

情報システムの保守工程におけるデータ分析

山本久志

1. はじめに

近年、情報システム開発では、ソフトウェア開発よりも保守工程に費用が多く掛かっているのが現状であるといわれている（林坂ら1999）。特に長期間にわたって利用されるソフトウェアでは、情報システム開発プロジェクトの総コストのうち保守工程におけるコストが半分以上になる（早瀬ら2005）と報告されており、情報システム開発における、保守工程のコスト増加を抑制することは急務となっている。

ソフトウェア産業では、保守工程のコストが増加傾向にあり、大きな問題となっている。この問題を受けて、ソフトウェア開発企業では、システムエンジニア（以降SEと略）が保守要員を担当することによって問題解決を図る取り組みを多く行っている。この取り組みを採用している理由として、SEは開発を行ったプロジェクトのノウハウを多く保持し、保守工程の効率が上がると考えられているからである。しかし、この結果、SEが該当プロジェクトの担当から離れられなくなる問題が新たに発生している。保守要員の作業は大別するとソフトウェアを主体とする保守と、ハードウェアを主体とする保守がある。一般的にソフトウェア開発企業ではソフトウェアとハードウェアの保守要員は役割を分担している。上述で問題となっているのは、ソフトウェア保守要員である。この問題によって該当プロジェクトの保守を担当するSEは、新たなプロジェクト開発を担当でき

なくなり、ソフトウェア開発企業として、新たなビジネスチャンスを逃している。また、これに伴いソフトウェア開発企業の、情報システム開発部門の組織活性化が停滞してしまう問題も併発している。これらの問題を解決するためにソフトウェア開発企業では、様々な取り組みを行っている。例えば、開発段階からSE以外の要員を該当プロジェクトに投入し、保守要員とする取り組みである。具体的には、開発段階から保守要員予定者を増員し、SEは開発終了後に保守要員を担当しない取り組みである。しかし、この取り組みはコストが多く必要となり断念することが多い。また、別な取り組みとしてSEからSE以外の要員へスキルトランスファを入念に行う取り組みでは、スキルトランスファについて、横田（2003）が保守工程のドキュメントは不足し、スキルトランスファは完全にできない、と述べており、同様にスキルトランスファが完全にできずこの取り組みも断念することが多い。このように、ソフトウェア開発企業では、様々な取り組みを試行してきたが、抜本的な解決には至っていない。これらの取り組みの結果を受けて、SEが担当している保守要員を途中で開発担当以外のプログラマ（以降PGと略）へ交代する取り組み（以降保守要員の交代と略）を検討する。この取り組みを採用した理由は、ソフトウェア開発企業の特徴として、SEとPGではPGの人数が多く、PGに保守要員を担当させることは容易できると考えたからである。しかし、この取り組みも上記した取り組みと同様に、

表1. 標準化のねらい

項番	標準化の狙い
1	互換性, 少数化, 貿易, 安全
2	生産性の向上安定, 再発防止, コンピュータ化, 技術の蓄積
3	トラブル一掃, 自動化, 教育, 作業の指導書
4	モラルの向上, 商取引, 伝達手段, 品質の安定向上
5	コストダウン, 改善, 量産, 審査用
6	共同会社の利益, 品質管理の基本, 単純化

保守工程におけるコスト上昇の可能性があり、この取り組みを採用するに当たり、コスト上昇の抑制をする必要があった。情報システムのコスト上昇を回避する手段の1つとして標準化が挙げられる。標準化については、緒方(1990)によると表1に示す標準化のねらいにあるように、自動化や単純化がねらいであると述べている。このように、保守要員の交代においても自動化や単純化によって、コスト上昇の抑制が可能ではないかと考えた。

本研究では、上述の問題点を解決するために、保守要員の交代をモデル化によって標準化することを目的とし、これを実現するために行った、データ分析の結果について本論文で報告する。なお、本研究では、製造業の情報子会社であるA企業より提供されたデータを用いて研究を進めた。

2. データ分析方法

2.1 保守工程の概要と交代における課題

保守要員の交代を標準化するに当たり、A企業における保守要員の作業分析を行った(大宮ら2009, N. Oomiya et al. 2009)。ソフトウェア保守要員の作業はIEEE Std 1219 (1997)によりソフトウェア保守とは、「納入後ソフトウェア・プロダクトに対して加えられるフォールトの修正、性能またはその他の性質改善、変更された環境に対するプロダクトの適応のための改定」であると定義されている。このソフトウェア保守作業の詳細

