

ソフトウェア品質評価システム“SQE”

Software Quality Estimation System “SQE”

コンピュータの応用分野の拡大に伴い、ソフトウェア品質向上へのニーズは年々高まってきている。日立製作所では、信頼性の維持・向上を目指してソフトウェア開発工程の始めから工場完成を経て稼動に至るまで、多角的・総合的に品質評価・管理を行なうシステム“SQE”を開発した。

SQEは、内容的には従来から個別に実施している各種の技法の統合化に加え、信頼性設計及び品質要因分析に基づく目標値管理方式の導入により、品質の目標値設定、品質要因・摘出不良の予実績管理・異常値分析、総合品質評価などを可能にし、環境的にはパーソナルコンピュータを活用したOA化を基軸としてシステム化を実現したものである。現在、本システムは試行の段階を経て、主要な製品への適用を開始している。

橋本弥一郎* *Yaichirô Hashimoto*
平島俊一* *Shun'ichi Hirashima*
古賀恵子* *Keiko Koga*
横山陽一* *Yôichi Yokoyama*
森文彦** *Fumihiko Mori*

1 緒言

ソフトウェアの社会的影響度、コスト増大に伴い、その品質に対する要求は一段と厳しくなっている。

日立製作所では、ソフトウェアの設計から検査までの開発工程を中心に、稼動状況のフィードバックを含む多角的・総合的なソフトウェア品質評価システム“SQE”(Software Quality Estimation System)を開発した。SQEはソフトウェア品質の中でも特に「信頼性」に着目してその維持・向上をねらいとしたものである。

本論文では、従来の品質評価方式に対するSQEでの改善点及び基礎技術、その実現方式と適用例について述べる。

2 従来の品質評価方式に対する改善点

2.1 SQEの特徴

狭義のソフトウェア品質である「信頼性」の維持・向上を目的とした品質評価・管理方式には幾つかの方法が検討されてきている。その一つである目標値管理方式は、種々の品質指標に対して目標値を設定して、その実績によりソフトウェア品質を評価・管理する方法である。目標値管理のポイントは、適正な目標値設定及び着実な実績フォローにある。SQEは「信頼性」の代用特性として単位規模当たりの不良件数の設定、開発工程への展開フォロー及び実績に基づく推定を具体的なねらいとした品質評価システムである。従来の品質評価方式では、どちらかといえば摘出不良に基づく一面的・統計的評価が中心であり、特に作込み品質に対しての評価・管理が弱かったが、SQEでは信頼性設計方式や品質要因分析により、定量的な品質目標値の設定及び予実績管理を行ない、上流工程からの多角的・総合的な品質評価により社内品質の早期安定、向上を図り、社外事故の絶滅を目指している。

2.2 SQEの開発方針

SQEの開発方針は以下に述べるとおりである。

(1) ソフトウェア開発の全工程を通じて多角的・総合的に品質評価を行なえるシステムとする。そのため、ソフトウェア開発工程に準拠して品質要因に関する情報を入手し、分析、検討できる技法・ツールを装備するとともに、開発環境の変化に応じて品質要因そのものの精度を維持・向上できるシス

テムであること。

(2) ソフトウェア開発担当者が利用しやすいシステムとする。すなわち工数・技術・運用面から見て使いやすいものにする。そのため、ツール類はパーソナルコンピュータ上で動作するプログラムを開発する。

