

「情報システム運用時の定量的信頼性向上方法」 に関する調査報告書

<概要>

2015年4月16日

独立行政法人情報処理推進機構（IPA）
技術本部 ソフトウェア高信頼化センター（SEC）

調査の背景と目的

- ITシステムの運用の重要性の増大
 - 社会経済活動のインフラ
 - 質の高いサービスの基板としての複雑で高度なシステム
- 運用時のITシステム高信頼化の要求
 - 運用に関わる原因により発生する障害の増大
 - 障害による社会経済活動への影響の増大
- システム構築における標準・定量的データによるシステム構築の高信頼化
 - 「共通フレーム 2013」
 - 「ソフトウェア開発データ白書」
 - [システム構築における高信頼化手法に貢献](#)
- ITシステム運用の定量的高信頼化手法の標準・定量的データの現状は？
 - どのような標準・定量的データがあるか？
 - 何が課題か？
 - [本調査の目的](#)

	開発管理(システム構築)	運用管理(システム運用)
定量的管理	定量的開発管理あり	定量的運用管理?
目的	目的: 開発プロセスの改善 効果: リスクの早期発見 ・プロジェクトの失敗 ・信頼性の低下 見積り/計画 ↓	目的: 運用プロセスの改善 効果: リスクの早期発見 ・システム障害 ・キャパシティ超過 見積り/計画? ↓
(究極には)	信頼性向上/生産性向上	信頼性向上/効率向上
対象	開発プロセス (組織、マネジメント含む) システム(構築中プロダクト)	運用プロセス システム(運用中プロダクト) 構築プロセス、アーキテクチャへFB
方法	<ul style="list-style-type: none"> ・メトリクス(判断基準と対策含む) ・分析技術 ・(インプロセス)モニタリング ・ベンチマーキング 	<ul style="list-style-type: none"> ・メトリクス(判断基準と対策含む) ・分析技術 ・モニタリング ・ベンチマーキング

- ITシステム運用を取り巻く環境
- 運用プロセスと標準の動向
 - ITIL
 - ISO20000
- 運用時の定量的指標事例
 - ITIL関連
 - SLA事例
 - 非機能要件、など
- システム運用の信頼性向上ツールと研究事例
 - 運用支援ツール
 - 障害予兆ツール
- 運用の実態調査
 - ヒアリングのまとめ
- 運用時の定量的信頼性向上の現状分析と課題

ITシステム運用を取り巻く環境

ITシステム運用を取り巻く環境

■ ITシステムの社会インフラ化

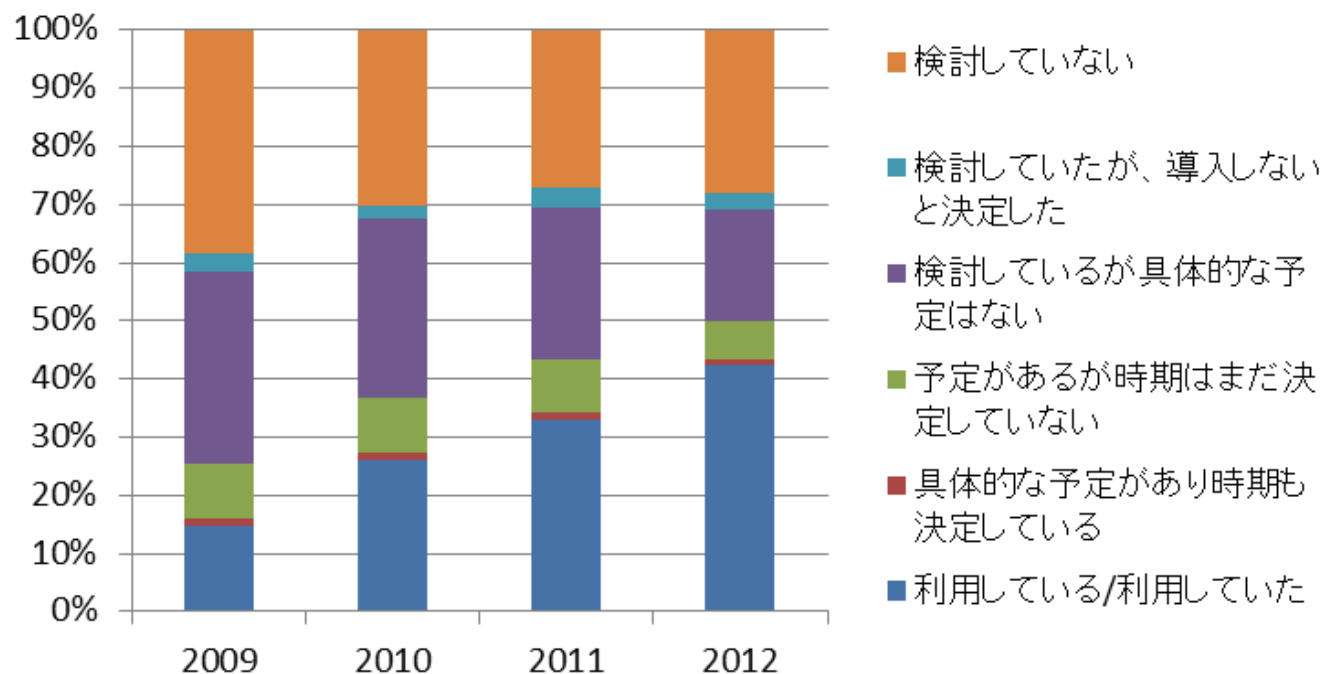
- 銀行オンライン、e-Japan、新幹線運行システム、航空管制システム、運行業務支援システム、通信システム
- システム障害による社会影響の増大とノンストップオペレーションの要求

■ ITシステム・ソフトウェアの動向

- ソフトウェアの巨大化・複雑化
- 専用ソフトからパッケージソフトへ
- 仮想化・ネットワーク技術の進歩とクラウド化
- マルチベンダー
- ネットワークを介したSystem of Systems
- 要求に答えるためのアジャイル開発・DevOps

- 日本：2012年には40 %を超える企業や団体がすでにクラウドを「利用している/利用していた」と回答
- 米国：クラウドを「利用している/利用していた」という回答は2012年にすでに70.6 %
- IDCは2020年には日本でもクラウドの利用が60 %程度を占めると予想

