

自主研究

ソフトウェア保守業務の現状分析

ソフトウェア保守業務の現状分析

奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 角田 雅照 門田 暁人 松本 健一

財団法人 経済調査会 調査研究部 第三調査研究室

はじめに

ソフトウェアの保守は、自組織向けに開発されたソフトウェアを持つ組織にとって非常に重要である。ソフトウェア保守は、共通フレーム 2007 では保守プロセスに該当し、その目的は、障害の訂正、性能若しくは他の属性の改善を行うため納入後のシステム／ソフトウェア製品を修正すること、又は変更された環境に適合させることである。JIS X0161 では、ソフトウェア保守を以下の 4 つのタイプに分類している。

- (1) 是正保守：ソフトウェア製品の引渡し後に発見された問題を訂正するためにおこなう受身の修正
- (2) 予防保守：引渡し後のソフトウェア製品の潜在的な障害が顕在化する前に発見し、是正を行うための修正
- (3) 適応保守：引渡し後、変化した又は変化している環境において、ソフトウェア製品を使用できるように保ち続けるために実施するソフトウェア製品の修正
- (4) 完全化保守：引渡し後のソフトウェア製品の性能又は保守性を改善するための修正

一般に自組織向けに開発されたソフトウェアは長期間使用され、使用期間中に機能拡張などの保守が継続して行われる。従って、自組織向けに開発されたソフトウェアを持つ組織では、ソフトウェアの保守が必須であり、ソフトウェア保守業務のデータを分析することにより、それらの組織にとって有用な知見を得ることができると期待される。本稿の目的は、財団法人経

済調査会によって平成 19 年度に 83 組織から収集された事例を用いて、ソフトウェア保守の現状を分析し、ソフトウェア保守の受発注者に役立つ情報を提供することである。本稿では様々な仮説を立て、仮説がデータから確かめられるかどうかを分析した。例えば、「保守対象ソフトウェアの規模が大きい組織ほど、プロセスの標準化を行っているのではないか」という仮説を立て、ソフトウェアの保守費用は保守対象ソフトウェアの規模を表しているとみなし、ソフトウェアの保守費用とプロセス標準化の関連を分析した。

以降、1 章で分析対象のデータについて述べ、2 章で分析の詳細について説明し、3 章でまとめを述べる。

1. 分析データの概要

分析を行ったデータは、財団法人経済調査会

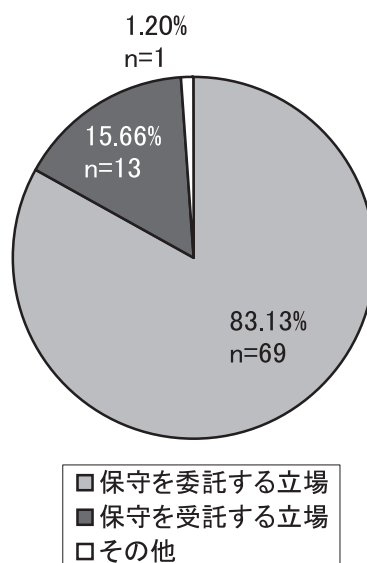


図1 調査対象の組織の比率

によって平成 19 年度に 83 組織から収集された事例である。調査は、ソフトウェア保守を委託する組織と受託する組織に対して行われた。図 1 は調査対象の組織の比率を示す。本稿の図内における n は該当する事例の件数を表している。図のように、分析対象の多くは、ソフトウェア保守を委託する組織である。

データは、各組織全体に関する項目（組織全体での保守費用など）と、各組織における代表

的なソフトウェア保守事例 1 つに関する項目（システム構成など）からなる。分析を行った各データ項目の詳細を表 1 に示す。なお、各データ項目は回答が得られていない場合（欠損値）があり、分析では 83 事例よりも少ない件数となっている（分析対象のデータ項目により欠損値の量が異なるため、データ件数は分析によって異なっている）。

表 1 分析を行ったデータ項目

項目名	対象	詳細
プロセス標準化の状況	組織全体	ソフトウェア保守プロセスの標準化の状況
プロセスを標準化していない理由	組織全体	ソフトウェア保守プロセスの標準化を行っていない理由
SLA 導入の状況	組織全体	ソフトウェア保守契約に対する SLA（Service Level Agreement）の導入状況
SLA 導入を考えていない理由	組織全体	ソフトウェア保守契約に対する SLA の導入を考えていない理由
ソフトウェア保守費用	組織全体	2007 年度の組織全体での保守費用の合計
システムの対象業種	個別事例	保守システムの対象業種 建設業、製造業、電気・ガス・熱供給・水道業、情報通信業、運輸業、卸売・小売業、金融・保険業、不動産業、飲食店、宿泊業、医療、福祉、教育、学習支援業、公務、その他
契約金額	個別事例	ソフトウェア保守の年間契約金額（税抜き）（委託者のみに質問）
契約形態	個別事例	ソフトウェア保守の契約形態
保守費用の算出方法	個別事例	ソフトウェア保守費用の算出方法（委託者のみに質問）
問題把握・修正分析比率	個別事例	保守工程における、問題把握・修正分析の工数の比率
修正実施比率	個別事例	保守工程における、修正実施の工数の比率
レビュー・受入れ比率	個別事例	保守工程における、レビュー・受入れの工数の比率
母体プログラム本数	個別事例	保守対象のソフトウェア（母体）のプログラム本数
母体ソースコード行数	個別事例	保守対象のソフトウェア（母体）のソースコード行数
保守実施プログラム本数	個別事例	保守を実施したプログラムの本数
保守実施ソースコード行数	個別事例	保守を実施したプログラムのソースコード行数（の合計）
委託側保守技術者数	個別事例	委託者側の常駐しているソフトウェア保守技術者の要員数
受託側保守技術者数	個別事例	受託者側の常駐しているソフトウェア保守技術者の要員数
（生産性変動要因） 人的要因	個別事例	保守プロジェクトあるいは保守組織の大きさと熟練度に関する要求の厳しさ
（生産性変動要因） 問題要因	個別事例	対象とする問題の型と重要度、要求仕様の構成、問題解の制約、波及度合いに関する要求の厳しさ
（生産性変動要因） プロセス要因	個別事例	要求仕様言語、設計 / プログラミング言語、開発方法論に関する要求の厳しさ
（生産性変動要因） プロダクト要因	個別事例	対象システムの信頼性、規模、効率、制御構造、複雑度に関する要求の厳しさ
（生産性変動要因） 資源要因	個別事例	対象とするハードウェア、期間、予算に関する要求の厳しさ
（生産性変動要因） ツール要因	個別事例	ライブラリ、コンパイラ、テストツール、保守ツール、リバースエンジニアリングツールに関する要求の厳しさ
契約単価	個別事例	契約金額 ÷ 保守を実施したプログラム本数 本稿で新たに定義した項目

