参照されたい。

2.6.1 テスト機能一覧

本節では、テスト機能一覧について記述する。

本実験で採用した対象物「CO2 測定無線センサー」の機能は、下記「表 2.6.1 機能一覧表」の通りである。

		概要
1	インストール	インストールディレクトリを指定し、インストールする
2	起動	ECOセンサーコネクタを起動する
	2-1 単体起動	指定したセンサーコネクタを起動する
	2-2 同時起動	全てのセンサーコネクタを起動する
3	停止	ECOセンサーコネクタを停止する
	3-1 単体停止	指定したセンサーコネクタを停止する
	3-2 同時停止	全てのセンサーコネクタを停止する
4	測定	CO2を値を測定する
	4-1 CO2の値を測定	センサがCO2の値を測定する
5	センサー計測データファイル出力	測定をCSVに出力する
	5-1 CSV出力	センサの測定値をサーバーが受け取り、値をCSVに出力する
6	ログ出力	各種ログを出力する
	6-1 アプリケーションログ	ECOセンサーコネクタのステータスを記録する
	6-2 エラーログ	アプリケーションのエラー発生時のログを記録する
	6-3 監視ログ	センサーの異常状態を記録する
7	エラーメッセージ出力	エラーメッセージを出力する
	7-1 15種類	エラーが発生した場合はメッセージを表示する
8	測定端末との接続	センサーとサーバーを接続する
9	バージョンアップ	新しいバージョンのインストーラーでバージョンアップする
10	アンインストール	ECOセンサーコネクタをアンインストールする
11	Windows/Linux互換	WindowsとLinuxの両方で動作する

表 2.6.1 機能一覧表

対象物の機能は限定されている。

なお、機能I/Oによる作業範囲の把握は、一般的な手法であり容易と考えられる。

2.6.2 システム要求の洗い出し

本節では、システム要求の洗い出しについて記述する。

基本設計の最初の作業として、機能ごとの品質特性に対して具体的なテスト要求項目の洗い出しを行い、下記「表 2.6.2 システム要求の洗い出し表」にまとめた。

			合目的性	成熟性	障害許容性	回復性	安全性	
			正確にCO2を測定して、換気制御できる	故障は限りなくゼロに近づける	長期間運用に耐えることができる	故障が有った場合の代替運用ができる	故障時は、状態を利用者に必ず伝わるようにする	人体のCO2中毒による生命の危機は完全に回避する
1	インストール		x	x	x	x	x	x
2	起動							
	2-1	単体起動	指定したセンサを起動できる	どんな条件でも正しく起動される	x	x	起動できなかった場合は、状況を利用者に正しく伝える事が出来る	x
	2-2	同時起動	指定したセンサを起動できる	どんな条件でも正しく起動される	x	x	起動できなかった場合は、状況を利用者に正しく伝える事が出来る	x
3	停止							
	3-1	単体停止	x	x	x	x	x	x
	3-2	同時停止	x	x	x	x	x	x
4	測定							
	4-1	CO2の値を測定	<ul style="list-style-type: none"> ・正確なCO2量を測定できる ・急激なCO2の変化に対応できる ・極端なCO2濃度の際も正確に測定できる ・CO2以外の成分による誤動作を起こさない 	どんな条件でもCO2を測定する	24時間連続稼動に耐えることができる	故障時は制御機器に情報を伝えて、非常措置を行える	故障時は利用者に状況を正しく伝える事が出来る	間違った値（特に実際よりも低い数値）で認識しない
5	センサー計測データファイル出力							
	5-1	CSV出力	<ul style="list-style-type: none"> ・測定結果を正しくCSVに出力している ・センサが通常ではない値を示した際も、正しくCSV出力可能 	どんな条件でも測定結果をCSV出力する	24時間連続稼動に耐えることができる	異常時は制御機器に情報を伝えて、非常措置を行える	異常時は利用者に状況を正しく伝える事が出来る	間違った値（特に実際よりも低い数値）で認識しない
6	ログ出力							
	6-1	アプリケーションログ	x	x	x	x	x	x
	6-2	エラーログ	x	どんな条件でもエラーがあればログを表示する	24時間連続稼動に耐えることができる	異常時は制御機器に情報を伝えて、非常措置を行える	異常時は利用者に状況を正しく伝える事が出来る	x
	6-3	監視ログ	x	x	24時間連続稼動に耐えることができる	異常時は制御機器に情報を伝えて、非常措置を行える	異常時は利用者に状況を正しく伝える事が出来る	x
7	エラーメッセージ出力							
	7-1	15種類	状態に適したメッセージが表示される	どんな条件でもエラーがあればメッセージを表示する	x	エラーに対する対応策が明記されているか	エラーメッセージは分かりやすいか	x
8	測定端末との接続							
9	バージョンアップ		x	x	x	x	x	x
10	アンインストール		x	x	x	x	x	x
11	Windows/Linux互換		x	x	x	x	x	x

表 2.6.2 システム要求の洗い出し表

この要求項目をベースに、次項のテスト設計仕様へ落とし込みを行うこととする。

2.6.3 テストケース設計

本節では、テストケース設計について記述する。

テストケース設計は、機能単位に設定した品質特性ごとに、テストの期待値を定め、それが実現できるテスト要素とテストの求める結果を項目ごとに定義していく。

この設計作業は、標準ガイドに準拠して下記の観点で設計を行った。

●テストケース設計（基本フロー）

テストケース設計（基本フロー）工程では、テスト要素と関係するテストコンディション（条件）、テストコンフィギュレーション（環境）について、正常／異常（障害）の条件を抽出し、テストケースの作成レベルを決定するため、網羅性設計で抽出したテスト要素とテストコンディション（条件）／テストコンフィギュレーション（環境）を組み合わせた基本フローのテストケースを作成する。テストケースの作成レベルを決定し、テスト実行者のスキルや状況（工数や納期）を把握するとともに、第三者にテストケースの目的が理解できるようにテストケースを作成する。

●テストケース設計（組み合わせ）

テストケース設計（組み合わせ）工程では、テスト要素と関係するテストコンディション（条件）、テストコンフィギュレーション（環境）について、有効なコンフリクト（衝突）の条件、競合するリソース等、有効なコンカレント（競合）の条件を抽出し、関連を文書（図）にまとめるため、網羅性設計で抽出したテスト要素とテストコンディション（条件）／テストコンフィギュレーション（環境）を複合条件で組み合わせたテストケースを作成する。

テストケースの作成レベルを決定し、テスト実行者のスキルや状況（工数や納期）を把握するとともに、第三者にテストケースの目的が理解できるようにテストケースを作成する。

●テストケース設計（期待値設計）

テストケース設計（期待値設計）工程では、期待値の有効範囲、期待値以外の出力結果の確認方法を決定するため、テストケース設計時に設計した期待値と、その確認方法を決定し、テストケースの文書（テスト手順書、チェックリストなど）に記述する。

（標準ガイドより抜粋）

2.6.4 監査レベル1を想定したテストケース設計

監査レベル1においては、I/Oによる機能は起動、測定、出力、エラーメッセージの4機能となっている。影響レベルが「利用者に限定され軽微な影響」であるため、そのテスト範囲は限定的である。成熟性の検証の必要性も無いと判断し、合目的性の検証を中心にテストケースの洗い出しを行った。後述するが、検証コストの算出においても、想定内のぶれ幅であった。

No.	機能	品質特性	達成目標	期待されるシステム要件	テスト要素	テストコンディション	テスト環境	組合せ
1	起動	単体起動	合目的性 正確にCO2を測定して、換気制御できる	指定したセンサーを起動できる	設定ファイルで指定されたセンサーを起動できること	・インストールフォルダの場所(システムドライブ/長いパスなど)	・OSの種類を同値分割で選定	
2		同時起動	合目的性 正確にCO2を測定して、換気制御できる	指定したセンサーを起動できる	設定ファイルで指定されたセンサーを起動できること	・インストールフォルダの場所(システムドライブ/長いパスなど) ・センサーの数(1~29)		
3	測定	CO2の値を測定	合目的性 正確にCO2を測定して、換気制御できる	・正確なCO2量を測定できる ・急激なCO2の変化に対応できる	正確なCO2量を測定できること	・CO2の量(0%~100%) ・CO2の変化量(急増/急減)		
4					・急激なCO2の変化に対応できること			
5	センサー計測データファイル出力	CSV出力	合目的性 正確にCO2を測定して、換気制御できる	・測定結果を正しくCSVに出力している ・センサーが通常ではない値を示した際も、正しくCSV出力可能	センサーでの測定値とCSVの値が一致していること	・センサーの正常な値(0%~100%) ・センサーの異常な値(101%以上/0%未満などの異常データ)		
6					センサーでの測定値とCSVの値が一致していること			
7	エラーメッセ	15種類	合目的性 正確にCO2を測定して、換気制御できる 故障は限りなくゼロに近づける	状態に適したメッセージが表示される どんな条件でもエラーがあればメッセージを表示する	エラー内容に応じた、正しいメッセージが表示される	・エラーの種類(想定されるエラー15種) ・ログファイルの状態(上書き/新規作成/上書き対象CSVが他プロセスが挿入している/など) ・サーバの状態(容量不足/メモリ不足/CPU負荷状態/アップデート実行時/ウイルスソフトの状態) ・センサーとの通信状態(正常/不安定/異常) ・EcoConnect.iniの設定(ディスク空き容量の最小サイズ/許容ネットワークエラー回数)		
8					どんな条件でもエラーメッセージを出力できる			・OSの種類を同値分割で選定 ・J2SEのバージョン OSの種類とサーバの状態はペア組合せで実施

表 2.6.4 監査レベル1を想定したテストケース設計表

2.6.5 監査レベル2を想定したテストケース設計

監査レベル2においては、影響レベルが「当該利用者に限定された重大な影響」を想定しているため、合目的性に加えて成熟性と回復性の検証項目が重要と考えられる。測定には障害許容性を追加し、故障時の情報伝達の方法確認を追加している。成熟性の達成目標を「故障は限りなくゼロに近づける」としたところに各社の捉え方の差があるのではないかと考えられる。

No.	機能	品質特性	達成目標	期待されるシステム要件	テスト要素	テストコンディション	テスト環境	組合せ	
1	起動	単体起動	合目的性 正確にCO2を測定して、換気制御できる	指定したセンサーを起動できる	設定ファイルで指定されたセンサーを起動できること	・インストールフォルダの場所(システムドライブ/長いパスなど)	・OSの種類を同値分割で選定		
2		同時起動	合目的性 正確にCO2を測定して、換気制御できる	指定したセンサーを起動できる	設定ファイルで指定されたセンサーを起動できること	・インストールフォルダの場所(システムドライブ/長いパスなど) ・センサーの数(1~29)			
3			成熟性 故障は限りなくゼロに近づける	どんな条件でも正しく起動される	起動時の前提条件によって、起動がされること	・サーバの状態(容量不足/メモリ不足/CPU負荷状態/アップデート実行時/ウイルスソフトの状態) ・センサーとの通信状態(正常/不安定/異常) ・センサーの数(1~29) ・CSVやログファイルの状態(上書き/新規作成/上書き対象CSVが他プロセスが掘んでいる/など)	・OSの種類を同値分割で選定 ・J2SEのバージョン	OSの種類とサーバの状態はペア組合せで実施	
4			回復性 故障時は、状態を利用者に必ず伝わるようにする	・故障時は利用者に状況を正しく伝えることができる	エラーによって起動できなかった場合に、適した表示がされること	・エラーの種類(想定されるエラー15種/想定しないエラー) ・センサーの数(1~29) ・EcoConnect.iniの設定(ディスク空き容量の最小サイズ/許容ネットワークエラー回数)		センサーの数は同値分割と境界値で1種類に決定	
5	測定	CO2の値を測定	合目的性 正確にCO2を測定して、換気制御できる	・正確なCO2量を測定できる ・急激なCO2の変化に対応できる ・極端なCO2濃度の際も正確に測定できる ・CO2以外の成分による誤動作を起こさない	正確なCO2量を測定できること ・急激なCO2の変化に対応できること ・極端なCO2濃度の際も正確に測定できること ・CO2以外の成分による誤動作を起こさないこと	・CO2の量(0%~100%) ・CO2の変化量(急増/急減) ・CO2の異常値(101%以上など?) ・CO2以外の成分の状態(O2/N2などが多い状態と少ない状態)			
6									
7									
8									
9			成熟性 故障は限りなくゼロに近づける	どんな条件でもCO2を測定する	どんな条件でもCO2を測定できること	・サーバの状態(容量不足/メモリ不足/CPU負荷状態/アップデート実行時/ウイルスソフトの状態) ・センサーとの通信状態(正常/不安定/異常)	・OSの種類を同値分割で選定 ・J2SEのバージョン	OSの種類とサーバの状態はペア組合せで実施	
10			成熟性 長期間運用に耐えることができる	・24時間連続稼働に耐えることができる	24時間連続稼働した際も、正確な測定が可能であること	・稼働時間(24時間以上)			
11			障害許容性 故障があった場合の代替運用ができる	・故障時は制御機器に情報を伝えて、非常措置を行える	・制御機器に、故障を伝える手段が存在する	・センサー故障/異常内容(想定されるエラー/想定しないエラー)			
12			回復性 故障時は、状態を利用者に必ず伝わるようにする	・故障時は利用者に状況を正しく伝えることができる	・センサー故障時は、適したエラーメッセージを表示する	・センサー故障/異常内容(想定されるエラー/想定しないエラー)			
13		センサー計測データファイル出力	CSV出力	合目的性 正確にCO2を測定して、換気制御できる	・測定結果を正しくCSVに出力している ・センサが通常ではない値を示した際も、正しくCSV出力可能	センサーでの測定値とCSVの値が一致していること センサーでの測定値とCSVの値が一致していること	・センサーの正常な値(0%~100%) ・センサーの異常な値(101%以上/0%未満などの異常データ)		
14									
15			成熟性 故障は限りなくゼロに近づける	どんな条件でも測定結果をCSV出力する	どんな条件でもCSVを出力できる	・CSVの状態(上書き/新規作成/上書き対象CSVが他プロセスが掘んでいる/など) ・サーバの状態(容量不足/メモリ不足/CPU負荷状態/アップデート実行時/ウイルスソフトの状態) ・センサーとの通信状態(正常/不安定/異常)	・OSの種類を同値分割で選定 ・J2SEのバージョン	OSの種類とサーバの状態はペア組合せで実施	
16			成熟性 長期間運用に耐えることができる	・24時間連続稼働に耐えることができる	24時間連続稼働した際も、CSV出力が可能であること	・稼働時間(24時間以上)			
17			障害許容性 故障があった場合の代替運用ができる	・異常時は制御機器に情報を伝えて、非常措置を行える	・制御機器に、故障を伝える手段が存在する	・異常の状態(想定される異常/想定しない異常)			
18			回復性 故障時は、状態を利用者に必ず伝わるようにする	・異常時は利用者に状況を正しく伝えることができる	・異常時は、適したエラーメッセージを表示する	・異常の状態(想定される異常/想定しない異常)			

表 2.6.5 監査レベル2を想定したテストケース設計表 (1/2)

No.	機能	品質特性	達成目標	期待されるシステム要件	テスト要素	テストコンディション	テスト環境	組合せ
19	ログ出力	エラーログ	成熟性 故障は限りなくゼロに近づける	どんな条件でもエラーがあればログを表示する	どんな条件でもエラーログを出力できる	・ログファイルの状態(上書き/新規作成/上書き対象CSVが他プロセスが掴んでいる/など) ・サーバの状態(容量不足/メモリ不足/CPU負荷状態/アップデート実行時/ウイルスソフトの状態) ・センサーとの通信状態(正常/不安定/異常) ・EcoConnect.iniの設定(ディスク空き容量の最小サイズ/許容ネットワークエラー回数)	・稼働時間(24時間以上)	OSの種類とサーバの状態はペア組合せで実施
20			成熟性 長期間運用に耐えることができる	・24時間連続稼働に耐えることができる	24時間連続稼働した際も、エラーログ出力が可能であること			
21			障害許容性 故障があった場合の代替運用ができる	・異常時は制御機器に情報を伝えて、非常措置を行える	・制御機器に、アプリケーションエラーを伝える手段が存在する	・異常の状態(想定される異常/想定しない異常)		
22			回復性 故障時は、状態を利用者に必ず伝わるようにする	・異常時は利用者に状況を正しく伝えることができる	・異常時は、適したアプリケーションエラーログを出力する	・異常の状態(想定される異常/想定しない異常)		
23		監視ログ	成熟性 長期間運用に耐えることができる	・24時間連続稼働に耐えることができる	24時間連続稼働した際も、監視ログ出力が可能であること	・稼働時間(24時間以上)		
24			障害許容性 故障があった場合の代替運用ができる	・異常時は制御機器に情報を伝えて、非常措置を行える	・制御機器に、センサーのエラーを伝える手段が存在する	・異常の状態(想定される異常/想定しない異常)		
25			回復性 故障時は、状態を利用者に必ず伝わるようにする	・異常時は利用者に状況を正しく伝えることができる	・センサーの異常時は、適したエラーログを出力する	・異常の状態(想定される異常/想定しない異常)		
26	エラーメッセ	15種類	合目的性 正確にCO2を測定して、換気制御できる	状態に適したメッセージが表示される	エラー内容に応じた、正しいメッセージが表示される	・エラーの種類(想定されるエラー15種)		
27			故障は限りなくゼロに近づける	どんな条件でもエラーがあればメッセージを表示する	どんな条件でもエラーメッセージを出力できる	・ログファイルの状態(上書き/新規作成/上書き対象CSVが他プロセスが掴んでいる/など) ・サーバの状態(容量不足/メモリ不足/CPU負荷状態/アップデート実行時/ウイルスソフトの状態) ・センサーとの通信状態(正常/不安定/異常) ・EcoConnect.iniの設定(ディスク空き容量の最小サイズ/許容ネットワークエラー回数)	・OSの種類とサーバの状態はペア組合せで実施	
28			成熟性 故障があった場合の代替運用ができる	エラーに対する対応策が明記されているか	エラーに対しての対応策がエラーメッセージに含まれていること	・エラーの種類(想定されるエラー15種)		
29			回復性 故障時は、状態を利用者に必ず伝わるようにする	・エラーメッセージは分かりやすいか	利用者が分かりやすいエラーメッセージになっているか	・エラーの種類(想定されるエラー15種)		

表 2.6.5 監査レベル2を想定したテストケース設計表(2/2)

2.6.6 監査レベル3を想定したテストケース設計

監査レベル3においては、影響レベルが「当該利用者限定された重大な影響に加え、当該利用者以外にも軽微な影響」を想定しているため、全ての機能の成熟性を検証するとともに測定とデータ出力機能において安全性のテスト項目を追加し網羅性を高めている。前出の監査レベル1(「表2.6.4 監査レベル1を想定したテストケース設計表」参照)と比較すると、監査レベル1のテストケースが8項目であるのに対して、監査レベル3では33項目となり、作業範囲の違いも歴然としている。

また、本レベルにおいては、テストケース数の捉え方に大きな差があった。最少は216件であり、最大は51659件であった(「表3.2.3 基本データ集計表(レベル3)」参照)。

その考察は「4 実験のまとめ」において記述しているが、成熟性における達成目標(品質ゴール)を「故障が限りなくゼロに近づける」としたことで、この項目に関するテストケース数がどの会社においても大きな数値となったものと推測される。

なお、参加13社の個別の実験結果に関する考察については、別途「5 各社の実験結果に関する考察」にまとめたのでご参照いただきたい。

No.	機能	品質特性	達成目標	期待されるシステム要件	テスト要素	テストコンディション	テスト環境	組合せ
1	起動	単体起動	合目的性	正確にCO2を測定して、換気制御できる	指定したセンサーを起動できる	設定ファイルで指定されたセンサーを起動できること	・インストールフォルダの場所(システムドライブ/長いパスなど)	・想定される全てのOSの種類
2			成熟性	故障は限りなくゼロに近づける	どんな条件でも正しく起動される	起動時の前提条件によって、起動がされること	・サーバの状態(容量不足/メモリ不足/CPU負荷状態/アップデート実行時/ウイルスソフトの状態) ・センサーとの通信状態(正常/不安定/異常) ・CSVやログファイルの状態(上書き/新規作成/上書き対象CSVが他プロセスが阻んでいる/など)	OSの種類とサーバの状態は全組合せで実施
3			回復性	故障時は、状態を利用者に必ず伝わるようにする	・起動できなかった場合は、状況を利用者に正しく伝えることができる	エラーによって起動できなかった場合に、適した表示がされること	・エラーの種類(想定されるエラー/想定しないエラー)	
4		同時起動	合目的性	正確にCO2を測定して、換気制御できる	指定したセンサーを起動できる	設定ファイルで指定されたセンサーを起動できること	・インストールフォルダの場所(システムドライブ/長いパスなど)	・想定される全てのOSの種類
5			成熟性	故障は限りなくゼロに近づける	どんな条件でも正しく起動される	起動時の前提条件によって、起動がされること	・サーバの状態(容量不足/メモリ不足/CPU負荷状態/アップデート実行時/ウイルスソフトの状態) ・センサーとの通信状態(正常/不安定/異常) ・センサーの数(1~29) ・CSVやログファイルの状態(上書き/新規作成/上書き対象CSVが他プロセスが阻んでいる/など)	OSの種類とサーバの状態は全組合せで実施
6			回復性	故障時は、状態を利用者に必ず伝わるようにする	・故障時は利用者に状況を正しく伝えることができる	エラーによって起動できなかった場合に、適した表示がされること	・エラーの種類(想定されるエラー15種/想定しないエラー) ・センサーの数(1~29) ・EcoConnect.iniの設定(ディスク空き容量の最小サイズ/許容ネットワークエラー回数)	センサーの数は同値分割と境界値で3~4種類に決定
7	測定	CO2の値を測定	合目的性	正確にCO2を測定して、換気制御できる	・正確なCO2量を測定できる	正確なCO2量を測定できること	・CO2の量(0%~100%)	
8				・急激なCO2の変化に対応できる	・急激なCO2の変化に対応できること	・CO2の変化量(急増/急減)		
9				・極端なCO2濃度の際も正確に測定できる	・極端なCO2濃度の際も正確に測定できること	・CO2の異常値(101%以上など?)		
10				・CO2以外の成分による誤動作を起こさない	・CO2以外の成分による誤動作を起こさないこと	・CO2以外の成分の状態(O2/N2などが多い状態と少ない状態)		
11		成熟性	故障は限りなくゼロに近づける	どんな条件でもCO2を測定できる	どんな条件でもCO2を測定できること	・サーバの状態(容量不足/メモリ不足/CPU負荷状態/アップデート実行時/ウイルスソフトの状態) ・センサーとの通信状態(正常/不安定/異常)	OSの種類とサーバの状態は全組合せで実施	
12		成熟性	長期間運用に耐えることができる	・24時間連続稼働に耐えることができる	24時間連続稼働した際も、正確な測定が可能であること	・稼働時間(24時間以上)		
13		障害許容性	故障があった場合の代替運用ができる	・故障時は制御機器に情報を伝えて、非常措置を行える	・制御機器に、故障を伝える手段が存在する	・センサー故障/異常内容(想定されるエラー/想定しないエラー)		
14		回復性	故障時は、状態を利用者に必ず伝わるようにする	・故障時は利用者に状況を正しく伝えることができる	・センサー故障時は、適したエラーメッセージを表示する	・センサー故障/異常内容(想定されるエラー/想定しないエラー)		
15	安全性	人体のCO2中毒による生命の危機は完全に回避する	・間違った値(特に実際よりも低い数値)で認識しない	・どんな場合でも、実測値よりも基準を超えた低い値は測定されない	・CO2実測値(0%~100%)	実測値の決定は同値分割と境界値で10項目程度とする		

表 2.6.6 監査レベル3を想定したテストケース設計 (1/2)

