

【用語定義】NW=Network, HW=Hardware, SW=Software, DC=Datacenter, VM=Virtual Machine, AP=Application, LAN=Local Area Network, WAN=Wide Area Network, SLA=Service Level Agreement, OS=Operating System

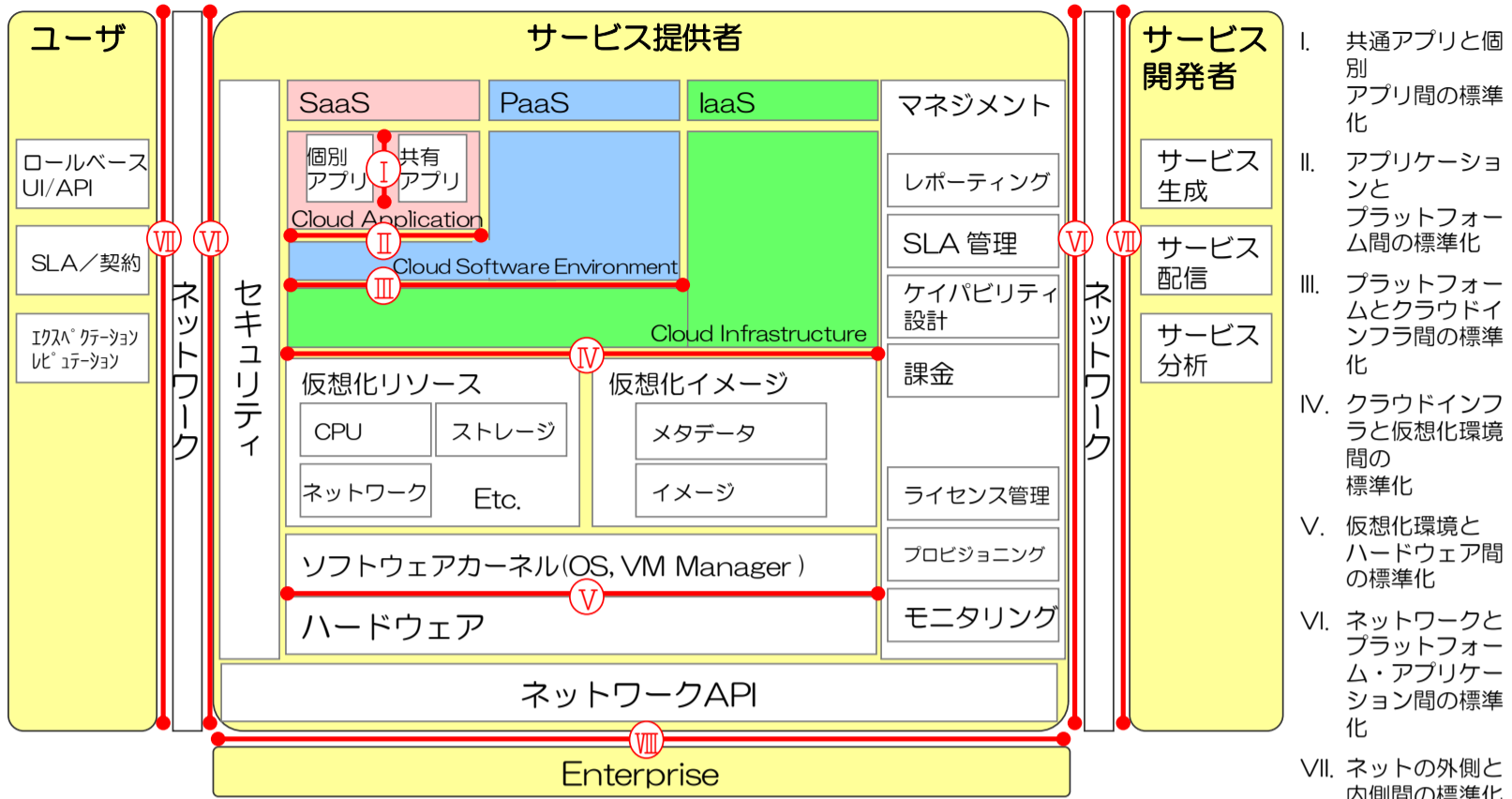
※技術レベルに記載の数字(①②③)は、各論点内での相互関連を示す

克服課題	克服課題(中項目)	検討すべき方策	No.	項目	視点	現状	短期(2~3年後)	中長期(5~10年後)
国内クラウドサービスのグローバル競争力の強化	①国内データセンター立地の普及・促進	データセンターに求められるネットワーク技術の技術開発支援	1	プロビジョニング技術	プロビジョニング自動化	①半自動プロビジョニング →処理の自動化・一括実行等でオペレータ作業を軽減。リソース投入計算は人手に依存	①自動プロビジョニング →事前設定のルールに従い自動で処理を実行	①インテリジェントプロビジョニング →要求サービス品質に応じ、必要なリソース量を算出し自動で処理を実施
					プロビジョニング対象範囲	①同一HW内リソースのみを対象 →サーバ、ストレージ、LAN等の同一HW内の全リソースを対象	①DC内全リソースの仮想的な統合管理 →サーバ、ストレージ、LAN等の同一DC内の全リソースを対象	①DC内全リソースの仮想的な統合管理 →DCをまたいだリソースも対象 ①プロビジョニング権限の利用者への委譲モデル確立
					クラウドNWの最適なSLA設定	①限定条件でのみ設定可能 →NW単位でシステムの機能を分割できれば可能	①設定の成功事例が登場 →NWセグメント分割のベストプラクティスが登場し、SLA設定の成功事例が登場	①設定可能 →NWセグメント分割手法の確立により、NWの適切なSLA設定が実現可能
			2	距離に応じたNWの使い分け	データ高速読み込み	①ストレージ階層化技術の活用 →アクセス頻度によりSSD(Solid State Disk: フラッシュメモリの記憶装置)、HDD(Hard Disk Drive: ハードディスク)、DLT(Digital Linear Tape: 磁気テープの記録装置)等のストレージを使い分ける技術 ②CDN(Contents Delivery Network)活用 →大容量コンテンツ送信に最適化されたNW	①ストレージ階層化技術の高度化 →アクセス頻度によりSSD(Solid State Disk: フラッシュメモリの記憶装置)、HDD(Hard Disk Drive: ハードディスク)、DLT(Digital Linear Tape: 磁気テープの記録装置)等のストレージを使い分ける技術の高度化 ②CDN(Contents Delivery Network)の高度化 →大容量コンテンツ送信に最適化されたNWの高度化	①②自律的な広域メッシュNWの構築技術の確立 →NW負荷状況等に応じて最適化される自律的なメッシュ型NWを構築する技術
					NW遅延	①NW経路毎に遅延時間の差異 →物理的な距離等に応じて遅延時間が異なる	①n/a	①網内の遅延時間が一定 →網内の遅延時間が一定のNWサービスを提供する技術
