

第2部 ソフトウェアの品質について

第4章で、「ソフトウェア工学の根底には品質への配慮がある」と述べた。第2部では、3つの章でこのソフトウェアの品質の問題を考えてみたい。

つまり第5章では、この「ソフトウェアの品質」とは何かという問題を取り上げる。

続いて第6章では、第5章での品質の定義を受けて、「高品質のソフトウェアを作る方法」について考える。

そして第7章では、ソフトウェアの品質保証について考えてみたい。

第5章 ソフトウェアの品質

「品質」とは何か

「品質」とは、何だろう。「良い品質」とか「悪い品質」とかと形容詞がついた場合、この質問には少しは答えやすくなるかも知れないが、「品質とは何か」という端的な質問には、なかなか答えにくいかも知れない。

広辞苑（第5版）によれば、品質とは「品物の性質、しなごら」とある。「品物の性質」といわれても、品物には品質以外の性質もありそうに思うし、「しなごら」とはむずかしい言葉なのでもう一度広辞苑のお世話になると、「しなごら」とは「品物の性質のよしあし、品質」と出てきて、ここでループになってしまう。つまり広辞苑にお世話になっても、この問題は解決しない。

「品質とは何か」という問に対して、ISO (International Standardization Organization : 国際標準化機構) は国際規格の形で答を用意していた。その規格の最初のもものは ISO 8402 : 1986¹と名付けられ、1986年6月に発行されたものだった。この ISO 8402 : 1986 では、品質とは「製品またはサービスが、明示してあるか、あるいは暗黙の要望を満たす能力として持っている特性の総称」としていた[SAN94]。その後この規格は1994年4月に改定され、ISO 8402 : 1994になった。この改訂後の規格では、品質とは「明示又は暗黙のニーズを満たす能力に関する、ある“もの”の特性全体」としている。表現は少し異なるが、本質的な内容は変わらない。

どちらの場合も国際規格の翻訳にふさわしい難しい表現になっているが、端的に言えば品質とは、「ある品物を使う人が、その品物に対して持っている期待に応える割合」とでも言えばいいのだろうか。「良い品質」とはこの期待に応えている割合が高く、「悪い品質」とはその割合が低いことを意味する。そしてその期待は、明確に書いたり述べたりして表明されたものだけでなく、黙って何となく思っているだけ、場合によれば無意識に思っている明確に自覚もされていないし気が付いてもいない、というようなものも対象に含んでいた。さらにその期待は、時間の経過とともに変化してもよかった。「良い品質」の製品を作ることがいかに困難かを、このことからだけでも推測することができる。

規格の中では、満たすべきものの対象を広く「要望」とだけ述べているので、この規格で品質が意味するものは、単に信頼性など通常我々が「品質」という言葉から想像するものだけに留まらず、もっと幅広いものを含むことをここで指摘しておきたい。

ISO 8402 : 1994 についての記述を全部過去形にしたことに、留意して欲しい。この規格

¹ ISO 8402 : 1986 の次に、1994年に ISO 8402 : 1994 発行された、ISO の規格は原則として5年に一度見直しされることになっている。IEEE の場合も同じようなペースで規格の見直しが行われており、規格を使用しようとするときに発行からかなりの年月が経っていたら、その規格が最新のものであるかどうかをチェックするように勧告している。

は ISO 9000 : 2000²の発行に伴って、2003 年 12 月 16 日に廃止されてしまった。つまり ISO 8402 : 1994 の精神や、ISO の規格の中で ISO 8402 : 1994 が果たしていた役割は、この日以降 ISO 9000 : 2000 が引き継いだことになる。

この ISO 9000 : 2000 では、その品質について次のように規定している[JIS00a]。つまり品質とは、「本来備わっている特性の集まりが、要求事項を満たす程度」であるとする。そして「特性」とは「そのものを識別するための性質」であり、物質的、感覚的、行動的、時間的、人間工学的、機能的、などの種類がある。また要求事項とは、「明示されている、通常暗黙の中に了解されている、又は義務として要求されているニーズ若しくは期待」であるとしている³。表現は ISO 8402 : 1994 とは異なっており、いささか記述が丁寧になっているが、ISO 9000 : 2000 になっても、「品質」についての本来的な意味は変わっていない。