クラウドサービス利用実績 — 日本



総務省 平成25年版 情報通信白書、2014のデータに基づいて作成

運用コストの増大

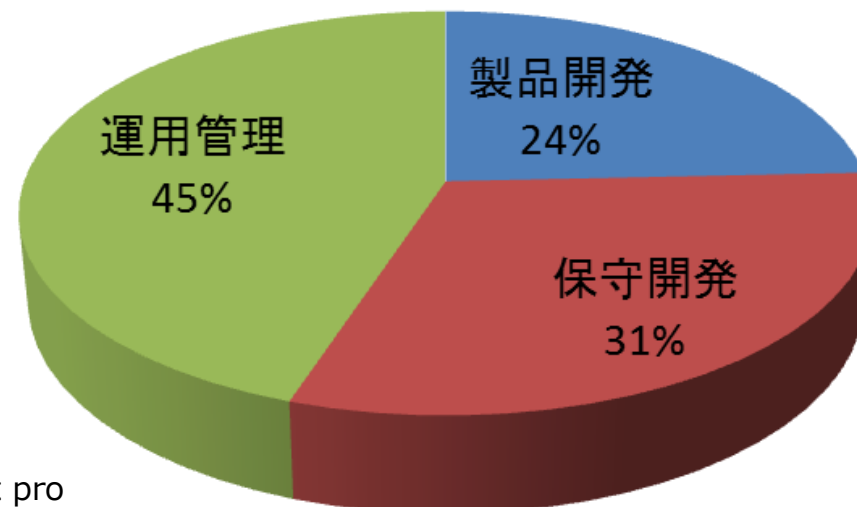
■ IT proの2012年調査データ

- 運用管理の比率が45 %
- 保守開発まで含めると76 %が運用時のコスト

■ 政府IT Dashboard（2013年度）－ 情報システム関係予算5,165億円

- 整備経費1,166億円
 - 運用経費等3,999億円
- 運用関連の経費が80 %近く

2012年 IT関連コストの内訳

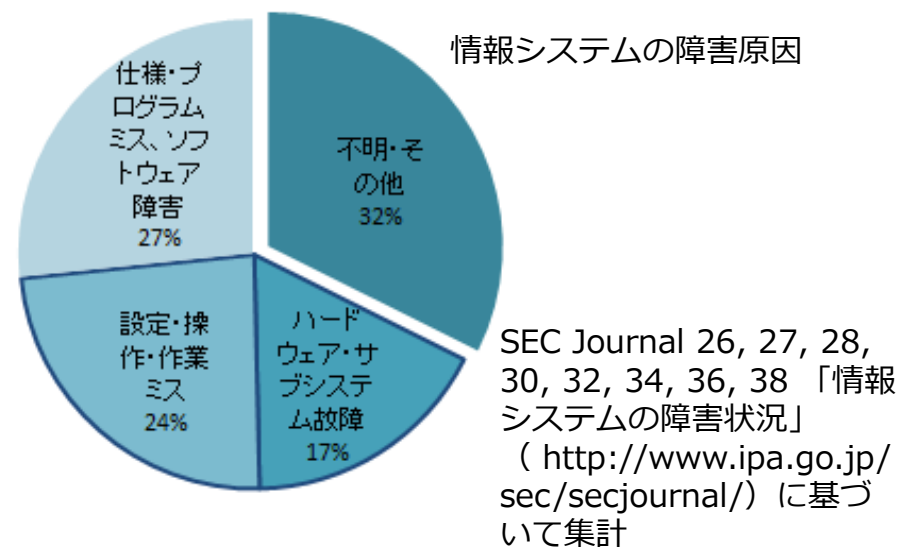
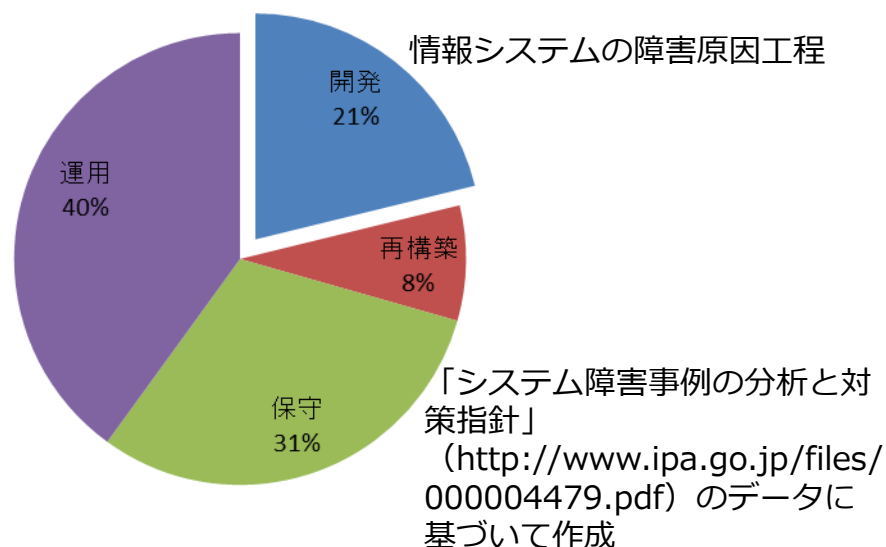


島 伸行 日経コンピュータ It pro
2013/07/16データに基づいて作成

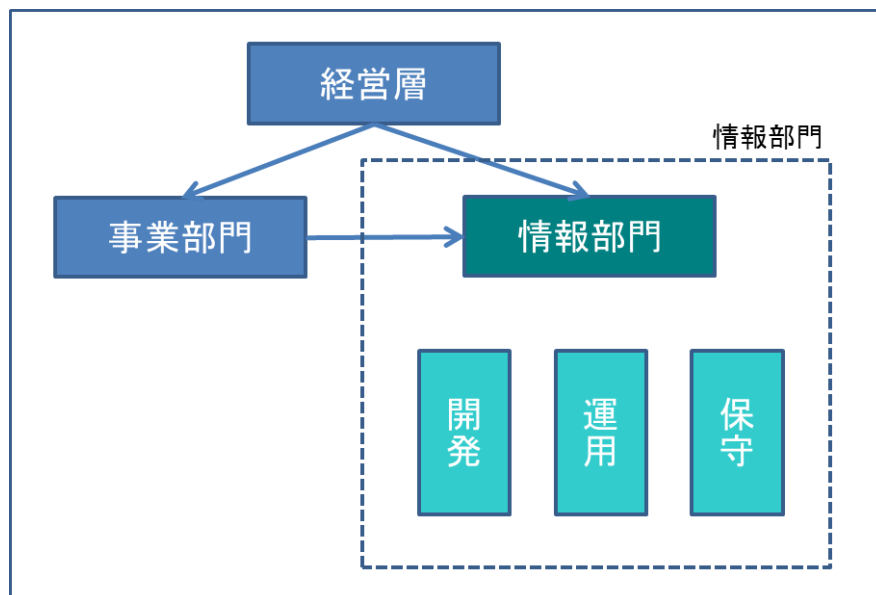
■ 運用に起因する障害の状況

- 80 %近くの障害が保守・運用時の原因により発生（IPAが2009年に公開した85の障害事例の原因工程別集計）
- 原因の判明している（不明・その他を除く）障害のうちの60 %が保守・運用時に発生（SEC journal で2010年から2014年の事例として紹介された障害の原因別集計）

→ 運用時に起因する重要障害の比率が多くなり、運用時の信頼性向上が重要な課題

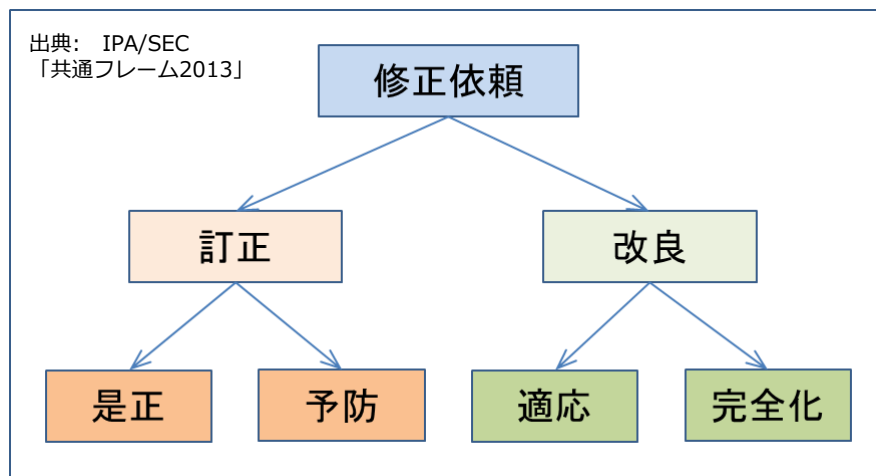


運用体制と要求の流れ



修正依頼を基点にした4つの保守タイプ

出典: IPA/SEC
「共通フレーム2013」



運用実施組織の3つの形態

- ユーザー（オーナー）
 - ITシステムを利用したビジネス・サービスのオーナー
 - ITシステムは自社開発の場合と、サービスとして調達または開発・保守運用の全部・一部を外注の場合がある

- システムベンダー
 - ITシステムの全部・一部の開発とともに、保守運用を請負
 - 開発フェーズはビジネス・サービスイノベーションのパートナーとして係る場合もある
 - 開発・保守運用の全部・一部を外注する場合もある

- 保守運用ベンダー
 - ITシステムの保守運用を請負
 - 運用に責任を持ち保守やリリース管理は顧客・開発ベンダーが責任を持つ場合もある
 - DC・クラウドのインフラだけをサービスとして提供する場合もある

- ITシステムを基盤とする社会インフラが増えている
- ITソフトウェアは巨大化・複雑化して、システムが複合したSystem of Systemsも普通になってきた
- 「IT関連コスト」及び「障害原因」で運用が大きな比重を占めるようになり、ITシステムにおける運用の重要性が高まってきた

運用プロセスと標準の動向

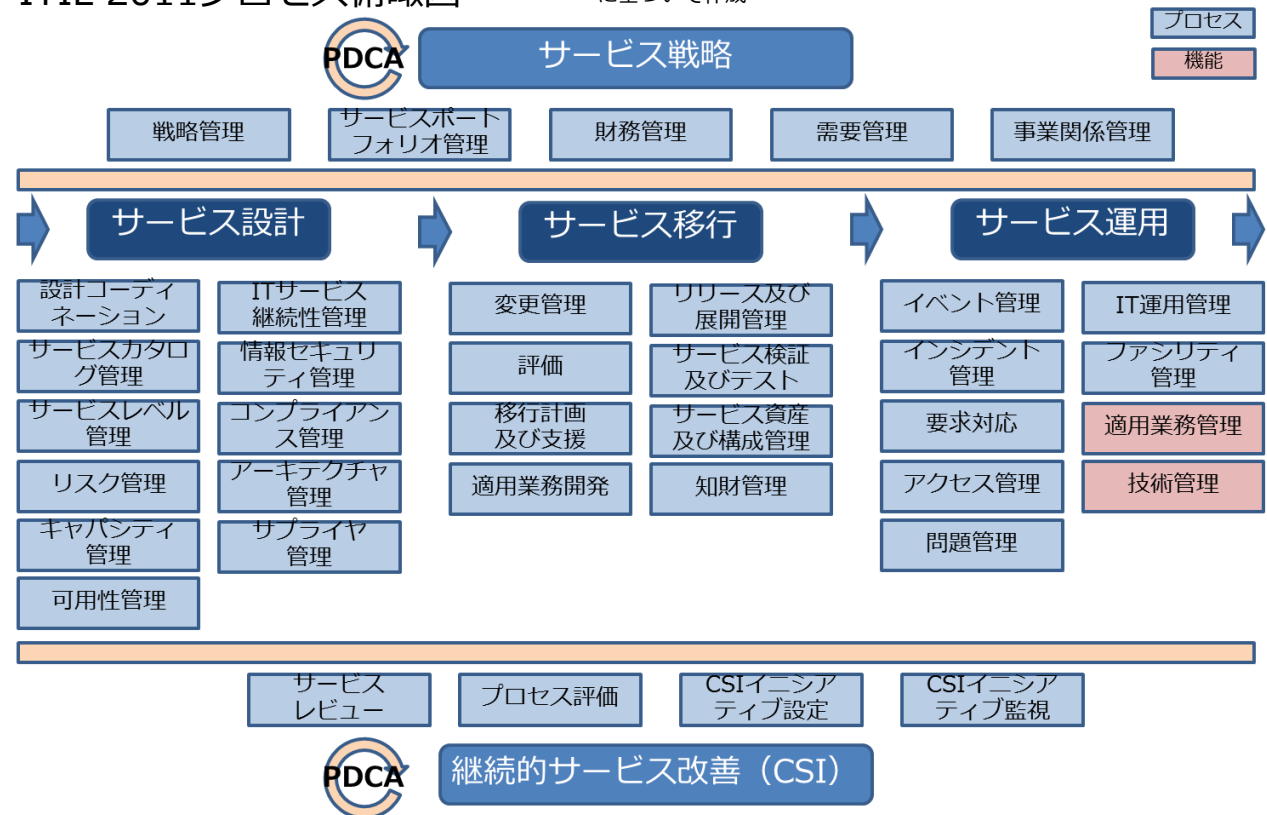
- ITIL®とは (itSMFのWebページからITILの説明を引用)
 - ITサービスマネジメントのベストプラクティスをまとめた、公開されたフレームワーク
 - ITガバナンスのフレームワーク、すなわち「サービス全体を包括するもの」であり、提供されるITサービスの品質の継続的な測定と改善に、事業と顧客双方の観点から焦点

