

# SLA に基づいたクラウドサービス選択のための 要求工学プロセスの提案

2008MI148 森下 月菜 2008MI284 米澤 麻衣子

指導教員 青山 幹雄

## 1. はじめに

近年、クラウドサービスの提供が増大し、利用者にとって最適なクラウドサービスの選択が課題となっている。

サービス選択基準として、SLA(Service Level Agreement) が用いられている。しかし現在、サービスレベルに対する要求定義方法は明確でないため、サービス選択が困難である。本稿では、コンシューマの要求定義に基づき、クラウドサービスの選択を支援する要求工学プロセスを提案する。

## 2. 研究課題

コンシューマの求めるサービスレベルを満たすサービスを選択するための要求定義プロセスが存在しないことが課題である。クラウドサービスを選択する際には、提供されるサービスレベルを、SLA を用いて確認することが必要である。しかし、既存の要求工学プロセスでは、サービスレベルを含めた要求定義が困難である。

## 3. 関連研究

### 3.1. クラウドの3層構造

本稿では、NIST(National Institute of Standards and Technology)[4]の SaaS(Software as a Service), PaaS(Platform as a Service), IaaS(Infrastructure as a Service)の3層モデルに基づく。

### 3.2. SLA

SLA とは、サービスレベルを明示的、定量的に定義した文書である。SLA によりコンシューマは、サービスの提供内容と提供範囲を事前に知ることができるため、最適なサービスを選択できる。

### 3.3. サービス選択に対するゴール指向要求アプローチ

クラウドサービス選択に対するゴール指向要求工学アプローチが提案されている[6]。しかし、この提案では、SLA の利用方法が明確にされていない。

## 4. アプローチ

本稿では、コンシューマにとって最適なクラウドサービスを選択するために、SLA を用いる。SLA は、サービスの写像であるといえる。サービスの代わりに、そのサービスの SLA を用いることで、コンシューマに適したサービスを絞り込むことが可能である。よって、絞り込まれた SLA はコンシューマに適したサービスを、ある程度提供していると考えら

れる。SLA を利用するためには、サービスレベルを要求として獲得する必要がある。そのため、要求獲得では非機能要求に関連付けて、サービスレベルを定義する。SLA をモデル化し、機能要求とSLAを照合できるようにする。機能要求と非機能要求を SLA と照合することで、サービスを評価する。このため、エンタープライズシステムを対象とし、各プロバイダから各クラウドサービスについての SLA が提供されていることを前提とする。

## 5. 提案方法

### 5.1. 提案プロセス

REBOK[5]の要求工学プロセスを参考とし、クラウドサービス選択のための新たな要求工学プロセスを定義する。図1は、提案するサービス選択のためのプロセスである。

新たに定義するプロセスは、SLA 照合とサービス選択である。SLA 照合では、SLA の項目とコンシューマの要求を照らし合わせ、SLA を評価した値(SLA 評価値)を算出し、コストを見積る。サービス選択では、サービスが備える機能と非機能の制約、SLA 照合で算出した SLA 評価値、サービスのコスト、これら3つの要素のトレードオフによりサービスを選択し、社内運用時とのコストと利益の比較を行う。

本プロセスは、REBOK の要求プロセスに準拠している。よって本稿では、拡張したプロセスについて説明する。

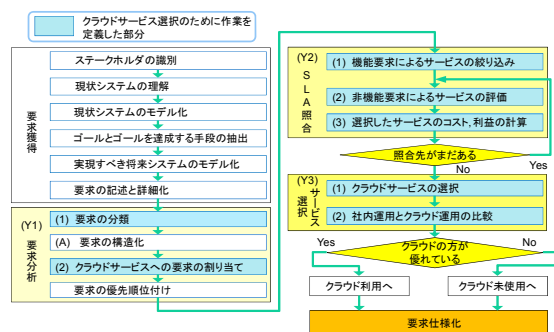


図1 提案するクラウドサービス選択プロセス

### 5.2. SLA のモデル化

現在 SLA には、通信サービス事業者が用いる一般的な SLA[1]と、経済産業省が推奨している SaaS 向け SLA[3]の2つが存在する。しかし、これらの SLA の要素は、一般的なシステムまたは SaaS に限定したものである。従って、全て

