



## 東証次世代システムの取り組みについて<sup>☆1</sup>

—次世代システム開発を通じた我が国IT分野への要望—

鈴木義伯 東京証券取引所

ITの高度化は、株式等の流通市場インフラを提供する東京証券取引所にも大きな影響を与えており、投資家からの注文件数の激増と時間集中率の加速化などにより、システム基盤の一段の強化が求められている。

こうした中、東京証券取引所では、新たなアーキテクチャを導入し、次世代システムの構築を進めている。

本稿では、次世代システムの開発において、高度の信頼性を確保するために取り組んでいるプロセス改善活動を通じて、我が国IT分野にかかわる関係者への要望を提言する。

### 証券取引所の役割

証券市場は、発行市場と流通市場とに区分される。発行市場は株式等の証券を発行して資金を調達するという機能を持ち、流通市場は発行された証券を買い手と売り手の間で仲介するという機能を持っている。流通市場では、証券の需給のバランスによって、証券の価格が決定され、こうした市場価格の変化を通じて、必要な資金を効率的に配分するプライスマカニズムの機能が働く。東京証券取引所（以下「東証」）の大きな役割は、一定のルールに基づき多くの需給（売買注文）を集中させることにより、公正な流通市場を開設することにある。

### 証券市場を取り巻く環境の変化

近年の証券市場を巡る環境の変化として、金融・証券・保険という業態間の規制緩和の進展により、手数料の自由化など競争環境が変化している。また、経済状況を見ると、我が国の超低金利時代の長期化を背景に、資金運用の多様化が進展している。

一方、IT技術の急速な発展やネットワークインフラの整備により投資環境の面でも情報収集コストの大幅な低下などが起きている。こうした「貯蓄から投資へ」と

いう資金運用の流れの変化のなか、社会インフラとしての証券市場の重要性が一段と高まってきている。

### 証券取引所のIT高度化の影響

証券業界はITの高度化を背景に、大きく変化してきている。

1つには流通市場（以下「市場」）に上場している商品の多様化がある。たとえば、株価指数デリバティブ商品の場合、株価指数に連動し、逐次、市場の動きを反映する商品などが開発されていて、取り引きされる商品自体が、システム上に構築される状況にあり、システムなしには商品化できないという状況になっている。

2つ目は、ITと言うよりICT（Information Communication Technology）と言ったほうが適切と考えるが、ITの高度化が進んだことなどにより、ここ10年から15年の間に、一定の流動性が確保されれば単一市場に絞って上場するという傾向が強まってきており、従来みられたような世界の複数の市場に重複上場する会社が国際的にも減少してきている。その理由としては、ICTの発達で、上場している市場が1つでも全世界の投資家はその市場めがけて投資の注文を出せるようになったため、多くの市場に重複して上場するメリットがなくなったからといえよう。

3つ目はビジネスモデルの変革である。従来のB to Bモデルは、たとえば一方を東証、他方を証券会社とすれば、証券会社から東証に情報を送るだけで取引が完了していた。しかし、今日はB to B to Cというモデルに大きく変わっており、Cという投資家は携帯電話やパ

\*この記事の著作権は著者に帰属します。

☆1 本稿の内容は、2007年11月20日開催の平成19年度日本学術会議および情報処理学会共催講演会「情報処理で社会を守る」における講演要旨を再編集したものである。

