

## 移植プロセスのモデル化と評価

栄 光宏      福田 由紀雄      津田 淳一郎

株式会社東芝 システム・ソフトウェア技術研究所

ソフトウェアの移植プロセスをモデル化し、この移植プロセス・モデルを実際の移植作業に適用した結果を生産性の視点から評価した。移植プロセスのモデル化にあたっては、移植作業をソフトウェア開発作業の一形態としてとらえるとともに、移植時の作業条件に応じて、移植プロセス・モデルをカスタマイズした。移植時の条件を考慮して移植プロセス・モデルをカスタマイズした時の効果の事例としてカスタマイズ前の移植プロセス・モデルを適用した場合と比べて期間面で約13%、工数面で約38%の削減が見込まれることがわかった。

## EVALUATION OF THE CUSTOMIZED SOFTWARE PROCESS MODEL FOR PORTING

Mitsuhiro Sakae    Yukio Fukuda    Jun-ichiro Tsuda

SYSTEMS AND SOFTWARE ENGINEERING LABORATORY  
TOSHIBA CORPORATION

70, Yanagi-cho, Saiwai-ku, Kawasaki, Kanagawa, 210, Japan

We proposed the software process model for porting and evaluated our process model through actual porting projects. When we applied our basic process model, we customized our basic process model in order to fit our basic model in porting conditions.

We found that the effects of the customized process model were development period 13% off and development man-hour 38% off.

## 1. はじめに

### 1. 1 問題点

ソフトウェア開発業務における移植作業の占める割合は、以下の理由により年々増加する傾向にある。

- ①ハードウェアのライフサイクルの短命化
- ②ハードウェアの多種多様化
- ③定期的なOSのバージョンアップ

また、移植作業では十分な準備もなしに、場当りのに端末に向かってコンパイル、デバッグ等の作業を繰り返して、結果として予想以上の工数と期間を浪費することが少なくない。このような作業形態ではソフトウェア作成の視点から見て、次のような問題点が生じる。

- ①移植したソフトウェアの均一な品質保証がむずかしい。
- ②移植に関するノウハウが蓄積しづらい。
- ③作業効率が低下する。(共通原因で発生した問題点に対する繰り返し対応)
- ④移植作業の進捗状況などが把握しづらい。

従って、移植作業に関してもソフトウェア工学的なアプローチが今後重要性を増すものと考えられる。しかし、現状として、移植作業に対するソフトウェア工学的なアプローチは保守作業の一形態としてあつかわれているものはあるが、<sup>[1]</sup> 純粋に移植について述べているものは数少ない。

### 1. 2 動機

ソフトウェア開発における移植は、以下の条件を満たすものと定義する。

- ①正常に動作する移植元が必ず存在する。
- ②移植担当者は、移植元のプログラムの作成者でなくてもよい。(第三者が移植することを原則とする)
- ③仕様は変えないことを原則とする。

我々は移植作業について、以下のねらいで移植プロセスをモデル化した。

- ①移植作業の生産性向上
- ②移植作業における管理対象の明確化
- ③移植技術のノウハウ蓄積

本論文では移植プロセス・モデルを説明し実際の移植作業に適用した場合の生産性の面の評価について述べる。

## 2 移植プロセス・モデル

### 2. 1 モデルの概要

我々は、移植の方法論としての基本的な移植プロセス・モデルを提案した。<sup>[2]</sup>

このモデルの特徴は次の通りである。

- ①形式的な移植に徹する。(即ち、ソース・リストの中身は解読しない)
- ②準備作業を重視する。(例えばデバッグ・ツール等の習得や移植対象ソフト関連のドキュメント類の整備等)

図1に基本的な移植プロセス・モデルを示す。

本モデルは4つのフェーズと15のプロセスから構成される。

#### (a) 方針決定

このフェーズでは移植のためのプロジェクトを編成し、移植するに際しての移植形態、移植の範囲等を明確にし、最終的にどのような形に移植するのかの方針を立てる。ソフトウェア自体の概要と、移植環境をドキュメント・レベルで把握、調査した後で移植方針、工数見積を行う。移植環境の調査は図2に示す項目に対して実施する。