クロスビーの観点

いささか余談めくが、品質マネジメントのオーソリティであり、ソフトウェアのプロセス成熟度モデルとして名高い能力成熟度モデル (Capability Maturity Model : CMM)⁴の原型を作った人としても有名なフィリップ・クロスビー (Philip B. Crosby) は、品質について、その著書の中で次のように述べている[CRO79]。

「…品質はセックスと共通しています。例えば、だれもそれにはいやとはいいません (もちろん、ある条件のもとにですが)。そういった話はしたがらないものの、だれもが、そういったことはよく知っていると思っています。そして、だれでもそれを実行するのは自然の赴くままでよいと考えています (とにかく何とかやり遂げます)。問題はあるものの、その問題は、自分うまくやっているので自分には関係ないし、他人がその問題を引き起こしていると考えている人が多いものです (他人も時間をかけて、正しい行動をとってくれたならば、と心の中で考えています)。…」

クロスビーはこの続きで、セックスの“常識”をもう一度問い直してもよいのではないかと冗談交じりに語りかけた後で、品質に対するこのような態度は間違いであると指摘している。

“一般的な”ソフトウェアの品質

それでは、ソフトウェアの品質とは何だろうか。ソフトウェア工学の分野で名高い人たちは、それぞれ次のように述べている。

² ISO 9000 : 2000 は、2000 年 12 月 15 日に発行された。それ以前の ISO 9000 は 1994 年に発行されたものである。

³ ここに引用した言葉は、JIS Q 9000 : 2000 から取った。ISO 9000 : 2000 そのものは英文で記述されているが、その英和対訳版[ISO00a]も JIS Q 9000 : 2000 と同じ表現になっている。

⁴ CMM については、第 37 章で述べる。

- ケイパース・ジョーンズ (Capers Jones) : ソフトウェアを完全に停止させたり、容認できないような結果を出す欠陥が全くないこと
- ジェームズ・マーチン (James Martin) : 納期通りに、予算内で、ユーザのニーズを満たすこと
- バリー・ベーム (Barry W. Boehm) : 顧客満足度、移植性、保守性、強度、そして使いやすさが高いレベルで達成されていること
- ワッツ・ハンフリー (Watts S. Humphrey) : 使いやすさ、要求への適合度、信頼性、保守性において、卓越したレベルを達成すること

ケイパース・ジョーンズはソフトウェアを使う人の立場に立って述べており、ジェームズ・マーチンはそのソフトウェアを開発するプロジェクト管理者の立場で述べた、と行うことができる。我々の“一般的”な「ソフトウェアの品質」は、このどちらかの立場に立つことが多い。それに対してバリー・ベームとワッツ・ハンフリーの視点は、次に述べる国際規格の視点に近い⁵。

国際規格の視点からのソフトウェアの品質・その1

一般の「品質」の定義が国際規格にあるように、「ソフトウェアの品質」の定義も国際規格の中に見出すことができる。その今の規格は ISO/IEC⁶ 9126-1 : 2001 と名付けられている。

製品特性	製品副特性				
機能性	合目的性	正確性	接続性	整合性	セキュリティ
信頼性	成熟性	障害許容性	回復性		
使用性	理解性	修得性	操作性		
効率性	実行効率性	資源効率性			
保守性	解析性	変更作業性	安定性	試験性	
移植性	環境適応性	移植作業性	規格準拠性	置換性	

図表 5-1 ISO/IEC 9126 : 1991 の製品特性/副特性
(JIS X 0129 : 1994⁷より)

2001年に発行されたこの規格の以前のものは、ISO/IEC 9126 : 1991 だった。1991年

⁵ 後で述べる ISO/IEC 9126 : 1991 は、ベームのこの考えを拡充する形で検討された。

⁶ IEC は International Electrotechnical Commission の頭文字をとったもので、「国際電気標準会議」と訳されている。1987年に ISO と IEC は、情報技術 (IT) の分野で合同専門委員会 (Joint Technical Committee : JTC) を作って、そこをベースに国際規格を作ることになった。