3 SQEの基礎技術

3.1 信頼性設計方式

信頼性設計は品質を作込みと摘出の二つの観点から検討し、類似製品の実績をベースにして当該製品の作込み不良を推定し、それに対応して不良を摘出していく方式である。まず、類似製品の社外事故件数から、経験則により潜在不良を推定する。この推定潜在不良と社内摘出実績から類似製品の作込み不良を推定する。当該製品も環境に変化がなければ類似製品の作込み不良と同レベルの不良を作り込むと仮定する。それに対して当該製品ではどの程度作込み不良を減らすかを決め、ソフトウェア設計段階の各工程(計画からコーディング完了まで)対応に低減率を展開する。その実現には既存の工程対応施策(要求仕様定義技術、デザインレビューなどの技法・技術の適用、各種チェックリストの活用、治工具プログラムの利用など)に加え、新規又は改善施策も必要となる。どの施策によりどの程度不良を減らすか、プライオリティを付け各施策の総計により工程ごとの低減率を達成する。人員構成の変動も係数化して不良件数に反映する。環境条件の劣化により、部分的には係数が1を超えることも考えられるが、全体としては必ず作込み不良は低減するように設計する。このように信頼性設計方式は、ソフトウェア開発に当たってプロジェクトリーダーが頭で考え実行することを、目に見える形で定量的に方式化したものである。次に、推定した不良件数に対して各工程の切れ目や、週ごと、月ごとに施策の見直しを行なって推定精度の向上を図り、設計・製造工程の最後であるコーディング完了時点では実態に近い作込み不良件数の推定を可能とする。テスト段階では、品質要因分析結果を考慮して設定した比率により、先の作込み不良件数を各テスト工程(机上デバッグから検査まで)対応に配分し、各工程の摘出不良の目標

* 日立製作所ソフトウェア工場 ** 日立製作所システム開発研究所 工学博士

値とする。以降、摘出不良予実績管理を行ない目標値と実績値の差が大きい場合は、従来からの不良分析に加え、後述の品質要因別の検討により品質向上対策を実施する。予実績管理の実際は3.3節で述べる品質推移・目標値管理方式で行なう。

3.2 品質要因分析に基づく評価方式¹⁾

品質要因に基づく評価方式は、信頼性設計での類似製品の作込み品質の推定精度向上を図り、別途異なったアプローチで品質を推定する方式である。すなわち、この方式ではソフトウェア開発過程での品質要因により品質を推定している。まず、現状で使用している種々の品質指標を取り出して、社内摘出不良件数、社外事故件数を目的変数として分析を実施した。分析には数量化分析(I類)、要因間の相互作用分析に適したAID(Automatic Iteration Detector)分析を使用した。分析の結果、一部実証が不十分なものもあったが、ほぼ方向づけが得られた。そこで、分析結果から社内摘出不良、社外事故のそれぞれに影響を与える品質要因を選び、それに基づく評価方式を検討した。選定した要因は以下に記した10個である。

- (1) 開発規模
- (2) プログラム処理内容
- (3) プログラム処理形態
- (4) プログラム開発形態
- (5) 高級言語使用率
- (6) 単位規模当たりの設計工数
- (7) 単位規模当たりのテスト工数
- (8) 単位規模当たりのチェック項目数
- (9) 規模予実績比
- (10) 不良摘出パターン

これらの要因から、作込み品質に影響を与える規模、処理内容、処理形態、開発区分、高級言語使用率、設計工数、規模予実績比を使用した第1次の品質目標値設定方式を開発した。目標値算出式は以下に記すとおりである。

$$Y = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \dots \cdot \alpha_n \cdot C \cdot X^\beta$$

ここに Y: 作込み不良件数(件)
 $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$: 品質要因の係数
C: 平均不良件数(件/kS)
X: 開発規模(kS)
 β : 定数で1を用いる。

品質要因の係数は、分析結果から得た各要因のカテゴリーごとの目的変数に対する寄与の大きさを基に、0.8~1.2に設定した。表1に品質要因の係数設定方法を、表2に係数の例を示す。

3.3 品質推移・目標値管理方式

品質推移・目標値管理方式は、あらかじめ設定した摘出不良件数の目標値と実績値の比較を行なって予実績を評価するとともに、テスト工程ごとの摘出不良実績から品質推移を評価する方式である。品質推移は、評価対象工程までの各テスト工程の摘出不良件数に、重みづけ係数を掛けて得た数値の和で評価値を表わし、前工程の評価値との比較により評価を