は、早瀬ら(2005)によると以下の4種類が存在しているといわれている。

1) 修正保守

発見された問題を修正するために、納入後に実施される、ソフトウェアの対処的改変。

2) 予防保守

ソフトウェアの中に存在する潜在的なフォールトが実際の障害を起こす前に、それを検出し修正するために納入後に実施される、ソフトウェアの改変。

3) 適合度保守

変化した、または変化しつつある環境において、ソフトウェアを続けて使用可能なように維持するために納入後に実施される、ソフトウェアの改変。

4) 完全化保守

性能または保守性を改善するため、納入後に実施される、ソフトウェアの改変。

A企業においても、上述の4種類の作業を行っているが、保守要員が行う作業の中心は、修正保守と適合度保守が中心である。具体的な作業例を下記する。情報システム利用者であるエンドユーザから、情報システム開発部門にソフトウェアの利用方法、データ内容の確認およびバグなどの問い合わせに対応し、回答する作業が代表的である。このため、A企業では上述の作業を総称して、問い合わせ対応業務と呼んでいる。この問い合わせ対応業務には、SLA (Service Level Agreement) が定義されており、これによってサービスレベル

と保守工程に対する対価が規定されている。SLAとは松本ら（2002）によると、「サービスレベルの契約のことである。これは情報システム開発部門とエンドユーザの間で結ばれ、提供するサービスの品質に関する契約である」と述べている。このように、A企業においても、問い合わせ対応業務におけるSLAによって、様々なサービスレベルが規定されている。このため、保守要員の交代を行う場合、SLAによるサービスレベルと対価を維持し行う必要がある。しかし、SLAを維持するには、下記する課題が2点存在することが明らかになっている。

1) サービスレベル低下の抑制

エンドユーザからの問い合わせに、情報システム開発部門が問い合わせに対応する回答までの時間遅延は抑制する必要がある。エンドユーザは日々運用される情報システムに対して様々な問い合わせを行う。これに対して、情報システム開発部門が問い合わせに対応し回答を行う。しかし、この問い合わせに対応する回答時間が遅くなることは、エンドユーザからは当然サービスレベルの低下といえる。情報システム開発部門においても同様に考えており、問い合わせに対応する回答時間が遅延することは避けるべきであると考えられる。しかし、保守要員の交代を突然行った場合、ノウハウのないPGは問い合わせに対応する回答時間に、時間が掛かることが予想され、これを抑制する必要がある。

現在、問い合わせに対応する回答時間は、厳密にサービスレベルが定義されていない。この理由は、様々なエンドユーザからの問い合わせに対し、対応する回答時間が何時間で可能かを定量的に定義できないからである。定義できない理由は、ソフトウェアにおいては生産物が、知的生産物であり（野口1990）、ハードウェアとは異なり、定量的に問い合わせに対応する回答時間を定義することが難しいと考える。しかし、上述の通り、問い合わせに対応する回答時間の遅延はサービスレベルの低下であり、これ

を抑制する必要がある。

2) コスト上昇の抑制

1) で述べたように、保守要員を交代した場合、問い合わせに対応する回答時間が増加する。これに伴い、情報システム開発部門のコストが上昇する恐れがあり、これを抑制する必要がある。保守要員の交代時には、SE担当時のコスト以上にコストが増加しないよう抑制する必要がある。なお、SEとPGでは時間当たりのコストでSEはPGの1.2倍であることがわかっている。

保守要員の交代を実現する場合、上述の2点の問題を抑制し、保守要員の交代を実現する必要がある。なお、本論文では、2点の問題について抑制を検討する。これは、先行研究にある、スキルトランスファは完全にできない（横田2005）を受けて解決でなく抑制とした。

2.2 着目項目

データ分析を行うに当たり後述する、分析対象データを用い分析を行う。データ分析は、分析対象データの2項目に着目し行う。1項目目は“問い合わせ件数”，2項目目は“問い合わせに対応する回答時間（以降対応時間と略）”を用いて行う。この2項目に着目する理由は、保守要員の交代タイミングを決定できる作業量を算出できるからである。保守要員の交代とは、保守要員の交代タイミングを決定することであると言い換えることができる。この、保守要員の交代タイミングは作業量により算出できる。この作業量とは、問い合わせ対応業務における“量”（問い合わせ件数）と“時間”（対応時間）から算出する。具体的には、問い合わせ件数が10件発生し、1件に2時間の対応時間が必要であれば、20時間の作業量が必要となる。この保守要員の交代を決定するタイミングとは、作業量の減少によって、保守要員の交代を行ったとしても、上述の2点の課題を抑制できるタイミングである。作業量の減少とは、問い合わせ件数、対応時間の2つの着目項目が減少することを指す。しかし、着目項目のどちらか一方の減

