企業横断的ソフトウェア保守データにおける個別企業の影響

小野 健一¹ 角田 雅照^{1, a)}

ユーザ企業及びベンダ企業にとって、ソフトウェア保守の効率を高めることは重要な課題のひとつである。保守の効率を高めるためには、効率に影響する要因を明らかにする必要がある。ソフトウェア開発の場合、ISBSGが複数の企業から収集した企業横断的データを分析し、効率に影響する要因を明らかにしている研究が存在する。ソフトウェア保守の場合も同様に、ISBSGが収集した企業横断的データが存在するが、我々の知る限り、このデータを詳細に分析した研究は存在しない。本稿ではこのデータを分析し、効率に影響する要因を明らかにすることを試みるとともに、データがどの企業から収集されたかを考慮する必要があることを明らかにする。

1. はじめに

近年、エンタープライズ系ソフトウェアの保守に関して、ソフトウェア開発企業とユーザ企業において契約を結ぶケースが増加しており、ソフトウェアの保守の重要性が高まっている。ソフトウェア保守とは、単にソフトウェア出荷後に発見された欠陥を除去することだけを指すのではない。ソフトウェアは利用されているうちに、ビジネス環境の変化により、機能の拡張、修正が必要となる。ソフトウェア保守とは、それらの修正も含んだ概念であり、JIS X0161[15]では以下の4つに分類している。

- 是正保守: ソフトウェアの出荷後に発見された問題の訂正
- 予防保守: 出荷後のソフトウェアの潜在的な障害が顕在化する前の是正措置
- 適応保守: 出荷後、変化している環境において、ソフトウェアを使用できるように保ち続けるために実施する修正
- 完全化保守: 出荷後のソフトウェアの性能また保守性を改善するための修正

ソフトウェア保守と同様に、ソフトウェアサポートの重要性も高まっている。ソフトウェアサポートとは、ソフトウェア利用時に発生した問題の調査やユーザに対するサポート業務などを指す[6]。ソフトウェアサポートのこれらの活動はITIL (Information Technology Infrastructure Library)[3]で述べられているようなシステム運用の一部に該当する。

ソフトウェアの保守、サポートに関する作業効率のベンチマーク（組織の作業効率を業界標準と比べて評価するための基準値[10]）を確立することは非常に重要である。保守やサポートのサービスを提供する組織にとって、ベンチマークは業務改善の基礎となるものである。業務改善をした組織は、価格競争力を高めることができる。ユーザにとって、ベンチマークは契約を結んでいるベンダの作業効率を評価することに役立つ。もし作業効率が低い場合、コストを抑えるために、他のベンダとの契約を検討すべきである。

る。

ベンチマークを確立するためには、複数の組織から収集されたプロジェクトのデータ（企業横断的データ）を用いる。ソフトウェア開発に関する企業横断的データについては、ISBSG (International Software Benchmarking Standards Group)[4]が収集しており、ベンチマーク以外にも、分析[10][17]や工数見積もり[11][13]に広く用いられている。

近年、ISBSGはソフトウェア開発のデータに加えて、ソフトウェア保守とサポートに関する企業横断的データの収集も行っている。保守の企業横断的データは非常に少ないため、ソフトウェア開発の企業横断的データと同様に、今後広く用いられる可能性がある。我々の知る限り、現時点においてこのデータセットは詳細に分析されていない。

当初、ベンチマークの構築を目的として、このデータセットを用いて、保守やサポートの作業効率とハードウェアなどの各属性との関連の分析を試みた。これは、ベンチマークを構築する場合、作業効率に影響する要因を明らかにし、その要因によってデータを層別する必要があるためである。これまで、ソフトウェア保守において作業効率と各属性の関連を分析した研究[8]はあるが、企業横断的データが分析に用いられていることは非常に少ない。そこで、本研究では企業横断的データを用いた場合の分析を行った。

