クラウド・ソリューション設計サービスの提案

串田 高幸[1,a)]　トレント スコット[1,b)]

概要：クラウドの利用は，IT インフラストラクチャにとって大きな潮流になっている．クラウドでは，IT インフラストラクチャ設計をエンドユーザに任せて時間と労力を大幅に省力化している．このサービスモデルをさらにすすめて，IT インフラストラクチャを多くのユーザが利用できるようにすることが必要である．この論文では，クラウドのソリューション設計をセルフポータルと自動化によるサービスを提案する．このソリューション設計のサービスを提供するシステムのアーキテクチャ及び機能について述べる．ユーザは，このサービスを利用することによって，要件項目をもとにクラウドから提供される機能を選択して，効率的のよいソリューション設計を行なうことができる．

1. はじめに

クラウド・コンピューティング（以下、クラウドと呼ぶ.）は，IT インフラストラクチャを効率化するための方法として大きなトレンドになっている [1]．IT インフラストラクチャの基幹サービスとしてクラウドを適切に導入して有効活用することが，目標になっている [2]．さらに現在，クラウドでは，このインフラストラクチャ部分のサービスである IaaS(Infrastructure as a Service) が，市場の大きな部分を占めている [3]．しかし，クラウドは，従来の技術革新あるいは新規の発明によって出てきた技術要素ではなく，IT インフラストラクチャの提供モデルを総称したものである．また，このモデルは，以前から提案されていたコンピューティング資源をユーティリティのように提供することを具体化している [4] [5]．

クラウドの中心となるプロセスは，IT インフラストラクチャのサービス・カタログを提示した後にユーザがカタログ上にあるコンピュータ資源やソフトウェアを選択することである [6]．そこでは，ユーザから要求されたカタログアイテムを自動的にプロビジョニングして，即時に利用できるようにすることが重要な機能である．クラウドでは，ソフトウェアスタックのカタログがサービスとして提供されていて，カタログのアイテムが選択されると，IT インフラストラクチャが自動的にシステムによって提供される．クラウドによってこのような自動化が実現したことで，ユーザは，従来のように専門の技術者を必要としなくなった．そして，ユーザのみで迅速にクラウド上に IT インフラストラクチャを構築できるようになった．

また，OpenStack で採用されている Heat に代表されるようにクラウド・オーケストレーションという手法によってシステムを構成する要素の依存関係と設定をテンプレートとして定義できる．そして，このテンプレートをクラウドのカタログとして提供する方法が提案されている [7]．このアプローチは，パターンとも呼ばれていてクラウドのカタログにあるアイテムを，複数の VM から構成して高機能にすることによって，ユーザが最適なアイテムを選択できるようにしている．

一般に IT インフラストラクチャの設計で，IT 専門家がユーザの不明確な要件から，インフラストラクチャの要件項目を一つ一つ明確にする．さらに要件項目から適切なコンピューティング資源を選択して，IT インフラストラクチャを構成することを行なう．このインフラストラチャの設計における一連のプロセスは，IT 専門家による人手で行われている．そのため，IT 専門家は，インフラストラクチャの知識と熟練を必要とする．このように熟練した IT 専門家による現状の解析と方針の策定が必要不可欠である．このように最適なインフラストラクチャの設計が行なわれている [8]．

すでに述べたようにクラウドでは，IT インフラストラクチャの基本的なコンピュータ資源やソフトウェアがカタログ化されてプロビジョニングが自動化されている．それにもかかわらず，クラウドのインフラストラクチャの設計は，クラウドの IT 専門家が行っている．そのため，クラウドでおこなわれているセルフサービス化やそれに伴う自動化が十分になされていない [9]．

[1] 日本アイ・ビー・エム株式会社 東京基礎研究所
〒 135–8511 東京都江東区豊洲 5-6-52 NBF キャナルフロント
[a)] kushida@acm.org
[b)] ScottTrent

©2015 Information Processing Society of Japan

クラウドでは，サービスモデルやビジネスモデルが強調されている．そのため，クラウドのモデルをリソースをプロビジョニングするだけではなく，それ以外のクラウドのプロセスにも適用することは，クラウドの研究課題として取り組むことが必要になってくる．

この論文では，クラウドのモデルの適用範囲を IT インフラストラクチャのソリューション設計へ適用する方法とそのサービスに関して述べる．このアプローチでは，エンドユーザがセルフサービスで IT インフラストラクチャのソリューションを設計する [10]．このようにユーザが自らクラウドのソリューション設計を行なうことができるようにするためのソフトウェアを使ったサービスを提案する．

ユーザは，サービスを利用してソリューション設計するときに，クラウドの専門家を必要しない．さらにユーザは，このサービスを使って素早くクラウドのソリューションを設計することができる．ここで設計したデータをもとに，コンピューター資源のプロビジョニング処理と連携することができる．このように一連の処理を自動化することによって，ユーザは，以前よりも効率よくクラウドのインフラストラクチャ環境を入手することができる．