少では、保守要員の交代タイミングを決定することはできない可能性がある。それは、どちらか一方が減少し、一方が増加する場合、作業量は減少していないからである。この結果、保守要員の交代により、逆に作業量が多く必要となり、作業量は減少しない場合が考えられるからである。このように単純に、問い合わせ件数と対応時間どちらか一方が減少することによって保守要員の交代タイミングを決定するのではなく、着目項目から算出する作業量の減少によって決定する必要がある。これらを前提とし、着目項目として上述の“問い合わせ件数”，“対応時間”に着目した。作業量が減少し、保守要員の交代が可能となる理由は下記する2点である。

1) 開発現場の実績

A企業では既に、保守要員をPGに交代したプロジェクトの実績がある。このプロジェクトは開発現場の取材から、作業量が極端に減少しているプロジェクトであることがわかっている。この実績から、作業量の減少によって保守要員の交代が可能になると考える。さらに、該当プロジェクトは、現状の問い合わせは、対応時間が短いものが多い傾向にあると回答を得ている。これらの結果から、問い合わせ件数および対応時間の減少、すなわち作業量の減少によって、保守要員の交代が可能となることが示唆されていると考える。

2) 対応時間の差

対応時間は、同一の問い合わせであっても、問い合わせの難易度によって、SEとPGでは異なる傾向があると考えられる。ここでいう難易度とは、対応時間の長さを指している。例えば、難易度の高い対応時間には対応時間が長く必要となり、易しい場合は、対応時間が短い。この難易度によって、SEとPGで対応時間が異なる理由として、ノウハウ量の違いがあると考えられる。難易度の高い問い合わせにPGが対応する場合、ノウハウが必要となりSEより多くの対応時間が必要となる。逆に、難易度の低い問い合わせ

にPGが対応する場合、ノウハウがあまり必要なく、SEとPGによる対応時間の差は少なくなるのではないかと考える。この結果、難易度の低下によって、必要とするノウハウ量が減少し、保守要員の交代が実現しやすいと考える。

2.3 分析方法

上述した着目項目に対して、下記する4種類の分析を行う。データ分析は、2種類の目的のため行う。1種類目は、現時点で保守要員の交代が可能かの判定。2種類目は、作業量の推定方法の特定である。この理由として、保守要員の交代が、現時点でできない場合、将来交代できないか検討するために、作業量の推定を行う必要がある。作業量の推定方法の特定では、作業量の推定精度の向上（以降、作業量精度向上と略）に必要な要因特定も行う。

1) S字型成長曲線の図示

S字型成長曲線の図示を行う目的は2点ある。1点目は、現時点の保守要員の交代可否を、問い合わせ件数の累積データを利用し、S字型成長曲線によって目視により判定する。2点目は、作業量の推定に利用できるからである。山田(1994)はソフトウェアのテスト工程において、発見された総フォールト（ここでいうフォールトとは、一般的にバグと呼ばれるソフトウェアの欠陥を指す）がS字型成長曲線を示すと述べており、また、フォールトの推定に最小二乗法などを用い推定可能であると述べている。山田(1994)が対象とする分析対象データは、テスト工程のフォールトを対象としているが、このフォールトと、本論文で分析対象とする、後述する分析対象データにはフォールトも含んでおりデータとして類似している。この結果、上記の推定方法が今回分析対象とする分析対象データにも適用できると考えた。

2) 問い合わせ発生間隔の分布形推定

問い合わせ発生間隔の分布形の推定を行う目的は、作業量の推定方法の特定である。問い合わ

せ発生間隔とは、日々発生する問い合わせの、日単位の間隔を指す。問い合わせ発生間隔の分布形の推定を行うに当たり、指数分布との適合度検定を行う。指数分布との適合度検定を行う理由は、山田（1994）は、ソフトウェアのフォールトの推定に、非同次ポアソン過程を用い可能であると述べている。このフォールトと、本論文で分析対象とする、後述する分析対象データは上述の通りフォールトと類似している。この結果、上記の推定方法が分析対象データにも適用できると考えた。なお適合度検定は、1サンプルのKolmogorov-Smirnov検定と検定結果図示確認のために、Q-Qプロットを用い、分析ツールとしてSPSS17.0を用いた。

3) SEとPGの対応時間の差異確認

SEとPGの対応時間の差異確認を行う目的は、作業量精度向上である。上述の通りSEとPGでは、同一の問い合わせであっても、対応時間が異なることが推測される。このSEとPGによる対応時間の差を、明らかにし作業量推定時の精度を向上させる。なお差の確認は、対応時間を累積し図示による比較および基本統計量によって行う。

