

解説



ソフトウェアの品質管理と品質保証†

飯塚悦功†

1. はじめに

高品質のソフトウェアを開発するためには、ソフトウェア製品に固有な技術とともに、これらの技術を生かしつつ技術の未熟な部分を補完する管理の仕組みが必要である。本稿では、この視点から、ソフトウェア製品の品質を達成するために有すべき総合的な管理システムについて論じ、あわせてソフトウェア製品の品質を顧客に保証するために必要な品質システム要素を規定した国際規格 ISO 9000-3 の内容を概説する。

本稿を書き始めるにあたって、まず「品質保証」と「品質管理」という用語の意味について整理しておきたい。その理由の第一は日本語においてその区別が明確でないことがあり、第二に国際的な認識と日本の認識が必ずしも一致していないためである。

JIS の品質管理用語 (JIS Z 8101) にあるこの二つの用語の定義を表-1 に示す。この定義によって、日本の認識では「品質保証」は「品質管理」の目的であり、「品質管理」は経営機能全般にわたって全員参加で実施する必要があるという意味で総合的なものであることが分かる。

次に、ISO の定義 (ISO 8402: 品質一用語) にある関連する用語の定義を表-2 に示す。この定義から、国際的な了解では、日本でいう品質管理を意味する用語は Quality management であり、Quality control は品質管理技法とでも訳すほうが望ましいことが分かる。さらに、Quality assurance は“証拠を示して信頼感を与える”ことが中心であり、日本でいう品質保証とは意味が異なることも分かる。

表-1 JIS による「品質管理」の定義

<quality control: 品質管理>

買手の要求に合った品質の品物又はサービスを経済的に作り出すための手段の体系。

品質管理を略して QC ということがある。

また、近代的な品質管理は、統計的な手段を採用しているので、特に統計的品質管理 (statistical quality control, 略して SQC) ということがある。品質管理を効果的に実施するためには、市場の調査、研究・開発、製品の企画、設計、生産準備、購買・外注、製造、検査、販売及びアフタサービス並びに財務、人事、教育など企業活動の全段階にわたり、経営者を始め管理者、監督者、作業員など企業の全員の参加と協力が必要である。このようにして実施される品質管理を全社品質管理 (company-wide quality control, 略して CWQC) 又は総合品質管理 (total quality control, 略して TQC) という。

<quality assurance: 品質保証>

消費者の要求する品質が十分に満たされていることを保証するために、生産者が行う体系的活動。

表-2 ISO による「品質管理」の定義

<Quality management: 品質管理>

経営管理機能全般のうち、品質方針を定め、それを実施する側面。

備考

1. 品質管理に関する責任は経営者にあるが、望ましい品質を達成するためには、組織のすべての人々の参画が必要となる。
2. 品質管理は、品質の計画、実施、評価など品質にかかわる戦略的計画、経営資源の配分、及びその他の体系的諸活動を含む。

<Quality control: 品質管理 (狭義)>

品質要求を満たすために用いる実施技法及びそれに基づく活動。

備考

1. (略)
2. (略)

<Quality assurance: 品質保証>

製品又はサービスが、所与の品質要求を満たしていることの妥当な信頼感を与えるために必要なすべての計画的及び体系的活動。

備考

1. (略)
2. ……(一部略)……, 信頼感を与えることに証拠を残す活動を含めてもよい。
3. (略)

† Quality Management and Quality Assurance in Software by Yoshinori IIZUKA (Dept. of Reaction Chemistry, Faculty of Engineering, The University of Tokyo).

† 東京大学工学部反応化学科

2. 品質管理

2.1 日本的 TQC

(1) TQC

1970年代後半に世界の注目を集めた日本的 TQC の何たるかを一言で表すのは難しいが、問われれば、「品質を中核とし改善を重視する全員参加の経営管理」と答えることにしている。TQC は、古典的経営論にあきたらなかつた経営者を引きつけた、「品質」「全員参加」「改善」という三つのキーワードにその特徴が表現される革新的な経営論であると言ってよい。

日本の近代的品質管理は、第二次大戦後アメリカから導入されることによって始まった。当初は、鉄や重化学工業で適用され、次いで自動車、電気・機械などの組立産業で花開き、15年ほど前から建設、サービス、ソフトウェアなどの分野へ拡大した。

品質保証の方法という視点でみると、当初は検査重点主義であったが、すぐに製造工程の管理を重点とする活動となり、20年ほど前からは新製品開発に重点を置くことが常識となった。

顧客に満足を与える製品やサービスを提供するために新製品開発を重視しなければならないという考え方は、品質管理が全社的で総合的なものでなければならないことを意味する。こうして日本的 TQC は、あらゆる仕事の質を向上し、会社の体質を改善することを目指す革新的な経営方法と位置づけられるようになった。

(2) TQC の枠組み

TQC がどのような哲学と方法論の集合体であるかを整理するのは、TQC が何であるかを論ずると同様に難しい。筆者の独断で大胆に整理すれば表-3 に示すとおりとなる。

表-3 の中には、あるいはソフトウェア技術者になじみのない言葉が含まれているかもしれないので簡単に説明しておく。

「後工程はお客様」とは、組織全体のアウトプットの質は、各人（または各部門）が後工程をお客様と考えて、自分たちの仕事の質を次の工程に対して保証するという連鎖ができあがったときに、効率的に達成できるという考え方である。

