

東芝グループにおける定量的プロジェクト管理の展開

Deployment of Quantitative Project Management in Toshiba Group

守屋 哲朗

山田 淳

石川 隆

■ MORIYA Tetsuro

■ YAMADA Atsushi

■ ISHIKAWA Takashi

ソフトウェア開発において、品質向上や生産性向上といった組織目標を定量的に達成していくためには、定量的プロジェクト管理を実行していくことが必要となる。この定量的プロジェクト管理を東芝グループ内に展開していくために、開発部門レベル、コーポレートレベルのそれぞれで課題を挙げ、それらの課題を解決するために“教育提供”、“イベントを活用した情報共有”、“ノウハウのガイドライン化”、“CMMI[®] (Capability Maturity Model Integration: 能力成熟度モデル統合)^(注1)とシックスシグマ^(注2)の融合”の四つの施策を実施している。その結果、東芝グループにおいて高成熟度の改善に取り組む部門の割合が年々増加してきている。

To implement organized activities aimed at achieving quantitative improvements in product quality and productivity, quantitative project management (QPM) has become essential for the development of software.

With this as a background, Toshiba is promoting four measures to disseminate QPM to the sections of its group: (1) provision of training, (2) information sharing through events, (3) establishment of guidelines for transfer of know-how, and (4) integration of CMMI[®] (Capability Maturity Model Integration) and the Six Sigma business management strategy. As a result of these measures, the number of sections in the Toshiba Group performing QPM with a high level of maturity is increasing every year.

1 はじめに

近年、ソフトウェア開発において、定量的プロジェクト管理は世界的な潮流となりつつある。ここで言う定量的プロジェクト管理とは、プロジェクト管理において定量的なデータを利用しているだけでなく、統計的な手法などを適用し、より客観的なプロジェクト管理を目指すものである。

CMU/SEI (Carnegie Mellon University/Software Engineering Institute: カーネギーメロン大学ソフトウェア工学研究所) が提唱しているCMMI[®]では、組織の開発プロセスを成熟度レベルで示しており、定量的プロジェクト管理は成熟度レベル4及び5に相当する⁽¹⁾。この成熟度レベル4以上は高成熟度とも呼ばれ、高成熟度への改善を進めるときには、統計的手法を用いて予測を行うプロジェクト管理が求められる。つまり、プロセス実績モデルPPM (Process Performance Model) と呼ばれる予測モデルを構築し、活用することが重要なポイントとなる。このPPMは、過去プロジェクトの実績データに統計的手法を適用することで構築され、プロジェクトの現在の状況を入力すると最終的な結果(例えば、品質やコスト、スケジュールなど)を予測することができる。

(注1) ソフトウェア開発組織のプロセス改善状況を示すモデル(標準)で、CMU/SEIの登録商標。

(注2) 各種の統計分析手法や品質管理手法を体系的に用いて、製品の製造工程などの各種プロセスの分析を行い、原因の特定やそれへの対策を行って、不良率や顧客満足度などを改善する施策。

ここでは、東芝グループ内に定量的プロジェクト管理を展開するために行った施策について述べる。

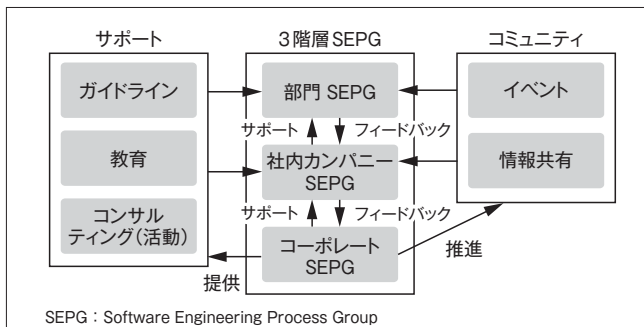
2 SPI活動のフレームワークとシックスシグマ

東芝グループは、携帯電話や家電製品のような組込み機器から原子力発電システムのようなシステム機器まで、幅広い製品を開発している。これらの製品に組み込まれるソフトウェアを開発している部門は多岐にわたり、部門の状況や開発プロセスも多種多様である。

このように多種多様な部門を持つ東芝グループ全体でSPI (Software Process Improvement: ソフトウェアプロセス改善) 活動を推進していくため、東芝グループは、**図1**に示す3階層SEPG (Software Engineering Process Group)^(注3)体制を構築している^{(2), (3)}。部門SEPG, 社内カンパニーSEPG, コーポレートSEPGである。これらのSEPGは互いに補完し合いながらSPI活動を推進している。