⁷ JIS X 0129 : 1994 は、ISO/IEC 9126 : 1991 の国際規格を日本化したものである。

版では、ソフトウェアの品質には 6 つの製品特性があるとしており、それぞれの製品特性に 2 つから 5 つの副特性が定義されていた⁸。これを図表 5-1 に示す[SAN94]。

ここでは、製品副特性の内容にまで立ち入って議論することは避けたい。つまり製品特性についての議論だけで、議論を打ち切りたい。

まずここで留意しておきたいのは、この製品特性の順序についてである。

一般的な品質の定義に関連して述べたように、品質とは「ある品物を使う人が、その品物に対して持っている期待に応える割合」と捉えてよい。この観点からこの規格を見ると、ソフトウェアを使う人がそのソフトウェアに対して持っている期待の最大のものは、「機能性」という言葉で表されているもの、ということになる。「品質」という言葉から我々は、「信頼性」に関わるものが最初に来ると考えたくなるが、実はそうではない。

それでは「機能性」とは何だろう。5 つほど副特性が機能性について定義されているが、つまり機能性とは、ワードプロセッサのソフトはワードプロセッサとしてきっちりと機能すること、バンキングシステムの一部を構成するソフトウェアは、そのバンキングシステムで必要とされる機能を的確に果たすこと、ということだろう。我々が品質について考えるとき、ソフトウェアが本来の機能をきっちりと果たすことを既に前提にしている。しかし言われてみれば、確かに要求された機能をきっちりと果たすことが一番重要な要素だと言える。

二番目が「信頼性」で、これには異存はない。そして三番目は「使用性」とある。この言葉は、この国際規格以外のところで見えた覚えがない。英語では“Usability”だから、「使いやすさ」という意味で理解すると、分かりやすいかもしれない。四番目が「効率性」、五番目が「保守性」で、このどちらにも異存はない。そして最後のものが「移植性」とある。

普通我々が「移植」という言葉を使うとき、例えば「Windows の配下で動いているソフトウェアを Linux 配下でも動くようにする」というような意味で使うことが多い。しかしここで言う「移植」とはもっと簡単なもの、つまり私のコンピュータで動いているソフトウェアをあなたのコンピュータでも動くようにしましょう、というようなところから始まっている。

つまり国際規格で定義している「品質」とは、我々の普通の「常識」より幅が広く、奥行きも深い、ということができる。

ソフトウェアに関わる 4 つの品質

それでは「ソフトウェアの品質」についての規格が ISO/IEC 9126:1991 から ISO/IEC 9126:2001 になって、どこがどう変わったのだろうか。

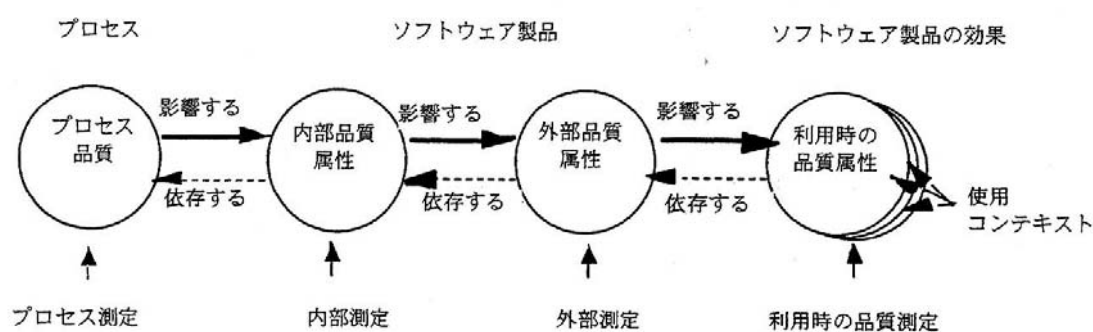
ISO/IEC 9126:2001 では、ソフトウェアの品質についての特性/副特性を定義する前に、ソフトウェアについて 4 つの種類の品質をあげている。それに関わる図を、図表 5-2