2. データの分析結果

2.1 プロセス標準化とソフトウェア保守費用との関連

ソフトウェアの保守プロセス標準化を行うかどうかの参考となるように、以下の仮説に基づいて分析を行い、プロセス標準化と（組織全体での）ソフトウェア保守費用との関連を明らかにした。

仮説1：保守対象ソフトウェアの規模が大きい組織ほど、プロセスの標準化を行っているのではないかな？

仮説2：保守対象ソフトウェアの規模が小さい組織ほど、プロセスの標準化の必要性を感じていないのではないかな？

受託者にはソフトウェア保守費用のアンケートをしていないため、分析対象はソフトウェア保守の委託者のみとした。委託者におけるプロセス標準化の状況を図2に示す。約26%の組織が保守プロセスをすでに標準化しており、保守プロセスの標準化作業中または作業予定の組織まで含めると約62%の組織が標準化に取り組んでいた。

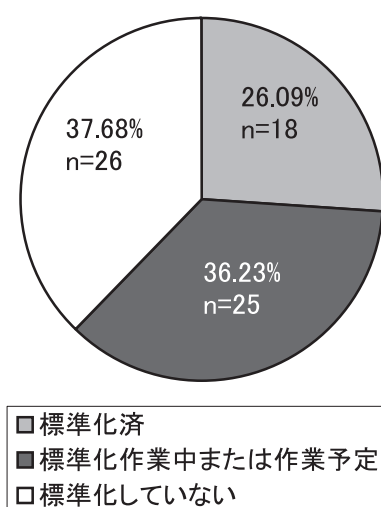


図2 委託者におけるソフトウェア保守プロセスの標準化の状況

仮説1を確かめるために、ソフトウェアの（組織全体での）保守費用は保守対象ソフトウェアの規模を表していると仮定し、ソフトウェアの保守費用とプロセス標準化の関連を分析した。標準化の状況とソフトウェア保守費用との関連を図3に示す。図3は箱ひげ図と呼ばれるデータの分布（ばらつき）を示す図であり、グラフの縦軸は保守費用、それぞれの箱はプロセスの標準化状況別の保守費用の分布を示す。箱の中の太線は中央値（値を大きい順に並べた場合に真ん中の順位となる値）を示す。箱の下辺は、例えば100個の値を小さい順に並べた場合に25番目に現れる値を示す。箱の上辺は同様に値を大きい順に並べた場合に25番目に現れる値を示す。すなわち、それぞれの箱は、それぞれのプロセス標準化状況において、保守費用の50%が含まれる範囲を示す。図中のひげの部分箱から少し離れた値、丸印は箱から大きく離れた値、星印は丸印よりもさらに大きく離れた値を示す。図をみると、保守プロセスを標準化していない組織は、保守費用が比較的小さいことがわかる。また、標準化している組織の保守費用の中央値が最も大きい。よって、保守対象ソフトウェアの規模が大きい組織ほど、プロセスの標準化を行っている傾向があるといえる。

次に、仮説2を確かめるために、ソフトウェアの（組織全体での）保守費用とソフトウェア保守プロセスを標準化していない理由との関連を分析した。プロセスを標準化していない理由とソフトウェア保守費用との関連を図4に示す（データ数が少ないため、箱ひげ図を用いずに散布図を用いた）。図より、保守費用が小さい組織（図のグループA）において、標準化の必要性を感じていない組織の割合が高いとはいえない、すなわち保守対象ソフトウェアの規模が小さい組織ほど、プロセスの標準化の必要性を感じていないとはいえないことがわかる。ただし、保守金額の大きい組織（図のグループB）では、ソフトウェア保守プロセスを標準化していない理由として、標準化の必要性を感じないことを

挙げている組織は存在しなかった。よって、保守対象ソフトウェアの規模が小さい組織でも、プロセスの標準化の必要性を感じていない組織が多いとはいえない。分析において見られた傾向を以下にまとめる。

- 保守対象ソフトウェアの規模が大きい組織ほど、プロセスの標準化を行っている傾向がある。
- 保守対象ソフトウェアの規模が小さい組織でも、プロセスの標準化の必要性を感じていない組織が多いとはいえない。

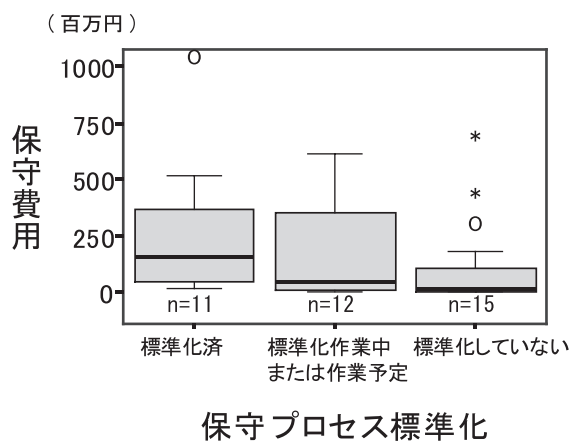


図3 ソフトウェアの保守費用とプロセス標準化との関連

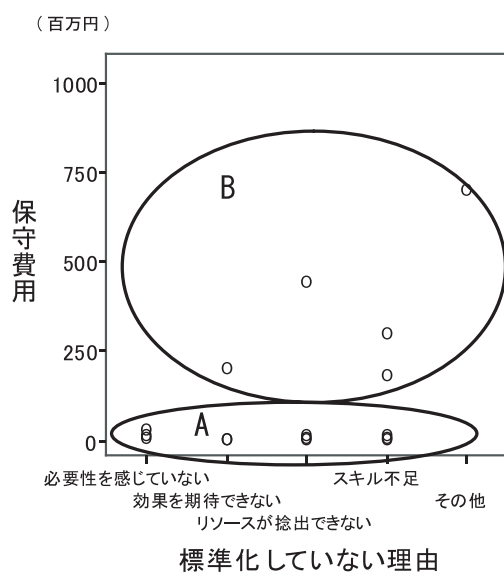


図4 プロセスを標準化していない理由とソフトウェア保守費用との関連

2.2 SLAとソフトウェア保守費用との関連

SLA (Service Level Agreement) とは、(ソフトウェア保守の) 受託者が、サービス提供時(ソフトウェア保守時)に保証するサービスのレベルを委託者に明示し、合意を得る制度である。本章では、SLAを導入するかどうかの参考となるように、以下の仮説に基づいて分析を行い、SLAとソフトウェア保守費用との関連を明らかにした。

