

3

上流品質向上に関するソフトウェア
評価技術の国際標準化動向

込山 俊博

日本電気（株）ソフトウェア生産革新部

本稿では、ソフトウェア評価技術の観点から、ソフトウェア製品およびプロセスの標準化動向を概観し、一連の国際規格や業界標準をソフトウェアレビュー／ソフトウェアインスペクションに役立てる方法を紹介し、最初に、ISO/IEC JTC1 SC7におけるソフトウェアエンジニアリングの国際標準化動向を概観します。次に、ソフトウェア製品の品質評価に関する国際規格とその上流品質向上への活用について説明します。具体的には、現行の国際規格および次世代規格群 ISO/IEC 25000 シリーズの体系、ソフトウェア品質の構造のモデル化およびモデルを構成する品質特性と品質副特性について述べます。また、設計／構築（コーディング）、テスト、実運用という3つの品質評価局面を概説した上で、設計／構築局面（上流工程）で実施する、ソフトウェアレビュー／ソフトウェアインスペクションに基づく静的な品質評価を掘り下げて解説します。次に、ソフトウェア開発のプロセス評価の観点から、ISO/IEC 15504、CMMI[®]☆¹などの技術動向、標準化動向を概説し、プロセスアセスメントモデルにおけるソフトウェアレビュー／ソフトウェアインスペクションの位置付けやアセスメント実施のポイントを説明します。最後に、ソフトウェア評価技術の現状と今後の課題について述べます。

▶ソフトウェア評価技術の国際標準化

情報化社会の進展に伴って、コンピュータの利用局面は拡大の一途をたどり、多様かつ膨大な量のソフトウェアが開発され、利用されています。それに伴って、ソフトウェアの欠陥が、社会ならびに個人の生活に及ぼす影響も増大し、ソフトウェア品質に対する関心が高まって

☆¹ CMMI, CMM, および Capability Maturity Model は、アメリカ合衆国特許商標庁に登録されています。

います。また、ソフトウェアがシステムの利用価値に影響するという認識が浸透し、製品価値の向上という観点からもソフトウェア品質が重視されています。

ソフトウェア品質向上、もしくは欠陥予防に向けて、開発の過程で、ソフトウェアに求められる品質要件を満足する作業成果物を、適切な技術やツールを活用して確実に作り込んでいくことが必要です。加えて、プロジェクト管理的な側面から、ソフトウェアの中間製品および最終製品が満足すべき品質要求および達成目標を明確に定義し、その達成状況をレビュー、インスペクションおよびテストから得られた品質データを用いて測定、評価し、品質を制御するための技術が求められます。さらに、組織管理的な側面から、組織で目標とする品質の達成に影響を及ぼすプロセスの標準化ならびにプロセス能力の評価、改善などの取り組みが重要です。

これまでに、ソフトウェアエンジニアリング分野では、ソフトウェア品質向上に関するさまざまな技術やツールが、研究ベース、実務ベースで開発され、活用されてきました。それらの技術やツールのうち、産業界での活用が進み、有効性が認められるもの、また標準的な方式に準じることで利用者、開発者がメリットを享受できるものに関しては、その核となる概念、用語、方式、手順などが、公的規格として、または業界のデファクト規格として標準化されてきています。ソフトウェアエンジニアリングの公的規格の制定は、国際標準化機構（ISO：International Organization for Standardization）と国際電気標準会議（IEC：International Electrotechnical Commission）が共同で設置した合同専門委員会（JTC1：Joint Technical Committee 1）内の、分科委員会（SC7：Sub Committee 7）が担当しています。表-1にSC7内の作業部会（WG：Working Group）の構成を示します。標準化によって、ソフトウェア品質の向上に有効な技法や

作業部会 (WG)	スコープ
WG2	ソフトウェアシステムの文書化
WG4	ツールとCASE (Computer Aided Software / System Engineering) 環境
WG6	ソフトウェア製品の評価とメトリクス, 機能規模測定法
WG7	ライフサイクル管理
WG10	ソフトウェア製品の調達, 開発, 配布, 運用, 進化および関連サービス支援におけるプロセス評価
WG19	ITシステムの仕様化技術
WG20	ソフトウェア工学知識体系
WG21	ソフトウェア資産管理プロセス
WG22	ソフトウェアとシステムの用語
WG23	システム品質の運営管理
WG24	小規模企業向けソフトウェアライフサイクル
WG25	ITサービス管理
WG26	ソフトウェアテスト
WG42	アーキテクチャ
WG1A	ITガバナンス
JWG with ISO TC159/SC4	使用性のための共通工業様式