No.	機能	品質特性	達成目標	期待されるシステム要件	テスト要素	テストコンディション	テスト環境	組合せ
16	センサー計測データ ファイル出力	合目的性	正確にCO2を測定して、換気制御できる	測定結果を正しくCSVに出力している	センサーでの測定値とCSVの値が一致していること	・センサーの正常な値(0%~100%)		
17				・センサが通常ではない値を示した際も、正しくCSV出力可能	センサーでの測定値とCSVの値が一致していること	・センサーの異常な値(101%以上/0%未満などの異常データ)		
18		成熟性	故障は限りなくゼロに近づける	どんな条件でも測定結果をCSV出力する	どんな条件でもCSVを出力できる	・CSVの状態(上書き/新規作成/上書き対象CSVが他プロセスが掴んでいる/など) ・サーバの状態(容量不足/メモリ不足/CPU負荷状態/アップデート実行時/ウイルスソフトの状態) ・センサーとの通信状態(正常/不安定/異常)	・想定される全てのOSの種類 ・J2SEのバージョン	OSの種類とサーバの状態は全組合せで実施
19		成熟性	長期間運用に耐えることができる	・24時間連続稼働に耐えることができる	24時間連続稼働した際も、CSV出力が可能であること	・稼働時間(24時間以上)		
20		障害許容性	故障があった場合の代替運用ができる	・異常時は制御機器に情報を伝えて、非常措置を行える	・制御機器に、故障を伝える手段が存在する	・異常の状態(想定される異常/想定しない異常)		
21		回復性	故障時は、状態を利用者に必ず伝わるようにする	・異常時は利用者に状況を正しく伝えることができる	・異常時は、適したエラーメッセージを表示する	・異常の状態(想定される異常/想定しない異常)		
22		安全性	人体のCO2中毒による生命の危機は完全に回避する	・間違った値(特に実際よりも低い数値)で認識しない	・どんな場合でも、実測値よりも基準を超えた低い値はCSV出力されない	・CO2実測値(0%~100%)		実績値の決定は同境界分割と境界値で10項目程度とする
23	ログ出力	成熟性	故障は限りなくゼロに近づける	どんな条件でもエラーがあればログを表示する	どんな条件でもエラーログを出力できる	・ログファイルの状態(上書き/新規作成/上書き対象CSVが他プロセスが掴んでいる/など) ・サーバの状態(容量不足/メモリ不足/CPU負荷状態/アップデート実行時/ウイルスソフトの状態) ・センサーとの通信状態(正常/不安定/異常) ・EcoConnect.iniの設定(ディスク空き容量の最小サイズ/許容ネットワークエラー回数)	・想定される全てのOSの種類 ・J2SEのバージョン	OSの種類とサーバの状態は全組合せで実施
24				成熟性	長期間運用に耐えることができる	・24時間連続稼働に耐えることができる	24時間連続稼働した際も、エラーログ出力が可能であること	・稼働時間(24時間以上)
25		障害許容性	故障があった場合の代替運用ができる	・異常時は制御機器に情報を伝えて、非常措置を行える	・制御機器に、アプリケーションエラーを伝える手段が存在する	・異常の状態(想定される異常/想定しない異常)		
26		回復性	故障時は、状態を利用者に必ず伝わるようにする	・異常時は利用者に状況を正しく伝えることができる	・異常時は、適したアプリケーションエラーログを出力する	・異常の状態(想定される異常/想定しない異常)		
27		監視ログ	成熟性	長期間運用に耐えることができる	・24時間連続稼働に耐えることができる	24時間連続稼働した際も、監視ログ出力が可能であること	・稼働時間(24時間以上)	
28	障害許容性		故障があった場合の代替運用ができる	・異常時は制御機器に情報を伝えて、非常措置を行える	・制御機器に、センサーのエラーを伝える手段が存在する	・異常の状態(想定される異常/想定しない異常)		
29	回復性		故障時は、状態を利用者に必ず伝わるようにする	・異常時は利用者に状況を正しく伝えることができる	・センサーの異常時は、適したエラーログを出力する	・異常の状態(想定される異常/想定しない異常)		
30	エラーメッセージ	合目的性	正確にCO2を測定して、換気制御できる 故障は限りなくゼロに近づける	状態に適したメッセージが表示される	エラー内容に応じた、正しいメッセージが表示される	・エラーの種類(想定されるエラー15種)		
31				どんな条件でもエラーがあればメッセージを表示する	どんな条件でもエラーメッセージを出力できる	・ログファイルの状態(上書き/新規作成/上書き対象CSVが他プロセスが掴んでいる/など) ・サーバの状態(容量不足/メモリ不足/CPU負荷状態/アップデート実行時/ウイルスソフトの状態) ・センサーとの通信状態(正常/不安定/異常) ・EcoConnect.iniの設定(ディスク空き容量の最小サイズ/許容ネットワークエラー回数)	・想定される全てのOSの種類 ・J2SEのバージョン	OSの種類とサーバの状態は全組合せで実施
32		成熟性	故障があった場合の代替運用ができる	エラーに対する対応策が明記されているか	エラーに対しての対応策がエラーメッセージに含まれていること	・エラーの種類(想定されるエラー15種)		
33		回復性	故障時は、状態を利用者に必ず伝わるようにする	・エラーメッセージは分かりやすいか	利用者が分かりやすいエラーメッセージになっているか	・エラーの種類(想定されるエラー15種)		

表 2.6.6 監査レベル3を想定したテストケース設計(2/2)

3 実験の結果

本章では、今回の実験結果を基に、監査レベルごとの検証コストとそのばらつきの分析と考察を行い、実験結果データの集計から分布（ばらつき）や平均値、中央値を探った。

また、テストケース数と検証コストを比較し、その傾向を探った。作業量だけでなく生産性の違いを探るべく、監査レベル別で作業フェーズ別の生産性時間の算出と比較を行った。

3.1 実験のデータ項目

本節では、実験のデータ項目について記述する。

実験の結果を集計する基本データは、集計母数、レベル別、想定テストケース数、開発フェーズ、工数、工数合計（人日）、平均値、中央値、最大値、最小値、幅率（ばらつき）、平均値（最大、最少除く）とする。

なお、詳細については、下記「表 3.1 基本データ項目表」にまとめた。

項目	内容	単位	桁数
1 集計母数	13社(A~M) 実験結果として13社分のデータを収納		
2 監査レベル別	監査レベル1~3の3段階で検証コストの算出を行った。		
3 想定テストケース数	提供したテスト要求分析仕様書、テスト基本設計書、前提条件から各社がテスト項目の追加・修正と、テストケース数を算出した	件	整数
4 開発フェーズ	5段階の工程(テスト要求分析、テスト計画、テスト基本設計・詳細設計 テスト実施、テスト評価・報告)		
5 工数	集計単位は時間h	h	小数点1
6 工数合計(人日)	集計時間を人月に換算(8hを1日として設定)	人日	小数点1
7 平均値	監査レベル別の平均値を算出	h	小数点1
8 中央値	監査レベル別の中央値を算出(今回の実験では平均値での判断は難しい)	h	小数点1
9 最大値	監査レベル別の最大値	h	小数点1
10 最小値	監査レベル別の最小値	h	小数点1
11 幅率	監査レベル別の最大値と最小値の幅率を算出	h	小数点1
12 平均値(最大、最少除く)	最小値、最大値を除いた平均値を算出	h	小数点1

表 3.1 基本データ項目表

3.2 基本データの集計値

本節では、基本データの集計値について記述する。

検証工数算出に関しては、標準ガイドの作業フェーズに準拠して算出するものとした。その結果、作業フェーズ単位で算出した企業と、それをさらに詳細した作業単位で算出した企業が混在したため、集計では作業フェーズ単位にまとめて集計した。監査レベル別に集計結果をまとめたものを以下に記述する。

3.2.1 監査レベル1の工数算出結果

監査レベル1においては、工数合計の最大値と最小値において、12倍強の差が発生しているものの、大筋で予想通りの結果であった（「表3.2.1 基本データ集計表（レベル1）」参照）。

平均も最大値と最小値を除いた平均値と同等であり、監査レベル1における検証コストは26人月相当と考えられる。

① 監査レベル1に関する基本データ

作業フェーズ/社名	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
想定テストケース数	1612	77	431	82	482	181	74	512	73	89	507	266	264
テスト要求分析	8.0	43.5	8.0	15.0	8.0	8.0	80.0	46.0	40.0	15.2	112.0	24.0	8.0
テスト計画	2.4	16.3	8.0	9.5	8.0	16.0	40.0	48.0	24.0	15.2	56.0	16.0	16.0
テスト基本設計・詳細設計	12.0	40.0	20.0	13.0	12.0	40.0	120.0	20.0	45.6	16.0	171.4	96.0	48.0
テスト実施	179.2	126.5	16.0	26.8	16.0	56.0	92.0	32.0	55.2	8.0	227.7	88.0	48.0
テスト評価・報告	8.0	17.5	8.0	27.0	8.0	8.0	72.0	22.0	8.0	4.0	95.6	16.0	8.0
工数合計(時間h)	209.6	243.8	60.0	91.3	52.0	128.0	404.0	168.0	172.8	58.4	662.7	240.0	128.0
工数合計(人日/8h換算)	26.2	30.5	7.5	11.4	6.5	16.0	50.5	21.0	22.6	7.3	82.8	30.0	16.0

平均	中央値	最大値	最小値	幅率	平均(最大値・最小値除く)
357.7	264.0	1612.0	73.0	22.1	309.4
32.0	15.2	112.0	8.0	14.0	33.4
21.2	16.0	56.0	2.4	23.3	21.4
48.6	24.0	171.4	12.0	14.3	51.7
72.1	48.0	227.7	8.0	28.5	63.8
20.8	16.0	95.6	4.0	23.9	20.0
200.8	164.8	662.7	52.0	12.7	210.7
25.1	20.6	82.8	6.5	12.7	26.3

表 3.2.1 基本データ集計表（レベル1）

3.2.2 監査レベル2の工数算出結果

監査レベル2においては、工数合計（人日/8h換算）のばらつきは大きく拡大し50倍となっている（「表3.2.2 基本データ集計表（レベル2）」参照）。

F社の値が突出しており、標準工数の目安は最大値・最小値を除いた平均値62.4人月が参考になると考えられる。次項の分布分析（「図3.3 分布図（1/2）」参照）においても、同様のことが確認できる。

工数合計のばらつき同様、テストケース数も大きくばらついている。最大値・最小値を除いて確認しても、最少245件、最大3344件と13倍以上となっている。作業フェーズでみると表中の赤い線で示したテスト実施の工数に大きなばらつきがあることが確認できる。

② 監査レベル2に関する基本データ

作業フェーズ/社名	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
想定テストケース数	3013	252	1849	936	1934	9717	329	2082	160	245	3344	382	1958
テスト要求分析	12.0	43.5	16.0	19.0	12.0	304.0	80.0	46.0	40.0	20.0	112.0	32.0	24.0
テスト計画	4.0	18.0	16.0	11.5	12.0	456.0	40.0	48.0	24.0	20.0	56.0	24.0	24.0
テスト基本設計・詳細設計	36.0	91.5	40.0	17.0	24.0	1800.0	148.0	52.0	72.0	36.0	328.2	136.0	304.0
テスト実施	335.2	727.0	60.0	252.7	76.0	3000.0	176.0	206.0	130.4	24.0	828.6	120.0	280.0
テスト評価・報告	8.0	43.0	8.0	74.0	12.0	304.0	72.0	36.0	16.0	16.0	200.1	16.0	16.0
工数合計(時間h)	395.2	923.0	140.0	374.2	136.0	5864.0	516.0	388.0	282.4	116.0	1524.9	328.0	648.0
工数合計(人日/8h換算)	49.4	115.4	17.5	46.8	17.0	733.0	64.5	48.5	35.3	14.5	190.6	41.0	81.0

平均	中央値	最大値	最小値	幅率	平均(最大値・最小値除く)
2015.5	1849.0	9717.0	160.0	60.7	1484.0
58.5	32.0	304.0	12.0	25.3	37.9
58.0	24.0	456.0	4.0	114.0	24.9
237.3	72.0	1800.0	17.0	105.9	110.2
478.1	206.0	3000.0	24.0	125.0	280.5
63.2	16.0	304.0	8.0	38.0	45.6
885.1	388.0	5864.0	116.0	50.6	499.0
111.9	48.5	733.0	14.5	50.6	62.4

表3.2.2 基本データ集計表（レベル2）

3.2.3 監査レベル3の工数算出結果

監査レベル3においては、工数合計（人日/8h換算）のばらつきが最大で258倍という大きな値となった（「表3.2.3 基本データ集計表（レベル3）」参照）。

標準仕様書を提供し、標準ガイドを前提に算出した結果にも関わらず、これほど大きな差がでたことは、今後の検証コスト算出において重要な課題といえる。また、想定するテストケース数においても239倍と大きな差があり、その算出方法にも企業間で大きな差があることが判明した。また、次項の分布分析（「図3.3 分布図（2/2）」参照）で判断すると、監査レベル2以上にばらつきが大きくなっていることも確認できる。

これだけの差が発生している状況であるが、標準工数の目安を挙げるのであれば、最大値・最小値を除いた平均値の137.6人月が参考になると考えられる。

以降の分析でその原因を探り、標準的な検証コストを算出するための要素として、直接要素と間接要素の必要性と重要性を検証していく。

③ 監査レベル3に関する基本データ

作業フェーズ/社名	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
想定テストケース数	6132	709	3739	11620	7770	51659	1332	14766	216	300	16163	684	3608
テスト要求分析	16.0	43.5	24.0	23.0	24.0	1856.0	80.0	46.0	40.0	32.0	112.0	40.0	32.0
テスト計画	8.0	18.5	24.0	11.5	16.0	2784.0	40.0	48.0	24.0	20.0	56.0	32.0	32.0
テスト基本設計・詳細設計	52.0	215.0	64.0	22.0	24.0	11128.0	200.0	94.0	88.8	40.0	822.2	224.0	544.0
テスト実施	680.8	1195.0	96.0	1343.0	184.8	18544.0	520.0	848.0	172.8	32.0	2722.4	240.0	496.0
テスト評価・報告	16.0	90.0	16.0	165.0	16.0	1856.0	80.0	50.0	16.0	16.0	174.4	32.0	16.0
工数合計(時間h)	772.8	1562.0	224.0	1564.5	264.8	36168.0	920.0	1086.0	341.6	140.0	3887.0	568.0	1120.0
工数合計(人日/8h換算)	96.6	195.3	28.0	195.6	33.1	4521.0	115.0	135.8	42.7	17.5	485.9	71.0	140.0

平均	中央値	最大値	最小値	幅率	平均(最大値・最小値除く)
9130.6	3739.0	51659.0	216.0	239.2	6074.8
182.2	40.0	1856.0	16.0	116.0	43.0
239.5	24.0	2784.0	8.0	348.0	27.8
1039.8	94.0	11128.0	22.0	505.8	209.2
2082.7	520.0	18544.0	32.0	579.5	759.8
195.6	32.0	1856.0	16.0	116.0	61.0
3739.9	920.0	36168.0	140.0	258.3	1100.8
467.5	115.0	4521.0	17.5	258.3	137.6

表3.2.3 基本データ集計表（レベル3）

3.3 工数の分布状況

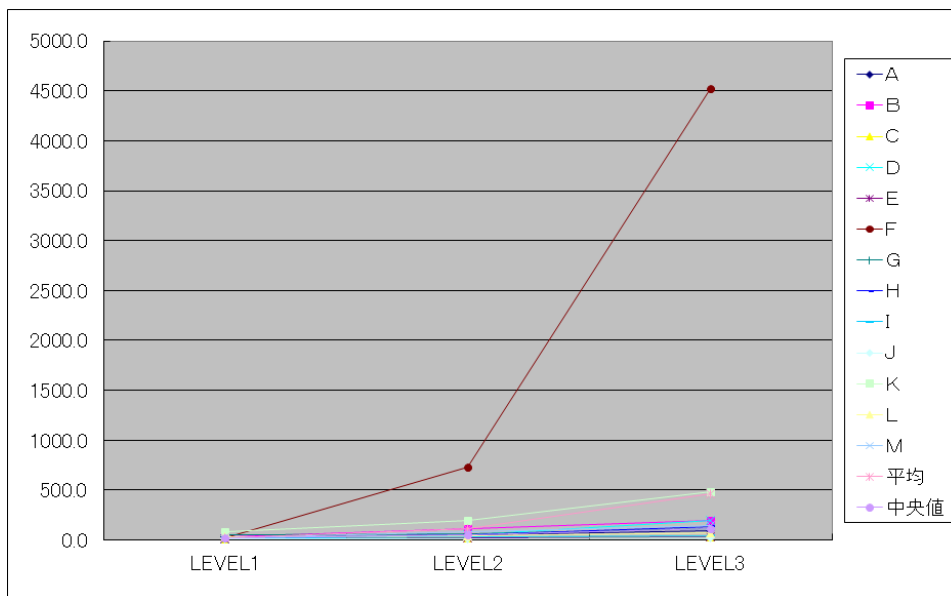
本節では、監査レベル別の工数合計の集計結果（「表 3.3 分布図集計表」参照）を踏まえ、その工数分布と傾向を探った。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	平均	中央値
LEVEL1	26.2	30.5	7.5	11.4	6.5	16.0	50.5	21.0	22.6	7.3	82.8	30.0	16.0	25.1	20.6
LEVEL2	49.4	115.4	17.5	46.8	17.0	733.0	64.5	48.5	35.3	14.5	190.6	41.0	81.0	111.9	48.5
LEVEL3	96.6	195.3	28.0	195.6	33.1	4521.0	115.0	135.8	42.7	17.5	485.9	71.0	140.0	467.5	115.0

表 3.3 分布図集計表

①全社分布

全社の分布をグラフ化した（「図 3.3 分布図（1/2）」参照）。F社の実績が突出していることが見て取れる。

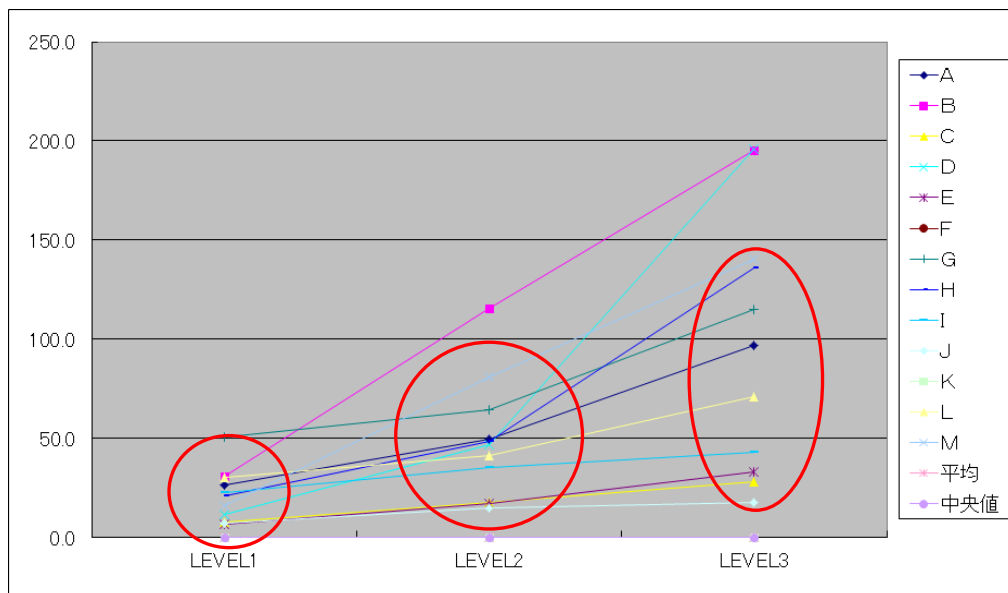


（縦軸：人日 横軸：レベル別）

図 3.3. 分布図（1/2）

② F社・K社・平均値・中央値を除いた分布

F社に加え、前述の表 3.2.2 で突出していたK社と平均値・中央値を除きグラフ化した（図 3.3 分布図（2/2））参照）。全体的にも、監査レベルが上がるにつれてばらつきが大きくなることが確認できる。



（縦軸：人日 横軸：レベル別）

図 3.3 分布図（2/2）

上記①～②のグラフから読み取れる傾向により、

- ・ 指数関数的に増加 : D社、F社、G社、H社、K社、L社
- ・ リニア（一次関数的）に増加 : A社、B社、C社、E社、I社、J社、M社

以上のように分析することができる。

検証業界の一般的な考え方に基づく傾向では、監査レベル1（易）から監査レベル3（難）に行くにつれて、指数関数的（あるいはそれに近い形）に工数が増加すると予測していたが、そうなっている会社と、一次関数的（リニア的）に増加している企業がある。

指数関数的に増加するのを極力抑えるのが技術であるが、一次関数的に増加している理由は、今後提出企業単位にヒアリングして分析する必要があると考える。

3.4 テストケース数と工数合計の関係

本節では、テストケース数と工数合計の関係を分析した。

監査レベル1のデータをテストケース数の少ない順にソートした。この順番で工数合計を比較してみると、テストケース数が大きいからといって工数合計が単純に大きくならないことが確認できる（「表 3.4 テストケース数と工数合計の関係表（1/4）」参照）。これは、各社のテスト実施に係る生産性（難易度）の考え方に差があると推察される。

次に、テストケース数が少ないI社、中間のM社、監査レベル3において最大値のF社を抜き出して、監査レベルごとの工数の変化を分析した。結果としては、同一企業内におけるテストケース数の増加とテスト基本設計・詳細設計／テスト実施の工数は連動して増減する。

I社とM社においては、テストケース数の増加とテスト実施の工数の割合が比例して増加している。

F社に関しては、テストケース数が監査レベルを1とすると「1：54：285」となり、テスト実施の工数は「1：54：331」と比例しており、ともに増加割合が大きい特徴が確認された。

作業フェーズ	I	G	B	D	J	F	M	I	C	F	K	H	A
想定テストケース数	73	74	77	82	89	181	264	266	431	482	507	512	1612
テスト要求分析	40.0	80.0	43.5	15.0	15.2	8.0	8.0	24.0	8.0	8.0	112.0	46.0	8.0
テスト計画	24.0	40.0	16.3	9.5	15.2	16.0	16.0	16.0	8.0	8.0	56.0	48.0	2.4
テスト基本設計・詳細設計	45.6	120.0	40.0	13.0	16.0	40.0	48.0	96.0	20.0	12.0	171.4	20.0	12.0
テスト実施	55.2	92.0	126.5	26.8	8.0	56.0	48.0	88.0	16.0	16.0	227.7	32.0	179.2
テスト評価・報告	8.0	72.0	17.5	27.0	4.0	8.0	8.0	16.0	8.0	8.0	95.6	22.0	8.0
工数合計(時間h)	172.8	404.0	243.8	91.3	58.4	128.0	128.0	240.0	60.0	52.0	662.7	168.0	209.6
工数合計(人日/8h換算)	22.6	50.5	30.5	11.4	7.3	16.0	16.0	30.0	7.5	6.5	82.8	21.0	26.2

表 3.4 テストケース数と工数合計の関係表（1/4）

I社	レベル1	レベル2	レベル3
想定テストケース数	73	160	216
テスト要求分析	40.0	40.0	40.0
テスト計画	24.0	24.0	24.0
テスト基本設計・詳細設計	45.6	72.0	88.8
テスト実施	55.2	130.4	172.8
テスト評価・報告	8.0	16.0	16.0
工数合計(時間h)	172.8	282.4	341.6
工数合計(人日/8h換算)	22.6	35.3	42.7

M社	レベル1	レベル2	レベル3
想定テストケース数	264	1958	3608
テスト要求分析	8.0	24.0	32.0
テスト計画	16.0	24.0	32.0
テスト基本設計・詳細設計	48.0	304.0	544.0
テスト実施	48.0	280.0	496.0
テスト評価・報告	8.0	16.0	16.0
工数合計(時間h)	128.0	648.0	1120.0
工数合計(人日/8h換算)	16.0	81.0	140.0

表 3.4 テストケース数と工数合計の関係表（2/4）

表 3.4 テストケース数と工数合計の関係表（3/4）

F社	レベル1	レベル2	レベル3
想定テストケース数	181	9717	51659
テスト要求分析	8.0	304.0	1856.0
テスト計画	16.0	456.0	2784.0
テスト基本設計・詳細設計	40.0	1800.0	11128.0
テスト実施	56.0	3000.0	18544.0
テスト評価・報告	8.0	304.0	1856.0
工数合計(時間h)	128.0	5864.0	36168.0
工数合計(人日/8h換算)	16.0	733.0	4521.0

表 3.4 テストケース数と工数合計の関係表（4/4）

3.5 テスト作業の生産性の分析

3.5.1 1件あたりのテスト実行工数

本節では、1件あたりのテスト実行工数について、生産性時間の観点から、テスト基本設計・詳細設計の設計作業とテスト実施の2つの作業フェーズで分析を行った（「表3.5.1 1件あたりのテスト実行工数」参照）。この分析によりテスト実行する際の1件あたりの作業時間を確認することができる。なお、検証コストを見積もる方法として多く見受けられたのは、「テストケース数×テスト実施時間」であった。また、この分析によりテスト設計重視なのかテスト実施重視なのか、その傾向も探ることができると考えられる（詳細は、後項「3.6 作業フェーズ別の比重分析」参照）。なお、総工数あたりの生産性については参考として作成した。同時に、1件あたりの生産性と総工数の関係についても探ったが、明確な傾向は見出せなかった。理由としては、テスト実施の「粒度」「難易度」の判断が各社異なるためと推察される。また、間接要素である検証経験値による判断も大きな要因と考えられる。参考として最大値と最小値をマーキングした。E社は全ての監査レベルで最小値であったが、B社は監査レベル2と3、G社は監査レベル1において最大値であった。