のサービス形態を網羅できるように、SLA の要素を定義する必要があると考えられる。

このような SLA の要素として、表 1 の 9 つを挙げる。ただし、表 1 中の 7 は以下の 5 つを必須項目として含むとする。

- (1) 稼働率
- (2) セキュリティ
- (3) 処理能力 (オンライン応答時間など)
- (4) 障害時対応 (バックアップの有無など)
- (5) 業務アプリケーションの変更に対する対応レベル(カスタマイズ性など)

表 1 SLA の要素

要素番号	SLA の要素	要素の説明
1	前提条件	サービスを利用するために必要なものを記載
2	役割と責任	ユーザとプロバイダの役割と責任を記載
3	サービス内容の概要	何を行うサービスであるかを記載
4	システム構成	システムの構成を表した図を記載。概要図も可。
5	ハードウェア、開発環境	サービスが提供する環境などについて記載
6	サービスの詳細仕様	3 の内容をより詳細に記載
7	サービスレベル	各サービスレベル項目について、規定内容(定義と計算式)と測定単位、設定値、備考を記載
8	サービスクレジット	サービスレベルを下回った場合の対応を記載
9	サービスレベル補足	サービスレベル適用外の項目や 7 の補足を記載

### 5.3. 要求分析

#### (1) 要求の分類

要求特性に着目し、次のように要求を分類する。

- (I) 機能要求
- (II) 非機能要求
  - (a) 品質要求
  - (b) 制約(法令遵守/ 技術要求/ 開発制約)

ISO/IEC 25010[2]に基づき、非機能要求の品質特性、および品質副特性と、SLA のサービスレベルの分類とサービスレベル項目の対応関係を定義する。主要な対応関係を、表 2 に示す。要求とサービスレベルとの対応付けは、図 1(Y1)-(A)で行う。

表 2 非機能要求とサービスレベルの対応関係

非機能要求 (ISO/IEC 25010)		サービスレベル	
品質特性	品質副特性	サービスレベル項目	分類
セキュリティ	秘密性	通信の暗号化レベル	セキュリティ
	非否認	アプリケーションに関する第三者の評価	
	アカウントビリティ	情報取扱い、環境、公認証取得の要件	
	真正性	情報取得者の制限	
互換性	相互運用性	外部接続性	拡張性
保守性	変更性	カスタマイズ性	
	解析性	障害監視間隔	
信頼性	成熟性	平均故障間隔	信頼性
	回復性	平均復旧時間	
効率性	時間効率性	オンライン応答時間、バッチ処理時間	性能
	資源効率性	システム資源使用率	

#### (2) クラウドサービスへの要求の割り当て

NIST のクラウド定義より、SaaS は機能、PaaS は開発言語/ ツール、IaaS はプロバイダ OS に対する要求が必要である。サービス形態毎に必要な要求を表 3 に示す。

要求の割り当てを終えた後は、SaaS の選択を対象として、以降のプロセスを適用する。

表 3 サービス形態毎に割り当てる要求

要求項目	SaaS	PaaS	IaaS
機能	要求する機能 (例) スケジュール	-	-
開発言語ツール	-	自社開発で使った言語ツール (例) Java	-
プロバイダ OS	-	自社開発で使ったサーバの OS (例) Windows Server 2008	-
クライアント OS	社内で使用している OS	(例) Windows Vista Business Edition(32bit)	-
非機能	要求する非機能	(例) CPU:2GHz, メモリ:1GB	-

### 5.4. SLA 照合

#### (1) 機能要求によるサービスの絞り込み

上記の 5.3(1)で分類した要求のうち、機能要求と非機能要求の制約を用い、SLA と照合してサービスを絞り込む。絞り込みを行う対象のサービスは、5.3(2)で特定したクラウドサービス形態のサービスである。