「PDCA」とは、Plan, Do, Check, Action という管理のサイクルの頭文字を連ねた略語である。品

表-3 日本的 TQC の枠組み

- | | |
|-------------|---|
| 1. 指導原理 | <ul style="list-style-type: none"> 品質：使用者の満足/後工程はお客様 管理：PDCA/応急処置と再発防止
事実に基づく管理 人間性尊重
従業員の成長/自主管理/全員参加 |
| 2. 方針管理 | <ul style="list-style-type: none"> 日常管理 機能別管理 方針管理 トップ診断 |
| 3. 品質保証システム | <ul style="list-style-type: none"> 品質保証体系 品質保証システム要素 |
| 4. QC手法 | <ul style="list-style-type: none"> QCストーリー QC7つ道具 新QC7つ道具 統計的方法 品質機能展開, FMEA, FTA, DR 信頼性手法 OR, IE, VE/VA, ……… |
| 5. TQCの推進 | <ul style="list-style-type: none"> 推進のステップ 運営組織 |

質管理では、管理を“目的を継続的に効率的に達成するためのすべての活動”と考えており、そのためには計画、実施、チェック、処置というサイクルを回していくことが肝要であるとの考え方である。このうち、処置には「応急処置と再発防止」の二つがあり、管理のレベルを上げるためには、計画との差異の根本原因を明確にして再発防止策を講じていく必要があるとしている。

QC手法の中であげているいくつかの略語は、以下のような意味である。

- FMEA: Failure Mode and Effect Analysis (故障モードと影響解析)
- FTA: Fault Tree Analysis (故障の木解析)
- DR: Design Review (設計審査)
- OR: Operations Research
- IE: Industrial Engineering (経営工学)
- VE: Value Engineering (価値工学)
- VA: Value Analysis (価値分析)

これらの手法のうちで、OR以降は狭い意味ではQC手法とは言えないが、現代の品質管理では、有効な手法は何でも使うという精神で、他分野の手法も積極的に取り込んでいる。

2.2 ソフトウェアへの TQC の適用

TQC の考え方や方法論は、ソフトウェア品質管理のあり方に関して少なからぬ影響を与えた。

日本の先駆的ソフトウェア会社が日本的 TQC に着目したのはそう古いことではない。1980 年ごろには、一部の会社が QC サークルの導入や QC 手法の業務への適用を試み始めた。しかし、必ずしも成功しているとは言えない。理由は明白である。形としての TQC を断片的に導入したからである。おもに組立産業で成功した方法が、そのままの形で効果的・効率的にソフトウェアに適用できるとは思えない。ソフトウェアの製品としての特殊性を考慮し、高品質ソフトウェアを開発するために必要な“技術”に裏打ちされた管理方法に衣替えしなければ成功はおぼつかない。

幾多の試行錯誤を経て、日本のソフトウェア産業も TQC が真に意味するところを理解し始めたように思う。一部の会社におけるここ 2～3 年の成果はその現れであろう。ソフトウェア業界がどのような意味で TQC を理解し始めたというのか、筆者自身の経験および文献1)～4)から読み取れることを以下に述べる。

(1) 品質第一

第一に“品質”の重要性が改めて理解され始めたと思う。

顧客に製品を提供するのだから、品質が重要であることは当たり前である。だがこのことは、アタマでは理解できてもカラダではなかなか理解できない。品質と売上げとの間には強い関係がある。品質は大量生産・大量販売の縁の下の力持ちであり、会社の長期的利益に多大な寄与をする。このことを真に理解することは難しいが、ソフトウェア分野での賛同者が確実に増していると思う。

いくつかの例をあげることができる。自分たちが期待したとおりに動作しないソフトウェアのバグを修正しているばかりでは真の品質は確保できない。実は最も重要なのは顧客の要求であり、潜在か顕在かを問わず顧客の要求を正しく把握することにこそ力を注がなければならない、という認識が広がっている。

顧客の要求を満たすべくソフトウェア製品に作り込んでおかなければならない品質には、機能性、信頼性、使用性、効率性、保守性、移植性など多様な側面があることが理解され、これら諸特性に関する要求水準を開発の初期に把握し、計量化しようとの試みも行われている。

ソフトウェア開発の進捗に応じて節目で確実な

品質確認を行おうとするのも品質意識の現れであろう。プロジェクト管理において、開発工数やコストが重要問題として表面化するが、実は品質が達成できないことがその根本原因であり、効率的にソフトウェアを開発するために、品質を第一に考えることが得策であることも理解され始めている。

(2) 品質システムの構築

第二に、品質を確保するために、“品質システム”の構築が必要であるという認識が広まったと思う。

まず、“保証”と“補償”はまったく異なった概念であり、「悪ければ取り替えましょう」という補償のためには、顧客からの苦情に応ずる部門と予算を用意するというトップの決断だけで実施することができるが、保証は全ての部門での活動によってはじめて可能となるとの理解が広まった。そして、品質を保証するためには、良い製品やサービスを生み出す仕組みを作って確実に実施し、万一使用の段階にトラブルが生じ、それがメーカー責任なら、速やかに補償を行うとともに、再発防止を行えるような品質管理システムを構築しなければならないとの認識が定着した。

その結果として、品質を達成するための組織作り、品質機能の明確化、役割分担の明確化、品質を作り込み確認する手順の設定が進められている。品質を作り込むためには、まずは開発工程を定義し、各工程の入出力を明確にし、入力から無理なく出力を得る手順を定める必要があり、この観点から業務ステップの定義、開発環境の整備、再利用（標準化）の推進などが行われている。長い開発工程で品質を作り込むには、不具合を早期に検出することも重要であり、組織的なレビューや系統的なテストが広く行われるようになった。さらに、変更が新たな問題を生まないようにコンフィギュレーション管理の仕組みを整備することも一般的になった。

(3) 全員参加の改善

第三に、全組織をあげての“改善”活動が効果的であるとの理解が広まったと思う。

内部にシステム自身を改善するためのサブシステムを有していなければ、よいシステムとは言えない。日本的 TQC においては問題解決を重視するが、それは過去の失敗を執拗に悔やむことを重