LEVEL1													
作業フェーズ/社名	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
想定テストケース数	1612	77	431	82	482	181	74	512	73	89	507	266	264
テスト要求分析	8.0	43.5	8.0	15.0	8.0	8.0	80.0	46.0	40.0	15.2	112.0	24.0	8.0
テスト計画	2.4	16.3	8.0	9.5	8.0	16.0	40.0	48.0	24.0	15.2	56.0	16.0	16.0
テスト基本設計・詳細設計	12.0	40.0	20.0	13.0	12.0	40.0	120.0	20.0	45.6	16.0	171.4	96.0	48.0
テスト実施	179.2	126.5	16.0	26.8	16.0	56.0	92.0	32.0	55.2	8.0	227.7	88.0	48.0
テスト評価・報告	8.0	17.5	8.0	27.0	8.0	8.0	72.0	22.0	8.0	4.0	95.6	16.0	8.0
工数合計(時間h)	209.6	243.8	60.0	91.3	52.0	128.0	404.0	168.0	172.8	58.4	662.7	240.0	128.0
工数合計(人日/8h換算)	26.2	30.5	7.5	11.4	6.5	16.0	50.5	21.0	22.6	7.3	82.8	30.0	16.0
1件あたりにテスト設計生産性時間(分)	0.4	31.2	2.8	9.5	1.5	13.3	97.3	2.3	37.5	10.8	20.3	21.7	10.9
1件あたりにテスト実施生産性時間(分)	6.7	98.6	2.2	19.6	2.0	18.6	74.6	3.8	45.4	5.4	26.9	19.8	10.9
1件あたりの総工数(1件/分)	7.8	189.9	8.4	66.8	6.5	42.4	327.6	19.7	142.0	39.4	78.4	54.1	29.1
LEVEL2													
作業フェーズ/社名	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
想定テストケース数	3013	252	1849	936	1934	9717	329	2082	160	245	3344	382	1958
テスト要求分析	12.0	43.5	16.0	19.0	12.0	304.0	80.0	46.0	40.0	20.0	112.0	32.0	24.0
テスト計画	4.0	18.0	16.0	11.5	12.0	456.0	40.0	48.0	24.0	20.0	56.0	24.0	24.0
テスト基本設計・詳細設計	36.0	91.5	40.0	17.0	24.0	1800.0	148.0	52.0	72.0	36.0	328.2	136.0	304.0
テスト実施	395.2	727.0	60.0	252.7	76.0	3000.0	176.0	206.0	130.4	24.0	828.6	120.0	280.0
テスト評価・報告	8.0	43.0	8.0	74.0	12.0	304.0	72.0	36.0	16.0	16.0	200.1	16.0	16.0
工数合計(時間h)	395.2	823.0	140.0	374.2	136.0	5864.0	516.0	388.0	282.4	116.0	1524.9	328.0	648.0
工数合計(人日/8h換算)	49.4	115.4	17.5	46.8	17.0	733.0	64.5	48.5	35.3	14.5	190.6	41.0	81.0
1件あたりにテスト設計生産性時間(分)	0.7	21.8	1.3	1.1	0.7	11.1	27.0	1.5	27.0	8.8	5.9	21.4	9.3
1件あたりにテスト実施生産性時間(分)	6.7	173.1	1.9	16.2	2.4	18.5	32.1	5.9	48.9	5.9	14.9	18.8	8.6
1件あたりの総工数(1件/分)	7.9	219.8	4.5	24.0	4.2	36.2	94.1	11.2	105.9	28.4	27.4	51.5	19.9
LEVEL3													
作業フェーズ/社名	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
想定テストケース数	6132	709	3739	11620	7770	51659	1332	14766	216	300	16163	684	3608
テスト要求分析	16.0	43.5	24.0	23.0	24.0	1856.0	80.0	46.0	40.0	32.0	112.0	40.0	32.0
テスト計画	8.0	18.5	24.0	11.5	16.0	2784.0	40.0	48.0	24.0	20.0	56.0	32.0	32.0
テスト基本設計・詳細設計	52.0	215.0	64.0	22.0	24.0	11128.0	200.0	94.0	88.8	40.0	822.2	224.0	544.0
テスト実施	680.8	1195.0	96.0	1343.0	184.8	18544.0	520.0	848.0	172.8	32.0	2722.4	240.0	496.0
テスト評価・報告	16.0	90.0	16.0	165.0	16.0	1856.0	80.0	50.0	16.0	16.0	174.4	32.0	16.0
工数合計(時間h)	772.8	1562.0	224.0	1564.5	264.8	36168.0	920.0	1086.0	341.6	140.0	3887.0	568.0	1120.0
工数合計(人日/8h換算)	96.6	195.3	28.0	195.6	33.1	4521.0	115.0	135.8	42.7	17.5	485.9	71.0	140.0
1件あたりにテスト設計生産性時間(分)	0.5	18.2	1.0	0.1	0.2	12.9	9.0	0.4	24.7	8.0	3.1	19.6	9.0
1件あたりにテスト実施生産性時間(分)	6.7	101.1	1.5	6.9	1.4	21.5	23.4	3.4	48.0	6.4	10.1	21.1	8.2
1件あたりの総工数(1件/分)	7.6	132.2	3.6	8.1	2.0	42.0	41.4	4.4	94.9	28.0	14.4	49.8	18.6

表 3.5.1 1件あたりのテスト実行工数

3.5.2 総工数あたりの監査レベルごとの生産性

本節では、前節で算出した1件のテストケース数あたりの時間数を集計し、下記「表3.5.2 総工数あたりの監査レベル別生産性作成データ表」にまとめた。この表から、全体テスト実行ボリュームが増加すると、1件単位のテスト実施コストが軽減される傾向が確認できる。これは全体の検証作業の量（ボリューム）が増加してもテスト要求分析フェーズやテスト計画策定作業が比例して増加するものでないことが要因と考えられる。

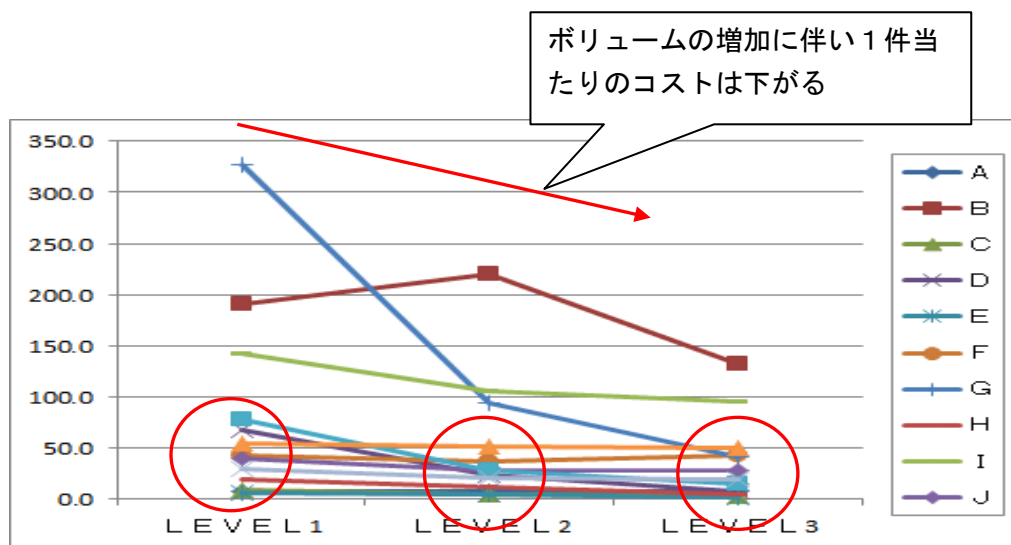
また、標準的な生産性を把握するために「図3.5.2 総工数あたりの監査レベル別生産性グラフ(1/2)～(2/2)」を作成した。この分布図により監査レベルごとの標準的な生産性を確認することができる。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
LEVEL1	7.8	189.9	8.4	66.8	6.5	42.4	327.6	19.7	142.0	39.4	78.4	54.1	29.1
LEVEL2	7.9	219.8	4.5	24.0	4.2	36.2	94.1	11.2	105.9	28.4	27.4	51.5	19.9
LEVEL3	7.6	132.2	3.6	8.1	2.0	42.0	41.4	4.4	94.9	28.0	14.4	49.8	18.6

表 3.5.2 総工数あたりの監査レベル別生産性作成データ表

①全社分布

全社の分布をグラフ化した（「図3.5.2 総工数あたりの監査レベル別生産性グラフ(1/2)」参照）。



(縦軸：人日 横軸：レベル別)

図 3.5.2 総工数あたりの監査レベル別生産性グラフ(1/2)

②B社、G社を除く

さらに、分布の粒度を高めるため、上記①からB社、G社を除いた分布をグラフ化した（「図 3. 5. 2 総工数あたりの監査レベル別生産性グラフ（2/2）」参照）。

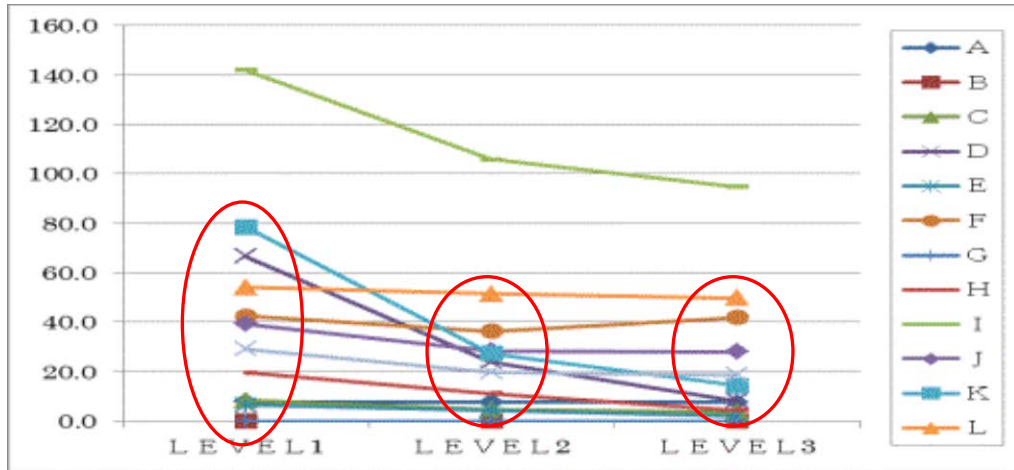


図 3. 5. 2 総工数あたりの監査レベル別生産性グラフ（2/2）

3.6 作業フェーズ別の比重分析

本節では、検証コストを算出する場合、どの作業フェーズ（実行重視かドキュメント重視か）に比重を置くかで工数算出にどのような傾向が出るかを探った。

まず、各社の監査レベルごと、作業フェーズ別の比重表を作成した（「表 3.6.1 作業フェーズ別の比重分析（レベル1）～（レベル3）」参照）。

サンプルとしてC社とM社の監査レベルごとの実績をマークし比較したところ、共通の傾向として、監査レベル2と3に関しての全体比率は変わらなかった。これはテスト項目の増加が少なく、テスト実施以外の工数比率がほぼ同じであることが要因と思われる。

また、「表 3.6.2 作業フェーズ別の比重分析表」にて、実行重視かドキュメント重視かの分析を行った。

LEVEL1												
作業フェーズ/社名	A		B		C		D		E		F	
想定テストケース数	1612.0	率	77.0	率	431.0	率	82.0	率	482.0	率	181.0	率
テスト要求分析	8.0	3.8%	43.5	17.8%	8.0	13.3%	15.0	16.4%	8.0	15.4%	8.0	6.3%
テスト計画	2.4	1.1%	16.3	6.7%	8.0	13.3%	9.5	10.4%	8.0	15.4%	16.0	12.5%
テスト基本設計・詳細設計	12.0	5.7%	40.0	16.4%	20.0	33.3%	13.0	14.2%	12.0	23.1%	40.0	31.3%
テスト実施	179.2	85.5%	126.5	51.9%	16.0	26.7%	26.8	29.3%	16.0	30.8%	56.0	43.8%
テスト評価・報告	8.0	3.8%	17.5	7.2%	8.0	13.3%	27.0	29.6%	8.0	15.4%	8.0	6.3%
工数合計(時間h)	209.6	100.0%	243.8	100.0%	60.0	100.0%	91.3	100.0%	52.0	100.0%	128.0	100.0%
工数合計(人月/日8h換算)	26.2		30.5		7.5		11.4		6.5		16.0	

G	H	I	J	K	L	M							
74.0	率	512.0	率	73.0	率	89.0	率	507.0	率	266.0	率	264.0	率
80.0	19.8%	46.0	27.4%	40.0	23.1%	15.2	26.0%	112.0	16.9%	24.0	3.8%	8.0	6.3%
40.0	9.9%	48.0	28.6%	24.0	13.9%	15.2	26.0%	56.0	8.5%	16.0	1.1%	16.0	12.5%
120.0	29.7%	20.0	11.9%	45.6	26.4%	16.0	27.4%	171.4	25.9%	96.0	5.7%	48.0	37.5%
92.0	22.8%	32.0	19.0%	55.2	31.9%	8.0	13.7%	227.7	34.4%	88.0	85.5%	48.0	37.5%
72.0	17.8%	22.0	13.1%	8.0	4.6%	4.0	6.8%	95.6	14.4%	16.0	3.8%	8.0	6.3%
404.0	100.0%	168.0	100.0%	172.8	100.0%	58.4	100.0%	662.7	100.0%	240.0	100.0%	128.0	100.0%
50.5		21.0		22.6		7.3		82.8		30.0		16.0	

表 3.6.1 作業フェーズ別の比重分析（レベル1）

LEVEL2												
作業フェーズ/社名	A		B		C		D		E		F	
想定テストケース数	3013.0	率	252.0	率	1849.0	率	936.0	率	1934.0	率	9717.0	率
テスト要求分析	12.0	3.0%	43.5	4.7%	16.0	11.4%	19.0	5.1%	12.0	8.8%	304.0	5.2%
テスト計画	4.0	1.0%	18.0	2.0%	16.0	11.4%	11.5	3.1%	12.0	8.8%	456.0	7.8%
テスト基本設計・詳細設計	36.0	9.1%	91.5	9.9%	40.0	28.6%	17.0	4.5%	24.0	17.6%	1800.0	30.7%
テスト実施	335.2	84.8%	727.0	78.8%	60.0	42.9%	252.7	67.5%	76.0	55.9%	3000.0	51.2%
テスト評価・報告	8.0	2.0%	43.0	4.7%	8.0	5.7%	74.0	19.8%	12.0	8.8%	304.0	5.2%
工数合計(時間h)	385.2	100.0%	923.0	100.0%	140.0	100.0%	374.2	100.0%	136.0	100.0%	5864.0	100.0%
工数合計(人日/8h換算)	49.4		115.4		17.5		46.8		17.0		733.0	

G	H	I	J	K	L	M							
329.0	率	2082.0	率	160.0	率	245.0	率	3344.0	率	382.0	率	1958.0	率
80.0	15.5%	46.0	11.9%	40.0	14.2%	20.0	17.2%	112.0	7.3%	32.0	9.8%	24.0	3.7%
40.0	7.8%	48.0	12.4%	24.0	8.5%	20.0	17.2%	56.0	3.7%	24.0	7.3%	24.0	3.7%
148.0	28.7%	52.0	13.4%	72.0	25.5%	36.0	31.0%	328.2	21.5%	136.0	41.5%	304.0	46.9%
176.0	34.1%	206.0	53.1%	130.4	46.2%	24.0	20.7%	828.6	54.3%	120.0	36.6%	280.0	43.2%
72.0	14.0%	36.0	9.3%	16.0	5.7%	16.0	13.8%	200.1	13.1%	16.0	4.9%	16.0	2.5%
516.0	100.0%	388.0	100.0%	282.4	100.0%	116.0	100.0%	1524.9	100.0%	328.0	100.0%	648.0	100.0%
64.5		48.5		35.3		14.5		190.6		41.0		81.0	

表 3.6.1 作業フェーズ別の比重分析 (レベル2)

LEVEL3												
作業フェーズ/社名	A		B		C		D		E		F	
想定テストケース数	6132.0	率	709.0	率	3739.0	率	11620.0	率	7770.0	率	51659.0	率
テスト要求分析	16.0	2.1%	43.5	2.8%	24.0	10.7%	23.0	1.5%	24.0	9.1%	1856.0	5.1%
テスト計画	8.0	1.0%	18.5	1.2%	24.0	10.7%	11.5	0.7%	16.0	6.0%	2784.0	7.7%
テスト基本設計・詳細設計	52.0	6.7%	215.0	13.8%	64.0	28.6%	22.0	1.4%	24.0	9.1%	11128.0	30.8%
テスト実施	680.8	88.1%	1195.0	76.5%	96.0	42.9%	1343.0	85.8%	184.8	69.8%	18544.0	51.3%
テスト評価・報告	16.0	2.1%	90.0	5.8%	16.0	7.1%	165.0	10.5%	16.0	6.0%	1856.0	5.1%
工数合計(時間h)	772.8	100.0%	1562.0	100.0%	224.0	100.0%	1564.5	100.0%	264.8	100.0%	36168.0	100.0%
工数合計(人日/8h換算)	96.6		195.3		28.0		195.6		33.1		4521.0	

G	H	I	J	K	L	M							
1332.0	率	14766.0	率	216.0	率	300.0	率	16163.0	率	684.0	率	3608.0	率
80.0	8.7%	46.0	4.2%	40.0	11.7%	32.0	22.9%	112.0	2.9%	40.0	7.0%	32.0	2.9%
40.0	4.3%	48.0	4.4%	24.0	7.0%	20.0	14.3%	56.0	1.4%	32.0	5.6%	32.0	2.9%
200.0	21.7%	94.0	8.7%	88.8	26.0%	40.0	28.6%	822.2	21.2%	224.0	39.4%	544.0	48.6%
520.0	56.5%	848.0	78.1%	172.8	50.6%	32.0	22.9%	2722.4	70.0%	240.0	42.3%	496.0	44.3%
80.0	8.7%	50.0	4.6%	16.0	4.7%	16.0	11.4%	174.4	4.5%	32.0	5.6%	16.0	1.4%
920.0	100.0%	1086.0	100.0%	341.6	100.0%	140.0	100.0%	3887.0	100.0%	568.0	100.0%	1120.0	100.0%
115.0		135.8		42.7		17.5		485.9		71.0		140.0	

表 3.6.1 作業フェーズ別の比重分析 (レベル3)

監査レベル3のデータから比重だけ抜き出して比較したものが、下記「表3.6.2 作業フェーズ別の比重分析表」である。

作業フェーズ/社名	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
テスト要求分析	3.0%	8.4%	11.8%	7.7%	11.1%	5.5%	14.7%	14.5%	16.3%	22.0%	9.0%	6.9%	4.3%
テスト計画	1.1%	3.3%	11.8%	4.7%	10.1%	9.3%	7.3%	15.1%	9.8%	19.2%	4.5%	4.7%	6.4%
テスト基本設計・詳細設計	7.2%	13.4%	30.2%	6.7%	16.6%	30.9%	26.7%	11.3%	26.0%	29.0%	22.8%	28.9%	44.3%
テスト実施	86.1%	69.1%	37.5%	60.9%	52.1%	48.7%	37.8%	50.1%	42.9%	19.1%	52.9%	54.8%	41.7%
テスト評価・報告	2.6%	5.9%	8.7%	20.0%	10.1%	5.5%	13.5%	9.0%	5.0%	10.7%	10.7%	4.8%	3.4%
工数合計(人日/8h換算)	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
工数合計(人日/8h換算)	96.6	195.3	28.0	195.6	33.1	4521.0	115.0	135.8	42.7	17.5	485.9	71.0	140.0

表 3.6.2 作業フェーズ別の比重分析表

この分析結果は下記となり、重視しているフェーズによる工数算出では、偏った傾向は見られなかった。

- ・テスト実施重視 : テスト実施工数の平均が50%以上 7社
- ・ドキュメント重視 : テスト実施工数の平均が50%以下 6社

また、作業フェーズ別の比重分析では、下記「図3.6 作業フェーズ別の比重分析表グラフ」に表れているように、全体としてテスト実施の作業比重が大きいことが顕著に見られた。

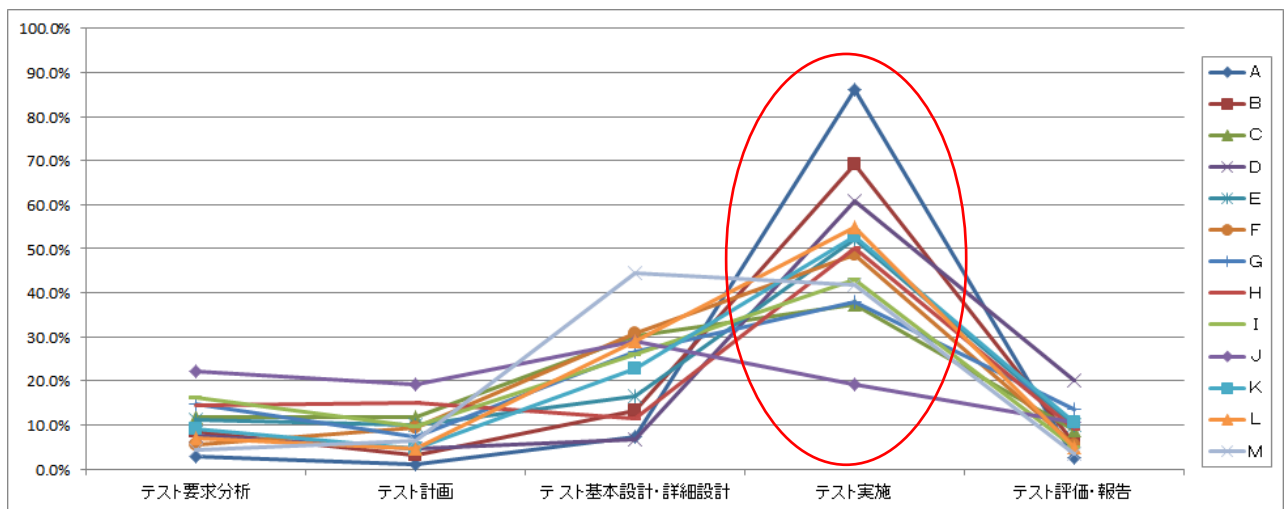


図 3.6 作業フェーズ別の比重分析表グラフ

4 実験のまとめ

4.1 ばらつきに関する考察

前節までの分析結果を整理したものが、下記「表 4.1 ばらつきの考察」である。ばらつきの主な要因は、テスト実施の生産性の設定が各社大きく異なることであると考えられる。前節「3.5 テスト作業の生産性の分析」において、対象物に対するテスト実施に必要な時間について、難易度や必要な粒度の捉え方などをどのように設定するかで見積り工数が異なると考えられる。なお、標準検証コストは、「3.2 基本データの集計値」から考察した値とした。監査レベル1を基準とすると「1:2.4:5.2」が監査レベルごとの検証コストの増加比率となった。

前節「3.5.1 1件あたりのテスト実行工数」の分析データにおいても、監査レベル1で1件あたりのテスト実行時間について、最少で2分、最大で74.6分とした会社があり、テスト実施の生産性が検証コストのばらつきの大きな要因と考察される。

また、テスト実施する際のテストケース数も大きな違いがある。監査レベル1において最少では73件、最大では512件とした会社があり、前項「3.4 テストケース数と工数合計の関係」における分析結果の重要な要因と考えられる。

このような直接要因に加え「経験値」、「リスクの上乗せ度合い」や「工数の間引き度合い」が加味された結果、より大きなばらつきが発生するものと考察される。

監査レベル	標準検証コスト	工数のばらつき	主な要因	軽減策
レベル1	26.3人月	12倍	テスト実施の生産性	対象物ごとに標準化
レベル2	62.4人月	50倍	テスト実施の生産性 テストケース数 対象物の経験値 リスク上乗せ度合い 間引き度合い	対象物ごとに標準化 テスト基本設計書の明確な提示 検証機関としてスキルシート提示 要求分析仕様書の明確化 テスト実施の経験値を明確化
レベル3	137.6人月	258倍	テスト実施の生産性 テストケース数 対象物の経験値 リスク上乗せ度合い 間引き度合い テスト環境の考慮度合い	対象物ごとに標準化 テスト基本設計書の明確な提示 検証機関としてスキルシート提示 要求分析仕様書の明確化 テスト実施の経験値を明確化 テスト実施の経験値を明確化