4) 相関分析

相関分析を行う目的は、作業量精度向上である。相関分析によって、着目項目に影響を与える要因を特定する。なお、相関分析は、ピアソンの相関分析を用い、分析ツールとしてSPSS17.0を用いた。

2.4 分析対象データ

A企業で保持するデータの概要を表2に示す。データ分析を行うに当たり、表2に示すデータを用いる。この分析対象データは上述の問い合わせ対応業務の作業結果を時系列にデータベースに格納したものを指す。なお、本論文で対象とするプロジェクトは表2に示すデータの45プロジェクトから、現在A企業において前述した問題である保守要員が交代できずにいる8プロジェクトを選

表2. 問い合わせデータ一覧

項目	値
プロジェクト数	45プロジェクト
問い合わせデータ合計数	3,846件
収集データ範囲	2001/1/15 ~ 2008/12/31
収集データ最小単位	問い合わせ1件単位

定した。表3に選定したプロジェクトの一覧を示す。なお、分析対象データはプロジェクト個々の様々なデータを保持している。以下に、プロジェクト個々に保持しているデータの9項目について詳細説明を行う。

1) 問い合わせ件数

プロジェクトごとのエンドユーザからの問い合わせ件数（日別）

2) 対応時間

問い合わせ件数1件に対する、保守要員が回答を行うまでの時間（問い合わせに対応する回答時間）

3) 平均問い合わせ件数（1日）

プロジェクトごとの1日の平均問い合わせ件数

4) 合計投資規模

プロジェクトごとのソフトウェアに対する追加機能分も含んだ合計投資規模

5) 初期投資規模

プロジェクトごとのソフトウェアに対する初期投資規模

6) 増築規模

プロジェクトごとのソフトウェアに対する追加機能に要した投資規模

7) 増築回数

プロジェクトごとのソフトウェアに対する機能を追加した回数

8) 増築率

プロジェクトごとのソフトウェアの初期投資規模から機能追加した比率（増築規模/初期投資規模）

9) 合計稼働日数

表3. プロジェクト一覧

プロジェクトコード	問い合わせ件数	対応時間	平均問い合わせ件数	合計投資規模	初期投資規模	増築規模	増築回数	増築率	合計稼働日数
0120	339	458	0.34	1	6	1	30	392%	1,005
0125	287	472	0.72	8	8	8	10	60%	396
0140	161	386	0.09	4	1	5	28	28%	1,857
0230	19	19	0.05	6	2	7	13	24%	387
0240	402	257	0.24	5	3	4	21	90%	1,674
1100	604	1628	0.62	2	7	2	7	405%	975
1120	530	2377	0.29	3	4	3	35	212%	1,822
1180	51	95	0.03	7	5	6	13	61%	1,491

※尚、規模については理由により順位で表示している。

プロジェクトごとのソフトウェアの総稼働日数
※情報システム利用開始から2008年12月31日
までの日数

この分析対象データと、上述の4種類の分析方法を用い、プロジェクト単位に、着目項目として設定した2項目を中心に解析を進める。なお、上述した分析対象データに利用している規模の定義として、プロジェクトには様々な規模やプロジェクト自体の難しさが異なるため、困難度（石塚ら2008）を規模として利用した。

3. データ分析結果と考察

3.1 動的解析結果

プロジェクトごとに、問い合わせ件数によるS字型成長曲線の図示および問い合わせ発生間隔による分布形の推定を行った。分析結果（抜粋）を図1、2に示す。図1に示すように、S字型成長曲線を目視にて確認した結果、成長を続けており問い合わせ件数の減少は見られなかった。この結果、保守要員の交代は、現状ではできないと判定した。また、問い合わせ発生間隔による分布形の推定では図2に示すように、指数分布との適合は認められなかった。これらの結果を受けて、データに別

観点を加えて分析を行う。別観点では、対応時間の難易度によってデータを分割し分析を行う。この分析を行う理由として、上述した通りA企業では、既にPGに交代を実現しているプロジェクトが存在している。この該当プロジェクトでは、上述した通り対応時間が短い問い合わせが多い傾向であることが明らかになっている。この結果を言い換えれば、対応時間の難易度によって、問い合わせの発生傾向が異なるといえる。難易度の低い問い合わせは継続的に発生し、難易度の高い問い合わせは、難易度の低い問い合わせより先に減少する。この対応時間の難易度の、発生傾向の違いによって、異なる分析結果が得られると考え、対応時間の難易度によってデータを分割し、再度分析を行う。この分析を行うに当たり、難易度の定義が不明確なため、難易度の定義を行った。難易度の定義は、対応時間の層別の結果、1番多い対応時間を難易度の中間とおき、中間未満は難易度が低く、中間以上は難易度が高い対応時間と定義した。これらを前提として、対応時間の層別を実施した。層別の結果、表4に示す結果が導かれた。1番多い対応時間は、3時間である結果が導かれた。この結果を受けて、層別の結果1番多い対応時間であった3時間を難易度の中間とおき、3時