1	高速性 ～国際競争力の向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 注文受付レスポンス 10ms 以下, 約定通知レスポンス 40ms 以下で実現</li> <li>→ 目標達成のために基本設計段階から前提値・机上検証等の性能マネジメントを徹底</li> </ul>
2	信頼性 ～円滑な取引／市場の安全性確保	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ データロストの回避 (注文, 板, 約定データの保証), 時間優先の徹底</li> <li>■ ノード三重化, 99.999 %以上の可用性を確保</li> <li>→ 目標達成のために設計・開発段階から信頼性マネジメントを徹底</li> <li>→ 市場異常事態 (注文集中) の際に対応策 (自動流量制御など) も対応</li> </ul>
3	拡張性 ～マーケット拡大への対応	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 分間ピーク件数の2倍のキャパシティを確保</li> <li>■ あらかじめ定めた拡張性を超えた場合でも1週間以内に対応</li> <li>→ 目標達成のために設計・開発段階から拡張性マネジメントを徹底, 運用手順の確立</li> </ul>
4	堅牢性 ～社会インフラとしての対応	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ バックアップサイトを構築し, 被災時も24時間以内でセカンダリサイトで業務再開 (取引データはリアルタイムでプライマリサイトから転送)</li> <li>→ 目標達成のために設計・開発段階から信頼性マネジメントを徹底, 運用手順の確立</li> </ul>
5	新サービスへの対応 ～ビジネス競争力の向上／ 市場の透明性向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 新たな取引所や市場, 新商品追加の柔軟性確保</li> <li>→ フレームワークと業務ロジックの分離, 機能部品化の徹底で対応</li> <li>■ オーダーブックの情報をリアルタイム配信</li> <li>→ アルゴリズム取引や投資者のマーケット情報知得ニーズに対応</li> </ul>
6	コスト競争力の向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ オープンサーバやOSSにより投資額／年間経費を低減</li> </ul>

All Rights Reserved. Copyright © 2008 Tokyo Stock Exchange, Inc.

図-1 次世代売買システムの構築～世界最高水準を目指す～

ソコンで、機関投資家はサーバで直接取り引きすることが、世界中で起きている。実際、東証で取り引きする外国人の割合は、現在60%程度まで上昇しており、投資家の地理的關係は大変薄れてきている。

また、投資家の注文のIT化が進み、システムによる自動発注が発達してきている。アルゴリズム注文機能を備えた端末で自動発注するという仕組みで、今もその割合が順次増えてきている。

4つ目は、証券取引所システムの処理速度である。Cの投資家はアルゴリズム取引で大量の注文を発注し、マーケットの状況によって売買が成立しないと即座に注文の取り消しを行い、新たな値段で再度発注するということをシステム上自動的に行っており、証券取引所はそれに見合う処理速度で対応することを要求されている。処理速度が各国証券取引所の価値評価の重要な要素になってきているといえよう。

今後も、ICTの高度化は証券取引所自体、あるいは証券業界全体にさまざまなインパクトを与えることが予想される。

~~~~~ 東証のIT高度化の取り組み ~~~~~

東証は証券流通市場のインフラ機関として、上場商品の多様化や現行システムの能力増強を図るとともに、事業継続確保の一層の強化のため、システムのバックアップシステムの設置に加え、世界最高水準の処理速度と能力を持つ次世代の売買システムの開発に取り組んでいる。

また、これと合わせて東証のIT活用方針を部門最適から全体最適へ転換し、東証システムの全社最適化を推進している。これは、従来、東証では既存の事業プロセスそのものをシステムに置き換えていたという歴史的背景から、とかく個別事業部門単位でのIT化が進行し、個別部門ごとにシステムを導入するという状況になっていたからといえる。

システム化の初期段階は、システム上の情報は独立しているが、情報システムが進化すればするほど部門間の関連性が強くなりシステム間の連動が必要になる。それにもかかわらず東証では各部門ごとの開発やメンテナンスが継続していたため、生産性や効率性の悪いシステムになっていた。現在、情報システムの活用の仕方の変更・見直しを行い、全体最適の観点からのシステムの運営構築への過程を歩んでいるところである。

~~~~~ 次世代システムの構築 ~~~~~

次世代システム構築の目標は、世界の証券取引所と競争できる状態にすることである(図-1参照)。

高速性については、システムが注文を受け付けてから注文受付通知を返送するまでに現在は数秒かかっているが、これを約100分の1の10ミリ秒以下にする。これにより、世界の先進的なシステムと同レベルの高速性になると考えている。