また、東芝グループは経営改革 (Management Innovation) として、1990年代後半から、ソフトウェア部門だけでなく全社的にシックスシグマに取り組んでおり、これは**図2**に示すように、定量的プロジェクト管理を展開していく施策の基盤となっている。

(注3) SPI活動を推進していくための活動母体。



SEPG : Software Engineering Process Group

図1. SPI活動のフレームワークー 東芝グループにおけるSPI活動では、部門SEPG、社内カンパニーSEPG、コーポレートSEPGが互いに連携しており、コーポレートSEPGが提供、推進するサポート活動やコミュニティ活動を社内カンパニーSEPGや部門SEPGが利用したり、参加して進められている。

Framework of software process improvement (SPI) activities

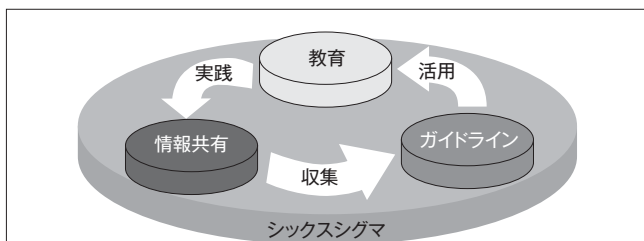


図2. 三つのコア活動と基盤としてのシックスシグマー 定量的プロジェクト管理を展開するための施策として、教育提供、情報共有、ガイドライン提供を繰り返して行う。また、これらの活動の基盤として、シックスシグマが重要な役割を担っている。

Three core actions and Six Sigma as basis for QPM

3 課題

多種多様なソフトウェア開発部門が、それぞれに定量的プロジェクト管理を目指すなかで生じた課題について次に述べる。

課題①, ②は部門レベルにおける課題であり、課題③, ④はコーポレート及び社内カンパニーレベルにおける課題である。

課題① 部門SEPGにとって、定量的プロジェクト管理とはどのようなものであるか、ということを理解することは容易ではなく、そのため、策定された開発プロセスに不備がある場合や不十分な場合がある。

課題② シックスシグマにより基本的な統計的知識はあるものの、ソフトウェア開発への適用がうまくできていない場合や、データの精度が低いために十分に活用されていない場合がある。

課題③ ある部門で得られた知見(知識や見識)やノウハウが他の部門で活用されず、全体として何度も同じような失敗を繰り返してしまう。

例えば、部門ごとに開発の特徴やプロセスが大きく異なるため、ある部門で利用されているPPMをそのまま他の部門で活用することはできないが、そのPPMを構築す

るまでに至った手順や過程(分析手法や活用方法)を共有することはできるはずである。

課題④ 高成熟度リードアプレイザ^(注4)を含むコーポレートSEPGが提供しているアプレイザル(プロセス診断)では、高成熟度プロセスとして不足している点は把握できるが、具体的な改善策、例えば、どのようにPPMを構築していくかなどについては十分に検討や策定ができていない。

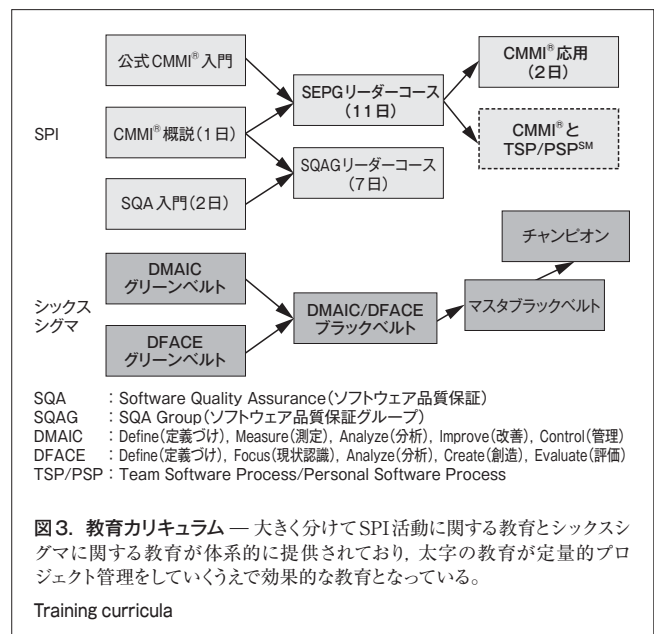
4 実行施策

前述の課題を解決するために、東芝グループは次の四つの施策を実行している(図2)。

- (1) 課題①, ②に対して 高成熟度に関する教育提供
- (2) 課題②, ③に対して イベントを活用した情報共有
- (3) 課題③, ④に対して ノウハウのガイドライン化
- (4) 課題②, ④に対して CMMI[®]とシックスシグマとの融合