要と考えているのではなく、目的は製品・工程・システムの改善を継続的に行うことである。いついかなるときも、技術やシステムは完全ではありえず、それゆえ常に改善を怠ってはいけないとの考え方の現れである。

しかも、この活動を全員が行うことを推奨している。徐々にではあるが、自分たちの仕事の不完全さを深く分析して、仕事の仕組みの改善を組織をあげて行おうとするソフトウェア会社ができた。少なくとも、こうした運動を進めようとするリーダーが現れ始めた。

(4) QC 手法のソフトウェアへの適用

第四に、QC 手法をソフトウェア品質管理に適用しようという試みが行われている。

TQC は、品質を中心とする経営のあり方に関する考え方のみならず、いくつかの手法を提供している。既存の QC 手法は、主に組立型工業製品の品質管理を効果的に進めるための方法として開発されてきたものであるから、ソフトウェアに適用するためにはなんらかの工夫が必要である。さまざまな QC 手法の本質的部分を理解し、必要な修整を施してソフトウェアにも活用しようという動きがでてきた。

たとえば、品質機能展開 (QFD) をあげることができる。製品を企画・設計する過程は、日常用語や行動で表される顧客の要求を、製品全体およびその製品を構成する部分に対する技術的仕様に変換するきわめて難しい過程である。この過程において重要なことは、「変換の前後における、顧客の要求品質と製品の技術的仕様として必要な項目を抜けなく列挙すること」と「変換の前後における、顧客の要求品質と製品の技術的仕様の間関係を正しく把握すること」の二つである。

品質機能展開は、製品設計において、まずは顧客の立場で要求品質を明確にすることと、これらの要求を満たすように製品仕様を定めるために両者の関係を把握することの重要性を教えた。そして、「品質展開」において、顧客の要求品質を一般的なものからより具体的なものへと体系的に展開することによって、抜け落ちなく要求を把握しようとし、また「品質表」において、顧客の要求品質と製品の仕様を表の形に整理し、顧客の要求品質がどの製品仕様に反映されるか、どんな関係があるか、関係の不明確なものはどれかなどを知

り、要求から製品仕様への変換の誤りを減らそうとする。図-1 に品質展開と品質表の概念を示す。

ソフトウェアの設計においても同じような難しさがあり、原理的には同様の方法でこの難しさはある程度までは克服できる。まだ日常業務に適用されるには至っていないが、こうした考えに基づいて、いくつかの研究的な試みが行われている。

デザイン・レビュー (DR) についても、その価値が見直されている。DR の元来の目的は、社内各部門の知識の活用にある。製品の品質としては単に機能・性能だけを考慮するばかりでは不十分であり、コスト、安全性、信頼性、生産性、使いやすさ、保全性、サービス性、周囲に対する影響、デザイン、法規などにおよぶすべての要求事項が満たされなければならない。これを設計部門だけで行うことは複雑な製品では容易なことではない。そこで各分野から専門的知識をもっている人々が集まり、その知識を組織的に効果的に活用し、設計内容をより完全なものに近づけるために DR が行われる。

ところが、TQC の手法としての DR には、設計の各プロセスを完全に実施するためのマイルストーンとしての機能と、開発の早い時期からの部門間の意思統一という意義があることが次第に明らかになってきた。

TQC を推進してきた各社の DR は、設計の最終審査というわけではなく、設計・開発の各段階のしめくりと位置づけられて運用されている。DR においてそれ以前の設計プロセスが定められた手順に従って実施されたことを確認し、同時に

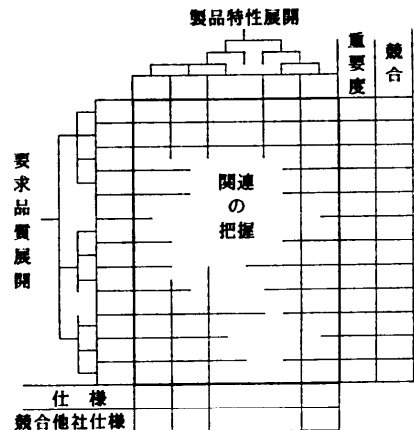


図-1 品質機能展開

その段階における設計内容に不備がないか、以前の DR などで指摘された事項は解決されたかなども審査している。また、DR への参加者をもても、たとえば構想設計段階から生産技術部門や製造部門が参画するなどして、設計中の新製品に内在する製造上の課題を早期に明らかにし、各部門が協力して適切な手を打つことができるようにするなど、一種のコミュニケーションの場と位置づけられている。

ソフトウェアについても同様の効果が期待できる。開発の中間生産物の他人による審査というよりは、プロセス管理のツールとして、審査に向けて自分で見直すきっかけとして、製品の他の部分の理解を深める場として活用しようという動きがでてきている。

さらに、すでに述べたが、技術の蓄積としての標準化、全員参加による業務改善としての小集団活動など、TQC で有効であることが判明した管理手法がソフトウェアにも取り入れられている。

3. 品質保証

3.1 品質保証の考え方の変遷

(1) 品質保証の概念の誕生

品質保証が重視されるようになってきたこと、生産・販売の大規模化と製品構造の複雑化とは密接な関係がある。取引が始まって、つい最近まで通用してきた品質に関する責任の原則は、自分の所有物に対しては自分で責任をもつという「買い手危険もち」であった。ところが、商品が複雑になり、また大量生産・大量販売によって売り手と買い手の距離が遠くなると、使ってみて不具合があれば取り替えるという「売り手危険もち」の原則に変更しなければ売れなくなってきた。こうして品質保証という考え方が生まれた。