表 4.1 ばらつきの考察

上記の考察を踏まえ、以下にテストケース数のばらつきの具体的な要因を考察した。

① グループ化（同値分割）の粒度

グループ化をどの粒度で行うかの差によるもの。

<例>エラーの状況と以下項目を「全組合せ」と指示されている場合

- ・ 想定される全ての OS の種類 (Windows XP 以降及び Linux)
- ・ J2SE のバージョン

この場合、各社の想定する組合せは下記のように異なっていた。

- ・ OS を Windows XP、Windows VISTA、Windows 7 の 3 種類を考慮
- ・ OS のバージョンに加え、サービスパックのバージョンも考慮
- ・ Linux のバージョンも考慮

この結果は、行うべきグループ化（同値分割）の粒度を明確にすることの必要性を示唆していると思われる。標準化のためには、独立検証機関に直接要素の明確な指示が必要であると考えられる。

② 組合せの方法

どこまで組み合わせるかなどの組合せの差によるもの。

<例> エラーの種類が 10 種類、OS が 5 種類、J2SE の種類が 3 種類ある場合

- ・ $10 \times 5 \times 3 = 150$ 通りにする
- ・ $10 \times 5 + 3 = 53$ 通りにする

上記の違いで、かなり工数が変わることとなり、レベル 3 の工数の乖離の問題は、この点が大きいと推測される。レベル 3 については、「全組合せ」の指定があり、その捉え方が各社異なっていた。標準化のためには、上記①同様、直接要素の明確な指示が必要であると考えられる。

③ 連続値の選択

<例> CO2 濃度が「0~100%」が表示されることを確認する場合

- ・ 「0%~100%の 101 パターン」で確認
- ・ 同値分割及び境界値を採用して「0%、50%、100%の 3 パターン」で確認

この問題においても、どのような粒度・範囲で検証するかを明確にする必要があり、上記①②同様、直接要素の明確な指示が必要であると考えられる。

④ テストの効率的実施

これも各社によってバラつきがあり、同じようなテストはまとめて実施することでなるべく工数を小さくする手段を採用している会社もあれば、ストレートに工数を積上げて算出している会社もある。間接要素の経験値により、大きな差が生まれたものと推測される。

標準化のためには、工数算出の前提条件について記述するなどの明確な指示が必要であると考えられる。

以上の考察のように、品質とコストのトレードオフをどこで釣り合わせるかの明確な標準基準が必要であると改めて認識した。

4.2 仮説に対する考察

本実験の結論として、検証工数を算出する場合は、見積り条件を明確かつ具体的に提示しなければ、検証の専門企業においても検証コストが大きくばらつくことが確認された。検証コスト算出の要素を仮説として定義したが、以下において、検証した結果を記述する。

- ・ 直接要素（テスト対象物に起因する要素）
 - ・ 検証対象物の利用目的
⇒影響レベルに応じて監査レベルを設定したことでテストの「粒度」「難易度」が明確となり、工数算出の重要要素であることが確認できた。
 - ・ テスト項目
⇒検証の目的に合わせたテスト項目は、企業によって若干の追加はあったものの標準ガイドに準拠したことで大きな差異はなかった。（各社の実験結果のテスト項目に大きな追加・修正が無かった）検証を行う場合に標準ガイドは有効と思われる。
 - ・ テストケース数
⇒実験計画時には、テスト項目から算出されるテストケース数に、これほど大きな差が生じるとは想定していなかった。標準的な検証コストを求める場合には、要求仕様書には、要求する「具体的な品質ゴールの目安」として、想定するテストケース数と粒度・範囲を明確に示す必要があるということが確認できた。明確に示すことにより、それぞれの独立検証機関が間接要素として加味する「検証リスクに対する上乘せ度合い」の一部が軽減され、ばらつきを抑えて、検証コストを削減できる要素であると考えられる。また、経験値による効率化・生産性向上などを明記する指示を行うことも有効であると思われる。
 - ・ テスト環境
⇒本実験では、テスト環境の準備状況について記述していたが、機能単位のテスト実施を細かに分析すると、提供した資料に不足部分があり、そのリスクを加味して工数が加算されたケースがあった。標準的な検証コストを算出する場合は、さらに詳細な条件提示が必要と考える。
 - ・ テストツール
⇒テストに必要なツールの提供条件を明示することも重要な要素であると考えられる。
- ・ 間接要素（工数を算出する側に起因する要素）
 - ・ 検証対象物の経験値の差
⇒実験で工数にどのような影響があるか分析できなかったが、一部の企業にヒアリングした範囲では、経験があるか無いかは検証コストを算出する場合の大きな差となりうる要因であり、検証においても、対象物のノウハウは大きな要素と考えられる。
 - ・ テストにかかる工数原価の差
⇒実験では、個別企業間の金額を検証することは対象外とした。しかし、開発技術者同様、企業間で検証技術者の工数原価に差があることは明白である。最終的には、検証コストを算出する際に重要要素となりうるといえる。

- ・ テストにかかる生産性・効率性の差、間引き度合いの差（経験値の差ともいえる）
⇒本実験でも効率性を初めから加味している企業と積上げ式で算出した企業に分かれた。最終的には見積りには合意形成が必要であり、明確な指標は見出せない。しかし、テスト実施の生産性（前項「3.5 テスト作業の生産性の分析」参照）で確認したように生産性・効率性は重要な要素であると考ええる。
- ・ 検証リスクに対する上乘せ度合い（要求定義書から読み取れない部分の判断）
⇒テスト経験の少ない対象物の検証であると、その対象物把握までのロス時間やテスト実施にかかる時間を多めに見積もることは普通に行われる。本実験ではその加算度合いの検証は行われなかった。直接要素の「テストケース数」同様で、出来るだけ具体的に情報提供を行うことが重要と考えられる。

4.3 まとめと提言

本実験において、実験結果データを分析した結果、仮説として設定した直接要素、間接要素の考え方は、検証コスト算出のばらつきを抑えるのに有効であると考えられる。

今後、品質検証に関わる何らかの制度を考える場合、検証コストの標準化を図る際に本実験で確認した「直接要素」「間接要素」の考え方を活用することで、ベストバランスを見出せるものと期待する。

また、同一製品であってもその利用目的でこれだけの検証範囲とコストに差が生じることも確認できた（監査レベル1,2,3についての標準検証コスト比が1:24:52にも及ぶ）。業界単位で対象製品に対しての明確な監査レベルの設定が必要と考える。

今後標準コスト設定のための方法を具体的に提言するならば、業界・業種・分野単位に標準テスト項目を定め、検証用のテストケースを業界標準として準備し、複数の独立検証機関に実施させ、その結果を標準検証コストとすれば正確なベストバランスを探ることが可能となる。

また、その準備したデータと環境を提供することで、対象業界・業種・分野の開発コスト（開発途中や結合時の検証コスト）が軽減され、より競争力のある商品作りが可能となる。そして、品質検証に関わる何らかの制度を設計する際、検証技術の標準化と検証コストの標準化を行いその条件下で行った検証の結果で、不具合率〇〇%以下は適合性評価合格とするような定量的な判断基準を備えることで、その制度の運用が容易になると考えられる。

4.4 最後に

本実験を行うにあたって、会員企業に検証コストの算出を依頼する説明会を行ったところ、説明会には17社が参加し、そのうち13社の企業より協力を得ることができた。

13社もの企業によって算出された、検証コストについての実験はこれまでに例がなく、検証コストの分析や考察する上で、大変参考となるものであると推察され、今後、より高度で専門的な検証サービスが提供されるよう、本実験結果が生かされれば幸いである。

5 各社の実験結果に関する考察

各社の実験結果を個別に考察した。差異の大きかったテストケース数の算出をどのような根拠（条件）で行っているのか。直接要素と間接要素がどのように工数算出に影響しているか。特に間接要素をどのように工数算出に影響させているかに視点を置いて考察した。

各社のコメントに必要な図表を作成し、注目部分は枠囲いで表記した。

5.1 A社の実験結果

- ・ 想定される OS を 8 通りに設定している。追加観点として Windows の旧バージョンを全てのテストを提案する一方、「機能（測定）（センサー計測データファイル出力）については一連の動作として確認することが可能であると考え、要素を 1 つにまとめることで多少の工数減も可能と考えます。」といった、間接要素である効率化の提案も行っている。
- ・ エラーメッセージの合目的性の（故障は限りなく 0 に近づける）の比重を重く見ているため、想定テストケース数が多くテスト実施の工数が多くなっていると推察される。
- ・ 全体の工数としては中央値に近い数値に近い工数である。

LEVEL1							
作業フェーズ/社名	A	平均	中央値	最大値	最小値	幅率	平均(最大値・最小値除く)
想定テストケース数	1612	357.7	264.0	1612.0	73.0	22.1	309.4
テスト要求分析	8.0	32.0	15.2	112.0	8.0	14.0	33.4
テスト計画	2.4	21.2	10.0	56.0	2.4	23.3	21.4
テスト基本設計・詳細設計	12.0	48.6	24.0	171.4	12.0	14.3	51.7
テスト実施	179.2	72.1	48.0	227.7	8.0	28.5	63.8
テスト評価・報告	8.0	26.9	16.0	95.6	4.0	23.9	26.0
工数合計(時間h)	209.6	200.8	164.8	662.7	52.0	12.7	210.7
工数合計(人日/8h換算)	26.2	25.1	20.6	82.8	6.5	12.7	26.3
LEVEL2							
作業フェーズ/社名	A	平均	中央値	最大値	最小値	幅率	平均(最大値・最小値除く)
想定テストケース数	3013	2015.5	1849.0	9717.0	160.0	60.7	1484.0
テスト要求分析	12.0	58.5	32.0	304.0	12.0	25.3	37.9
テスト計画	4.0	58.0	24.0	456.0	4.0	114.0	24.9
テスト基本設計・詳細設計	36.0	237.3	72.0	1800.0	17.0	105.9	110.2
テスト実施	335.2	478.1	206.0	3000.0	24.0	125.0	280.5
テスト評価・報告	8.0	63.2	16.0	304.0	8.0	38.0	45.6
工数合計(時間h)	395.2	895.1	388.0	5864.0	116.0	50.6	499.0
工数合計(人日/8h換算)	49.4	111.9	48.5	733.0	14.5	50.6	62.4
LEVEL3							
作業フェーズ/社名	A	平均	中央値	最大値	最小値	幅率	平均(最大値・最小値除く)
想定テストケース数	6132	9130.6	3739.0	51659.0	216.0	239.2	6074.8
テスト要求分析	16.0	182.2	40.0	1856.0	16.0	116.0	43.0
テスト計画	8.0	239.5	24.0	2784.0	8.0	348.0	27.8
テスト基本設計・詳細設計	52.0	1039.8	94.0	11128.0	22.0	505.8	209.2
テスト実施	680.8	2082.7	520.0	18544.0	32.0	579.5	759.8
テスト評価・報告	16.0	195.6	32.0	1856.0	16.0	116.0	61.0
工数合計(時間h)	772.8	3739.9	920.0	36168.0	140.0	258.3	1100.8
工数合計(人日/8h換算)	96.6	467.5	115.0	4521.0	17.5	258.3	137.6

表 5.1 A社の実験結果

5.2 B社の実験結果

- 下記の「表 5.2 B社の実験結果 (1/2) ~ (2/2)」のように、作業フェーズ内の項目を細かく分析しその工数を十分考慮している。下記資料は設計フェーズであるが、プロジェクト管理の工数をチーム管理と個人管理に分割してしっかりカウントしている。間接要素としての興味ある事例の1つと考えられる。
- テストケース数の設定は大きくないがテスト実施の粒度や範囲に比重を置いているように考察される。

■テスト基本設計・詳細設計						
No	項目	内容	レベル1 (単位:h)	レベル2	レベル3	備考
1	仕様の把握	テスト対象の仕様(リファレンス)の調査と入手	1	3	10	レベル毎のテストケース数に応じる
		仕様の把握と管理	4	12	40	
		テスト対象の仕様の把握と漏れの防止対策	0.5	1	4	
2	仕様管理(トレーサビリティ)	仕様の構成管理	0.5	1	4	
		テスト要素の抽出	2	8	8	
3	網羅性設計-①(テスト要素抽出)	テストカバレッジ設計	2	6	20	レベル毎のテストケース数に応じる
		レビュー&承認	9	9	9	
		参加者4人×2.0h+修正1.0h				
4	網羅性設計-②(テスト変数抽出)	テストコンディション(条件)の抽出	1	4	4	レベル毎のテスト要素数に応じる
		テストコンフィギュレーション(環境)の抽出	1	4	4	
		テストカバレッジ設計	1	4	4	
		レビュー&承認	5	5	5	
5	テストケース設計-①(基本フロー)	基本フローを構成する	4	12	40	レベル毎のテストケース数に応じる
		その他				
6	テストケース設計-②(組み合わせ)	組み合わせの検討	1	3	10	
		その他				
7	テストケース設計-③(期待値設計)	有効な期待値の設計	2	6	20	
		期待値のリファレンスの準備	0.5	1.5	5	
8	モニタ設計	ツールによるモニタ設計	0	0	0	専用ツールは使用しないことを想定
9	テスト環境設計	テスト(設計)支援ツールの検討	1	1	1	
		テスト環境の設計	0.5	1.5	5	
10	プロジェクト管理(チーム管理)	スコープ管理	1	1	2	
		スケジュール管理	0.25	1	2	
		コスト管理	0.25	1	2	
		品質管理	0.25	1	2	
		コミュニケーション管理	0.25	1	2	
		リスク管理	0.25	1	2	
		調達管理	0.25	1	2	
11	プロジェクト管理(個人管理)	役割の確認	0.25	0.5	1.5	
		テスト設計の生産性の管理	0.25	0.5	2	
		テスト設計管理	0.25	0.5	2	
		不明点管理	0.25	0.5	2	
		報告・連絡・相談・質問	0.5	0.5	0.5	
計			40.00	91.50	215.00	h
			5.00	11.44	26.88	人日(/8h)

表 5.2 B社の実験結果 (1/2)

レベル	テストケース数	テスト工数 (単位:h)	テスト実行期間	
レベル3	709件	676.50h	29日	テスト工数÷4人÷6.0h(1日にテストに充てられる工数)=29日と想定
レベル2	252件	401.00h	34日	テスト工数÷2人÷6.0h(1日にテストに充てられる工数)=34日と想定
レベル1	77件	46.50h	8日	テスト工数÷1人÷6.0h(1日にテストに充てられる工数)=8日と想定

表 5.2 B社の実験結果 (2/2)

5.3 C社の実験結果

- ・ 備考欄に記述されているようにテスト実施の環境条件を明記している。
- ・ 「センサーの数」×「OSの種類」とサーバの状態の全組合せでテストケース数をカウントしている。
- ・ テストコンディションの状態にするための準備時間はトータル2hとして工数に追加している。直接要素であるテスト環境条件を明示し作業範囲を絞り込むことで全体的に少なめの工数となっている。

No.	機能	品質特性	テストコンディション	テスト環境	組合せ	備考	
1	起動	単体起動	合目的性	・インストールフォルダの場所(システムドライブ/長いパスなど)	・想定される全てのOSの種類		
2			成熟性	・サーバの状態(容量不足/メモリ不足/CPU負荷状態/アップデート実行時/ウイルスソフトの状態) ・センサとの通信状態(正常/不安定/異常) ・CSVやログファイルの状態(上書き/新規作成/上書き対象CSVが他プロセスが抱えている/など)	・想定される全てのOSの種類 ・J2SEのバージョン	OSの種類ととサーバの状態は全組合せで実施 テストコンディションの状態にする為の準備時間はトータル2hとして工数に追加	
3			回復性	・エラーの種類(想定されるエラー/想定しないエラー)			テストコンディションの状態にする為の準備時間はトータル1hとして工数に追加 エラー種類5種類×2項目+想定外エラー2種類×2
4		同時起動	合目的性	・インストールフォルダの場所(システムドライブ/長いパスなど) ・センサの数(1~29)			
5			成熟性	・サーバの状態(容量不足/メモリ不足/CPU負荷状態/アップデート実行時/ウイルスソフトの状態) ・センサとの通信状態(正常/不安定/異常) ・センサの数(1~29) ・CSVやログファイルの状態(上書き/新規作成/上書き対象CSVが他プロセスが抱えている/など)	・想定される全てのOSの種類 ・J2SEのバージョン	OSの種類ととサーバの状態は全組合せで実施 テストコンディションの状態にする為の準備時間はNo.2と同時に実施	
6			回復性	・エラーの種類(想定されるエラー15種/想定しないエラー) ・センサの数(1~29) ・EcoConnect.iniの設定(ディスク空き容量の最小サイズ/許容ネットワークエラー回数)		センサの数は同値分割と境界値で3~4種類に決定	センサの数は4種類
7	測定	CO2の値	合目的性	・CO2の量(0%~100%)			10%毎に測定+任意の値で実施 測定用テスト環境は構築済みとする (工数に環境構築は含まない)
8				・CO2の変化量(急増/急減)			測定用テスト環境は構築済みとする (工数に環境構築は含まない) 数値変化に要するテスト準備時間は0.5hとして工数に追加
9				・CO2の異常値(101%以上など?)			測定用テスト環境は構築済みとする (工数に環境構築は含まない) 数値変化に要するテスト準備時間は0.5hとして工数に追加
10				・CO2以外の成分の状態(O2/N2などが多い状態と少ない状態)			測定用テスト環境は構築済みとする (工数に環境構築は含まない) 数値変化に要するテスト準備時間は0.5hとして工数に追加
11			成熟性	・サーバの状態(容量不足/メモリ不足/CPU負荷状態/アップデート実行時/ウイルスソフトの状態) ・センサとの通信状態(正常/不安定/異常)	・想定される全てのOSの種類 ・J2SEのバージョン	OSの種類ととサーバの状態は全組合せで実施	テストコンディションの状態にする為の準備時間はNo.2と同時に実施
12			成熟性	・稼働時間(24時間以上)			
13			障害許容性	・センサ故障/異常内容(想定されるエラー/想定しないエラー)			テストコンディションの状態にする為の準備時間はトータル1hとして工数に追加
14			回復性	・センサ故障/異常内容(想定されるエラー/想定しないエラー)			テストコンディションの状態にする為の準備時間はトータル1hとして工数に追加
15	安全性	・CO2実測値(0%~100%)		実績値の決定は同値分割と境界値で10項目程度とする	測定用テスト環境は構築済みとする (工数に環境構築は含まない) 数値変化に要するテスト準備時間は0.5hとして工数に追加		

表 5.3 C社の実験結果

5.4 D社の実験結果

- ・ 直接要素であるテスト環境条件を明示している。C社同様に作業範囲を絞り込んでいる。
- ・ テストケース数に関しては監査レベル別に対象 OS を増やしているため、倍数的に増加している。そのために、テスト実施工数も比例して増加している。
- ・ LEVEL 1 での検証 OS・J2SE は 1 種類として算出
- ・ LEVEL 2 での検証 OS は 3 種類、J2SE は 2 種類として算出
- ・ LEVEL 3 での検証 OS は 7 種類、J2SE は 5 種類として算出

No.	機能	品質特性	テストケース数	テスト工数	テスト時間	備考欄			
1	起動	単体起動	420	4.375人日	35h	・インストールロケーション:2箇所 ・センサー単体設置、複数設置 ・起動、終了、再起動 (OS:7種類、JRE:5種類)			
2		成熟性				385	4.01人日	32.08h	・サーバー(5ケース) ・センサー通信状態(3ケース) ・CSV、ログファイル(3ケース) (OS:7種類、JRE:5種類) (1環境あたり5minと想定)
3		回復性				560	5.83人日	46.66h	・エラーメッセージ:15種類 ・想定しないエラー:1種類 (1環境あたり5minと想定)
4	同時起動	合目的性	840	8.75人日	70h	・インストールロケーション:2箇所 ・複数設置(2台、10台、20台、29台) ・同時起動、終了、再起動			
5		成熟性	525	5.46人日	43.75h	・サーバー(5ケース) ・センサー通信状態(3ケース) ・センサー数(4ケース(2、10、20、29)) ・CSV、ログファイル(3ケース) (1環境あたり5minと想定)			
6		回復性	2520	26.25人日	210h	・エラーメッセージ:15種類 ・想定しないエラー:1種類 ・センサー数(4ケース(2、10、20、29)) ・EcoConnect.ini設定(2ケース) (1環境あたり5minと想定)			

表 5.4 D社の実験結果 (1/2)

作業フェーズ/社名	LEVEL1	LEVEL2	LEVEL3
想定テストケース数	82	936	11620
テスト要求分析	15.0	19.0	23.0
テスト計画	9.5	11.5	11.5
テスト基本設計・詳細設計	13.0	17.0	22.0
テスト実施	26.8	252.7	1343.0
テスト評価・報告	27.0	74.0	165.0
工数合計(時間h)	91.3	374.2	1564.5
工数合計(人日/8h換算)	11.4	46.8	195.6

表 5.4 D社の実験結果 (2/2)

5.5 E社の実験結果

- 成熟性の稼働テストとして、専用の環境準備することで他のテストと同時進行することを提案してコスト削減をしている。テスト環境として 24h、48h、72h でテストを行うと作業範囲を明確に定義している。テストケース数の洗い出し数が多いが、作業工数は少なめである。

No.	機能	品質特性	テストコンディション	テスト環境	組合せ	手順概要	期待結果概要	テスト/テスト工数
7	測定	CO2の値を測定	目的性 ・CO2の量(0%~100%)			CO2を測定し、結果を確認する	コンディション通りの結果を返すこと	12 0.2
8			・CO2の変化量(急増/急減)			CO2を測定し、結果を確認する	変化量に応じた結果を返すこと	2 0.1
9			・CO2の異常値(101%以上など?)			CO2を測定し、結果を確認する	コンディション通りの結果を返すこと (もしくはエラーを返す?)	1 0.1
10			・CO2以外の成分の状態(O2/N2などが多い状態と少ない状態)			CO2を測定し、結果を確認する	コンディション通りの結果を返すこと	2 0.1
11		成熟性	・サーバーの状態(容量不足/メモリ不足/CPU負荷状態/アップデート実行時/ウイルスソフトの状態) ・センサとの通信状態(正常/不安定/異常)	・想定される全てのOSの種類 ・J2SEのバージョン	OSの種類とサーバーの状態は全組合せで実施	CO2を測定し、結果を確認する	コンディション通りの結果を返すこと EcoConnectや起動中の他のアプリに影響がないこと	800 2
12		成熟性	・稼働時間(24時間以上)	24h,48h,72h		24hの間CO2を測定し続け、結果を確認する	コンディション通りの結果を返すこと 正常に動作し続けること	3 専用の環境準備することで他のテストと同時進行する
13		障害許容性	・センサ故障/異常内容(想定されるエラー/想定しないエラー)			CO2を測定し、結果を確認する	故障内容に沿ったエラーメッセージを表示すること 状況に応じ、測定継続、強制終了などの処理を行うこと	2 0.1
14		回復性	・センサ故障/異常内容(想定されるエラー/想定しないエラー)			CO2を測定し、結果を確認する	故障内容に沿ったエラーメッセージを表示すること	2 0.1
15		安全性	・CO2実測値(0%~100%)		実績値の決定は同値分割と境界値で10項目程度とする	CO2を測定し、結果を確認する	コンディション通りの結果を返すこと	10 0.2

表 5.5 E社の実験結果(1/2)

作業フェーズ/社名	LEVEL1	LEVEL2	LEVEL3
想定テストケース数	482	1934	7770
テスト要求分析	8.0	12.0	24.0
テスト計画	8.0	12.0	16.0
テスト基本設計・詳細設計	12.0	24.0	24.0
テスト実施	16.0	76.0	184.8
テスト評価・報告	8.0	12.0	16.0
工数合計(時間h)	52.0	136.0	264.8
工数合計(人日/8h換算)	6.5	17.0	33.1

表 5.5 E社の実験結果(2/2)

5.6 F社の実験結果

- OS環境の組合せを乗じてテストケース数を算出しておりLEVEL 2、3の工数が特に多くなっている。対象プラットフォームの組合せでテストケース数を算出していると思われる。
- 算出しているテストケース数が大きい分テスト実施の工数も比例して大きくなっている。
- 直接要素であるテスト環境、特にOSのバージョン別に詳細にテストすることを前提としている。
- 今回の参加企業で工数合計が最大値となっている。成熟性に関してのテストケース数が突出していた。テスト対象物のOSの組合せは下記の設定と多くを想定しているためと考えられる。

		J2SE		
		7u4	7	6ux
Windows	Windows7	◎	△	△
	Windows Vista	△	○	△
	Windows XP	△	△	○
Linux	Debian GNU/Linux	◎	△	△
	Red Hat Linux	△	○	△
	Plamo Linux	△	△	○
※ Windows、Linuxは最新バージョンを想定する。				
		◎	○	△
Level 1	実施する			
Level 2	実施する	実施する		
Level 3	実施する	実施する	実施する	

