

要求工学プロセスに基づくSLAを用いた クラウドサービス選択方法の提案と評価

森下 月菜[†] 米澤 麻衣子[‡] 青山 幹雄^{††}

[†] 南山大学大学院 数理情報研究科

[‡] 南山大学 数理情報学部 情報通信学科*

^{††} 南山大学 情報理工学部 ソフトウェア工学科

* 現在, 株式会社 豊通シスコム勤務

シナリオ

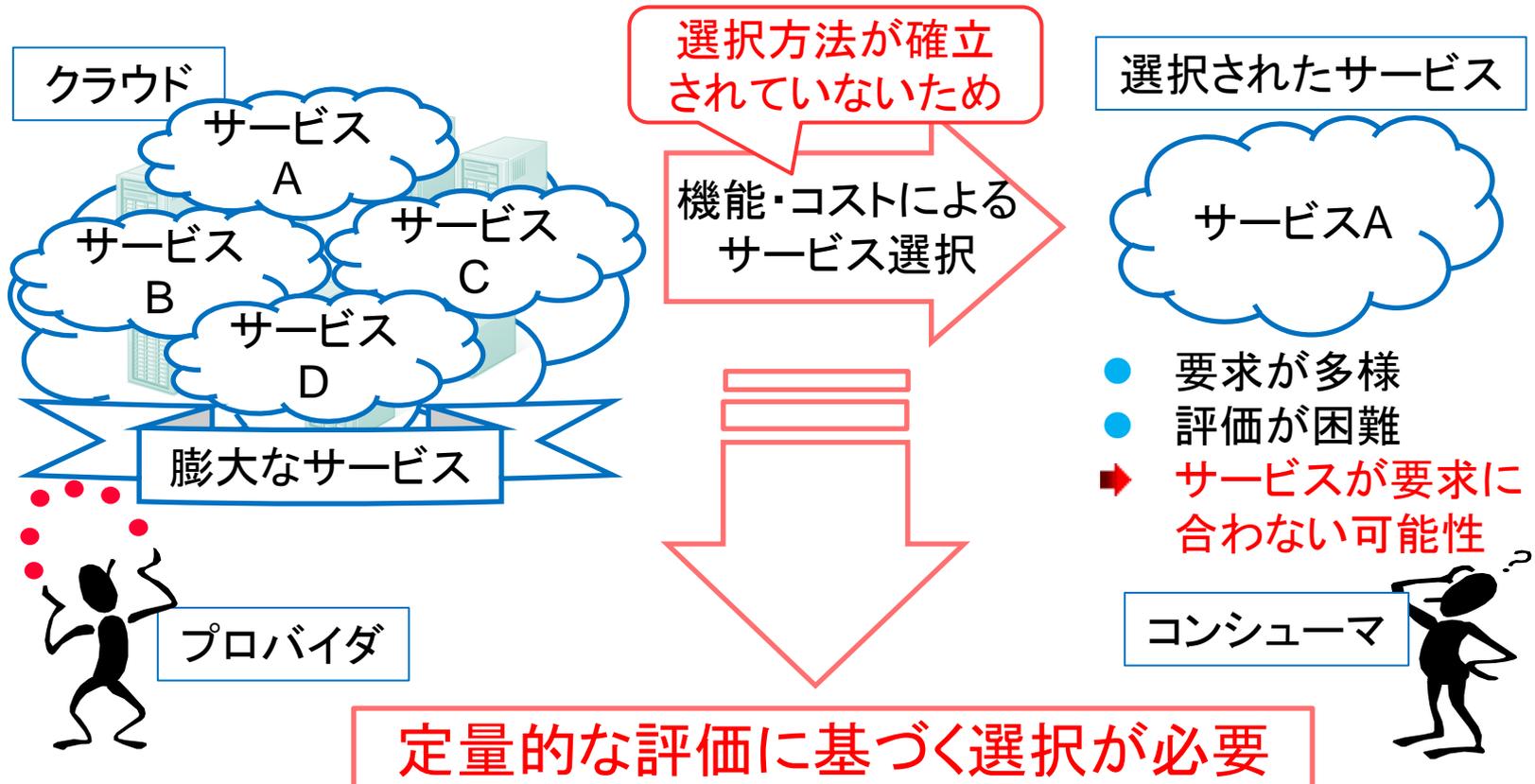
- ▣ 研究の背景と課題
- ▣ 関連研究
- ▣ アプローチ
- ▣ 要求とサービスの関係モデル
 - ▣ SLAのモデル
 - ▣ 要求とSLAのメタモデル
 - ▣ サービスグレード (Service Grade)
- ▣ クラウドサービス選択方法
- ▣ 提案プロセスの検証
- ▣ 評価と考察
- ▣ 今後の課題
- ▣ まとめ