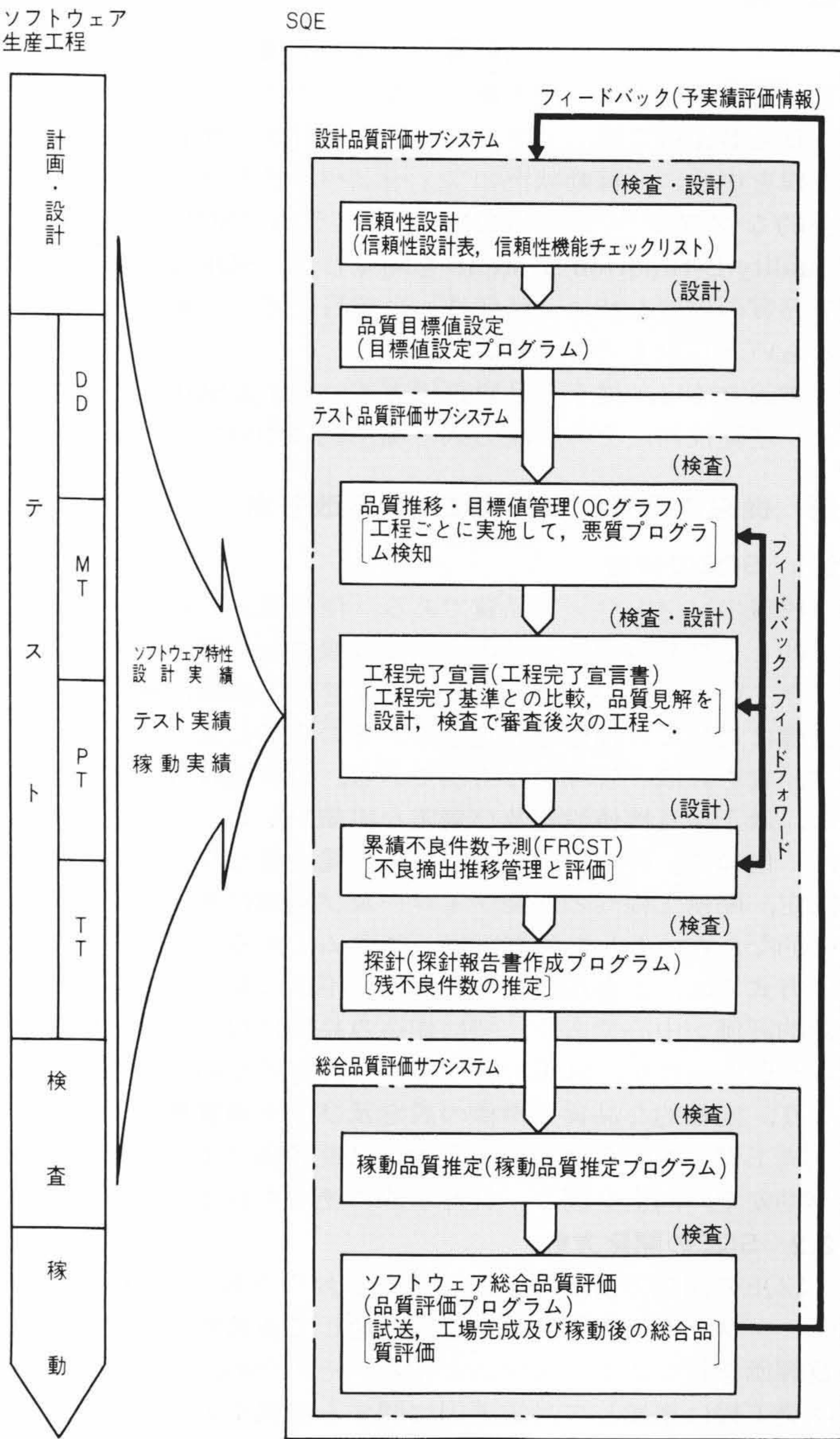
表1 品質要因の係数設定方法 各要因、カテゴリー別に目標変数に対する寄与の程度を大・中・小に分け、0.8~1.2の係数を与える。

社内摘出不良	社外事故	大	中	小
大		1.2	1.2	1.2
中		1.2	1.0	1.0
小		1.2	1.0	0.8

表2 品質要因の係数例 開発区分では、「新規」の社内摘出不良、社外事故に対する寄与の程度は両方とも「大」のため、係数は1.2とする。

開 発 区 分				
カテゴリー	寄 与 率		係数	
	社内	社外		
新 規	大	大	1.2	
改 造	小	小	0.8	

行なう。本方式では、後工程で不良が多いほど評価値が高くなる。また、前工程で不良を多く摘出し、後工程で摘出件数が下がれば評価値は低くなるように重みづけ係数を設定している。すなわち、この評価値は値が前工程より下がるほど、良い評価となるように設定してある。



