

## システム開発に関する技術蓄積の一考察

糸井 裕 乾 成里 武内 惇 藤本 洋

日本大学工学部

ソフトウェアの開発や管理を支援する技法やツールの開発が進み、実務への適用が図られているが、特に上流工程を対象とするものの中には、効果的に使用されないため、当初期待された効果を上げられないものも多い。本論文では、シュレイアー・メラー法(S/M法)熟練者と初心者が、別々にS/M法を用いて実際のシステムを開発し、システム分析工程で発見された両者の差異を分析し、S/M法を効果的に適用するために解決すべき課題を明らかにした。更に課題解決のための組織学習法を提案する。

### A Consideration of Organizational Learning method for Software System Development

Hiroshi Itoi Shigeri Inui Atsushi Takeuchi Hiroshi Fujimoto  
College of Engineering, Nihon University

Recently, tools and technologies for software development and its process management are available to use widely. However, there are a lot of tools and technologies which cannot produce expected results, especially they are used in upstream of development process. After all there have been some problems to solve before to use Shlaer-Mellor Method effectively. So we developed a car navigation system to actualize those problems. This system is developed by two teams. First team members are expert of Shlaer-Mellor Method. Second ones are beginners. And we could find out some problems according to analysis the difference of the design outputs and design process between two teams. So we present the problems that we found, and propose some ways to solve them using organizational learning.

#### 1. はじめに

オブジェクト指向分析によるソフトウェアの開発や管理を支援する技法やツールの開発が進み、実務への適用が図られているが、特に上流工程を

対象とするものの中には、効果的に使用されないため、当初期待された効果を上げられないものも多い。原因として、以下のことが考えられる。

①システム分析作業の対象となるシステムの機

能が高度化されている

- ②創造的作業修得は困難である
- ③使用者が技法やツールを使用する時、参考にするマニュアルの整備が遅れていたり、適用事例の発表が少ない

これらの問題を解決するためには、効果的な利用技術の抽出、蓄積、技術再利用を行う仕組みの実現、すなわち「組織学習」が重要な課題である。開発環境における組織学習は、

- ①経験技術の抽出
- ②経験技術の蓄積、適用（ベストプラクティス Ⅳ）
- ③ディスカッションの場の提供

を可能にする仕組みである。組織学習により、構成員全員の技術力向上を図ることを目的とする。

我々は

- ①経験技術抽出サイクル
- ②組織学習システム（分析支援）
- ③組織学習システム（学習支援）

により、組織学習の仕組みを実現する。

本論文では、オブジェクト指向分析法の一つである、シュレリアー・メラー法（以下S/M法）を対象として、組織学習の仕組みの実現法を提案する。

## 2. 経験技術抽出サイクル

### 2.1 分析作業思考モデル

人は対象物や事象の「望ましい姿（モデル）」を有しており、モデルと現実の姿との比較結果を基に対象物や事象を認識し、それ等に関する動作や操作を決定し、実行すると考える。ソフトウェアの開発に当たっても、良いモデルを有している人はうまくソフトウェアを実現することが出来ると考える。

図1は、分析作業者の思考をモデル化したものである。同図（a）は、熟練者の場合であり、作業手順毎に入力に応じて、予め獲得している技術の中から必要な技術を適宜結合して、所用の出力を生成している。したがって、熟練者は、必要とする技術項目を取捨選択する技術も併せ持ってい

ることになる。同図（b）に示す初心者の場合には、適用すべき技術項目を選択する技術が不十分なに加えて、選択対象となるべき獲得している技術項目そのものも不足している。したがって、作業手順の出力として得られる両者の分析結果は、当然異なるものとなる。一方、差異要因分析者が観察可能なのは、作業手順への入力と出力のみであり、思考モデル自体は不可視（ブラックボックス）である。ブラックボックスを構成する各技術項目と所用の技術項目を選択する技術（選択基準）、さらに、技術の適用効果の良否を評価するため、完成基準が明らかにされなければならない。