その結果、ISBSGが提供する保守とサポートに関するデータセットを分析する際、いくつかの注意すべき点が明らかとなった。もしこの注意点を考慮しない場合、誤った関連を特定してしまう可能性がある。本研究ではこの注意点について述べる。ISBSGの保守、サポートに関するデータセットは今後広く用いられる可能性があり、その際に本研究において示す注意点は非常に有効に働くと考える。本研究の主要な貢献は、この注意点を明確にしたことである。

2. 分析方法

2.1 データセット

分析では、ソフトウェア保守とサポートに関する企業横断的データを用いた。このデータセットはISBSG (International Software Benchmarking Standards Group)[4]によって19の組織から収集されたものであり、478件のケースと103の属性を含んでいる。データセットには複数のパー

¹ 近畿大学
Kinki University, Japan
a) tsunoda@info.kindai.ac.jp

表 1 各属性の詳細

Table 1 Description of Attributes.

属性	尺度	詳細
データ品質評価	比例	ISBSG によって評価された各ケースの品質。値は A, B, C, D.
FP 計測法	比例	各ケースのソフトウェア規模を計測する際に使われた FP 計測法。
ソフトウェア規模	比例	FP 法によって計測されたソフトウェアの規模。
標準化保守作業時間	比例	年間の保守の総作業時間。「標準化」はデータの計測期間が 1 年でない場合、1 年となるように調整していることを意味する。
標準化サポート作業時間	比例	年間のサポートの総作業時間。「標準化」は 1 年となるように調整していることを意味する。
保守作業効率	比例	保守作業の効率を示す。ソフトウェア規模を標準化保守作業時間で除することにより計算される。
サポート作業効率	比例	サポート作業の効率を示す。ソフトウェア規模を標準化サポート作業時間で除することにより計算される。
収集グループ	名義	各ケースがどこから収集されたかを示す識別子。複数のケースがある組織から提供された時、同一の値が収集グループに設定される。
業種	名義	保守、サポート対象のソフトウェアが稼働している組織の業種
ハードウェア	名義	保守、サポート対象のソフトウェアが稼働しているハードウェア
開発言語	名義	保守、サポート対象のソフトウェアの開発に用いられたプログラミング言語

表 2 ソフトウェア規模と作業時間との相関係数

Table 2 Correlation Coefficients between Software Size and Work Hours.

		標準化保守作業時間	標準化サポート作業時間	ソフトウェア規模
標準化保守作業時間	ρ	1.00	0.58	0.61
	p 値	.	0.00	0.00
	ケース数	105	63	105
標準化サポート作業時間	ρ	0.58	1.00	0.64
	p 値	0.00	.	0.00
	ケース数	63	68	68
ソフトウェア規模	ρ	0.61	0.64	1.00
	p 値	0.00	0.00	.
	ケース数	105	68	113

ジョンが存在する。今回の分析では 2010 年 3 月に公開されたリリース 4[6]を用いた。分析で用いた属性を表 1 に示す。なお ISBSG は、本研究で指摘するような、企業横断的データセットの分析において注意すべき点は一切述べていない。

分析では、属性「データ品質評価」が C または D のケースを除外した。データ品質評価は ISBSG によって記録された値であり、値が C または D の場合、該当ケースのデータの品質が低いことを示す。分析の信頼性を高めるため、これらのケースを分析から除外した。ISBSG が提供するソフトウェア開発データセット[5]の分析においては、それらのデータは除外されることが多い[9]。

さらに分析では、FP 計測法が同様のケースのみを抽出した。FP 計測法が異なる場合、同じソフトウェアを計測した場合でも FP が異なる。そのため、FP 計測法を考慮してケースの選択を行った。3 章で述べる予備分析では、FP 計測法が IFPUG 法のケースを選択した。これは、上記[9]の研究でも同様のケースを選択しているためである。予備分析以外では、IFPUG 法以外のケースも選択した。

