

# 情報システム開発における標準化の発展

——設計部品リポジトリを利用したシステム構築および応用——

丸 山 友希夫

## 1. はじめに

近年の情報システム開発では、機能が複雑になり開発規模が拡大している。しかし、開発期間については短縮傾向にある。この傾向は、これまでの大規模ソフトウェア開発期間が1.5～2年程度であったものが、近年では6～9ヶ月（駒谷他，2006）またはそれ以下であることからもうかがえる。したがって、情報システム開発における生産性向上および品質向上については、以前よりも重要かつ迅速な対応が求められている。情報システム開発は、要件定義，設計，プログラミング，テストおよび保守の5つの開発工程（鯨坂，2008）がある。そして、各開発工程に沿った種々のプロダクト（以下，成果物）が存在する。そして、これら成果物の生産性向上，品質向上を示すキーワードとして「再利用」，「自動化」の手法（青山他，2003）がある。

「再利用」については、プログラミング工程に多く見られる部品の再利用が代表的である。そして、オブジェクト指向をベースとしたコンポーネントを利用するコンポーネント指向開発（青山他，2003）を代表とする、様々な技術、概念により発展してきている。さらに、近年においてはインターネットによるネットワーク環境の整備により、ネットワーク環境を利用することが開発拠点を意識することなく情報システム開発を行えるようになった。そして、各開発拠点に分散した開発者が、オブジェクト指向パラダイムによって作成

された部品を共有し、再利用によって情報システム開発を行っている。しかし、この部品の共有と再利用は、プログラミング工程の他については有効利用されていない。この理由は、下記に示すとおりである。

- \* 現代ネットワーク環境におけるオブジェクト指向部品の構造や機能が複雑である
- \* 部品の性質を理解しにくい
- \* 分散環境における部品を用いた作業を支援するシステムの確立が不十分である

なお、部品については、ソフトウェア開発の利用方法について、“ソフトウェアにおいても、部品をストックしモジュール化して、そのモジュールをインタフェースして組み合わせる新しいソフトウェア生産物を作る”と定義（野口，1990）されている。つまり、部品を利用することは、開発者の作業を減らし、生産性向上，品質向上を目指すことになる。

「自動化」については、本研究において対象としているテスト工程における自動化の取り組みについて種々の研究が行われている。設計書からテスト工程の成果物を自動生成する仕組みとして、USDM（Universal Specification Description Manner）（清水，2007）などがある。ただし、テスト工程における自動化については研究途上であり、自動化によってテスト工程の生産性向上，品質向上の効果は認められていない。

そこで、本論文においては、情報システム開発におけるテスト工程に着目し、成果物の生産性向

上、品質向上を目的とする設計部品リポジトリを利用したシステム構築の提案を行う。次章において、設計部品リポジトリの説明を行い、3章にて設計部品リポジトリを利用したシステム構築の提案を行う。そして、4章では、この設計部品リポジトリを利用したシステムの応用例として、実験環境における実験管理システムの紹介をする。さらに、この実験管理システム導入後に実験管理の生産性および品質が向上した例を示す。

## 2. 設計部品リポジトリ

本章において、設計部品リポジトリの設計部品およびリポジトリのそれぞれについて説明する。

### 2.1 設計部品

本論文における設計部品とは、“複数の設計書で共通に使用される単語、または文章”と定義する。設計部品は、共通に使用される単語、文章の文字情報を複数の仕様書に記載がされるように、部品としての再利用が可能となる。したがって、文字情報を修正する際は設計部品を修正し、また、後述するリポジトリにより、修正した設計部品が利用している全ての成果物に対して、同時にかつ自動に修正を行うことができるようになる。