本稿で言及する国際規格の作業部会

表-1 ISO/IEC JTC1 SC7 (ソフトウェア技術)の作業部会

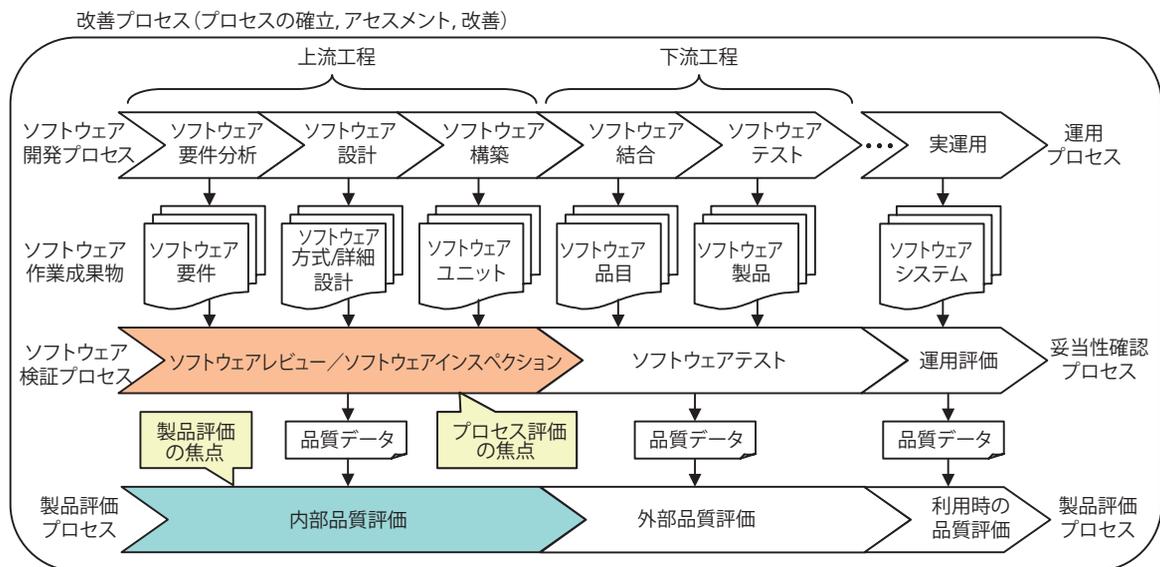


図-1 上流品質向上に関するソフトウェア評価の側面

ツールが共有され、ソフトウェア開発組織がそれらを活用することによって、ソフトウェア品質の全体的な底上げ、ひいては安心・安全な社会の実現、ソフトウェア利用者の利便性向上などに寄与するものと考えられます。

本稿では、ソフトウェア品質向上、もしくは欠陥予防に関連して、ソフトウェア評価技術に焦点を当て、公的規格およびデファクト規格の活用について述べます。ソフトウェア評価技術に関して、図-1に示すように、ソフトウェアレビュー／ソフトウェアインスペクション(プロセス評価)、内部品質評価(ソフトウェア製品評価)の2つの側面を取り上げます。プロセス評価では、レビュー、インスペクションなどの検証プロセスの評価を中心に説明します。また、ソフトウェア製品評価では、上流工程における品質の作り込みを重視し、仕様書、コー

ドなどの作業成果物のレビュー、インスペクションから得られた品質データに基づく静的評価に重きを置きます。

国際標準化に関しては、上記2つの側面につき、ソフトウェア製品評価を担当するWG6、プロセス定義を担当するWG7、およびプロセス評価を担当するWG10で制定された国際規格の活用について述べます。なお、プロセス評価に関連して、デファクト規格として国際的に広く浸透している、カーネギーメロン大学・ソフトウェア工学研究所(CMU/SEI: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University)が開発した能力成熟度モデル統合(CMMI: Capability Maturity Model Integration)などにも言及します。

以下、ソフトウェア製品評価を次章で、プロセス評価を次々章で取り上げます。

3. 上流品質向上に関するソフトウェア評価技術の国際標準化動向

規格番号：発行年（上段） JIS 番号：発行年（下段）	規格名称（上段） JIS 名称（下段）	状態	概要
ISO/IEC 9126-1:2001 JIS X 0129-1:2003	Software engineering - Product quality - Part 1: Quality model ソフトウェア製品の品質 — 第1部：品質モデル	有効	品質特性及び副特性の定義
ISO/IEC TR 9126-2:2003 TS X 0111-2:2009	Software engineering - Product quality - Part 2: External metrics ソフトウェア製品の品質 — 第2部：JIS X 0129-1 による外部測定法	有効	外部品質メトリクスの定義
ISO/IEC TR 9126-3:2003 TS X 0111-3:2009	Software engineering - Product quality - Part 3: Internal metrics ソフトウェア製品の品質 — 第3部：JIS X 0129-1 による内部測定法	有効	内部品質メトリクスの定義
ISO/IEC TR 9126-4:2004 TS X 0111-4:2009	Software engineering - Product quality - Part 4: Quality in use metrics ソフトウェア製品の品質 — 第4部：JIS X 0129-1 による利用時の品質測定法	有効	利用時の品質メトリクスの定義
ISO/IEC 14598-1:1999 JIS X 0133-1:1999	Information technology - Software product evaluation - Part 1: General overview ソフトウェア製品の評価 — 第1部：全体的概観	有効	品質評価の基本用語の定義と基本概念
ISO/IEC 14598-2:2000 JIS X 0133-2:2001	Software engineering - Product evaluation - Part 2: Planning and management ソフトウェア製品の評価 — 第2部：計画及び管理	有効	品質評価の推進計画と組織的な支援
ISO/IEC 14598-3:2000 JIS X 0133-3:2001	Software engineering - Product evaluation - Part 3: Process for developers ソフトウェア製品の評価 — 第3部：開発者のプロセス	有効	開発局面での品質評価プロセス
ISO/IEC 14598-4:1999 JIS X 0133-4:2001	Software engineering - Product evaluation - Part 4: Process for acquirers ソフトウェア製品の評価 — 第4部：取得者のプロセス	有効	調達時の品質評価プロセス
ISO/IEC 14598-5:1998 JIS X 0133-5:1999	Information technology - Software product evaluation - Part 5: Process for evaluators ソフトウェア製品の評価 — 第5部：評価者のプロセス	有効	第三者による品質評価プロセス
ISO/IEC 14598-6:2001 JIS X 0133-6:2002	Software engineering - Product evaluation - Part 6: Documentation of evaluation modules ソフトウェア製品の評価 — 第6部：評価モジュールの文書化	有効	評価技術のパッケージング
ISO/IEC 12119:1994 JIS X 0152:1995	Information technology - Software packages - Quality requirements and testing ソフトウェアパッケージ — 品質要求事項及び試験	ISO/IEC 25051 発行に伴い廃止 JIS は有効	ソフトウェアパッケージの品質要求事項の定義と試験
ISO/IEC 14756:1999 JIS X 0136:2001	Information technology - Measurement and rating of performance of computer-based software systems コンピュータを利用したソフトウェアシステムのための性能の測定及び評定	有効	効率性評価の技法