2.2 関連の分析

比例尺度の属性の関連を分析するために、スピアマンの順位相関係数を用いた。これを用いることにより、外れ値の影響を抑えることができる。以降、スピアマンの順位相

関係数は「相関係数」, 「 ρ 」と表す。分析では有意水準を 0.05 とした。p 値が 0.05 を下回る場合、イタリック体で示す。

比例尺度と名義尺度の属性の関連を分析するために、分散分析を用いた。外れ値の影響を抑えるために、分散分析を適用する前に、比例尺度の属性に対して対数変換を適用した。p 値が有意な場合、属性間に関連があるといえる。分散分析の寄与率 (ω^2) は関連の強さを示す。寄与率は以下の式により計算される[20]。

$$\omega^2 = \frac{SSB - (k-1)MSE}{SST + MSE} \quad (1)$$

式において、SSB は群間平方和、SST は総平方和、MSE は平均平方誤差、k は名義尺度に含まれる群の数を示す。寄与率の値が大きい場合、関連が強いことを示す。

3. 分析結果

3.1 予備分析

分析では、保守作業効率とサポート作業効率に着目した。作業効率はコストに直結しているため、ユーザ、ベンダの両者にとって重要である。各作業効率の分子は標準化された各作業時間、分母はソフトウェア規模 (FP) である。ソ

ソフトウェア開発データの分析では、生産性が着目されることが多い[2][12].生産性はソフトウェア開発の作業効率を示しており、分子が工数、分母が FP である. すなわち、保守作業効率とサポート作業効率は生産性の逆数に近い.

予備分析として、保守作業効率とサポート作業効率の特性を理解するために、保守とサポートの各作業時間と FP との関連を分析した. ここでは 2 章で説明したように、FP 計測法が IFPUG 法のケースを選択した.

それぞれの相関係数を表 2 に示す. FP は各作業時間と正の相関があった. これらの相関は、ソフトウェア開発のデータセットにおける工数と FP との関係と類似しているといえる. 表 2 の関連はあまり強くなかった (相関係数は約 0.6 であった). これは、規模の大きなソフトウェアは、小さなソフトウェアと比べて保守とサポートの作業時間を要する傾向があるが、作業時間は直線的に増加しないことを示している. これは、保守、サポート作業の特性の一つであると考えられる.

なお、これは予備分析であり、ある程度想定できる結果である. ただし、ソフトウェア保守とサポートを分析した研究は多くないため、この分析は不可欠であり、結果は自明とまではいえないと考える.

3.2 作業効率

3.2.1 分析手順

データの収集グループを考慮して、保守作業効率とサポート作業効率の分布を分析した. 収集グループとは、直感的にはデータがどの組織、部署から収集されたのかを示す識別子である. ある時点において、ある組織からデータが収集された時、各ケースの収集グループには同一の値が記録される. すなわち、収集グループの値が同一のケースは、同一の組織から収集されたことを示す. データの匿名性を維持するため、企業横断的データにおいて、このような識別子が記録されていることは少ない.

分析対象のデータが、多数の組織から収集されたデータを含んでいるかどうかを確かめるために、各収集グループのケース数を調べた. データは 2.1 節で述べたように、データ品質評価と FP 計測法により抽出されている. そのため、収集グループに偏りが生じている可能性がある. すなわち、分析に用いたデータセットは 19 組織から収集され、27 の収集グループを含んでいるが、抽出したデータでは少数の収集グループしか含んでいない可能性がある.

データの信頼性の低い収集グループを特定するために、各収集グループにおける保守とサポートの作業効率の中央値を比較した. もし、ある収集グループにおける作業効率の中央値が他の収集グループと大きく異なる場合、その収集グループに含まれるケースの信頼性は低いと考える. 本研究では、データの信頼性は組織に依存すると考える. これは、データの収集方法、収集規則は組織によって異なり、収集方法、収集規則がデータの信頼性に影響すると想定し

表 3 各収集グループの作業効率

Table 3 FP Rates on Each Application Set.