この論文の第２章「クラウドとライフサイクル」では，クラウドの特徴とクラウドのライフサイクルについて述べる．また，第３章「クラウド・インフラストラクチャの設計」では，クラウド・インフラストラクチャのソリューションとは何か，ソリューションのプロセスとは何か，インフラストラクチャの例，およびクラウド・ソリューショニングの例について述べる．第４章「ソリューショニングのソフトウェア」では，クラウドソリューショグを行なうソフトウェアについて述べる．第５章では，議論を，また第６章では，まとめと今後について述べる．

2. クラウドとライフサイクル

この章では，クラウド，クラウド・インフラストラクチャのライフサイクル，クラウド・ソリューションについて述べる．

2.1 クラウド

クラウドは，従来技術の革新あるいは新規の発明によって出てきた技術ではなく，コンピューティングの提供モデルを総称した IT インフラストラクチャのモデルである．このモデルは，以前から提案されていたコンピューティング資源をユーティリティのように提供することを具体化したものである [4] [5]．つまり，今まで個別に IT サービスの提供方法を提案してきた内容の定義と範囲を定めてクラウドという用語を与えている．この理由からクラウドは，技術的な側面よりもサービスモデルやビジネスモデルの側面が強調されてきている．

一般にクラウドは，次の３項目をもっている．(1) ユーザからの要求によってコンピューティング・リソースを自動的にすばやく提供すること．この要求は，リソース・プロビジョニングと呼ばれている．(2) コンピュータ資源の利用に対して事前の予約が必要ないため，企業のユーザにとってシステムへの投資を小さくはじめることができる．また，必要に応じてコンピューティング資源を増加させたり減少させたりすることができる．(3) 用途としては，短期間で動的にコンピュータ資源が必要になる利用である．例えば，開発・テストやデモンストレーションのような用途がよい．

クラウドは，ユーザの要求に応じてハードウェアやソフトウェアをシステムから提供して IT 運用管理の負担を軽減することが主たる目的である．クラウドを使うことによって，ユーザは，ハードウェアおよびソフトウェアに対する初期投資を大きく下げることができる．また，クラウドでは，コンピュータ資源を提供する部分が自動化されている．しかし，一方でユーザがクラウドを利用する前に行なう設計プロセスや利用後の運用管理プロセスに関する自動化や効率化は，まだ十分ではない．クラウドは，引き続き IT システムの大きな潮流になることが予想され，サービスモデルの側面が強調される．このことから，クラウドのサービスモデルを拡張して，IT ライフサイクルの他のプロセスにも適用することは，今後の研究課題となりえる．

2.2 クラウド・インフラストラクチャのライフサイクル

既存のクラウドのサービスの上に，ユーザが新規に IT システムを構築する場合，ユーザは，クラウド・インフラストラクチャへの要件を明確にして，IT インフラストラクチャの設計をもとに適切な構成を作ることが必要がある．次に，この構成をもとにしてコンピュータ資源をプロビジョニングしてクラウド上の IT インフラストラクチャの利用を開始する．この一連の処理を「クラウド・インフラストラクチャのライフサイクル」として整理する．図１は，ユーザが，クラウド上にソリューションを構築するときのライフサイクルを示している．図１においてクラウド・インフラストラクチャのライフサイクルは，大きく次の５つのフェーズに分割される．

(1) インフラストラクチャの設計
(2) インフラストラクチャの事前評価
(3) インフラストラクチャのプロビジョニング
(4) マイグレーション（システムの移行）
(5) インフラストラクチャの運用管理

図１において「(1) インフラストラクチャの設計開発」は，インフラストラクチャのソリューションを設計することである．ここでは，ユーザがクラウドに必要な IT インフラストラクチャの設計を行なう．この結果が，IT インフラストラクチャのソリューションになる．「(2) インフラストラクチャの事前評価」は，IT インフラストラクチャのソ