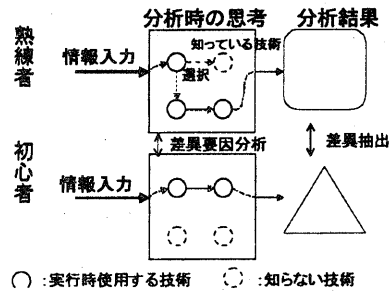


図1 分析作業思考モデル

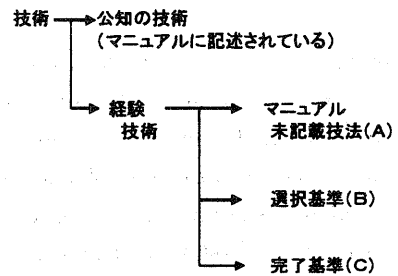


図2 技術分類

## 2.2 技術分類

分析作業に必要な技術を分類すると図2となる。

- ①公知の技術：マニュアルに記述されている、初心者も修得可能技術
- ②経験技術：マニュアルに記述されていない、あるいは、システム開発経験から無意識のうちに身に付けている技術

経験技術は、以下の3つに細分化できる。

- ・マニュアル未記載技法：マニュアル記載漏れ、内容伝達に課題の残るもの
- ・選択基準：複数ある技法の中から、適切な技法を選択する基準
- ・完了基準：どのレベルまで技法を適用するかの基準

## 2.3 経験技術抽出サイクルの流れ

経験技術を明らかにするため、図3に示す経験技術抽出サイクルを提案する。同サイクルにおいては、熟練者と初心者が同一作業を実施し両者の分析結果を比較しながらサイクルを進める。

経験技術抽出サイクルは分析工程の上流から順に、①ドメインチャート、②サブシステム、③情報モデル、④通信モデル、⑤状態モデル、⑥プロセスモデル、である。

### 2.3.1 差異抽出

熟練者と初心者が同一工程の作業を実施し得られた成果物を比較し、その全ての差異を抽出する。

### 2.3.2 差異要因分析

熟練者と初心者の成果物を作成した時の設計判断の優先事項（作成意図）を明らかにする。そのため、前工程で作成した成果物の記述のどこを、どのように解釈し、優先事項を決定したかを明らかにする。

次に、作成意図に注目しながら、差異の生じた要因を抽出する。特に

- ①作業に不足した視点
- ②作業に対する誤解
- ③不足知識

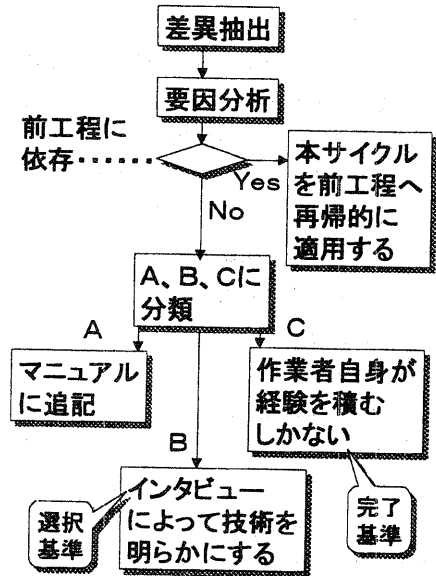


図3 経験技術抽出サイクル

について要因を導く。

最後に、差異を埋めるための解決策を作成する。

各要因毎に差異を解決するために、何を行うべきであったか、検討すべき項目を抽出する。それらの項目に対し、作業注意点（何を行えば、差異を生じさせない）を作成する。これを抽出された要因全てが解決できるまで行う。

### 2.3.3 前工程依存検討

前工程における差異要因分析において、差異が抽出されない場合でも、次工程において初心者が前工程の成果物を使用する際、解釈の誤り等によって、得られる成果物に差異が生じる場合がある。この場合、前工程に遡って、解釈の相違を明らかにする必要がある。