表 5.6 F社の実験結果 (1/2 : 対象 OS の表)

作業フェーズ	LEVEL1	LEVEL2	LEVEL3
想定テストケース数	181	9717	51659
テスト要求分析	8.0	304.0	1856.0
テスト計画	16.0	456.0	2784.0
テスト基本設計・詳細設計	40.0	1800.0	11128.0
テスト実施	56.0	3000.0	18544.0
テスト評価・報告	8.0	304.0	1856.0
工数合計(時間h)	128.0	5864.0	36168.0
工数合計(人日/8h換算)	16.0	733.0	4521.0

表 5.6 F社の実験結果 (2/2)

5.7 G社の実験結果

- ・ 詳細にテスト工程ごとの工数を算出している。LEVEL 2と3の工数算出実績表を下記に示した。
- ・ テスト要求分析とテスト計画は監査レベルが変わっても同じで工数で算出されており、この傾向は、複数社で確認されている。全体の工数としては監査レベル1以外は中央値(表3.2.1、表3.2.2、表3.2.3参照)に近いことが確認できる。

LEVEL 3			LEVEL 2		
作業フェーズ	工数(人日)	備考	作業フェーズ	工数(人日)	備考
1.要求分析	10	テスト数1332	1.要求分析	10	テスト数329
1.1 テスト対象の把握	1.5		1.1 テスト対象の把握	1.5	
1.2 開発の背景、現状把握	1.5		1.2 開発の背景、現状把握	1.5	
1.3 テスト要求の獲得	1		1.3 テスト要求の獲得	1	
1.4 テストへのインプットの確認	1		1.4 テストへのインプットの	1	
1.5 テスト要求の分析	2		1.5 テスト要求の分析	2	
1.6 テスト要件、方針の定義	1		1.6 テスト要件、方針の定	1	
1.7 テストアーキテクチャ概要	1		1.7 テストアーキテクチャ概	1	
1.8 テスト要件定義の確認	1		1.8 テスト要件定義の確認	1	
2.計画	5		2.計画	5	
2.1 テスト概要の把握	1		2.1 テスト概要の把握	1	
2.2 テスト内容の分析	1.5		2.2 テスト内容の分析	1.5	
2.3 テスト基本設計・手法の選択	1.5		2.3 テスト基本設計・手法	1.5	
2.4 テストリソースの計画	1		2.4 テストリソースの計画	1	
3.仕様書作成	25		3.仕様書作成	18.5	
3.1 仕様の把握	2		3.1 仕様の把握	2	
3.2 仕様管理(トレーサビリティ)	0.5		3.2 仕様管理(トレーサビリ	0.5	
3.3 網羅性設計-①(テスト要素抽	4		3.3 網羅性設計-①(テスト	4	
3.4 網羅性設計-②(テスト変数抽	4		3.4 網羅性設計-②(テスト	2	
3.5 テストケース設計(基本フロー)	3		3.5 テストケース設計(基	1.5	
3.6 テストケース設計(組み合わせ)	3		3.6 テストケース設計(組	1.5	
3.7 テストケース設計(期待値設計)	3		3.7 テストケース設計(期	1.5	
3.8 モニタ設計	1		3.8 モニタ設計	1	
3.9 テスト環境設計	1.5		3.9 テスト環境設計	1.5	
3.10 プロジェクト管理	3		3.10 プロジェクト管理	3	
4.テスト実施	65		4.テスト実施	22	
4.1 テスト実行計画	2		4.1 テスト実行計画	2	
4.2 テスト環境準備	3		4.2 テスト環境準備	1.5	
4.3 テストケース準備	3		4.3 テストケース準備	1.5	
4.4 テスト実行	45	5-3.テスト要素の決定	4.4 テスト実行	11	5-3.テスト要素の決
4.5 テスト実行記録	3		4.5 テスト実行記録	1.5	
4.6 不具合報告	4		4.6 不具合報告	2	
4.7 テスト実行報告	2		4.7 テスト実行報告	1	
4.8 プロジェクト管理	3		4.8 プロジェクト管理	1.5	
5.評価報告	10		5.評価報告	9	
5.1 テスト報告書を準備する	2		5.1 テスト報告書を準備す	2	
5.2 テスト活動全般の情報を収集す	1		5.2 テスト活動全般の情報	1	
5.3 テスト活動を分析する	2		5.3 テスト活動を分析する	1	
5.4 改善項目の達成率を評価する	0.5		5.4 改善項目の達成率を	0.5	
5.5 分析結果と評価指標を比較する	0.5		5.5 分析結果と評価指標を	0.5	
5.6 改善点を抽出する	0.5		5.6 改善点を抽出する	0.5	
5.7 改善点を検討する	0.5		5.7 改善点を検討する	0.5	
5.8 テスト評価報告書を作成する	2		5.8 テスト評価報告書を作	2	
5.9 テスト評価報告書を開示する	1		5.9 テスト評価報告書を開	1	
合計	115		合計	64.5	

表 5.7 G社の実験結果 (1/2)

作業フェーズ/社名	LEVEL1	LEVEL2	LEVEL3
想定テストケース数	74	329	1332
テスト要求分析	80.0	80.0	80.0
テスト計画	40.0	40.0	40.0
テスト基本設計・詳細設計	120.0	148.0	200.0
テスト実施	92.0	176.0	520.0
テスト評価・報告	72.0	72.0	80.0
工数合計(時間h)	404.0	516.0	920.0
工数合計(人日/8h換算)	50.5	64.5	115.0

表 5.7 G社の実験結果 (1/2)

5.8 H社の実験結果

- ・ H社では、テストコンディションの条件に相当のハードウェア環境を追加している。これは、過去のテスト経験値から本実験の標準仕様書にテスト環境条件不足していることを指摘している。(具体的に下記の表の朱書きを参考)
- ・ EcoConnect.ini の設定にディスク空き容量が十分なサイズと許容ネットワークエラー回数(最小値/中間値/最大値)を追加している点も間接要素である検証経験値が豊富であることが推察される。直接要素であるテスト環境を明確化しているおり、上記の条件追加によりテストケース数の想定は大きい全体工数としては中央値(表 3.2.1、表 3.2.2、表 3.2.3 参照)に近い。

No.	機能		品質特性	達成目標	テストコンディション	テスト環境
1	起動	単体起動	合目的性	正確にCO2を測定して、換気制御できる	・インストールフォルダの場所(システムドライブ/長いパス/システムドライブ以外/ネットワークドライブ/USBドライブ/全角含むパス名/記号含むパス名など)	・想定される全てのOSの種類(Windows(3)/Linux(3))
2			成熟性	故障は限りなくゼロに近づく	・サーバーの状態(正常/容量不足/メモリ不足/CPU負荷状態/アップデート実行時/ウイルスソフトの状態) ・センサとの通信状態(正常/不安定/異常) ・CSVやログファイルの状態(上書き/新規作成/上書き対象CSVが他プロセスが挿んでいる/書き込み不可(ファイル異常/など)	・想定される全てのOSの種類 ・J2SEのバージョン
3			回復性	故障時は、状態を利用者に必ず伝わるようにする	・エラーの種類(想定されるエラー15種/想定しないエラー)	
4	同時起動	同時起動	合目的性	正確にCO2を測定して、換気制御できる	・インストールフォルダの場所(システムドライブ/長いパス/システムドライブ以外/ネットワークドライブ/USBドライブ/全角含むパス名/記号含むパス名など) ・センサの数(1~29)	
5			成熟性	故障は限りなくゼロに近づく	・サーバーの状態(正常/容量不足/メモリ不足/CPU負荷状態/アップデート実行時/ウイルスソフトの状態) ・センサとの通信状態(正常/不安定/異常) ・センサの数(1~29) ・CSVやログファイルの状態(上書き/新規作成/上書き対象CSVが他プロセスが挿んでいる/書き込み不可(ファイル異常/など)	・想定される全てのOSの種類 ・J2SEのバージョン
6			回復性	故障時は、状態を利用者に必ず伝わるようにする	・エラーの種類(想定されるエラー15種/想定しないエラー) ・センサの数(1~29) ・EcoConnect.iniの設定(ディスク空き容量の最小サイズ/ディスク空き容量が十分なサイズ/許容ネットワークエラー回数(最小値/中間値/最大値))	

表 5.8 H社の実験結果 (1/2)

作業フェーズ/社名	LEVEL1	LEVEL2	LEVEL3
想定テストケース数	512	2082	14766
テスト要求分析	46.0	46.0	46.0
テスト計画	48.0	48.0	48.0
テスト基本設計・詳細設計	20.0	52.0	94.0
テスト実施	32.0	206.0	848.0
テスト評価・報告	22.0	36.0	50.0
工数合計(時間h)	168.0	388.0	1086.0
工数合計(人日/8h換算)	21.0	48.5	135.8

表 5.8 H社の実験結果 (2/2)

5.9 I社の実験結果

- ・ 想定するテストケースは監査レベルで追加となっている要求項目の増加分のみをカウントしている。テスト実施工数も重なるテスト項目を同時に行うことを提案しており、コスト削減の方法を提示している。重なるテスト項目を同時に行えるか否かの判断は、間接要素である経験値である。同じ製品に対するテストであると判断してか、テスト要求分析とテスト計画の工数及びテスト評価・報告の工数が監査レベルに関わらず同じであることはG社、H社と同様の傾向が確認できる。

作業フェーズ/社名	LEVEL1	LEVEL2	LEVEL3
想定テストケース数	73	160	216
テスト要求分析	40.0	40.0	40.0
テスト計画	24.0	24.0	24.0
テスト基本設計・詳細設計	45.6	72.0	88.8
テスト実施	55.2	130.4	172.8
テスト評価・報告	8.0	16.0	16.0
工数合計(時間h)	172.8	282.4	341.6
工数合計(人日/8h換算)	22.6	35.3	42.7

表 5.9 I社の実験結果

5.10 J社の実験結果

- ・ 提示した標準テスト要素表から、読み取れる範囲に限定して工数算出を行っているように推察される。複数のOS、J2SEの対応工数が算出されていないようにも考えられる。全体の工数も最小値となっている。

作業フェーズ/社名	LEVEL1	LEVEL2	LEVEL3
想定テストケース数	89	245	300
テスト要求分析	15.2	20.0	32.0
テスト計画	15.2	20.0	20.0
テスト基本設計・詳細設計	16.0	36.0	40.0
テスト実施	8.0	24.0	32.0
テスト評価・報告	4.0	16.0	16.0
工数合計(時間h)	58.4	116.0	140.0
工数合計(人日/8h換算)	7.3	14.5	17.5

表 5.10 J社の実験結果

5.11 K社の実験結果

- ・ 報告書作成を重視し工数をかけていることが大きな特徴と考えられる。テスト要求分析・テスト計画は監査レベルで工数の変動はない。
- ・ 設計工数の共通部分も監査レベルに依存しなし、本実験では、1Wx2名と想定している。
- ・ テスト実施工数に依存する部分は30%と想定している。
- ・ 実施工数+不具合報告・実行管理等工数（実施工数の15%と想定）
- ・ テスト評価報告工数の共通部分は監査レベルに依存しない。本案件では、0.5Wx2名と想定し、テスト実施工数に依存する部分は5%と想定している。
- ・ 標準仕様書に対しテストコンディションの条件に下記7項目を追加
- ・ 設定ファイルの確認（IP, ポート, ディスク空き容量, ネットワークエラー）
- ・ 利用者の権限を2パターン
- ・ 複数エラー同時発生時
- ・ 設定ファイルがない／ある／壊れている／途中削除／0サイズ／巨大
- ・ 出力ファイルがない／ある／壊れている／途中削除／0サイズ／巨大
- ・ サーバの時計が前回起動より前／同じ／後
- ・ 想定OSをWindows系でXP 1種類であるがLinux系で18種類、グループで5パターンを想定

非常に明確な算出ロジックを定めている。経験値やリスク値も含めて工数算出基準に沿って出されていると推察される。また、下記表の朱書きの追記のようにテストコンディションに関しても明確な規定を定めていると推察される。

No.	機能	品質特性	達成目標	期待されるシステム要件	テスト要素	テストコンディション	
1	起動	単体起動	合目的性	正確にCO2を測定して、換気制御できる	指定したセンサを起動できる	設定ファイルで指定されたセンサを起動できること	・インストールフォルダの場所(システムドライブ/長いパスなど) ・設定ファイルの確認(IP,ポート,ディスク空き容量,ネットワークエラー) ・利用者の権限を2パターン
2			成熟性	故障は限りなくゼロに近づける	どんな条件でも正しく起動される	起動時の前提条件によって、起動がされること	・サーバの状態(容量不足/メモリ不足/CPU負荷状態/アップデート実行時/ウイルスソフトの状態) ・センサとの通信状態(正常/不安定/異常) ・CSVやログファイルの状態(上書き/新規作成/上書き対象CSVが他プロセスが挿入している/など) ・設定ファイルがない/ある/壊れている/途中削除/0サイズ/巨大 ・出力ファイルがない/ある/壊れている/途中削除/0サイズ/巨大 ・サーバの時計が前回起動より前/同じ/後
3			回復性	故障時は、状態を利用者に必ず伝えるようにする	・起動できなかった場合は、状況を利用者に正しく伝える事が出来る	エラーによって起動できなかった場合に、適した表示がされること	・エラーの種類(想定されるエラー/想定しないエラー) ・複数エラー同時発生時
4		同時起動	合目的性	正確にCO2を測定して、換気制御できる	指定したセンサを起動できる	設定ファイルで指定されたセンサを起動できること	・インストールフォルダの場所(システムドライブ/長いパスなど) ・センサの数(1~29)
5			成熟性	故障は限りなくゼロに近づける	どんな条件でも正しく起動される	起動時の前提条件によって、起動がされること	・サーバの状態(容量不足/メモリ不足/CPU負荷状態/アップデート実行時/ウイルスソフトの状態) ・センサとの通信状態(正常/不安定/異常) ・センサの数(1~29) ・CSVやログファイルの状態(上書き/新規作成/上書き対象CSVが他プロセスが挿入している/など)
6			回復性	故障時は、状態を利用者に必ず伝えるようにする	・故障時は利用者に状況を正しく伝える事が出来る	エラーによって起動できなかった場合に、適した表示がされること	・エラーの種類(想定されるエラー15種/想定しないエラー) ・センサの数(1~29) ・EcoConnect.iniの設定(ディスク空き容量の最小サイズ/許容ネットワークエラー回数) ・複数エラー同時発生時

表 5.11 K社の実験結果

5.12 L社の実験結果

見積条件として、標準仕様書に無い下記内容を追加している。

- ・ テスト環境で使用する CO2 センサーは、測定値を任意の値に設定、変化させる機能を持つものとします。(実際の各種 CO2 濃度の環境を作り出さなくともテストが可能であることとします)。
- ・ 本見積要求時にレベル1のテスト要素として挙げられていた内容(テスト要求仕様書 5.3 項)は、信頼性(成熟性、障害許容性、回復性)のテストケースが不足していると考えられましたので、レベル2のテスト要素をベースとして、レベル2よりテスト項目を減らす形で見積もりを行いました。

上記のように作業範囲を明確にして、その条件内での工数算出を行っているように考えられる。

LEVEL1							
作業フェーズ/社名	L	平均	中央値	最大値	最小値	幅率	平均(最大値・最小値除く)
想定テストケース数	266	357.7	264.0	1612.0	73.0	22.1	309.4
テスト要求分析	24.0	32.0	15.2	112.0	8.0	14.0	33.4
テスト計画	16.0	21.2	16.0	56.0	2.4	23.3	21.4
テスト基本設計・詳細設計	96.0	48.6	24.0	171.4	12.0	14.3	51.7
テスト実施	88.0	72.1	48.0	227.7	8.0	28.5	63.8
テスト評価・報告	16.0	26.9	16.0	95.6	4.0	23.9	26.0
工数合計(時間h)	240.0	200.8	164.8	662.7	52.0	12.7	210.7
工数合計(人日/8h換算)	30.0	25.1	20.6	82.8	6.5	12.7	26.3
LEVEL2							
作業フェーズ/社名	L	平均	中央値	最大値	最小値	幅率	平均(最大値・最小値除く)
想定テストケース数	382	2015.5	1849.0	9717.0	160.0	60.7	1484.0
テスト要求分析	32.0	58.5	32.0	304.0	12.0	25.3	37.9
テスト計画	24.0	58.0	24.0	456.0	4.0	114.0	24.9
テスト基本設計・詳細設計	136.0	237.3	72.0	1800.0	17.0	105.9	110.2
テスト実施	120.0	478.1	206.0	3000.0	24.0	125.0	280.5
テスト評価・報告	16.0	63.2	16.0	304.0	8.0	38.0	45.6
工数合計(時間h)	328.0	895.1	388.0	5864.0	116.0	50.6	499.0
工数合計(人日/8h換算)	41.0	111.9	48.5	733.0	14.5	50.6	62.4
LEVEL3							
作業フェーズ/社名	L	平均	中央値	最大値	最小値	幅率	平均(最大値・最小値除く)
想定テストケース数	684	9130.6	3739.0	51659.0	216.0	239.2	6074.8
テスト要求分析	40.0	182.2	40.0	1856.0	16.0	116.0	43.0
テスト計画	32.0	239.5	24.0	2784.0	8.0	348.0	27.8
テスト基本設計・詳細設計	224.0	1039.8	94.0	11128.0	22.0	505.8	209.2
テスト実施	240.0	2082.7	520.0	18544.0	32.0	579.5	759.8
テスト評価・報告	32.0	195.6	32.0	1856.0	16.0	116.0	61.0
工数合計(時間h)	568.0	3739.9	920.0	36168.0	140.0	258.3	1100.8
工数合計(人日/8h換算)	71.0	467.5	115.0	4521.0	17.5	258.3	137.6

表 5.12 L社の実験結果

5.13 M社の実験結果

- ・ テスト基本設計・詳細設計とテスト実施の比重をほぼ同等に見ているところに特色が見られる。
- ・ 両方の作業フェーズは、直接要素であるテストケース数に比例して増加している。

作業フェーズ	LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3
想定テストケース数	264	1958	3608
テスト要求分析	8.0	24.0	32.0
テスト計画	16.0	24.0	32.0
テスト基本設計・詳細設計	48.0	304.0	544.0
テスト実施	48.0	280.0	496.0
テスト評価・報告	8.0	16.0	16.0
工数合計(時間h)	128.0	648.0	1120.0
工数合計(人日/8h換算)	16.0	81.0	140.0

表 5.13 M社の実験結果

6 IT 検証標準工法ガイド（参考資料）

本実験で採用した、標準ガイドは 2011 年 3 月に技術部会の標準化委員会で策定した。標準ガイドは、ソフトウェアテストに関わる技術者がテストの各工程の全体像を把握し、関係者間で実施する作業項目についての認識を一致させて進めるための枠組みを示したものである。

下記は、参考資料として、この標準ガイドについて転記したものである。

「IT 検証標準工法ガイド Ver1.0」

●テスト要求分析

- ・ テスト要求分析は、テストを行う場合には、その内容や規模に関わらず必ず実施する工程である。
- ・ テストを依頼する側からの要求が、システム全体に対する漠然としたテスト要求である場合も、既にあるテスト手順書を与えられた環境で実行して結果を報告するという明確なテスト要求であっても、テスト要求を獲得・分析してテスト要件を定義した上でテストを進めるという工程は必ず存在する。
- ・ もちろん、上記前者の漠然としたテスト要求を分析する方が、検討すべき項目が多く複雑になるが、本書ではそちらの場合を想定して要求分析工程の進め方を述べていくものとする。
- ・ テスト要求分析工程で検討や実施が必要と考えられる項目を抽出し、「表 6.1」にまとめた。

●テスト対象の把握

- ・ テスト要求分析を行う上で最初に必要となることは、テスト対象がどのようなものであるかを把握することである。
- ・ まずはテスト対象がどのような用途で用いられるものか、システムドメインや製品ドメインを明確にして、そのシステムや製品が使用される環境や動作環境等、システム全体の概要構成を把握する。また、テスト対象となる範囲がシステム全体であるのか、その中で動作する製品であるのか、あるいは部分的なモジュールであるのか、その種別を明確にする必要がある。（例として、サーバ・クライアントシステム、組み込み製品、アプリケーション、ミドルウェア、OS 当の基本ソフトウェア等の種別）
- ・ もしテスト対象に求められる規格や基準等がある場合には、それも明確にしておく。
- ・ また、テスト対象を利用するターゲットユーザ（コンシューマ向、業務向、特定ユーザ向、海外向等）や、ビジネス上の狙い（差別化・特化、顧客獲得、利益獲得等）を把握することにより、テスト方針や重点項目等の要件定義に活用する。

●開発の背景、現状把握

- ・ テスト要求分析は、テスト依頼側からの明文化された項目や、目に見えるシステム構成からだけでなく、テスト対象の開発の背景や現状を考慮した上で行う必要がある。
- ・ 例えばテスト対象が新規開発なのか、派生開発・バージョンアップなのか、また、今回開発した内容は何であるのか等は、テスト依頼側がそういった情報を予め提供してくれない場合でも、テストすべき内容を検討する上で重要な情報であるため、獲得・把握する必要がある。
- ・ また、開発プロジェクトの目的や目標やコンセプト、開発体制や開発規模、開発の現在状況等もテストの進め方やボリューム・規模の設定の仕方に影響を与えるため、把握しておいた方が良い内容である。
- ・ さらに、開発プロジェクトで利用したプロセスや技法・手法、ツール等についても把握し、テストでどのように採り入れるべきかの検討につなげる必要がある。

●テスト要求の獲得

- ・ テスト依頼側からテスト要求に関する基本事項を獲得する。
- ・ テスト依頼側には、テストをリクエストすることになった背景や理由が必ず存在する。すなわち、現状のある状況に対して、テストを行うことで確認・改善したいことが必ず存在し、マスターテスト計画があればそこに記載されている場合があり、マスターテスト計画が無い場合には、テスト依頼側へのヒアリングに基づいて獲得するものとなる。
- ・ マスターテスト計画が存在し、それに基づくテストレベルを実施する要求である場合には、そのテストレベルを把握する。マスターテスト計画書が存在しない場合には、テスト要求がマスターテストであるか、マスターテスト計画には基づかない何れかのテストレベルの実施要求となる。
- ・ テスト要求を獲得する段階でマスターテスト計画またはテスト依頼側からもっと広範囲の要求が出されている場合には、その要求を取り込み、後述するテスト要求の分析において活用する。

●テストへのインプットの確認

- ・ テストを行う場合に参照・活用可能なインプット情報を確認する。
- ・ 参照・活用可能なインプット情報には、既存のテストドキュメントやテストケース、および過去のテスト結果や不具合情報のテスト資産、および開発プロジェクトからのテスト対象や設計にかかわるテストベースが含まれる。
- ・ これらのインプットは、テスト要求分析工程およびそれ以降のテスト計画やテスト設計工程でも活用されるものである。

●テスト要求の分析

- ・ 前述までの工程で獲得、把握した情報から、テストに要求される項目や内容を分析し、テスト要件や方針の定義につなげる。
- ・ テスト対象把握や開発背景把握やテスト要求概要で得られた情報から、テストに求められる目的や、各種の品質特性におけるテストで確認する特性や品質目標を設定・定義する。
- ・ また、テスト対象のシステム構成や開発の背景等の情報から、システム構成に対するテスト対象機能や今回は対象外となる機能、あるいは開発により影響を受ける範囲をテスト範囲の概要として設定する。同時に、テスト範囲のテストを行うのに必要なテスト環境の概要やコストについても検討・定義する。

- ・ また、この分析工程でテスト対象の開発状況や品質状況から発生する課題やリスクの抽出も実施する。

●テスト要件、方針の定義

- ・ 分析したテスト要求に基づき、テスト要件や方針を定義する。
- ・ まずは実施するテストレベルを検討し、テストレベルに対するテスト内容の概要を設定する。その際、本テストプロジェクト以外で実施するテストレベルが（明示的ではなくとも）存在する場合には、テスト範囲が重複せず全体で効果的なテストとなるよう考慮が必要である。
- ・ また、テスト方針としてどのようなテストアプローチを採るかを検討・定義する。テストアプローチの種類としては、リスクベーステストなどの分析的アプローチや、品質特性ベースでテストを行う方法論的アプローチ、開発側で採用しているプロセスに同期したテストを行うプロセス準拠アプローチなどがある。
- ・ また、テストアプローチとしてテストの狙いを主に不具合検出とするか、正しい動作を保証するための確認とするか、双方を効率良く組み合わせた最善型とするかという品質保証のタイプを定義する必要がある。