©2015 Information Processing Society of Japan

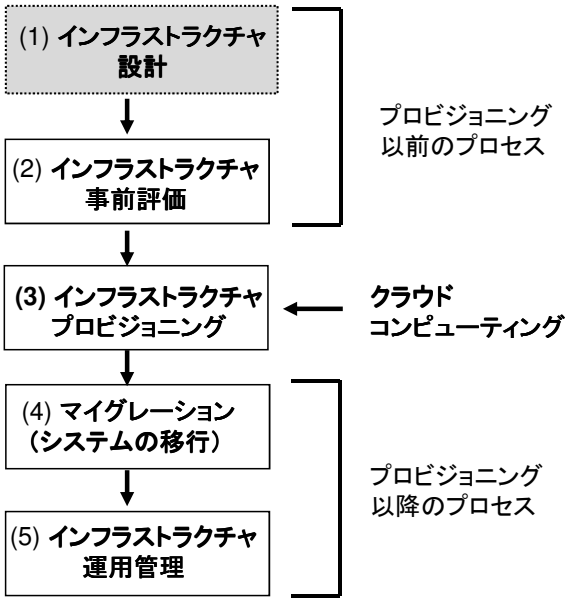


図 1 クラウドのライフサイクル

リューションをテストする．このテストは，プロダクションの前に行われ，問題がないことを確認する．ここでは，IT インフラストラクチャにおいて機能要件や非機能要件が満たされていることを確認する．また，「(3) インフラストラクチャのプロビジョニング」では，クラウドにおける資源管理やプロビジョニングを行なう．このフェーズは，「2.1 クラウド」で述べたプロビジョニングを行なうフェーズである．このフェーズは，コンピュータ資源をクラウドに要求して，ユーザがその資源を得ることができる．(4) マイグレーション（システムの移行)」では，既存の IT インフラストラクチャからクラウド環境へシステムの移行を行なう．このフェーズは，既存の IT インフラストラクチャがあって，そのアプリケーションやソフトウェアを移行するときに必要になる．また，このフェーズでは，既存のインフラストラクチャを調査してインフラストラクチャの要件を抽出して，その要件をもとにクラウド環境に対する適切な IT インフラストラクチャの構成を行なう．「(5) インフラストラクチャの運用管理)」は，クラウド上のユーザの IT インフラストラクチャを効率的に運用管理するフェーズである．このフェーズでは，クラウドの IT インフラストラクチャの恒久的な管理運用あるいは，クラウド上で稼働するシステムの管理運用に関連する問題を解決して，高い質のサービスをユーザに提供する必要がある．この図において「(5) インフラストラクチャの運用管理」のフェーズが終わると利用されたコンピューター資源は，クラウドに戻される．次に利用するときは，また「(1) インフラストラクチャの設計」からはじめる．

インフラストラクチャ構築のライフサイクルからみると，現在のクラウドの技術の中心は，(3) プロビジョニングの部分にある仮想化やリソース・プロビジョニングである．しかし，クラウドのサービスモデルを拡張して，(1) インフラストラクチャの設計のフェーズにも，自動化による効率的なサービスを確立することができる．また (1) のフェーズでは，ユーザが，クラウド上で IT インフラストラクチャを効率的に運用するために必要不可欠なフェーズである．通常，このフェーズでは，ユーザが十分な専門知識を持っていれば，独自に設計を行なっている．しかし，ユーザに専門知識がない場合，クラウドの IT インフラストラクチャ専門家に依頼して設計している．そのため，このフェーズを行なうため，専門家の労力と時間がかかっている．このボトルネックを解決するために，クラウド上でユーザが IT インフラストラクチャの設計を直接行なうことできるサービスを作ることは，クラウドのインフラストラクチャ設計の効率化および省力化に有効である．また，この (1) インフラストラクチャの設計フェーズでの自動化および効率化は，クラウドの研究として今後，伸びる分野であり将来性が期待できる．

この論文では，図 1 に示したクラウドのライフサイクルのうち，特に「(1) インフラストラクチャのソリューション設計」の自動化および省力化にフォーカスする．このインフラストラクチャのソリューション設計フェーズにおいて，ユーザの要件をもとにして，クラウドの IT インフラストラクチャに最適な整合性をとることができる IT インフラストラクチャのソリューションを提供するサービスとそのサービスを支えるソフトウェアを提案する．

3. クラウド・インフラストラクチャの設計

この章では，クラウド・インフラストラクチャの設計，ソリューション，プロセス及びソリューションの例について述べる．

3.1 クラウド・インフラストラクチャのソリューション

一般的にソリューションとは，問題を解決するための方策である．クラウドのソリューションとは，クラウドのユーザが利用するインフラストラクチャの設計を行った結果に出てくる問題解決の方策である．このソリューションの設計は，設計フェーズで行われる．インフラストラクチャのソリューションを設計する目的は，アプリケーション・ソフトウェアやミドルウェアから構成される IT システムをクラウドのインフラストラクチャ上で稼働させるときに起こる様々な課題を解決するためである．

ここでは，要件定義から方針および IT インフラストラクチャ設計の一連のプロセスをまとめて「ソリューション設計」として定義する．また，クラウドのソリューション設計を行なうことを「クラウド・ソリューショニング」と定義する．このクラウド・ソリューショニングは，クラウド上でユーザの要件をもとに IT インフラストラクチャを

©2015 Information Processing Society of Japan

動作させるために必要不可欠なプロセスである．

ソリューションの設計として，一つの VM インスタンスの提供を例にする．クラウドに，このインスタンスを要求するときに CPU，メモリ，ストーレージ，あるいは OS の種類をカタログリスト（クラウドから提供されているテンプレート）から選択する．このとき，このインスタンスで行なうアクティビティやアプリケーション・プログラムのワークロードを事前に正確に見積もって，クラウドに対して適切なサイズと種類を要求することが必要である．通常，この事前に見積る作業は，クラウドのサービスである自動化の範疇ではなく，ユーザあるいは専門家が人手を使って行なうことが必要である．また，クラウドから複数のインスタンスを同時に提供を受ける場合も，一つの VM インスタンスの提供を受ける場合と同様に人手を使って行なうことが必要になる．さらにクラウドにおいてプロダクションレベルのサービスを提供するため，その構成や付加サービスの選択に関して，最適なインフラストラクチャの構成を作ることが，ソリューションにおいて重要な課題となってくる．