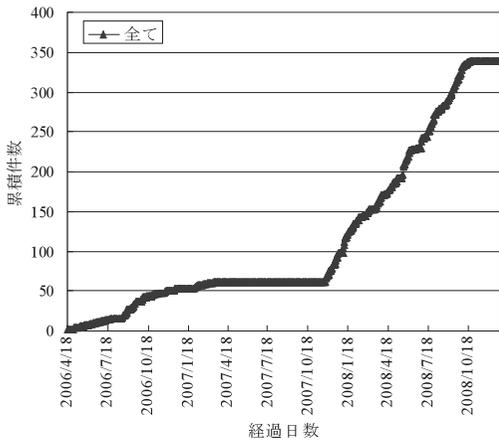


図1. S字型成長曲線

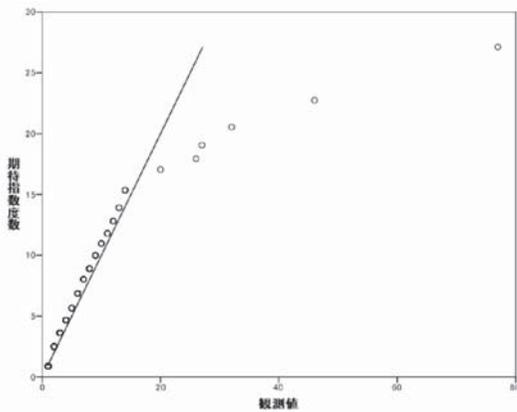


図2. Q-Qプロット(Project = 0120)

間未满是難易度が低く、3時間以上は難易度が高い対応時間と定義した。次に、定義した難易度により2分割したデータを用い、S字型成長曲線の図示と、問い合わせ発生間隔による分布形の推定を再度行った。S字型成長曲線図示の結果(抜粋)を図3に示す。3時間以上の対応時間は3時間未満より早く問い合わせ件数が、減少していることが導かれた。この結果、現状においても、保守要員の交代は可能性があると判定した。また、図4に問い合わせ発生間隔による分布形の推定結果(抜粋)を示す。問い合わせ発生間隔による分布形の推定では、8プロジェクトのうち、5プロジェ

表4. 対応時間の層別結果(抜粋)

対応時間	度数	パーセント
3	530	20.924
0.5	428	16.897
2	374	14.765
1	275	10.857
4	140	5.527
5	108	4.264

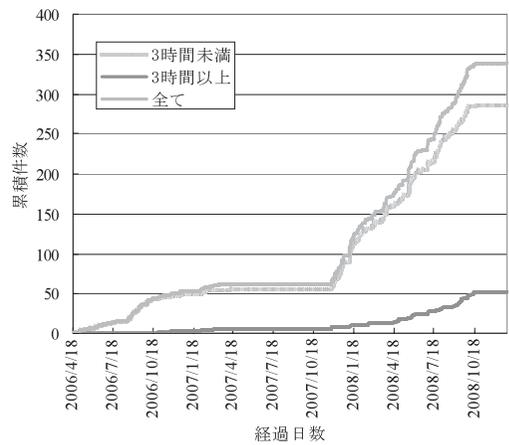


図3. S字型成長曲線

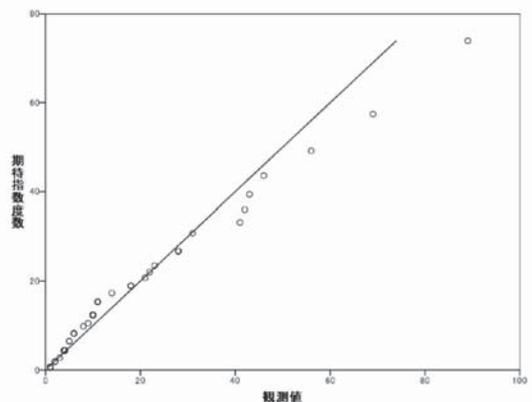


図4. Q-Qプロット(Project = 0120: 3時間以上)