ITIL 2011プロセス俯瞰図

ITIL Wiki (http://wiki.en.it-processmaps.com/index.php/Main_Page)に基づいて作成



ITIL 2011の概念図



- ITサービスを提供する組織のITサービスマネジメントが適切であるかどうかを評価するための認証基準及びガイドライン

- 構成

- 「ISO20000-1 サービスマネジメント仕様」：要求事項を記載
- 「ISO20000-2 サービスマネジメント実践のための規範」：実施基準と要求事項を満たすための指針を記載

- 要求事項

- ITサービスのマネジメントプロセス、手順と運用状況、ITサービスの品質、などの可視化及びPDCAサイクルの構築
- 自己診断（内部監査）、外部監査（審査登録機関による審査）、マネジメントレビュー等の手段を組み込むことにより運用における判断基準を明確にすること

ISO20000要求事項

- | | | | |
|-------|------------------------|---|--------------|
| 1. | 適用範囲 | } | マネジメントシステム構築 |
| 2. | 用語及び定義 | | |
| 3. | マネジメントシステム要求事項 | | |
| 4. | サービスマネジメントの計画及び導入 | | |
| ----- | | | |
| 5. | 新規サービスまたはサービス変更の計画及び導入 | } | サービス提供プロセス |
| 6. | サービスデリバリプロセス | | |
| 7. | 関係プロセス | | |
| 8. | 解決プロセス | | |
| 9. | コントロールプロセス | | |
| 10. | リリースプロセス | | |

ISO20000の13プロセス

- サービスデリバリプロセス
 1. サービスレベル管理
 2. サービスの報告
 3. サービス継続性及び可用性管理
 4. サービスの予算管理及び会計
 5. キャパシティ管理
 6. 情報セキュリティ管理
- 関係プロセス
 7. 顧客関係管理
 8. サプライヤ管理
- 解決プロセス
 9. インシデント管理
 10. 問題管理
- コントロールプロセス
 11. 構成管理
 12. 変更管理
- リリースプロセス
 13. リリース管理

- ITIL : ITサービスの品質の継続的な測定と改善に事業と顧客双方の観点から焦点を当てたITサービスマネジメントのベストプラクティス集
- ISO20000 : ITサービスマネジメントが適切であるかどうかを評価するための認証基準及びガイドライン

運用時の定量的指標事例

運用時の定量的指標例

■ SLA (Service Level Agreement)

- サービス要求を満たすための顧客あるいはステークホルダと運用管理者の間での契約
- エンドユーザに対するサービス品質を直接的に表す指標

■ KPI (Key Performance Indicators) などの内部指標

- SLAを実現するために必要な要素に分解した内部指標

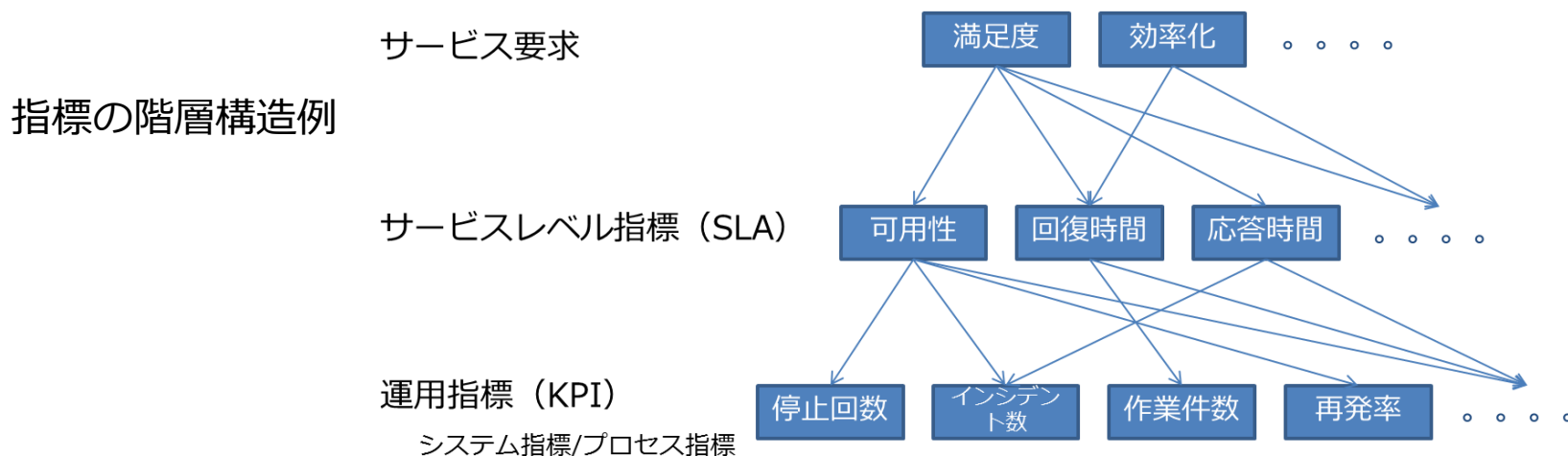
- SLAを補うための目標となる内部指標

■ システムのパラメータなどに分解した管理指標

- KPIをさらに分解した指標など

■ PDCAサイクル関連指標

- PDCAサイクルを回しその改善を定量的に可視化
- 運用プロセス、効率などの指標を活用



■ インターネット接続サービス

- IIJ (Internet Initiative Japan)
 - 可用性、遅延時間、パケット損失率、障害通知
- NTT東日本ビジネスネットワークサービス
 - 故障回復時間、遅延時間、稼働率
- NTT西日本ビジネスイーサ
 - 稼働率、遅延時間、故障回復時間
- 法人向けOCN
 - 遅延時間、故障通知時間、故障回復時間、パケット損失率

■ DB及びクラウドサービス

- さくらのクラウド
 - 月間のサーバー稼働率
- ニフティクラウド
 - 月間のサーバー稼働率

● ファーストサーバ

- 稼働率

● Microsoft Azure

- Active Directory可用性、API可用性、自動ジョブの開始時間、バックアップ機能及び復元機能可用性、等約23項目

● Amazon EC2

- 月間使用可能時間割合

● Google Apps

- 対象サービスのウェブインターフェース利用可能性

● WP Engine (Web hosting)

- 可用性

■ その他のサービス

- カブドットコム証券
 - 注文執行時間

各サービスWebページより抜粋

ITIL WikiによるITIL KPIの例

	# of Defined KPIs 合計97項目
ITIL KPIs Service Strategy	
KPIs Service Portfolio Management and Strategy Management for IT Services	5
KPIs Financial Management	6
KPIs Business Relationship Management	5
ITIL KPIs Service Design	
KPIs Service Level Management	6
KPIs Availability Management	5
KPIs Capacity Management	7
KPIs IT Service Continuity Management	5
KPIs Information Security Management	6
KPIs Supplier Management	3
ITIL KPIs Service Transition	
KPIs Change Management	5
KPIs Project Management (Transition Planning and Support)	5
KPIs Release and Deployment Management	4
KPIs Service Validation and Testing	5
KPIs Service Asset and Configuration Management	6
ITIL KPIs Service Operation	
KPIs Incident Management	9
KPIs Problem Management	6
ITIL KPIs Continual Service Improvement	
KPIs Service Review	2
KPIs Process Evaluation	5
KPIs Definition of Improvement Initiatives	2

KPI例

1. 登録された問題の数
2. 問題解決に要した時間
(平均時間)
3. 未解決の問題の数
4. 解決済みの既知の問題
に関連したインシデント報告の数
5. インシデントの報告から原因特定までに要した時間 (平均時間)
6. 問題解決に要した労力
(平均ワークロード)