信頼性については、ファイブ・ナイン(99.999%)の可用性を確保する。これは売買取引機能だけでなく、市場の情報配信機能も同レベルの可用性を確保する予定

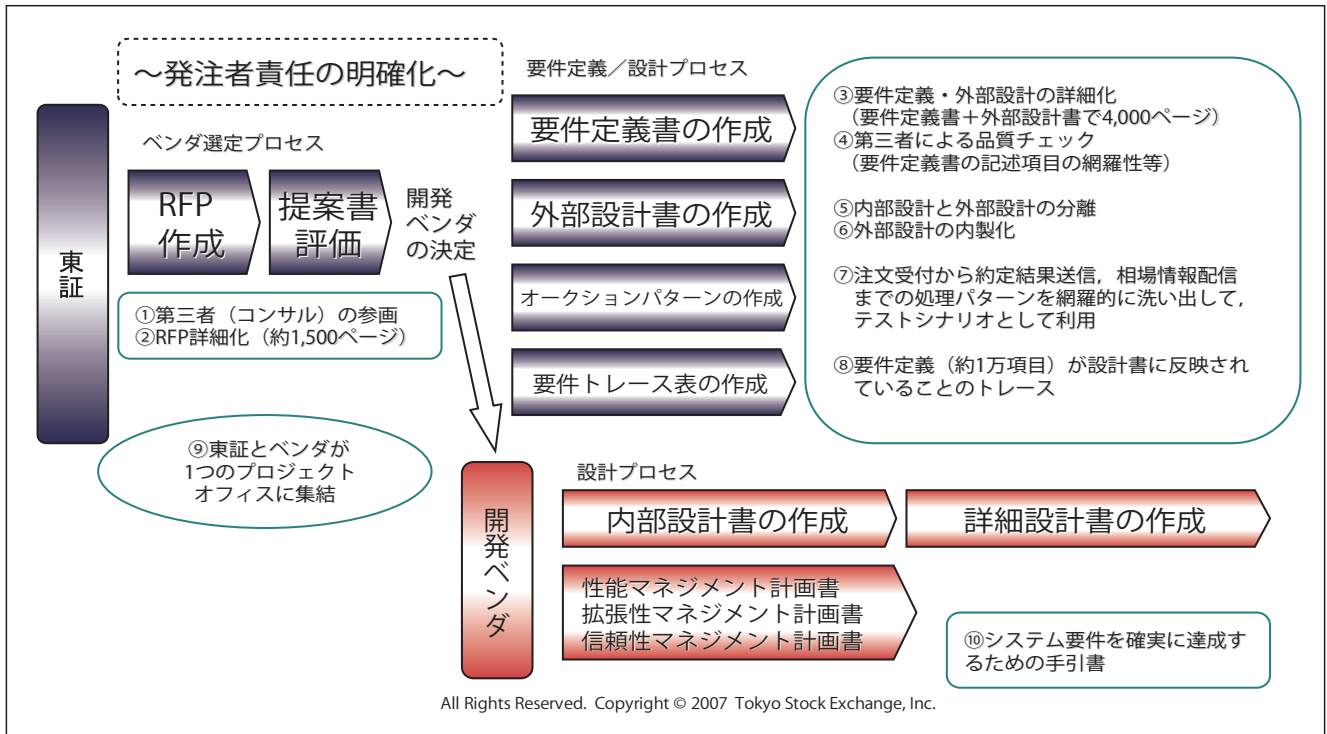


図-2 次世代システムにおけるプロセス改善の取り組み-①

である。次世代システムは、2009年度に本番稼働する予定であり、現在、要件定義が終わって基本設計・詳細設計を進めている段階にある。

拡張性については、現行のシステムでは処理能力を100万件から200万件/日程度引き上げるのに約4～5カ月を必要としているが、これを1週間程度で実現できる仕組みとする。