仮説1：ソフトウェアの保守費用が大きい組織ほど、SLAの導入を行っているのではないかと

仮説2：ソフトウェアの保守費用が小さい組織ほど、SLA導入の必要性を感じていないのではないかと

仮説3：SLAの導入を積極的に行っている業種があるのではないかと

受託者にはソフトウェア保守費用(仮説1、2の検証時に用いる)のアンケートをしておらず、また受託者の場合、ソフトウェアを委託している組織の業種(仮説3の検証時に用いる)は様々であるため、分析対象はソフトウェア保守の委託者のみとした。委託者におけるSLAの導入状況を図5に示す。約15%の組織が相手先によりSLAを導入しており、SLA導入を予定または検討している組織まで含めると約45%の組織がSLAに取り組んでいた。

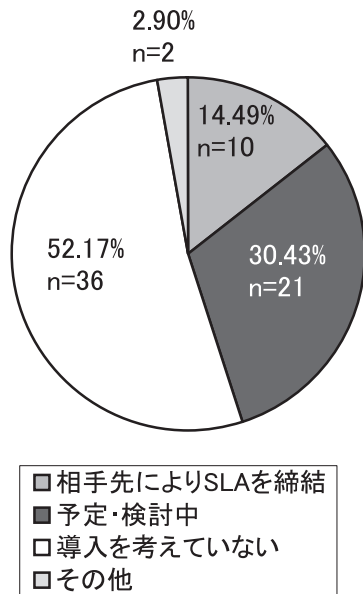


図5 委託者におけるSLAの導入状況

仮説1を確かめるために、ソフトウェアの（組織全体での）保守費用とSLA導入の関連を分析した。SLAの導入状況とソフトウェア保守費用との関連を図6に示す。保守費用の回答が得られた組織のうち、契約相手先によりSLAを締結している組織は4件と少なかった。契約相手先によりSLAを締結している組織の保守費用は比較的大きいが、この結果は偶然である可能性がある。SLAの導入を予定または検討している組織と、SLAの導入を考えていない組織を比較すると、箱の大きさに少し差がみられるが、図3の保守プロセス標準化と比べると、保守費用とSLA導入の関連は強くないといえる。よって、SLAの導入状況とソフトウェアの保守費用との関連は弱いといえる。

次に、仮説2を確かめるために、ソフトウェアの（組織全体での）保守費用とSLAの導入を考えていない理由との関連を分析した。SLAの導入を考えていない理由とソフトウェア保守費用との関連を図7に示す（データ数が少ないため、箱ひげ図を用いずに散布図を用いた）。図より、保守金額の大きい組織（図の囲み内）でも、SLA導入の必要性を感じていない、またはSLA導入の効果を期待していない組織が存在す

ることがわかる。図8は保守費用が小さい組織のデータが見やすいように、図7の一部を拡大したものである。保守金額が小さい組織（図の円内）において、SLA導入の必要性を感じていない組織の割合が特に高いとはいえない。よって、ソフトウェアの保守費用とSLAの導入を考えていない理由は関連が弱いといえる。

さらに、仮説3を確かめるために、SLAの導入状況と業種に関連があるかどうかを、クロス集計表（業種別にSLAの導入状況を集計したもの）を用いて分析を行ったが（紙面の都合上、クロス集計表は省略する）、特にSLAの導入状況と業種に関連があるとはいえなかった。分析において見られた傾向を以下にまとめる。

- SLAの導入状況とソフトウェアの保守費用との関連は弱かった。
- SLA導入の必要性を感じていない、またはSLA導入の効果を期待していないことと、ソフトウェアの保守費用との関連は見られなかった。
- SLAの導入状況と業種には関連が見られなかった。