作業効率	収集グループ	ケース数	中央値
保守	5	2	0.55
	11	1	6.3
	12	4	21.55
	13	23	1.4
	15	2	30.1
	20	34	0.85
サポート	30	31	0.5
	5	2	0.15
	11	1	1.7
	15	2	6.3
	20	29	0.4
	30	34	0.3

表 4 収集グループの寄与率

Table 4 Adjusted Variance Explained of Application Set.

作業効率	収集グループ	ケース数	ω^2	p 値
保守	全データ	97	0.50	0.00
	5, 11, 13, 20, 30	91	0.35	0.00
	13, 20, 30	88	0.17	0.00
サポート	全データ	68	0.12	0.02
	5, 11, 20, 30	66	0.10	0.03
	20, 30	63	0.02	0.18

たためである. そのため、データの信頼性を収集グループ単位で判断した.

収集グループが保守とサポートの各作業効率に影響しているかどうかを確かめるために、各作業効率に対する収集グループの寄与率を求めた. 寄与率が大きい場合、収集グループは各作業効率に影響しているといえる. この場合、ある属性間の関連を分析する場合に、収集グループの影響を考慮する必要が生じる. 例えば、ある属性間に関連があるように見えても、実際には収集グループが影響している (擬似相関である) 可能性がある.

3.2.2 IFPUG 法における分析結果

FP 計測法が IFPUG 法のケースを抽出した. 表 3 に各収集グループにおけるケース数と、保守とサポートの作業効率の中央値を示す. 保守作業効率の場合、抽出したデータにおける主要な収集グループは 13, 20, 30 であった. サポート作業効率の場合、収集グループ 20 と 30 が多数を占めていた. すなわち、分析対象のデータセットは企業横断的に収集されたものであるが、2.1 節の条件により抽出したデータの分布には偏りがあり、少数の企業のデータしか含まれていないといえる.

保守作業効率について見ると、収集グループ 13,20,30 と比べて、収集グループ 12 と 15 は非常に値が大きかった. データ品質評価は A または B, FP 計測法は IFPUG のみとして、これらのデータの抽出条件を整えているにも関わらず、差が非常に大きい. 同様に、サポートの作業効率についても、収集グループ 15 の中央値が他のグループよりも大きかった. この結果より、収集グループ 12 と 15 のデータの信頼性は高くはないと考える.

表 9 FP 計測法別のケース数

作業効率	FP 計測法	ケース数	中央値	収集グループ
保守	FiSMA	86	1.25	19
	IFPUG	97	1.00	5, 11, 12, 13, 15, 20, 30
	NESMA	12	0.80	3, 8
サポート	FiSMA	29	0.30	19
	IFPUG	68	0.35	5, 11, 15, 20, 30
	NESMA	9	0.10	3, 8

保守とサポートの作業効率に対する、収集グループの寄与率を求めた。具体的には、2.1 節の条件により抽出したデータ全てを用いた場合、信頼性の高くない収集グループ (12, 15) を除去した場合、ケースを比較的多く含んでいる収集グループ (13, 20, 30) のみを用いた場合の寄与率を求めた。寄与率を表 4 に示す。保守の作業効率については、収集グループ 13, 20, 30 のみを用いた場合の寄与率が最も小さかった。ただし、p 値が 0.05 を下回っていることから、収集グループと保守の作業効率との関連は統計的に有意であり、収集グループの影響は無視できないといえる。サポートの作業効率については、収集グループ 20, 30 のみを用いた場合、p 値が 0.05 を上回っていた。よって、これらを分析に用いる場合、収集グループは無視できるといえる。

3.2.3 その他の FP 計測法における分析結果

FP 計測法が異なる 2 つのケース間で作業効率を比較することは避ける必要がある。これは、FP は作業効率の分母であり、FP 計測法が異なれば、FP が同じでもソフトウェアの大きさが異なる可能性があるためである。例えば、IFPUG 法による FP に基づく作業効率と、FiSMA 法による FP に基づく作業効率は比較すべきでない。ただし、データセットを FP 計測法で層別し、層別した各サブセット上において分析を行うことには問題がない。この場合、FP 計測法が異なる作業効率を比較しないためである。

