

サーバの安定稼働を支える品質保証技術

Quality Assurance to Enable Stable Server Operation

あらまし

サーバ製品は、社会や企業の基幹業務を担うシステムの核であり、常に安定した稼働品質が求められる。近年テクノロジーの急速な進歩により、高機能・高性能に加え、仮想化や省電力化、さらにはクラウド対応などサーバ製品を取り巻く環境変化に伴い、お客様が求める品質も変化している。サーバ製品の品質保証もこの変化に対応した開発プロセス最適化、評価技術開発など安定稼働を保証するための見直しを図ってきた。

本稿では、「品質は源流から確実につくり込む」を基本方針としたサーバ製品の開発プロセスならびに評価技術と、QCD (Quality, Cost, Delivery) を追求した品質マネジメントについて紹介する。

Abstract

Server products are at the core of systems which assume critical missions in companies or society, and are required to operate stably. With the dramatic advances in technology, the environment surrounding server products has been changing. For example, there has been progress in virtualization or power saving in addition to high functionality and high performance, and even the adaptation of Cloud computing. Likewise, customer needs for quality also have been changing. Accompanying such changes, the quality assurance of server products has been reviewed to ensure stable operations by optimizing the development process or developing evaluation techniques. This paper introduces the concept of ensuring product quality right from the start, and Quality, Cost, and Delivery, or QCD, which is how we internally perform quality management.



松尾雅史 (まつお まさふみ)
エンタプライズサーバ事業本部品質保証統括部 所属
現在、エンタプライズサーバの評価、品質マネジメントに従事。



内山裕司 (うちやま ゆうじ)
エンタプライズサーバ事業本部品質保証統括部 所属
現在、エンタプライズサーバの評価に従事。



栗田祐一 (くりた ゆういち)
エンタプライズサーバ事業本部品質保証統括部 所属
現在、エンタプライズサーバの品質マネジメントに従事。

まえがき

サーバ製品は、社会や企業の基幹業務を担うシステムの核であり、常に安定した稼働品質が求められる。お客様が満足する安定稼働を達成するためには、サーバの品質確保が重要な要件の一つである。

富士通では、これを実現していくために、「品質は源流から確実に作り込む」という考え方をベースに、徹底した設計審査（デザインレビュー：DR）と妥協を許さないシステム評価試験、および妥当性検証の手法により、高品質を確保し、お客様先での安定稼働を目指している。また、開発の全プロセスで得られる品質情報、および出荷後の顧客稼働品質情報はデータで管理され、データに基づいた品質マネジメントを実施している。

本稿では、まず「品質は源流から確実に作り込む」にこだわった、品質保証を支える開発プロセスと市場のニーズを意識した安定稼働を保証する評価方法を紹介する。つぎにISO9001を土台として、設計品質から稼働品質までの品質マネジメント、さらには、ものづくりへのこだわりとして自社製造工場である株式会社富士通ITプロダクツの製造プロセスの特徴を紹介する。

品質保証を支える開発プロセス

富士通では、サーバの新製品開発プロセスにおいて、図-1のように体系化された社内標準に従って品質の作り込みを実施している。各開発フェーズにおける開発結果を判定会議・審議会でレビューし、定められた基準を満たせば次の開発フェーズへ移行

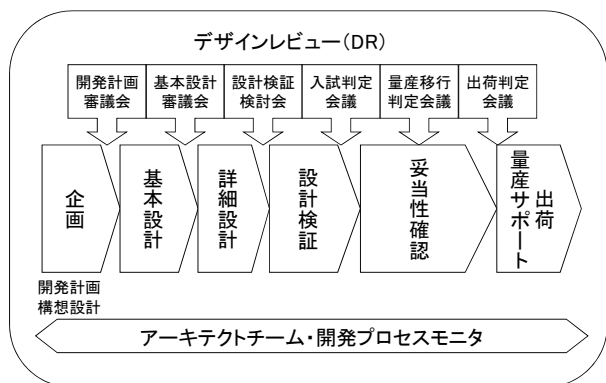


図-1 開発プロセス概要
Fig.1-Outline of development process.