表-2 ソフトウェア製品評価の国際規格

▶ ソフトウェア製品評価の国際規格とその活用

■ ソフトウェア製品評価の国際規格の体系

利用者と開発者の間で品質要件を合意したり、作業成果物の品質評価結果に基づいて工程移行や製品リリースの判断をしたり、製品品質の比較評価を行ったりする場合、品質の捉え方、評価の仕方が、人によってまちまちだと混乱をもたらします。このような問題意識に基づき、ISO/IEC JTC1 SC7/WG6 では、ソフトウェア品質の構造モデル、メトリクス(測定法)、および評価プロセスの国際標準化に取り組んでいます。ソフトウェア品質評価の最初の国際規格としては、1991年に ISO/IEC 9126: Information technology - Software product evaluation - Quality characteristics and guidelines for their use が発行され、1994年には JIS X 0129 が制定されました。この規格では、ソフトウェア品質の評価観点として6つの品質特性が定義され、ソフトウェア品質評価の基本プロセスが規定されました。その後、実務への活用の促進、規格利用者の利便性の向上などを考慮して、表-2に示す2つの規格群（ISO/IEC 9126 シリーズ及び 14598 シ

リーズ）とそれを補完する2つの規格（ISO/IEC 12119, 14756）が制定され、JIS 化が行われました。現在は、既存規格を再編、強化した次世代ソフトウェア品質評価規格群 ISO/IEC 25000 シリーズ（SQuaRE: Software product Quality Requirements and Evaluation）の制定作業が進められています（図-2 参照）。SQuaRE における規格強化のポイントは次の通りです。

- 1) 品質モデル、品質メトリクスを用いた品質要求プロセスの規定
- 2) ソフトウェアによって処理されるデータの品質特性の定義
- 3) 品質メトリクス（例：規模あたり障害件数）の測定値の算出に用いる基本メトリクスの定義（例：成果物規模、障害件数）

以下、本稿では主に、表-1に示した現行規格をベースに説明を進めます。

■ ソフトウェア製品評価の観点と評価局面

ソフトウェア製品の品質は、要求された機能が実装できてさえいればよい(機能性)というものではありません。

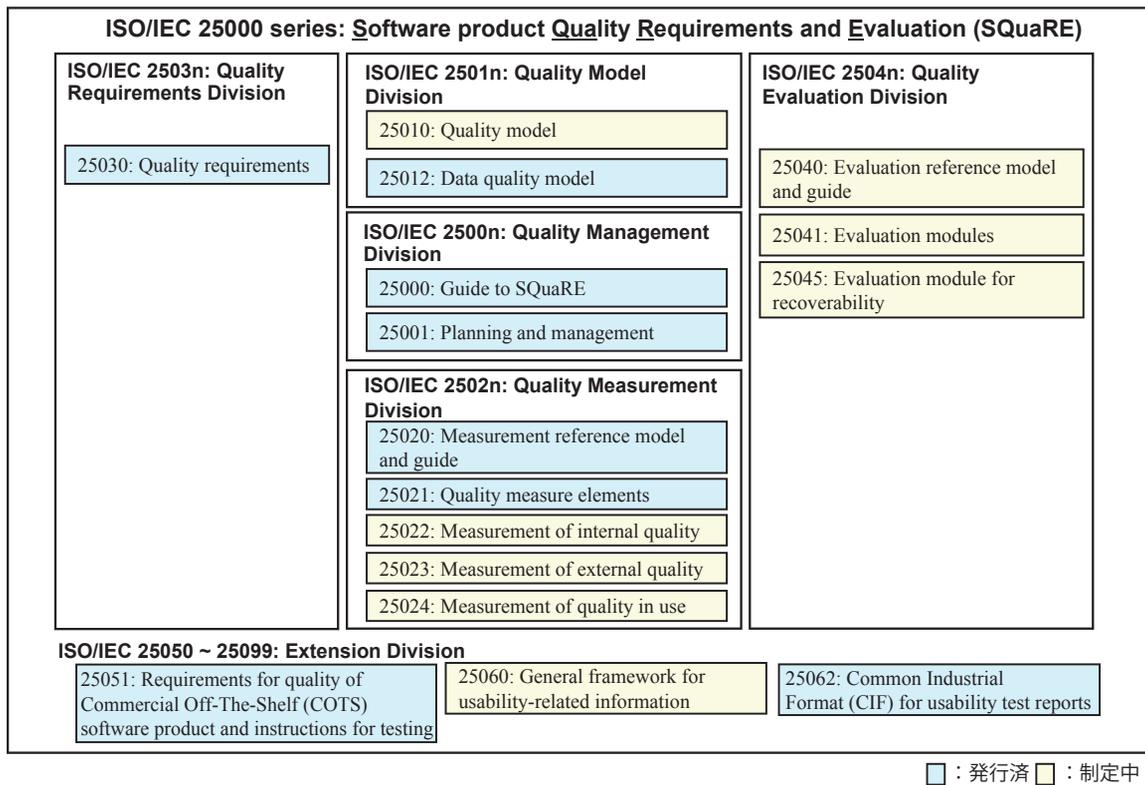


図-2 SQuaRE の規格体系

また、欠陥がなく、故障が起こらなければよい(信頼性)というものでもありません。高品質によって、利用者の利便性や満足度の向上、競合製品に対する優位性確保を図るなら、利用者にとっての使いやすさ(使用性)、処理の要求をしてから結果を受け取るまでの速さ(効率性)など、当該製品に求められる品質特性をより多角的に捉えて仕様化し、考慮すべき個々の品質特性を評価する技術が必要になります。この考え方は、ソフトウェアライフサイクルを通して考慮する必要があり、上流工程における作業成果物の評価においても、欠陥を、故障やダウンを引き起こすソフトウェアに作り込まれた障害と狭く捉えるのではなく、ソフトウェアならびにソフトウェアシステムの品質要求の達成を阻害する要因として広義に捉えることが必要です。また、手戻りによる開発効率の低下を避けるため、ソフトウェア製品評価は、稼働可能なソフトウェアが完成した後のテストによる動的評価のみに頼るのではなく、仕様やコードのレビュー、インスペクションによる静的評価によって、早い段階から欠陥を除去することが重要です。