4.1 高成熟度に関する教育提供

東芝グループでは、SPI活動とシックスシグマの教育に関して図3に示す教育カリキュラムを用意しており、コーポレートSEPGは、グループ内向けに年に1度、SEPGリーダーコース教育(一部)や外部コンサルタントによるCMMI[®]応用教育を実施している。また、現在コーポレートSEPG内にPSPSM(Personal Software Process)^(注5)インストラクターを育成済み



SQA : Software Quality Assurance(ソフトウェア品質保証)
 SQAG : SQA Group(ソフトウェア品質保証グループ)
 DMAIC : Define(定義づけ), Measure(測定), Analyze(分析), Improve(改善), Control(管理)
 DFACE : Define(定義づけ), Focus(現状認識), Analyze(分析), Create(創造), Evaluate(評価)
 TSP/PSP : Team Software Process/Personal Software Process

図3. 教育カリキュラムー 大きく分けてSPI活動に関する教育とシックスシグマに関する教育が体系的に提供されており、太字の教育が定量的プロジェクト管理をしていくうえで効果的な教育となっている。

Training curricula

(注4) CMU/SEIの認定を受け、アプレイザルチームを率いる責任者。
 (注5) CMU/SEIが提唱している個人のためのソフトウェアプロセス改善モデルで、CMMIと併用されることが多い。PSPは、カーネギーメロン大学のサービスマーク。

であり、今後はPSPSM教育も実施していく予定である。これらの教育により、グループ内での高成熟度について理解が深まってきている。

先行部門については、PPM構築などのプロセス改善を部門SEPG、社内カンパニーSEPG、コーポレートSEPGが協業で実施し、社内カンパニーSEPG及びコーポレートSEPGはそこで得たノウハウの他部門へ横展開している。

4.2 イベントを活用した情報共有

東芝グループ内で情報を共有する仕組みとして“東芝ソフトウェアフォーラム”がある。このフォーラムは年に1度、グループ内のソフトウェア開発関係者を対象に開催しているものであり、これまでに9回開催し、毎回の来場者数は300名を超えている。このフォーラムでは、社外からの講演とグループ内の事例発表を行っており、情報共有だけでなく、各部門でのSPI活動の活性化に貢献している。

この事例発表では幅広いテーマが扱われており、“定量的プロジェクト管理の実践”もその一つである。情報共有を推進しながらも情報セキュリティを確保するため、参加者を東芝グループ内に制限して、PPM構築に関する成功事例や失敗事例、ノウハウなどを具体的なレベルまで取り上げており、グループ内の定量的プロジェクト管理の展開に大きく寄与している。

フォーラムで発表された定量的プロジェクト管理の事例を以下に述べる。

4.2.1 事例1 この事例では、システムテストにおける不具合数を予測するためのPPMを構築している。

PPMを構築するために、まず過去のプロジェクトデータのスクリーニング（選別）を行い、システムテストの不具合密度が平均から1σ（シグマ）以内のプロジェクトを対象データとする。次に回帰分析を行い、新規及び改造のコード行数を説明変数として、総不具合数を従属変数とする相関があることがわかった（図4）。

この回帰式から、プロジェクト開始時に新規及び改造のコード行数を見積もることができれば、総不具合数の予測を得ることができる。しかし、このままでは総数しかわからないので、プロジェクト管理に効果的に活用することができない。

そこで次に、この総不具合数を各フェーズ（工程）に振り分けることを行う。過去のプロジェクトの実績データに基づいて、各フェーズの平均発生割合を求め、フェーズごとの不具合プロファイル（分析結果）を得ることができる。更に、フェーズごとの発生件数の75%を上限（UCL：Upper Control Limit）、25%を下限（LCL：Lower Control Limit）として制御するための範囲を設定する。つまり、過去の50%がこの範囲内に入っていることを意味している（図5）。