研究の背景と課題

背景と課題

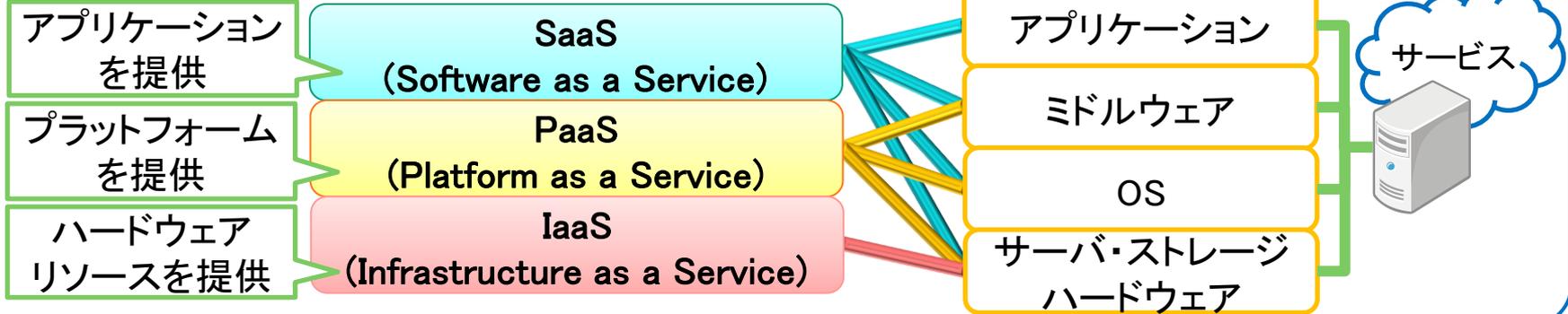
クラウドサービスの提供が増大

- コンシューマにとって最適なクラウドサービスの選択が重要



関連研究

クラウドの3層モデル [1]



SLA (Service Level Agreement) [2]

- サービスレベルを形式的に記述した文書
- ベンダとユーザ間で合意された文書

クラウドサービスの選択 [3]