#### (2) 非機能要求によるサービスの評価

図 1(Y1)-(A)で分析された非機能要求と 5.4(1)で絞り込まれたサービスの SLA 項目を照合し、サービスを評価する。

「サービスを評価する」とは、コンシューマの要求に対し、サービスレベルがどの程度満たされているかを見極めるために、値を算定することである。サービスを評価した値を、SLA 評価値とする。SLA を評価するために、非機能要求に対応する SLA 項目の状態を評価し、要求の優先順位によって重み付けを行う。

SLA 項目の状態と、その状態に対する評価値(SLA 項目評価値)を以下のように定義する。

- (a) 記載なし  
ある非機能要求の項目に対し、対応する SLA 項目が記載されていない状態。この状態の SLA 項目評価値を 0 点とする。
- (b) 満たさない  
ある非機能要求の項目に対し、対応する SLA 項目が記載されており、かつ非機能要求の項目が対応する SLA 項目の部分集合とならない状態。この状態の SLA 項目評価値を 1 点とする。
- (c) 十分  
ある非機能要求の項目が、対応する SLA 項目の部分集合であり、SLA 項目が非機能要求の十分条件である状態。この状態の SLA 項目評価値を 2 点とする。
- (d) 必要十分  
ある非機能要求の項目が、対応する SLA 項目の部分集合であり、SLA 項目が非機能要求の必要十分条件である状態。この状態の SLA 項目評価値を 3 点とする。

SLA 評価値の算定式を以下のように定義する(式 1)。

$$\sum_{k=1}^n (\text{優先順位 } k \text{ の SLA 項目評価値}) \times (\text{優先順位 } k \text{ の逆数}) \quad (1)$$

n: 最下位の優先順位の値、(優先順位 k の逆数) = 1/n

0 ≤ (優先順位 k の SLA 項目の評価値) ≤ 3,

0 ≤ (SLA 評価値) ≤ 3  $\sum_{k=1}^n 1/k$

#### (3) 選択したサービスのコスト、利益の計算

現在選択している SLA を提供しているクラウドサービスのコスト、利益を見積る。コストは、要求定義にかかるコストも含めて見積る。なお 5.4(2), (3)は、照合する必要のあるサービス全てに対し行う。

## 5.5. サービス選択

### (1) クラウドサービスの選択

絞り込まれたサービスの機能と非機能の制約、式(1)で算定した SLA 評価値とその内容、サービスにかかるコストのトレードオフを行う。トレードオフの結果、コンシューマにとって最適であると考えられるサービスを選択する。

### (2) 社内運用とクラウド運用の比較

選択したクラウドサービスを利用する場合と、社内運用をしていた場合とのコスト、利益を比較する。比較の結果、クラウドサービスが優れていると判断できれば、クラウドサービスの利用を決定する。優れていないと判断できれば、5.3(2)に戻り、サービス形態を変更し、再検討する。何度か繰り返して、クラウドの方が優れていないと判断できる場合、要求するサービスレベルを達成できるようなサービスを自社で開発することを検討する。

## 6. 提案プロセスの検証

### 6.1. 検証範囲と検証方法

要求獲得と要求分析は、REBOK の要求工学プロセスに準拠しているため、検証の範囲を SLA 照合とサービス選択の 2 つのプロセスとする。なお、5.5(1)は、トレードオフに関する 3 つの要素が抽出できることを確認する。ただし、5.4(3)の利益と 5.5(2)は、詳細な業務データを扱わないため、検証の対象とはしない。

本稿では、クラウドの 3 層構造のうち SaaS を対象とする。

### 6.2. 検証の前提条件

検証の前提条件として、以下の 2 つを挙げる。

- 要求獲得、分析は既に終わっている。
- セキュリティに関して VPN(Virtual Private Network)が提示されている場合、SLA 項目評価値を「十分(2点)」として SLA 評価を行う。SSL(Secure Socket Layer)と VPN 以外の暗号化方法についての記載がある場合は、「満たさない(1点)」とする。

### 6.3. サービスコンシューマ

検証対象となるサービスコンシューマを定義した(表 4)。

表 4 サービスコンシューマの定義

項目	内容	
従業員数 (社内システム利用者数)	100 名	
社内クライアント OS	Windows Vista Business Edition(32bit 版)	
社内システム	開発言語	Java
	サーバ OS	Windows Server 2008
	CPU	2GHz
	メモリ	1GB
	ディスク容量	100GB