実際のプロジェクト管理では、この上下限を超えたときになんらかの異常が発生していると判断して、適切なアクションを取るようになる。

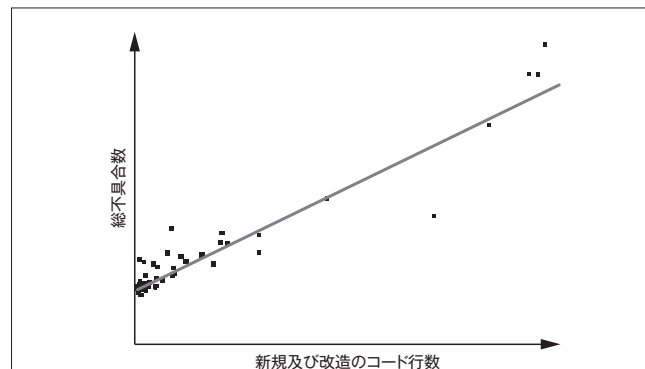
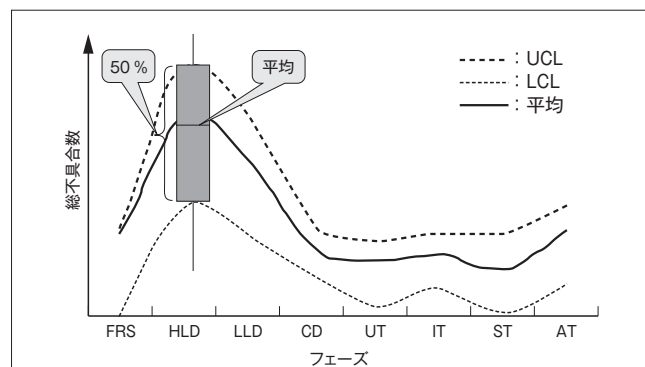


図4. 回帰分析によりわかった新規及び改造のコード行数と総不具合数—新規及び改造のコード行数と総不具合数には正の相関があることがわかる。これにより、新規及び改造のコード行数から総不具合数を予測することができる。

New and modified lines of code (LOC) and total number of defects calculated by regression analysis



FRS : Functional Requirement Specification (機能要求定義)
 HLD : High Level Design (基本設計)
 LLD : Low Level Design (詳細設計) IT : Integration Test (結合試験)
 CD : Cording (コーディング) ST : System Test (総合試験)
 UT : Unit Test (単体試験) AT : Acceptance Test (受入試験)

図5. 不具合数プロファイル1（フェーズ別不具合PPM）—各フェーズ別にどのくらいの不具合が発生しているかを表しており、平均だけでなく上限値と下限値を示すことで、通常の不具合数（50%）がどのような範囲にあるのかわかるようになっている。

Profile of number of defects (1)

この事例1では、定量的なデータに基づいて作成されたPPMが実際に活用されていることがポイントである。実際に役だつ予測を行うために、プロジェクトの特徴の類似性に基づいて収集データを分類すること、成功したプロジェクトのスクリーニングを行うこと、が重要なポイントである。更に加えて、上下限を超えたときに“通常とは違う何か”が起きていることを的確にとらえ、より詳細な分析を行ったうえで適切なアクションを取っていくことも、実際のプロジェクト管理では重要である。

事例1では定量的プロジェクト管理が行われているが、更に改善すべき点がいくつかある。説明変数を増やすことと、進行中のプロジェクトの実績に基づいて再予測を行っていることで

あり、それを次の事例2で示す。

4.2.2 事例2 図6に示すように、事例2ではコード行数、テスト網羅度、再利用率、レビュー網羅度を入力とする重回帰分析を行い、総不具合数の予測を行っている。更に、この総不具合数を各フェーズに振り分けるために、レイリーモデル^(注6)を適用している。