- SLAなどの文書を利用し、要求に一致したクラウドサービスを選択
- 非機能要求の利用方法の提案

問題点

1. SLAの利用方法が不明確
2. クラウド選択の適用方法が未確立

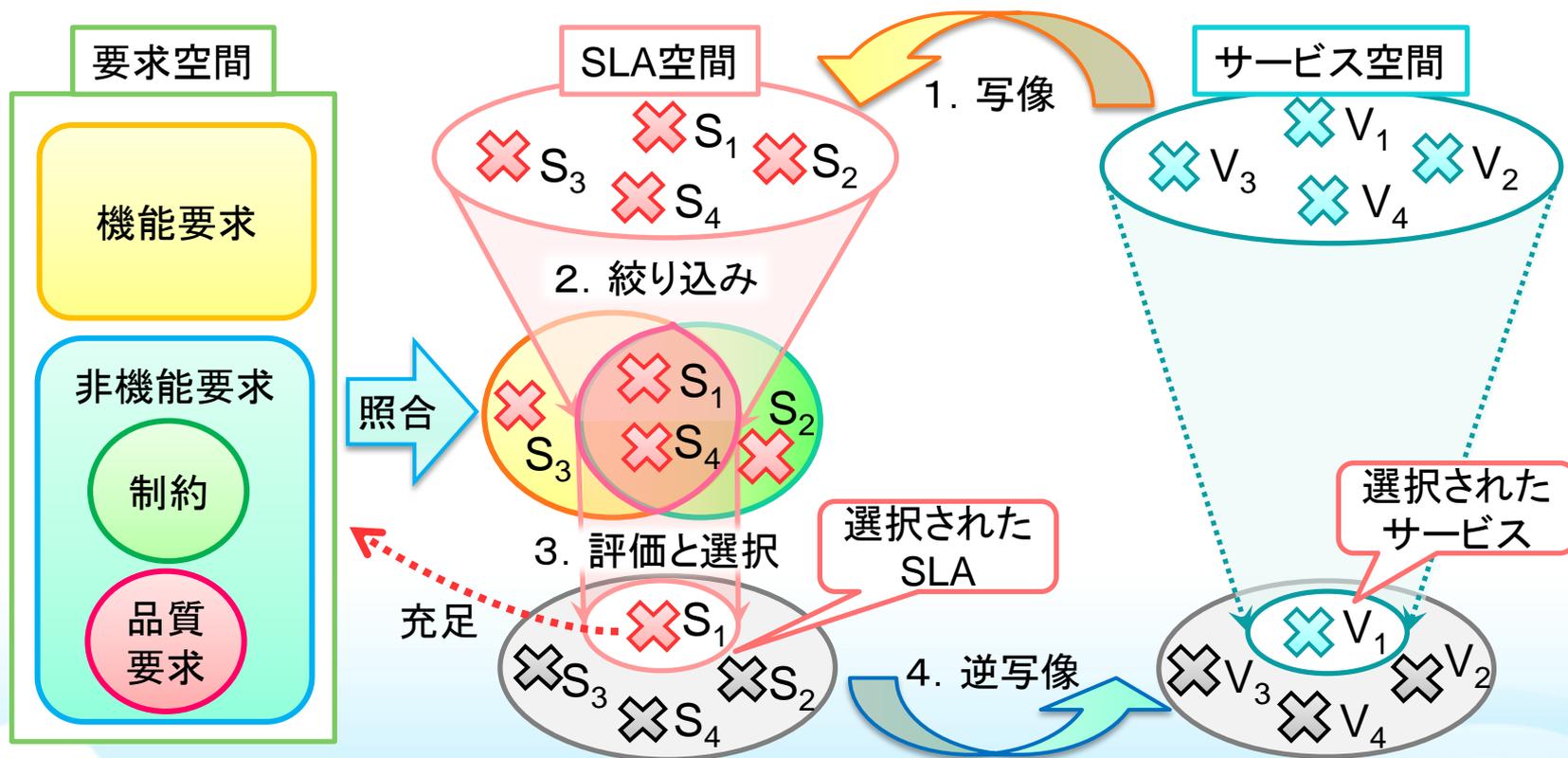
[1] P. Mell, et al., The NIST Definition of Cloud Computing, 2011, <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/>.

[2] 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.

[3] S. Zardari, et al., Cloud Adoption: A Goal-Oriented Requirements Engineering Approach, Proc. of SECCLOUD'11, ACM, May 2011, 7pages.

アプローチ

- SLAはサービスの写像(機能, サービスレベル, 制約を明確化)
- SLAを利用してコンシューマにとって最適なクラウドサービスを選択
- SLAを利用するためにサービスレベルを要求として獲得



要求とサービスの関係モデル: SLAのモデル

SLAの要素

- 一般的なSLAとSaaS向けSLA[4]とクラウド向けSLA[5]
- 共通のモデルが存在しない
- クラウドの3層を全て網羅できない
- SLAの定義
- $S_n = \{ S_{n1}, S_{n2}, S_{n3}, S_{n4}, S_{n5}, S_{n6}, S_{n7}, S_{n8}, S_{n9} \}$, $S : SLA$, $n \in \mathbb{N}$