表 9 に各 FP 計測法に含まれるケース数を示す。なお、FiSMA 法は LOC から逆算して計算されている。NESMA 法のケース数は保守の作業効率の場合、サポートの作業効率の場合のどちらも少なかった。FiSMA 法の場合、保守の作業効率では 86 件、サポートの作業効率では 29 件のケースが含まれていた。これらは分析に用いるには十分なケース数であるといえる。そこで、IFPUG 法に加え、FiSMA 法で FP が計測されたケースも分析に用いることとし、FP 計測法でデータを層別する。なお、FiSMA 法で FP が計測されたケースでは、収集グループは 19 のみであった。

3.3 業種

収集グループを考慮して、業種と各作業効率との関係を分析した。FP 計測法が FiSMA 法のケースでは、業種が銀行の 1 種類だったため、それらは用いなかった。表 5 に保

表 5 業種の寄与率

作業効率	収集グループ	ケース数	ω^2	p 値
保守	全データ	64	0.30	0.00
	5, 11, 13, 20, 30	59	0.15	0.01
	13, 20, 30	56	0.07	0.03
サポート	全データ	31	0.16	0.06
	5, 11, 20, 30	29	0.08	0.13
	20, 30	26	-	-

表 6 収集グループと業種のクロス集計表

Table 6 Crosstab of Industry Sector and Application Set.

作業効率	業種	収集グループ					
		5	11	12	13	15	20
保守	情報通信業	0	1	0	0	0	0
	エレクトロニクス・コンピュータ	0	0	0	0	1	0
	銀行	0	0	4	23	0	0
	サービス業	2	0	0	0	0	0
	卸売・小売業	0	0	0	0	0	33
サポート	情報通信業	0	1	-	-	0	0
	エレクトロニクス・コンピュータ	0	0	-	-	2	0
	サービス業	2	0	-	-	0	0
	卸売・小売業	0	0	-	-	0	26

表 7 ハードウェアの寄与率

Table 7 Adjusted Variance Explained of Hardware.

作業効率	収集グループ	ケース数	ω^2	p 値
保守	全データ	59	0.168	0.025
	5, 11, 13, 20, 30	58	0.113	0.068
	13, 20, 30	58	0.113	0.068
サポート	全データ	57	0.078	0.166
	5, 11, 20, 30	56	0.092	0.124
	20, 30	55	0.073	0.158

表 8 収集グループとハードウェアのクロス集計表

Table 8 Crosstab of Hardware and Application Set.

作業効率	業種	収集グループ			
		11	15	20	30
保守	AS400	0	-	2	0
	混合	0	-	1	0
	メインフレーム	0	-	9	1
	ミッドレンジ	0	-	0	17
	PC	0	-	5	0
	PC または C/S	0	-	0	10
	Sun	1	-	0	0
	Unix	0	-	7	0
サポート	VMS	0	-	6	0
	AS400	0	0	1	0
	混合	0	0	1	0
	メインフレーム	0	0	7	1
	ミッドレンジ	0	0	0	17
	PC	0	0	6	0
	PC または C/S	0	0	0	14
	Sun	1	0	0	0
Unix	0	0	4	0	
VMS	0	0	4	0	
Websphere	0	1	0	0	

守とサポートの作業効率に対する、業種の寄与率を示す。

2.1 節の条件により抽出したデータ全てを用いた場合、信頼性の高くない収集グループ (12, 15) を除去した場合、ケースを比較的多く含んでいる収集グループ (13, 20, 30) のみを用いた場合の寄与率を求めた。サポートの作業効率については、収集グループ 20, 30 のみを用いた場合、業種が 1 種類となったため寄与率が計算できなかった。保守の作業効率については、どの場合についても寄与率が有意となり、サポートの作業効率については、どの場合も有意ではなかった。