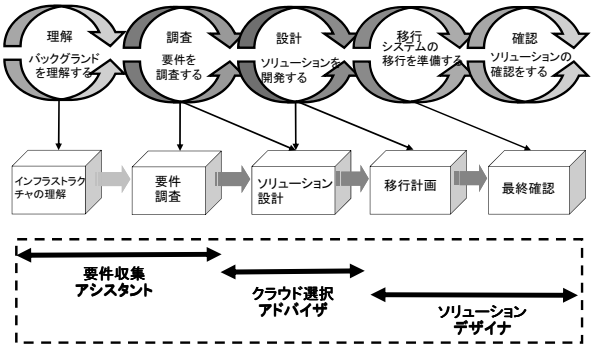


図 2 クラウド・ソリューショニングのプロセス

また，クラウドのソリューションでは，バックアップやリストア，災害対策のための方式やサイト，クラウド内及びアクセスのネットワーク構成の選択もこのフェーズに分類される．そのため，IT インフラストラクチャにおいて既存のコンピューティング環境の要件項目をもとにして，最適なインフラストラクチャ構成をクラウド上に構築するための共通の設計方法やデータ・モデルが必要となる．これが，クラウドのインフラストラクチャのソリューションにおける研究課題になる．

また，大規模なインフラストラクチャを設計する場合，クラウド・ソリューションニングは，クラウドの専門家（例えば，アーキテクトやコンサルタント）が熟練と経験をもとにして，ユーザのインフラストラクチャ要件を明確にする．その要件項目をもとに，最適なインフラストラクチャの設計を行なう．このように専門家のスキルや経験をもとに行っているため，クラウドにおいても IT ソリューションのモデル手法を使った一般化やソリューションの設計に，人手を介在しないで行なう自動化に関する研究は，まだあまり行われていない．クラウドのソリューションに関する研究は，医療や自動車のような特定のインダストリのアプリケーションがクラウド上で稼働するときのソフトウェアやインフラストラクチャの問題が多く取り上げられているが，アプリケーションを問わずインフラストラクチャのソリューションのみにフォカースしている研究は極めて少ない [11][12][13]．次の章では，クラウド・ソリューショニングを行なうときにサービスとして提供するソフトウェアとその機能について述べる．

3.2 パターン

ソフトウェア・エンジニアリングでよく知られているデザインパターンを，クラウドに適用する研究されている [14]．デザインパターンとは，問題を解決するために作成されたソリューションを再利用できるようにするための一般的な構成（パターン）のことである．このデザインパターンをクラウドに適用することよって，クラウドへのソフトウェアの自動移行や新規に構築できるようになる．一方でクラウドのインフラストラクチャ場合，提供されているデザインパターンを使うだけでソリューションを構築することに対応可能かどうかは不明である．しかし，多数のパターンがある場合，そのなかからソリューションのための適切なパターンを探し出すことは，簡単にはできない [15] [16].

3.3 インフラストラクチャ設計のプロセス

図 2 は，クラウドのインフラストラクチャ設計のプロセス（ソリューショニング）である．これらのプロセスを，それぞれ「インフラストラクチャの理解」,「要件調査 」,「ソリューション設計」,「移行」及び「確認」の 5 つに分けて整理する．

(1) インフラストラクチャの理解：このプロセスでは，IT システムの現状や目的を理解して整理する．例えば，IT システムのビジネス上での問題点が，IT コストがかかり過ぎるのであれば，その原因が IT システムが複雑になったためなのか，あるいは IT プロセスが複雑になって人手と時間が多くかかってしまっているのかについて理解と整理を行なう．また，目的に関して優先順位が何かを決める．例えば，素早い IT サービスを適用することかあるいは，複雑になっているシステムを単純化するのかについて優先順位をつけて整理を行なう．

(2) 要件調査：このプロセスでは，アプリケーションやインフラストラクチャの項目を明確にして，クラウド・インフラストラクチャに対する要件項目としてまとめることを，このフェーズで行なう．また，すでに既存の IT システムがあって，クラウド上にその IT システ

©2015 Information Processing Society of Japan

ムを移行する場合には，既存のインフラストラクチャに関する要件項目も追加してまとめる．

(3) ソリューション設計：このプロセスでは，上記の「要件調査」をもとにして，クラウドのITインフラストラクチャーに対して最適なソリューションを設計する．

(4) 移行：このプロセスでは，前の項目のソリューション設計をもとにして，既存のITインフラストラクチャからクラウドへの移行についての計画および見積りを行なう．

(5) 確認：このプロセスでは，上記のクラウド上のITインフラストラクチャのソリューションが，要件に合っていることをチェックして，クラウド上に実装することに問題がないか確認する．

この5つのプロセスを処理することで，クラウド・インフラストラクチャのソリューションを用意することができる．

3.4 クラウド・ソリューション

クラウド・ソリューショニングは，既存のITインフラストラクチャのコンピューティング環境の要件をもとに，クラウド上での最適なITインフラストラクチャの構成を設計して，そのインフラストラクチャの構築を目的としている．