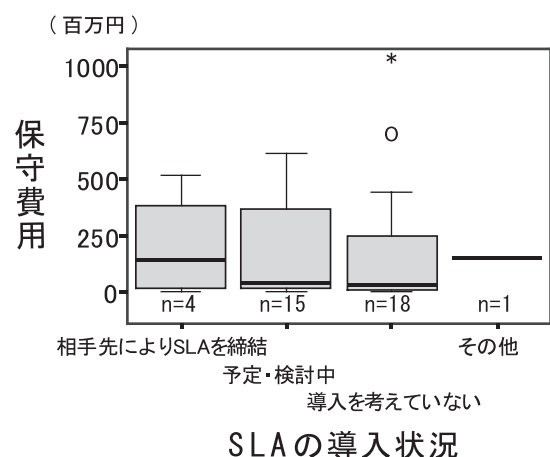


図6 SLAの導入状況とソフトウェア保守費用との関連

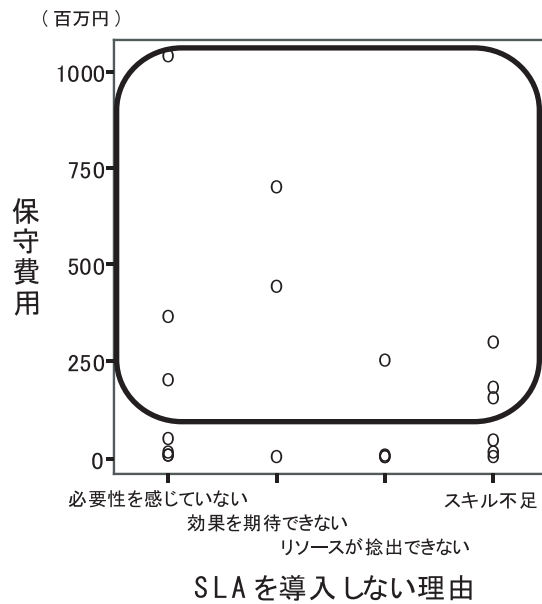


図7 SLAの導入を考えていない理由とソフトウェア保守費用との関連

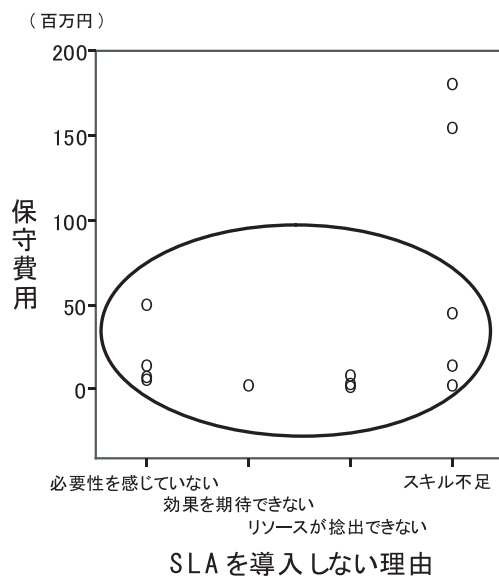


図8 SLAの導入を考えていない理由とソフトウェア保守費用との関連 (図7の一部を拡大)

2.3 契約形態と契約金額などとの関連

ソフトウェア保守の契約時の参考になるように、以下の仮説に基づいて分析を行い、契約形態と契約金額などとの関連を明らかにした。

仮説1：契約金額によって、契約形態が異なるのではないかな？

仮説2：契約形態によって、保守費用の算出

方法が異なるのではないかな？

仮説3：契約金額によって、保守費用の算出
方法が異なるのではないかな？

受託者には契約金額、保守費用の算出方法をアンケートしていないため、分析対象はソフトウェア保守の委託者のみとした。委託者におけるソフトウェア保守の契約形態を図9に示す。定額契約は、一定期間の保守業務を一定の金額で契約するものである。実績契約は、請け負った保守作業を行うのに要した工数に対して、決まった単価分の支払いを受ける方式である。工数契約は、事前に請け負う保守作業の見積もりを行い、顧客との合意の元に契約を行う方式である。定額+実績契約は、工数が定額での金額を超えてしまったとき、実績契約方式により支払いを受ける方式である。¹ 図をみると定額契約が最も多く、定額+実績契約がその次に多いことがわかる。

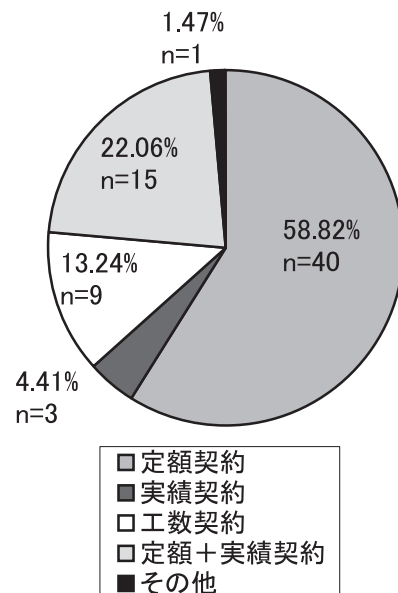


図9 委託者におけるソフトウェア保守の契約形態

¹ ソフトウェア保守の契約形態については、ソフトウェア・メンテナンス研究会が1995年3月に発行した「第4年度ソフトウェア・メンテナンス研究会報告書」の「4.1.2 ソフトウェアハウスの保守契約」に掲載されている内容を引用した。

仮説1を確かめるために、契約形態と契約金額との関連を分析した。契約形態と契約金額との関連を図10に示す。図より、定額契約が結ばれるのは比較的契約金額が小さい場合が多いことが分かる。定額+実績契約は契約金額のばらつきが大きく、契約金額とは関連が強くないと考えられる。工数契約も契約金額のばらつきが大きい、契約金額の中央値が大きいため、多少契約金額との関連がある可能性がある。図11は図10の契約金額が200（単位は百万円）以上のものを表示したものである。図をみると契約金額が大きい場合、契約形態と契約金額との関連は弱かった。よって、定額契約が結ばれるのは、比較的契約金額が小さい場合が多く、契約金額が大きい場合、契約形態と契約金額との関連は弱いといえる。

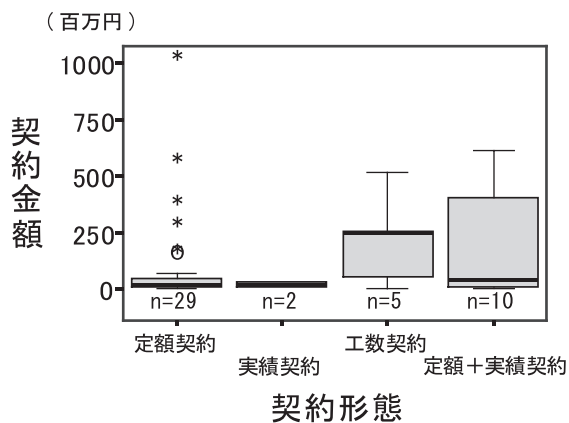


図10 契約形態と契約金額との関連

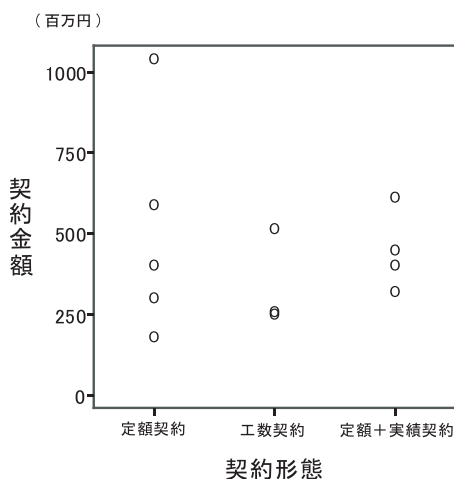


図11 契約形態と契約金額との関連
(契約金額が大きい場合)