ITIL Wiki : http://wiki.en.it-processmaps.com/index.php/Main_Page

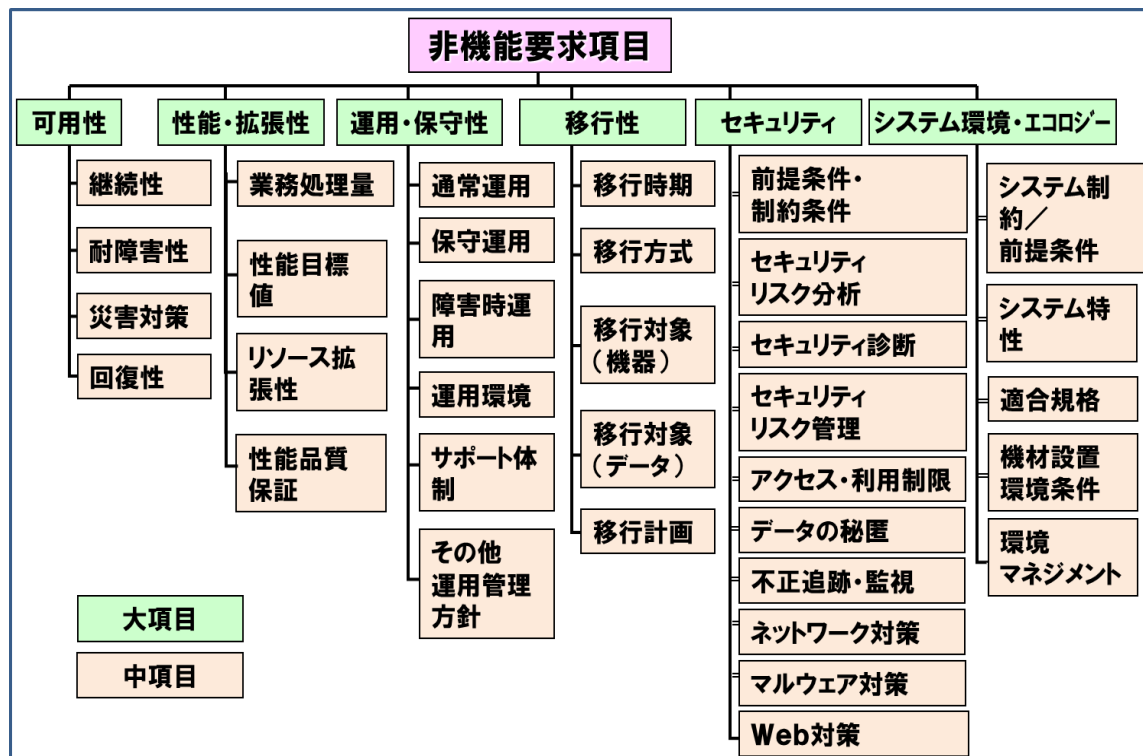
IPA/SEC「非機能要求グレード」ツール群

システムの受発注者間で非機能要求を重要な項目から段階的に詳細化しながら確認を行い、非機能要求を明確化し合意することを目的としたツール群

非機能要求の分類 大・中項目

非機能要求の分類 大項目

大項目	要求内容	要求例
可用性	<ul style="list-style-type: none"> ●システムを継続的に利用可能とするための要求 ●広義の信頼性 	<ul style="list-style-type: none"> ●運用スケジュール（稼働時間・停止予定など） ●障害、災害時における稼働目標
性能・拡張性	<ul style="list-style-type: none"> ●システムの性能と将来のシステム拡張性に関する要求 	<ul style="list-style-type: none"> ●業務量および今後の増加見積り ●システム化対象業務の特性（ピーク時、通常時、縮退時など）
運用・保守性	<ul style="list-style-type: none"> ●システムの運用と保守のサービスに関する要求 	<ul style="list-style-type: none"> ●運用中に求められるシステム稼働レベル ●問題発生時の対応レベル
移行性	<ul style="list-style-type: none"> ●現行システム資産の移行に関する要求 	<ul style="list-style-type: none"> ●新システムへの移行期間および移行方法 ●移行対象資産の種類および移行量
セキュリティ	<ul style="list-style-type: none"> ●構築する情報システムの安全性の確保に関する要求 	<ul style="list-style-type: none"> ●利用制限 ●不正アクセスの防止
システム環境・エコロジー	<ul style="list-style-type: none"> ●システムの設置環境やエコロジーに関する要求 	<ul style="list-style-type: none"> ●耐震/免震、重量/空間、温度/湿度、騒音 ●CO₂排出量や消費エネルギー



ANAシステムズのシステム運用品質の見える化

• KGI

1. 重大システム障害発生件数
2. 重障害発生件数
3. インシデント数
4. 平均重障害復旧時間
5. サービス提供率

• KPI

1. 障害一次対応解決率
2. 問題レコード未クローズ率
3. 根本原因追求時間
4. 重障害原因分析率
5. インシデント再発率

KGI (Key Goal Indicators)

• KPIの管理

1. 定期的レポート
2. 傾向分析
3. 改善策報告
4. 社内共有
5. イベント情報収集

小野内俊治氏の講演「システム運用品質の見える化と運用品質向上策について」より

その他の運用時指標例

- JUAS : 「ソフトウェア開発管理基準に関する調査報告書」におけるシステムの評価の観点
 - 稼働 : 稼働率/延べ稼働率
 - 稼働品質 : 業務停止回数、規定時間外停止回数、オンライン平均応答時間
 - 顧客満足 : お客様迷惑度指数、ユーザー満足度
 - 投資効果 : 投資・費用、効果
- JEITA : クラウドサービスを対象とした「サービス仕様項目」 (<http://conf.itsmf-japan.org/download/F1-4.pdf>)
 - 大分類 : 6、中分類 : 21、分類項目 : 78
- JISA : 「運用プロセス管理指標」 (http://www.rieti.go.jp/jp/events/08100601/pdf/7-1_J_JISA_ppt_o.pdf)
 - 管理分野 : 6、管理指標分野 : 13

定量的指標項目例まとめ

JEITA サービス仕様項目 (クラウド)		JISA 運用プロセス管理指標		JUAS システムの評価指標		IPA/SEC 非機能要求グレード		ANAシステムズ	
大分類	中分類	管理分野	管理指標	大区分	評価項目	大項目	中項目	種別	指標
基本情報	提供事業者	障害発生状況	オンライン障害発生件数	稼働	稼働率	可用性	継続性	KGI	重大システム障害発生件数
	提供サービスの概要		バッチ障害発生件数		延べ稼働率		対障害性		重障害発生件数
提供機能	提供機能の構成	移管管理	デリバリー障害発生件数	稼働品質	業務停止回数	性能・拡張性	災害対策	KPI	インシデント数
	提供機能の利用条件		作業登録件数		規定時間外停止回数		回復性		平均重障害復旧時間
	提供機能の性能・可用性		割合の経時変化		オンライン平均応答時間		業務処理量		サービス提供率
サポート	提供機能の拡張性	稼働管理	オンライン開局状況	顧客満足	お客様迷惑度指数	運用・保守性	性能目標値	KPI	障害一次対応解決率
	情報通知		オンライン利用状況		ユーザー満足度		リソース拡張性		問題レコード未クローズ率
	問い合わせ窓口	バッチジョブ稼働状況	投資・費用	性能品質保証	根本原因追求時間				
	障害対応	サービスデリバリー実施状況	効果	通常運用	重障害原因分析率				
サービス管理	要望対応	性能管理	オンライン稼働状況	投資効果		移行性	保守運用		インシデント再発率
	教育	セキュリティ管理	バッチジョブ稼働状況				障害時運用		
データセンタ設備	可用性		ID管理			セキュリティ	運用環境		
	キャパシティ		入退館管理				サポート体制		
サービス提供・契約	情報セキュリティ					システム環境・エコロジー	その他・運用管理方針		
	サービス継続性						移行時期		
	データセンタシステム						移行方式		
	ファシリティ						移行対象(機器)		
	サービス利用条件						移行対象(データ)		
	サービスレベル						移行計画		
	特記事項						前提条件・制約条件		
							セキュリティリスク分析		
							セキュリティ診断		
							セキュリティリスク管理		
							アクセス・利用制限		
							データの秘匿		
							不正追跡・監視		
							ネットワーク対策		
							マルウェア対策		
							Web対策		
							システム制約/前提条件		
							システム特性		
							適合規格		
							機材設置・環境条件		
							環境マネジメント		

- ビジネス目標・要求、基本情報
- プロセス品質
- 可用性・性能
- セキュリティ

JEITA サービス仕様項目 <http://conf.itsmf-japan.org/download/F1-4.pdf>
 JISA 運用プロセス管理指標 http://www.rieti.go.jp/jp/events/08100601/pdf/7-1_J_JISA_ppt_o.pdf
 JUAS システムの評価指標
 IPA/SEC 非機能要求グレード
 ANAシステムズ システム運用品質の見える化 (KGI/KPI)

- 組織間の契約のためのSLA、運用管理のための内部指標のKPIが活用されている
- SLAは可用性を中心に数項目に絞っていることが多い
- KPIは様々な事例や提案があるが標準的なものはない

システム運用の信頼性向上ツールと 研究事例

■ 運用信頼性向上支援ツール

- システム監視・操作
- 運用手順自動化
- 構成管理
- 予兆検出
- メッセージ収集・分析
- その他

■ ITIL準拠ツール群

- システム管理
- サービスデスク支援
- インシデント管理
- 問題管理
- 変更管理
- リリース管理
- CMDB管理
- その他

- **Senju Family** — 野村総合研究所 (<http://senjufamily.nri.co.jp/products/>)
 - Senju Familyの構成
 - Senju Service Manager: ITIL準拠のサービスデスク業務ソフト
 - Senju Operation Conductor: システム運用を自動化
 - Senju Enterprise Navigator: 複数の運用管理ソフトの情報を収集して統合管理
 - Senju Familyの機能
 - イベント通知や問い合わせ/サービス要求などのインシデントの一元管理
 - 発生したシステム障害の自動的切分けと結果に応じたパターン対応の自動的実行
 - 情報の可視化などの支援
 - モバイル機器などを使用して遠隔からも運用状態をリアルタイムに把握できる機能
- **JP1** — 日立 (<http://www.hitachi.co.jp/Prod/comp/soft1/jp1/product/>)
 - JP1による支援
 - 運用の見える化/共有化
 - 運用の標準化/自動化
 - JP1の機能
 - 運用手順書を必要とする操作のテンプレート化、稼働状況レポート収集、仮想サーバー追加作業、ネットワーク設定作業などの自動化を可能にするワークフロー制御、実行履歴を活用した運用の効率化、上記テンプレートのコンテンツを共通化することによる運用の標準化、使いやすいWeb画面の機能など
- **Software Systemwalker** — 富士通 (<http://systemwalker.fujitsu.com/jp/?soft=top>)
 - Software Systemwalkerのコンポーネントの機能
 - ライフサイクル管理、性能監視・可視化、運用の自動化、資産管理、構成管理、ネットワーク監視などのシステム運用管理、インシデント・問題管理、ビジネスサービス管理、セキュリティ管理などの支援
 - IT環境の変化に対応できる運用を支援