例えば，アプリケーション・ソフトウェアに必要なCPU，メモリ，ディスクとネットワークに対する要件があって，それらの要件を満たすようにクラウドのリソースを適切に提供するためのアーキテクチャや設計が，クラウド上のITソリューションである．また，例えば，一つのVMインスタンスをクラウドに要求するとき，ユーザは，CPU，メモリ，ストーレージ量及びOSの種類をカタログリスト（提供されるテンプレート）から選択する．選択する前に，そのインスタンスで行なうアクティビティやアプリケーション・プログラムのワークロードを正確に見積もって，クラウド上での適切な構成を行なう必要がある．通常，これらの作業は，クラウドとは関係なく専門家が人手で経験と知恵で行なう必要がある．また，複数のインスタンスを同時に提供を受ける場合やプロダクションレベルのサービスを，そのインスタンスから提供するためには，どのような構成が最適なのか，インフラストラクチャでの最適構成を作ることが，大きな課題になっている．さらにバックアップやリストア，災害対策のための方式やサイト，また，クラウド内及びアクセスのためのネットワーク構成を行なう作業もこのクラウド・ソリューショニングに分類される．

今までのクラウドの研究の大半が，従来の研究分野の技術要素をクラウドに適用あるいは拡張するアプローチをとってきている（例：サーバ，ストレージ，ネットワークの要素技術の研究）．これらのコンピュータ資源は，サービス・プロバイダが運用管理していてサービスを提供しているため，クラウドのサービス・プロバイダが直面する問題であって，クラウドのユーザは，サービスを受ける側であって，これらの問題は直接関係していない．

コンピュータ資源に対する研究は，クラウド以前からずっと行なわれており，それらをクラウドのコンピューティング環境に適用している．そのため，現在でもクラウドの独自研究として分類できる研究はあまり多くはない[17]．また，クラウドでの研究は，サービス・プロバイダや一般の幅広いエンド・ユーザに対してだけでなく，今後，企業のITシステムが提供しているサービスに対する研究が，重要になっていくことが報告されている[18]．このクラウドでのサービスがこの論文で提案しているポータルによるITインフラストラクチャのソリューション・サービスの自動化である．この提案手法によって，今まで専門家を必要としたソリューション設計をセルフケアポータルによってユーザが自ら作成するできる．

4. クラウド・ソリューショニングのソフトウェア

インフラストラクチャ設計のプロセスである図2をサポートするために，ソフトウェアとそれを利用したサービスをこの章で説明する．図3は，クラウド・ソリューショニングをサポートするソフトウェアの構成である．ユーザが行なうクラウドのソリューションニングをサポートするためのソフトウェアの機能として図2の下にあるように「要件収集アシスタント」，「クラウド選択アドバイザー」，「ソリューション・デザイナ」の3つの機能を提供する．これら3つの機能について，それぞれ説明する．

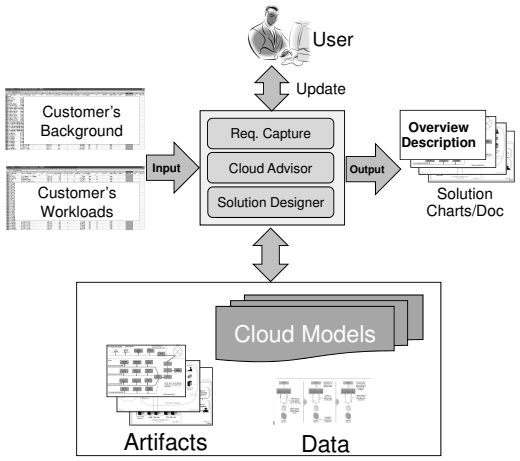


図 3 ソフトウェアの構成

4.1 要件収集アシスタント

クラウド上でソリューションを設計するにあたって，最初にユーザの要件を明確にする必要がある．ここで要件とは，実際のプロビジョンニングや構築前に実装すべき機能や性能の条件のことであり，この要件を明確にすることを要件

©2015 Information Processing Society of Japan

定義と呼ぶ．要件収集アシスタント (Cloud Requirement Assistant) は，ユーザが持っているインフラストラクチャの技術項目の要件をインタラクティブに収集して整理する機能をもっている．図 3 の Req. Capture が，要件収集コンポーネントであり，図 4 がそのスクリーンである．ここでは，ユーザがクラウド上において実現すべき技術項目（例えば，データへのアクセスをユーザのサイトから VPN 経由で行なう.）を項目として収集する．この収集した要件項目をクラウド・インフラストラクチャに対する要件項目として整理して出力する．クラウドにおいて，通常ソリューション設計に使われているシート，ドキュメント，設計書がある．これらの入力をもとにして要件定義データベースが構築される．要件収集アシスタントは，このデータベースをもとにユーザに対して要件項目を整理するためのインタラクションを行なう．このインタラクションの結果，要件項目リストを出力できる．この要件項目リストを「クラウド選択アドバイザ」と「ソリューション・デザイナ」の入力とする．