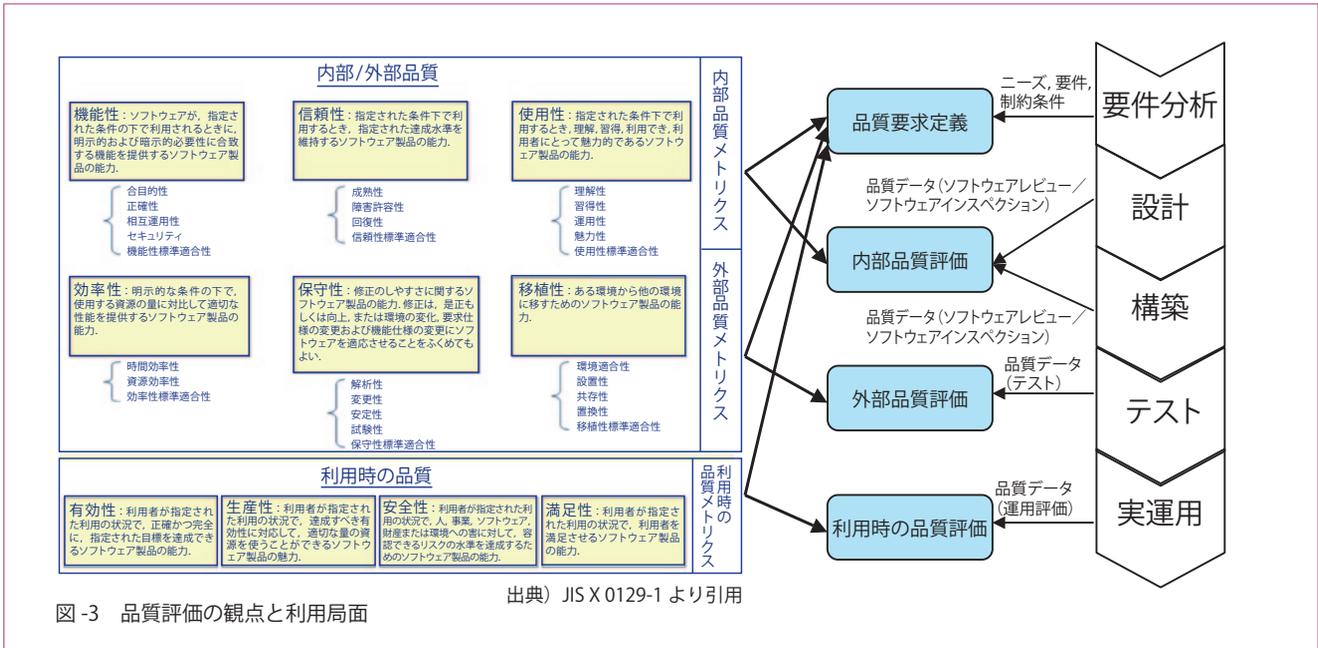
ISO/IEC 9126-1 (品質モデル)では、ソフトウェア品質の構造と品質特性の定義を規定し、ソフトウェアの品質要件定義や製品評価の観点を明確にしています。この規格では、ソフトウェア品質の評価局面を、設計／構築局面、テスト局面、実運用局面の3つに切り分け、局面に応じた評価観点とメトリクスを設定することを推奨

しています(メトリクスはISO/IEC TR 9126-2, -3, -4に定義)。設計／構築局面では設計書やコードのレビュー結果に基づく静的な評価を行い、テスト局面ではコンピュータシステム上でソフトウェアを稼働した結果に基づく動的な評価を行い、実運用局面では評価対象ソフトウェアを組み込んだシステムを利用者が使ったときの利用者に対する影響によって評価を行うという考え方です(図-1参照)。各局面における評価観点とメトリクスを、それぞれ内部品質特性／メトリクス、外部品質特性／メトリクス、利用時の品質特性／メトリクスと呼びます。ただし、内部品質特性と外部品質特性は、どちらも開発局面での評価観点であり、評価に用いるメトリクスは異なるものの観点は同じと考え、共通の品質特性が定義されています。図-3に内部／外部品質特性と品質副特性、利用時の品質特性、およびそれらの適用局面を示します。

■ 上流品質向上のための内部品質評価

ISO/IEC 9126-1の品質モデルの枠組みにそったソフトウェア品質の測定、評価を行うための品質メトリクスは、十分に成熟しているとは必ずしも言えませんが、いくつかのものは広く受け入れられています。このような現状に鑑み、ISO/IEC TR 9126-2, -3, -4は国際的には技術報告書(TR: Technical Report)として、対応するJIS (TS X 0111-2, -3, -4)は技術仕様書(TS: Technical Specification)として発行されています。これ

3. 上流品質向上に関するソフトウェア評価技術の国際標準化動向



らは、SQuaREを構成する文書として改訂する段階で精査を行い、国際規格化が行われる予定です。

図-3に示す通り、ISO/IEC 9126シリーズでは、上流工程での品質評価を、ISO/IEC 9126-1の内部/外部品質特性および品質副特性の観点から、ISO/IEC TR 9126-3の内部品質メトリクスを用いて定量的に評価します。図-4にISO/IEC TR 9126-3に定義されている内部品質メトリクスの数、およびソフトウェアの障害に起因した故障発生防止に関する品質副特性：成熟性（信頼性の品質副特性）の内部品質メトリクスの例を示します。図-4の内部品質メトリクスの定義から分かるように、内部品質メトリクスを用いた品質の定量評価には、設計/製造局面で実施された設計レビューやコードインスペクションから得られた、障害の数、テストケースの数などの品質データが用いられます。なお、品質メトリクスの算出に用いる品質データは、SQuaREでは品質測定量の要素(QME: Quality Measure Elements)と呼ばれ、代表的なQMEがISO/IEC TR 25021に定義されています。