注: 略語説明
DD(机上デバッグ), MT(単体テスト), PT(プログラムテスト), TT(統合テスト)
QC(Quality Control), FROST(Forecasting Program)

図1 SQEの構成 SQEは、設計品質評価、テスト品質評価、総合品質評価の三つのサブシステムから成り、ソフトウェア生産の全工程をカバーしている。

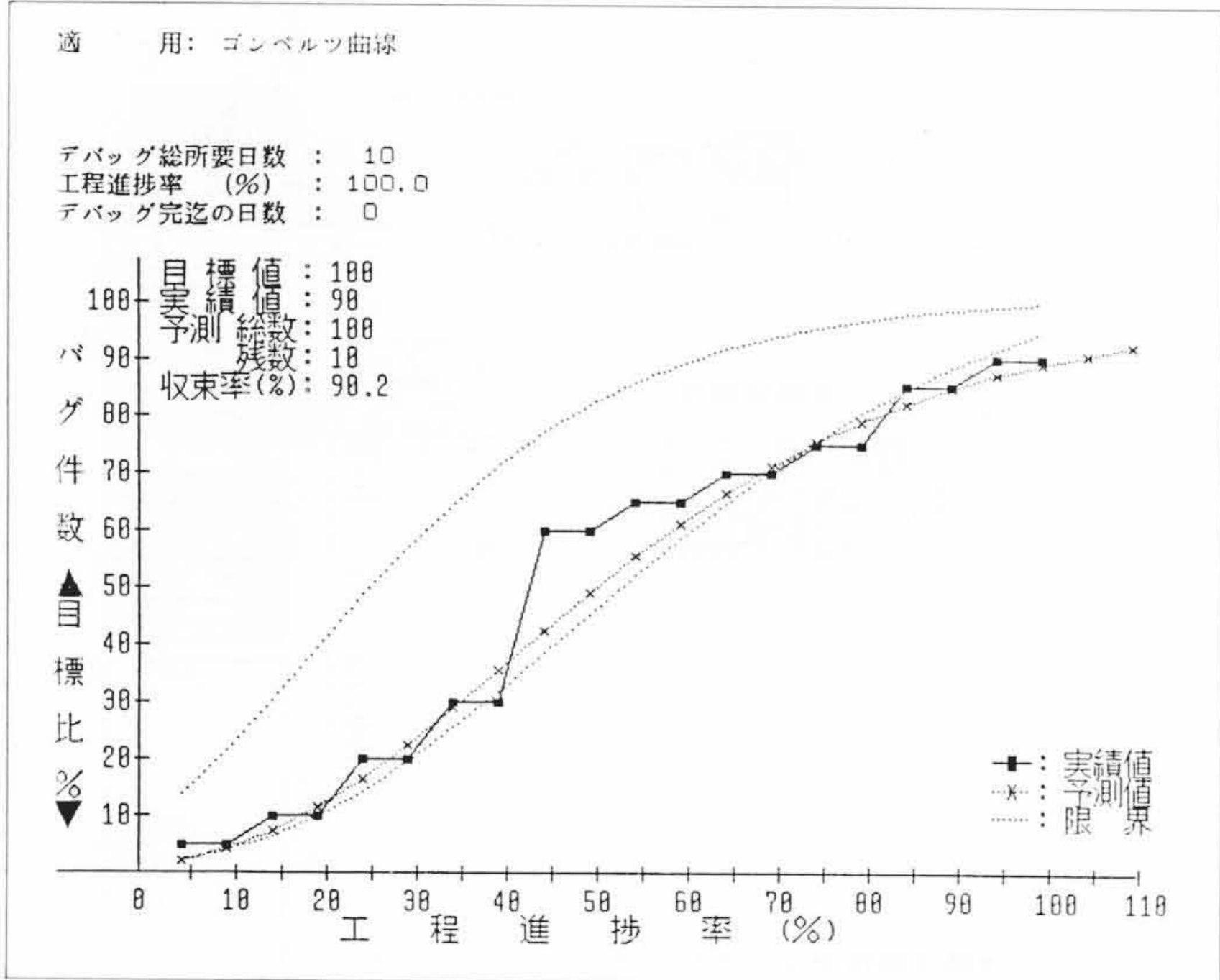


図6 FRCST出力例 不良実績の累計を成長曲線に当てはめ、残不良の推定を行なう。

表3 探針報告書作成プログラム 探針の不良件数を基に、近似計算により推定母不良率を求め、報告書として出力する。

項番	プログラム名	規模 (kS)	総項目数	実施項目数	探針実施率	不良件数	母不良率	推定不良件数
1	SAMPLE	12	400	40	10%	2	0～10	0～40

るように工夫してある。

また、本サブシステムには、各テスト工程完了時の品質評価を行なう工程完了宣言書、不良実績の累積推移を成長曲線に当てはめ残不良を推定するFRCST (Forecasting Program)²⁾ (図6)、テスト段階での先取り検査により、統計的手法を使って残不良の推定を行なう探針²⁾の支援ツール、探針報告書作成プログラム(表3)などが用意しており、多角的なテスト工程品質評価技法を提供している。

5.3 総合品質評価サブシステム

総合品質評価サブシステムは、主に検査段階に適用する。ソフトウェア総合品質評価プログラムは、設計品質評価サブシステムやテスト品質評価サブシステムから出力された種々の品質データを基に、ソフトウェアの全体的品質を評価して、八角形のレーダチャートで表現する。最終的には、検査結果や稼動状況を含めた総合的な品質評価を行なう(図7)。

また、品質要因に基づく評価方式を活用して、稼動品質を推定するプログラムも現在検討中である。

本サブシステムの評価結果は、設計品質評価サブシステムにフィードバックすることにより、段階的なソフトウェア品質の向上を目指している。

なお上記のSQEのプログラムは、すべてパーソナルコンピュータのMS-DOS/BASIC上で動作している。

6 SQEの評価

SQEは、現在主要製品に適用を開始しており、ソフトウェアの開発から稼動までの多角的・総合的な品質評価という目標は一応達成した。またパーソナルコンピュータの活用により、手軽で簡単に利用できる評価システムの実現もできた。しかし、SQEの最終的な目的である信頼性の向上、すなわち作込