クトが指数分布に適合することが導かれた。

3.2 静的解析結果

SEとPGの対応時間の差異確認を行った。分析を行うに当たり、分析対象としたデータについて補足する。今回収集したデータは、保守工程開始時から保守要員をPGのみで対応した特殊なプロジェクトである。このプロジェクトにおいて、PGが問い合わせに対応した対応時間をもとに、開発を担当したSEが同じ対応を行ったと仮定し、対応時間を追記しSEが作成したデータである。このデータを用いSEとPGの対応時間を、日ごとに累積し比較した結果を図5に示す。この結果、SEとPGの累積対応時間の差が明らかに異なることが導かれた。次に表5に示す通り、基本統計量の分析結果から、SEとPGの対応時間には、様々な特徴があることが導かれた。1点目は、最小対応時間である。これは、SEとPGにおいて差がないことが導かれた。また、この結果については、対応時間が1時間未満のデータに多く見られる傾向であることも導かれた。2点目の最大対応時間では、SEとPGでは4時間の違いがあり大きな差が発生していることが導かれた。3点目は、対応時間の種類である。PGの対応時間の種類は多様であるが、SEの対応時間は少ないことが導かれた。

次に、上述のプロジェクト個々のデータを用いて、各項目間の相関分析を行った。表6に示す通り、相関分析の結果は、様々な項目間に相関傾向があることが導かれた。着目項目では、問い合わせ件数と、対応時間に正の相関傾向があることが

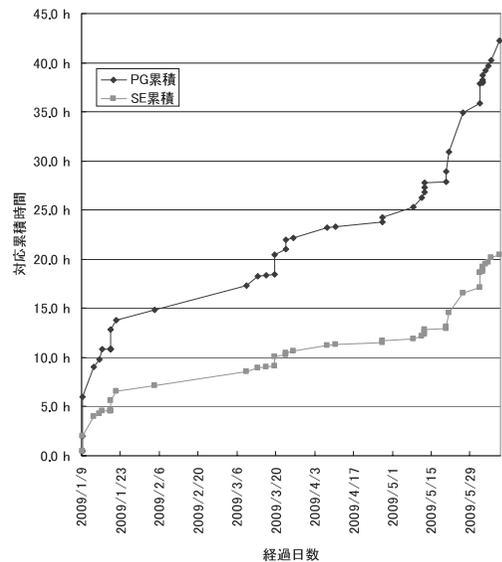


図5. SEとPGの対応時間差異

導かれた。また、問い合わせ件数には、増築率と正の相関傾向があることが導かれた。

3.3 分析結果の考察

問い合わせ発生間隔による分布形の推定とS字型成長曲線の分析結果から、問い合わせ発生間隔による分布形の推定によって、指数分布との適合傾向を得ることができた。この結果、作業量の推定方法を特定できた。また、S字型成長曲線の分析結果から現時点で保守要員の交代を行える可能性があることも判定できた。この結果は、分析対象データの特性として、すべての分析対象データと、対応時間を難易度によって2分割した場合、問い合わせ件数の発生傾向および問い合わせ発生間隔の分布形が異なることから得られた結果であ

表5. SEとPGの差異

要員	度数	最小対応時間	最大対応時間	合計	平均値	標準誤差	標準偏差	分散	対応時間種類
SE	40.00	0.00	2.00	21.00	0.53	0.12	0.75	0.56	7.00
PG	40.00	0.00	6.00	52.00	1.30	0.20	1.24	1.55	10.00
差異	0.00	0.00	4.00	31.00	0.78	0.08	0.49	0.99	3.00

表6. 相関分析結果一覧

問い合わせデータ	相関項目
対応時間	・問い合わせ件数
問い合わせ件数	・増築率 ・対応時間
平均問い合わせ件数(1日)	・対応時間 ・初期投資規模※1
合計投資規模	・増築規模 ・増築回数 ・増築率 ・合計稼動日数
初期投資規模	・問い合わせ件数※1
増築規模	・合計投資規模 ・増築率
増築回数	・合計投資規模 ・合計稼動日数
増築率	・合計投資規模 ・増築率 ・問い合わせ件数
合計稼動日数	・合計投資規模 ・増築率

※1: 負の相関

る。この結果は上述した、開発現場の実績と類似している。実際の開発現場では、難易度の低い対応時間は継続的に発生しているが、難易度の高い対応時間はソフトウェアの利用開始から日数の経過に伴って減少傾向にある。これは、エンドユーザがソフトウェアへの操作習熟度が上がることや、ソフトウェア保守によってソフトウェアが改修されソフトウェアの品質が安定し起こっていると考ええる。