レイリーモデルは次の数式で表され、各時刻と発生不具合数の関係を示す。ソフトウェア開発においては、m=2が不具合の発生状況を示すものとしてよく使われている。

$$\text{累積分布 } F(t) = 1 - \exp(- (t/c)^m) \quad (1)$$

$$\text{確率分布 } f(t) = m/t \times (t/c)^{m-1} \times \exp(- (t/c)^m) \quad (2)$$

- F : 累積分布
- f : 確率分布
- m : 形状因子 (=2)
- c : スケール因子
- t : 時刻

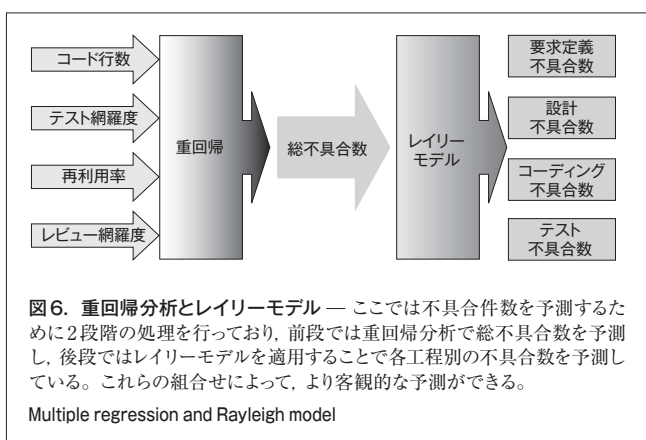
事例2でも図7に示すプロファイルを用いて、プロジェクト管理を行っているが、進行中の実績に応じて、予測が変化していく点が事例1とは異なっている。

事例1, 2を通して得られた知見やノウハウは、他の部門のPPM構築に生かされている。東芝グループにおける3階層SEPGの枠組みとグループ内のイベントが、このような情報共有を支える仕組みとなっている。

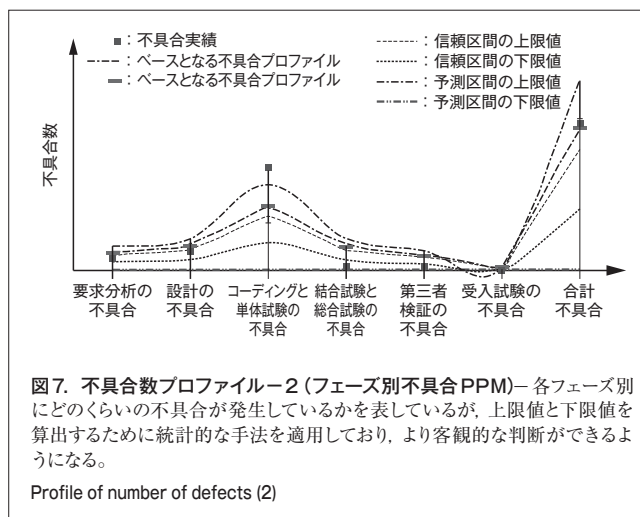
4.3 ノウハウのガイドライン化

コーポレートSEPGメンバーが各部門のプロセス実装作業に参加することで、最終的に確立できたPPMだけでなく、この過程で得られる様々な試行や失敗事例などの情報も収集することができる。

コーポレートSEPGにより集められた各部門の定量的な



(注6) ソフトウェア開発で発生する不具合数に適合するように定式化されたモデル。

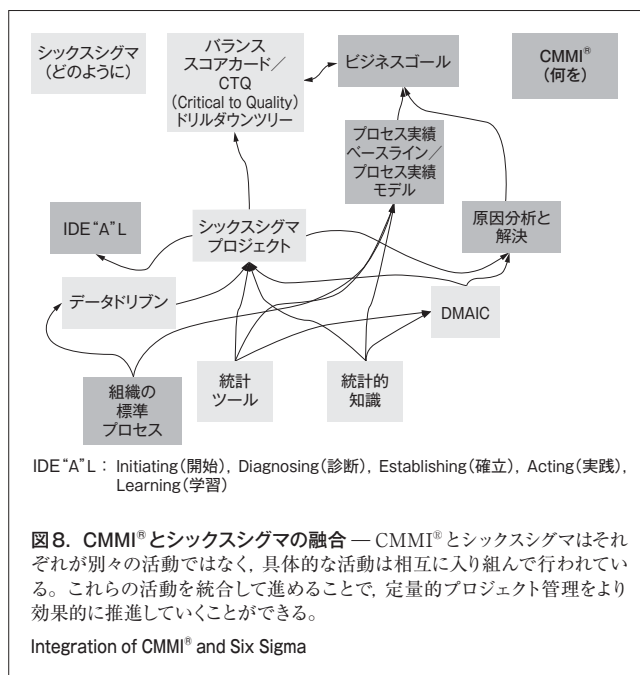


データの収集、分析、活用手段、及びPPM構築に関する事例(事例1, 2における統計手法の適用など)は、その中核となるノウハウをガイドラインにまとめ、東芝グループ内に公開している。これらのガイドラインは別の部門が新たに定量的プロジェクト管理に取り組む際に、参考情報として役にたっている。