### 2.2 リポジトリ

本論文におけるリポジトリとは、2.1節で述べ

た“設計部品および設計部品を利用する情報を格納するエリア”と定義する。リポジトリの概念図を図1に示す。リポジトリの概念は、まず、カテゴリ情報によって類別された設計部品は、設計部品が配置されることによってマッピング情報を生成する。そして、マッピング情報は、成果物フォーマット情報で提供される成果物の枠組みにおいて、どの位置に設計部品を配置するかを決定する。カテゴリ情報、マッピング情報および成果物フォーマット情報については、下記に説明する。

#### \* カテゴリ情報

設計部品を類別する情報である。この情報は、リポジトリに登録された設計部品を取り出す際に利用される。リポジトリに登録されている設計部品は、様々な種類が存在している。キーワードを利用して、設計部品を取り出す。

#### \* マッピング情報

設計部品と対応する成果物の位置情報を保持している。この情報を利用して、1つの設計部品を成果物に配置する位置によって、その他の複数成果物に設計部品を自動的に配置する位置の特定を可能としている。

#### \* 成果物フォーマット情報

成果物の枠組みの情報を保持している。この情報は、成果物アウトプット時に、上述したマッピング情報と組み合わせて利用する。こ

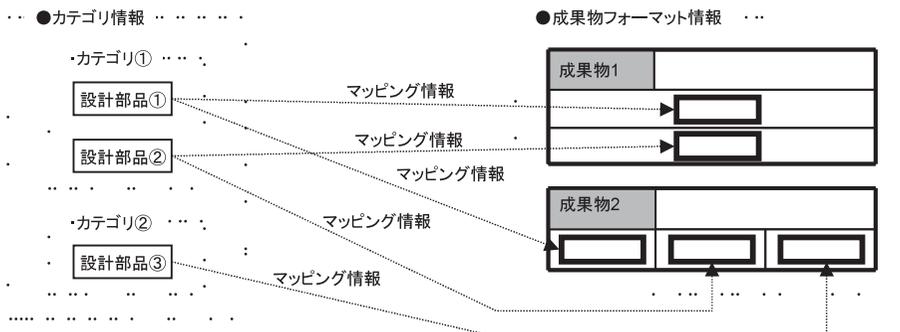


図1. リポジトリの概念図

の情報は、予めリポジトリに登録して利用する。

### 2.3 設計部品リポジトリによる効果

本研究において対象にしているテスト工程の成果物であるテスト仕様書は、設計部品の概念に存在しないサブジェクト・時間を考慮した物理モデルをベースに考えている。したがって、テスト仕様書には、部品を配置する位置情報が必要となる。一般的な情報システム開発工程における現状分析や要件定義段階では、物理モデルを用いて成果物を作成している。そして、設計工程以降の段階（プログラミング工程、テスト工程、保守工程）では、論理モデルを用いて成果物を作成している。したがって、この設計部品リポジトリを利用することにより、開発工程がテスト工程に移行し、成果物を作成する際には論理モデルから物理モデルに再度変換する必要が生じる。つまり、サブジェクト・時間を考慮する必要が生じる。サブジェクト・時間は、テスト仕様書に記載する文字情報の位置に密接に関連し、かつ、複数のテスト仕様書に影響する特性がある。したがって、この文字情報の位置をサブジェクト・時間に置き換え

ることによって、テスト工程にて設計部品が適用可能となる。実際の仕組みは、設計部品にマッピング情報とカテゴリ情報を付加してリポジトリに格納し、サブジェクト・時間の代替となる位置情報を加味した設計部品と組み合わせる。この仕組みにより、設計部品配置作業は、1回の部品配置作業で複数の成果物の作成、修正が可能となる。

### 3. 設計部品リポジトリを利用した開発支援システムの構築

本章では、前章で説明した設計部品リポジトリを利用した開発支援システムの構築について説明する。この開発支援システムは、テスト工程用であり、設計工程用の開発支援システム（大宮他，2006）のモジュールの一部として構築した。テスト工程用に構築した開発支援システムを概念を図2に示す。この開発支援システムは、リポジトリに格納した設計部品および設計部品利用情報を利用するために、下記する5機能を備える。