障害予兆検出ツール事例

■ HP Service Health Analyzer / HP Operations Analytics – 日本HP

● HP Service Health Analyzer

- 動的なサービスモデルに基づいて問題発生を予知
- 自動的な学習により周期的変動パターンを調べて基準を確立し、データを分析することにより近い将来のイベントを予測
- 測定値の履歴に基づいて、週、月、あるいは季節の変動も含めた動的な閾値を学習して閾値を自動生成
- 測定値の異常を発見すると、サービスを構成するアプリケーションとインフラストラクチャの情報とを関連付けることにより障害の予兆を検出しオペレーターに通知
- 異常が起こった時の情報をデータベースに保存し、新たな異常を過去のデータと比較することにより、一致が見られた場合は修復方法を提供

● HP Operations Analytics

- ビッグデータ解析を活用した運用のためのソリューション
- あらゆるソースからのログ情報を収集（構造化及び非構造化データ、関連イベント、サードパーティも含む監視ログなど）
- 関係者ごとに異なる優先事項に基づいて分析ダッシュボードに表示

■ IT Operations Analytics及び研究事例 – 日本IBM

● IT Operations Analytics の機能

- ビッグデータ分析により運用を支援
- 時間経過とともに変化するシステムの振舞いを自動学習し予兆を検出
- データが構造化されているかいないかにかかわらずデータを分析して洞察を引き出す

● IT Operations Analytics の主な構成要素

- IBM SmartCloud Analytics: システムの動作を学習して測定値の傾向や関係を検知し障害の予兆を検出

- IBM SmartCloud Monitoring: クラウドのパフォーマンス分析を行いリソースの状況を表示
- IBM SmartCloud Virtual Storage Center: IT ストレージ・インフラストラクチャ全体を最適化
- Netcool Operations Insight: リアルタイム分析と履歴分析を使用してサービスに影響を与えるイベントを管理

● ANACONDA-GGM（発表当時未製品化）

- Graphical Gaussian Modelを用いた機械学習と異常検知
- 船舶、自動車、運輸、エネルギーなどの分野での適用実績

● TASP（IBM Tivoli Analytics for Service Performance）β-Version

- 自己学習により各KPI値間の因果関係を発見し因果の崩れによる予兆検知

■ インバリエント分析 – NEC（日本電気）

● インバリエント分析

- 時系列の数値データを分析対象として正常な期間の数値データから性能モデルを学習
- リアルタイムに得られる数値データから異常を発見することにより予兆検出

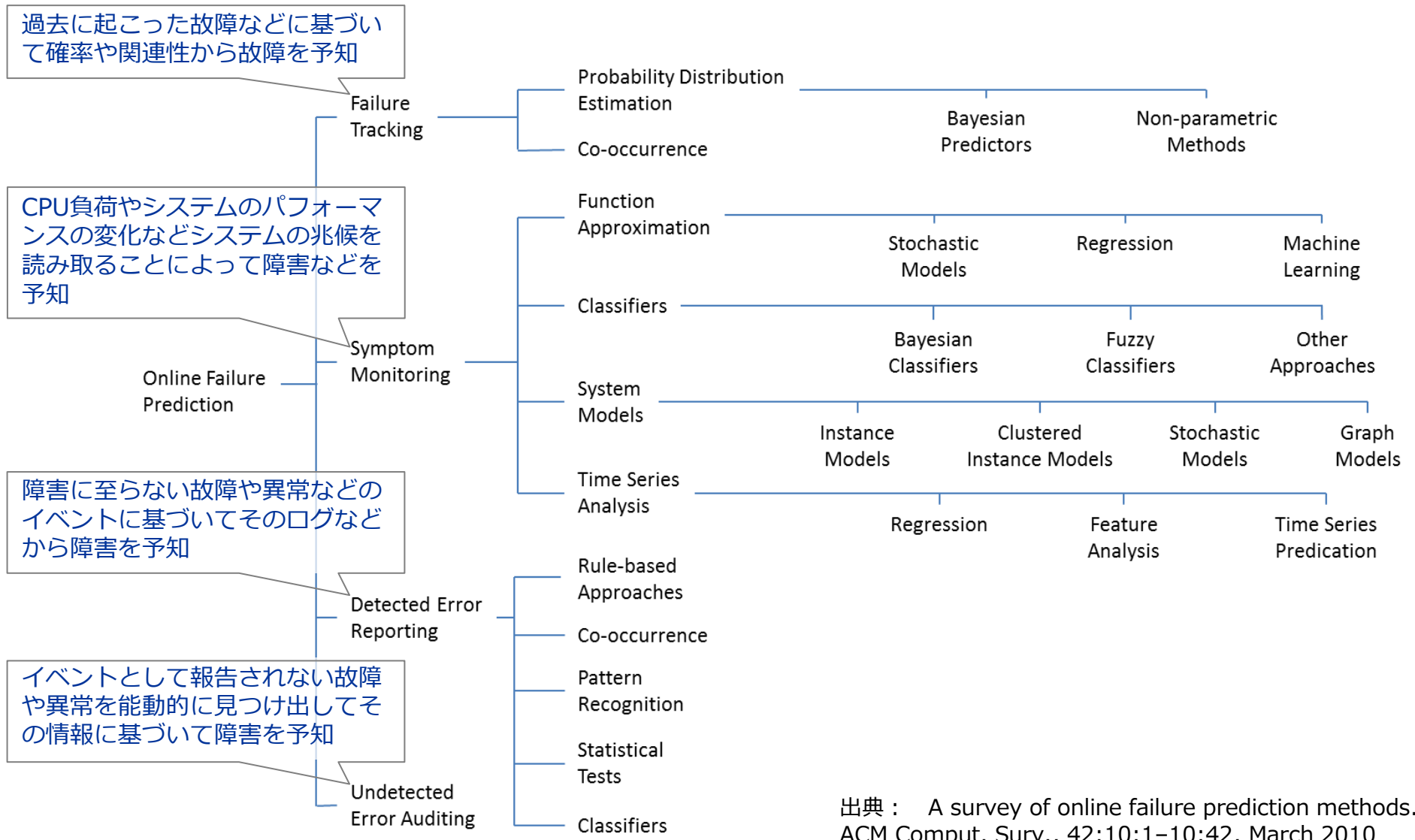
● 統合運用管理システムWebSAMの主な共通機能 – プラグイン機能を追加することによりインバリエント分析など予兆検知も支援

- 監視エージェントからマネージャへの通信機能
- メッセージ分類や通報などのメッセージ管理機能
- ログ監視や性能閾値監視などの共通監視機能
- 性能情報や構成情報などの共通データベース
- 運用管理に共通な対話画面

● インバリエント分析技術の適用事例 – 中国電力

- 大規模施設に大量のセンサを設置し、そこから得られる情報から専門的な知識や複雑な設定なしに通常運転時のモデルを作成し、モデルと実測値を比較することにより設備の異常やその予兆を検出

障害予兆検知手法



出典： A survey of online failure prediction methods. ACM Comput. Surv., 42:10:1-10:42, March 2010

障害予知研究事例

- クラウドデータセンターにおけるオンライン障害予知 (*1)
 - クラウドデータセンターのシステムが発行するメッセージを、時系列にはよらず言葉のマッチングによりパターン学習し、メッセージを分析することにより障害を予知
 - 論文によると実験的なデータは80%のprecision、90%のrecall (下記参照)
- レビューサイト情報を利用した不具合検知 (*2)
 - スマホアプリの不具合検知の手法
 - Google PlayやApp Storeの各アプリケーションに対するレビューサイトへのユーザ評価投稿を利用
 - 評価の投稿が通常時はポアソン過程に従うが、不具合発生時の低評価レビューはポアソン過程を逸脱した投稿が行われると仮定
 - 直近の低評価レビューの投稿頻度の計算値と予め設定した閾値を比較することにより不具合検知アラートを発生

$$\text{precision} = \frac{TP}{TP+FP} \quad \text{recall} = \frac{TP}{TP+FN}$$

Predicted Class		FATAL	NON-FATAL
True Class	FATAL	TP	FN
	NON-FATAL	FP	TN

*1: WatanabeY., MatsumotoY. (2014). Online Failure Prediction in Cloud Datacenters. FUJITSU Sci. Tech. J., Vol.50 No.1, 66-71

*2: 清雄一, 田原康之, 大須賀昭彦. (2014). レビューサイトの情報を利用したスマートフォンアプリケーションの開発支援. IPSJ SIG Technical Report Vol.2014-SE-186 No.4, 1-8