## 6.4. 要求

SaaS への要求とその優先順位を以下に示す(表 5)。

表 5 SaaS に対する要求の優先順位

優先順位	機能要求	非機能要求(サービスレベル)		クライアント OS の制約
		非機能	要求する値	
1	設備予約	稼働率	月間 99.95%	Windows Vista Business Edition(32bit 版)
2	カレンダー	カスタマイズ性	有	
3	タイムカード	回線速度	1GB	
4		通話の暗号化レベル	SSL	
5		オンライン応答時間	平均 3 秒以内	
6		CPU	2GHz	
7		メモリ	1GB	
8		外部接続性	有	
9		ディザスタリカバリ	有	
10		バックアップ	有	
11		ストレージ	100GB	

## 6.5. SLA

SLA の調査を行ったサービスの一覧を表 6 に示す。これらのサービスは、サービス毎に SLA の記述方法と記述内容が異なっていた。本稿の検証では、表 6 のうち SaaS の SLA をモデル化したものを用いた。

表 6 調査したサービスの一覧

階層	サービス名	URL
SaaS	CyberMail Σ	http://www.cybersolutions.co.jp/
	Google Apps	http://www.google.com/apps/
	OfficeForce	http://www.nec.co.jp/StarOffice/OfficeForce/
	desknet's	http://www.desknet.com/applitus/
PaaS	Windows Azure	http://www.microsoft.com/japan/windowsazure/
	Force.com	https://www.salesforce.com/jp/
IaaS	BIGLOBE クラウドホスティング	http://business.biglobe.ne.jp/hosting/cloud/lp/lp_02.html
	KVH IaaS	http://www.kvh.co.jp/#ja
	Amazon EC2	http://aws.amazon.com/jp/ec2/
	NIFTYCloud	http://cloud.nifty.com/?utm_source

## 6.6. 検証結果

検証に用いたサービスは、CyberMail Σ、Google Apps、OfficeForce、desknet's の 4 つである。

### (1) 機能要求によるサービスの絞り込み

機能として「設備予約」を備え、かつクライアント OS の制約である「Windows Vista Business Edition(32bit 版)」で利用できるサービスは、OfficeForce と desknet's である(表 7)。

表 7 サービスの絞り込み結果

絞り込み項目	絞り込み対象	desknet's	CyberMail Σ	Google Apps	OfficeForce
機能	設備予約	○	×	×	○
クライアント OS	Windows Vista Business Edition (32bit 版)	○	○ (指定あり)	○	○ (指定あり)

注: 「○」は、絞り込み対象が提供されていることを表す。

「×」は、提供されていないことを表す。「指定あり」とは、OS の指定があることを表す。

### (2) 非機能要求によるサービスの評価

OfficeForce と desknet's の SLA 評価を行った(表 8)。

表中の順位は、非機能要求の優先順位を表し、評価対象は、非機能要求を表す。また、キーワード評価は、SLA 項目の状態を表す。

### (3) 選択したサービスのコスト、利益の計算

OfficeForce と desknet's のコストの見積りを、表 9 に示す。

### (4) クラウドサービスの選択

照合した 2 つのサービスに対し、それぞれ機能と非機能

の制約, SLA 評価値, サービスのコストの3要素が抽出されていることを確認する(図2, 表10).

表 8 OfficeForce と desknet's の SLA 評価値

照合項目		OfficeForce		desknet's	
順位	評価対象	キーワード 評価	SLA 項目 評価値	キーワード 評価	SLA 項目 評価値
1	稼働率	記載なし	0	十分	2
2	カスタマイズ性	記載なし	0	必要十分	3
3	回線速度	記載なし	0	必要十分	3
4	セキュリティ	十分	2	必要十分	3
5	オンライン応答時間	記載なし	0	記載なし	0
6	CPU	記載なし	0	記載なし	0
7	メモリ	記載なし	0	記載なし	0
8	外部接続性	記載なし	0	記載なし	0
9	ディザスタリカバリ	記載なし	0	記載なし	0
10	バックアップ	必要十分	3	必要十分	3
11	ストレージの容量	満たさない	1	満たさない	1
		OfficeForce SLA 評価値		desknet's SLA 評価値	
		0.89		5.64	