新サービスへの対応については、ビジネス競争力の向上を図るため、多様な新商品や取引ルールの追加・変更に短時間で対応できる設計とする。

また、セカンダリーセンタでバックアップシステムも稼働させる予定である。現在は本番システムを使って、休日・夜間にテスト運用を行っているが、これではシステム開発関係者に大きな負担を強いており、テストはセカンダリーセンタで平日の日中でもできるという状況に変えたい。これにより、東証への接続テストは平日・日中の時間帯で定常的にできる環境が整備される。

IT業界に働く者は、夜間、休日出勤も大変多いが、IT分野の労働環境を良くするためには発注側も相応の投資を行って、労働環境を向上させる必要がある。証券会社や情報ベンダのシステム開発関係者が平日・日中に東証システムとの接続テストが可能となることで、少しでもIT業界の労働環境の改善につながればと考えている。

### 次世代システムにおけるプロセス改善の取り組み

次世代システムの開発では、以下のような取り組みを実施している。

- 基本設計～システム試験は請負、システム運転試験は自社とし、請負期間中の要件の実現機能設計成果物はレビューを実施し品質の十分性・網羅性を確保する。
- 今までの基本設計からシステム試験までの工程の組み替えを実施し、前工程で品質の作り込みを実施する（基本設計・詳細設計中に要件定義の変更内容を評価判定し、要件定義の品質チェックを実施、前工程で要件品質の作り込みを推進する）。
- 高速性、信頼性、拡張性要件にかかるマネジメント計画書を制定し、これら重点目標項目の確実な実現を図る。

#### 【発注者責任の明確化】

東証の最重要課題の1つである次世代システムの開発にあたっては、発注者である東証の役割（責任）をこれまで以上に明確にしている（図-2参照）。

具体的には、たとえばベンダ選定プロセスにおけるRFP（Request For Proposal）の作成にあたって今回は約1,500ページのRFPを約5カ月かけて作成した。これは、今回のベンダ選定は、海外のベンダにも参加を