					プロセスマイグレーション	①移行対象は指定先のみ、時間を要す →稼働中のプロセス(=プログラム)を無停止で別のVMに移行する技術。VMの手動指定が必要であり、移行時間を要す。	①LAN内の自動的な高速マイグレーションの確立 →稼働中のプロセス(=プログラム)を無停止で高速に移行する技術の確立	①WAN間の自動マイグレーションの確立 →レスポンス時間等から自動的に距離に応じたWAN間プロセスマイグレーションを実現する技術の確立
	②国内データセンター及び運用保守技術の競争力強化	高信頼化技術に関する技術開発・標準化支援	3	マルチテナントにおける脆弱性対策技術	障害時の対策技術(他テナントへの影響回避)	①障害が他テナントに波及の可能性あり	①他テナントへの影響防止技術の確立	①テナント特性に応じたセキュリティの簡易設定技術の確立
					VMでの対策	①VM隔離 →VM隔離によるVM間不正アクセス禁止による脆弱性対策	①VMの機能分割技術・スリム化による被害リスク軽減技術、仮想化基盤の改竄防止技術	①データインテグリティ技術 →仮想システム間でデータを保護
					ミドルウェア層での対策技術	①ミドルウェア層におけるマルチ制御技術に依存 →過去のメインフレームレベルのマルチ制御技術には未達 ①セキュアプラットフォーム(*)技術 →仮想化と統合アクセス制御を活用して実現	①セキュアハイパーバイザ技術 →プログラム実行時の実行空間プロテクションを強化する技術	①プロセス、スレッドレベルで実現されたマルチテナントAPIにおける、テナント間不正データ操作、処理・性能への干渉防止技術
					統合管理による対策	①NW、サーバ、ストレージの仮想化は個別管理	①NW、サーバ、ストレージの仮想化の統合管理技術	①n/a
			4	データ匿名化技術	データ匿名化要素技術	①業界標準技術なし →ファイル内特定情報の秘匿化要素技術は存在	①データ切り落とし技術の高度化 →データのある属性の値を削除する、データ切り落とし技術の高度化 ①データ匿名化技術の高度化 →データのある属性の値を仮想的な値に置き換える、データ匿名化技術 ①データ曖昧化技術の高度化 →データのある属性の値を値の範囲といった曖昧な情報に置換する、データ曖昧化技術	①文書特性/フォーマット毎に業界標準技術の確立 ①構文解釈による自動秘匿化技術の業界標準技術の確立
					暗号化維持でのデータ処理技術	①処理時点で復号し秘匿性なし →暗号のまま処理する技術は存在するがスピード上実用的でない	①暗号維持での高速データ処理技術の確立 →暗号状態を維持したまま実用上に耐える高速データ処理を実現する技術の確立	①n/a
5	高信頼性・データ保護技術	信頼性向上への運用技術	信頼性向上への運用技術	①モニター技術 →IT資源の挙動を定期的にモニターする技術 ②障害検出技術 →障害が生じた資源を検出する技術 ③電源制御技術 →省エネ化のための電源制御技術	①モニター技術のリアルタイム化 →IT資源の挙動をリアルタイムにモニターする技術 ②障害瞬時検出技術 →障害が生じた資源を瞬時に検出する技術を高度化 ③電源制御技術の高度化 →省エネ化のための電源制御技術を高度化	n/a		
			信頼性向上へのリソース管理技術	①負荷分散技術 →IT資源の負分散のためのデータ複製を行う技術 ②資源配置最適化技術 →要求されるサービスレベルに応じ、一部のIT資源の配置を最適化する技術 ③ライブマイグレーション技術 →データ処理を行う一部のIT資源を無停止で移動させる技術(ライブマイグレーション)	①負荷分散技術の高速化 →IT資源の負分散のためのデータ複製の高速化 ②資源配置最適化技術の高度化 →要求されるサービスレベルに応じ、全てのIT資源の配置を自動的に最適化する技術 ③ライブマイグレーション技術の高度化 →データ処理を行う全てのIT資源を無停止で移動させる技術(ライブマイグレーション)	n/a		