**\*リポジトリ格納機能**

設計部品、カテゴリ情報、マッピング情報および成果物フォーマット情報をリポジトリに

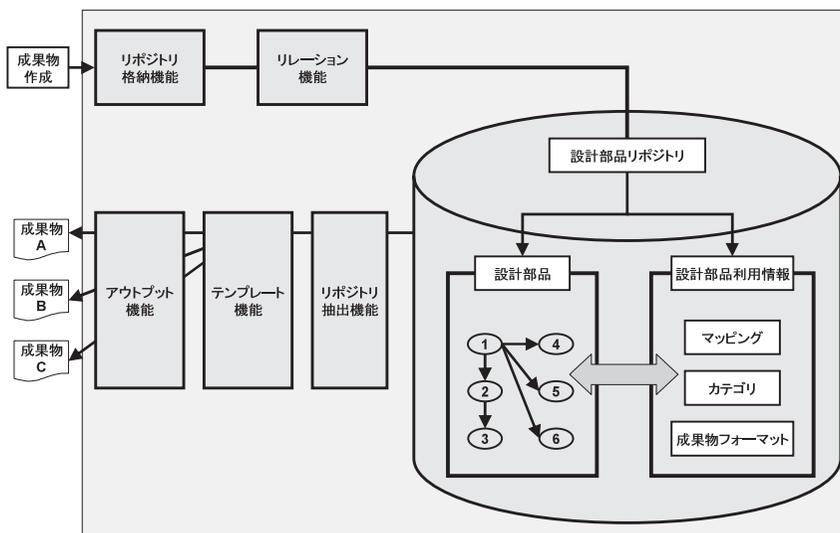


図2. テスト工程用 開発支援システムの概念

格納する機能である。設計部品の格納は、設計部品登録時にリポジトリ格納機能が起動し行われる。同時に、設計部品のカテゴリ情報もリポジトリに格納する。

**\*リレーション機能**

複数の成果物に利用する設計部品に変更が生じた場合、変更結果を全ての成果物に自動反映させる機能である。

**\*リポジトリ抽出機能**

カテゴリ情報をキーにして、設計部品や設計部品利用情報をリポジトリから抽出する機能である。この機能は、成果物修正時や成果物アウトプット時を中心に利用する。

**\*テンプレート機能**

マッピング情報と成果物フォーマット情報を利用し、成果物上に設計部品を自動的に配置する機能である。この機能によって、1つの成果物に設計部品を配置することにより、複数の成果物に対して同時に設計部品を配置することができる。

**\*アウトプット機能**

リポジトリに格納しているマッピング情報と成果物フォーマット情報から、成果物を成形しアウトプットする機能である。開発支援システム利用者の印字指示により起動し、リポジトリからマッピング情報と成果物フォーマット情報を組み合わせて成果物をアウトプットする。

#### 4. 設計部品リポジトリを利用したシステムの応用

前章において、情報システム開発におけるテスト工程について、設計部品リポジトリを利用したシステムの構築を行った。このシステムの構築については、部品の再利用、自動化が狙いの1つであり、さらにシステムの生産性、品質の向上をもたらすことを目的としている。そこで、本章において、設計部品リポジトリを利用したシステムの

応用について考える。ある実験ラボの実験管理に、設計部品リポジトリを利用したシステムを導入する。

#### 4.1 実験および実験管理環境

まず、実験および実験管理環境について説明する。実験現場の見取り図を図3に示す。まず、実験環境については、実験現場は真ん中に吹き抜けがある建物に存在する。実験者は、実験室にて実験を行い、居室にて実験結果等をまとめる。図3の矢印で示すように、実験者は居室と実験室を行き来する。次に、実験手順を図4に示す。実験工程は、サンプルの選択、実験工程①、実験工程②、実験工程③、品質検査および受渡しの6工程から成る。実験者は5名であり、1名がサンプルの選択および受渡しを担当する。この担当者は、実験を行うサンプルに実験IDおよび実験作業者を割り当てる。残りの4名については、各人が実験工程①～品質検査の4工程を担当する。各工程において、正常な実験結果を得られない場合がある。その場合は、正常な実験結果を得られない工程から再実験を行う。つまり、実験工程①で正常な実験結果を得られなかった場合は、実験工程①を再