実際に、ISO/IEC 9126-1、ISO/IEC TR 9126-3を用いて、評価要求を明確にし、評価仕様/計画を策定し、品質データから内部品質メトリクスの測定値を算出し、作業成果物の品質の良否を判断する一連の手順は、ISO/IEC 14598-1に定義されています。また、開発者が実施する内部品質評価の実施の手引きは、ISO/IEC 14598-3に示されています。図-4にISO/IEC TR 9126-3の内部品質メトリクスの数を示しましたが、これらを網羅的に用いることは想定されていません。開発するソフトウェアの特質、顧客要求、開発戦略などに照らして、組織の標準メトリクスとして、また特定のプロ

ジェクトで用いるメトリクスとして有用なものがあれば、それらに合致するように定義を見直して、上流工程での製品評価に活用することが望まれます。

▶ プロセス評価の国際規格とその活用

■ プロセス評価の国際規格の体系

ISO/IEC 国際規格

ソフトウェアのプロセス評価では、組織成熟度(Organizational Maturity)やプロセス能力(Process Capability)を段階的に向上するアプローチが普及しています。具体的には、プロセスアセスメントモデルに照らして、プラクティス(モデルに定義された、プロセスの目的、成果の達成やプロセス能力の向上に寄与する活動)の遂行状況の評価および課題抽出を行い、それらの結果から組織成熟度やプロセス能力のレベル(水準)を評定して、次のレベルに向けた改善を進めます。

一般に、プロセスアセスメントモデルは、何を実施すべきかを規定したプロセス軸とそれをどのように実践しているかを評価する能力軸で構成されます。プロセス評価の国際規格群ISO/IEC 15504シリーズでは、プロセス軸はプロセス参照モデルを用いて規定することを要求しています。ISO/IEC 15504シリーズでは、ソフトウェアのプロセス参照モデルとしてISO/IEC 12207が用いられます。また、能力軸は、ISO/IEC 15504-2に、プロセス能力の進化の度合いを測る尺度としてプロセス能力レベル(レベル0を含め6段階)が、各レベルの達成を評価する観点としてプロセス属性(Process Attribute)が定義されています(図-5参照)。さらに、アセスメント実施に関する要求事項がISO/IEC 15504-2に、アセ

JIS X 0129-1(ISO/IEC 9126-1)の内部/外部品質特性	機能性				信頼性			使用性				効率性		保守性			移植性										
JIS X 0129-1(ISO/IEC 9126-1)の内部/外部品質副特性	目的性	正確性	相互運用性	セキュリティ	機能性標準適合性	成熟性	障害許容性	回復性	信頼性標準適合性	理解性	習得性	運用性	魅力性	使用性標準適合性	時間効率性	資源効率性	効率性標準適合性	解析性	変更性	安定性	試験性	保守性標準適合性	環境適合性	設置性	共存性	置換性	移植性標準適合性
TS X 0111-3(ISO/IEC 9126-3)の内部品質マトリクス数	4	2	2	4	2	3	2	2	1	4	1	10	2	1	3	5	1	2	1	2	3	1	5	3	1	2	1

内部マトリクス（測定法）の例

成熟性に関する内部測定法									
測定法の名称	測定法の目的	適用の方法	測定、式及びデータ要素の計算	測定値の解釈	測定法の尺度の種別	測定量の種別	測定への入力の情報源	JIS X 0160 SLCP への参照	利用対象者
障害検出	幾つもの障害が再検討された製品で検出されたか。レビューした製品で障害は、何件検出されたか。	レビューで検出された障害の数を数え、このフェーズで検出されると推定した障害の数と比較する。	$X=A/B$ A=レビューで検出した障害の数 B=レビューで（今までの経験又は参照モデルを使って）検出されると推定される障害の数。	$0 \leq X$ Xの値が大きいことは、よい製品品質を暗示する。他方 A=0 は、レビューした項目に障害がないことを必ずしも暗示しない。	絶対尺度	X=件数/件数 A=件数 B=件数	値Aは、レビュー報告書から得る。 値Bは、組織のデータベースから得る。	6.4 検証プロセス 6.6 共同レビュープロセス	要求者 開発者
注記 1	この測定法は、開発期間中の予想のためだけに使用することが望ましい。								
注記 2	特性の要約を行う場合、値(X)は0~1の間に変換する必要がある。								
障害除去	障害は、何件修正されたか。取り除かれた障害はどれくらいか。	設計・コーディング期間中に除去した障害の数を数え、設計・コーディング期間中にレビューで検出した障害の数と比較する。	$X=A$ A=設計・コーディングで修正した障害の数 $Y=A/B$ A=設計・コーディングで修正した障害の数 B=レビューで検出した障害の数	$0 \leq X$ Xの値が大きいことは、残障害が少ないことを暗示する。 $0 \leq Y \leq 1$ 1.0に近いほどよい（多くの障害が除去されている）。	比尺度	X=件数 A=件数 Y=件数/件数 B=件数	値Aは、障害除去報告書から得る。 値Bは、レビュー報告書から得る。	6.4 検証プロセス 6.6 共同レビュープロセス	要求者 開発者
注記	特性の要約を行う場合、値(X)は0~1の間に変換する必要がある。								
試験計画適切性	要求される試験ケースは、どのくらい試験計画の対象となっているか。	計画された試験ケースの数を数え、適切な試験網羅度を得るために要求された試験ケースの数と比較する。	$X=A/B$ A=試験計画で設計された試験ケースの数 B=要求された試験ケースの数	$0 \leq X$ Xは大きい方がよい。	絶対尺度	X=件数/件数 A=件数 B=件数	値Aは、試験計画書から得る。 値Bは、要求仕様から得る。	6.3 品質保証プロセス 6.8 問題解決プロセス 6.4 検証プロセス	開発者 保守者

出典) JIS X 0129-1 および TS X 0111-3:2009 より引用

図-4 (内部/外部)品質(副)特性に対応する内部品質マトリクスの数と例

メント実施の手引きがISO/IEC 15504-3に、プロセス改善実施の手引きがISO/IEC 15504-4に、またプロセスアセスメントモデルの例がISO/IEC 15504-5に規定されています。表-3に、現在策定中のものも含めて、関連する国際規格の一覧を示します。