		信頼性向上へのアプリケーション生成技術	①開発支援技術 →個別のPaaS上でアプリケーションを開発するための技術	②開発支援技術の高度化 →高信頼なSaaSアプリケーション構築を効率化するための汎用SDK(Software Development Kit)技術	②開発の自動化 →高信頼なSaaSアプリケーションを要件に基づいて自動的に生成する技術			
		論理的データ保護技術	①継続的データ保護(Continuous Data Protection)技術 ①ILM(*Information Lifecycle Management)とデータ保護の連携技術 ②暗号化技術と鍵管理技術 →他者と共有するIT資源におけるデータの暗号化技術 ③秘匿分散計算技術 →サービス提供者側においても一部のデータ内容が特定できないようにして処理する技術(秘匿分散計算)	①データ処理の可視化技術や証跡技術 ②暗号化技術と鍵管理技術の高度化 →他者と共有するIT資源におけるデータの暗号化技術を高度化 ③秘匿分散計算技術の高度化 →サービス提供者側においても全てのデータ内容が特定できないようにして処理する技術(秘匿分散計算)	n/a			
		物理的データ保護技術	①ディスクアレイの信頼性向上技術 →高いRAIDレベルによる実現 ①スナップショット/瞬時コピー技術 ②ストレージ筐体内・筐体間・遠隔地ミラーリングとそれらを利用したディザスタリカバリ機能 ③データ所在常時管理技術 →データの所在を定期的に管理する技術 ④データ統合技術 →異なるIT資源に保存されている多重化データを統合して処理する技術 ⑤階層化保存技術 →データの重要性に応じて信頼性の異なる保存媒体に階層化保存する技術 ⑥分散ファイルシステム技術 →複数のIT資源でデータを管理し、障害に備える分散ファイルシステム	①オンデマンド、セルフサービス、コスト低減、スケラビリティ等のパブリッククラウド要件とハイエンドの高信頼性、データ保護技術の両立 ②高速レプリケーション作成・バックアップ技術 →データの複製やバックアップを高速で実行する技術 ③データ所在リアルタイム管理技術 →データの所在をリアルタイムに管理する技術 ④データ高速統合技術 →異なるIT資源に保存されている多重化データを高速に統合して処理する技術 ⑤階層化保存技術の高度化 →データの重要性に応じて信頼性の異なる保存媒体に階層化保存する技術を高度化 ⑥分散ファイルシステム技術の高度化 →複数のIT資源でデータを管理し、障害発生時に自動修復を行う分散ファイルシステム技術 ⑥分散環境のデータ整合性保障技術 →広域の分散環境で記録されたデータの整合性を保障する技術	n/a			
		6	非機能要求のアプリケーション、インフラレイヤでの確保技術	非機能要件に対する提供者・利用者間の合意形成	①非機能要求の可視化ガイドラインが存在 →非機能要求グレードやJUIS UVC IIなどの非機能要求の可視化ガイドラインが存在	①基準の業界標準化	①提供者・利用者間の合意形成手法の確立 →クラウドベンダ、ユーザー間で非機能要件の基準に基づき、合意を形成する手法が確立	
	非機能要求の実現技術	①未確立(記述方法も含む) →案件毎に個別対応	①非機能要求の記述方法確立	①非機能要求に基づく仮想化環境自動構成 ①非機能要求を満たすアーキテクチャ構築・管理技術 ①アプリ/利用者からのポリシー指定によるクラウド基盤全体の最適化技術				

克服課題	克服課題(中項目)	検討すべき方策	No.	項目	視点	現状	短期(2~3年後)	中長期(5~10年後)