できる。この運用体系は「品質は源流から確実に作り込む」という考えに立ったものである。最も品質に影響がある設計フェーズにおける品質保証の方法は、二つに大別させる。一つは過去の開発製品で培ったノウハウを新製品開発のDR工程に活用し、過去に経験した問題の再発防止を徹底することである。もう一つは最先端技術を採用した論理シミュレータ、実装構造シミュレータなどを導入して設計品質の向上を図ることである。開発プロセスの企画から設計検証までは、設計部門主導で実施し、妥当性確認以降は、品質保証部門がお客様の立場に立って新製品の品質を確認している。この開発プロセスの中から特徴的な部分を紹介する。

● アーキテクトチームと開発プロセスモニタ

開発コンポーネント個々の品質強化に加え、システム全体の品質強化を行うため、各コンポーネント開発メンバーの中から選出された「アーキテクトチーム」が、仕様の合意と開発工程の立案から管理までを実施することとした。また「開発プロセスモニタ」を導入し、品質保証部門による工程フェーズ移行のチェックを第三者的な立場で行うことにより、開発の内側と外側の両面で開発プロセスの妥当性を確認している。

● 源流工程での品質向上

ウォーターフォール型の開発スタイルでは、お客様への安定したシステムを供給するに当たって設計フェーズでの高い品質の作り込みが、重要なポイントとなっている。従来の設計検証フェーズでは、コンポーネント単位の機能確認にとどまっていたため、入試後のシステムレベルで行う妥当性確認において、致命的な論理変更などによる開発遅延が発生する場合がある。このため、開発部門、品質保証部門が一体となり「開発源流に遡^{さかのぼ}った品質確保」の取組みを実施している。

(1) 先行評価による設計品質の向上

設計品質を向上するために、負荷競合^(注1)やマージン加速^(注2)を観点とした検証項目を設計検証へ前倒して実施することで動作タミニングやばらつきによる重大問題を事前検出する仕組みを構築した。ま

(注1) 例えばI/OとCPUの両方からメモリへのアクセス頻度を増減させること。

(注2) 電圧、温度、周波数などを変動し、半導体の動作スピードに変化を与えること。

た、量産品質を早期に安定させる施策として、評価機の製造段階で量産工程を立ち上げ、併せて製造品質の見極めも実施している。これにより、量産工程での潜在的な問題を事前に解決することが可能となった。

さらに検証精度の向上をねらい、テストフェーズごとのテストカバレッジを数値化し、診断率として算出することで設計検証へフィードバックする施策も実施している。これらの施策で重大障害を早い段階で検出し、確実な対処ができる仕組みとしている。

(2) 実装構造評価におけるプロセス改善

品質保証部門での実装構造評価は、従来、妥当性確認のフェーズで現物確認を実施していた。しかし、このタイミングで構造問題が発見された場合、修正に時間を要し出荷遅延などの影響が発生する。

このため、詳細設計の段階からサポート部門、量産部門、品質保証部門が加わり、VPS (Virtual Product Simulator) などを使っての仮想シミュレーションやパイロットモデルでクロスチェックを行い、構造問題の排除を徹底的に行っている。

この活動により、妥当性確認のフェーズでは量産機相当の完成度となり、安定した品質を確保している。

安定稼働を保証する評価方法

本章では、サーバの安定稼働を保証するための評価方法について述べる。

ミッションクリティカルサーバは、お客様業務を停止することなく、安定した稼働を実現させることが重要である。このため、設計段階で多くの信頼性施策をハードウェアとソフトウェアにインプリメントしている。これらの信頼性施策の評価をお客様の実運用相当の環境で実施している。以下にその特徴的な評価方法を紹介する。

● お客様環境を想定したシステムRAS評価

今までの妥当性確認では製品仕様をレビューし、社内基準に基づいた検証を実施していたが、お客様先の環境で想定できなかったトラブルが発生していた。このトラブルの大半は、部品故障のタイミングに起因したハードウェア・ソフトウェアのリカバリ動作の不具合である。お客様環境において、ソフトウェアが想定外の挙動となり、システムダウンに

至ることがあった。このため、ハードウェアとソフトウェアを連携した部品故障時のリカバリ動作の品質保証が課題となっていた。

そこで、新たにリカバリ動作とハードウェア・ソフトウェアが連携した検証ツールを作成し、お客様環境を想定した「システムRAS評価」を実現している。具体的には、自動的にハードウェア疑似故障を繰り返し発生させ、システムの振舞いを確認することで、タイミングに依存した問題を抽出するものである。RASとは、Reliability (信頼性)、Availability (可用性)、Serviceability (保守性)の頭文字を取った名称で、システムなどの信頼性を示す概念である。