その他の規格、ガイドライン

プロセス参照モデル、プロセスアセスメントモデルに関しては、表-3の国際規格のほかにも、デファクト規格、業界のガイドラインとして活用可能なものがあります。プロセス参照モデルとしては、情報処理推進機構・ソフトウェアエンジニアリングセンター (IPA/SEC) の策定した「共通フレーム 2007」¹⁾、「組込みソフトウェア向け開発プロセスガイド (ESPR Vwe.2.0)」²⁾などが、プロセスアセスメントモデルとして、SEIの策定した「開発のためのCMMI 1.2版」³⁾、SPICE User Groupの策

定した「Automotive SPICE」⁴⁾、情報処理推進機構・ソフトウェアエンジニアリングセンター (IPA/SEC)の策定した「SPEAK-IPA版」⁵⁾などが代表的なものとしてあげられます。プロセスアセスメントの本来的な目的は、組織成熟度レベルやプロセス能力レベルを向上することによってもたらされる、組織のパフォーマンスの向上やビジネスゴールの達成にあります。特に、自律的なプロセス改善の推進に用いる場合には、個々のモデルや方法の特性を考慮して、適用対象組織の特性に合ったものを活用することが重要です。

■ソフトウェアライフサイクルプロセスの定義

ISO/IEC 12207は、1995年に最初の国際規格が発行され、1996年にはJIS X 0160が制定されました。その後、ISO/IEC 15504の参照モデルとしての活用の利便性などを考慮して、2002年および2004年に

3. 上流品質向上に関するソフトウェア評価技術の国際標準化動向

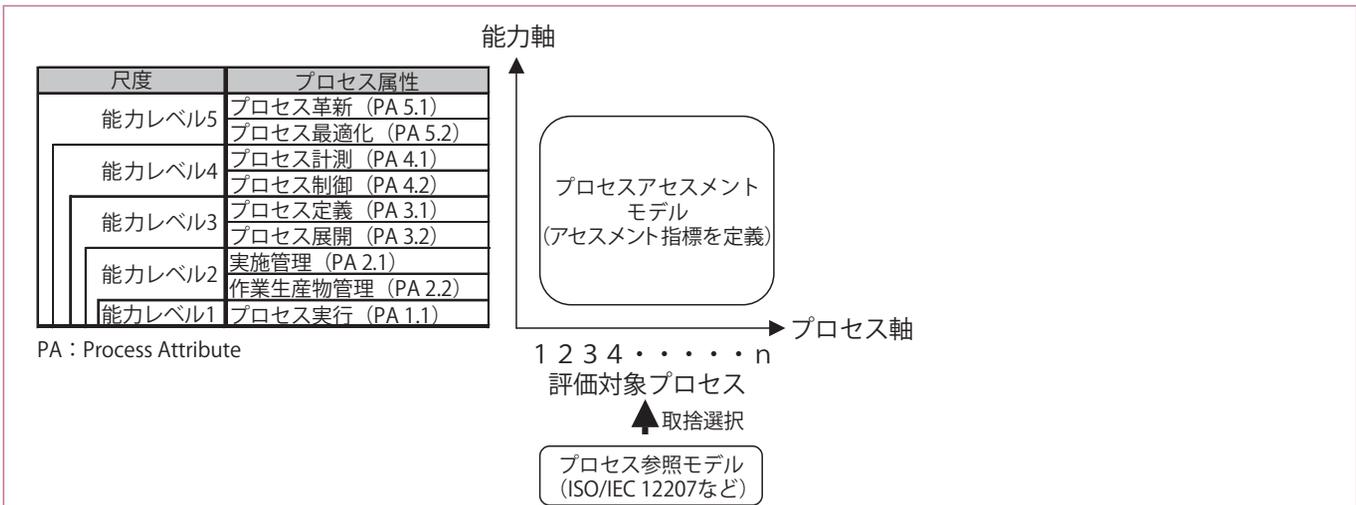


図-5 プロセスアセスメントの能力軸とプロセス軸

国際規格番号：発行年（上段） JIS 番号：発行年（下段）	国際規格名称（上段） JIS 名称（下段）	状態	概要
ISO/IEC 12207:2008 JIS X 0160:2007	Systems and software engineering - Software life cycle Processes ソフトウェアライフサイクルプロセス（追補1）	有効 最新版の JIS 化未	ソフトウェアライフサイクルプロセスの構成と構成要素の定義
ISO/IEC 15504-1:2004 JIS X 0145-1:2008	Information technology - Process assessment - Part 1: Concepts and vocabulary 情報技術－プロセスアセスメント－第1部：概念及び用語	有効	シリーズ全体の基本的な概念の説明および共通的な用語の定義
ISO/IEC 15504-2:2003 ISO/IEC 15504-2 COR 1:2004 JIS X 0145-2:2008	Software engineering - Process assessment - Part 2: Performing an assessment Software engineering - Process assessment - Part 2: Performing an assessment - TECHNICAL CORRIGENDUM 1 情報技術－プロセスアセスメント－第2部：アセスメントの実施	有効	プロセスアセスメントを実施するための要求事項の定義
ISO/IEC 15504-3:2004 JIS X 0145-3	Information technology - Process assessment - Part 3: Guidance on performing an assessment 情報技術－プロセスアセスメント－第3部：アセスメント実施のための手引	有効 JIS 化作業中	効果的にプロセスアセスメントを実施するための手引
ISO/IEC 15504-4:2004 JIS X 0145-4	Information technology - Process assessment - Part 4: Guidance on use for process improvement and process capability determination 情報技術－プロセスアセスメント－第4部：プロセス改善及びプロセス能力判定のための利用の手引	有効 JIS 化作業中	プロセスの改善および能力判定を目的に規格群を活用するための手引
ISO/IEC 15504-5:2006	Information technology - Process assessment - Part 5: An exemplar Process Assessment Model	有効	ソフトウェア開発向けのプロセスアセスメントモデルの例
ISO/IEC TR 15504-6:2008	Information technology - Process assessment - Part 6: An exemplar system life cycle process assessment model	有効	システム開発向けのプロセスアセスメントモデルの例
ISO/IEC TR 15504-7:2008	Information technology - Process assessment - Part 7: Assessment of organizational maturity	有効	プロセスアセスメント結果に基づく組織成熟度の評価
ISO/IEC 15504-8	Information technology - Software process assessment - Part 8: An exemplar process assessment model for IT service management	審議中	IT サービス向けのプロセスアセスメントモデルの例
ISO/IEC 15504-9	Information technology - Software process assessment - Part 9: Capability Target Profiles	審議中	プロセスアセスメントに目標プロファイルの設定