					DBのスケーラビリティ	①アーキテクチャが不十分 →DBのスケーラビリティ確保におけるAPやインフラ等のアーキテクチャが不十分	①アーキテクチャの確立 →DBのスケーラビリティ確保におけるAPやインフラ等のアーキテクチャを確立 ①CAP定理(*)に基づく利用限界を明示 →可用性と一貫性のトレードオフによる限界	①情報特性に応じたスケーラビリティ確保技術 ①可用性を維持しながら一貫性を極限まで維持 →可用性を維持した更新時に、一貫性が再び保障されるまでのタイムラグを削減
	環境負荷低減技術に関する技術開発・標準化支援		7	ITとファシリティの連携技術	ITとファシリティの連携	①連携技術は別々に検討され限定的 →受電設備、UPS(無停電電源装置)、蓄電、自家発電等のファシリティコンポーネントと、HW、NW等のIT機器コンポーネントは、別々に検討中	①センサコンピューティングによる自動化 →センサコンピューティングにより自動化の領域が拡大	①連携技術の確立 →IT機器とファシリティ機器の密連携の技術が確立 ①管理標準・IF標準の業界標準の確立
			8	DCエネルギー効率化技術	冷却装置	①空調管理/空調機設備のCOP(Coefficient Of Performance:成績係数)改善 ①冷水製造装置の最適化 ①サーバ冷却技術 →液体冷却への移行、フリークーリングの利用、外気冷房の利用、地熱の差を利用した冷却等 ①エアフローの最適化等	①冷却装置を完全不要とするサーマルソリューション →空気循環による自然冷却、処理負荷の低いサーバを自動検知し停止させて排熱を防ぐ、ホワイトデータセンター、テリレステータセンター等	①PUE(Power Usage Effectiveness)等のエネルギー効率指標を最大限に改善 ①IT機器とファシリティ機器の連動制御によるデータセンターの全体最適化技術
				変電および配電	①高圧配電・直流電源利用 ①非常時インバータ方式、新型蓄電池等の高効率無停電電源装置の利用 ①効率的冗長戦略 ①超電導送配電等	①電力供給設備とIT設備のトータル効率改善の電源制御技術 →UPSと非常用発電機の構成を見直し、電力供給設備とIT設備の一体化/すみ分けを図りながらトータル効率の改善を実現する電源制御技術		
				代替電力	①コジェネレーションの適用 ①廃熱の有効利用 →冷房、植物栽培等の廃熱を利用 ①再生可能エネルギー、燃料電池の利用等	①普及期に入る代替電力の登場		
				ソフトウェア	①IT機器の消費電力や温度の可視化技術 ②HW電源ON/OFFの予測制御技術 →仮想化によりサーバをエネルギー効率最大で稼働させ、非稼働HWの電源をシステム負荷予測に基づいてコントロールする技術 ③非IT系の一部を資産管理ソフトウェアなどで管理 ③人手を介したHW、NW装置の運用・管理・監視ツール ③スケジュールベースや手動による電源制御やVMマイグレーション等の最適化制御等	①サーバ、ストレージの電力使用量を、VMおよびその上で動作する顧客業務視点から可視化・最適化する技術 ②ストレージ消費電力最適化 →ストレージ階層化(*)技術や情報ライフサイクル管理によりストレージ消費電力を最適化する技術 ②故障サーバ、ストレージの自動切り離しおよび停止 ③IT系リソース管理の全体最適化技術の確立		
			9	多数のコアを運用する技術	マルチコア/マルチスレッド	①新規開発対象のマルチコア技術は確立 →既存システムの移行を対象とした活用は困難 ②マルチスレッド技術はあるが、開発ツール等は未整備 →並列処理の性能を引き出す技術はあるが、開発ツール等の整備に課題 ③マルチコア対応のサーバ仮想化	①移行対象のマルチコア活用技術の確立 ②マルチスレッド技術のベストプラクティスの確立 ③IPMI対応によるマルチコア対応の仮想化環境の一元管理	①n/a ②マルチスレッド技術の開発環境・ツール・ライブラリ等が充実 ③n/a