このフェーズの主要アウトプットは以下の通りである。

- ・プロジェクト組織図
- ・メンバーの役割分担
- ・移植環境調査書
- ・移植スケジュール

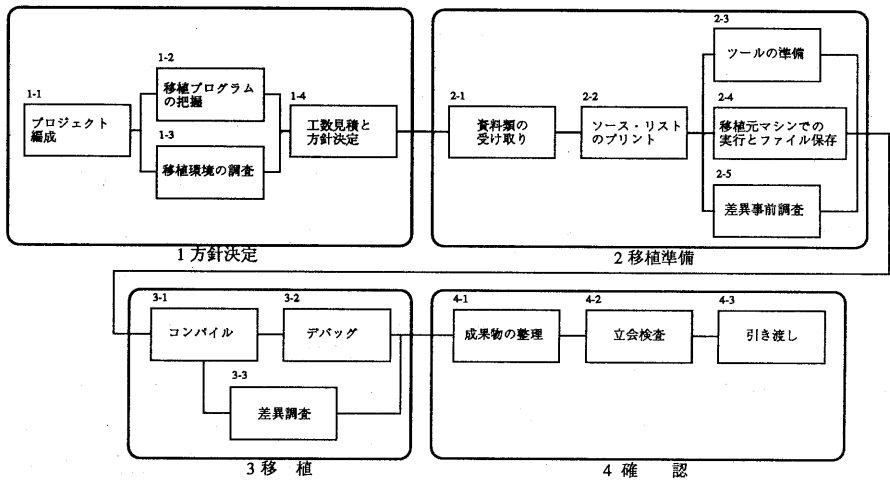


図1 基本移植プロセス・モデル

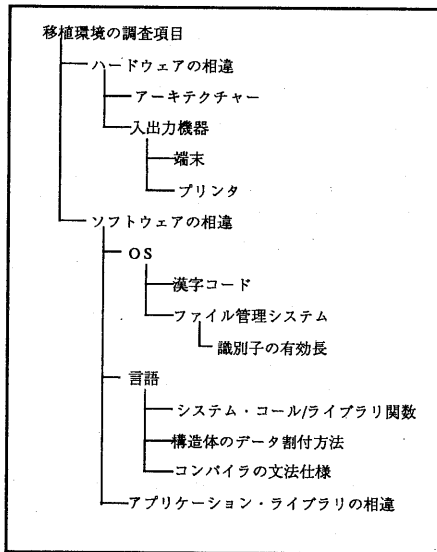


図2 移植環境の調査項目

この方針決定フェーズは移植を成功させるため極めて重要なフェーズである。

(b) 移植準備

このフェーズでは移植が決まったソフトウェアに対して十分な資料の整備を行う。また、必要な場合移植を支援するツールを準備、もしくは作成する。最後に差異の事前調査として、マニュアル、文献等を元にソース・リスト上で差異として表面化しそうな部分を調

べる。

このフェーズの主要アウトプットは、以下の通りである。

- ・移植対象のソース・リスト
- ・移植元マシンでの実行結果
- ・移植ツール説明書
- ・受領資料リスト

(c) 移植作業

このフェーズで実際の移植作業を行う。移植作業に際してはまず基準となるものを確認し、これとどこが異なるか注意深く見極めながら一步一步ステップを追って進めていく。移植準備時点で発見した問題点は事前にソース・リストに反映させた時点で初めてコンパイラに通しコンパイル・エラーの除去、リンカに通してリンク・エラーの除去、実行させて起こる動作時のエラー除去の手順で作業をすすめる。これは通常のデバッグ作業とさして変わりはないが移植作業者がコーディング内容を理解していない点、元のマシンでは動作している点異なる。本作業で注意しなければならないことは、元のプログラムに存在していたバグが発見されることである。この場合の対処は移植を依頼する側と事前に取決めておく必要がある。

このフェーズの主要アウトプットは以下の通りである。

- ・移植マシン用ソース・リスト
- ・移植マシンでの実行プログラム
- ・検査成績書
- ・移植上の問題点リスト
- ・移植環境調査書
- ・移植スケジュール

#### (d) 確認

移植作業が正常に終了したことを確認する。このフェーズで重要なことは、元のマシンで同じオペレーションを行うと同一の結果が得られるか必ず確認することが重要である。

このフェーズの主要アウトプットは、以下の通りである。

- ・移植完了報告書
- ・立会検査記録

### 2. 2 移植プロセス・モデルの効果

移植プロセス・モデルを適用した効果の一事例として約3万ステップのプログラムを1人で移植した時、移植プロセス・モデルを適用した場合約3ヵ月、移植プロセス・モデルを適用せずに場当りの作業を実施した場合約8ヵ月という結果を得ている。