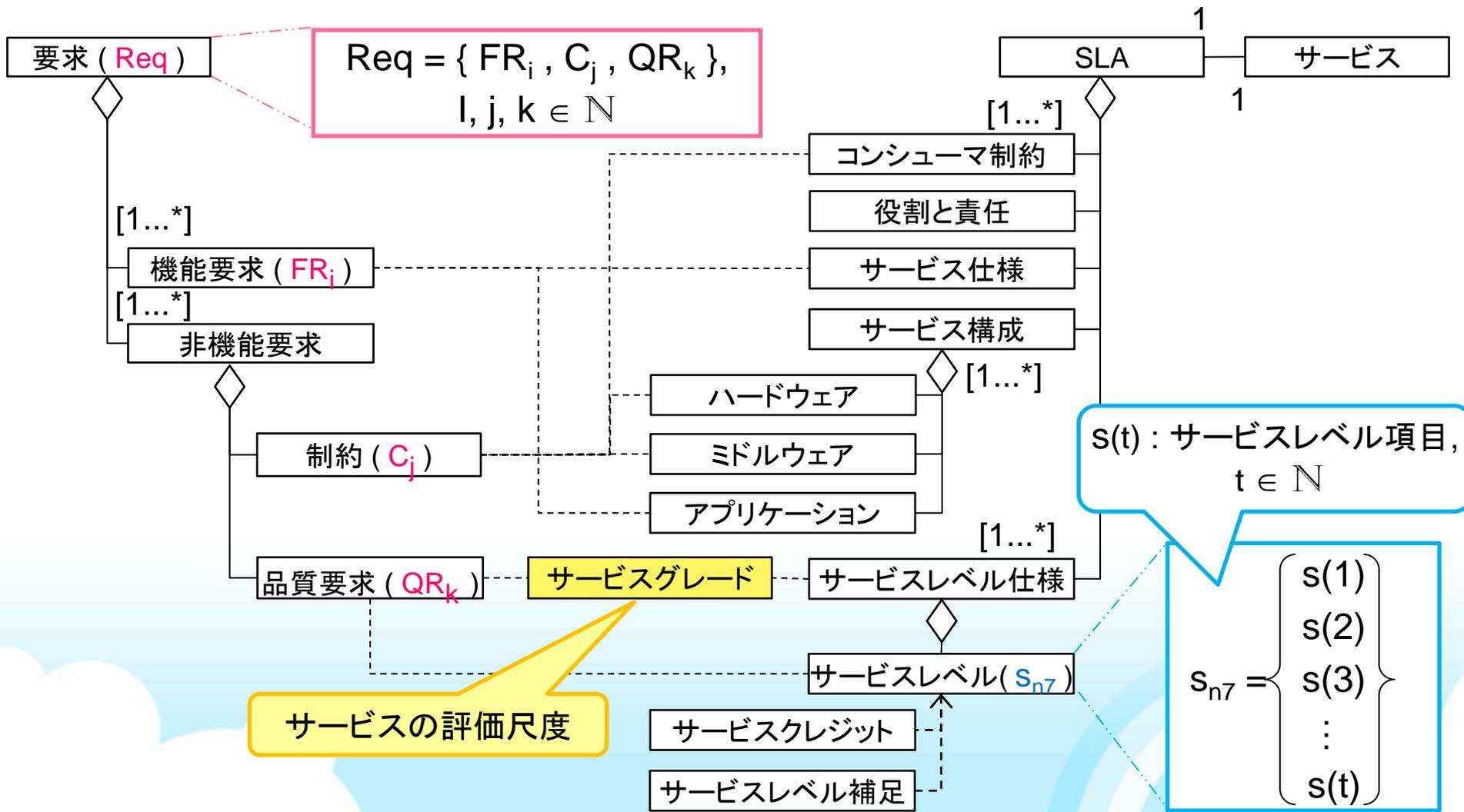
SLAの要素		要素の説明	
コンシューマ制約	S_{n1}	サービスを利用するために必要なものを記載	
役割と責任	S_{n2}	ユーザとプロバイダの役割と責任を記載	
サービス仕様	S_{n3}	何を行うサービスであるかを記載	
サービス構成	ハードウェア	S_{n4}	システムの構成を表した図を記載
	ミドルウェア	S_{n5}	サービスが提供する環境などについて記載
	アプリケーション	S_{n6}	サービスの内容をより詳細に記載
サービスレベル仕様	サービスレベル	S_{n7}	各サービスレベル項目について、規定内容(定義と計算式)と測定単位, 設定値, 備考を記載
	サービスクレジット	S_{n8}	サービスレベルを下回った場合の対応を記載
	サービスレベル補足	S_{n9}	サービスレベル適用外の項目や7の補足を記載

[4] 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>.

[5] 電子情報技術産業協会, SLAガイドライン, 第4版, 日経BP, 2012.