				CPU分割利用	①動的なCPUリソース分割割当技術は存在 →IAサーバのCPUリソースを16分割して割当可能なハイパーバイザツールは存在	①n/a	①動的な最適CPUリソース分割割当技術	
				マルチVM	①ミドルウェアレベルの活用技術 →アプリケーションレベルでは未確立	①アプリケーションレベルのマルチVM活用技術の確立	①n/a	
			10	プライベートクラウド環境におけるリソース最適化技術	リソース最適化の要素技術	①物理サーバ上のサービスを仮想サーバ上に統合可能なツール →物理サーバ上のサービスを仮想サーバ上に統合するキャパシティプランニングツール ①仮想サーバの最適化により余剰サーバの電源オフ →仮想サーバの負荷変動に応じて配置を最適化し、余剰サーバの電源をオフにする技術 ②仮想資源・物理資源の統合管理 →マルチベンダ環境も含むプライベートクラウド環境において、仮想資源・物理資源を合わせて統合管理し、リソース配備を実施する技術	①非機能要件を加味した仮想サーバの最適配置技術 ②柔軟性・スケーラビリティ等の更なる管理技術の高度化	①n/a ②パブリッククラウドとの連携性確保
				運用・保守技術の高度化に関する技術開発・標準化支援	DC運用の自動化技術	DC運用自動化の要素技術	①セキュリティ・QoSの要件を両立するVM配置の自動化は未実現 ②運用監視ツールと仮想ハイパーバイザとの連携自動化は未実現 →運用監視ツールを見て手動で仮想ハイパーバイザを操作し、連携の自動化は未実現 ③半自動化を実施し管理者負担の軽減 →管理対象システム毎に、管理ルールのシステム化、エスカレーション処理の半自動化を実施して管理者負担を軽減中	①セキュリティ・QoSの要件を両立するVM配置の自動化の確立 ②運用監視ツールと仮想ハイパーバイザとの連携自動化 ③NWまでカバーされたベンダフリーの自動プロビジョニング技術の確立 ③高度な遠隔管理技術の確立 ③仮想データセンター管理技術の確立
			11		DC運用自動化の方法論	①DC運用自動化フレームワークの確立されつつある ①クラウド運用コスト最適化のベストプラクティスは未確立	①DC運用自動化フレームワークの確立	①クラウド運用コスト最適化のベストプラクティスの確立
				国内電力事情(高安定性)を考慮したデータセンター構築技術に関する技術開発支援	安定性の高い電力事情を考慮したDC構築技術	電力の要素技術	①世界トップレベルの電力安定供給技術・高圧電流関連技術 ②世界トップレベルの蓄電技術	①n/a ②蓄電設備の縮小、サーバ個々での蓄電技術 →蓄電装置の小型化・分散化による
データ活用プラットフォームの整備		データ間相互連携・分析に関する技術開発・標準化支援	13	クラウド標準化技術	クラウドで標準化すべきレイヤ (※別紙:レイヤ図参照)	・標準化の現状: a) 約250社賛同により、OpenCloudの4要件と遵守すべき6原則を記した"Open Cloud Manifesto"を公開 b) DMTF、OGF、SNIA、OMG、CCIF、CSA、OCCなどの国際的な標準化団体で検討開始 c) Amazonなどの先行サービスはAPIを開示 d) 他ITベンダが社内でAPIを開発中で、標準化提案の動向あり ・認証情報やログ情報の連携の現状: a) SAMLやOpenID、LibertyなどいくつかのID連携に関する仕様が開発中 