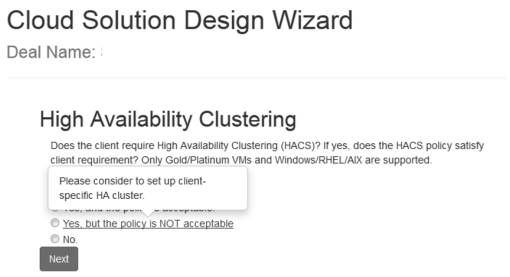


図 4 画面（要件収集コンポーネント）

「要件収集アシスタント」において下記の主要な要件項目をユーザから収集してクラウドに対する要件リストとする．

- クラウドのデータセンターの場所
- VM インスタンスの数，OS のタイプ
- 必要となる仮想 CPU 数, メモリ量，ディスクサイズ
- ネットワーク構成（複数のサブネット・VLAN，IP アドレス，ホスト名）
- 外部ネットワークの接続（VPN，MPLS，専用線）
- 専用のハードウェア機器（例：ロードバランサやファイアウォール)
- サービス管理をプロバイダに依頼するか独自で行なうか.
- サービスに対する SLA(Service Level Agreement)
- ライセンス管理，パッチ管理，モニタリング，インシデント管理
- バックアップ・リストアのサービス
- 災害復旧サービスとバックアップデータセンタ
- 管理者権限が必要かどうか
- セキュリティやコンプライアンス

また，この要件収集コンポーネントでは，要件の項目を選択するときに必要となる質問を行なって，ユーザへの質問がわかりやすくなるように表示する．そのために，ここでは，ユーザが入力しやすように質問項目に対する説明を随時表示することを行なう．さらに入力する要件項目がわからない場合，以前のデータから同様の入力可能な値を参考として表示する．さらに，要件が明確ではない場合は，質問に対して明確ではない回答を選択できる．この方法によって回答がどのようになってもよい可能性を残すことができる．この要件収集コンポーネントでの最終結果として，複数のソリューション・テンプレートを候補として出して画面の選択を行なう機能を入れることができる．

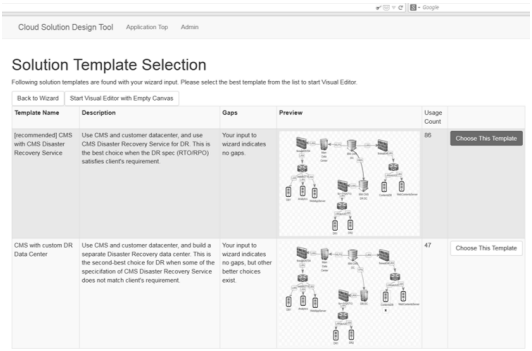


図 5 画面 (ソリューションのテンプレートの選択)

4.2 クラウド選択アドバイザ

クラウド選択アドバイザ (Cloud Offering Advisor) は，要件収集アシスタントで出力した要件項目リストを入力にする．また，ユーザからクラウドに対する条件も入力とする．この 2 つの入力をもとにデータベースにあるクラウドの種類から最適なクラウドをユーザに提示するソフトウェアである．図 5 が，クラウド選択アドバイザでの画面である．ユーザは，自らが調査しなくともこれらの入力をもとに最適なクラウドとそのスコアを知ることができる．下記が，クラウド選択アドバイザにおいて選択されるクラウドの種類（リスト）である．

- パブリック・クラウド
- プライベートクラウド（カスタマー・データセンター）
- プライベートクラウド（プロバイダ・データセンター）
- 管理されているライベートクラウド
- アプリケーションの専用クラウド
- クラウドには，該当せず一般の IT インフラストラクチャとして構築する.

このリストのパブリック・クラウドは，一般向けのクラウドであって IaaS そのものを提供している．またプライベート・クラウド（カスタマー・データセンター）は，プライベートクラウドで，データセンターはユーザが所有し

©2015 Information Processing Society of Japan

ているデータセンターを使用する．プライベートクラウド（プロバイダ・データセンター）は，プライベートクラウドであるが，プロバイダが所有しているデータセンターを使うことを意味する．また，管理されているライベートクラウドは，プロバイダが管理までを提供しているクラウドである．アプリケーションの専用クラウドは，クラウドであってもアプリケーションのサービスを提供するクラウドであってインフラストラクチャは，アプリケーションをサポートするためでサービスとして直接提供されていない．リストの最後にある選択アイテムは，クラウドではなく，一般の IT インフラストラクチャとして構築するというオプションである．要件において，なんらかの理由でクラウドに移行できない項目があり，その理由から従来の IT インフラストラクチャとして構築することを選択する．