仮説2を確かめるために、契約形態と保守費用の算出方法との関連を分析した。保守費用の算出方法は各組織で複数回答がある。保守費用の算出方法の集計結果を表2に示す。保守費用の算出方法と契約形態のクロス集計表を、表3、表4に示す（受託者独自の算出方法は回答数が少なかったため除外した）。クロス集計表の期待度数とは、2つのデータ項目間が無関係の場合の件数を示したものであり、実際の件数（度数）と期待度数との差が大きいほど、データ項目間の関連が強いといえる。表を見ると、工数契約は前年度の契約実績と受託者の見積を参考に行っている傾向がみられる。定額契約では、特に保守費用の算出方法との関連が見られなかった。よって、工数契約は前年度の契約実績を参考に行っている傾向があるといえる。なお、後述する仮説3の分析結果から、工数契約と受託者の見積を参考にするかどうかは関連がない可能性がある。

ソフトウェア保守の開始年が調査年と同じ（2007年の）場合、前年度の契約実績を参考に行うことはできない。そこで、ソフトウェア保守の開始年が2006年以前のデータのみを対象にし、保守費用の算出方法と契約形態のクロス集計表を作成したが、前年度の契約実績を参考にする方法と、特定の契約形態には関連が見られなかった（クロス集計表は省略する）。

表2 保守費用の算出方法の集計

費用算出方法	件数
前年度の契約実績を参考	40
受託者の見積を参考	46
委託者独自の算出方法	2
合計	88

表3 前年度を参考にした保守費用の算出と契約形態との関連

			前年度を参考にして保守費用を算出		
			いいえ	はい	合計
契約形態	定額契約	度数	17	22	39
		期待度数	15.0	24.0	39.0
	実績契約	度数	2	1	3
		期待度数	1.2	1.8	3.0
	工数契約	度数	1	8	9
		期待度数	3.5	5.5	9.0
	定額 + 実績契約	度数	5	9	14
		期待度数	5.4	8.6	14.0
	合計	度数	25	40	65
		期待度数	25.0	40.0	65.0

表4 受託者見積を参考にした保守費用の算出と契約形態との関連

			前年度を参考にして保守費用を算出		
			いいえ	はい	合計
契約形態	定額契約	度数	13	26	39
		期待度数	12.0	27.0	39.0
	実績契約	度数	1	2	3
		期待度数	.9	2.1	3.0
	工数契約	度数	1	8	9
		期待度数	2.8	6.2	9.0
	定額 + 実績契約	度数	5	9	14
		期待度数	4.3	9.7	14.0
	合計	度数	20	45	65
		期待度数	20.0	45.0	65.0

仮説3を確かめるために、契約金額と保守費用の算出方法との関連を分析した。契約金額と保守費用算出方法との関連を図12、図13に示す。前年度の契約実績を参考にする方法については、ソフトウェア保守の開始年が2006年以前のデータのみを対象にした。図12のように、契約金額が小さい場合、前年度の契約実績を参考にしている組織数が少なかった。仮説2の分析（表3、表4）において、工数契約が前年度の契約実績を参考にする場合が多い傾向が見られたのは、工数契約の契約金額が比較的大きい（図10）ことが影響している可能性がある。図13のように、受託者の見積もりを参考にす

るかどうかは契約金額と関連があるとはいえない。よって、契約金額が小さい場合、前年度の契約実績を参考にしない傾向があるといえる。

なお、契約金額と契約形態は関連がある（図10のように、定額契約が結ばれるのは、比較的契約金額が小さい場合が多い）ため、仮説3の分析結果に契約形態が影響していないかどうかを確かめたが、特に影響は見られなかった（表5のように、同じ定額契約でも、前年度の契約実績を参考にしていない場合は契約金額の平均値が小さく、前年度の契約実績を参考にしている場合は契約金額の平均値が大きかった）。分析において見られた傾向を以下にまとめる。

- 定額契約が結ばれるのは、比較的契約金額が小さい場合が多かった。契約金額が大きい場合、契約形態と契約金額との関連は弱かった。
- 工数契約の場合、受託者の見積りを参考にしている傾向が見られた。
- 契約金額が小さい場合、前年度の契約実績を参考にしない傾向が見られた。

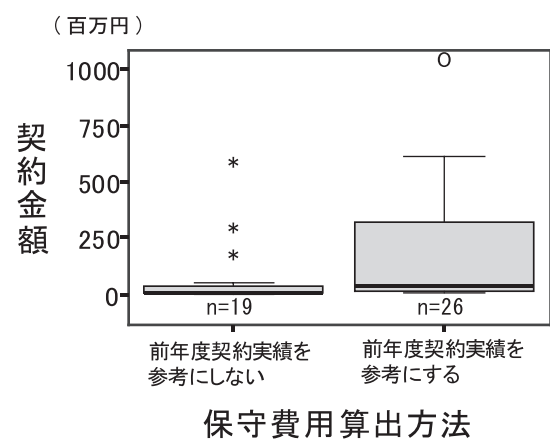


図12 契約金額と保守費用の算出方法（前年度実績を参考にしたか）との関連

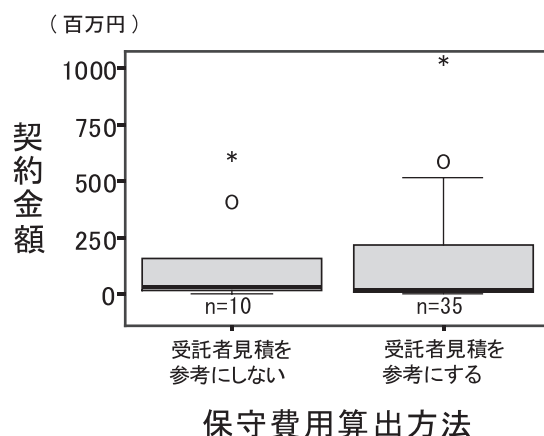


図13 契約金額と保守費用の算出方法
(受託者見積を参考にしたか) との関連

表5 保守費用の算出方法（前年度実績を参考にしたか）と契約形態別の契約金額の平均値

前年度を参考にして 保守費用を算出	契約形態	契約金額 (平均値)	度数
いいえ	定額契約	50.91	11
	実績契約	5.00	1
	工数契約	50.00	1
	定額+実績契約	5.00	2
	合計	41.67	15
はい	定額契約	144.17	12
	実績契約	32.00	1
	工数契約	126.00	2
	定額+実績契約	281.80	5
	合計	171.15	20
合計	定額契約	99.57	23
	実績契約	18.50	2
	工数契約	100.67	3
	定額+実績契約	202.71	7
	合計	115.66	35