●テストアーキテクチャ概要

- ・ テスト計画工程で詳細を検討する内容であっても、テスト要求分析工程で検討を着手し、事前実現性の目処を立てておきたいことがある。その内容について概要を定義する。
- ・ いわゆるテストをどのように組み立てるかという点で、どのようなテスト（テスト種類やテスト方法やテストの難易度）をどれだけ（テストボリューム）、どのような順序で実施するか、あるいは自動化を検討するかどうか等によって、実現可能性の検討や必要な体制・期間・工数の概要が想定可能となる。その中から、テスト要求を満足し（品質、コスト、期間の要素で）、かつ実現性の高いテストを選択して組み立てる必要がある。
- ・ そこで検討した内容をテスト計画にインプットすることにより、工程間の連携度合いが高まる。

●テスト要件定義の検証

- ・ テスト要求分析の結果として作成・定義されたテスト要件をまとめ、不足や整合性について確認を行う。
- ・ 前述のテスト要求分析の各工程のアウトプットは、単純に時系列に流れるように作成出来るものばかりではなく、後工程で検討した結果によって、前工程のアウトプットを調整する必要がある場合がある。可能であれば各作業で随時レビューを行いながら進めることが望ましいが、少なくともテスト要求分析工程の最後には、まとめと見直しとレビューを実施する。

項目	内容	INPUT	考慮・要素(例)・ポイント	OUTPUT
テスト対象の把握	開発・テスト対象物	開発要件定義書:プロジェクト情報、プロダクト情報 開発アーキテクチャ設計書	テスト対象の用途	要件定義書:テスト対象定義
			システム概要構成、使用環境、動作環境	
			システム概要構成に対するテスト対象範囲	
			適合すべき規格、基準等	
	ターゲットユーザ	開発要件定義書:プロジェクト情報、プロダクト情報	テスト対象のターゲットユーザー(コンシューマ向、業務向、特定ユーザ向、海外向等)	要件定義書:テスト対象定義
	ビジネス戦略	開発要件定義書:プロジェクト情報、プロダクト情報	ビジネス上の狙い(差別化・特化、顧客獲得、利益獲得等)	コンセプト一覧
開発の背景、現状把握	開発の経緯	開発要件定義書:プロジェクト情報、プロダクト情報	テスト対象の生い立ち(新規開発、派生開発・バージョンアップ、OEM、出荷済製品・システム)	要件定義書:テスト対象定義
	開発内容	開発要件定義書:プロジェクト情報、プロダクト情報	今回開発された内容(新規開発、追加、変更機能)	要件定義書:テスト対象定義
			過去プロジェクトから持ち越され修正された不具合	
	開発プロジェクトの目的	開発要件定義書:プロジェクト情報	開発プロジェクトの位置付け、目的、目標、コンセプト	要件定義書:テスト対象定義 コンセプト一覧
	開発体制	開発要件定義書:プロジェクト情報	開発体制(内製、外部委託)、ステークホルダー、責任の所在、窓口担当	ステークホルダー:役割の内容と基準
	開発規模	開発要件定義書:プロジェクト情報 開発アーキテクチャ設計書	機能数、ステップ数、開発者数、開発期間	要件定義書:テスト対象定義、開発スケジュール
	開発状況	開発スケジュール・WBS、進捗状況	開発の現在の工程、開発項目の進捗状況	要件定義書:開発スケジュール
利用した仕組み	開発要件定義書:プロジェクト情報	開発プロセス、仕組み、ツール、手法など	要件定義書:テスト対象定義	
テスト要求の獲得	テスト要求概要	マスターテスト計画書 ヒアリングシート	テストが必要となった背景、理由。テストを行うことにより確認・改善したいこと	要件定義書:テスト要求概要
	テストレベル要求	マスターテスト計画書	マスターテスト(全体テスト)計画が存在する場合、その中でのテストレベル	要件定義書:テストレベル定義
	既存の課題要求等	過去のテスト報告書、課題一覧	過去プロジェクトからの受け渡し事項、課題事項	課題一覧

表 6.1 テスト要求分析 (1/3)

項目	内容	INPUT	考慮・要素(例)・ポイント	OUTPUT
テストへの インプットの 確認	テスト資産	既存のテストドキュメント、テスト資産リスト	既存のテスト資産、活用可能なテストケース等の存在 既存のテスト結果、不具合情報	テスト資産リスト
	テストベース	開発要件定義書 開発アーキテクチャ設計書 打合せ議事録等	テスト対象の情報、開発・設計情報、テスト情報	テストベース一覧
テスト要求 の分析	テスト目的	要件定義書: テスト対象定義、テスト要求概要	テストを行う目的、テストを行うことによる狙い・効果	要件定義書: テスト目的
	品質目標	要件定義書: テスト対象定義、テスト要求概要	品質特性の分類と、テストで確認する特性や設定する目標レベル	要件定義書: 品質目標
	テスト範囲概要	要件定義書: テスト対象定義、テスト目的、品質目標 テストベース一覧	システム構成に対するテスト対象となる機能・範囲	要件定義書: テスト範囲概要 開発内容とテスト対象機能の関係(追加、変更による影響範囲) テスト対象外機能・範囲の有無とその理由
			テスト環境概要	
テスト対象の現在状況	要件定義書: 開発スケジュール	テスト対象機能の開発状況や品質状況、課題	要件定義書: テスト対象の課題、リスク	
テスト要件、 方針の定義	テストレベル定義	要件定義書: テストレベル定義	実施するテストレベルに対するテスト概要 他のチームで実施しているテストレベルと、実施するテストレベルのテスト範囲	要件定義書: テスト概要
	テストアプローチ	要件定義書: 品質目標、テスト概要	テストアプローチの種類(分析的: リスクベース、方法論的: 品質特性ベース、プロセス準拠、等) 品質保証のタイプ(不具合検出型、動作保証型、最善型)	要件定義書: テスト方針

表 6.1 テスト要求分析 (2/3)

項目	内容	INPUT	考慮・要素(例)・ポイント	OUTPUT
テストアーキテクチャ概要	テスト内容の構成	要件定義書:テスト概要、テスト方針	テスト種類やテスト方法(機能要求のテスト方法、非機能要求のテスト方法・テストカテゴリ)、テストの難易度やボリューム 重要度や優先度の考慮 テストの自動化に関する検討	要件定義書:テストの種類・重要度・優先度
	テスト体制、規模	要件定義書:テスト概要、テスト方針、テスト内容の構成	テストに必要な体制、期間、工数	
テスト要件定義の検証	要求分析検証	要件定義書	要求分析成果物のまとめ	要求分析成果物一覧 要求分析成果物検証レポート
			要求分析成果物の不足項目の検討、レビュー	

表 6.1 テスト要求分析 (3/3)

●テスト計画

- ・ テスト計画フェーズで必要な標準化となる項目を抽出し、表 6.2 にまとめた。
- ・ 各項目について、考慮すべき要素、検討内容、想定する成果物を整理し、検証業務のテスト計画における標準化となる行動指標とした。
- ・ 以下に、テスト計画工程に沿って項目の説明および、内容、考慮・要素（例）・ポイントを説明する。その作業のインプットとアウトプットを設計成果の定義とした。

●テスト概要の把握

- ・ テスト概要の把握工程では、テスト要求分析で作成された要件定義書を元にテスト対象物、ターゲットユーザ、ビジネス戦略等、また開発の背景・現状、テスト対象等の情報を入手する。

●テスト内容の分析

- ・ テスト内容の分析工程では、テスト要求分析で作成された要件定義書を元にテストで必要になる情報を分析する。テスト要求内容、ターゲット、ビジネス戦略等からテストポリシー・テストの最終目的を定義する。テスト要求分析結果に沿うテスト種類をリストアップし、テストカテゴリ、テストモデル型を検討する。テストエリアやテストの深度、テストサイクルについてはテスト対象の品質状態に合わせ検討する。またテストフェーズで想定されるリスクについては検討し、影響範囲、発生確率を検討し対応策を準備する。

●テスト基本設計・手法の選択

- ・ テスト基本設計・手法の選択工程では、テスト内容の分析工程で分析した結果を元に、テスト対象となる範囲（機能、機器）、テストスケジュール、必要となるテストサイクル（開始基準、終了基準）を定義する。
- ・ テストで使用するテストカテゴリ、テストモデル型を選定理由と共に定義する。また選定しなかったテストの理由を併せて記述し、テストの抜け漏れを防止する。

●テストリソースの計画

- ・ テストリソースの計画工程では、テストに必要な環境（場所、テストアイテム、機器）、人員やそれに伴う必要なトレーニングの計画を行う。

項目	内容	INPUT	考慮・要素(例)・ポイント	OUTPUT
テスト概要の把握	テスト対象	要件定義書	開発・テスト対象物、ターゲットユーザー、ビジネス戦略等	テスト計画書 ・テスト目的 ・テストスコープ ・テストスケジュール ・テスト要員体制 ・リスク一覧等
	開発の背景、現状	・テスト目的 ・品質目標 ・テストベース一覧	開発の経緯、開発内容、プロジェクトの目的、開発体制、規模、状況	
	テストへの要求	・テスト範囲 ・テスト対象の現状	テストへの要求概要、テストレベル要求、既存課題要求等	
	テストへのインプット	・テスト対象の完成像 ・テスト環境	テスト要求分析にて検討したテスト資産リスト等	
テスト内容の分析	テスト目的	※不足している場合は、入手時期を明らかにする。	テストポリシー及び最終目的を定義する	
	テストレベル		対象となるテストレベルを定義する 他テストレベル実施部門との役割分担、重複するテスト項目の共有を実施する	
	テストカテゴリ、テストタイプ型		テストカテゴリ、テストタイプ型の素材から適応可能なものを比較検討する ・テストカテゴリ、テストタイプ ・テスト観点・テストモデル構築型 ・機能階層型 ・網羅型・ピンポイント型 ・4つのビュー型(ユーザー観点、仕様観点、設計・実装観点、バグ観点) ・品質属性型	
	テストリスク		テストで想定されるリスクの検討を実施する。抽出されたリスクに対して影響範囲、発生確率を検討し、対応策を準備する。	

表 6.2 テスト計画 (1/2)

項目	内容	INPUT	考慮・要素(例)・ポイント	OUTPUT
テスト基本設計・手法の選択	テストスコープ	要件定義書 ・テスト目的 ・品質目標 ・テストベース一覧 ・テスト範囲 ・テスト対象の現状 ・テスト対象の完成像 ・テスト環境 ※不足している場合は、入手時期を明らかにする。	テスト対象範囲、範囲外の機能、機器を定義する	テスト計画書 ・テスト目的 ・テストスコープ ・テストスケジュール ・テスト要員体制 ・リスク一覧等
	テストスケジュール		開発スケジュール、出荷スケジュール等のマイルストーン及びテスト方針に基づきテストスケジュールを決定する。	
	テストカテゴリ、テストモデル型		QCD分析等を活用し、テストカテゴリ、テストモデル型を選択する。またそれぞれのテストにおける共通要素、個別要素を整理し、テストの相関関係を整理する	
	テストサイクル		テスト実行サイクル及びその内容をソフトウェアリリース計画との整合性を取り決定する またリグレッションテストの開始タイミング/基準を検討する	
	テスト開始、終了基準		各テストレベル、サイクルにおける個別の開始基準、継続(中止/再開)基準、終了基準を定義する。また他のテストレベルとの関連性を明確にする	
テストリソースの計画	人員	人員の役割、配置、責任範囲を明確にする。またテストサイクルにおける人の配置を検討する。「概要」「テスト方針」「テスト範囲」で定義した内容と人の配置に整合性(総工数)が取れているか確認する	人員の役割、配置、責任範囲を明確にする。またテストサイクルにおける人の配置を検討する。「概要」「テスト方針」「テスト範囲」で定義した内容と人の配置に整合性(総工数)が取れているか確認する	
	トレーニング計画	人員のスキルに合わせたトレーニングを計画する	人員のスキルに合わせたトレーニングを計画する	
	テスト環境	テストで使用するテストアイテム(ケーブル等を含め)を検討する テストで必要となる測定器類(各種アナライザー、治具等)を検討する テスト業務用のPC、LAN環境等の検討、テストスペース、人員分の座席等を検討する	テストで使用するテストアイテム(ケーブル等を含め)を検討する テストで必要となる測定器類(各種アナライザー、治具等)を検討する テスト業務用のPC、LAN環境等の検討、テストスペース、人員分の座席等を検討する	

表 6.2 テスト計画 (2/2)

●テスト基本設計・詳細設計

- ・ テスト基本設計・詳細設計フェーズで必要な標準化となる項目を抽出し、表 6.3 にまとめた。
- ・ 標準とする項目は、IT 検証技術者 教育研修シラバス（ミドルレベル（レベル 3、レベル 4） Ver. 1.0.1（2009/05）で定義しているテスト工程、工程概要を元に抽出した。
- ・ また、各項目について、考慮すべき要素、検討内容、想定する成果物を整理し、検証業務のテスト設計における標準化となる行動指標とした。
- ・ 以下に、テスト設計工程に沿って項目の説明および、内容、考慮・要素（例）・ポイントを説明する。その作業のインプットとアウトプットを設計成果の定義とした。

●仕様の把握

- ・ テスト仕様の把握工程では、テスト計画書を元にテスト設計の実施を行い、テスト仕様の把握をテスト観点の漏れを防止するため、実施するテストの種類に応じたテスト対象の仕様（リファレンス）調査と入手を行う。
- ・ 機能要求、非機能要求、コンプライアンス、運用、テスト環境等の観点から関係する情報を調査、入手し、その内容について、テスト設計で管理可能となるようドキュメント化するとともに、テスト対象の仕様の把握と漏れの防止対策としてテスト設計レビュー等を実施する。

●仕様管理（トレーサビリティ）

- ・ 仕様管理（トレーサビリティ）工程では、テスト対象の仕様変更に対する整合性（テスト対象の仕様とテスト設計の整合性）やテストカバレッジ（テスト対象機能やテスト非対象機能の明確化、テスト対象機能の網羅性）を確保するため、テスト対象となる仕様の構成管理を行うための管理対象、方法を検討し、構成管理計画を明確化する。

●網羅性設計-①（テスト要素抽出）

- ・ 網羅性設計-①（テスト要素抽出）工程では、機能構成、テストの網羅性を検討し、テスト要素の漏れがないことを確認するため、テスト対象の仕様（リファレンス）をベースに機能樹形図（Function Tree）等を利用して、テスト要素（テスト因子）を抽出する。
- ・ また、抽出したテスト要素とテスト対象の仕様（リファレンス）との関係付けを実施して、双方の未対応な項目について、レビューを実施しテスト要素の抽出漏れを防止する。

●網羅性設計-②（テスト変数抽出）

- ・ 網羅性設計-②（テスト変数抽出）工程では、テスト要素に関係するコンディション（条件）とコンフィギュレーション（環境）などの入力情報を抽出し、テストコンディション（条件）、コンフィギュレーション（環境）について、有効／無効、保障範囲内／範囲外、および網羅性に関しての漏れがないことを確認する。
- ・ テスト対象の仕様（リファレンス）をベースに、テストコンフィギュレーション（環境）での保証範囲外、直交表（実験計画法）を用いた、コンディションの組み合わせの網羅性、テスト変数（コンディション、コンフィギュレーション）等のテスト要素に与える入力情報としてのテストコンディション（条件）、およびテスト対象を構成する H/W、S/W のコンフィギュレーション（環境）を抽出し、レビューにより、テスト要素の抽出漏れを防止する。

●テストケース設計（基本フロー）

- ・ テストケース設計（基本フロー）工程では、テスト要素と関係するテストコンディション（条件）、テストコンフィギュレーション（環境）について、正常／異常（障害）の条件を抽出し、テストケースの作成レベルを決定するため、網羅性設計で抽出したテスト要素とテストコンディション（条件）／テストコンフィギュレーション（環境）を組み合わせた基本フローのテストケースを作成する。
- ・ テストケースの作成レベルを決定し、テスト実行者のスキルや状況（工数や納期）を把握するとともに、第三者にテストケースの目的が理解できるようにテストケースを作成する。

●テストケース設計（組み合わせ）

- ・ テストケース設計（組み合わせ）工程では、テスト要素と関係するテストコンディション（条件）、テストコンフィギュレーション（環境）について、有効なコンフリクト（衝突）の条件、競合するリソース等、有効なコンカレント（競合）の条件を抽出し、関連を文書（図）にまとめるため、網羅性設計で抽出したテスト要素とテストコンディション（条件）／テストコンフィギュレーション（環境）を複合条件で組み合わせたテストケースを作成する。
- ・ テストケースの作成レベルを決定し、テスト実行者のスキルや状況（工数や納期）を把握するとともに、第三者にテストケースの目的が理解できるようにテストケースを作成する。

●テストケース設計（期待値設計）

- ・ テストケース設計（期待値設計）工程では、期待値の有効範囲、期待値以外の出力結果の確認方法を決定するため、テストケース設計時に設計した期待値と、その確認方法を決定し、テストケースの文書（テスト手順書、チェックリストなど）に記述する。

●モニタ設計

- ・ モニタ設計工程では、テスト実行結果（期待値確認）を確認するため、専用ツール、リソース（ネットワーク、ネットワークプロトコル、H/W資源など）を監視するツールを利用したモニタ監視の方法を決定する。

●テスト環境設計

- ・ テスト環境設計工程では、テスト設計を反映したテスト環境を設計するため、テスト（設計）支援ツールの導入目的、効果、導入手順（アプローチ）、およびテスト設計に基づく、テスト対象のテスト実行を実現する環境の方法を決定する。

●プロジェクト管理

- ・ プロジェクト管理では、テスト設計の工程全般でのプロジェクト管理のポイントを明確にするため、スコープ管理、スケジュール管理、コスト管理、品質管理、要員管理、コミュニケーション管理、リスク管理、調達管理等チームとしての管理項目および、役割の確認、テスト設計の生産性の管理、テスト設計管理、不明点管理、報告・連絡・相談・質問等の個人における作業管理方法を検討し、その運用方法もチーム内で共有するための方法を決定する。

項目	内容	INPUT	考慮・要素(例)・ポイント	OUTPUT
仕様の把握	テスト対象の仕様(リファレンス)の調査と入手		<p>テストの目的やテストアプローチを確認して、テスト設計するテストの種類に必要なテスト対象のドキュメントや情報を入手する</p> <p>テスト設計で必要となる(利用する)ドキュメントの一覧を作成する</p> <p>テスト対象の機能要求を調査しドキュメントを入手する</p> <p>テスト対象に関わるコンプライアンス(法規、標準(業界標準なども含む)、規格等)に関する情報を調査し入手する</p> <p>テスト対象の非機能要求を調査する</p> <p>テスト対象が運用(利用)される環境やリテラシー情報を調査する</p> <p>過去のテストドキュメント(テスト仕様、テスト設計書(テストケースを含む)、テスト報告書等)を入手し調査する</p> <p>調査した仕様をテスト設計文書として記録する</p> <p>ブレンストーミングを実施して、仕様の把握とテスト観点の漏れを防止する</p>	<p>テスト仕様</p> <ul style="list-style-type: none"> ・テスト目的 ・テストアプローチ(手順、方針、環境) ・テスト対象範囲 <p>過去の類似テストに関する資料 (テスト設計書、テスト報告書)</p>
	仕様の把握と管理			
	テスト対象の仕様の把握と漏れの防止対策			
仕様管理(トレーサビリティ)	仕様の構成管理	<p>テスト仕様</p> <ul style="list-style-type: none"> ・テスト目的 ・テストアプローチ(手順、方針、環境) ・テスト対象範囲 <p>過去の類似テストに関する資料 (テスト設計書、テスト報告書)</p>	<p>テスト構成管理を計画する</p> <p>テスト構成管理の方法を明確にし、関係者に展開する</p>	<p>テストに関する構成管理対象</p> <ul style="list-style-type: none"> ・管理対象範囲 ・管理単位(リリース単)
網羅性設計-①(テスト要素抽出)	テスト要素の抽出		<p>テスト対象の仕様(リファレンス)をベースにテスト要素を抽出し、テスト要素の一覧を作成する</p> <p>機能樹形図(Function Tree)を利用して、機能構成を構造化する</p> <p>機能樹形図(Function Tree)の最下層が、最小単位のテスト要素と一意になることを確認する</p> <p>テスト要素にコンディション(条件)が含まれていないことを確認する</p> <p>コンディション(条件)にあたる場合は、一覧や表形式(マトリクス)にまとめて、テスト変数(テスト水準)とする</p> <p>機能樹形図(Function Tree)で別系統の同一機能を確認する</p>	<p>テスト要素</p> <ul style="list-style-type: none"> ・テスト機能構成 ・テスト要素 ・テスト条件
	テストカバレッジ設計		<p>抽出したテスト要素の一覧とテスト対象の仕様(リファレンス)との関係付けを実施して、双方の未対応な項目を洗い出す</p>	
	レビュー&承認		<p>抽出したテスト要素は、レビューを実施して漏れの防止に努める</p> <p>テスト基本設計の結果(テスト要素、コンディション、コンフィギュレーションなど)は、要求元の確認を受けテスト設計内容の承認を得る</p>	

表 6.3 基本設計・詳細設計 (1/4)

項目	内容	INPUT	考慮・要素(例)・ポイント	OUTPUT
網羅性設計-② (テスト変数抽出)	テストコンディション(条件)の抽出	テスト仕様 ・テスト目的 ・テストアプローチ(手順、方針、環境) ・テスト対象範囲	テスト要素に与える入力情報として、テストコンディション(条件)を抽出する テスト要素の入力(起動される場合が多い)条件として、イベント(割り込み、プロセス等)を洗い出し、一覧表やイベント関係図を作成する	テスト網羅性 ・テスト条件の関連付け ・テスト条件の組合せ
	テストコンフィギュレーション(環境)の抽出	過去の類似テストに関する資料 (テスト設計書、テスト報告書)	テスト対象を構成するH/Wコンフィギュレーション(環境)を抽出する	
	テストカバレッジ設計		テスト対象を構成するS/Wコンフィギュレーション(環境)を抽出する	
			抽出したテストコンディション(条件)と仕様(リファレンス)との関係付けを実施して、双方の未対応な項目を洗い出す 抽出したテストコンフィギュレーション(環境)と仕様(リファレンス)との関係付けを実施して、双方の未対応な項目を洗い出す	
	レビュー&承認	テストコンフィギュレーション(環境)での保証範囲外を検討し、抽出する		
		直交表(実験計画法)を用いて、コンディションの組み合わせの網羅性を検討する		
		抽出したテスト変数(コンディション、コンフィギュレーション)は、レビューを実施する テスト基本設計の結果(テスト要素、コンディション、コンフィギュレーションなど)は、要求元の確認を受けテスト設計内容の承認を得る		
テストケース設計-① (基本フロー)	基本フローを構成する	テスト網羅性 ・テスト条件の関連付け ・テスト条件の組合せ	テスト要素と関係するテストコンディション(条件)を組み合わせ、テストケースを作成する	テストケース ・環境の組合せ ・条件を組合せ
			テスト要素と関係するテストコンフィギュレーション(環境)を組み合わせ、テストケースを作成する	
			テスト要素と例外のテストコンディション(条件)を組み合わせ、テストケースを作成する	
			テスト要素と異常(障害)のテストコンディション(条件)を組み合わせ、テストケースを作成する	
	その他		テストケースの作成レベルを決定し、テスト実行者のスキルや状況(工数や納期)を把握してテストケースを作成する	
テストケース作成者以外の第三者にテストケースの目的が理解できるようにテストケースを作成する				

表 6.3 基本設計・詳細設計 (2/4)

項目	内容	INPUT	考慮・要素(例)・ポイント	OUTPUT
テストケース設計-② (組み合わせ)	組み合わせの検討	テストケース ・環境の組合せ ・条件を組合せ	コンディション(条件)やイベント、テスト要素など、有効なコンフリクト(衝突)の条件を抽出する 競合するリソース等、有効なコンカレント(競合)の条件を抽出する テストコンディション(条件)／テストコンフィギュレーション(環境)を抽出し、関連を文書(図)にまとめる	テストケース ・実行レベルの決定 ・実行者のスキル、状況に応じたテスト条件
	その他		テストケースの作成レベルを決定し、テスト実行者のスキルや状況(工数や納期)を把握してテストケースを作成する テストケース作成者以外の第三者にテストケースの目的が理解できるようにテストケースを作成する	
テストケース設計-③ (期待値設計)	有効な期待値の設計	テストケース ・環境の組合せ ・条件を組合せ	テストケースの対象となるテスト要素の期待値および、期待値以外のテストケースを作成する リソース状況やプロトコルフレームのように動的に結果が変化する期待値を設計する場合には、期待値の部分にマスク(変化するフレームなど)や、期待値の有効範囲を設定する	テスト結果(期待値) ・テスト基準 ・有効範囲 ・期待値以外(異常値) ・テストデータ
	期待値のリファレンスの準備		テストケースの文書(テスト手順書、チェックリストなど)に期待値を記述できない場合には、期待値と比較できるリファレンス(テスト基準)を用意する 自動テストツールなどの利用を前提とした場合には、テストケースのスクリプトに対応するコンペアデータを作成する	
モニタ設計	ツールによるモニタ設計	テストケース ・環境の組合せ ・条件を組合せ	専用ツールによるモニタ設計(または、ツールの調達)を行う リソース(ネットワーク、ネットワークプロトコル、H/W資源など)を監視するツールを利用したモニタ監視の方法を決定する 専用ツールによる出力分析ツール設計(または、ツールの調達)を行う	テストツール ・モニタリングツール
テスト環境設計	テスト(設計)支援ツールの検討	テストケース ・環境の組合せ ・条件を組合せ	テスト(設計)支援ツールの導入目的、効果、導入手順(アプローチ)を検討する	テスト環境 ・支援ツール
	テスト環境の設計		テスト設計に基づき、テスト対象のテスト実行を実現する環境を設計する	