表-3 ソフトウェアプロセス関連の国際規格

Amendment 1 および 2（追補 1 および 2）が発行され、2007年にこれらも JIS 化されました。さらに、2008年には、SC7で発行された他の国際規格との整合をとるべく改訂された最新版が発行されています。ISO/IEC 12207は、ソフトウェアライフサイクルプロセスをプロセス、アクティビティ、タスクに展開して構造化し、個々のタスクの定義を示したものです。もともとは、ソフトウェア開発の発注者と受注者の間で受注者が請け負

う作業の範囲やそれぞれの役割分担を共通の基盤のもとで明確に合意することを目的に策定されたものです。ソフトウェア開発の立場からは、この規格を組織標準の整備やプロジェクトでの作業計画の際に参照することで、複数組織による協調開発の作業基盤として活用したり、抜け漏れのない作業計画の策定に用いたりすることができます。図-6にISO/IEC 12207（JIS X 0160:2007）の最上位構造を示します。この規格で定義されたプロセス

ライフサイクルプロセス	主ライフサイクルプロセス	支援ライフサイクルプロセス										組織に関するライフサイクルプロセス										
プロセス (JIS X 0160:2007)	取得プロセス	開発プロセス	運用プロセス	保守プロセス	文書化プロセス	構成管理プロセス	品質保証プロセス	検証プロセス	妥当性確認プロセス	共同レビュープロセス	監査プロセス	問題解決プロセス	変更要求管理プロセス	使用性プロセス	製品評価プロセス	管理プロセス	環境整備プロセス	改善プロセス	人的資源プロセス	資産管理プロセス	再利用施策管理プロセス	リングプロセス (対象) 領域エンジニア

■ : 上流品質向上に強く関連するプロセス

図-6 上流品質向上に関連する ISO/IEC 12207 のプロセスとアクティビティ

の多くは、直接的、間接的に上流品質の向上に寄与するものですが、目的に照らして主要なプロセスのアセスメントを実施する場合、作成段階で欠陥を混入させないという観点から開発プロセスが、欠陥の早期かつ確実な摘出という観点から検証プロセスが重要と考えられます。また、上流工程から品質を定量的かつ客観的に評価し、品質を制御するという観点から、製品評価プロセスを視野に入れることが望まれます。

■ プロセスアセスメントモデルによるプロセス評価

プロセスアセスメントモデルには、アセスメント実施時の判断基準の明確化という観点から参照モデルに情報が付加されています。ISO/IEC 12207 (JIS X 0160:2007)では、ソフトウェアライフサイクルプロセスを構成するプロセスおよびアクティビティごとに、それらの名称、目的、成果が定義されています。ISO/IEC 15504-5では、各プロセスおよびアクティビティが、定義された目的や成果を達成する形で実践されているか否かを評価するための指標として、基本プラクティス（プロセス成果の達成に寄与する活動）や作業成果物（入力情報および出力情報）が示されています。また、個々のプロセスおよびアクティビティの組織としての遂行能力をプロセス属性の観点（図-5参照）から評価するための指標として、共通プラクティス（プロセス属性の達成に寄与する活動）とそれらに関連するリソースと作業成果物が示されています。

実際のプロセスアセスメントでは、モデルに示された指標に照らして、組織レベル、プロジェクトレベルで実践されている活動や作成された作業成果物をヒアリングおよび文書レビューによって調査し、課題を抽出します。また、それらの結果をISO/IEC 15504-2などに示された評定基準に照らして、各プロセスおよびアクティビティの能力レベルの判定を行います。さらに、組織成熟度

の判定が可能な段階表現と呼ばれるモデル（開発のためのCMMI 1.2版-段階表現など）では、組織成熟度レベル（レベル1から5の5段階）に対応付けられた複数のプロセスが一定以上の能力レベルに達しているか否かによって、組織成熟度レベルの評定を行います。

ソフトウェアのプロセス評価では、CMMIがデファクト規格として、国際的に広く活用されています。参考までに、ISO/IEC 15504の検証プロセスの目的、成果、基本プラクティス、作業成果物と、開発のためのCMMI 1.2版の検証プロセス領域で定義された目的、固有ゴール、固有プラクティス、典型的な作業成果物との対比を図-7に示します。

▶ ソフトウェア評価技術の現状と今後の課題

本稿では、上流品質向上に関して、ソフトウェア評価技術の観点から国際規格を概観し、その活用について述べました。ここで紹介したソフトウェア製品評価、ソフトウェアライフサイクルプロセス定義、およびプロセスアセスメントの国際規格は、いずれも国際的に広く受け入れられ、参照頻度が高いものばかりです。しかしながら、上流工程におけるソフトウェア製品の定量評価、開発や検証のプロセスアセスメントと改善は、実務での適用結果を取り込んで、より実践的かつ効果的な技術として成熟度を高めるべく、さらなる取り組みが必要な領域でもあります。安全・安心な社会の実現を支える高品質ソフトウェア開発の実現に向けて、また、高品質をキーとした我が国のソフトウェア産業の国際競争力強化に向けて、産学官が連携して研究開発ベースでの取り組みを促進するとともに、実務の場で検証された有効なアプローチを普遍化し、国際規格の強化や制定の面でイニシアティブをとっていくことが期待されます。最後に、本稿がきっかけとなって、ここで紹介した一連の国際規格が