当初の品質保証は、新品の、しかも“保証”というより“補償”という考え方が中心であった。しかしながら、1960年代以降の家電ブームを迎え、新品の保証にとどまらず、購入後もある一定期間中に生じたメーカー責任の不具合に対してメーカーが補償するという「品質保証書」つきでなければ販売ができなくなってきた。このような状況で、修理や取替えによって補償するのみではユーザの信頼も得られず、またメーカーもこうした失敗コストの増加が経営を圧迫するので、メーカーは

保証期間後も性能を発揮することを保証するような体制の見直しと改善を行った。

製品の複雑化にともなって「補償」という考え方が生まれ、それが「保証」にまで発展していく理由として、生産・販売の大規模化の影響を見逃すことができない。生産・販売の大規模化というと、生産工場の自動化とか流通チャンネルなどを思い浮かべるが、地味ではあるが最も重要なのは品質保証である。品質を重視しこれを保証しないと、売上げそのものが伸びないし、補償にとどまるとその費用ゆえに製品競争力が低下することになる。

(2) 「品質」の意味の拡大

時代の進歩にともない、保証の対象である“品質”の意味が拡大してきた。

1960年代の後半に入り、耐久消費財の普及と信頼性技術の進歩により、商品の信頼性が重視されるようになった。このような機能商品の普及にともない「商品というモノを買う」という考えから「その商品が有する機能（ハタラキ）を買う」というようにユーザの考え方が変わってきた。耐久消費財という名の示すごとく、ユーザが期待する相当期間、故障しないで稼働する確率が高いという信頼性が要求され、メーカーも信頼性設計、信頼性試験、市場故障データの解析などを品質保証活動の中に取り入れるようになった。

高価な耐久消費財あるいは生産財では、修理しながら使うのが普通であり、その場合にはいかに迅速に修理されるかという安全性が重要である。故障が起こらないことを追求する狭義の信頼性活動に加えて、こわれてもすぐに修理して稼働するようにするという安全性の追求も重要になり、このためのアフタサービス体制が品質保証の重要な要素となった。

1970年代初めに生じた公害を契機として、従来の品質の考えの拡大を余儀なくされた。従来の品質はメーカーとユーザの関係で論じられてきたが、製品公害の発生は、メーカーはユーザを満足させるだけではなく、同時に第三者（社会）にも迷惑をかけない製品を設計・生産・販売することが必要になったことを示している。このような観点でとらえた品質を「社会的品質」という。

(3) 品質保証の方法の変遷

品質が何を意味するかが明らかとなり、品質を

保証することが重要であることが分かったとしても、その品質をどのような方法で保証するかはべつの大きな課題である。日本の品質管理の歴史を振り返ってみると、品質保証の方法論も検査重点主義、工程管理重点主義、新製品開発重点主義と進歩を遂げてきた。

日本がアメリカから近代的品質管理を学んだ第二次大戦直後は、製品品質を保証する方法の中心は検査であった。検査の基本的考え方は、保証の対象になっている製品の集まり（ロット）について、その全部または一部についていくつかの特性を計測・評価することによって、そのロット全体の品質レベルを評価し、ある一定以上のレベルと判断されたものだけを出荷あるいは以降の工程に流すというものである。一部のみを測定する際には、確率論をその基礎とする抜取検査によって、一部の情報から全体を推測し合理的な判断を行う。これを反映して、抜取検査は当時の品質管理の主要なテーマであった。

ところが、検査には弱点がある。検査のみでは品質は向上しないのである。一部から全体が推測できるような安定した製品ロットにはなっていないかもしれない。全数検査を行ったとしても、全ての品質特性を製品の完成後に評価できるとは限らない。検査後に特性が変化することもありうるからである。検査は、作ってしまった不良品を除いているに過ぎない。始めから良品を作るほうがよいに決まっている。こうして日本では1950年代に入って、製造工程をきちんと管理することによって、始めから良いものを作ろうという考え方が広まった。この当時生まれた「品質は工程で作り込め」という教えは、この考えを端的に物語っている。

1960年代になると、いくら製造工程が整然としていても、製造工程における不良率がどんなに低くても、売れなければ何にもならないという考え方が生まれてきた。すなわち、規格に合致しても品質が良いとは言えず、真に品質を保証するためには、まずは良い製品仕様を作ることが重要であるとの考えが芽生えた。しかも、製造工程でのトラブルをよくよく分析してみると、その原因の多くは上流工程である生産準備や設計・開発にあることが次第に明らかになり、その後10年ほどのうちに、新製品開発において品質を確保しようと

いう考え方が主流を占めるようになった。こうして生まれたのが「品質は企画・設計で作り込め」という考え方である。

3.2 品質保証体系

実証する点に力点を置いた国際的コンセンサスではなく、広い意味で、品質を保証するとは何をすることかを考えてみる。保証するとは「顧客に信頼感を与える」ことであるから、始めから品質の良い製品が生み出せるようにすることと、もし不具合があった場合に適切な処置をとることの二つの活動に分けられるだろう。前者をさらにブレイクダウンすれば、手順を確立する、その手順が妥当であることを確認する、手順どおりに実行する、製品を確認するという四つの活動になろう。後者は、応急対策と再発防止策に分かれよう。これらを表-4にまとめる。

表-4に示した体系的活動を全社あるいは全事業部レベルでまとめ、商品企画から、開発（設計、試作、試験を含む）、量産（生産準備、購買を含む）、販売、サービス、市場品質評価に至る一貫したシステムの大要を図示したものを品質保証体系図という。この図には各ステップにおける業務を各部門に割りふったフローチャートとして示されることが多い。関連規定や主要な標準類も示すと便利である。

ここで品質保証体系図を例示することは、あえてしない。他社の例の“かたち”にとらわれて、図を作成することに専念するよりは、苦勞して自社にふさわしい体系そのものを構築したほうがよい。まずは、現状のシステムを記述し、開発される新製品ごとに、その保証活動のあり方を具体的に検討し、漸次改訂していくのがよいだろう。