b) CBE(Common Base Event)やWEF(Web services distributed management Event Format)などの仕様提案や標準化が行われているが、普及するには至っていない	総括: IV、Vの標準化が進む (記号IV、Vに関しては別紙:レイヤ図を参照) <IVに付随した標準化について> ・認証/監査等のコンポーネントをミドルウェアレイヤにて実装 →セキュアなクラウドを実現するため ・クラウドにおける運用の標準化 ・OS、VM、セキュリティなどをハードウェア基盤レイヤに含めて標準化を検討 ・VM、仮想ストレージ、仮想ネットワークおよびそれらを組み合わせた仮想システムの操作・管理インタフェースの標準化 <Vに付随した標準化について> ・数万台レベルの大規模クラウドのHWライフサイクル管理技術の標準化 ・マルチベンダの場合のトラブル解析方法、ルールの標準化 ・サーバハードウェアの遠隔操作、遠隔管理機能の標準化 →運用手順のベンダ非依存性に鑑みると現状では標準化が不十分	総括: II、IIIの標準化が進む (記号II、IIIに関しては別紙:レイヤ図を参照) <II、IIIに付随した標準化について> ・アプリケーションコンポーネントを実行環境として配備 ・運用管理系APIを標準化 ・認証-OSS(オペレーションサポートシステム)の標準化
				センサNW技術	センサNW実用化への要素技術	①北米:軍事、農業などに適用中、国内:本格的な実用化には至っていない	①無線ネットワークの高度化 →セキュリティ、省電力、ロバスト性等 ①複合イベントプロセッシング技術の高度化 →複雑な事象の解析、地理的な分散への対応、高速性、セキュリティ、プライバシー保護等 ①センサノードからの情報収集時の輻輳等の制御技術の確立	①超低電力における自律的なセンサNW構築技術の確立 ①海中等でのセンサNW構築技術の確立 ①センサを利用したアプリケーションのAPI標準化
				大量データ処理・分析技術	大量データ処理/分析の要素技術	①単一種類の大量データの処理・分析する技術の実用化	①イベント収集・フィルタリング技術 →変動する多種多様・大量のイベント情報を収集し、必要な情報だけをフィルタリングする技術 ①イベント連結・集計・配信技術 →変動する多種多様・大量のイベント情報を連結して集計することにより、レコメンデーション等の新たな付加価値情報を抽出して、配信する技術 ①異種イベント同士の関係の解析技術 →変動する多種多様・大量の異種イベント情報を収集して関係の解析を行うことにより、新たな法則性を見つけ出す技術 ①解析過程・結果の可視化技術 →変動する多種多様・大量のデータを解析し、その過程と結果を可視化することにより、解析手法を改良可能とする技術	①セキュリティ、プライバシー保護のための技術 →変動する多種多様・大量のデータを効率的に処理可能とすることで、セキュリティやプライバシー保護のために高度な暗号化アルゴリズムを高速に利用可能とする技術 ①大量データ高速処理アプリケーションによる分散データ解析、データ可視化技術 →大量データを高速処理するアプリケーションにより、分散化しているデータを解析・可視化する技術 ①少量・高頻度のデータ収集・処理・分析技術 →少量かつ高頻度なデータを収集し、取りこぼしなく処理・分析する技術

Cloud Function Reference Model* におけるレイヤー

凡例



*Open Cloud Manifesto” Cloud Computing Use Cases White Paper” を参考に作成