表 9 OfficeForce と desknet's のサービスコスト

OfficeForce	desknet's
98,000 円/月	162,750 円/月

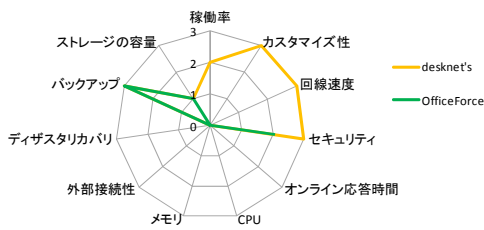


図 2 SLA 評価の結果一覧

表 10 トレードオフの要素群

トレードオフの要素	OfficeForce	desknet's
要求に一致する機能	設備予約, カレンダー	設備予約, カレンダー, タイムカード
SLA 評価値	0.89	5.64
サービスのコスト	98,000 円/月	162,750 円/月

## 7. 提案プロセスの評価

### 7.1. SLA 照合

機能と非機能の制約によってサービスを絞り込み, コンシューマの非機能要求とプロバイダが提供するサービスのサービスレベルを比較し, サービスを定量的に評価することで, 段階的に SLA とコンシューマの要求を照合することが可能となった。

### 7.2. クラウドサービスの選択

クラウドサービスの選択を行うために, 絞り込まれたサービス間で機能と非機能の制約, SLA 評価値, サービスのコストの3つの要素によって, トレードオフに必要な情報が提供できることを確認した。これにより, 提案プロセスを適用することで, コンシューマはトレードオフを体系的に行い, クラウドサービスの選択が支援可能になった。

## 8. 考察

サービスの内容や性能を, 表やレーダーチャートにより視覚化し, サービス選択に必要な情報の獲得と, サービス間の比較を支援できた。必要な情報を, 段階的にコンシューマの要求と照合することで, コンシューマの主観や経験によらないサービス選択が可能になった。また, コンシューマはサービスが要求をどの程度満たすかを定量的に評価可能となった。

本稿では, 表5に示した要求と4つのサービスを用いて提案プロセスの妥当性を確認した。しかし, 実際の要求は, 表5にあげた要求に比べ, 膨大な数になると考えられる。また, サービスの数も膨大である。そのため, 実際の業務に関して「SLA 照合」を行った場合, 比較すべき SLA と要求の数が共に多いことが考えられる。コンピュータの支援を用いることで, 効率の良い作業が可能であると考えられる。

## 9. 今後の課題

「SLA 照合」のプロセスには多くの時間が必要となる。この時間的コストの削減を行うために, 自動的にサービスを検索し, SLA の内容とコンシューマの要求を照合するシステムの構築が必要であると考えられる。

## 10. まとめ

本稿では, コンシューマにとって最適なクラウドサービス選択を行うために, サービス選択時に SLA を利用することに着目した。コンシューマの要求と SLA に記述されているサービスレベルとを対応付けるための要求工学プロセスを提案した。これにより, コンシューマにとって最適なクラウドサービスの選択を支援可能にした。

## 参考文献

- [1] 古川 博康, SLA の作成法～サービス・レベル・アグリーメント～, ソフト・リサーチ・センター, 2008.
- [2] ISO/IEC 25010: 2011, Systems and software engineering - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - System and software quality models.
- [3] 経済産業省, サービスレベルアグリーメントの書き方, 2008, <http://www.meti.go.jp/press/20080121004/20080121004.html>.
- [4] P. Mell, et al., The NIST Definition of Cloud Computing, 2011, <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/>.
- [5] REBOK 企画 WG, 要求工学知識体系 第1版, 近代科学社, 2011.
- [6] S. Zardari, et al., Cloud Adoption: A Goal-Oriented Requirements Engineering Approach, Proc. of SECCLOUD'11, ACM, May 2011, 7pages.