表-4 品質保証活動の要素

- | |
|--|
| 1. 信頼感を与えることができる製品を顧客に提供するための体系的活動 |
| 1-1 顧客が満足する品質を達成するための手順の確立 |
| 1-2 定めた手順どおりに実施した場合に顧客が満足する品質を達成できることの確認 |
| 1-3 日常の作業が手順どおりに実施されていることの確認と実施されていない場合のフィードバック |
| 1-4 日常的に生産されている製品が所定の品質水準に達していることの確認ならびに未達の場合の処置 |
| 2. 使用の段階でメーカー責任のトラブルが生じた場合の補償と再発防止のための体系的活動 |
| 2-1 応急対策としてのクレーム処理、アフタサービス、製造物責任補償 |
| 2-2 再発防止策としての品質解析と前工程へのフィードバック |

3.3 品質システム認証制度

いま品質保証に関して「ISO 9000 シリーズに基づく第三者機関による品質システム認証制度」というホットな国際的課題がある。この起こりは EC の経済統合にある。近い将来、品質保証のあり方に大きな国際的影響を与えると予測されるので状況を簡単に紹介する。

(1) 品質システム認証制度

EC が経済統合を果たすためには、さまざまな統一を行わなければならない。その一つが CE マークという EC 域内での統一的な製品認証制度の整備である。各国が独自に実施してきた基準認証制度の統一にあたって、EC は製品の適合性評価のための手続きとして「モジュール方式」を推奨し、A~H の 8 つのモジュールで各国の適合性評価の多様性をカバーし、相互の透明性を保持しようとしている。これらのモジュールのうちモジュール H, D, E に、それぞれ ISO 9001, 9002, 9003 に基づく第三者機関による品質システム認証が含まれており、これが欧州各国における品質システム認証制度の整備、ならびに欧州の動向に呼応した品質認証システム制度創設への世界的動きを促している。

任意認証の分野においても、ISO 9000 シリーズに基づく品質システム認証制度がイギリスを中心に欧州各国で拡大し定着しつつある。現実にくつつかの国では、政府調達において、納入企業に対し ISO 9000 シリーズに規定されている品質保証システムを有することの義務化が始まっているし、また一般の企業の調達においても、ISO 9000 シリーズに基づく品質保証体制を供給側に要求することが行われている。そして、これら供給者の品質システムの妥当性を確認する手段として、第三者機関が、申請企業の品質システムが ISO 9000 シリーズに規定したシステムに合致しているかどうかを審査し認証する制度が定着しつつある。

我が国もこのような情勢を看過することは許されない。まず、欧州に輸出しようとする企業は、品質システム認証を取得することを求められるようになるであろう。さらに、ガットの新スタンダードコード「貿易の技術的障害に関する協定(案)」に、「認証手続きに関する国際的指針および勧告の尊重義務」と「他国の認証結果の受け入れ義務および相互認証協議の推奨」が盛り込まれる

予定であり、日本もすでに存在する JIS マーク制度という製品認証制度に ISO 9000 シリーズという国際的指針を取り込み、さらに他国の認証結果を受け入れる方向で検討しなければならない。

現に、いま通産省工業技術院が中心となって、ISO 9000 に基づく新規認証制度の導入、ISO 9000 登録工場の JIS マーク制度への受け入れ、ISO 9000 シリーズの JIS 化についての具体的な検討を急ピッチで進めている。すでに形として現れたものとして、ISO 9000~9004 の完全翻訳が 1991 年 10 月に JIS Z 9900~9904 として公布されたことがあげられる。

(2) ISO 9000 シリーズの概要

品質システム認証制度において基準文書に用いられる ISO 9000 シリーズは、ISO/TC 76 で検討され制定された一連の品質保証および品質管理システムに関する規格である。その骨格となる規格を図-2 に示す。

図-2 に示した規格のうち、ISO 9001~9003 は契約に基づいて調達を行う際に、購入者側が供給者側に要求する品質システム要求事項を規定したものであり、三つのレベルからなる。ISO 9001 は設計/開発からアフターサービスにいたる全ての段階、ISO 9002 は製造および据付け段階、ISO 9003 は最終試験/試験における品質システムを規定している。一方、ISO 9004 は品質管理システムを構築し実施していくうえでの基本となる要素を

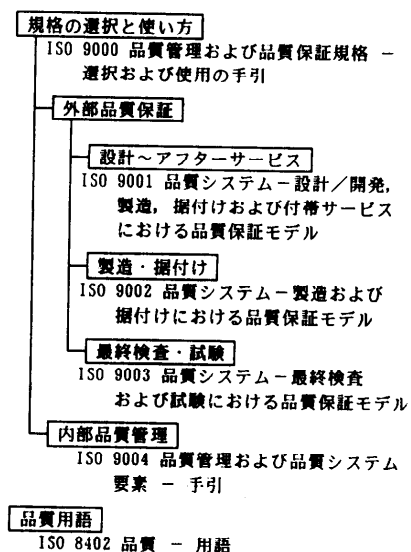


図-2 ISO 9000 シリーズの構成

記述したもので、品質管理のガイドラインを示したものである。また ISO 9000 は、これらの規格の使い方と選択の手引を示したガイドラインである。1987 年に制定されたこれらの規格については、2 年後の改訂を目指して、本格的な見直し作業が開始されたところである。

ISO 9000~9004 に先がけて、1986 年に「品質用語」に関する規格 ISO 8402 が制定されている。この規格は TC 176/SC 1 において大幅な改訂を検討中であり、改訂案 (ISD/DIS 8402-1) が DIS (国際規格原案) として現在各国の投票に付されており、1993 年初めには改訂版が発行される見通しである。