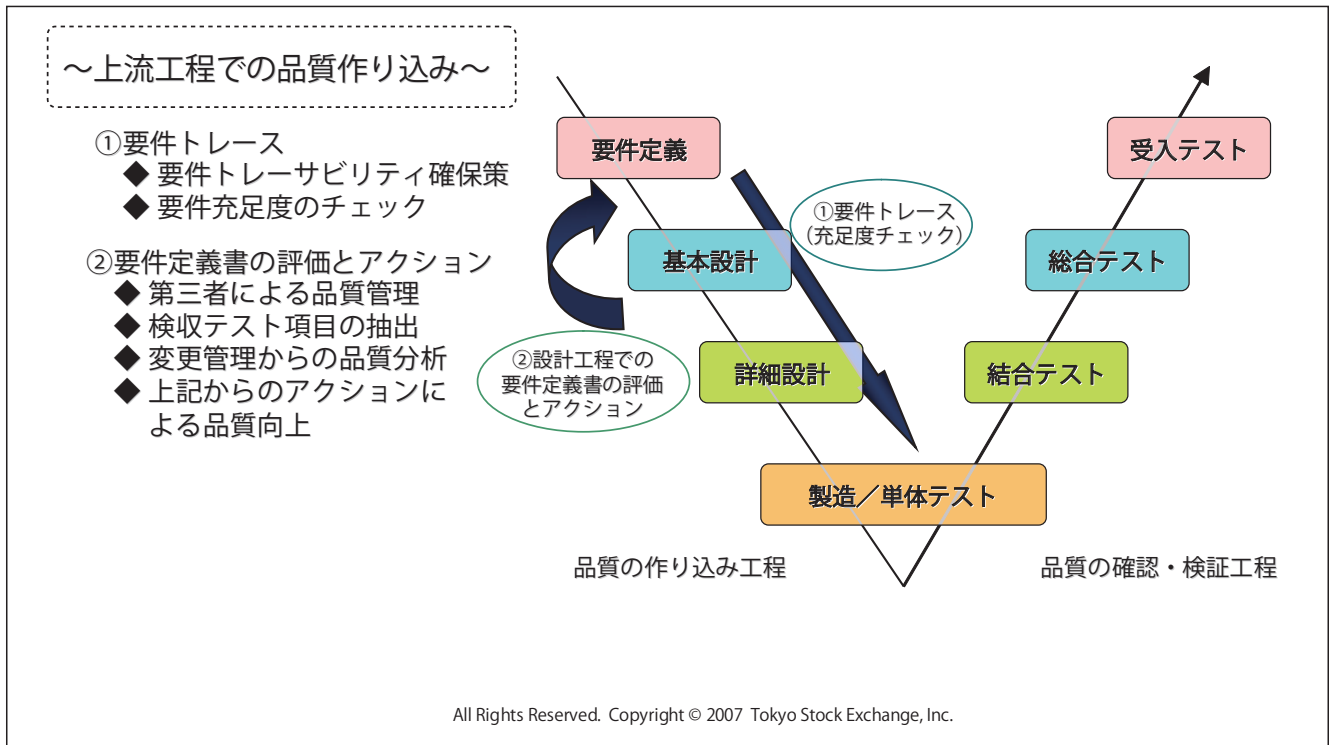


図-3 次世代システムにおけるプロセス改善の取り組み-②

呼びかけた公開コンペティションであり、RFPといえども詳細の要件の提示が必要と考えたためである。従来のRFPは、要件概要程度の内容しか作成していなかったが、今後は、発注者としての責務として、要件定義の一層の明確化は必要と考える。

また、要件定義にあたっては、要件定義書に加えて、従来はベンダの業務範囲としていた外部設計（外部仕様書・外部接続仕様書作成の内製化）も東証側で行うこととした。ただし、当社の社員で不足する技術者は外部からの支援技術者を投入しているが、責任の主体はあくまでも東証自身である。基本設計からシステム試験まではベンダの請負契約で、システム運転試験は自社とし、請負契約期間中における要件の実現機能設計にかかる成果物はレビューを実施し、品質の十分性・網羅性を確保する。

さらに、次世代システムのオークション（処理）パターンを要件定義工程で作成することで、東証側が作成した要件定義書の内容をあらためて検証し、完成度を高める工夫をしている。

また、開発ベンダ側での内部設計についても、要件定義書に記載された内容が適切に設計に反映されているか否か、東証側でトレースするといったプロセスを追加している。さらに要件の実現可能性、特に非機能要件の実現可能性を評価できるよう、非機能要件にかかるマネジメント計画書といったドキュメントの整備も行って

なお、次世代システムの開発は数百人規模の要員がかかることとなるが、こうした大規模プロジェクトの場合、コミュニケーション不足を起因とするさまざまな問題を起こしやすい。こうした問題の発生を回避し、ユーザ・ベンダ間におけるコミュニケーションの円滑化・効率化を図るため、開発拠点を1カ所に集約している。

#### 【上流工程における品質の作り込み】

次世代システムの開発においては、世界最高水準の処理速度を実現させるため、我が国において、まだ、商用化されていない新技術を導入してミッションクリティカルシステムを開発する必要がある。

このため、今回の開発においては、上流工程における品質の作り込みが、きわめて重要と考えている（図-3参照）。

システム開発工程におけるV字モデルでは、要件定義の品質が受入テストで検証されることとなるが、開発工程の最終段階である当該工程で見発される問題はシステムのQCDに大きな影響を与えることとなる。

発注者の要件がきちっと漏れなく要件定義書に書いていたのか、我々の要件がきちっとベンダに齟齬なく伝わっているのか、この結果が、システムが完成してから判明したのでは、手遅れとなる。こうした事態を少しでも回避するためには、上流工程での品質向上の取り組みが重要となる。