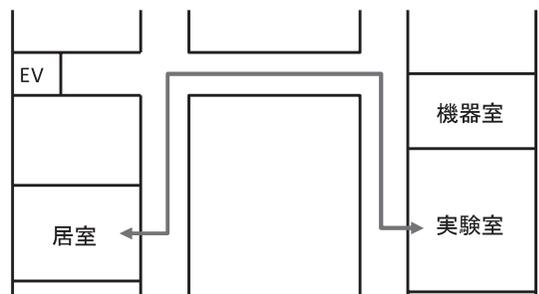


図3. 実験現場

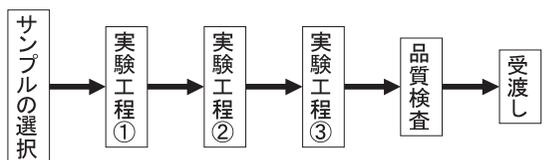


図4. 実験手順

実験する。この場合は、実験IDは変更せず、別に施工回数を設け、その数を増加させていく。次に、実験管理環境については、実験の割り当ておよび実験結果は、1つの表計算ファイル（以下、実験管理ファイル）を居室の共通PCで管理をしている。そして、各工程について、1つのシートを設けている。つまり、実験工程は6工程であるため、1つの実験管理ファイルに6つのシートが存在する。サンプルの選択が決定し、実験IDおよび実験作業者が決定すると、“サンプル選択”シートに実験IDおよび実験作業情報が記載される。各実験者は、居室の個人PCから共通PCの実験管理ファイルにアクセスし、担当分の箇所のみをプリントアウトし、その情報を基に実験を行う。実験室にはPCが設置されていないため、各実験者は実験結果をノート等に記載し、実験が終了すると、居室の個人PCから共通PCの実験管理ファイルにアクセスし、実験結果を記載する。先述したとおり、実験の各工程について1つのシートが設けられているため、実験者は実験IDおよび実験作業情報を“サンプル選択”シートから情報をコピーして、各シートにペーストをしている。したがって、ペーストする情報は4つのシートが対象となる。また、各実験者が実験結果を実験管理ファイルに記載するタイミングは、各工程後とは決まっていない。

#### 4.2 システム導入前の実験管理状況と課題

前節において、実験および実験管理環境について述べたが、下記する問題等が生じており、実験管理状況として最良ではないことがわかる。

- \* 実験管理ファイルに投入したデータが消滅または変わっている
- \* 実験管理ファイルに各実験工程の結果を投入しようとしても、実験IDが登録されていない
- \* 実験管理ファイルのアクセスは、複数の人が同時に行えない
- \* 実験管理ファイルの実験結果データの閲覧、

確認についても、他の人がファイルを開いているとアクセスできない

上述したように、実験管理ファイルには様々な問題が生じている。そこで、実験管理の課題を下記とした。

\* 実験管理ファイルデータのミスを軽減するシステムの構築

\* 使いやすいシステムの構築

これらの課題を克服するために、RDB（Relational Database）を導入し、このRDBに実験管理システムを構築することにした。また、各個人用のPC等から実験結果を投入、閲覧、確認できるように、システムをオンライン化した。そして、実験管理システムを構築するにあたり、設計部品リポジトリの概念を利用した。構築方法については、次節に述べる。