- I. 共通アプリと個別アプリ間の標準化
- II. アプリケーションとプラットフォーム間の標準化
- III. プラットフォームとクラウドインフラ間の標準化
- IV. クラウドインフラと仮想化環境間の標準化
- V. 仮想化環境とハードウェア間の標準化
- VI. ネットワークとプラットフォーム・アプリケーション間の標準化
- VII. ネットの外側と内側間の標準化
- VIII. 企業アプリとクラウドサービス間の標準化

用語解説

用語	説明
CAP定理	CAP定理(2000年にカリフォルニア大学バークレー校のEric Brewer教授が提案)とは、「ウェブ上のサービスでは、Consistency(整合性・一貫性)、Availability(可用性)、Partition tolerance(分散耐性)という3つのうち最大でも2つまでしか同時には成り立たない」という定理である。容量のスケールアウトを狙う分散データストアでは、3つのうち「P」が必須ということになる。すると、あと1つ、「C」と「A」のどちらを狙うのかで、分散データストアの作りが変わってくる。 参考:IPA,「クラウド・コンピューティング社会の基盤に関する研究会」報告書,2010.3.24
CDN (Contents Delivery Network)	動画などの大容量マルチメディアコンテンツを、複数のユーザーに対して最適に配信する目的に構成されたネットワーク。あるいは、利用量に応じて適切な課金等を行うコンテンツ配信システム全体のこと。
ILM (Information Lifecycle Management)	データの使用される頻度や目的、重要度、サイズ、利用者などに応じて、当該データが保存されるストレージを最適に選択する管理方法。
IPMI (Intelligent Platform Management Interface)	サーバの状態を管理するための標準インターフェース。サーバの温度や電源、ファンの状態などをOSの種類に関係なく取得することが可能となる。
NETCONF	ネットワーク機器を制御・管理するための次世代プロトコルのことであり、IETF(Internet Engineering Task Force)により標準化が進められている。現在広く使用されているSNMP(Simple Network Management Protocol)に置き換わる技術である。
ハイパーバイザ	サーバの仮想化を実現するために必要となる制御プログラムの一つ。一般的なOSと同様にハードウェアを直接制御することが可能。ハイパーバイザ技術を用いた仮想化送付とウェアをハイパーバイザ型、既存のOSをホストOSとして利用する仮想化ソフトウェアをホストOS型として区別する場合もある。
プロビジョニング	クラウド・サービスとして提供される、仮想マシンや、ストレージ、ネットワークなどの各種リソースをユーザーの需要変動や要望に応じて、適切かつ動的に提供する仕組み。
セキュア・プラットフォーム	仮想化技術と統合アクセス技術を併せ持った信頼性と安全性に優れたクラウドプラットフォーム。オープンソースの仮想化ソフトウェア「Xen」を用いて構築されている。ハイパーバイザーからその上で動作する仮想OS、アプリケーションに至るまで、一貫したセキュリティを実現することが可能。
ストレージ階層化 (Tiered Storage)	ILM(Information Lifecycle Management)を実現するための技術の一つ。情報の利活用度合いに応じて、データを保存するストレージの性質(性能、コスト、信頼性)を使い分ける技術。