品質システム認証制度において基準文書として用いられるのが ISO 9001~9003 である。規定範囲が最も広い ISO 9001 の本体部分である第 4 章の目次を表-5 に示す。

(3) 品質保証の方法論の変化

ISO 9000 シリーズの品質システム国際規格が企業経営に与える影響の第一は、経営者が取引における品質の重要性を認識し、自社の品質システムを意識せざるをえなくなることであろう。この制度の普及によってしか改めて多くの経営者に品質保証の重要性を啓発しえないことは、ある意味では悲しいことではあるが、結果的に経営において品質の重要性が再認識されることは悪いことではない。

動機はどうであれ、品質の重要性を認識した企

表-5 ISO 9001 (JIS Z 9901) 第 4 章の目次

4	品質システム要求事項
4.1	経営の責任
4.2	品質システム
4.3	契約内容の確認
4.4	設計管理
4.5	文書管理
4.6	購買
4.7	購入者による支給品
4.8	製品の識別およびトレーサビリティ
4.9	工程管理
4.10	検査および試験
4.11	検査、計測および試験装置
4.12	検査および試験の状態
4.13	不適合品の管理
4.14	是正処置
4.15	取扱い、保管、包装および引渡し
4.16	品質記録
4.17	内部品質監査
4.18	教育・訓練
4.19	付帯サービス
4.20	統計的方法

業が実施することは、ISO 9000 シリーズに規定された品質システムの構築を図るであろう。これが真に高品質の製品を生み出すことに直結するかどうか疑問は残るが、少なくとも、底上げはされるであろう。ISO 9000 シリーズという最低線の品質システムモデルが国際的に明示され、取引において日常的に語られるようになるからである。

そして、今後数年間は、国際的コンセンサスが得られた品質保証システムとして、ISO 9001 を軸に議論されていくであろう。すでに、立派な品質システムを有している日本の多くの企業においては、既存のシステムを再整理して ISO 9001 の規定をどう実現しているかを説明することが求められるであろう。

日本における品質管理の方法論は、検査重点主義、工程管理重点主義、新製品開発重点主義という発展過程を経てきた。ISO 9000 シリーズにうたわれている考え方は、この線上にある。すなわち、保証するために、製品の品質確認よりはプロセスの管理、システムの構築のほうが有効であるという考え方が常識となってきた。不具合の発見とその除去よりは、不具合の早期発見、可能ならば予防することが有効であるとの認識も広まっている。

こうした変化にともなって、二者間の契約においては、製品の検査よりは品質システムの監査が一般的になろう。そして、第三者機関によるシステム認証を取得して、有効な品質システムを有していることの確信を与え、これをもって製品品質を保証するという、品質保証の新しい形態が世界的に普及するであろう。

3.4 ソフトウェア品質保証規格 ISO 9000-3

品質システム認証制度がソフトウェア業界にどのような形で取り込まれていくかは予断を許さない。もし、この制度が普及すると基準文書は ISO 9001 となるのが自然である。一方で、この規格をそのままソフトウェアに適用することが難しいため、解釈文書として ISO 9000-3^{5),6)} が制定されている。

ISO 9000-3 はガイドラインであって要求事項ではない。それでも、ソフトウェア会社が品質システム認証を受ける場合の基準として事実上 ISO 9000-3 が適用されることが予想される。イギリスにおいて、これまでに数十のソフトウェア会社が

品質システム認証を受けているが、その際の基準文書は ISO 9001 または 9002 であった。今後 ISO 9000-3 が事実上の基準文書として用いられるかどうか推移を見守らねばならない。

どう推移するにしろ、ISO 9000-3 がソフトウェアの品質保証のあり方になんらかの影響を与えるのは間違いない。本項でその内容を紹介する。

(1) 成立の経緯

ISO/TC 176 は 1985 年の東京会議に至って、紆余曲折はあったが、ともかく ISO 8402 と 9000~9004 制定のめどをつけ、次の課題としてソフトウェア品質保証、サービスの品質管理、プロセス製品の品質管理、品質監査の 4 つの新作業項目に取り組むことを決めた。これを受けて、ソフトウェア品質保証の国際規格案を作成する作業部会として TC 176/SC 2/WG 5 が設置され、カナダが幹事国を引き受けた。

当初日本はメンバとして久米均教授（東京大学）の名前を登録したが、実質的審議が始まってからは私（飯塚悦功）が参加し、のちに加藤重信氏（凸版印刷）がメンバに加わった。日本はこの規格を重要と考え、私を主査とする国内対応委員会を組織して、国際会議にも積極的に参加した。国内委員会で何度も熱い議論をし、国際会議では多くのコメントを提出し、また多くの発言をした。

4 年余りにわたる、時には激しい議論を展開した 8 回の国際会議を経て、1990 年秋の会議で審議を終了し、1991 年 6 月に正式に ISO 9000-3 として発刊された。実はこの規格は日本が提案した文書がベースとなっている。

(2) 基本的性格

この国際規格の基本的性格を物語るキーワードを列挙すると以下のとおりとなる。

- ① 二者間契約におけるソフトウェア品質保証システム規格
- ② ISO 9001 のソフトウェアへの適用のガイドライン
- ③ 全ライフサイクルについての記述
- ④ 管理的側面の重視

本規格は“ソフトウェアの品質”に関する国際規格である。どのような種類のソフトウェアを対象とするのが問題となるが、突っ込んだ議論は行われなかった。日本の国内委員会は、ソフトウ