### 2.3.4 マニュアル追記

差異分析者が抽出した技法に関する説明をマニュアルに追記する。

### 2.3.5 インタビュー

インタビューの目的は、何を考えその技法を使用することにしたかの判断基準と完了基準を明確にすることである。差異分析者は、以下の項目に着目してインタビューを実施する。

- ・完了基準：何をもって完了とするか
- ・判断する視点の確認
- ・他にどんな方法を考えたか
- ・なぜそれを使わなかったか
- ・処理速度について
- ・移植性について
- ・機能変更容易性について
- ・等

以上により、技法の選択基準を抽出したことになる。さらに、作成意図に従って成果物を作成する時に、使用した技法と作業を完了する基準を明らかにする。以上により、マニュアル未記載技法と完了基準を抽出したことになる。

## 3. 経験技術抽出

### 3.1 適用対象

#### (1) 被験者と差異分析者

初心者とは、小さなプログラム経験は有するもののオブジェクト分析の経験のない者である。オブジェクト指向技術に関しては文献[2][3][4]を座学学習した。熟練者とは、S/M法によるシステム開発に数年携わっている者である。差異分析者とは、S/M法によるシステム開発経験を有する者である。

#### (2) システム概要

カーナビゲーションシステムと暖房システムを適用事例とした。カーナビゲーションシステムの主な機能は現在位置を画面を通して地図上に表示することである。暖房システムの主な機能として部屋へ温度設定湿度設定を行い、暖房運転中に設定温度と実際の部屋の温度との関係を制御する事である。

カーナビゲーションシステム及び、暖房システムの分析作業時間を表1に、ドメインチャートを図4、図5に、また、システムの規模を表す事と

しドメイン数、オブジェクト数を表2に示す。

表1 作業時間

工程	カーナビ	暖房システム
ドメインチャート	17日間	18日間
サブシステム	2日間	2日間
情報モデル	45日間	32日間
状態モデル	5日間	6日間
通信モデル	7日間	10日間
プロセスモデル	10日間	7日間

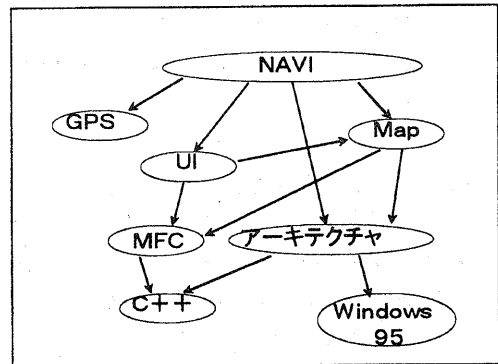


図4 カーナビドメインチャート

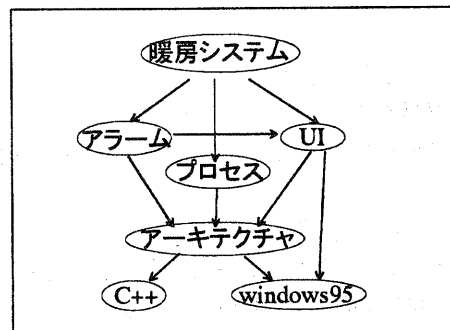


図5 暖房システムドメインチャート

表2 システム比較

システム	ドメイン	オブジェクト
カーナビゲーション	8	26
暖房システム	6	25

### 3. 2 経験技術抽出サイクル

熟練者と初心者による、カーナビゲーションシステムと暖房システムの分析結果では、表3に示すように、43個と28個の差異であった。

表3 差異数

工程	カーナビ	暖房システム
・ドメインチャート	20個	13個
・情報モデル	15個	12個
・通信モデル	4個	2個
・状態モデル	2個	1個

### 3. 3 経験技術抽出結果

カーナビゲーションシステムの分析結果で明らかになった情報モデルにおける差異の一例を元に経験技術抽出サイクルの適用法を示す。

#### 3. 3. 1 差異抽出

図6は、カーナビゲーションシステムに、43個存在した差異の一つである。初心者の作成したオブジェクトには、熟練者の作成したオブジェクトには含まれていない属性が数多く含まれている。