4.4 シックスシグマとの融合

東芝グループは、1990年代後半からシックスシグマに継続して取り組んでおり、高成熟度を目指したSPI活動との統合を進めている。このシックスシグマによるポジティブな影響は大きい。各ソフトウェア開発部門に高成熟度に必要な統計知識を持つ人が増え、統計処理を行うためのツールが広く普及するなど、高成熟度を導入していくためのハードルがかなり低くなっている。

図8に示すように、高成熟度における取組みにおいて、シック



スシグマは“どのように(HOW)”, CMMI®は“何を(WHAT)”という観点を提供しているが、実際の活動においてはその両者の内容が相互に関連しており、重なる部分も多い。CMMI®とシックスシグマそれぞれのメリットを取り入れて、改善活動を行っている。

5 あとがき

コーポレートSEPGが中心になってこれまで述べた施策を実行することにより、高成熟度に取り組む部門数の割合が年々増加してきている(図9)。

これらの施策は、東芝グループにおいて高成熟度を展開していくために寄与しているが、単にこれら四つの施策を実施するだけでなく、SPI活動のフレームワーク及び改善活動のサイクルと合わせて進めることも重要である。つまり、図2に示したように、組織や人の育成から始まり、それが改善活動の実践につながる。その実践結果は、3階層SEPGやイベントを通

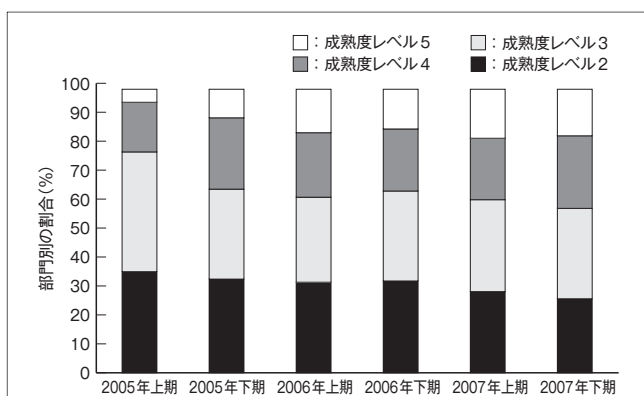


図9. 高成熟度への取り組み状況 — 実施した施策により、半期ごとにより高い成熟度レベルに取り組む部門の割合が増えてきており、定量的プロジェクト管理の展開が進んできていると言える。

Trends in improvement activities for achieving high maturity

じて他の組織や人と共有される。この情報共有がまた育成へとつながることで、改善活動のサイクルが回っていく。この改善活動のサイクルを回すこともキーポイントである。

文献

- (1) クリシス, メアリー B., ほか. JASPIC CMMI V1.1 翻訳研究会訳. CMMI 標準教本~プロセス統合と成果物改善の指針. 日経BP社, 2005, 675p.
- (2) 舩薙 匠, ほか. ソフトウェア開発プロセス改善活動. 東芝レビュー. 61, 1, 2006, p.6-13.
- (3) 小笠原秀人, ほか. 定着を重視したプロセス改善活動. 情報処理. 44, 4, 2003, p.334-340.



守屋 哲朗 MORIYA Tetsuro

ソフトウェア技術センター プロセス・品質技術開発担当参事。
東芝グループ内のソフトウェアプロセス改善活動に従事。
情報処理学会会員。
Corporate Software Engineering Center



山田 淳 YAMADA Atsushi

ソフトウェア技術センター プロセス・品質技術開発担当主査。
東芝グループ内のソフトウェアプロセス改善活動に従事。ISO/IEC-JTC1/SC7, 情報処理学会, 電子情報通信学会, IEEE 会員。
Corporate Software Engineering Center



石川 隆 ISHIKAWA Takashi

ソフトウェア技術センター 企画担当グループ長。
東芝グループソフトウェア開発力強化施策の企画・展開に従事。プロジェクトマネジメント学会会員。
Corporate Software Engineering Center