ェア部分だけで品質を考えることに意味がある、中規模の、ビジネスの対象となるソフトウェアというイメージをもって議論していたが、規格にこのことが明記されているわけではない。本規格は、ソフトウェアの品質に関するといっても製品品質そのものに関するものではなく、製品を生み出すシステムが有すべき諸事項を規定した“ソフトウェア品質保証システム”規格である。さらに本規格は、“二者間契約”におけるソフトウェア製品、すなわち不特定多数に対して供給される市場型製品ではなく、特定の購入者に納入される受注製品に対する品質保証システム規格である。本規格にある規定のほとんどは、二者間契約において購入者が供給者の品質保証システムに対して要求する事項であり、したがって本規格は原則として買い手が用いるものである。

TC 176/SC 2/WG 5 はその活動の初期に、二者間契約における一般的品質保証システム規格である ISO 9001 をソフトウェアに適用するための読み替え用の規格を作ることを活動目的として定めた。だから、この規格は“ISO 9001 をソフトウェアに適用するためのガイドライン”という性格をもっている。そうではあるが、ISO 9001 をソフトウェア用に読み替えることには相当の無理があり、したがって 9000-3 は 9001 とはまったく別の構造をもった規格になった。審議の途中で“ガイドライン”の意味をソフトウェア技術の未成熟さゆえにガイドラインとするのだと解釈しようという動きがあったが、最終的にはヨーロッパの強い意向で ISO 9001 の付属規格と位置づける線で押し切られた。このことが、品質システム認証制度において、ソフトウェア会社が認証を受けようとするときに、本規格が ISO 9001 に代わる事実上の基準文書として用いられるかもしれないという状況を生んだ。

ISO 9001 が設計からアフタサービスまで製品提供の全過程をカバーする規定であり、ISO 9000-3 が ISO 9001 の解釈文書であるという理由で、本規格はソフトウェア開発の全ライフサイクルについて記述している。ただし、記述にあたっては苦勞が絶えなかった。特定のライフサイクル・モデルによらない記述の仕方をしておかないと、品質に大きな影響を与えるソフトウェア技術の進歩を取り込めないし、ときには阻害しかねな

い。それゆえ、本規格は特定の開発モデルから独立であろうとした。気を使ってはいるが、結果的にはあちこちにウォーターフォール・モデルが見えかくれするという状況である。

本規格の制定作業が TC 176 で行われているため、その記述はソフトウェア品質保証の技術的側面よりは管理的側面に重きが置かれている。すなわち、経営陣のリーダーシップ、よい品質の製品を生み出すための仕組みなど、管理の側面の重要性を強調している。しかし、品質を達成するために、製品に固有の技術は不可欠である。管理的側面より重要であるかもしれない。だから、ソフトウェアに固有の技術、もしくはソフトウェア開発での常識に触れざるをえないこともある。それらの記述が技術として時代遅れでなく、また技術の進歩を阻害するものでなければそれで良いように思えるが、実は TC 176 の業務範囲にかかわって問題が生ずる。現に、ISO と IEC の合同専門委員会であり情報処理分野を担当する JTC 1 の SC 7/WG 3 は、TC 176 がその業務範囲を越えた活動を行っている」と主張していた。

(3) 記述上の考慮

本規格を作成する上でまず第一に配慮したことは、特定のライフサイクル・モデルを想定しない記述にしようとしたことである。たとえばウォーターフォール・モデルを想定して要求事項を記述することは、品質保証の方法を限定することになる。対象とするソフトウェアによって最適な開発の形態は変わり、したがって品質保証の方法も変わってくるだろう。

この考え方は説得力がある。だが具体的に品質保証システム規格を作成していくとなるとなかなか難しい。迫力がなくなる。あまりに一般的であると、結局のところ“よい品質のソフトウェア製品を生み出すようによく考えて努力しなさい”というような表現に落ちついてしまう。これでは規格の存在価値がない。工学として未熟な分野で、技術がなければ達成できない品質を論じようとするところに必然的に存在する限界でもある。

本規格は、どんな作り方をしても、ソフトウェア製品の品質保証システムには

- ①購入者の要求の分析と定義
- ②ソフトウェアの開発
- ③ソフトウェア製品出荷後の保守

という三つの活動要素があり、さらに②の開発は

- ②-1) 設 計
- ②-2) ソフトウェアそのものの製造
- ②-3) 試 験

の三つの要素に分けてよいだろうとの考え方に基づいて書かれている。

ここで注意すべきことは、設計、製造、試験という開発における三つの活動要素を、この順に行うという時系列的意味を与えているわけではない点である。開発工程を時間の流れとしてどう分割するかは、開発を行う組織の特性や採用した開発方法に依存して、独自に定義しようという立場に立っている。

(4) ISO 9000-3 の構成

本規格は 0～6 章より構成されている。0～3 章は、通常の国際規格の構成と同様に、序文、適用範囲、引用規格、用語の定義からなる。4～6 章が規格本体であり、ISO 9001 の 4 章に対応する。

ISO 9001 で一つの章に記述されていることを三つの章に分けた理由は、ISO 9001 の 4 章が総計 20 もの節からなり、バランスが悪く構造化されていないからである。まず、供給者が有すべき品質保証システムを、契約するプロジェクトに關

表-6 ISO 9000-3 第 4～6 章の目次

4	品質システム—フレームワーク
4.1	経営者の責任
4.2	品質システム
4.3	内部品質システム監査
4.4	是正処置
5	品質システム—各フェーズでの活動
5.1	一 般
5.2	契約レビュー
5.3	購入者要求仕様
5.4	開発計画立案
5.5	品質計画立案
5.6	設計と製造
5.7	テストおよび妥当性確認
5.8	検 収
5.9	複製、引渡しおよび設置
5.10	保 守
6	品質システム—支援活動
6.1	構 成 管 理
6.2	文 書 管 理
6.3	品 質 記 録
6.4	測 定
6.5	規則および取決め
6.6	ツールおよび技法
6.7	購 買
6.8	支給ソフトウェア製品
6.9	訓 練