2.4 保守工程比率とプロセス標準化との関連

ソフトウェアの保守プロセス標準化を行うかどうかの参考となるように、以下の仮説に基づいて分析を行い、保守工程比率とプロセス標準化との関連を明らかにした。

仮説1：保守プロセスの標準化を行っていない組織ほど、保守の効率が低くなるのではないかと？

仮説2：保守の効率と保守対象のソフトウェアの規模には関連があるのではないかと？

本稿では、問題把握・修正分析の工程比率が高いほど保守の効率が低いと仮定し、分析を行った。仮説1を確かめるために、保守工程は問題把握・修正分析工程、修正実施工程、レビュー・受入れ工程からなる。問題把握・修正分析工程では、修正依頼や問題報告を分析し、修正実施に関する選択肢を用意などを行う。修正実施工程では保守者や開発者がソフトウェアの修正及びテストを行う。レビュー及び受入れ工程はシステムの修正が正しく、かつ、正しい方法で承認された標準に従い、完了していることを保守者が確認する。データ全体での各工程の比率の平均値を表6に示す。

表6 ソフトウェア保守の各工程の比率

工程	件数	平均値
問題把握・修正分析比率	55	36.6%
修正実施比率	55	43.3%
レビュー・受入れ比率	55	20.1%

標準化の状況と各保守工程比率との関連を図14、図15、図16に示す。図に示すように、プロセスの標準化が完了している企業では、問題把握及び修正分析の工程比率が低く、プロセスを標準化していない企業では、問題把握及び修正分析の工程比率が高い。逆に、修正の実施工程の比率はプロセスの標準化が完了している企業では高く、プロセスを標準化していない企業では低い。保守レビュー及び受入れ工程比率はプロセスの標準化との関連は強くなかった。よって、問題把握・修正分析の工程比率は、プロセスの標準化と関連があると考えられる。

仮説2を確かめるために、保守工程比率と保守対象ソフトウェアの規模との関連を分析した。関連の分析には（スピアマンの）相関係数を用いた。相関係数は2つのデータ項目の関連の強さを表す指標であり、-1から1の値をとり、絶対値が1に近いほど関連が強いことを表す。相関係数が正の値の場合、一方のデータ項目の値が増加すると他方のデータ項目の値も増加することを示し、相関係数が負の値の場合、一方のデータ項目の値が増加すると他方のデー

タ項目の値が減少することを示す。母体のプログラム本数、母体のソースコード行数、保守を実施したプログラム本数、保守を実施したソースコード行数それぞれと、保守工程比率との相関係数を調べると表7のようになった。P値は統計的な確かさを表す値であり、P値が0.05未満の場合、2つのデータ項目の間の関連が統計的に確かであるといえる。ここで、保守実施プログラム本数と問題把握・修正分析比率、修正比率と問題把握・修正分析比率とに強い（統計的に有意な）関連が見られた。

仮説1に基づく分析では、プロセスの標準化が進むと問題把握及び修正分析の工程比率が低くなっていた。この分析結果は、プロセスを標準化すると保守の効率が高くなることを表していると考えられる。ただし、仮説2に基づく分析では、保守を実施したプログラム本数と問題把握及び修正分析の工程比率に負の相関がみられたことから、保守を実施したプログラム本数が多いほど保守作業に慣れ、保守の効率が高くなる可能性もある。プロセスの標準化と保守を実施したプログラム本数との関連を分析すると、図17のように、保守を実施したプログラム本数が多い場合、プロセスの標準化が進んでいる傾向が見られた。これは、保守を実施するプログラム本数が多い組織では、プロセスの標準化が進んでおり、そのために見かけ上、保守を実施するプログラム本数と問題把握及び修正分析の工程比率の関連があるように見えるとも考えられるが、その逆も考えられる。プロセスの標準化と保守を実施したプログラム本数のどちらが問題把握及び修正分析の工程比率と本当に関連があるのかを詳細に分析したが、データ数が少ないため、明確な分析結果を得ることができなかった。分析において見られた傾向を以下にまとめる。