表 6.3 基本設計・詳細設計 (3/4)

項目	内容	INPUT	考慮・要素(例)・ポイント	OUTPUT
プロジェクト管理(チーム管理)	スコープ管理	テスト仕様 ・テスト目的 ・テストアプローチ(手順、方針、環境) ・テスト対象範囲	テストの目的に合致したテストの種類的设计およびテスト対象が設計要求範囲に差異が無いこと、およびテストカバレッジや目標件数(妥当性を含む)の管理方法を明確にする	テスト設計書 ・テスト目的 ・テストアプローチ(手順、方針、環境) ・テスト対象範囲 ・テスト制限事項 ・テスト環境(H/W、S/W、ツール) ・テストケース(項目) ・テストスケジュール ・テスト体制(要員、スキル) ・管理手法
	スケジュール管理	過去の類似テストに関する資料 (テスト設計書、テスト報告書)	テスト設計のスケジュールに影響する要因(リスク管理とも関係)を把握し、スケジュールを維持する方法(進捗管理、定例会議、日報提出)を明確にする	
	コスト管理		テスト設計の見積りと実績の差異分析方法を明確にする	
	品質管理	テストに関する構成管理対象 ・管理対象範囲 ・管理単位(リリース単位、時間単位 等)	テスト対象の仕様変更や仕様の不明(曖昧、未定義など)に対応し、仕様とテスト設計のトレーサビリティ(テストの構成管理)や不明な部分の仕様確認、状況の管理方法を明確にする	
	要員管理	テストケース ・実行レベルの決定 ・実行者のスキル、状況に応じたテスト条件	テスト設計の要員のスキル(テスト対象の理解度)習得度の把握と作業への取り組みに関する阻害要素(モチベーションの低下など)点を考慮し、要員管理方法を明確にする	
	コミュニケーション管理	テスト結果(期待値) ・テスト基準 ・有効範囲 ・期待値以外(異常値) ・テストデータ	仕様変更管理や質問表などのツールやチーム内・外の情報交換を阻害する要素と対策管理方法を明確にする	
	リスク管理		①仕様不明等(曖昧、未定義など)の問題の管理方法を明確にする ②想定外のリスクが発生したときの対応(トラブルの解析や対応する担当者の事前配置など)手順の立案方法を明確にする	
	調達管理	テストツール ・モニタリングツール	テスト設計で調達したドキュメント管理(機密、変更など)方法を明確にする	
プロジェクト管理(個人管理)	役割の確認	テスト環境 ・支援ツール	チーム内で割り当てられる役割を明確にする	
	テスト設計の生産性の管理		テストスケジュールに深く関係するテスト設計工数の管理方法を明確にする	
	テスト設計管理		テスト設計エリア、件数などのテスト目標やテスト設計スケジュール(個人のスケジュール)などの管理方法を明確にする	
	不明点管理		テスト対象の不明点の確認方法(コミュニケーション)や問い合わせをしている状況の管理方法を明確にする	
	報告・連絡・相談・質問		テスト設計における、適切な報告とその方法を明確にする	

表 6.3 基本設計・詳細設計 (4/4)

添付資料

この添付資料は実験の入力情報であることから、個人名等を除き、現状のままを添付します。

<<添付資料>>

テスト計画書

文書バージョン	1.00
プロジェクト名称	ソフトウェア品質説明力強化のための参考データ収集実験
作成者	IVIA
作成日	2012/4/25
最終更新者	IVIA
最終更新日	2012/4/25
承認者	
承認日	

目次

1. 概要 (Introduction)	5
2. テスト項目(Test items)	5
3. ソフトウェアのリスクに関する問題(Software risk issues)	5
4. テスト対象機能 (Features to be tested).....	5
5. テスト非対象機能 (Features not to be tested)	6
6. アプローチ (Approach).....	6
6-1. テスト戦略	6
6-2. 目標設定	7
6-3. 不具合処理.....	7
7. テスト項目の合否基準 (Item pass/fail criteria)	7
8. 一時停止基準と再開基準 (Suspension criteria and resumption requirements)	8
8-1. 開始基準	8
9. 実行フェーズに関する計画は省略	8
9-1. 停止・再開基準	8
9-2. 終了基準	8
10. テスト成果物 (Test deliverables)	8
10-1. 予定する成果物	8
10-2. 成果物の管理方法	9

10-3. 納品物の引き渡し方法	9
10-4. レビュー計画	9
10-5. 受領物の管理方法	9
11. テストタスク (Remaining test tasks)	9
12. 環境条件 (Environmental needs).....	10
12-1. 作業場所	10
12-2. 必要機材・ツール類.....	10
13. 責任 (Responsibilities).....	10
14. スタッフの配置とトレーニング (Staffing and training needs).....	10
14-1. ステークホルダー	10
14-2. チーム構成	10
14-3. 必要スキルセット.....	11
14-4. 要員計画	11
14-5. トレーニング計画	11
14-6. 質問.....	11
14-7. 課題管理	11
14-8. 進捗報告	11
15. スケジュール (Schedule)	11
15-1. 作業マイルストーン.....	11
15-2. スケジュール	12

15-3. 進捗管理	12
15-4. 生産性管理.....	12
16. プランニングリスクと対応策 (Planning risks and contingencies)	12
16-1. リスクマネジメント	12
17. 承認 (Approvals).....	12

1.概要 (INTRODUCTION)

本ドキュメントは、IEEE STD 829-1998 のテスト計画書(Test Plan)に準拠して作成されている。

「CO2 測定システム」 (CO2 センサと、測定値を CSV 出力するソフトウェアから構成される) に関するテスト計画を定義する

2.テスト項目 (TEST ITEMS)

テスト項目は以下とする

「CO2 測定システム」 のディペンダビリティを保証するためのシステムテスト

3.ソフトウェアのリスクに関する問題(SOFTWARE RISK ISSUES)

当システムに不具合が起こった場合のリスクを、利用状況別に以下に記載する

オフィスにて社員の数を測定して節電対策を行う場合、正しい情報を得られないため節電対策が正しく行われない

冷凍庫で野菜や肉を見分けて適温に調整する機能との連動を行う場合、正しいモードで冷凍できないことによって食品の保存状態が悪くなる

空調機と連動して使用する場合、空調機動作不備により、生命の危機に及ぶ可能性がある

4.テスト対象機能 (FEATURES TO BE TESTED)

テスト対象は以下とする

CO2 センサの組込ソフトウェア

ECO センサーコネクト (測定データの CSV 出力ソフトウェア)

センサで測定された CO2 を、RS232C⇒LAN 変換機器⇒LAN ケーブル経由でサーバーが受信

受信データをサーバーに CSV 出力

各種ログファイル出力

5. テスト非対象機能 (FEATURES NOT TO BE TESTED)

以下は対象外とする

ハードウェア自体の検証 (低電圧、負荷など)

ネットワーク及びインストールする PC などのソフトウェア周辺機器

※ただし、ハードウェアを含んだシステムテストとして、周辺環境としてテスト範囲に含まれる

6. アプローチ (APPROACH)

6-1. テスト戦略

対象システムのディペンダビリティに関する「品質特性」と、利用品質の「安全性」を主なテスト目的とする

ユーザーが使用する際のディペンダビリティの検証が目的であるので、まずはユーザーの使用状況と、そこから必要とされる「システム要求」の調査分析から行い、必要なテストを決定する

3 種類の利用状況に応じたテスト要求を定義し、それぞれの状況に応じてテスト設計を行う

テスト設計の流れ

テスト要求分析

テスト設計

テストレベルは「システムテスト」とする

ソフトウェアとその周辺環境（センサ、ネットワーク、OS など）を含めた、システム全体がユーザー要求に対して妥当であるかを確認する

6-2. 目標設定

テスト設計の目標

利用者状況から分析された「テスト要求仕様」を網羅する

テスト実行の目標

実行フェーズに関する計画は省略

6-3. 不具合処理

実行フェーズに関する計画は省略

7. テスト項目の合否基準 (ITEM PASS/FAIL CRITERIA)

不合格基準

ユーザー利用状況を考え、ユーザーがシステムに期待するゴールを満たさないと判断された場合

システムダウンなど、明白なインシデントが発生した場合

試験項目に記載された期待値を満たさない場合

合格基準

不合格基準に該当しない場合

8.一時停止基準と再開基準 (SUSPENSION CRITERIA AND RESUMPTION REQUIREMENTS)

8-1.開始基準

9.実行フェーズに関する計画は省略

9-1.停止・再開基準

実行フェーズに関する計画は省略

9-2.終了基準

実行フェーズに関する計画は省略

10.テスト成果物 (TEST DELIVERABLES)

10-1.予定する成果物

テスト要求仕様書

テスト計画書

テスト設計仕様書 (網羅性設計)

テストケース仕様書

テスト報告書

10-2. 成果物の管理方法

作業実施に関する計画は省略

10-3. 納品物の引き渡し方法

作業実施に関する計画は省略

10-4. レビュー計画

作業実施に関する計画は省略

10-5. 受領物の管理方法

作業実施に関する計画は省略

11. テストタスク (REMAINING TEST TASKS)

テスト要求分析

テスト計画

テスト基本設計

テスト詳細設計

テスト実施

テスト評価／報告

12.環境条件 (ENVIRONMENTAL NEEDS)

12-1.作業場所

作業実施に関する計画は省略

12-2.必要機材・ツール類

CO2 濃度調整装置

CSV 出力ソフトウェアをインストールするサーバー

テスト対象機器 (センサ/ベース/LAN 変換機器)

周辺機器 (RS232C/LAN ケーブル)

13.責任 (RESPONSIBILITIES)

作業実施に関する計画は省略

14.スタッフの配置とトレーニング (STAFFING AND TRAINING NEEDS)

14-1.ステークホルダー

作業実施に関する計画は省略

14-2.チーム構成

作業実施に関する計画は省略

14-3. 必要スキルセット

作業実施に関する計画は省略

14-4. 要員計画

作業実施に関する計画は省略

14-5. トレーニング計画

作業実施に関する計画は省略

14-6. 質問

作業実施に関する計画は省略

14-7. 課題管理

作業実施に関する計画は省略

14-8. 進捗報告

作業実施に関する計画は省略

15. スケジュール (SCHEDULE)

15-1. 作業マイルストーン

作業実施に関する計画は省略

15-2.スケジュール

作業実施に関する計画は省略

15-3.進捗管理

作業実施に関する計画は省略

15-4.生産性管理

作業実施に関する計画は省略

16.プランニングリスクと対応策 (PLANNING RISKS AND CONTINGENCIES)

16-1.リスクマネジメント

作業実施に関する計画は省略

17.承認 (APPROVALS)

プロジェクトマネージャー様の承認レビュー実施にて、当書類の承認とする。

<<添付資料>> テスト要求分析仕様書

文書バージョン	2.00
プロジェクト名称	ソフトウェア品質説明力強化のための参考データ 収集実験
作成者	I V I A * * * * *
作成日	2012/4/18
最終更新者	P M * * * * *
最終更新日	2012/5/3
承認者	
承認日	

目次

1. テスト要求概要	3
2. テスト対象定義	3
3. テスト方針	4
4. テスト要求分析	5
4-1. 想定利用状況の分析	5
4-2. 監査レベルごとに検証が必要な品質特性の決定	9
4-3. 監査レベルに応じた品質特性の具体化	10
5. テスト環境について	11

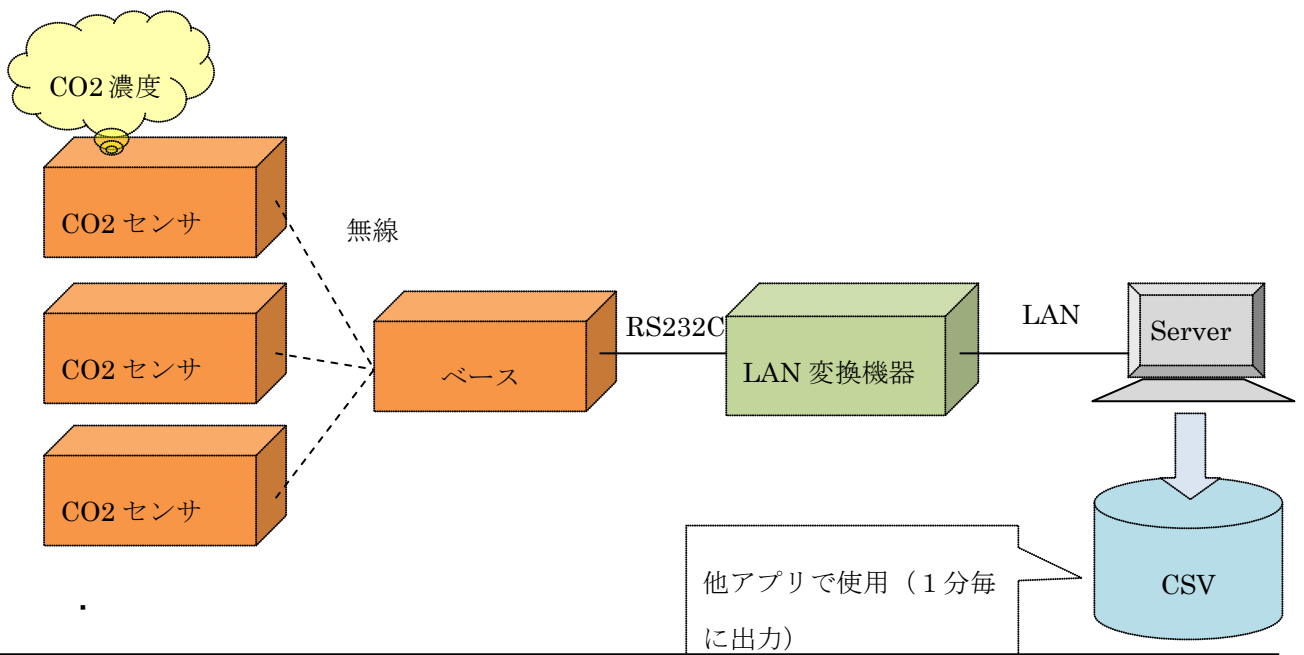
1. テスト要求概要

- 本ドキュメントは「CO2 測定システム」（CO2 センサと、測定値を CSV 出力するソフトウェアから構成される）のディペンダビリティを保証するため、想定利用状況からテスト要求分析を行い、テスト要求を定義する。

2. テスト対象定義

- テスト対象は以下とする(図 2-1)
 - CO2 センサの組込ソフトウェア
 - ECO センサーコネクタ（測定データの CSV 出力ソフトウェア）
 - センサで測定された CO2 を、RS232C⇒LAN 変換機器⇒LAN ケーブル経由でサーバーが受信
 - 受信データをサーバーに CSV 出力
 - 各種ログファイル出力

図 2-1



- ・ 以下は対象外とする

- ▶ ハードウェア自体の検証（低電圧、負荷など）

- ▶ ネットワーク及びインストールする PC などのソフトウェア周辺機器

※ただし、ハードウェアを含んだシステムテストとして、周辺環境としてテスト範囲に含まれる

3. テスト方針

- ・ 対象システムのディペンダビリティに関する「品質特性」と、利用品質の「安全性」を主なテスト目的とする
- ・ 利用者・国民及び、産業・経済に与える影響度合いに応じて設定される「監査レベル1～4」に応じて、それぞれに必要なテストを定義する
- ・ ユーザーが使用する際のディペンダビリティの検証が目的であるので、まずはユーザーの使用状況と、そこから必要とされる「システム要求」の調査分析から行い、必要なテストを決定する
 - ▶ テスト設計の流れ
 - ① テスト要求分析
 - ② テスト設計
- ・ テストレベルは「システムテスト」とする
 - ▶ ソフトウェアとその周辺環境（センサ、ネットワーク、OS など）を含めた、システム全体がユーザー要求に対して妥当性であるかを確認する

4. テスト要求分析

4-1. 想定利用状況の分析

- ・ 監査レベル1～4のレベルに応じて、想定される「**想定利用状況**」を決定する（表 4-1）
 - ▶ レベル4については、該当する利用状況が考えられないため今回は対象外とする

表 4-1-1

レベル	監査レベル		想定利用状況
	利用者・国民影響レベル	産業・経済影響レベル	
レベル 1	当該利用者に限定された軽微な影響	当該製品・サービスに限定された影響	オフィスにて社員の数を測定して、節電対策
レベル 2	当該利用者に限定された重大な影響	当該製品・サービスに限定された影響 当該製品・サービス以外の他事業への影響	冷凍庫で野菜や肉を見分けて適温に調整
レベル 3	当該利用者への重大な影響に加え、当該利用者以外への軽微な影響（代替手段による影響軽減が容易な影響）	当該製品・サービスに限定された影響 当該製品・サービス以外の同一・類似産業への影響	映画館にて外気取入空調機の調整

レベル 4	当該利用者並びに当該利用者以外への重大な影響、あるいは国民への広範囲で重大な影響	我が国の産業への広範囲な影響	該当する利用状況なし
-------	--	----------------	------------

それぞれの監査レベルの利用状況から以下についての分析を行う（表 4-2）

- 「ユーザーゴール」の分析
 - ◇ ユーザーが、システムを利用して達成したい事項
- システムの「5W1H」分析
 - ◇ ユーザーゴールに対して、必要とされるシステムの5W1H（いつ、どこで、だれが、何を、どのように使うのか、の分析）

表 4-1-2

監査レベル	ユーザーゴール				
		なぜシステムが必要か？ (Why)	必要とされる機能 (What + How)	主に利用する場所 (Where + When)	想定利用者像 (Who)
レベル1	C02 センサでオフィスの社員の数を測定して、節電が行える	環境への配慮とコスト削減	オフィスの社員人数をC02で測定して、ムダな電気を使っていないか状況を把握する	大～中規模オフィスや会議室など	一般社員
レベル2	肉と野菜では適した庫内の温度や気圧が違っているので、野菜から出るC02の量で格納状態を把握して、温度と気圧を自動で制御できる	肉と野菜を美味しく保存したい	野菜から出るC02を測定して、冷凍庫のモードを自動で切り替える	一般家庭	主婦・子供

レベル3	法律で定められている室内のCO2含有率を越えない様に、空調機を自動制御できる	自動化することによる安全性の確保	映画館のCO2含有率を測定して、一定基準を超えないように外気取入空調機を制御する	大規模映画館	不特定多数
レベル4	-	-	-	-	-

4-2. 監査レベルごとに検証が必要な品質特性の決定

- ・ 監査レベル毎に、4-1 の分析を基にして、検証対象とすべき「品質特性」を決定する

表 4-2

監査レベル	機能性					信頼性				使用性	効率性	保守性	移植性	利用時品質
	合目的性	正確性	相互運用性	セキュリティ	標準適合性	成熟性	障害許容性	回復性	標準適合性					安全性
レベル1	○	×	×	×	×	△	△	△	×	×	×	×	×	×
レベル2	○	×	×	×	×	○	○	○	×	×	×	×	×	×
レベル3	○	×	×	×	×	◎	◎	◎	×	×	×	×	×	◎

◎	特に必要（全数検査）
○	必要（抜き取り検査）
△	場合によっては必要
×	不要

(注) 他に必要となる特性も考えられるが、今回は「見積」を算出するのが目的であることから、この特性を「前提条件」とする

4-3. 監査レベルに応じた品質特性の具体化

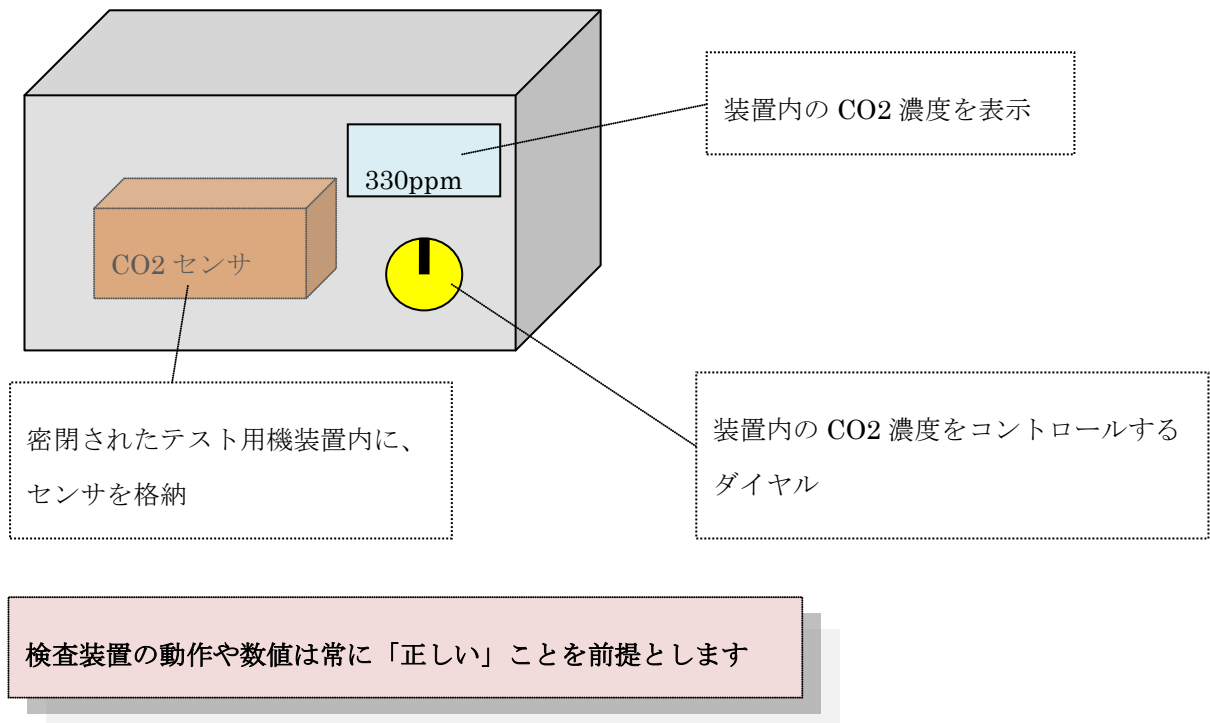
- ・ 監査レベル毎に、4-1、4-2 の分析を基にして、品質特性を**具体化**する
- ・

表 4-3

			品質特性と、達成目標のマッピング				
監査レベル	想定利用状況	システム不具合により、考えられるリスク	合目的性	成熟性	障害許容性	回復性	安全性
レベル 1	オフィスにて社員の数を測定して、節電対策	正しい情報を得られないため、節電対策が正しく行われない	正確に CO2 を測定して、状況把握できる	有る程度故障無く運用できる		故障時の復旧が容易	
レベル 2	冷凍庫で野菜や肉を見分けて適温に調整	正しいモードで冷凍できないことによって、食品の保存状態が悪くなる	正確に CO2 を測定して、モード制御できる	故障無く運用できる		故障時は、状態を利用者に分かりやすく伝える	
レベル 3	映画館にて外気取入空調機の調整	空調機動作不備により、CO2 含有率が基準を超えると、生命の危機に及ぶ可能性がある	正確に CO2 を測定して、換気制御できる	故障は限りなくゼロに近づける 長期間運用に耐えることが出来る	故障が有った場合の代替運用ができる	故障時は、状態を利用者に必ず伝えるようにする	人体の CO2 中毒による生命の危機は完全に回避する

5. テスト環境について

- ・ 実際に運用する環境を想定する事は難しいので、以下のテスト環境を前提とする



<<添付資料>> テスト基本設計書

文書バージョン	1.00
プロジェクト名称	ソフトウェア品質説明力強化のための参考データ収集実験
作成者	IVIA ****
作成日	2012/5/3
最終更新者	IVIA ****
最終更新日	2012/5/3
承認者	
承認日	