#### 4.3 設計部品リポジトリを利用した実験管理システムの構築

##### 4.3.1 機器類の設置

実験管理システムを構築する前に、実験管理システムを有効に稼働させるために機器類の設置を行う（図5）。まず、機器室にサーバを設置し、RDBを構築する。そして、このRDBに設計部品リポジトリを利用した実験管理システム（以下、新システム）を構築する。新システムの概要については、後述する。RDBを導入することにより、新システム導入前の実験管理状況において、実験管理ファイルに複数の人がアクセスできないといった問題を解消することが可能となる。また、実験室に実験者1人に1台のPCを新たに設置した。これにより、実験を行う実験ID等の情報をモニターで確認することが可能となり、実験結果についても実験室から投入することが可能となる。つまり、新システム導入前の実験管理状況において、実験IDの未登録は、実験する前に判明し、実験結果の投入をスムーズに行えるようになる。ただし、実験結果については、これまでどおり各実験者のノートにも記載する。これは、実験結果

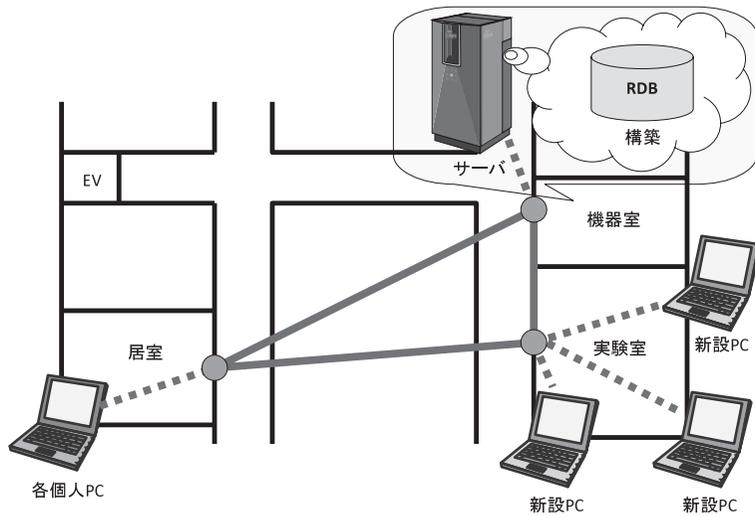


図5. 機器類の設置

を確認するためである。最後に、上述した全てのことを可能にするために、居室の個人用PC、実験室のPCおよびサーバをオンライン化した。ここで注意しなければならないことは、実験に関わる全てのデータは機密情報になるため、情報漏洩を防ぐために、セキュリティを強化した。

#### 4.3.2 新システムの構築

新システムは、機器室に設置したサーバ内に導入したRDBに構築する。新システム概念図を図6に示す。下記するように、設計部品は8項目とした。なお、括弧内の表記は、データベースにおけるインデックス名である。

- \* 実験ID (Ex\_ID)
- \* Sample ID (Sam\_ID)
- \* 担当者 (Ex)
- \* 施工回数 (n\_Ex)
- \* 実施日 (Date)
- \* 実験結果 (Res)
- \* 結果判定 (Dec)
- \* 受渡し (N\_st)

上述した設計部品において、実験ID (Ex\_ID)、Sample ID (Sam\_ID) および担当者 (Ex) については、再利用が可能な設計部品となる。また、

施工回数 (n\_Ex)、実施日 (Date)、実験結果 (Res)、結果判定 (Dec) および受渡し (N\_st) については、各工程により使用する設計部品となる。そして、これらの設計部品および設計部品利用情報を組み合わせた。つまり、各工程による5項目の設計部品については、設計部品利用情報のカテゴリ情報等で分類を行うことになる。この新システム構築により、図4におけるサンプル選択において、1人の実験者が実験を開始するサンプルを決定し、実験IDおよび担当者を登録すると、図7に示すように、図4における実験工程①～受渡しの各工程にこれらの情報が登録される。また、設計部品利用情報と組み合わせることにより、適材適所のアウトプットが可能となる。主なアウトプットは