4.3 ソリューション・デザイナ

「ソリューション・デザイナ (Cloud Solution Designer)」は，要件収集アシスタントとクラウド選択アドバザーの出力をもとにしてソリューションの作成をサポートするソフトウェアである．このソフトウェアの出力結果は，クラウドのプロビジョニングへの入力として利用できる．図 6 は，ソリューション・デザイナの画面である．ソリューション・デザイナでは，データベースに，今までの IT インフラストラクチャ・ソリューションの参考資料やユースケースが記録されている．また，クラウドのインフラストラクチャ機能や制約が記述されているドキュメントも記録されている．このソリューション・デザイナは，要件収集アシスタントの要件リストとオファリング・アドバイザのオファリングの選択結果と構成オプションを入力とする．ユーザは，ソリューション設計の手順をもとにして，クラウド上の IT ソリューションを設計を行なう．また、クラウド上での運用管理に関しても IT ソリューションの一部として，このソフトウェアを使って設計することができる．図 6 は，ソリューション・デザイナの画面であり，この機能から構成情報とソリューションに関連した情報が出力される．

5. 議論

図 3 のソフトウェアが利用するサーバーのデータとして，クラウドモデル（Cloud Models），各種ドキュメント (Artifact)，データ (Data) がある．クラウドモデルは，クラウドに対する要件項目，クラウドの種類の特徴，それぞれのクラウドの機能や制約が記録されている．また，各種ドキュメントは，今までに利用したソリューションのドキュメント，プレゼンテーションファイル，その他 WEB コンテンツが保管されていて，ソリューションの設計のとき，ソフトウェアから利用される．さらにデータは，クラウドにかかわるデータ（例えば，VM 最大数，ハードウェアの機能，ネットワークのバンド幅）として定量化できるものを保管して利用する．

ソリューションを設計するとき，要件にあった構成を選択する必要がある．例えば，オペレーティング・システムが Windows と Linux の 2 種類あって，どちらも同じように利用できるとすると，選択はどちらでもよいことになる．その場合，今までソリューションとして実績があるかどうか，インストールするソフトウェアの動作した実績があるかについてをもとに，実績がある方を選択するように選択することが望ましい．このように適切な構成を選択するために，今までのソリューションの実績やソフトウェアの動作実績のデータが必要となり，またそれらの動作実績に対しても定量的な評価ができるようにスコアを割り当てる必要がある．今後，この処理を追加することによって，より要件に適したソリューションをユーザに提供することができる．

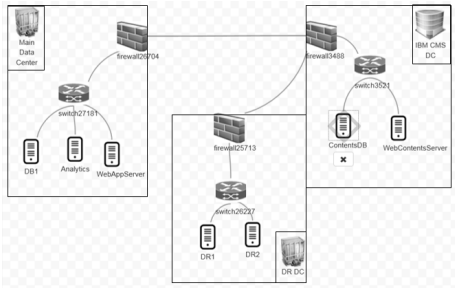


図 6 画面（ソリューション・デザイナ）

また，クラウドは，共通基盤としてサービスを提供しているため，インフラストラクチャに多くの制約がある．これは，ハードウェアを購入して専用で利用する方式と大きく異るところである．クラウドでは，一般的にカタログリストから選択することになり，このカタログのアイテムでもある程度の構成の選択が可能である．VM をカタログから選択したとき，vCPU 数，メモリ量，ディスク量がを選択できる．しかし，これらについて最大数及び最大量が提供されているクラウドで定められていて，これが制約となっている．例えば，vCPU 数が，最大 16 までとカタログでサービスとして定められている場合は，通常の処理ではこれ以上の vCPU 数を入手できないことになる．このような制約や制限のチェック機能がソフトウェアに必要となる．簡単な制約は入れることができる．しかし，複数の機能によって起される制約は，データとして事前に定義しておき，それを使ってソリューションの構成をチェックする必要がある．

このサービスでは，既存のデータが必要となる．既存のソリューションで作られたファイルあるいはデータを構造化して記録するためことが必要である．現在は，既存にあるファイルやデータを変換して入れているが，このソフト

©2015 Information Processing Society of Japan

ウェアをもとにして，作られたアウトプットも新規データとして再利用できるようにすることが必要である．そのためには，アウトプットとして単にソリューション構成を出力するだけでなく，アウトプットの属性として，要件項目やソリューション・エディタでの構築情報を記録することが必要である．

6. おわりに

この論文で提案しているクラウド・ソリューションに対する設計サービスによって，クラウド上のITインフラストラクチャでのソリューションに対する信頼性を高く提供することができる．また，このソフトウェアを使ったサービスは，前提になる経験や知識が少なくてもユーザは容易にソリューション設計を行なうことができる．そのため，このサービスを利用するによってクラウドの専門家に依頼しなくても迅速にITインフラストラクチャのソリューションを構築することができる．また，サービスを使うことによって，クラウドにおける自動化の範囲を広げることができる．さらにプロダクション利用のため，このソフトウェアからのサービスの結果を，実際にリソースをプロビジョニングするフェーズにそのままつなげることができ，自動化による省力化を図ることができる．

謝辞

この論文のソフトウェアに関して貢献があった日本アイ・ビー・エム株式会社三品拓也氏に感謝の意を表す．

参考文献

[1] Kushida, T. and Pingali, G.: Industry Cloud - Effective Adoption of Cloud Computing for Industry Solutions, *Cloud Computing (CLOUD), 2014 IEEE 7th International Conference on*, pp. 753–760 (online), DOI: 10.1109/CLOUD.2014.105 (2014).