SEとPGの対応時間の差異確認によって、SEとPGでは、対応時間に差があることが明らかになった。この結果、SEとPGの対応時間の差は、作業量精度向上に利用する。対応時間の差は、上述の通りノウハウ量の違いが主要因であると考ええる。これは、上述の分析結果にある、対応時間の種類の違いから読み取れる。この対応時間の種類の違いは、SEはノウハウ量が多いため、様々な

問い合わせにある程度均一な対応が行えるが、PGはノウハウ量が少なく、問い合わせの対応時間にバラつきがあり、様々な対応時間で対応が必要となると考える。この結果、ノウハウ量の違いによって、PGの対応時間の種類が多くなったと考えている。

相関分析の結果から、作業量の推定精度向上における要因の特定ができた。これは、問い合わせ件数と増築率の相関傾向である。この相関傾向が導かれた理由は、2点の理由が考えられる。問い合わせ発生間隔による分布形の推定とS字型成長曲線と同様に、1点目は、エンドユーザの習熟度である。増築によって、新たなソフトウェアや新たな機能などの追加が行われる。しかし、エンドユーザはソフトウェアに対する習熟度が低く、利用方法に戸惑い、問い合わせ件数が増加するのではないかと考える。2点目は、ソフトウェアの品質である。増築を実施した、新たなソフトウェアに残存バグやエンドユーザの要求と異なる機能などがあり、これらに対するエンドユーザからの問い合わせが増加しているのではないかと考える。これらの状況から、増築率は、作業量精度向上に利用する。また、他項目間で導かれた相関傾向についても、今後、作業量精度向上に利用できないか分析を行う。想定外の傾向としては、初期投資規模が大きい場合、問い合わせ件数に負の相関傾向が見られる結果である。この傾向は情報システム開発の投資が確実に行われ、エンドユーザの要求仕様とソフトウェアにおいて実現した機能の差が少なくなった結果により、問い合わせ件数が減少していると推測する。

上述した通り、分析および考察から得られた結果は、上述の開発現場の実績に近い結果が得られた。この結果から、今回対象としたデータ分析の範囲において、分析および考察結果は、保守要員の交代のモデル化を行うに当たり利用できる結果であると考ええる。

4 保守要員の交代モデル

上述の考察結果から2つの課題を抑制し、保守要員の交代を実現するには、以下の方法を採用することで実現できると考える。

まず、サービスレベルの低下を抑制し保守要員を交代する方法として、作業量が減少したタイミングで保守要員の交代を実施する。これは、上述の分析結果から、問い合わせ件数の減少と、対応時間の難易度が低下することによって、SEとPGの作業量の差が少なくなり、サービスレベルの低下を抑制できる。次に、上述の作業量の減少するタイミングを推定する方法として、問い合わせ発生間隔による分布形の推定から、作業量が減少するタイミングを推定する。上述の通り、対応時間を難易度で2分割することによって、指数分布との適合傾向があることから、これを用いて作業量が減少するタイミングを推定する。なお、推定時には対応時間の差異および増築率を考慮する。次にコスト上昇の抑制では、上記のサービスレベルの抑制によって、対応時間の差が少なくなり、コスト上昇も同時に抑制できる。これらの方法を用いて、モデルによって、保守要員の交代を実現する具体例を下記する。

具体例の前提は、下記の通りである。該当プロジェクトは1年間稼動し、1年以内の将来に、保守要員の交代を実現したいプロジェクトである。

1) 作業量の推定

データを、3時間未満、3時間以上の難易度で分割し作業量の推定を行う。具体例を下記する。作業量の推定は2種類行う。1種類目は、SEの作業量の推定である。現在を2010年1月1日とし、該当プロジェクトの利用開始日を2009年1月1日とした場合、2009年1月1日から2010年1月1日までのデータに対して、2010年1月2日から2011年1月1日までの作業量の推定を行う。2種類目は、PGの作業量の推定である。2009年1月1日から2010年1月1日までのデータに対し、PGが対応した場合の作業量を推定