運用支援ツールの現状と動向

■ オープンソースを始め多くの運用支援ツール

- ITILをベースにしても運用プロセスそのものは標準化されていないため独自のツールとの組み合わせ、既存のツールに変更を加えて使用するケースが多い

■ 主な使い方

- 管理指標の自動収集・報告書自動作成
- イベントのアラーム・レポート発生
- 自動対応・予兆検知・自動修復などは今後の課題

■ 今後の動向・課題

- ビッグデータを活用した予兆検知・ヘルプデスクサポート
- ワークフローの自動化・自動作成
- クラウドなど仮想化技術を前提にした標準化・自動化
- ネットワークセキュリティを含むSystem of Systemsなどへの対応

- システム運用支援の統合監視ツールはITIL準拠のものやオープンソフトを含め多くのものがある
- 障害予兆検知は様々な研究が行われ製品化されているものもあるが、ビッグデータを取り入れた手法が実用化されつつある
- 予兆検知を活用した運用の自動化が今後の課題になるが、予兆検知の技術とともに運用のワークフローの自動化や自動作成が重要な要素になる

運用の実態調査

■ 運用プロセス

- 保守・運用プロセス
- ITILの活用
- ソフトウェア品質文化
- 情報セキュリティ
- 運用の信頼性

■ 運用指標

- SLA
- 内部SLA/KPI

■ 運用支援及び障害予兆ツールの活用

■ 運用における人材育成

■ 公的機関などへの要望

ヒアリング協力企業・グループ

カテゴリ	企業名
システムインテグレーター	日本HP
システムインテグレーター	日本IBM
システムインテグレーター	日本電気 (NEC)
システムインテグレーター	NTTデータ
システムインテグレーター	富士通
IT運用・保守	ISID-AO
IT運用・保守	NTT-AT
クラウド・DC	パナソニック
クラウド・DC	富士ゼロックス
システム	セントラル警備保障
システム	富士ゼロックス
学界	北陸先端科学技術大学院大学 (JAIST)
政府関連	政府CIOオフィス

■ 保守・運用プロセス

- 保守と運用
 - 保守： 新機能の追加、システムの更新
 - 運用： 日常管理、障害に備えた監視
- KPIに基づいた運用ループ
- 「サービスの運用」としての捉え方
- 多様な機種・基本ソフトの扱い

■ ITILの活用

- 運用プロセス点検の参考
- 運用が複数組織にまたがる場合の適用方法に課題

■ ソフトウェア品質文化

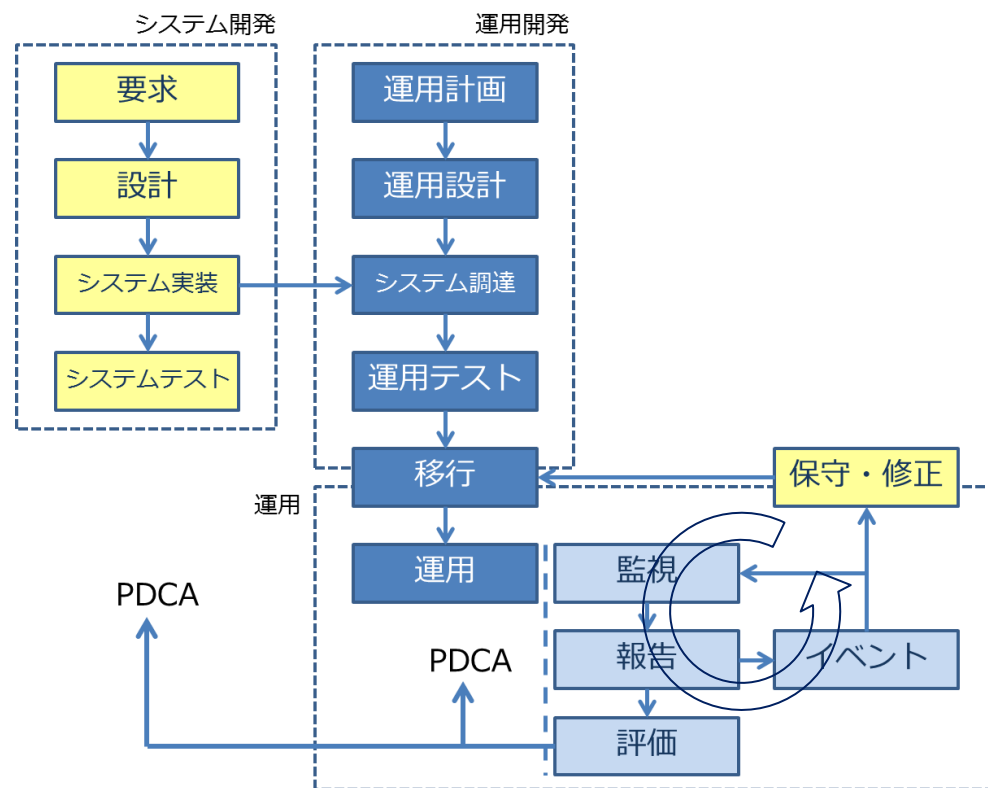
- サービスを提供する視点から見たソフトウェア要求
- 従来の品質要求とWeb系企業の品質文化の違い

■ 情報セキュリティ

- セキュリティパッチの影響の評価
- バリューチェーン（サプライチェーン）の中での責任分担

■ 運用の信頼性

- 監視レベル・体制とシステム信頼性
- 障害系と脆弱性のプロセスの取り扱い



■ SLA

- 3項目程度の場合が多い
- 項目数と運用コストのバランス（QCD）

■ 内部SLA/KPI

- 多くの企業・組織で内部SLA/KPIを活用
- KPIが100項目を超えることもある
- テンプレートをカスタマイズして使う企業例
- 要望
 - 運用全体の品質評価指標、複雑さ・作業量指標、人員能力指標

■ KPI事例

- 保守業者との契約
 - システム切替え時間、障害要因切分けから機器のリプレース完了までの時間、パッチなどの報告義務、等
- 監視機能に関する社内的な指標
 - Accident（長時間サービス不能）、Incident（短時間サービス不能）、Event（サービスは継続可能な障害）に分けて管理
- CPU、メモリなどの閾値
 - 閾値は予め予想されるシステムの使用状況の変動に応じて、週・日などの周期でダイナミックに変動

ツール・人材育成・公的機関などへの要望

■ 運用支援及び障害予兆ツールの活用

● 監視ツール

- インシデント報告ツール — インシデントのトラッキング、エスカレーション、根本原因説明、未然防止を支援
- サービス管理ツール — ワークフローのテンプレートの作成と活用、監視・インシデント起票・修復・レポートの自動化
- 構成管理ツール
- ソフトウェアインベントリ・ライセンス管理ツール

● 障害予知ツール

- 現状では精度より予兆結果を誰にどう伝えるかが重要

● オペレーターの操作の自動収集・操作記録表示による支援

■ 運用における人材育成

- 広い領域にわたる知識とマネジメント技術を備えた運用管理者の必要性
- 運用技術者の地位の問題
- 技術を持たない運用者でも障害対策・障害解析ができる手順づくり
- サプライヤーをコントロールするスキルの不足

■ 公的機関などへの要望

- IT戦略や標準化
- 非機能要件の標準作成
- オペレーターの仕事の価値の定量化
- クラウドの評価指標
- 組込みシステムの運用・信頼性に関する発信

多くの組織において

- ITシステムの運用ではなくサービスの運用としての視点を持っている
- ITILを参考にして独自に運用プロセスを作成している
- KPIを設定して運用管理を行っているが、SLAとKPIの関連付けは課題
- 統合監視ツールを活用しているが、障害予兆検知は今後の課題
- 運用の人材育成やスキルの評価については問題意識を持っている

運用時の定量的信頼性向上の 現状分析と課題

運用時におけるメトリクス案考察

■ 調査に基づき運用において必要と考えられる指標

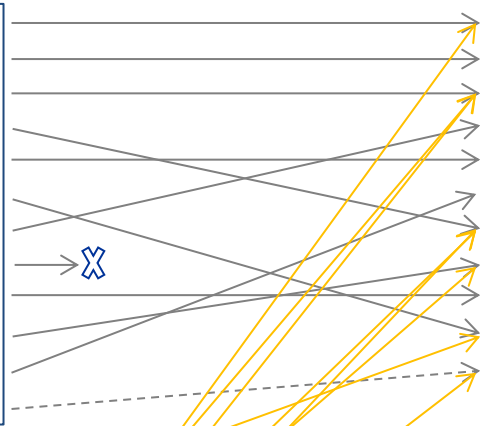
- 運用に関わる人
- 施設や機材
- ITシステム
- 運用手順
- 実施されているプロセス
- PDCAの効果を計測

→ 結果的にサービスの信頼性向上につながる

■ 「ソフトウェア開発データ白書」の開発メトリックスを基に運用の基本メトリックスを考える

「ソフトウェア開発データ白書」の主なメトリックス

- 開発プロジェクトの基本的属性
- 利用局面
- システム特性
- 開発の進め方
- ユーザー要求管理
- 要員の経験/スキル
- ソフトウェア開発規模
- 工期
- 工数
- 体制
- 信頼性
- QCD評価



- 運用の基本的属性
- 利用局面
- システム特性
- 保守要求
- ユーザー要求管理
- 信頼性
- 運用プロセス
- 体制
- 工数
- 要員の経験/スキル
- PDCA