また、次世代システムのようなミッションクリティカ

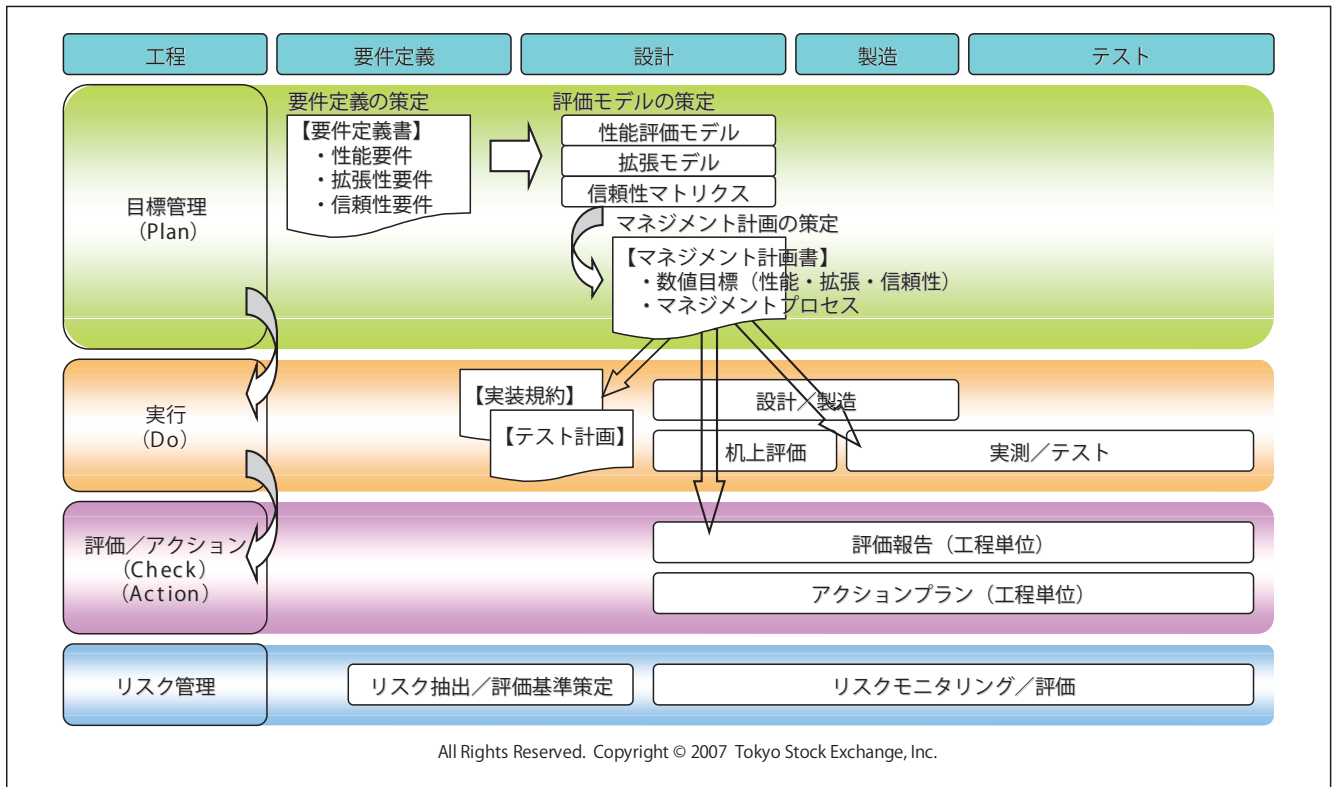


図-4 次世代システムにおけるプロセス改善の取り組み③

ルシステムの場合、テスト主体による品質向上には限界があると認識しており、設計段階での十分な品質確保が求められる。

次世代システムの開発にあたっては、設計工程での要件のトレースを行っている。当然、設計工程に入ってからでないと決定できない要件もあるが、往々にして、要件漏れなどが設計工程に入って発覚する。なぜ、要件が漏れてしまったのか、このために発生する仕様変更を適切に要因を分析し、管理することで、上流工程での品質向上に取り組んでいるところである。一方、ベンダ都合による要件変更も発生することがあるが、基本設計・詳細設計工程における要件定義の変更内容を評価判定し、要件定義の品質チェックを実施し、要件品質の作り込みを推進している。こうした取り組みをすることで、下流工程に入ってからの変更の責任がユーザ・ベンダのどちらにあるのか、といった分析にも役立つと考えている。