- 問題把握及び修正分析の工程比率は、プロセスの標準化と保守を実施したプログラム本数それぞれとに関連があった。ただし、

プロセスの標準化と保守を実施したプログラム本数のどちらが、工程比率に影響を与えている原因であるかは不明である。

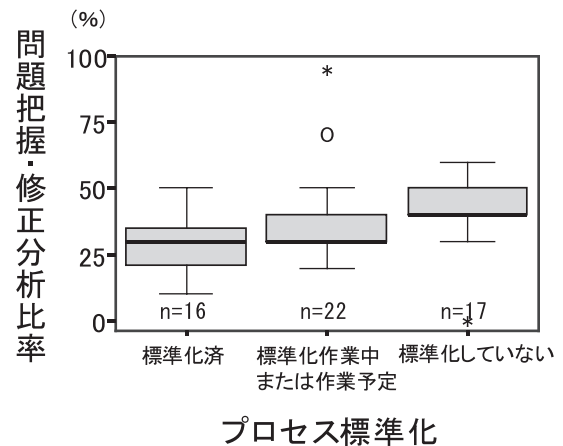


図14 標準化の状況と、問題把握・修正分析比率との関連

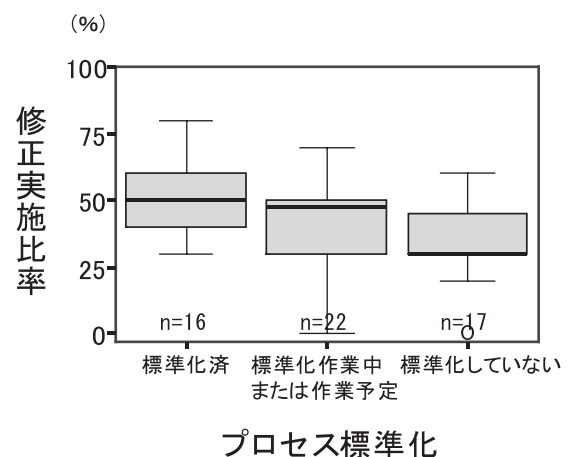


図15 標準化の状況と、修正実施比率との関連

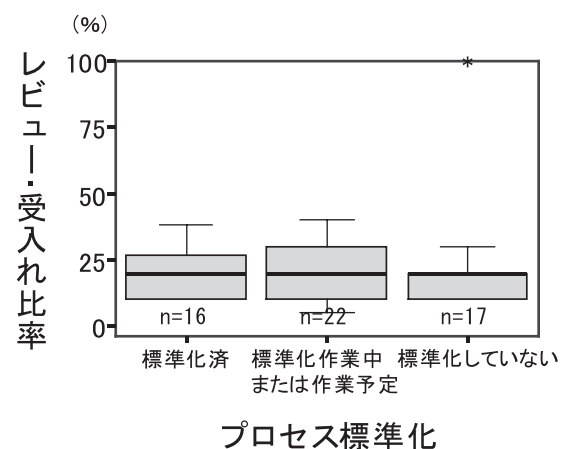
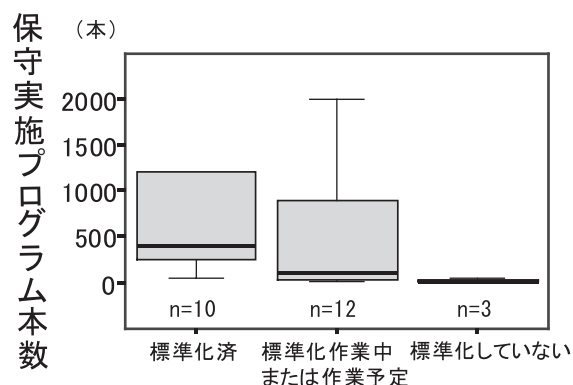


図16 標準化の状況と、レビュー・受入れ比率との関連

表7 保守対象ソフトウェアの規模と各保守工程比率との相関

		問題把握・ 修正分析 比率	修正実施 比率	レビュー・ 受入れ比率
母体プログラム 本数	相関係数	-.298	.258	.095
	P 値	.110	.168	.617
	件数	30	30	30
母体ソースコ ード行数	相関係数	-.322	.211	.191
	P 値	.167	.372	.421
	件数	20	20	20
保守実施プロ グラム本数	相関係数	-.471	.522	.026
	P 値	.027	.013	.910
	件数	22	22	22
保守実施ソー スコード行数	相関係数	-.353	.171	.180
	P 値	.180	.526	.506
	件数	16	16	16



プロセスの標準化

図17 保守実施プログラム本数とプロセス標準化との関連

2.5 契約金額、技術者数、保守対象ソフトウェアの規模それぞれの関連

ソフトウェア保守の契約時の参考となるように、以下の仮説に基づいて分析を行い、契約金額、技術者数、保守対象ソフトウェアの規模それぞれの関連を明らかにした。

仮説1：契約金額は技術者数や保守対象ソフトウェアの規模によって決まるのではないかと

仮説2：技術者数は保守対象ソフトウェアの規模によって決まるのではないかと

仮説1を確かめるために、保守費用と、技術者数、保守対象ソフトウェアの規模それぞれの

関連を分析した。(スピアマンの) 相関係数を用いた分析結果を表8に示す。表より、受託側の技術者数と保守費用との関連が強いことがわかる。また、保守対象ソフトウェアの母体との関連はあまり強くなかった。保守を実施したプログラム本数や、保守を実施したプログラムのコード行数と関連が強かったが、これらは作業実績の数値であり、契約を結ぶ時点では不明であるため、契約金額の算出根拠とすることはできない。分析結果より、契約金額は技術者数との関連が強く、保守対象ソフトウェアの母体の規模との関連はあまり強くないといえる。

仮説2を確かめるために、技術者数と保守対象ソフトウェアの規模との関連を分析した。(スピアマンの) 相関係数を用いた分析結果を表9に示す。表を見ると、受託側の技術者数と保守対象ソフトウェアの母体の規模（プログラム本数、プログラム行数）との関連、及び保守を実施したプログラムの規模とは関連はそれほど強くなかった。技術者数を決定する要因（すなわち、契約金額を決定する要因）については、今後さらに詳細な分析が必要であると思われる。分析において見られた傾向を以下にまとめる。

- 契約金額は受託側技術者数との関連が強かった。保守対象ソフトウェアの母体の規模と契約金額との関連はあまり強くなかった。
- 受託側技術者数と保守対象ソフトウェアの母体の規模との関連はあまり強くなかった。

表8 契約金額と保守対象ソフトウェアの規模、技術者数との相関

		契約金額
母体プログラム本数	相関係数	.422
	P 値	.050
	件数	22
母体ソースコード行数	相関係数	.462
	P 値	.112
	件数	13
保守実施プログラム本数	相関係数	.717
	P 値	.002
	件数	16
保守実施ソースコード行数	相関係数	.702
	P 値	.016
	件数	11
委託側保守技術者数	相関係数	-.030
	P 値	.897
	件数	21
受託側保守技術者数	相関係数	.798
	P 値	.000
	件数	18

表9 保守対象ソフトウェアの規模と技術者数との相関

		受託側 保守技術者数
母体プログラム本数	相関係数	.233
	P 値	.297
	件数	22
母体ソースコード行数	相関係数	.415
	P 値	.110
	件数	16
保守実施プログラム本数	相関係数	.557
	P 値	.031
	件数	15
保守実施ソースコード行数	相関係数	.337
	P 値	.284
	件数	12

2.6 契約単価と生産性変動要因などとの関連

ソフトウェア保守の契約時の参考となるように、以下の仮説に基づいて分析を行い、契約単価と生産性変動要因などとの関連を明らかにした。

仮説：ソフトウェア保守プロセスの標準化状況、SLAの導入状況、生産性変動要因の組み合わせの違いによって、契約単価は異なるのではないか？

仮説を確かめるために、契約単価を契約金額÷保守を実施したプログラム本数と仮定し、契

約単価と生産性変動要因などとの関連を分析した。生産性変動要因は、ソフトウェア・メンテナンス研究会が1995年3月に発行した「第4年度 ソフトウェア・メンテナンス研究会報告書」の「ソフトウェア保守技術者人材育成標準カリキュラム」「第3章 生産性に関する評価」に掲載されている内容に基づいている。各生産性変動要因は、要求の厳しさに基づき1から3の3段階で評価され、値が小さいほど要求が厳しいことを表す。生産性変動要因の集計結果を表10に示す。表の数値は回答件数を示す。