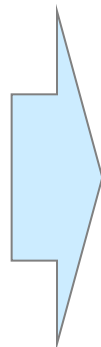
運用におけるメトリクス項目

調査に基づき必要と考えられる指標

- 運用に関わる人
- 施設や機材
- ITシステム
- 運用手順
- 実施されているプロセス
- PDCAの効果を計測

運用時におけるメトリクス案

- 開発プロジェクトの基本的属性
 - 種別（新規/改修）、規模、形態（パッケージ/受託）、等
- 利用局面
 - 業種、業務、利用形態（特定ユーザー/不特定ユーザー）
- システム特性
 - システム種別（アプリ/システム/ツール）、処理形態（バッチ/オンライン）、アーキテクチャ、プラットフォーム、開発言語、パッケージソフト
- 開発の進め方
 - モデル（WF/アジャイル）、方法論（構造化/オブジェクト指向）、フレームワーク、ツール
- ユーザー要求管理
 - 要求仕様へのユーザー関与、項目別要求レベル
- 要員の経験/スキル
 - PM、要員
- ソフトウェア開発規模
 - FP、SLOC
- 工期
- 工数
- 体制
 - 外部委託工数、外部委託金額
- 信頼性
 - 稼働後の不具合、品質保証体制、テスト計画、テストカバレッジ
- QCD評価
 - コスト、品質、工期



- 運用の基本的属性
 - 運用組織とユーザーとの関係・体制、運用システムの環境・境界
- 利用局面
 - 業種、業務、利用形態（特定ユーザー/不特定ユーザー）、可用性要求レベル
- システム特性
 - サービス形態、アーキテクチャ、プラットフォーム
- 保守要求
 - 機能追加、規模、更新頻度
- ユーザー要求管理
 - SLA、エスカレーション体制
- 信頼性
 - 稼働後の不具合、品質保証体制、更新時の品質保証基準
- 運用プロセス
 - ITIL、管理ツール、障害予知ツール
- 体制
 - 関係者訓練計画・実施、障害発生時の緊急体制、ユーザー・コンポーネント保守を含めた体制
- 工数
 - 要員数
- 要員の経験/スキル
 - ヘルプデスク、バックエンド、障害対応要員
- PDCA
 - KPI設定、PDCA実施、PDCA評価

「ソフトウェア開発データ白書」の主なメトリクス

運用におけるメトリクスの一案

運用における定量データ比較

ビジネス目標・要求、基本情報		運用の基本的属性	利用局面	システム特性	保守要求	ユーザー要求管理	信頼性	運用プロセス	体制	工数	要員の経験/スキル	P D C A
プロセス品質	可用性・性能											
JETA サービス仕様項目(クラウド)												
大分類	中分類											
基本情報	提供事業者	✓										
	提供サービスの概要	✓										
提供機能	提供機能の構成		✓									
	提供機能の利用条件		✓									
	提供機能の性能・可用性		✓									
	提供機能の拡張性		✓	✓								
	情報通知					✓						
サポート	問い合わせ窓口							✓				
	障害対応							✓				
	要望対応							✓				
	教育							✓				
サービス管理	可用性							✓				
	キャパシティ				✓			✓				
	情報セキュリティ			✓				✓				
	サービス継続性				✓	✓		✓				
データセンタ設備	データセンタ	✓		✓								
	システム	✓		✓								
	ファンリティ	✓		✓								
サービス提供・契約	サービス利用条件		✓									
	サービスレベル特記事項		✓									
JISA 運用プロセス管理指標												
管理分野	管理指標											
障害発生状況	オンライン障害発生件数							✓				
	バッチ障害発生件数							✓				
	デリバリー障害発生件数							✓				
移管管理	作業登録件数				✓							
	割合の経時変化				✓							
稼働管理	オンライン開局状況		✓					✓				
	オンライン利用状況		✓					✓				
	バッチジョブ稼働状況		✓					✓				
	サービスデリバリー実施状況		✓					✓				
性能管理	オンライン稼働状況		✓					✓				
	バッチジョブ稼働状況		✓					✓				
セキュリティ管理	ID管理							✓	✓			
	入退館管理							✓	✓			
JUAS システムの評価指標												
大区分	評価項目											
稼働	稼働率		✓			✓	✓					
	延べ稼働率		✓			✓	✓					
	業務停止回数		✓			✓	✓					
稼働品質	規定時間外停止回数		✓			✓	✓					
	オンライン平均応答時間		✓			✓	✓					
顧客満足	お客様満足度指数		✓			✓	✓					
	ユーザー満足度		✓			✓	✓					
投資効果	投資・費用	✓		✓	✓	✓	✓			✓		
	効果					✓	✓					✓

ビジネス目標・要求、基本情報		運用の基本的属性	利用局面	システム特性	保守要求	ユーザー要求管理	信頼性	運用プロセス	体制	工数	要員の経験/スキル	P D C A
プロセス品質	可用性・性能											
IPA/SEC 非機能要求グレード												
大項目	中項目											
可用性	継続性		✓				✓					
	対障害性						✓					
	災害対策						✓					
	回復性						✓					✓
	業務処理量		✓				✓			✓		
性能・拡張性	性能目標値						✓					
	リソース拡張性		✓	✓			✓					
	性能品質保証		✓				✓					
運用・保守性	通常運用			✓			✓		✓			
	保守運用			✓			✓		✓			
	障害時運用			✓			✓		✓			
	運用環境	✓		✓			✓		✓			
	サポート体制			✓			✓		✓			✓
	その他:運用管理方針	✓		✓			✓		✓			
移行性	移行時期						✓					
	移行方式						✓					
	移行対象(機器)			✓			✓					
	移行対象(データ)			✓			✓					
	移行計画			✓			✓					
セキュリティ	前提条件:制約条件	✓		✓			✓		✓			
	セキュリティリスク分析						✓		✓			
	セキュリティ診断						✓		✓			
	セキュリティリスク管理						✓		✓			
	アクセス・利用制限						✓		✓			
	データの秘匿						✓		✓			
	不正追跡・監視						✓		✓			
	ネットワーク対策			✓			✓		✓			
システム環境・エコロジー	マルウェア対策			✓			✓		✓			
	Web対策			✓			✓		✓			
	システム制約/前提条件	✓	✓				✓		✓			
	システム特性	✓	✓				✓		✓			
	適合規格	✓		✓			✓		✓			
	機材設置・環境条件	✓		✓			✓		✓			
	環境マネジメント	✓		✓			✓		✓			
ANAシステムズ												
種別	指標											
KGI	重大システム障害発生件数						✓		✓			
	重障害発生件数						✓		✓			
	インシデント数						✓		✓			
	平均重障害復旧時間						✓		✓			
	サービス提供率						✓		✓			
KPI	障害一次対応解決率						✓		✓			
	問題リポート未クロス率						✓		✓			
	根本原因追索時間						✓		✓			
	重障害原因分析率						✓		✓			
	インシデント再発率						✓		✓			

運用時の定量的信頼性向上の主な課題

■ SLAと関連KPIの標準化・テンプレート

- SLAの標準・テンプレート
- SLAとKPIの関連付け
- KPIの標準・テンプレート

■ プロセス

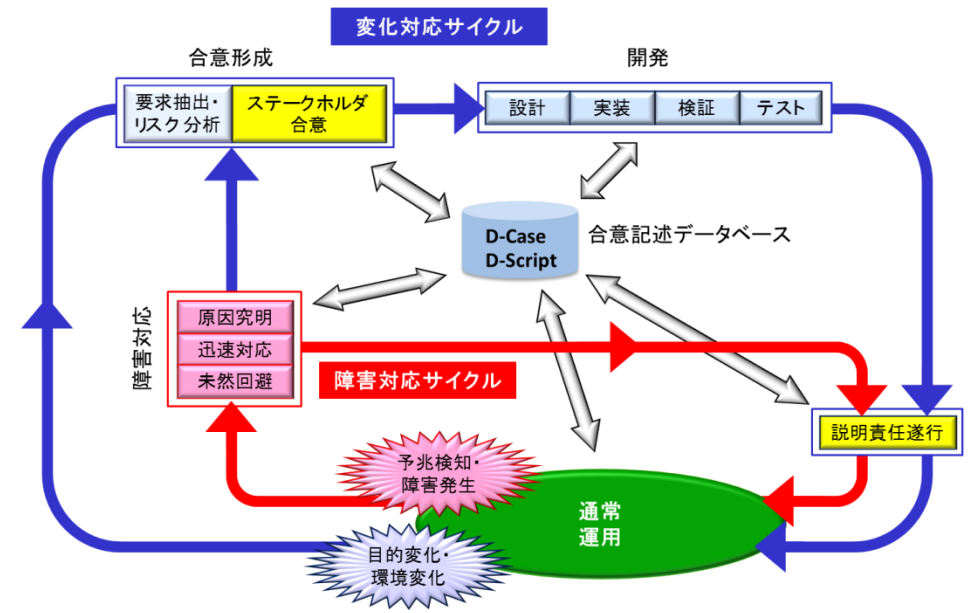
- ITILを基にした運用プロセス
- KPIに基づいた運用の実施
- 複合システム・複数の組織にまたがったシステムの運用体制

■ PDCA

- 様々なレベルでのPDCAサイクル実施
 - 日常教務のサイクル、運用全体、ビジネスを含む全社レベル、等
- KPIを活用したPDCAサイクル実施とPDCAサイクルの評価
- 要求・環境の変化に対応するPDCA

開発と運用を統合した信頼性向上の考え方

- 現在のシステムの特徴
 - 進化し続けるプラットフォーム
 - 他のシステムとの協調
 - 継続的な使用
- 現在のシステムの信頼性向上
 - PDCAの重要性
 - 継続的改善
 - 変動する目標と体制
 - 合意形成
 - サービスに関連するステークホルダの合意
 - 前提・制約・限界の明示と共有
 - 指標
 - 従来の指標に加え前提・制約・限界を把握する指標
 - 開発と運用を一体化したアプローチ