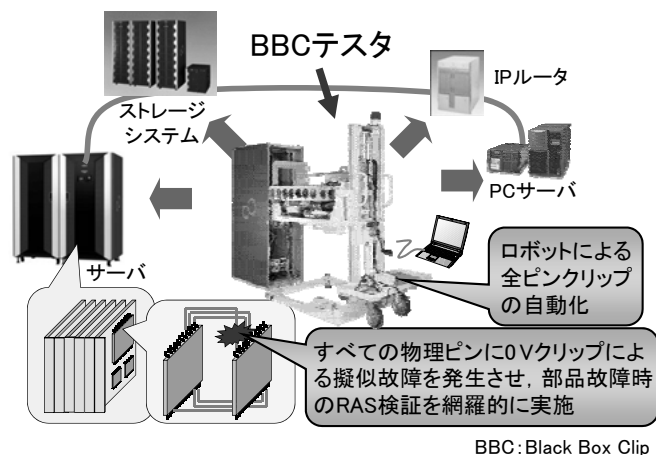
また、お客様のシステムでは極めて稀にしか起こらないような信号間の短絡などの故障についても、自動で発生させる検査ロボット (BBCテスト: Black Box Clip) を用いて繰り返し確認を実施している (図-2)。この確認は、ハードウェアの物理的な信号ピンを0Vにクリップし、疑似故障を発生させ、そのときのシステム影響についてRASの観点で評価している。評価は全信号に対して実施し、システム全体の高品質を追求している。

● システムとしての整合性評価

システムの評価は、前述したシステムRAS評価だけではなく、ハードウェアの観点で製品仕様上想定される構成 (パーティショニング、メモリ、I/O)などを抽出し、ソフトウェアの観点ではOS版数やパッチ適用の組合せなど、ハードウェア・ソフトウェア両面で整合性を確認している (図-3)。また、ベンチマークツールやデータ処理を組み合わせ、システムの高負荷、低負荷動作、および負荷競合によるシステム評価を行うことで安定稼働を保証している。

● 自動化技術の適用

従来は、固定化したシステム構成での検証にとどまっていたため、タイミングや網羅性に対して十分な検証ができていなかった。これを解決するため、システム構成を動的に変更する機能 (Dynamic Reconfiguration) と自動化技術を組み合わせ、きめ細かな構成検証を実現している。これにより、メモリリークなど顕在化するまで検出困難だった問題も自動化ツールによる常時監視によって早期検出が可能となった。



BBC: Black Box Clip

図-2 BBCテスタ概要
Fig.2-Outline of BBC tester.

品質マネジメント

お客様に満足していただける製品を継続して提供するため、製品開発～量産～出荷後の各プロセスにおいて、品質マネジメントシステム（ISO9001）に基づいた品質保証の考え方を基本とした品質向上活動を展開している。

● 設計品質マネジメント

設計品質は、開発プロセスの上流でつくり込まれる。すなわち、企画・基本設計・詳細設計フェーズでアウトプットされる成果物の完成度が、その製品品質を決定する。

各設計フェーズでの完成度を高めるため、一般的に実施している進捗と課題確認に加え、企画フェーズであらかじめ想定される開発リスクをリストアップし、各フェーズ移行時に行われる審議会、または判定会でリスク状況を判断している。

審議会および判定会議では、各フェーズに規定されている判定基準に沿った審査と、リスクによる後工程へのインパクトを判断し、フェーズ移行が決定される。また、第三者によるプロセスモニタリング(注3)を導入し、各開発フェーズ内で発生する課題を定期的にプロジェクトリーダーへ報告することで、開発工程遅延や品質悪化などに対し、早い段階でリスクの低減を図っている。

● 量産品質マネジメント

量産段階では製造品質のみならず、コスト、納期

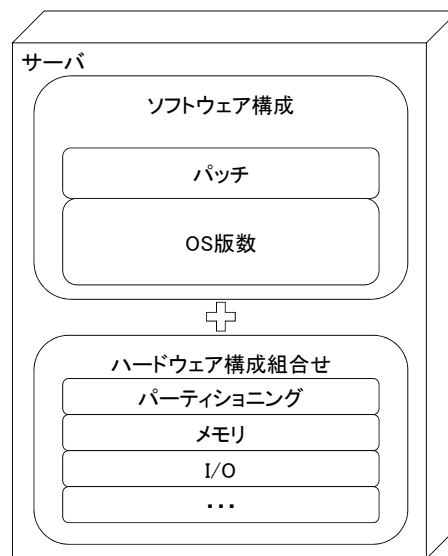


図-3 ハードウェアとソフトウェアの整合性評価
Fig.3-Evaluation of compatibility between hardware and software.