次に、業種と収集グループの関係を、クロス集計表を用いて分析した。表 6 において、各セルの値は、業種と収集グループにより分類した場合のケース数を示す。保守の作業効率における銀行を除き、各業種には 1 つの収集グループしか含まれていなかった。すなわち、業種と収集グループの関連は非常に強く、収集グループの影響を除外して業種と作業効率との影響を分析することは難しいといえる。サポートの作業効率と業種の関連が弱い理由は、業種のほとんどが卸売・小売業であるためであると考えられる。

3.4 ハードウェア

ハードウェアと作業効率との関連を分析した。FP 計測法が FiSMA のケースでは、2 件のケースを除いて全て「IBM」だったため、これらを分析に用いなかった。表 7 に保守とサポートの作業効率に対する、ハードウェアの寄与率を示す。抽出したデータ全てを用いた場合、信頼性の高くない収集グループを除去した場合、ケースを比較的多く含んでいる収集グループのみを用いた場合それぞれの寄与率を示す。保守の作業効率については、抽出したデータ全てを用いた場合に有意となり、サポートの作業効率については、どの場合も有意ではなかった。

次に、ハードウェアと収集グループとの関係を分析した。表 8 に示すように、ケースを比較的多く含んでいる収集グループ (20, 30) では、ケース間でハードウェアが異なっていた。そのため、収集グループで層別し、その影響を除外してハードウェアと作業効率との関連を分析することができる。

表 10 に収集グループで層別した場合の、作業効率に対するハードウェアの寄与率を示す。これは単一企業から収集されたデータセット 2 つを分析した結果とみなすことができる。保守の作業効率については、それぞれの収集グループにおいて寄与率は有意ではなかったが、収集グループ 30 における値は比較的大きかった。このことから、ハードウェアは、場合によっては保守の作業効率に影響する可能性があると考えられる。サポートの作業効率については、どちらの収集グループにおいても寄与率は有意ではなかった。よって、ハードウェアはサポートの寄与率に影響しないと考えられる。

3.5 開発言語

開発言語と作業効率との関連を分析した。FP 計測法が

表 10 収集グループで層別した場合のハードウェアの寄与率

Table 10 Adjusted Variance Explained of Hardware Stratified by the Application Set.

作業効率	収集グループ	ケース数	ω^2	p 値
保守	20	31	-0.10	0.79
	30	28	0.15	0.05
サポート	20	23	0.14	0.18
	30	32	-0.01	0.45

表 11 開発言語の寄与率

Table 11 Adjusted Variance Explained of Language.

作業効率	収集グループ	ケース数	ω^2	p 値
保守	19	86	0.06	0.05
サポート	19	25	0.02	0.32

表 12 ハードウェアと開発言語のクロス集計表

Table 12 Crosstab of Hardware and Language.

開発言語 ハード ウェア	開発言語			
	COBOL	EASY	JCL	TELON
IBM	55	1	13	20
S/88	0	0	0	1
TAND	1	0	0	0

表 13 ソフトウェア規模と作業効率の相関係数

Table 13 Correlation Coefficients between Size and FP Rate.

作業効率	収集グループ	ケース数	ρ	p 値
保守	19 (FiSMA)	-0.46	86	0.00
	全データ	-0.14	97	0.18
	5, 11, 13, 20, 30	-0.03	91	0.75
	13, 20, 30	-0.03	88	0.80
サポート	19 (FiSMA)	-0.48	29	0.01
	全データ	-0.39	68	0.00
	5, 11, 20, 30	-0.41	66	0.00
	20, 30	-0.41	63	0.00

IFPUG のケースでは、8 件のケースでしか開発言語が記録されていなかったため、これらを分析に用いなかった。表 11 に保守とサポートの作業効率に対する、ハードウェアの寄与率を示す。FP 計測法が FiSMA 法のケースを分析に用いたが、それらの収集グループは 1 つだけであった。すなわち、本研究では企業横断的データセットを用いているが、開発言語と作業効率の関連の分析では、結果的に単一組織のデータを用いていることになる。保守の作業効率については、寄与率は大きくないが有意となり、サポートの作業効率については有意ではなかった。