わりなく有すべき要素と契約プロジェクトに固有の品質保証システム要求事項とに分けた。さらに後者を、品質を作り込み確認するおのおののフェーズにおいて要求される事項と、各フェーズに共通する品質保証システム要素に関する要求事項とに分けて、これら三つの要素をそれぞれを4～6章に記述してある。

特定のソフトウェア製品の開発契約において、4章で規定される要求事項がどのような意味をもつのか分かりにくいかも知れない。当該プロジェクトの品質保証という観点からは直接の関係をもたない事項ではあっても、そういう品質システムを有しているような供給者であることを要求しているということである。たとえば、経営陣が品質方針を策定し組織の全ての階層にそれが伝達され実施されるようであれば、当該プロジェクトの変質も達成できまいと考えているのである。

表-6 に ISO 9000-3 の 4～6章の目次を掲げる。

4. おわりに

1991年2月11日付の Business Week 誌に、“Now software isn't safe from Japan”という短い記事が掲載された。“It's turning programming into a factory job”という headline に表される日本のソフトウェア会社の動きによって、近い将来アメリカのソフトウェアもその優位性を保てなくなるだろうという警鐘記事である。この記事を見て、1980年にNBCが“If Japan can..., why can't we?”というテレビ放映をし、これがきっかけになってアメリカが日本のTQCに注目し、日本のマスコミまでもがTQCを取り上げたときのことを思いだした。

日本のソフトウェア産業が日本的TQCに興味を示してから10年ほどになる。1991年には、富士通と日本電気の2社が、それぞれの会社で実践してきたソフトウェア品質管理の内容を紹介した大部の書^{1),2)}を相次いで発表するまでになった。他のソフトウェア開発会社にも同様の活動を行っているところがある。確かに日本のソフトウェア産業界のリーダーたちは、ソフトウェア製品における品質の重要性を認識し、これを達成するために社内の体制を精力的に整備してきた。この10年ほどの努力によって徐々に効果が現れ始めている

ということだろう。短い記事ではあるがアメリカのビジネス誌に取り上げられたことはそのことを象徴的に示していると思う。

ISO国際規格に従えばよいソフトウェアが開発できるというものでもない。Business Week 誌が警告を発するほど、日本的アプローチが常に高品質のソフトウェアを約束するというものでもない。だが、ISO 9000-3の存在と日本的TQCのソフトウェア産業への浸透という二つのことが、日本のソフトウェア産業に転機をもたらすのではないかと感ずる。

ISO 9000-3を基準文書として品質システム認証が行われるかもしれないとの観測から、これに対応するためこの規格の内容の研究が始まっている。この規格が提示している品質システムを参考にして、社内の開発体制の見直しを始めた会社もあると聞く。筆者の観察では、ソフトウェア開発におけるトラブルの原因の8～9割はソフトウェアに固有の技術の未熟さではなくて、すでに保有している技術を生かすための管理体制の不備に帰せられる。だから、外圧によってではあっても、ISO 9000-3を参考にして管理システムを整備することによって、ソフトウェア業界の実力の底上げができるのではないと思う。

日本的TQCに対する正しい理解がソフトウェア業界に広まれば、品質に注目して全員が改善に取り組むという活動を通じて、さらにレベルアップが図られるのではないと思う。品質を維持し向上させるためには、まずその基盤となる固有の技術を獲得しなければならない。どうひいき目に見てもソフトウェアを開発するための技術は成熟した域に達しているとは言えない。こうした状況にはあるが、いま日本のソフトウェア産業は今までとは異なった観点からこの未成熟さを克服しようとしているように思える。

あらゆる技術は常にその時代の要求に対して不十分である。日本的TQCの研究を通して、その不十分さを補う方法が、起こしてしまった不具合の深い解析を通して得られる必要な固有技術の地道な蓄積と、整然としたモノ作りを行う仕組みの整備であるとの考えが市民権を得つつある。「ソフトウェア開発は難しい」という一般論ではなく、論理の集合体であるがゆえに製品そのものが“非連続性”という固有の性質を有する点が本質的な

難しさであるとの理解が広まり、不具合の深い分析によって、人間の知的作業として何が難しいかを明らかにし、誤りを起こしやすいプロセスを改善する地道な努力が始まった。

今後の 10 年に期待したい。

参考文献

- 1) 久保宏志監修：富士通におけるソフトウェア品質保証の実際，日科技連出版（1989）。
- 2) 水野幸男監修：ソフトウェアの総合的品質管理，日科技連出版（1990）。
- 3) 吉澤 正・東 基衛・片山禎昭編：ソフトウェアの品質管理と生産技術，日本規格協会（1988）。
- 4) 菅野文友監修：ソフトウェア品質管理事例集，日科技連出版（1990）。
- 5) ISO 9000-3 Guidelines for the application of ISO 9001 to the development, supply and maintenance of software（1991）。
- 6) 飯塚悦功編：ソフトウェアの品質保証—ISO/DIS 9000-3 対訳と解説—，日本規格協会（1990）。

（平成 4 年 3 月 9 日受付）



飯塚 悦功

1947 年生。1970 年東京大学工学部計数工学科卒業。1974 年修士卒業。電気通信大学助手，東京大学助手を経て，現在，東京大学工学部応化学科助教授。工学博士。学部・修士での専門は統計解析。現在の主たる研究分野は品質管理，特に開発・設計における品質管理。数年前よりソフトウェアの品質管理を研究。ソフトウェアエラーの深い解析を通して，新たな方法論を編み出そうという野心を持つ。著書に，「回帰分析」「ソフトウェアの品質保証—ISO 9000-3 の対訳と解説」「Statistical Method for Quality Improvement」などがある。日本品質管理学会，応用統計学会，日本計量生物学会，ASQC 各会員。デミング賞委員。