[2] Hsu, C.-Y. and Wang, H.-I.: A research of critical factors in the the enterprise adoption of cloud service, *Awareness Science and Technology and Ubi-Media Computing (iCAST-UMEDIA), 2013 International Joint Conference on*, pp. 465–469 (online), DOI: 10.1109/ICAwST.2013.6765485 (2013).

[3] Montero, R.: Building IaaS Clouds and the art of virtual machine management, *High Performance Computing and Simulation (HPCS), 2012 International Conference on*, pp. 573–573 (online), DOI: 10.1109/HPCSim.2012.6266975 (2012).

[4] Armbrust, M., Fox, A., Griffith, R., Joseph, A. D., Katz, R., Konwinski, A., Lee, G., Patterson, D., Rabkin, A., Stoica, I. and Zaharia, M.: A view of cloud computing, *Commun. ACM*, Vol. 53, No. 4, pp. 50–58 (online), DOI: 10.1145/1721654.1721672 (2010).

[5] Armbrust, M., Fox, A., Griffith, R., Joseph, A. D., Katz, R. H., Konwinski, A., Lee, G., Patterson, D. A., Rabkin, A., Stoica, I. and Zaharia, M.: Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing, Technical Report UCB/EECS-2009-28, EECS Department, University of California, Berkeley (2009).

[6] Li, Z., O'Brien, L., Zhang, H. and Cai, R.: On a Catalogue of Metrics for Evaluating Commercial Cloud Services, *Grid Computing (GRID), 2012 ACM/IEEE 13th International Conference on*, pp. 164–173 (online), DOI: 10.1109/Grid.2012.15 (2012).

[7] OpenStack: OpenStack Orchestration, https://wiki.openstack.org/wiki/Heat (2015).

[8] Kushida, T. and Mishina, T.: Cloud Solutioning - Self-service infrastructure design, Technical Report 3, IPSJ SIG-DPS Technical Report (March) (2015).

[9] Quinton, C., Duchien, L., Heymans, P., Mouton, S. and Charlier, E.: Using Feature Modelling and Automations to Select Among Cloud Solutions, *Proceedings of the Third International Workshop on Product LinE Approaches in Software Engineering*, PLEASE '12, Piscataway, NJ, USA, IEEE Press, pp. 17–20 (online), available from ⟨http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2666064.2666069⟩ (2012).

[10] 串田高幸: クラウド・ソリューショニング, Technical Report IPSJ-SIG-DPS-2015-03, IPSJ SIG-DPS, Tokyo JAPAN (2015).

[11] Ukis, V., Tirunellai Rajamani, S., Balachandran, B. and Friese, T.: Architecture of Cloud-Based Advanced Medical Image Visualization Solution, *Cloud Computing in Emerging Markets (CCEM), 2013 IEEE International Conference on*, pp. 1–5 (online), DOI: 10.1109/CCEM.2013.6684428 (2013).

[12] Liu, W. and Park, E.: e-Healthcare cloud computing application solutions: Cloud-enabling characteristices, challenges and adaptations, *Computing, Networking and Communications (ICNC), 2013 International Conference on*, pp. 437–443 (online), DOI: 10.1109/ICCNC.2013.6504124 (2013).

[13] Iwai, A. and Aoyama, M.: Automotive Cloud Service Systems Based on Service-Oriented Architecture and Its Evaluation, *Cloud Computing (CLOUD), 2011 IEEE International Conference on*, pp. 638–645 (online), DOI: 10.1109/CLOUD.2011.119 (2011).

[14] Di Martino, B., Cretella, G. and Esposito, A.: Mapping Design Patterns to Cloud Patterns to Support Application Portability: A Preliminary Study, *Proceedings of the 12th ACM International Conference on Computing Frontiers*, New York, NY, USA, ACM, pp. 50:1–50:8 (online), DOI: 10.1145/2742854.2747280 (2015).

[15] Di Martino, B. and Esposito, A.: Towards a Common Semantic Representation of Design and Cloud Patterns, *Proceedings of International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services*, New York, NY, USA, ACM, pp. 385:385–385:389 (online), DOI: 10.1145/2539150.2539226 (2013).

[16] Fehling, C., Ewald, T., Leymann, F., Pauly, M., Rutschlin, J. and Schumm, D.: Capturing Cloud Computing Knowledge and Experience in Patterns, *Cloud Computing (CLOUD), 2012 IEEE 5th International Conference on*, pp. 726–733 (online), DOI: 10.1109/CLOUD.2012.124 (2012).

[17] Zhang, Q., Cheng, L. and Boutaba, R.: Cloud computing: state-of-the-art and research challenges, *Journal of internet services and applications*, Vol. 1, No. 1, pp. 7–18 (2010).

[18] Breitgand, D. and Glikson, A.: Global enterprise cloud transformation: Centralize, distribute or federate?, *Integrated Network Management (IM 2013), 2013 IFIP/IEEE International Symposium on*, pp. 892–895 (2013).

©2015 Information Processing Society of Japan