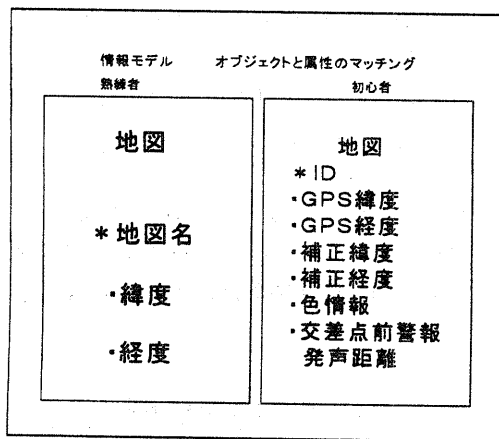


図6 差異事例

#### 3. 3. 2 差異要因分析

上記の差異事例を参照しながら、差異要因分析を行う。

#### (1) 作成意図

<初心者>

1. 初心者は現在位置が地図上に表示される事から、地図属性にGPS関連の緯度、経度、補正する緯度、経度を入れた
2. 初心者は位置を表示する事を地図の役割と考え位置情報（緯度、経度、表示色）を地図属性とした
3. 初心者は地図が現在位置と交差点との間の距離を計算するとして、発声距離属性を持たせた  
(発声距離:現在位置と交差点間の距離が、発声距離として設定された値以下になると「交差点前です」とアナウンスされる)

<熟練者>

1. 熟練者は、地図オブジェクトの再利用性を実現するため、地図オブジェクトに地図の本質的な属性のみを入れた

#### (2) 要因

1. 地図オブジェクトと位置オブジェクトの区別が出来ていない
2. 各オブジェクトの役割を明確にしていない
3. 属性の中で固定値となるものを区別していない

#### (3) 解決策

1. オブジェクト再利用の視点からの作業において、オブジェクトの属性に、他オブジェクトの単語を使用していないか確認する(技法)
2. 他オブジェクトのデータを持ってはならない、というオブジェクト指向の原則から、オブジェクトの持つ処理(メソッド)と、必要なデータを確認する(技法)
3. 仕様変更に対するオブジェクトの変更容易性を実現するため、属性の固定値は、仕様オブジェクトとして、独立させる(技法)

### 3.3.3 前工程への依存検討

これらは情報モデル上の差異であるので、ドメインチャート作成工程に差異要因が存在するか否かを検討する。この例では(2)の要因の検討結果から1, 2が前工程に差異要因が存在することが分かる。したがって、3が経験技術であることが分かる。この経験技術は図4のAに割り当てられ、マニュアル追記することになる。図4のB, Cは本事例からは抽出されなかった。

### 3.4 経験技術抽出結果

カーナビゲーションシステムの分析を行った後、経験技術抽出を行った。その後、得られた経験技術を活用して暖房システムの分析を行った。差異を抽出した結果を図7に示す。ここで、

- ①カーナビゲーションシステム分析時に発生した差異数
- ②暖房システム分析時に発生した差異数
- ③カーナビゲーションシステム分析時に抽出された差異で、対策案を作業手順書に組み込んだが、類似の差異が発生した数である。

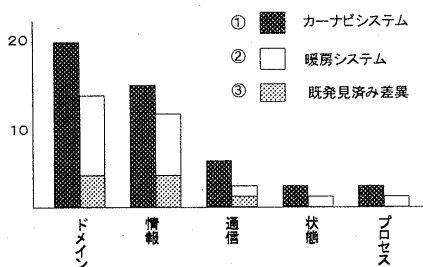


図7 差異結果

以上の結果より、以下のことを明らかにした。

- A: 差異数が減少しており、数多くのシステムを分析し、技術抽出することで、差異数を低減できる。
- B: カーナビゲーションシステム分析後に抽出した経験技術が暖房システム分析結果から抽出されており、技術の伝達に課題がある