## 3 適用対象と適用上の問題点

### 3. 1 適用対象

移植対象として当社のソフトウェアの工業化を目指したソフトウェア生産一貫支援システムIMAP<sup>[3][4]</sup> (Integrated software Management and Production system)のサブシステムであるソフトウェア生産一貫データベース・システムDMS(integrated Database Management for Software products)、ソフトウェア開発管理用ツール群SPCS<sup>[5]</sup> (Software Production Control System)の移植作業に適用した。

移植概要を図3に示す。

移植元	
開発期間	:約一年半
開発工数	:約60人月
記述言語	:C言語
ステップ数	:約70,000ステップ
OS	:UNIX*
使用ライブラリ	:図形処理用ライブラリ ファイル管理用ライブラリ 通信用ライブラリ
移植先	
OS	:UNIXライク
* UNIXはAT&Tが開発し、ライセンスしているオペレーティングシステムです。	

図3 移植概要

### 3. 2 移植特性

今回の移植作業の特性は次の通りである。

- ①移植元のソフトウェアを開発した担当者が移植作業を実施する。
- ②移植作業を複数人で実施する。
- ③移植先のマシンが新機種であったため、このマシンでの開発経験は皆無である。

### 3. 3 適用上の問題点

前項で述べた特性をもつ移植に、基本移植プロセス・モデルの適用した場合に、次のような問題点が予想された。

- ①移植マシンが新機種のため移植方針を決定するために十分な情報が方針決定フェーズで得られていない可能性があり、このような情報が移植フェーズで発見されたとしても作業に混乱を招く危険性がある。
- ②複数人で中規模のソフトウェアを移植する際、コミュニケーションをうまくとらないと重複した作業を実施する可能性があり、作業効率が低くなる危険性がある。

### 3. 4 カスタマイズ版移植プロセス・モデル

移植対象ソフトウェアと移植環境の特性を考慮して前項3. 3での問題点を解決するために移植プロセス・モデルを図3に示すように修正した。この移植プロセスの特長は以下の通りである。

(1) スモール・サンプルでの移植作業フェーズの追加

移植対象ソフトウェア全体の移植を実施する前にスモール・サンプルを選択し事前に移植を行い、必要ならば移植方針を見直すフェーズを追加した。

スモール・サンプルの対象を決定する際、次の2つの決定方法が考えられる。

① プログラムが比較的簡単なものを選択する

この選択は何よりもまず移植先で動作させることを目的としている。これは、開発者と移植作業者が異なる場合等に有効でこれにより、移植作業者が移植作業に対し精神的安心感が持てる。

② ソフトウェアの核となる部分を選択する

この場合は移植に際してシステムの共通な差異事項をできるだけ多く発見することを目的としている。

今回の移植では次の理由により②を重視した移植対象を選択した。

① 移植環境に対するリスクの回避

今回の移植では移植マシンが新機種であるため、移植先マシン上での開発経験がない。従って移植準備フェーズで実施する差異事前調査だけでは移植方針を決定するために十分な情報が得られない可能性が高い。マシン上の動作確認で発生する差異事項を早期に発見しないと、重大な差異事項がマシン上でのデバッグ時に集中して発生する危険性が高い。その危険性を低くするために移植対象の機能の中で代表的な機能をスモール・サンプルとして選択し、ひと通りの移植を実施する。そして、その結果必要ならば移植方針を見直すようにする。

② 移植の差異による問題点の共通化

中規模のソフトウェアの移植であるため、事前に代表的な機能の一部分を移植することで、マニュアル等で発見できなかった差異事項を発見し、その他の部分の移植作業に反映させることにより差異事項についての発見/原因調査/対処の重複