⁸ ISO/IEC 9126:1991 では、副特性は国際規格ではなく、参考情報として扱われている。

に示す[JIS03a]。

ソフトウェアの品質で最も重要なものは、ここで「利用時の品質」と呼んでいるものである。結局のところソフトウェアは、コンピュータの上で稼働させて必要な機能を発揮させ、利用者がその便益を受けるためにある。したがってそのソフトウェアを使うときの利用者にとっての品質が、“最終的な”ソフトウェアの品質ということになる。

しかしそのソフトウェアを作る立場に立てば、利用時の品質だけを議論することでは充分とは言い難い。その最終的な「利用時の品質」を確実なものにするために、開発段階でどういう配慮が必要かということが問題になる。そのために、さらにここで三種類の品質が考えられている。「外部品質」と「内部品質」、および「プロセス品質」である。「プロセス」とは、ソフトウェアの作り方というように、ここでは軽く受け止めておいて欲しい。



図表 5-2 ソフトウェアに関わる4つの種類の品質
(JIS X 0129-1 : 2003⁹より)

ISO/IEC 9126-1 : 2001によれば、「外部品質」とはソフトウェアを実行させる時の品質であり、「内部品質」とはそのソフトウェアの実行前に得られる、ソースプログラムなどに関わる品質である。そして「プロセス品質」とは、ソフトウェアの作り方の善し悪し、ということができる。

工業製品全体を網羅した今の品質保証の考え方では、「その製品の作り方が良ければ、その結果作られる製品の品質も良い」ということになっている。この工業製品一般に適用される品質保証の考え方をソフトウェアにも適用したものが「ソフトウェアの品質保証」¹⁰のベースにある考え方である。

したがって図表 5-2 に描かれている実践の矢印が意味するものは、「プロセス品質（ソフトウェアの作り方）が良ければ内部品質の良いソフトウェアを開発することができ、内部品質が良ければ外部品質も良いものとなり、その外部品質が良ければそのソフトウェアの利用時の品質も良い」ということである。同様に点線の矢印が意味するものは、「利用時の

⁹ JIS X 0129-1 : 2003 は、ISO/IEC 9126 : 2001 の国際規格を日本化したものである。

¹⁰ ソフトウェアの品質保証については、第 7 章で述べる。

品質を良くするためには外部品質が優れていることが必要であり、そのためには内部品質がやはり優れていることが必要である。さらに内部品質の高いソフトウェアを作るためにはそのプロセス品質（ソフトウェアの作り方）が良くなければならない」ということになる。

ここで内部品質と外部品質を重要ではないとは言わないが、つまるところ「利用時の品質が高いソフトウェアを開発するためには、そのソフトウェアの作り方が良くなければならない」ということになる。これが「ソフトウェアプロセス改善」¹¹のベースにある考え方である。

国際規格の視点からのソフトウェアの品質・その2

それではここでまず、「利用時の品質」について考えてみたい。

利用時の品質については、図表 5-3 に示すように、4つの製品特性が定義されている。つまりその製品特性とは有効性、生産性、安全性、そして満足度である。

最初の「有効性」とは、「利用者がそのソフトウェアを使っている状況の下で、正確かつ完全に指定された目標を達成できるかどうか」を問題にしている。

次の「生産性」とは、「そのソフトウェアをいかに生産性高く使用できるか」を問う。

さらに次の「安全性」とは、「そのソフトウェアの稼働によって、人や事業、ソフトウェア、財産、又は環境に、いかに害を及ぼさないか」を問題にする。

そして最後の「満足度」は、「このソフトウェアを使うことによって、どの程度利用者を満足させることができるのか」を問題にしている。

品質の種類	製品特性
利用時の品質	有効性
	生産性
	安全性
	満足度

図表 5-3 利用時の品質
(JIS X 0129-1 : 2003 より)