DEOSプロセス

現在のシステムの信頼性向上のためのプロセスの一例

出典： DEOSホームページ
 (<http://www.jst.go.jp/crest/crest-os/osddeos/concept.html>)

公的機関などの取組みが期待される課題（案）

- 運用時の管理指標標準 — 提案は様々あるが標準不在の現状における標準作成
 - ITIL準拠のKPI及び「非機能要求グレード」を考慮した運用時の管理指標標準作成
 - SLAの規定項目とKPI群との関連の標準化
 - 運用の品質の見える化や運用の信頼性の向上
 - 運用の契約や計画の基準
 - ツール類の標準化
- 「情報処理システム高信頼化教訓集」との関連付け — 運用時の信頼性向上に必要な項目の明確化
 - 「情報処理システム高信頼化教訓集」の事例と本調査の内容の対応
 - 運用のあり方、障害の要因の整理
 - 情報処理システム高信頼化教訓集の事例をサービスや製品のライフサイクルや関連する指標と対応
 - 運用品質の動向把握と改善に活用
 - 「情報処理システム高信頼化教訓集」の組込みシステム版の要求もある
- 運用データ白書 — 多くの組織における運用に関する基本データの要求
 - 運用計画、ベンチマーク、運用要員のスキル評価などのための指標と統計的な標準値などの基本データ
 - 体制、要員数、スキルレベル、プロセス指標の値などのデータを収集・分析
 - 運用の品質や効率を把握し信頼性の向上や体制の改善のための資料
- 「共通フレーム」の拡張 — 運用と開発を包含したプロセスの必要性とその不在
 - 運用と開発を包含したプロセスという見方
 - 環境の変化に対する運用の対応
 - IPA/SEC、JUAS、JEITA、itSMF、JISA、など他の団体や組織との連携、CMU/SEIなど海外組織との一層の連携も検討
 - 今後のシステム開発と運用にとって重要な観点
- クラウド化のメリットの数値化 — クラウド化による運用時の信頼性、効率などへの影響の未検証
 - クラウド化による運用時の信頼性、運用の効率などの数値化
 - 「ソフトウェア開発データ白書」の一部という位置づけでクラウドをカバー
 - 今後ますます多くなっていくクラウドの活用への貢献

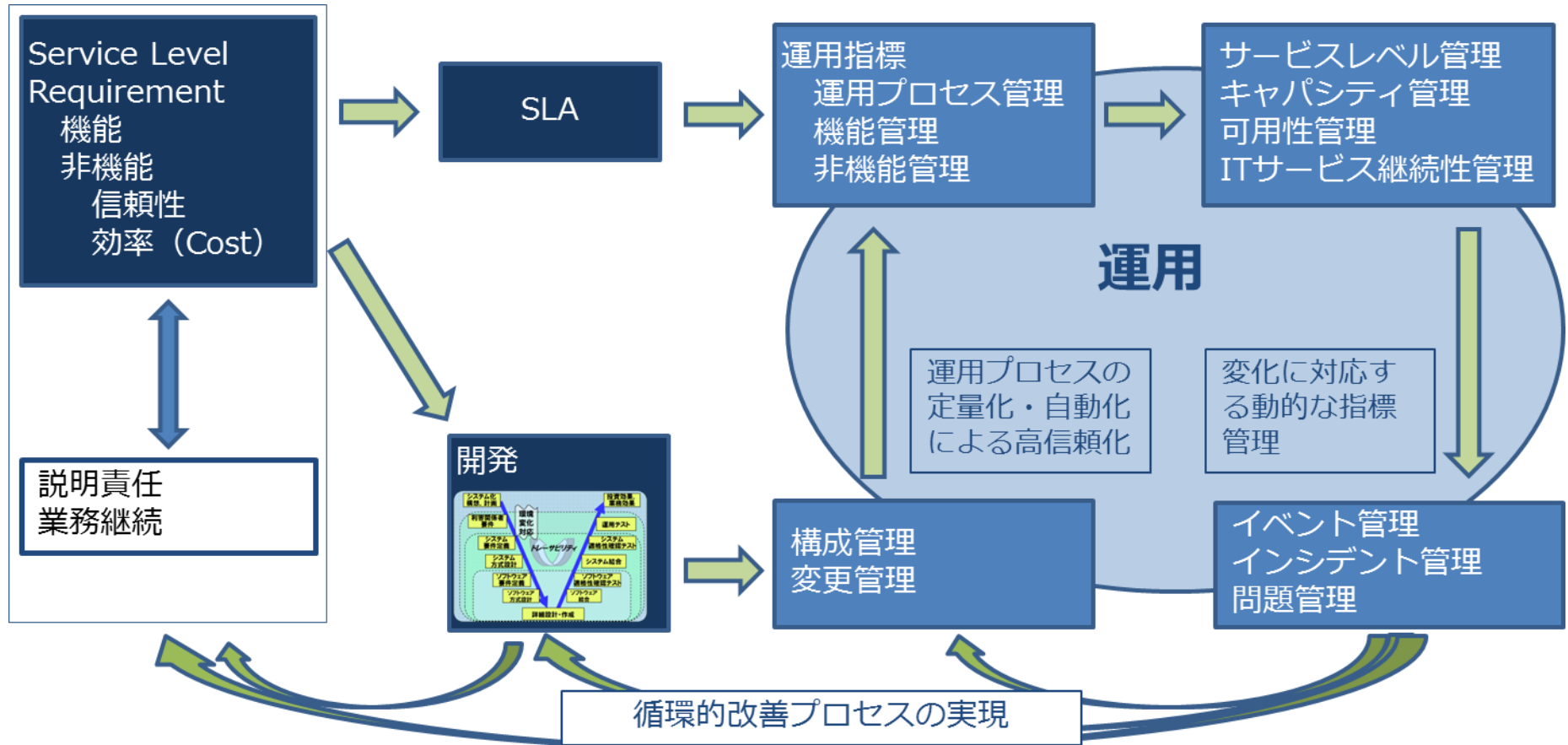
- 現在公表されている指標はカバーしている分野にばらつきがあり、運用の信頼性向上に必要な分野をバランスよくカバーしているものがない
- 工数、要因の経験/スキル、PDCAに関する指標は取り扱っている例が少ない
- アジャイルやDevOpsなどの概念も一般的になってきたが、今後開発と運用を統合した信頼性向上の考え方が重要になると思われる
- 公的機関などの取組みが期待される課題の候補を提案した

まとめ

本調査に基づく運用に関する主な考慮点

- ITシステムの運用はサービスの実施の一構成要素という考え方に基づくITILを基本としたプロセス
- 定量的な指標に基づいたシステムの状態の把握とアクション
- SLAなどを活用した組織やシステムの境界における連携の明示
- “守り”の運用管理から“攻め”の運用管理への変革
 - “守り”の運用管理： 問題なく運用管理する
 - “攻め”の運用管理： 運用管理業務の実行の中で抽出されたユーザの要求変化や、業務プロセスにおける課題を、積極的に上流にフィードバックを行いサービス及びシステムの改善や新たなサービスの提案をしていく
- 運用の中でのPDCAサイクル、開発まで含めたPDCAサイクル、さらに上流を含めたPDCAサイクルを定量的指標に基づいてライフサイクルを通じて継続して実現

運用のライフサイクルモデル (案)



「本調査に基づく運用に関する主な考慮点」に基づく運用のライフサイクル案

1. 機能要件、非機能要件を含む要求からSLAなど要求レベルの指標を明確化
2. 他の組織やシステムとの関係と境界の明確化とその指標の作成
3. 要求及び要求レベルの指標に基づき運用管理のための指標（KPI）と手順を作成
 - システムの構成を始めシステムパフォーマンスなどのデザインに関する指標、設計の前提としている環境の閾値などの指標の取り入れ
 - システム動作関連指標、人間系も含むプロセス指標などを含む
4. 上記KPIとKPIで表される目標を達成するための手法との関連付けと作業の実施
 - ツールによる自動化、ツールの手助けによる人間の作業、主として人間の操作による作業
 - プロセスの自動化、ダッシュボードなどによるオペレータ作業・意思決定などの補助
 - モニタリング、自動回復、予兆検知
 - PDCAサイクルの実現のためのプロセスや手法・ツール
5. インシデントが起こった場合のシステムの変更、開発へのフィードバック及び修正、さらに上流へのフィードバック

- サービスあるいはビジネス視点に立った運用プロセス
- ライフサイクルとビジネスレベルを含んだ様々なレベルのPDCA
- 指標に基づいた運用管理プロセスとPDCAの実施
- 指標を管理しプロセスとPDCAの実施をサポートするツール類
- 人的要素： 組織風土、教育、訓練、など

まとめ

- サービスの基盤としてのITシステムの運用の重要性が高まると同時に、ITシステム運用のコスト、運用に起因するシステム障害による社会インフラ障害の問題が増加している
- 運用プロセスの基準としてのITIL/ISO20000は広く普及しているが、それぞれの組織がカスタマイズして利用している
- SLAやKPIは運用の指標として利用されているが、標準的なものではなく既存の提案は運用の信頼性に必要な全領域をカバーしていない
- システム運用支援の統合監視ツールはITIL準拠のものなど多く使われているが障害予兆検知はまだ実用に十分なレベルとは言いがたく運用の自動化には至っていない
- 運用の人材育成やスキルの評価については多くの組織で問題意識を持っている
- アジャイルやDevOpsなどの概念も一般化されてきたが、今後開発と運用を統合した信頼性向上の考え方が重要になると思われる
- 公的機関などの取組みが期待される課題の候補を提案した