開発言語はハードウェアと関連があることが多い。表 12 に示すように、分析対象のケース (FP 計測法が FiSMA 法) では、ハードウェアはほとんど「IBM」であった。すなわち、この分析ではハードウェアの作業効率に対する影響は小さいと考えられる。よって、開発言語は保守の作業効率にある程度影響していると考えられる。

3.6 ソフトウェアの規模

収集グループを考慮して、ソフトウェアの規模 (FP) と作業効率との関係について分析した。表 13 に FP と保守、サポートの作業効率との相関係数を示す。FP 計測法が FiSMA 法のケース (収集グループ 19) と IFPUG 法のケースを分析に用いた。収集グループはケースの信頼性と件数に基づいて分類した。

保守の作業効率については、収集グループが 19 の場合、関連が有意となり、サポートの作業効率については、どの場合も有意となった。分析結果より、収集グループを考慮した場合でも、ソフトウェアの規模はサポートの作業効率と負の関連を持っていると考えられる。また、ソフトウェアの規模は保守の作業効率と負の関連を持つ場合があるが、多くの場合では関連がないと考えられる。

4. 関連研究

いくつかの研究において、保守の作業効率に影響する要因の分析がされている。Jørgensen[8]はある企業のデータを分析し、母体ソフトウェアの規模と開発言語 (第 3 世代言語と第 4 世代言語) は作業効率に関連がないことを示している。Ahn ら[1]は生産性変動要因と類似の概念 (技術的要因、人的要因など) の属性を保守工数見積モデルに用いている。ただし、これらの研究では、本研究で用いたような企業横断的データを分析対象としていない。

ソフトウェア保守に関する企業横断的データを分析した研究、報告が少数ではあるが存在する。経済産業省と日本情報システム・ユーザー協会との調査[14]では、企業横断的データを用い、技術者あたりの保守対応件数を作業効率とみなして、業種別の技術者あたり対応件数を示している。Tsunoda ら[18]は企業横断的データを用い、作業効率 (修正プログラム本数 ÷ 技術者数) に関連する要因を分析している。ただし先行研究では FP や作業時間を用いておらず、本研究と比較して、先行研究の作業効率の定義はやや正確性が低い。そのため、ソフトウェア保守の研究の信頼性を高めるには、本論文のような正確性が高いデータを用いた分析が必要となる。

ソフトウェアのサポートは ITIL (Information Technology Infrastructure Library)[3]で述べられているようなシステム運用の一部である。これまで、システム運用に関する研究がいくつか存在するが、それらは主にシステム運用のプロセスに着目している。例えば、Pollard ら[16]はアメリカとオーストラリアの企業におけるシステム運用について分析し、ITIL の適用が成功するための主要成功要因 (CSF) を明らかにしている。Tsunoda ら[19]は企業横断的データを用いて、システム運用の要員数に影響する要因を分析している。これらの研究では FP と作業時間で定義される作業効率については分析しておらず、その点が本研究との主な違いである。

5. おわりに

本研究では、ISBSG が提供するソフトウェア保守、サービスに関するデータセットを分析する際に注意すべき点について示した。データセットには「収集グループ」が記録されており、それにより、各ケースがどの組織から収集されたを知ることができる。収集グループは保守、サービスの作業効率と強い関連があった。そのため、もし収集グループを考慮せずに分析を行った場合、誤った関連を発見してしまう可能性がある。例えば、本研究で示したように、収集グループを考慮しない場合、業種は保守の作業効率と関連があるように見えるが、考慮した場合、業種は保守の作業効率と関連があるとはいえない。また、「データ品質評価」が低いデータは除外したにも関わらず、信頼性の低いケースが存在した。これらは分析時に除外する必要がある。