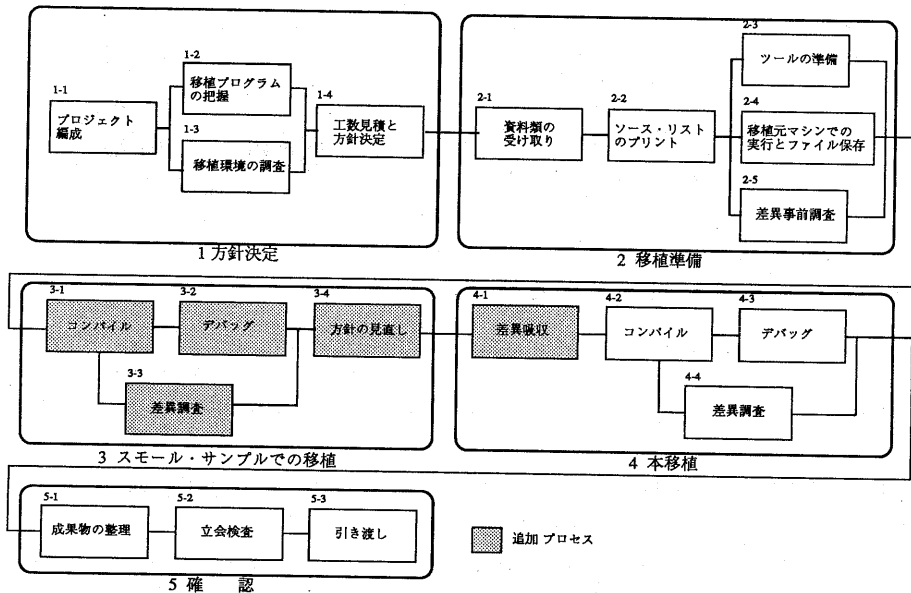


図4 カスタマイズ版移植プロセス・モデル

作業を回避する。

③移植担当者間での情報交換不足による移植効率の低下防止

中規模以上のソフトウェア移植では移植に従事する作業者が多くなるために、移植作業中に移植作業者の一人がシステムの差異を発見しても、別の移植作業者に伝達できず重複した作業を実施する可能性が高い。

このフェーズでのアウトプットは基本移植プロセス・モデルの植作業フェーズと同様である。

#### (2) 「差異事項の吸収プロセス」の追加

本移植フェーズの前にスモール・サンプルでの移植フェーズを導入したので本移植フェーズで最初を実施する作業として、スモール・サンプルによる移植フェーズで発見した差異事項の吸収するプロセスを追加した。

### 4 適用結果

カスタマイズ版移植プロセス・モデルの適用結果を表1にまた、基本移植プロセス・モデルの適用結果(算出値)を表2に示す。表2の値は、表1での結果から次の仮定に基づいて算出した。

カスタマイズ版移植プロセス・モデル内のスモール・サンプルでの移植フェーズで発見された差異事項は、基本移植プロセス・モデルを適用した場合には、移植フェーズで発見されるものと仮定した。また、移植フェーズの差異一件あたりにかかる工数は、どちらの移植プロセス・モデルを適用しても同一であると仮定した。

#### 4.1 期間

移植期間の比較結果を図5に示す。

カスタマイズ版移植プロセス・モデルを適用した結果、基本移植プロセス・モデルと比較し、約13%(69日→60日)が削減されるという結果が得られた。

表1 カスタマイズ版移植プロセス・モデルの適用結果

フェーズ	データ	作業人数 (人)	作業期間 (日)	工数 (人日)	差異発見数 (件)	差異一件あたりの 工数(人日/件)
方針決定/ 移植準備		2	15	30	6	5.0
スモール・サンプル での移植		3	28	84	15	5.6
本移植		6	17	102	7	14.6
計		60	216	216	28	7.7

表2 基本移植プロセス・モデルの適用結果(算出値)

フェーズ	データ	作業人数 (人)	作業期間 (日)	工数 (人日)	差異発見数 (件)	差異一件あたりの 工数(人日/件)
方針決定/ 移植準備		2	15	30	6	5.0
移植		6	54	321	22	14.6
計		69	351	351	28	12.5

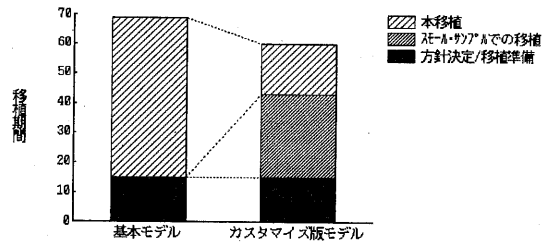


図5 移植期間の比較

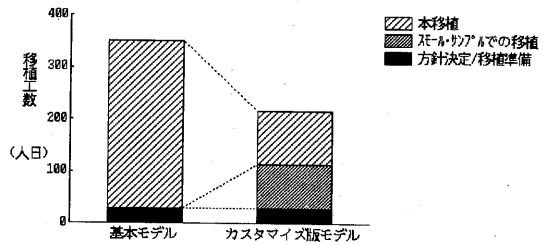


図6 工数の比較

#### 4.2 工数

工数の比較結果を図6に示す。

この比較結果からは約38%(351人日→216人日)が削減されるという結果が得られた。

#### 4.3 フェーズ別差異事項件数発見比率

カスタマイズ版移植プロセス・モデルを適用した結果、発見された全体の差異件数のうち75%が本移植フェーズに入る前に発見できた。(図7参照)