ことが分かる

C: システム分野が異なる時、新たな経験技術が必要となる

これらにより、経験技術抽出サイクルの有効性を明らかになった。「発見済み差異」が別システムで生じないように、作業手順書内での表現方法が重要である。

## 4. 組織学習支援システム

### 4.1 作業手順書によるシステム分析

システム分析作業を最も詳細化した手順毎に行うために作業手順書は、工程、作業、手順の3段階に詳細化し、手順毎に構成されている。また、手順を行うための情報も必要であるため、手順書では以下に示す7種類の情報を提供する。

- ・入力: 手順に必要なドキュメント類を表現
- ・出力: 手順結果の作成ドキュメント類を表現
- ・出力ドキュメント: 作成ドキュメント類データベース
- ・考慮点: 手順を行う上での視点を表現
- ・適用者クラス: 分析者のレベル毎に手順項目の必要度を表現
- ・作業事例集: 難解な手順について事例を提
- ・専門用語集: 専門用語の意味を提供

作業手順書は、作業事例集、専門用語集とリンクされており、表4に示す3つの要素により構成されている。作業手順書は図8に示すように使用する。

表4 作業手順書構成要素

項目	内容
工程	分析モデルの単位
作業	1人の分析者の作業進捗を管理する単位
手順	作業を行うための詳細な活動単位

表4 各項目の総手順数

工程	作業数	手順数
ドメインモデル	7	22
サブシステムモデル	7	37
情報モデル	4	41
通信モデル	4	13
状態モデル	9	25
プロセスモデル	6	22
合計	37	160