以上のことから明らかなように、このソフトウェアの「利用時の品質」は、ある意味で非常に真つ当なことを問いかけている、ということができる。

国際規格の視点からのソフトウェアの品質・その3

¹¹ ソフトウェアプロセス改善については、第 16 部の 3 つの章（第 36 章から第 38 章まで）で述べる。

次に外部品質／内部品質の観点からのソフトウェアの品質を考えてみたい。

外部品質／内部品質については図表 5-4 に示すように、両者とも 6 つの製品特性とそれぞれに 3 つから 5 つの製品副特性が定義されている。

この外部品質／内部品質として捉えられるソフトウェアの品質は、ISO／IEC 9126：1991 で表されていたものと、基本的な違いはない。しかし細かい違いを挙げれば、次のようなものがあげられる。副特性の最後に、全ての特性で「XXX 関連適法性」というものが置かれたのが目につく。これはその特性についての、「関連する規格や規約をいかに遵守するか」を示すものである。さらに特性でも副特性でも言葉がいくつか変わり、単に JIS 化したときの翻訳の問題だけかも知れないが、2001 年版の方が言葉が分かりやすくなっている。

品質の種類	製品特性	製品副特性				
外部品質／ 内部品質	機能性	適切性	正確さ	相互運用性	セキュリティ	機能性関連適法性
	信頼性	成熟度	障害許容力	復元性	信頼性関連適法性	
	使用性	理解のしやすさ	学習のしやすさ	操作のしやすさ	魅力	使用性関連適法性
	効率	時間挙動	資源の活用度	効率関連適法性		
	保守性	分析のしやすさ	可変性	安定性	試験容易性	保守性関連適法性
	可搬性	順応性	インストールのしやすさ	共存力	置換性	可搬性関連適法性

図表 5-4 外部品質／内部品質
(JIS X 0129-1：2003 より)

ただここで、外部品質と内部品質という二種類の品質を導入したにもかかわらず、その製品特性も副特性も共通と言うところを、今は留意しておきたい。外部品質と内部品質というように複数の見方を用意しても、ソフトウェアの品質という観点からは両者は共通しているものなのか、本来違うものなのか、私には分からない。あるいは将来もっとこの分野の研究が進めば、両者が異なったものになることがあるのかもしれない。

ソフトウェアの品質の計測

ISO／IEC 9126 の 1991 年版では、製品の特性と副特性をあげて、「ソフトウェアの品質を構成しているものはこういうものです」と述べることで終わりだった。それが 2001 年版

では、利用時の品質、外部品質／内部品質のそれぞれについて、品質を計測する場合の指標を例としてあげ、「こういう指標で計測してみると、良いのではないか」と呼びかけている。これが 1991 年版と 2001 年版の、最も大きな違いの 1 つと言える。

つまり利用時の品質については製品特性のレベルで、外部品質と内部品質の場合は副特性のレベルで、それぞれを定量的に表す具体的な指標をあげて、ソフトウェアの開発段階から実際にユーザが使用する段階までで、実際に計測することを想定している。

利用時の品質は ISO/IEC TR 9126-4 : 2004¹²にその指標が記載され、外部品質は ISO/IEC TR 9126-2 : 2003 に、内部品質は ISO/IEC TR 9126-3 : 2003 に、それぞれ指標の記載がある。これらは、いずれにも文書名に TR という表示が入っているように技術報告書 (Technical Report : TR) であって、国際規格ではない。つまり ISO と IEC の立場は、ここにあげたものは一つの例であって、実際に計測するものはこの指標でも良いし、あるいはそれぞれの特性／副特性を表すもっと違う指標でも良い、としている。

外部品質と内部品質は、製品特性と副特性のレベルでは共通だが、実際に測定する指標では同じ副特性でも違うものになっている。ここで外部品質と内部品質の具体的な違いが、明瞭になっている。内部品質ではソースプログラムなどを対象に計測し、外部品質ではテスト時などで実際にそのソフトウェアを稼働させて計測することになる。

計測のための具体的な指標の例

最後に、それぞれの技術報告書で、具体的にどんな指標が計測の対象として上がっているのか、などを見ておきたい。

利用時の品質には、4 つの製品特性がある。その 4 つの製品特性に対して、ISO/IEC TR 9126-4 : 2004 では 15 の指標が計測対象としてあげられている [ISO04a]。