を含めたいわゆる QCD（Quality， Cost， Delivery）全体のバランスが重要である。

その考えに基づき、DR段階よりQCDを追求した最適な製造ラインの構築、新しい試験プロセスの積極的な導入を図っている。さらに出荷判定の前段階でチェックポイントを設け、量産工場で安定的に出荷を維持できる製造体制にあることを見極めるプロセスを導入している。

量産開始後は、各製造工程で品質目標値を定め、量産品質の維持と更なるQCD追求への品質向上活動でPDCAを回している。

(注3) 開発プロセスが決められた規定と手順に従っていることをモニタし、客観的に評価すること。

その品質情報は、各事業部門および品質保証部門で共有し、全社的な品質情報の横展開を図っている。さらに、この品質情報は、次機種の設計品質向上に向けたインプット情報にも活用している。

● 稼働品質マネジメント

より優れた品質の製品供給と出荷製品の安定稼働を維持するため、製品ごとに品質目標値を設定し、フィールド品質管理活動を展開している。目標値は業界全体の品質動向を調査し、常に他社を凌駕する品質レベルを視野に入れ、決定している。また、その目標値は定期的に見直し、さらなる品質向上を目指している。

稼働品質は、大きく分けて統計的手法によるデータ評価と、徹底した根本原因追究による再発防止活動で維持管理されている。

統計的手法によるデータ評価では、機種、ならびに部品・ユニットごとの品質を信頼性工学の考え方で初期故障・偶発故障・磨耗故障の傾向分析をしている。

その結果により、将来の品質動向を予測し、迅速に予防処置が図れる仕組みとしている。

また、傾向分析やトラブル発生原因から特異傾向が見られた場合、専門チームにより徹底的に根本原因を追究し、被害の拡大防止や再発防止への活動を行っている。この際、設計的要因であった場合、つくり込み原因および流出原因に対し、「なぜ×5分析」を用いてそれぞれの根本原因を明確にして、開発プロセスへフィードバックするPDCAを回している。

さらに、稼働品質情報は、定期品質会議で開発部門・品質保証部門・サポート部門および工場部門と情報共有し、品質向上に努めている。

ものづくりへのこだわり

基幹サーバ製品の製造は、国内製造拠点の一つである、株式会社富士通ITプロダクツ（FJIT）が行っている。

FJITでは、「QCDの追求による顧客満足度の向

上」を事業方針として、富士通の開発部門・品質保証部門との連携を密にし、QCDのバランスを意識した日々改善のためのPDCAを回しながら最適なものづくりに挑戦し続けている。

一方、お客様起点での、ものづくりを徹底するため近年、トヨタ生産方式導入による「生産革新活動」に全社一丸となって取り組んでいる。主な活動として、「一個造りにこだわった整流化」や「工程結合・混流生産による効率化」を積極的に推進している。

今後の課題

近年、半導体技術の向上に伴い論理回路の集積度が上がり、これまで複数チップで形成していた論理回路が1チップに集約され、装置は小型、軽量化が進んでいる。その反面、1件の論理障害を与えるリスクは拡大し、修正のために発生する工程遅延など、開発プロセスに大きな影響を与える可能性がある。このため、論理設計シミュレーション、DRで新テクノロジーに追従した更なる検証が重要になる。

また、近年データセンターでの大規模システムによるクラウドサービス化が進められており、装置の省電力化が求められている。例えば、未使用時の電力を削減する省エネモードなどがあるが、それに伴う新たな動作タイミングでの問題が考えられ、新たな視点での評価手法開発が求められる。

む す び

本稿では、サーバ製品の安定稼働を支える品質保証技術の取組みについて述べた。この取組みは、日々変化する市場動向やお客様ニーズに即応した品質保証技術の向上を念頭に、最適なQCDの実現による部門のミッションを達成するものである。

今後、クラウド化に向かう市場動向を鑑み、新しい視点での評価技術の追求はもちろんのこと、クラウドを使用するお客様起点での最適な品質マネジメントの開発に取り組んでいく。