謝辞 本研究の一部は、文部科学省科学研究補助費 (基盤 C : 課題番号 25330090) による助成を受けた。

参考文献

- [1] Ahn, Y., Suh, J., Kim, S. and Kim, H.: The software maintenance project effort estimation model based on function points, *Journal of Software Maintenance: Research and Practice*, Vol. 15, No. 2, pp. 71-85 (2003).
- [2] Blackburn, J., Scudder, G. and Wassenhove, L.: Improving Speed and Productivity of Software Development: A Global Survey of Software Developers, *IEEE Transactions on Software Engineering*, Vol. 22, No. 12, pp. 875-885 (1996).
- [3] Bon, J. ed.: *Foundations of IT Service Management: based on ITIL*, Van Haren Publishing (2005).
- [4] International Software Benchmarking Standards Group, <https://www.isbsg.org/>
- [5] International Software Benchmarking Standards Group (ISBSG): *ISBSG Estimating, Benchmarking and Research Suite Release 10*, ISBSG (2007).
- [6] International Software Benchmarking Standards Group (ISBSG): *ISBSG Maintenance & Support Data Suite Release 4*, ISBSG (2010).
- [7] ISO/IEC 14764:2006: *Software Engineering - Software Life Cycle Processes - Maintenance*, International Organization for Standardization (2006).
- [8] Jørgensen, M.: Experience With the Accuracy of Software Maintenance Task Effort Prediction Models, *IEEE Transactions on Software Engineering*, Vol. 21, No. 8, pp. 674-681 (1995).
- [9] Lokan, C. and Mendes, E.: Cross-company and single-company effort models using the ISBSG Database: a further replicated study, *Proc. international symposium on Empirical software engineering (ISESE 2006)*, pp. 75-84, Rio de Janeiro, Brazil (2006).
- [10] Lokan, C., Wright, T., Hill, P. and Stringer, M.: Organizational Benchmarking Using the ISBSG Data Repository, *IEEE Software*, Vol. 18, No. 5, pp. 26-32 (2001).
- [11] Lopez-Martin, C., Isaza, C. and Chavoya, A.: Software development effort prediction of industrial projects applying a general regression neural network, *Empirical Software Engineering*, Vol. 17, No. 6, pp. 738-756 (2012).
- [12] Maxwell, K., Wassenhove, L. and Dutta, S.: Software Development Productivity of European Space, Military, and Industrial Applications, *IEEE Transactions on Software Engineering*, Vol. 22, No. 10, pp. 706-718 (1996).

- [13] Mendes, E. and Lokan, C.: Replicating studies on cross- vs single-company effort models using the ISBSG Database, *Empirical Software Engineering*, Vol. 13, No. 1, pp. 3-37 (2008).
- [14] 日本情報システム・ユーザー協会 編：ソフトウェアメトリクス調査 2008, 日本情報システム・ユーザー協会 (2008).
- [15] 日本規格協会：JIS X 0161 ソフトウェア技術—ソフトウェアライフサイクルプロセス—保守, 日本規格協会 (2008).
- [16] Pollard, C. and Cater-Steel, A.: Justifications, Strategies, and Critical Success Factors in Successful ITIL Implementations in U.S. and Australian Companies: An Exploratory Study, *Information System Management*, vol.26, no.2, pp.164-175 (2009).
- [17] Rodriguez, D., Sicilia, M., Garcia, E. and Harrison, R.: Empirical findings on team size and productivity in software development, *Journal of Systems and Software*, Vol. 85, No. 3, pp. 562-570 (2012).
- [18] Tsunoda, M., Monden, A., Matsumoto, K. and Oshino, T.: Analysis of Software Maintenance Efficiency Focused on Process Standardization, *Proc. of International Workshop on Empirical Software Engineering in Practice (IWESEP)*, pp.3-8, Nara, Japan (2011).
- [19] Tsunoda, M., Monden, A., Matsumoto, K., Takahashi, A. and Oshino, T.: An Empirical Analysis of Information Technology Operations Cost, *Proc. International Workshop on Software Measurement (IWSM/Metrikon/Mensura)*, pp.571-585, Stuttgart, Germany (2010).
- [20] Winer, B., Brown, D. and Michels, K.: *Statistical Principles in Experimental Design (3rd editon)*, McGraw-Hill (1991).