下記する3項目となる。

- \* 工程別進捗状況
- \* 実験者別進捗状況
- \* 全工程進捗状況

これらのアウトプットは、この応用事例についてはモニタリングが主となる。図8に、各実験者別進捗状況の情報(図は実験者1の進捗状況)について示す。これらのアウトプットは、設計部品の

情報システム開発における標準化の発展（丸山）

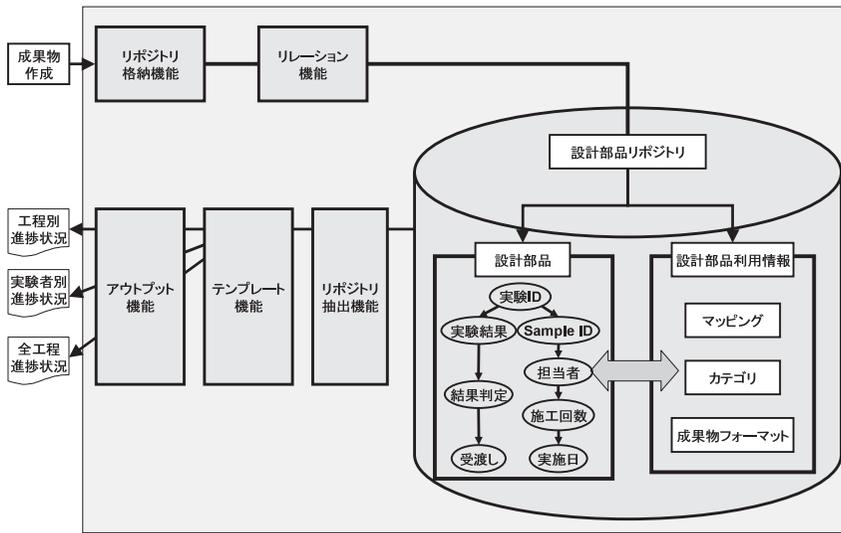


図6. 新システムの概念図

工程: サンプルの選択

No.	Sam_ID	Ex_ID	Ex
1	Sam0524	Sam0524aaa	Ex 5
2	Sam0524	Sam0524aba	Ex 2
3	Sam0524	Sam0524abb	Ex 1
4	Sam0726	Sam0726aba	Ex 3
5	Sam0726	sam0726abb	Ex 4



工程: 実験工程①～③

No.	Ex_ID	Sam_ID	n_Ex	Date	Res	Dec	N_st	Ex
1	Sam0524aaa	Sam0524						Ex 5
2	Sam0524aba	Sam0524						Ex 2
3	Sam0524abb	Sam0524						Ex 1
4	Sam0726aba	Sam0726						Ex 3
5	sam0726abb	Sam0726						Ex 4

工程: 品質検査

No.	Ex_ID	Sam_ID	Date	Dec	N_st	Ex
1	Sam0524aaa	Sam0524				Ex 5
2	Sam0524aba	Sam0524				Ex 2
3	Sam0524abb	Sam0524				Ex 1
4	Sam0726aba	Sam0726				Ex 3
5	sam0726abb	Sam0726				Ex 4

工程: 受渡し

No.	Ex_ID	Sam_ID	Date	N_st
1	Sam0524aaa	Sam0524		
2	Sam0524aba	Sam0524		
3	Sam0524abb	Sam0524		
4	Sam0726aba	Sam0726		
5	sam0726abb	Sam0726		

図7. 情報登録の例

必要な項目だけを抽出し、そして設計部品利用情報と組み合わせてアウトプットする。各進捗状況について説明する。工程別進捗状況については、実験者は実験結果等を投入する際に必要になる。また、実験管理者は、どの実験者がどの工程の実験を行っているかについて把握することができる。これにより、実験機器等の稼働状況も同時に把握することが可能となり、他の実験のスケジューリング等が可能になる。この工程別進捗状況については、特に各実験者が実験結果等を投入する際、他の実験者の情報が可視状態であると、他の実験者の実験結果投入欄に実験結果を投入する可能性がある。したがって、各実験者のIDを入力することにより、担当している実験IDのみを抽出する機能を備えている。実験者別進捗状況については、各実験者の全工程における進捗状況を把握することができる。図8に示したように、実験者1は、実験ID (Ex\_ID) Sam0524abbの実験が一通り終了していることが分かる。また、実験工程② (St2) で一度実験を失敗していること