また、次世代システムでは、各開発工程におけるPDCA (Plan Do Check Action) サイクルの実行を徹底させている (図-4 参照)。

たとえば、次世代システムは、非機能要件面できわめてミッションクリティカルであることから、設計工程においては、高速性・信頼性・拡張性評価のためのモデルをあらかじめ作成するとともにその非機能要件を実現させるためのマネジメント計画といった目標管理のための

ドキュメントを作成している。これらの目標計画に基づき、設計・製造・テスト実績を評価し、抽出された問題点に対するアクションプランを策定するプロセスを確立している。

また、全工程を通じてのリスクモニタリングの仕組みを組み込んでいる。抽出されたリスクに関しては、発生確率と影響度を定量化 (リスクスコア) し、あらかじめチェックポイント (マイルストーン) と具体的評価基準を策定した上で、開発日程の進捗に応じて定期的にリスクスコアによる可視化管理を行っている。

工程管理に関しては、現工程で発生している問題点を曖昧のまま次工程に持ち越さないよう、工程完了管理を厳格に行うとともに次工程への開始準備が完了することなしには、次工程に入らせないこととしている。

~~~~~ おわりに ~~~~~

ITシステムは、社会基盤業務へのITの活用などを背景に巨大化・複雑化が一段と進展している。こうした状況を受けて、IT関係者にいくつかの要望をお出ししたい。

<機能安全の推進> 高度の信頼性が求められる社会インフラ的ITシステムの開発においては、さらなる信頼性向上を実現するため、組込み系システムでの取り組みが進んでいる機能安全の考え方の推進が求められよう。

＜IT利用者との法的整備＞ このようなITシステムに求められる高い信頼性を確保するためには、いまやIT部門関係者の力だけでは限界にきていると考える。完璧なるITシステムの開発は不可能との前提の下、ITシステムのさらなる信頼性を確保するためにはITシステム以外の社会的基盤による環境整備も必要と思われる。ITシステムを基盤としたサービス利用開始時の説明責任と利用規約の制定義務などIT利用者との法的整備も求められよう。

＜責任分担の明確化＞ 一方で、ITシステムのQCD (Quality Cost Delivery) 向上のための継続的努力が必要であり、要件定義と設計工程間を結ぶ仕様（ドキュメント）の標準化など、発注者・開発者・システム利用者の役割と責任分担の一層の明確化が求められる。特に、ITシステムの上流工程における発注者・受注者双方による一段の努力が必要であろう。

＜IT産業のイメージ向上＞ ITシステムの開発は人的スキルに大きく依存するため、高信頼性を確保するに

は、IT関係者の高いモラルが必要である。そのためにも、IT産業のイメージ向上（3Kイメージの払拭）が必要であり、ユーザ・ベンダ双方からの労働環境の改善やIT教育の充実が求められる。

行政レベルを巻き込んだ我が国IT産業の構造改革やIT業界における商慣習の改善が、我が国IT産業が今後、国際的關係の中でさらなる発展をしていくための必須条件といえよう。

(平成20年2月4日受付)

鈴木義伯

yoshinori-suzuki@tse.or.jp

1972年東京電機大学工学部卒業、同年、日本電信電話公社入社。特に金融系の大規模システムのプロジェクトの責任者として企画・開発に長く従事。2001年、NTTデータ取締役。2006年東京証券取引所執行役員に就任。同年から常務取締役。