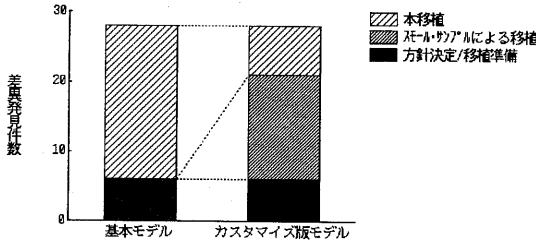


図7 差異発見フェーズの比較

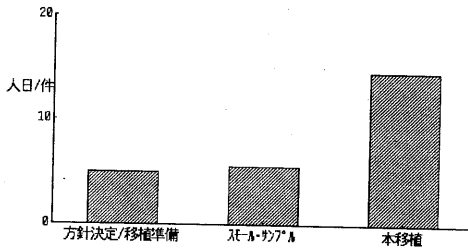


図8 フェーズ毎差異一件当りの工数

#### 4.4 フェーズ毎の差異事項の発見能率

カスタマイズ版移植プロセス・モデルを適用した結果、各フェーズの差異一件当たりにかかった工数を図8に示す。方針決定/移植準備フェーズで5.0人日、スモール・サンプルでの移植フェーズで5.6人日、本移植で14.6人日の能率であった。

#### 4.5 考察

今回の移植作業で、スモール・サンプルでの移植フェーズの移植作業は少数精鋭主義で実施したため、本移植と比較して差異一件当たりの工数は約38%（14.6人日→5.6人日）で実施できた。これに加え、このスモール・サンプルで選定したプログラム中に全差異数の約半分（58%）の差異事項が潜んでいたので本移植での工数は大幅に削減できたと考える。

期間については工数ほど大きな効果は得られなかったが短縮されることがわかった。より期間を短くする方法として本移植での移植要員を追加することが考えられるが移植作業に関しては差異事項が発見/対処されたときの他のメンバーへの通知等のコミュニケーションが新規開発以上に重要である。ただし、今回の結

果には、このコミュニケーションの効果が含まれているが、もし、コミュニケーションを行わなかった場合にどの程度の効率低下が見られるかについては計測できなかった。

## 5 今後の方針

今後、今回の結果により次のような項目に関して検討を実施していく方針である。

### (1) 移植作業の効率化のために

#### ①基本的移植プロセス・モデルの検討

今回作成した移植プロセス・モデルは今後の移植作業の適用によってブラッシュ・アップしていく。

#### ②移植プロセス・モデルのカスタマイズ支援技術

移植プロセス・モデルをモディファイする要因を明確にし、移植作業の形態により移植プロセス・モデルをカスタマイズするための支援技術を検討する。

#### ③移植性の良いソフトウェアの作成技術

移植作業の効率化を行なう他の方法として移植性の良いソフトウェアを作成することがある。移植性に関しては保守性に含まれると考えられる。一般に保守性とはテスト容易性、理解性、更新性があげられるが具体的にその性質を測る方法は確立されていない。今後この計測方法を検討し新規開発時点から保守性、即ち移植性を確保する技術を確立する。

### (2) 移植作業の管理のために

移植プロセス・モデルをベースとして移植作業内容の把握や見積り技術等を確立していく。

## 6 終わりに

今回、移植プロセス・モデルを作成し、実際の移植作業の効率面から評価した。

この結果移植プロセス・モデルに従ったソフトウェア移植作業は効率的に実施できることが分った。

<参考文献>

- [1] 宮本：ソフトウェア保守の管理，TBS 出版会  
(1984)
- [2] 津田，他：ソフトウェア移植の方法論，情報処理  
学会第34回全国大会予稿集，pp.1151-1152 (1987)
- [3] 大筆，他：I M A P システム (1)～(10)，情報処  
理学会第31回全国大会予稿集，pp.489-508 (1985)
- [3] 高橋，他：ソフトウェア生産工業化システム  
I M A P，東芝レビュー，VOL.41，No.8 (1986)
- [4] 福田，他：ソフトウェア管理とソフトウェア生産  
環境，東芝レビュー，VOL.41，No.8 (1986)