も施工回数 (St2\_n) が2になっていることから分かる。さらに、この進捗状況より次の実験のスケジューリング等が可能となる。全工程進捗状況については、主として実験管理者が実験ID (Ex\_ID) の進捗状況を把握することができる。

#### 4.3.3 ユーザインタフェースの作成

前項において、新システムの説明をした。設計部品リポジトリを利用することにより、適材適所にアウトプットを行えることが分かった。しかし、データベースに不慣れであると、データの投入および閲覧は困難であることが考えられる。これでは、新システム導入する課題の1つである使いやすいシステムの構築が達成されない。そこで、誰もが使いやすいユーザインタフェースを作成した。ユーザインタフェースの種類は、大きく分けて2つである。1つは、実験者用のユーザインタフェースで、他方は実験管理者用のそれである。実験者用のユーザインタフェースは、さらに下記する4つの画面を作成した。

\*実験に使用するサンプル情報画面

実験者1: 実験工程①

No.	Ex_ID	Sam_ID	n_Ex	Date	Res	Dec	N_st	Ex
1	Sam0524abb	Sam0524	1	09/05/24	1	1	1	Ex 1

実験者1: 実験工程②

No.	Ex_ID	Sam_ID	n_Ex	Date	Res	Dec	N_st	Ex
1	Sam0524abb	Sam0524	1	09/05/26	1	0	0	Ex 1
2	Sam0524abb	Sam0524	2	09/05/28	1	1	1	Ex 1

実験者1: 実験工程③

No.	Ex_ID	Sam_ID	n_Ex	Date	Res	Dec	N_st	Ex
1	Sam0524abb	Sam0524	1	09/05/30	1	1	1	Ex 1

実験者1: 品質検査

No.	Ex_ID	Sam_ID	Date	Dec	N_st	Ex
1	Sam0524abb	Sam0524	09/06/02	1	1	Ex 1



実験者1: 進捗状況

No.	Ex_ID	Sam_ID	St1	St1_n	St2	St2_n	St3	St3_n	StCh	StCh_n	Ex
1	Sam0524abb	Sam0524	1	1	1	2	1	1	1	1	Ex 1

図8. 各実験者別進捗状況の情報

- \* 実験結果投入用画面
- \* 実験進行中の全工程進捗情報画面
- \* 実験履歴情報画面

実験に使用するサンプル情報画面、実験結果投入用画面および実験進行中の全工程進捗情報画面については、他の実験者の情報と混在すると入力ミス等が考えられるため、担当する分のみが表示されるようにしている。これは、新システムへログインすることにより、可能にしている。なお、新システムは、ユーザログインを必要とする。図9に実験結果投入用画面を示す。先述したとおり、新システムはユーザ認証を必ず必要とするため、実験結果を投入する際には、担当分の実験IDのみが表示される。図9において、No., 実験IDおよびSample IDは、すでに表示されおり、書き換えはシステム管理者のみが実行できる。実験者は、実験終了時に、施工回数および実験日についてはキーボードから文字入力を行う。実験結果、判定および次工程については、問題がなければそれぞれの欄をマウスでクリックする。問題が生じている場合は、空欄のままにする。そして、登録ボタンを押すことにより、データベースへ情報が登録される。判定の欄が空欄の場合は、再実験となるため、登録ボタンを押すと同時に、表の下にNo., 実験ID, Sample IDおよび施工回数が自動