3. 上流品質向上に関するソフトウェア評価技術の国際標準化動向

ISO/IEC 15504-5		開発のためのCMMI 12版	
プロセスID	SUP.2	VER	プロセスID
プロセス名	検証	検証	プロセス領域
プロセス目的	検証プロセスの目的は、プロセスまたはプロジェクトの各ソフトウェア作業成果物および/または各サービスが、仕様化された要件を適切に反映することである。	『検証』(VER)の目的は、選択された作業成果物が、指定された要件を満たすことを確実なものにすることである。	目的
プロセス成果	成功裏に実装された検証プロセスの結果として得られる成果は次のものである。 1) 検証戦略が開発され実装される 2) すべてのソフトウェア作業成果物の検証基準が識別される 3) 要求された検証活動が実施される 4) 欠陥が識別され、記録される 5) 検証活動の結果を顧客およびその他の関係者が利用できるようになる	SG 1 検証の準備をする SG 2 ビアレビューを実施する SG 3 選択された作業成果物を検証する	固有ゴール
基本プラクティス	SUP.2.BP1: 検証戦略の開発 [成果: 1] SUP.2.BP2: 検証基準の開発 [成果: 2] SUP.2.BP3: 検証の実行 [成果: 3] SUP.2.BP4: 検証結果に対する処置決定 [成果: 4] SUP.2.BP5: 検証結果の利害関係者による利用 [成果: 5]	SP 1.1 検証の対象となる作業成果物を選択する [SG1] SP 1.2 検証環境を確立する [SG1] SP 1.3 検証の手順と基準を確立する [SG1] SP 2.1 ビアレビューの準備をする [SG2] SP 2.2 ビアレビューを実施する [SG2] SP 2.3 ビアレビューのデータを分析する [SG2] SP 3.1 検証を実施する [SG3] SP 3.2 検証結果を分析する [SG3]	固有プラクティス
入力	品質方針 [成果: 1] 品質計画 [成果: 1] 品質測定量 [成果: 2] 品質基準 [成果: 2] テスト事故報告 [成果: 2, 3] 品質記録 [成果: 3, 4] 追跡可能性記録 [成果: 3] 是正処置登録 [成果: 4] 追跡システム [成果: 4]	検証の対象として選択された作業成果物の一覧 [SP 1.1] 選択された各作業成果物の検証手法 [SP 1.1] 検証環境 [SP 1.2] 検証手順 [SP 1.3] 検証基準 [SP 1.3] ピアレビュースケジュール [SP 2.1] ピアレビューチェックリスト [SP 2.1] 作業成果物の開始基準と終了基準 [SP 2.1] さらなるピアレビューを要求する基準 [SP 2.1] ピアレビュートレーニング教材 [SP 2.1] レビューされる選択された作業成果物 [SP 2.1] ピアレビューの結果 [SP 2.2] ピアレビューの課題 [SP 2.2] ピアレビューのデータ [SP 2.2, 2.3] ピアレビューの処置項目 [SP 2.3] 検証結果 [SP 3.1] 検証報告書 [SP 3.1] 実証結果 [SP 3.1] 実行された手順のログ [SP 3.1] 分析報告書 [SP 3.2] 障害報告書 [SP 3.2] 検証の手法、基準、および環境に対する変更要求 [SP 3.2]	典型的な作業成果物
出力	検証戦略 [成果: 1] 検証計画 [成果: 1] 品質基準 [成果: 2] 検証結果 [成果: 2, 3, 4, 5] 問題報告 [成果: 3, 4, 5] 変更要求 [成果: 3, 4] 是正処置登録 [成果: 4] 品質記録 [成果: 4, 5] 連絡記録 [成果: 5]		

図-7 ISO/IEC 15504 と CMMI の検証プロセスの対比

より多くの組織で活用され、少しでも上流品質の向上に役立てば幸いです。

参考文献

- 1) IPA/SEC : 共通フレーム 2007 (SLCP-JCF 2007), オーム社 (2007).
- 2) IPA/SEC : 組込みソフトウェア向け開発プロセスガイド (ESPR Ver.2.0), 翔泳社 (2007).
- 3) CMU/SEI : 開発のための CMMI V1.2 版, CMU/SEI-2006-TR-008 (2006).
- 4) SPICE User Group : Automotive SPICE - Process Assessment Model (PAM) - RELEASE v2.4 (2008).
- 5) IPA/SEC : ソフトウェアプロセスの供給者能力判定およびアセスメントキット - IPA 版 (2007).
- 6) 東基衛編 : ソフトウェア品質評価ガイドブック, 日本規格協会 (1994).
- 7) 込山俊博 : ソフトウェア品質評価の国際規格に基づくユーザビリティ評価, NEC 技報, Vol.61, No.2 (2008).

- 8) 込山俊博 : ソフトウェアプロセス成熟度向上のための基盤技術の開発と展開, 情報処理, Vol.44, No.4, pp.341-347 (Apr. 2003).
(平成 21 年 3 月 21 日受付)

込山 俊博 (正会員) t-komiyama@bk.jp.nec.com

1985 年慶應義塾大学理工学部数理科学科卒業, 同年日本電気 (株) 入社, 現在ソフトウェア生産革新部統括マネージャー. 1995 年電気通信大学大学院情報システム学研究科修士課程修了. 2003 年早稲田大学大学院理工学研究科経営システム工学専攻博士後期課程単位取得退学. ソフトウェア工学, 特にソフトウェア製品およびプロセスの評価に関する研究開発, 普及展開ならびにコンサルティングに従事. 米 CMU/SEI 認定 SCAMPI リードアプレイザならびに CMMI インストラクタ. ISO/IEC JTC1 SC7/WG6 国際セクレタリアトなど, ソフトウェア工学の国際標準化に貢献. 1997 年度本会情報規格調査会標準化貢献賞, 2007 年度国際標準化貢献者表彰 (経済産業省産業環境局長表彰) 受賞. IEEE, ACM, 電子情報通信学会, PM 学会各会員.