ここで、その中の 1 つの指標を取り上げてみたい。「安全性」については 4 つの指標があげられているが、そのうちの 1 つに「経済的なダメージ」の指標がある。これは「経済的なダメージの発生率」を表すもので、

$$X = 1 - A / B$$

で計算される。ただし A は経済的なダメージが発生した回数、 B は全体の処理の回数で、 A も B も実際にソフトウェアを使用する時に計測されるものである。当然この指標は 1 に近いほど好ましいということになる。

外部品質と内部品質には、先に述べたように 6 つの製品特性と 27 の副特性がある。それらの製品特性と副特性に対して、外部品質には 111 の指標が [ISO03a]、内部品質には 70 の指標があげられている [ISO03b]。

製品特性と副特性は、先でも述べたとおり双方の品質で共通だが、全体としての指標の数は、外部品質のための計測と内部品質のためとは大きく異なっている。同時に指標それ

¹² ISO/IEC TR 9126-2 : 2001 から ISO/IEC TR 9126-4 : 2004 については、この原稿を書いている時点 (2004 年 (平成 16 年) 5 月) では、まだ JIS 化が終了していない。

自体も、全く異なったものである。例えば、「信頼性」の「成熟度」に関わる指標について言えば、外部品質では「フォールトの密度」、「解決したフォールト数」、MTBF (Mean Time Between Failure) など8つの指標がある[ISO03a]。一方内部品質では、「発見したフォールト数」と「解決したフォールト数」の2つの指標があるだけである[ISO03b]。先にも記したが、外部品質の指標は主としてテスト段階で計測されるのに対し、内部品質の指標はレビューの段階で計測されるものである。

キーワード

ISO、ISO 8402 : 1994、ISO 9000 : 2000、JIS Q 9000 : 2000、ISO/IEC 9126 : 1991、製品特性、製品副特性、ISO/IEC 9126-1 : 2001、JIS X 0129-1 : 2003、利用時の品質、外部品質、内部品質、プロセス品質、プロセス、ISO/IEC TR 9126-2 : 2003、ISO/IEC TR 9126-3 : 2003、ISO/IEC TR 9126-4 : 2004

人名

フィリップ・クロスビー (Philip B. Crosby)、ケイパース・ジョーンズ (Capers Jones)、ジェームズ・マーチン (James Martin)、バリー・ベーム (Barry W. Boehm)、ワッツ・ハンフリー (Watts S. Humphrey)

参考文献とリンク先

- [CRO79] フィリップ・B. クロスビー著、小林宏治監訳、「クオリティ・マネジメント：よい品質をタダで手に入れる法」、日本能率協会、1980年。
- [ISO00a] 日本規格協会、「国際規格 ISO 9000 英和対訳版」、日本規格協会、2000年。
- [ISO01a] 日本規格協会、「国際規格 ISO 9126-1 英和対訳版」、日本規格協会、2001年。
- [ISO03a] ISO/IEC, "Software Engineering – Product Quality – Part 2 : External metrics," ISO, 2003.
- [ISO03b] ISO/IEC, "Software Engineering – Product Quality – Part 3 : Internal metrics," ISO, 2003.
- [ISO04a] ISO/IEC, "Software Engineering – Product Quality – Part 4 : Quality in use metrics," ISO, 2004.
- [JIS00a] 日本工業標準調査会審議、「JIS 品質マネジメントシステムー基本及び用語 JIS Q 9000 : 2000」、日本規格協会、平成 12 年。
- [JIS03a] 日本工業標準調査会審議、「JIS ソフトウェア製品の品質ー第 1 部：品質モデル JIS X0129-1 : 2003」、日本規格協会、平成 15 年。
- [SAN94] J. サンダース、E. カラン著、原田暉他訳、「ソフトウェア品質向上のすすめー新しいソフトウェア開発の標準」、(株) トッパン、1996 年。

(2004年(平成16年)5月8日初稿作成)