作業手順書を構成する各工程の工程作業数、手順数は表1に示す。

経験技術抽出サイクルで得られる技術項目は、考慮点表に格納され、図9に示す組織学習システム（分析支援）により活用される。

#### 4.2 学習支援

本システム（図9）は、以下に示す学習支援機

能を有するので組織学習に適している。

##### (1) 経験技術登録機能

あらゆる分野で発見される技術に関して登録を行い、技術蓄積を行う。

##### (2) 問題点登録機能

疑問について登録することにより、それに関する技術が登録されたら疑問登録者に通知する。

急を要する際、過去の技術登録者ログから、問題について誰が一番解答に適しているか選択し、選ばれた人に質問が転送される。

## 作業手順構成図

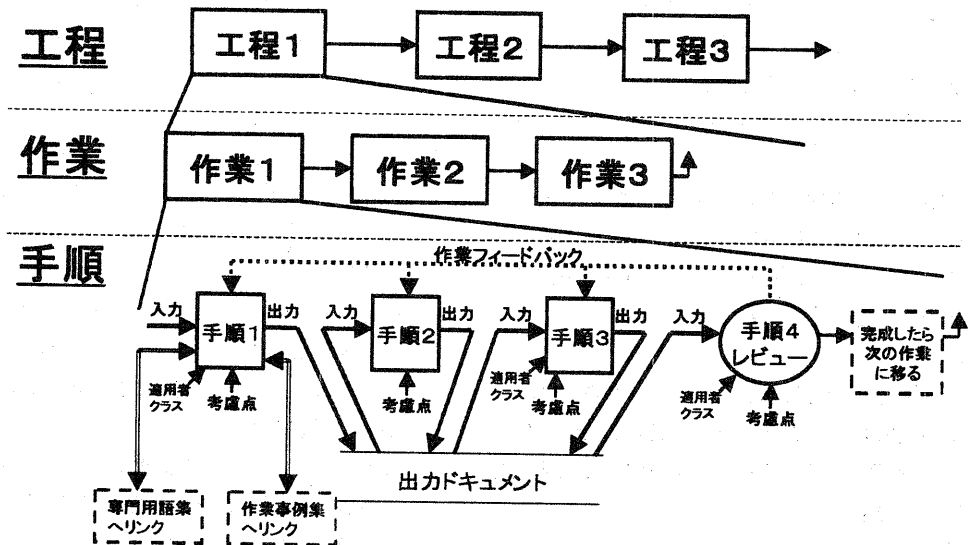


図8 作業手順書構成図

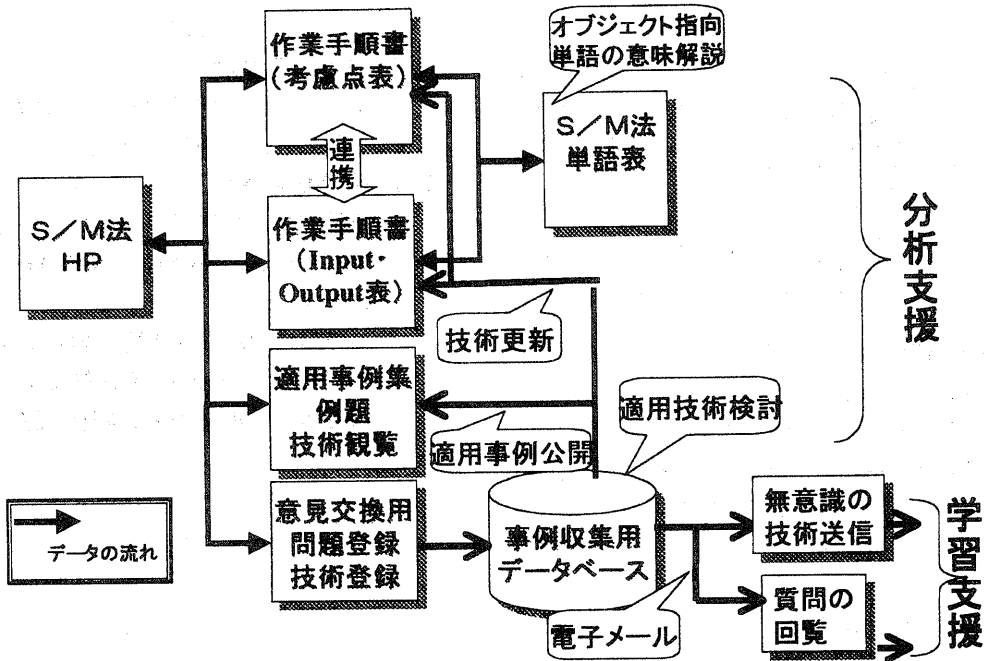


図9 組織学習システム概要図

5. おわりに

熟練者と初心者による同一システムの分析結果から差異を抽出し、経験技術抽出サイクルにより経験技術を得る方法を提案した。この「経験技術抽出プロセス」により経験技術を抽出し、WWW化したところ、誰もが使えるこの方式の良さが確認できた。

今後は、更に他システムへこの経験技術サイクルを適用して差異を分析し作業マニュアルを充実させると共に、経験技術伝達方法（分析支援機能）の改善を図る予定である。

謝辞

本研究を進めるに当たり、適用事例等についての検討並びに討論を願った、株式会社東陽テクニカの二上貴夫課長、奥村幸年氏、熊野真紀氏に感謝致します。

参考文献

1)大場：“学習する組織”、情報処理38巻5号  
1997年5月 P.421

2)落水、東田：“オブジェクトモデリング”、ジャストシステム（1995）  
3)S.Shlaer,S.J.Mellor：“オブジェクト指向システム分析”、近代科学社（1995）  
4) S.Shlaer,S.J.Mellor：“続・オブジェクト指向システム分析”、近代科学社（1995）  
5)面谷,乾,武内,藤本：“リアルタイム処理システム向けのオブジェクト指向分析導入に関する一考察”、第54回情処全大、4U-11（1997）  
6)系井,乾,武内,藤本：“カーナビゲーションシステム開発へのシュレリアー・メラー法の適用に関する一考察”、第54回情処全大、4U-12（1997）  
7)鈴木,乾,武内,藤本：“シュレリアー・メラー法修得・支援システムの提案”、第55回情処全大、2K-08（1998）