的に入力する仕組みを作成した。なお、施工回数については、1つずつ加算させるような仕組みにしている。また、実験履歴情報画面については、担当した過去の実験情報、実験が終了している全ての実験情報を切り替えて閲覧することを可能にしている。なお、この実験履歴情報画面は、データの書き換えはシステム管理者のみが可能であり、実験者および実験管理者による、データの書き換えは行えない。実験管理者用のユーザインタフェースについても、下記する4つの画面を作成した。

- \* 各工程の実験進捗状況画面
- \* 各実験者の実験進捗状況画面
- \* 全工程進捗情報画面
- \* サンプル受渡し情報画面

実験管理者についても、情報漏洩を防ぐため、ユーザ認証を設けている。それぞれの画面は、主として実験の進捗状況を把握するためのものである。これらの画面は、実験者用の画面と似ている部分が多いため、それぞれの画面の説明については、省略する。以上が、新システムの概要である。

#### 4.4 新システム導入後の生産性、品質の向上

本節において、実験環境に新システムを導入し

実験結果を入力してください

Ex1でログインしています

No.	実験ID	Sample ID	施工回数	実験日	実験結果	判定	次工程
1	Sam0524abb	Sam0524	1	2009/05/24	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

図9. 実験結果投入用画面

たことによる効果について検討する。つまり、新システム導入前の課題を2点挙げたが、それらが改善されているかについて検証を行った。この課題を検証するにあたり、下記する2項目について新システム導入前後を比較した。

\*1ヶ月あたりの実験結果の平均入力ミス回数

\*1実験あたりの実験結果のデータ作成にかか  
る平均時間

上述した2項目については、実験工程①～受渡しの実験を行う4名の平均値を用いた。これらの結果を表1および2に示す。

表1. 1ヶ月あたりの実験結果の平均入力ミス  
(単位：回)

導入前	導入後
9.7	1.3

表2. 1実験あたりの実験結果データ作成時間  
(単位：分)

導入前	導入後
17.5	5.2

表1に示したように、4人の実験者について1ヶ月あたりの実験結果の平均入力ミス回数については、新システム導入前の9.7回から1.3回へと減少することができた。これは、新システム導入前の課題であった、「実験管理ファイルデータのミスを軽減するシステムの構築」を達成した傾向を示すものとなる。また、表2に示したように、4人の実験者について1実験あたりの実験結果データ平均作成時間については、新システム導入前の17.5分から5.2分にデータ作成時間を短縮することができた。これは、新システム導入前の課題であった「使いやすいシステムの構築」を達

成した傾向を示すものとなる。したがって、新システムを導入したことにより、実験管理状況の生産性、品質の向上が見られた傾向となった。

## 5. まとめ

本論文において、情報システム開発におけるテスト工程に着目し、成果物の生産性向上、品質向上を目的とする設計部品リポジトリを利用したシステム構築の提案を行った。そして、設計部品リポジトリを利用したシステムの応用例として、実験環境における実験管理システムの紹介をし、さらに、この実験管理システム導入後に実験管理の生産性および品質が向上した例を示した。

今後の課題については、設計部品リポジトリを利用したシステムを、色々な場面において利用、活用できるようにし、さらなる生産性、品質向上を目指す。

## 参考文献

- 青山幹雄, 中谷多哉子 (2003) 『ソフトウェアは開発の必須技術オブジェクト指向に強くなる』技術評論社
- 鯨坂恒夫 (2008) 『ソフトウェア工学入門』サイエンス社
- 大宮望, 大場允晶, 山本久志 (2006) 「工程間継承情報を利用した開発支援システムの構築—情報システム開発の場合—」日本設備管理学会誌
- 経営情報研究会 (2000) 『図解でわかるソフトウェア開発の全て』日本実業出版社
- 駒谷昇一, 鶴保征城 (2006) 『ずっと受けたかったソフトウェアエンジニアリングの授業2』翔泳社
- 清水吉男 (2007) 『テストの質を上げるための要求仕様書』JaSST'07 講演資料
- 野口祐 (1990) 『ソフトウェアの経営学』森山書店