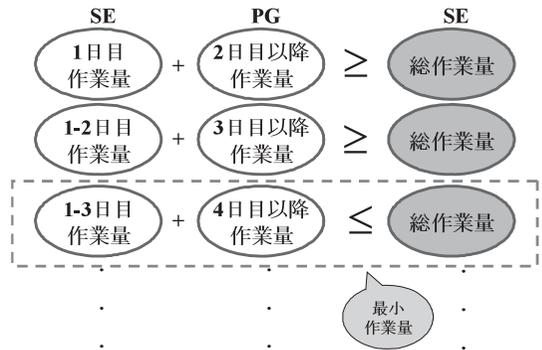


図6. 保守要員交代イメージ

する。また、SEと同様に、2010年1月2日から2011年1月1日までの作業量の推定も行う。

2) 作業量の比較

1) で求めた作業量をもとに、日々の作業量を比較する。具体的には、2009年1月1日はSEが担当し、それ以降の2011年1月1日までをPGが担当した場合の合計作業量を求める。この結果とSEが2009年1月1日から2011年1月1日まで対応（SEがすべて対応）した場合の作業量を比較し、SEがすべて対応した場合の作業量と、途中からPGが対応した場合の作業量と比較する。この結果、SEがすべて対応した場合の作業量が小さい場合、SEが担当する範囲を広くする。例えば2009年1月1日から2009年1月2日、次に、PGの担当する範囲を2009年1月3日から2011年1月1日とする。これを繰り返し行う。最終的には、すべての期間をSEが対応する作業量より、期間途中で、保守要員の交代を行った場合の作業量が小さくなったタイミングを、保守要員の交代タイミングとする。イメージを図6に示す。なお、プロジェクトによっては、SEがすべて対応した作業量が最小である場合も考えられる。これは推定範囲内では、保守要員の交代ができないプロジェクトであると判定できる。また、プロジェクトによっては、過去日が保守要員の交代タイミングである場合も想定される。これは推定範囲内では、既に保守要員の交代が実現できるプ

ロジェクトであると判定できる。

5 まとめ

本論文では、情報システム開発における保守工程の保守要員の交代に着目し、保守要員の交代をモデル化し標準化するためにデータ分析を実施した。また、合わせて分析結果からの考察を行った。この結果、保守要員の交代をモデル化によって標準化する提案に必要となる、様々な要因や課題を抽出することができた。

今後の課題として下記の3点が挙げられる。

- 1) 初期投資規模と問い合わせ件数の負の相関
- 2) サービスレベルの定義
- 3) 対応時間の差異

1) については、相関分析から導かれた傾向であり、本研究の範囲外ではあるが、情報システム開発における生産性向上に寄与できる傾向であると考え、今後別研究でさらに分析を行う予定である。2) については、本論文では、サービスレベルの低下を定性的に捉えているが、今後サービスレベルの低下を定量化する必要がある。3) については、上述した通り、SEとPGの対応時間の差異については、特殊プロジェクトから導いた結果を利用している。今後は、複数のサンプルプロジェクトからデータ分析を行い、対応時間の差異の精度向上を行う必要がある。

参考文献

- 石塚直己, 山本久志, 大場允晶, 丸山友希夫, 大宮望, (2008)「困難度を考慮したソフトウェア開発プロジェクトの評価方法の提案～情報システム開発プロジェクトの場合～」, 日本経営工学会平成20年度秋季研究大会予稿集, pp120-121
- 大宮望, 大場允晶, 山本久志, 丸山友希夫, 中邨良樹, (2009)「保守工程における問い合わせデータの分析 —情報システム開発の場合—」, 日本経営工学会平成21年度秋季研究大会予稿集, pp28-29
- 緒方健二, (1990)「おはなし社内標準化」, 日本規格協会
- 早瀬康裕, 松下誠, 楠本真二, 井上克郎, 小林健一, 吉野利明, (2005)「保守請負時を対象とした労力見積りのためのメトリクスの提案」, 電子情報通信学会技術研究報告, SS, ソフトウェアサイエンス, Technical report of IEICE, SS 105 (491) pp, 61-66 20051213
- 野口祐, (1990)「ソフトウェアの経営学」, 有限会社森山書店
- 松本征大, 河野知行, (2002)「Drain Modelを使ったSLAに基づくCPUのキャパシティ予測」, 情報処理学会研究報告, pp. 25-30
- 山田茂, (1994)「ソフトウェア信頼性モデル」, 株式会社日科技連出版社, p66
- 山田茂, (1994)「ソフトウェア信頼性評価法の理論と現状」, プロジェクトマネジメント学会誌, Journal of the Society of Project Management 1(1) pp, 26-31 19990715
- 横田隆夫, (2003)「ソフトウェア保守環境の調査と改善事例」, プロジェクトマネジメント学会誌, Vol. 5, No. 2 pp. 40-44.
- 林坂弘一郎, 三道弘明, (1999)「ソフトウェアの保守サービス契約に関する一考察」, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J82-A, No. 12 pp. 1819-1829
- IEEE Std 1219 (1997) "Standard for software maintenance"
- N. Oomiya, M. Ohba, H. Yamamoto (2006)「Analysis of inquiry data in the maintenance process — The case of information system —」, The 10th Asia Pacific Industrial Engineering & Management Systems Conference, Kitakyushu-city 2009