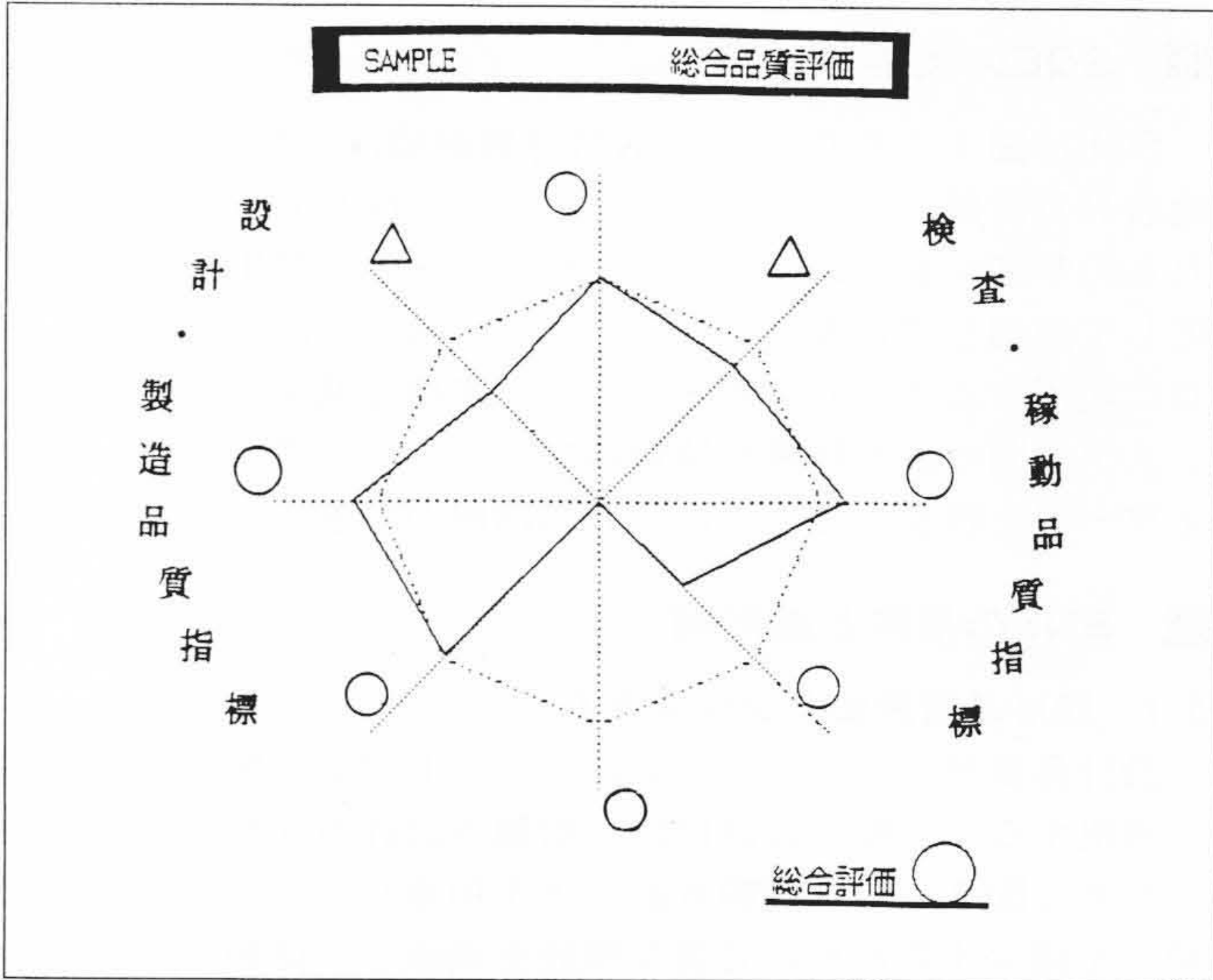


図7 総合品質評価出力例 8種の品質指標により、ソフトウェアを総合的に評価して、八角形のレーダチャートで出力する。

み不良の低減及び不良摘出率の向上による社外事故の絶滅は、まだ定量的に評価できる段階に至っていない。特に信頼性設計及び品質要因分析に基づく品質目標値については、適用製品の $\frac{3}{4}$ が設定目標値の80～120%以内、残りが50～80%であった。安全性を考慮して目標値は高めに算出されるように係数を設定してはいるが、継続検討していく必要がある。今後、特に指導力・技術力などの人的要素を主体とした品質要因の再検討、実績値のフィードバックにより精度向上を図っていく。

7 結 言

以上、SQEについて、その基礎技術と機能を中心に述べた。SQEは、狭義のソフトウェア品質である「信頼性」の維持・向上を目指して、ソフトウェア生産の全工程を通じての一貫した品質評価システムとして開発した。特に、不良件数(「信頼性」の代用値)の工程・作業対応の目標値管理をねらいとした信頼性設計、品質要因分析に基づく評価方式・ツールを中心に、サブシステム間で情報のフィードバック、フィードフォワードを行なうトータルなソフトウェア品質評価システムの実現という、第一段階の目標は達成できた。

今後は、SQE適用の拡大、実績評価に基づく精度の向上、操作性の改善などを図るとともに、より広い意味でのソフトウェア品質(性能、操作性などを含めた広義のソフトウェア品質)との統合についても検討を行ない、より高度なソフトウェア品質評価システムとして成長させていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 橋本、外：ソフトウェア品質推定と評価方式についての一考察、日本科学技術連盟第5回ソフトウェア生産における品質管理シンポジウム(1985-9)
- 2) 保田：ソフトウェアのテスト技術と品質評価、品質、12、2、149～154(1982-4)