表10 生産性変動要因の集計

生産性 変動要因	1 (厳しい)	2 (普通)	3 (厳しくない)	合計
人的要因	19	24	9	52
問題要因	16	25	12	53
プロセス 要因	3	25	24	52
プロダクト 要因	17	23	13	53
資源要因	7	27	19	53
ツール要因	3	14	36	53

分析ではPCP (Parallel Coordinate Plot; 平行座標プロット) を用いた (PCPの作成にはDAVIS²を用いた)。PCPの各軸はデータ項目を表し、軸の最上部はデータ項目の最大値を表し、最下部はデータ項目の最小値を示す。事例は各軸上の点をつなげた折れ線で表される。契約単価、契約金額、保守実施プログラム本数、プロセス標準化の状況、SLA導入の状況、各生産性変動要因の関係をPCPで分析したが、特定の組み合わせの場合に特に契約単価が高くなったり低くなったりすることはなかった。

ただし、図18、図19のように、保守プロセスの標準化を行っている場合は契約単価が低く (図18の円内)、行っていない場合は契約単価が高い傾向が見られた (図を見やすくするために、契約単価、契約金額、保守を実施したプログラム本数の数値は対数に変換している)。このことから、プロセスの標準化の契約単価に対

² <http://stat.skku.ac.kr/myhuh/>

する影響は大きいと考えられる。また、図 20 のように、ツール要因の要求が厳しくない場合、契約単価が高くなる傾向が見られた（図の円内）。生産性変動要因の要求が厳しくないほうが契約単価が高いという、常識的に考えられる結果とは逆の結果となっており、今後さらなる分析が必要である。分析において見られた傾向を以下にまとめる。

- ソフトウェア保守プロセスの標準化状況、SLAの導入状況、生産性変動要因の特定の組み合わせの場合に、契約単価が大きく変化するような傾向は見られなかった。
- 保守プロセスの標準化を行っている場合は契約単価が低く、行っていない場合は契約単価が高い傾向が見られた。

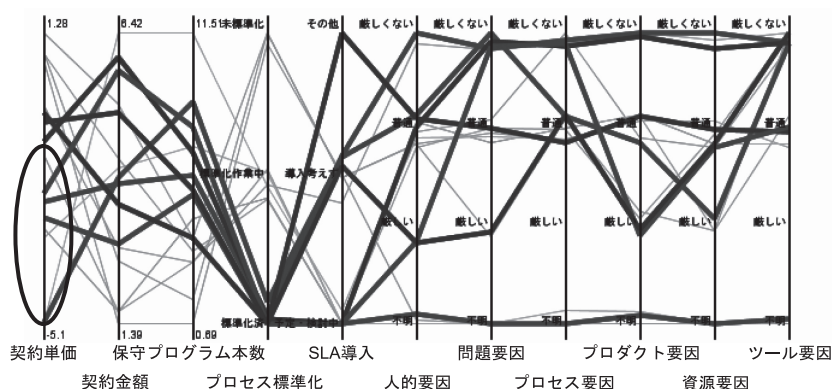


図18 プロセスの標準化を行っている事例のPCP

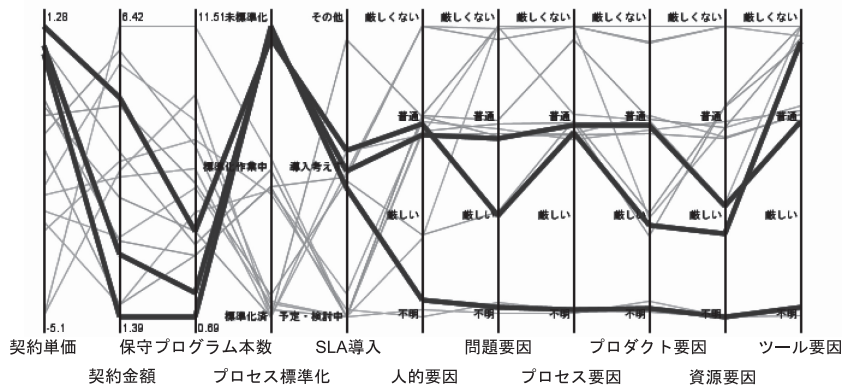


図19 プロセスの標準化を行っていない事例のPCP

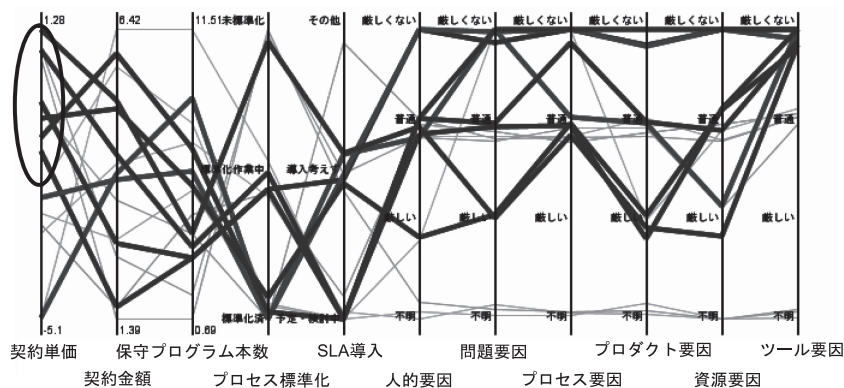


図20 ツール要因の要求が厳しくなかった事例のPCP

3. まとめ

本稿では、財団法人経済調査会によって83組織から収集された事例を用いて、ソフトウェア保守業務の現状を分析した。分析において観察された傾向を以下にまとめる。

- ソフトウェアの保守費用が大きい組織ほど、プロセスの標準化を行っている傾向がある。
- SLAの導入状況とソフトウェアの（組織全体の）保守費用との関連は弱かった。
- 定額契約が結ばれるのは、比較的契約金額が小さい場合が多かった。契約金額が大きい場合、契約形態と契約金額との関連は弱かった。
- 問題把握及び修正分析の工程比率は、プロセスの標準化と保守を実施したプログラム本数それぞれとに関連があった（ただし、どちらが工程比率に影響を与えている原因であるかは不明である）。
- 保守プロセスの標準化を行っている場合は契約単価（保守費用÷保守を実施したプログラム本数）が低く、行っていない場合は高い傾向が見られた。