機能一覧

		概要
1	インストール	インストールディレクトリを指定し、インストールする
2	起動	ECOセンサーコネクタを起動する
	2-1 単体起動	指定したセンサーコネクタを起動する
	2-2 同時起動	全てのセンサーコネクタを起動する
3	停止	ECOセンサーコネクタを停止する
	3-1 単体停止	指定したセンサーコネクタを停止する
	3-2 同時停止	全てのセンサーコネクタを停止する
4	測定	CO2を値を測定する
	4-1 CO2の値を測定	センサがCO2の値を測定する
5	センサー計測データファイル出力	測定をCSVに出力する
	5-1 CSV出力	センサの測定値をサーバーが受け取り、値をCSVに出
6	ログ出力	各種ログを出力する
	6-1 アプリケーションログ	ECOセンサーコネクタのステータスを記録する
	6-2 エラーログ	アプリケーションのエラー発生時のログを記録する
	6-3 監視ログ	センサーの異常状態を記録する
7	エラーメッセージ出力	エラーメッセージを出力する
	7-1 15種類	エラーが発生した場合はメッセージを表示する
8	測定端末との接続	センサーとサーバーを接続する
9	バージョンアップ	新しいバージョンのインストーラーでバージョンアップする
10	アンインストール	ECOセンサーコネクタをアンインストールする
11	Windows/Linux互換	WindowsとLinuxの両方で動作する

システム要求の洗い出し

		合目的性	成熟性		障害許容性	回復性	安全性
		正確にCO2を測定して、換気制御できる	故障は限りなくゼロに近づける	長期間運用に耐えることができる	故障があった場合の代替運用ができる	故障時は、状態を利用者に必ず伝わるようにする	人体のCO2中毒による生命の危機は完全に回避する
1	インストール	×	×	×	×	×	×
2	起動						
	2-1 単体起動	指定したセンサを起動できる	どんな条件でも正しく起動される	×	×	・起動できなかった場合は、状況を利用者に正しく伝える事が出来	×
	2-2 同時起動	指定したセンサを起動できる	どんな条件でも正しく起動される	×	×	・起動できなかった場合は、状況を利用者に正しく伝える事が出来	×
3	停止						
	3-1 単体停止	×	×	×	×	×	×
	3-2 同時停止	×	×	×	×	×	×
4	測定						
	4-1 CO2の値を測定	・正確なCO2量を測定できる ・急激なCO2の変化に対応できる ・極端なCO2濃度の際も正確に測定できる ・CO2以外の成分による誤動作	どんな条件でもCO2を測定する	・24時間連続稼動に耐えることができる	・故障時は制御機器に情報を伝えて、非常措置を行える	・故障時は利用者に状況を正しく伝える事が出来る	・間違った値(特に実際よりも低い数値)で認識しない
5	センサー計測データファイル出力						
	5-1 CSV出力	・測定結果を正しくCSVに出力している ・センサが通常ではない値を示した際も、正しくCSV出力可能	どんな条件でも測定結果をCSV出力する	・24時間連続稼動に耐えることができる	・異常時は制御機器に情報を伝えて、非常措置を行える	・異常時は利用者に状況を正しく伝える事が出来る	・間違った値(特に実際よりも低い数値)で認識しない
6	ログ出力						
	6-1 アプリケーションログ	×	×	×	×	×	×
	6-2 エラーログ	×	どんな条件でもエラーがあればログを表示する	・24時間連続稼動に耐えることができる	・異常時は制御機器に情報を伝えて、非常措置を行える	・異常時は利用者に状況を正しく伝える事が出来る	×
	6-3 監視ログ	×	×	・24時間連続稼動に耐えることができる	・異常時は制御機器に情報を伝えて、非常措置を行える	・異常時は利用者に状況を正しく伝える事が出来る	×
7	エラーメッセージ出力						
	7-1 15種類	状態に適したメッセージが表示される	どんな条件でもエラーがあればメッセージを表示	×	エラーに対する対応策が明記されているか	ジは分かりやすいか	×
8	測定端末との接続						
9	バージョンアップ	×	×	×	×	×	×
10	アンインストール	×	×	×	×	×	×
11	Windows/Linux互換	×	×	×	×	×	×

No.	機能	品質特性	達成目標	期待されるシステム要件	テスト要素	テストコンディション	テスト環境	組合せ	テスト手法	手順概要	期待結果概要	テストケース数	テスト工数		
1	起動	単体起動	合目的性	正確にCO2を測定して、換気制御できる	指定したセンサを起動できる	設定ファイルで指定されたセンサを起動できること	・インストールフォルダの場所(システムドライブ/長いパスなど)	・想定される全てのOSの種類							
2			成熟性	故障は限りなくゼロに近づける	どんな条件でも正しく起動される	起動時の前提条件によって、起動がされること	・サーバーの状態(容量不足/メモリ不足/CPU負荷状態/アップデート実行時/ウイルスソフトの状態) ・センサとの通信状態(正常/不安定/異常) ・CSVやログファイルの状態(上書き/新規作成/上書き対象CSVが他プロセスが挿入している/など)	・想定される全てのOSの種類 ・J2SEのバージョン	OSの種類とサーバーの状態は全組合せで実施						
3			回復性	故障時は、状態を利用者に必ず伝わるようにする	・起動できなかった場合は、状況を利用者に正しく伝える事が出来る	エラーによって起動できなかった場合に、適した表示がされること	・エラーの種類(想定されるエラー/想定しないエラー)								
4		同時起動	合目的性	正確にCO2を測定して、換気制御できる	指定したセンサを起動できる	設定ファイルで指定されたセンサを起動できること	・インストールフォルダの場所(システムドライブ/長いパスなど) ・センサの数(1~29)								
5			成熟性	故障は限りなくゼロに近づける	どんな条件でも正しく起動される	起動時の前提条件によって、起動がされること	・サーバーの状態(容量不足/メモリ不足/CPU負荷状態/アップデート実行時/ウイルスソフトの状態) ・センサとの通信状態(正常/不安定/異常) ・センサの数(1~29) ・CSVやログファイルの状態(上書き/新規作成/上書き対象CSVが他プロセスが挿入している/など)	・想定される全てのOSの種類 ・J2SEのバージョン	OSの種類とサーバーの状態は全組合せで実施						
6			回復性	故障時は、状態を利用者に必ず伝わるようにする	・故障時は利用者に状況を正しく伝える事が出来る	エラーによって起動できなかった場合に、適した表示がされること	・エラーの種類(想定されるエラー15種/想定しないエラー) ・センサの数(1~29) ・EcoConnect.iniの設定(ディスク空き容量の最小サイズ/許容ネットワークエラー回数)		センサの数は同値分割と境界値で3~4種類に決定						
7	測定	CO2の値を測	合目的性	正確にCO2を測定して、換気制御できる	・正確なCO2量を測定できる ・急激なCO2の変化に対応できる	正確なCO2量を測定できること ・急激なCO2の変化に対応できること	・CO2の量(0%~100%) ・CO2の変化量(急増/急減) ・CO2の異常値(101%以上など?)								
8			回復性	回復性	故障時は、状態を利用者に必ず伝わるようにする	・故障時は利用者に状況を正しく伝える事が出来る	エラーによって起動できなかった場合に、適した表示がされること	・エラーの種類(想定されるエラー15種/想定しないエラー) ・センサの数(1~29) ・EcoConnect.iniの設定(ディスク空き容量の最小サイズ/許容ネットワークエラー回数)							
9				成熟性	故障は限りなくゼロに近づける	どんな条件でも正しく測定される	測定時の前提条件によって、測定がされること	・サーバーの状態(容量不足/メモリ不足/CPU負荷状態/アップデート実行時/ウイルスソフトの状態) ・センサとの通信状態(正常/不安定/異常)	・想定される全てのOSの種類 ・J2SEのバージョン	OSの種類とサーバーの状態は全組合せで実施					
10				成熟性	長期運用に耐える事が出来る	・24時間連続稼動に耐える事が出来る	24時間連続稼動した際も、正確な測定が可能であること	・稼働時間(24時間以上)							
11				障害許容性	故障があった場合の代替運用ができる	・故障時は制御機器に情報を伝えて、非常措置を行える	・制御機器に、故障を伝える手段が存在する	・センサ故障/異常内容(想定されるエラー/想定しないエラー)							
12			回復性	故障時は、状態を利用者に必ず伝わるようにする	・故障時は利用者に状況を正しく伝える事が出来る	・センサ故障時は、適したエラーメッセージを表示する	・センサ故障/異常内容(想定されるエラー/想定しないエラー)								
13			安全性	人体のCO2中毒による生命の危機は完全に回避する	・間違った値(特に実際よりも低い数値)で認識しない	・どんな場合でも、実測値よりも基準を超えた低い値は測定されない	・CO2実測値(0%~100%)		実績値の決定は同値分割と境界値で10項目程度とする						
14			センサ計測データファイル出力	CSV出力	合目的性	正確にCO2を測定して、換気制御できる	・測定結果を正しくCSVに出力している事 ・センサが通常ではない値を示した際も、正しくCSV出力可能	センサでの測定値とCSVの値が一致している事 センサでの測定値とCSVの値が一致している事	・センサの正常な値(0%~100%) ・センサの異常な値(101%以上/0%未満などの異常データ)						
15					成熟性	故障は限りなくゼロに近づける	どんな条件でも測定結果をCSV出力する	どんな条件でもCSVを出力できる	・CSVの状態(上書き/新規作成/上書き対象CSVが他プロセスが挿入している/など) ・サーバーの状態(容量不足/メモリ不足/CPU負荷状態/アップデート実行時/ウイルスソフトの状態) ・センサとの通信状態(正常/不安定/異常)	・想定される全てのOSの種類 ・J2SEのバージョン	OSの種類とサーバーの状態は全組合せで実施				
16					成熟性	長期運用に耐える事が出来る	・24時間連続稼動に耐える事が出来る	24時間連続稼動した際も、CSV出力が可能であること	・稼働時間(24時間以上)						
17					障害許容性	故障があった場合の代替運用ができる	・異常時は制御機器に情報を伝えて、非常措置を行える	・制御機器に、故障を伝える手段が存在する	・異常の状態(想定される異常/想定しない異常)						
18	回復性	故障時は、状態を利用者に必ず伝わるようにする			・異常時は利用者に状況を正しく伝える事が出来る	・異常時は、適したエラーメッセージを表示する	・異常の状態(想定される異常/想定しない異常)								
19	安全性	人体のCO2中毒による生命の危機は完全に回避する			・間違った値(特に実際よりも低い数値)で認識しない	・どんな場合でも、実測値よりも基準を超えた低い値はCSV出力されない	・CO2実測値(0%~100%)		実績値の決定は同値分割と境界値で10項目程度とする						
20	回復性	故障時は、状態を利用者に必ず伝わるようにする			・異常時は利用者に状況を正しく伝える事が出来る	・異常時は、適したアプリケーションエラーログを出力する	・異常の状態(想定される異常/想定しない異常)								
21	ログ出力	エラーログ	成熟性	故障は限りなくゼロに近づける	どんな条件でもエラーがあればログを表示する	どんな条件でもエラーログを出力できる	・ログファイルの状態(上書き/新規作成/上書き対象CSVが他プロセスが挿入している/など) ・サーバーの状態(容量不足/メモリ不足/CPU負荷状態/アップデート実行時/ウイルスソフトの状態) ・センサとの通信状態(正常/不安定/異常) ・EcoConnect.iniの設定(ディスク空き容量の最小サイズ/許容ネットワークエラー回数)	・想定される全てのOSの種類 ・J2SEのバージョン	OSの種類とサーバーの状態は全組合せで実施						
22			成熟性	長期運用に耐える事が出来る	・24時間連続稼動に耐える事が出来る	24時間連続稼動した際も、エラーログ出力が可能であること	・稼働時間(24時間以上)								
23			障害許容性	故障があった場合の代替運用ができる	・異常時は制御機器に情報を伝えて、非常措置を行える	・制御機器に、アプリケーションエラーを伝える手段が存在する	・異常の状態(想定される異常/想定しない異常)								
24			回復性	故障時は、状態を利用者に必ず伝わるようにする	・異常時は利用者に状況を正しく伝える事が出来る	・異常時は、適したアプリケーションエラーログを出力する	・異常の状態(想定される異常/想定しない異常)								
25	監視ログ	監視ログ	成熟性	長期運用に耐える事が出来る	・24時間連続稼動に耐える事が出来る	24時間連続稼動した際も、監視ログ出力が可能であること	・稼働時間(24時間以上)								
26			障害許容性	故障があった場合の代替運用ができる	・異常時は制御機器に情報を伝えて、非常措置を行える	・制御機器に、センサのエラーを伝える手段が存在する	・異常の状態(想定される異常/想定しない異常)								
27			回復性	故障時は、状態を利用者に必ず伝わるようにする	・異常時は利用者に状況を正しく伝える事が出来る	・センサの異常時は、適したエラーログを出力する	・異常の状態(想定される異常/想定しない異常)								
28	エラーメッセージ	15種類	合目的性	正確にCO2を測定して、換気制御できる	状態に適したメッセージが表示される	エラー内容に応じた、正しいメッセージが表示される	・エラーの種類(想定されるエラー15種)								
29			成熟性	故障は限りなくゼロに近づける	どんな条件でもエラーがあればメッセージを表示する	どんな条件でもエラーメッセージを出力できる	・ログファイルの状態(上書き/新規作成/上書き対象CSVが他プロセスが挿入している/など) ・サーバーの状態(容量不足/メモリ不足/CPU負荷状態/アップデート実行時/ウイルスソフトの状態) ・センサとの通信状態(正常/不安定/異常) ・EcoConnect.iniの設定(ディスク空き容量の最小サイズ/許容ネットワークエラー回数)	・想定される全てのOSの種類 ・J2SEのバージョン	OSの種類とサーバーの状態は全組合せで実施						
30			回復性	故障時は、状態を利用者に必ず伝わるようにする	・エラーメッセージは分かりやすいか	利用者が分かりやすいエラーメッセージになっているか	・エラーの種類(想定されるエラー15種)								

No.	機能	品質特性	達成目標	期待されるシステム要件	テスト要素	テストコンディション	テスト環境	組合せ	テスト手法	手順概要	期待結果概要	テストケース数	テスト工数			
1	起動	単体起動	合目的性	正確にCO2を測定して、換気制御できる	指定したセンサを起動できる	設定ファイルで指定されたセンサを起動できること	・インストールフォルダの場所(システムドライブ/長いパスなど)									
2		同時起動	合目的性	正確にCO2を測定して、換気制御できる	指定したセンサを起動できる	設定ファイルで指定されたセンサを起動できること	・インストールフォルダの場所(システムドライブ/長いパスなど) ・センサの数(1~29)									
3		成熟性	故障は限りなくゼロに近づける	どんな条件でも正しく起動される	起動時の前提条件によって、起動がされること	・サーバーの状態(容量不足/メモリ不足/CPU負荷状態/アップデート実行時/ウイルスソフトの状態) ・センサとの通信状態(正常/不安定/異常) ・センサの数(1~29) ・CSVやログファイルの状態(上書き/新規作成/上書き対象CSVが他プロセスが挿入している/など)	・OSの種類を同値分割で選定 ・J2SEのバージョン	OSの種類とサーバーの状態はペア組合せで実施								
4		回復性	故障時は、状態を利用者に必ず伝わるようにする	・故障時は利用者に状況を正しく伝える事が出来る	エラーによって起動できなかった場合に、適した表示がされること	・エラーの種類(想定されるエラー15種/想定しないエラー) ・センサの数(1~29) ・EcoConnect.iniの設定(ディスク空き容量の最小サイズ/許容ネットワークエラー回数)		センサの数は同値分割と境界値で1種類に決								
5	測定	CO2の値を測	合目的性	正確にCO2を測定して、換気制御できる	正確なCO2量を測定できる	正確なCO2量を測定できること	・CO2の量(0%~100%)									
6				・急激なCO2の変化に対応できる	・急激なCO2の変化に対応できること	・CO2の変化量(急増/急減)										
7				・極端なCO2濃度の際も正確に測定できる	・極端なCO2濃度の際も正確に測定できること	・CO2の異常値(101%以上など?)										
8				・CO2以外の成分による誤動作を起さない	・CO2以外の成分による誤動作を起さないこと	・CO2以外の成分の状態(O2/N2などが多い状態と少ない状態)										
9			成熟性	故障は限りなくゼロに近づける	どんな条件でもCO2を測定する	どんな条件でもCO2を測定できること	・サーバーの状態(容量不足/メモリ不足/CPU負荷状態/アップデート実行時/ウイルスソフトの状態) ・センサとの通信状態(正常/不安定/異常)	・OSの種類を同値分割で選定 ・J2SEのバージョン	OSの種類とサーバーの状態はペア組合せで実施							
10			成熟性	長期間運用に耐えることができる	・24時間連続稼動に耐えることができる	24時間連続稼動した際も、正確な測定が可能であること	・稼働時間(24時間以上)									
11			障害許容性	故障があった場合の代替運用ができる	・故障時は制御機器に情報を伝えて、非常措置を行える	・制御機器に、故障を伝える手段が存在する	・センサ故障/異常内容(想定されるエラー/想定しないエラー)									
12			回復性	故障時は、状態を利用者に必ず伝わるようにする	・故障時は利用者に状況を正しく伝える事が出来る	・センサ故障時は、適したエラーメッセージを表示する	・センサ故障/異常内容(想定されるエラー/想定しないエラー)									
13			センサー計測データ ファイル出力	CSV出力	合目的性	正確にCO2を測定して、換気制御できる	測定結果を正しくCSVに出力している	センサでの測定値とCSVの値が一致している事	・センサの正常な値(0%~100%)							
14		・センサが通常ではない値を示した際も、正しくCSV出力可能			・センサでの測定値とCSVの値が一致している事	・センサの異常な値(101%以上/0%未満などの異常データ)										
15	成熟性	故障は限りなくゼロに近づける			どんな条件でも測定結果をCSV出力する	どんな条件でもCSVを出力できる	・CSVの状態(上書き/新規作成/上書き対象CSVが他プロセスが挿入している/など) ・サーバーの状態(容量不足/メモリ不足/CPU負荷状態/アップデート実行時/ウイルスソフトの状態) ・センサとの通信状態(正常/不安定/異常)	・OSの種類を同値分割で選定 ・J2SEのバージョン	OSの種類とサーバーの状態はペア組合せで実施							
16	成熟性	長期間運用に耐えることができる			・24時間連続稼動に耐えることができる	24時間連続稼動した際も、CSV出力が可能であること	・稼働時間(24時間以上)									
17	障害許容性	故障があった場合の代替運用ができる			・異常時は制御機器に情報を伝えて、非常措置を行える	・制御機器に、故障を伝える手段が存在する	・異常の状態(想定される異常/想定しない異常)									
18	回復性	故障時は、状態を利用者に必ず伝わるようにする			・異常時は利用者に状況を正しく伝える事が出来る	・異常時は、適したエラーメッセージを表示する	・異常の状態(想定される異常/想定しない異常)									
19	ログ出力	エラーログ			成熟性	故障は限りなくゼロに近づける	どんな条件でもエラーがあればログを表示する	どんな条件でもエラーログを出力できる	・ログファイルの状態(上書き/新規作成/上書き対象CSVが他プロセスが挿入している/など) ・サーバーの状態(容量不足/メモリ不足/CPU負荷状態/アップデート実行時/ウイルスソフトの状態) ・センサとの通信状態(正常/不安定/異常) ・EcoConnect.iniの設定(ディスク空き容量の最小サイズ/許容ネットワークエラー回数)	・OSの種類を同値分割で選定 ・J2SEのバージョン	OSの種類とサーバーの状態はペア組合せで実施					
20					成熟性	長期間運用に耐えることができる	・24時間連続稼動に耐えることができる	24時間連続稼動した際も、エラーログ出力が可能であること	・稼働時間(24時間以上)							
21					障害許容性	故障があった場合の代替運用ができる	・異常時は制御機器に情報を伝えて、非常措置を行える	・制御機器に、アプリケーションエラーを伝える手段が存在する	・異常の状態(想定される異常/想定しない異常)							
22			回復性	故障時は、状態を利用者に必ず伝わるようにする	・異常時は利用者に状況を正しく伝える事が出来る	・異常時は、適したアプリケーションエラーログを出力する	・異常の状態(想定される異常/想定しない異常)									
23			監視ログ	成熟性	長期間運用に耐えることができる	・24時間連続稼動に耐えることができる	24時間連続稼動した際も、監視ログ出力が可能であること	・稼働時間(24時間以上)								
24				障害許容性	故障があった場合の代替運用ができる	・異常時は制御機器に情報を伝えて、非常措置を行える	・制御機器に、センサーのエラーを伝える手段が存在する	・異常の状態(想定される異常/想定しない異常)								
25				回復性	故障時は、状態を利用者に必ず伝わるようにする	・異常時は利用者に状況を正しく伝える事が出来る	・センサーの異常時は、適したエラーログを出力する	・異常の状態(想定される異常/想定しない異常)								
26			エラーメッセージ	15種類	合目的性	正確にCO2を測定して、換気制御できる	状態に適したメッセージが表示される	エラー内容に応じた、正しいメッセージが表示される	・エラーの種類(想定されるエラー15種)							
27						故障は限りなくゼロに近づける	どんな条件でもエラーがあればメッセージを表示する	どんな条件でもエラーメッセージを出力できる	・ログファイルの状態(上書き/新規作成/上書き対象CSVが他プロセスが挿入している/など) ・サーバーの状態(容量不足/メモリ不足/CPU負荷状態/アップデート実行時/ウイルスソフトの状態) ・センサとの通信状態(正常/不安定/異常) ・EcoConnect.iniの設定(ディスク空き容量の最小サイズ/許容ネットワークエラー回数)	・OSの種類を同値分割で選定 ・J2SEのバージョン	OSの種類とサーバーの状態はペア組合せで実施					
28	成熟性	故障があった場合の代替運用ができる			エラーに対する対応策が明記されているか	エラーに対しての対応策がエラーメッセージに含まれていること	・エラーの種類(想定されるエラー15種)									
29	回復性	故障時は、状態を利用者に必ず伝わるようにする			・エラーメッセージは分かりやすいか	利用者が分かりやすいエラーメッセージになっているか	・エラーの種類(想定されるエラー15種)									

テスト設計仕様 (Lev1)

No.	機能	品質特性	達成目標	期待されるシステム要件	テスト要素	テストコンディション	テスト環境	組合せ	テスト手法	手順概要	期待結果概要	テストケース数	テスト工数
1	起動	単体起動	合目的性 正確にCO2を測定して、換気制御できる	指定したセンサを起動できる	設定ファイルで指定されたセンサを起動できること	インストールフォルダの場所(システムドライブ/長いパスなど)	OSの種類を同値分割で選						
2		同時起動	合目的性 正確にCO2を測定して、換気制御できる	指定したセンサを起動できる	設定ファイルで指定されたセンサを起動できること	インストールフォルダの場所(システムドライブ/長いパスなど) センサの数(1~29)							
3	測定	CO2の値を測	合目的性 正確にCO2を測定して、換気制御できる	正確なCO2量を測定できる	正確なCO2量を測定できること	CO2の量(0%~100%)							
4			合目的性 正確にCO2を測定して、換気制御できる	急激なCO2の変化に対応できる	急激なCO2の変化に対応できること	CO2の変化量(急増/急減)							
5	センサー計測データ	CSV出力	合目的性 正確にCO2を測定して、換気制御できる	測定結果を正しくCSVに出力している	センサでの測定値とCSVの値が一致している事	センサの正常な値(0%~100%)							
6	ファイル出力		合目的性 正確にCO2を測定して、換気制御できる	センサが通常ではない値を示した際も、正しくCSV出力可能	センサでの測定値とCSVの値が一致している事	センサの異常な値(101%以上/0%未満などの異常データ)							
7	エラーメッセージ	15種類	合目的性 正確にCO2を測定して、換気制御できる 故障は限りなくゼロに近づける	状態に適したメッセージが表示される	エラー内容に応じた、正しいメッセージが表示される	エラーの種類(想定されるエラー15種)							
8			合目的性 正確にCO2を測定して、換気制御できる 故障は限りなくゼロに近づける	どんな条件でもエラーがあればメッセージを表示する	ログファイルの状態(上書き/新規作成/上書き対象CSVが他プロセスが挿入している/など) サーバーの状態(容量不足/メモリ不足/CPU負荷状態/アップデート実行時/ウイルスソフトの状態) センサとの通信状態(正常/不安定/異常) EcoConnect.iniの設定(ディスク空き容量の最小サイズ/許容ネットワークエラー回数)	OSの種類を同値分割で選 J2SEのバージョン	OSの種類とサーバーの状態はペア組合せで実施						