要求とサービスの関係モデル: 要求とSLAのメタモデル ⁷

- 要求とSLAの対応付けを示すメタモデル
 - 品質要求とサービスレベル仕様に基づきサービスグレードを評価



要求とサービスの関係モデル: サービスグレード

サービスレベル項目評価値

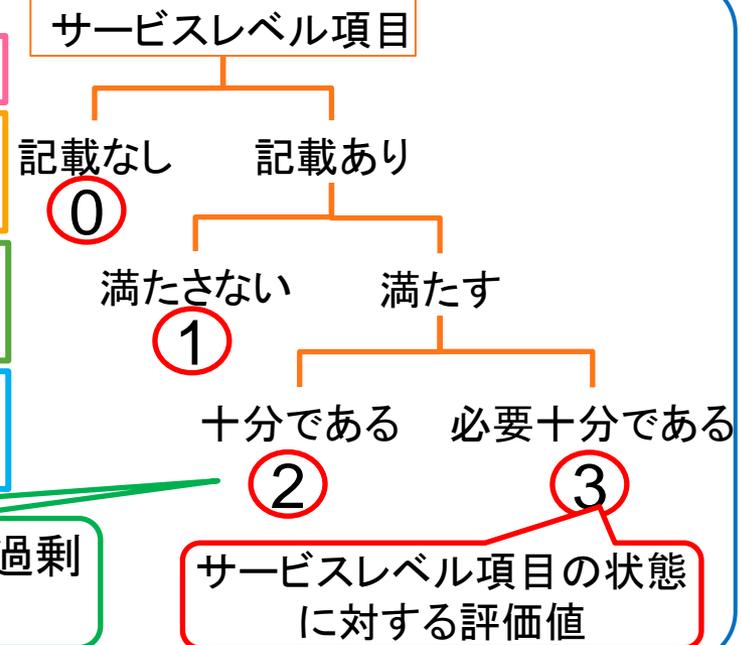
「記載なし」: サービスレベル項目が記載されていない状態

「満たさない」: ある非機能要求の項目が, サービスレベル項目の部分集合とならない状態

「十分である」: サービスレベル項目が非機能要求の十分条件である状態

「必要十分である」: サービスレベル項目が非機能要求の必要十分条件である状態

サービスレベル項目が非機能要求よりも過剰
 ➡ サービスコストが高くなる



サービスグレード算定式

- サービスがコンシューマの非機能要求をどの程度満たしているか評価
 - 重みに優先順位 : 優先度の高い要求を満たすサービスを高く評価

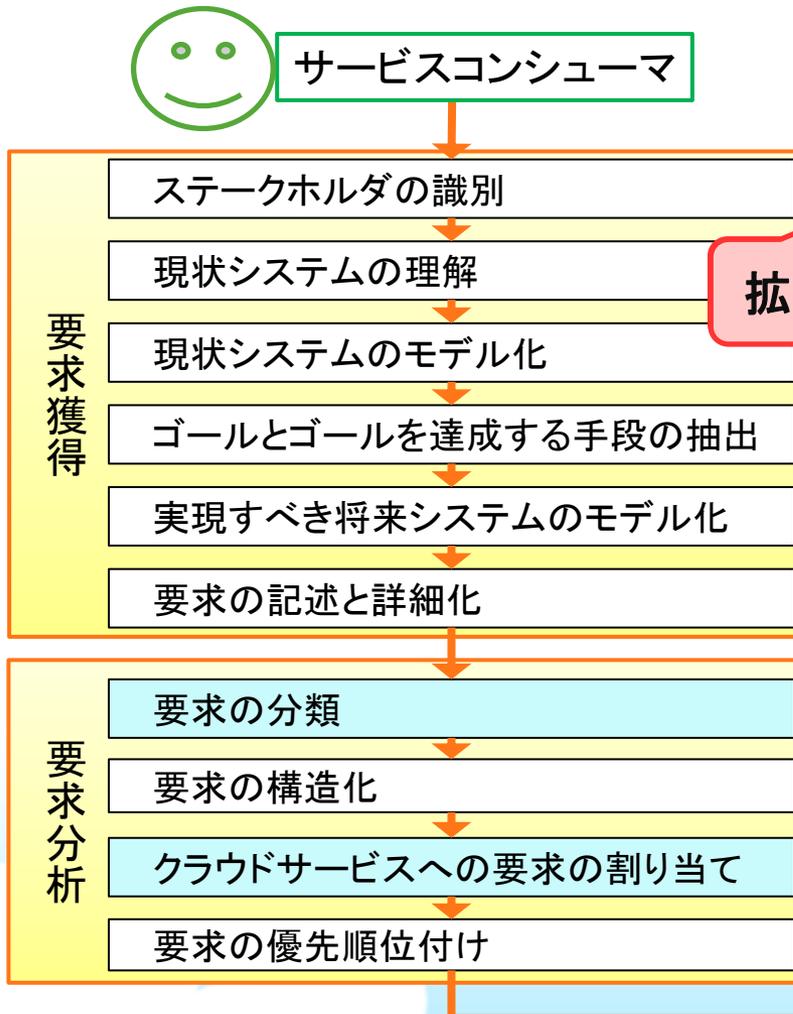
$$\text{サービスグレード} = \sum_{k=1}^n \left(\begin{array}{c} \text{優先順位 } k \text{ の} \\ \text{サービスレベル項目} \\ \text{の評価値} \end{array} \right) \times \left(\frac{1}{\text{優先順位 } k \text{ の値}} \right)$$

重み

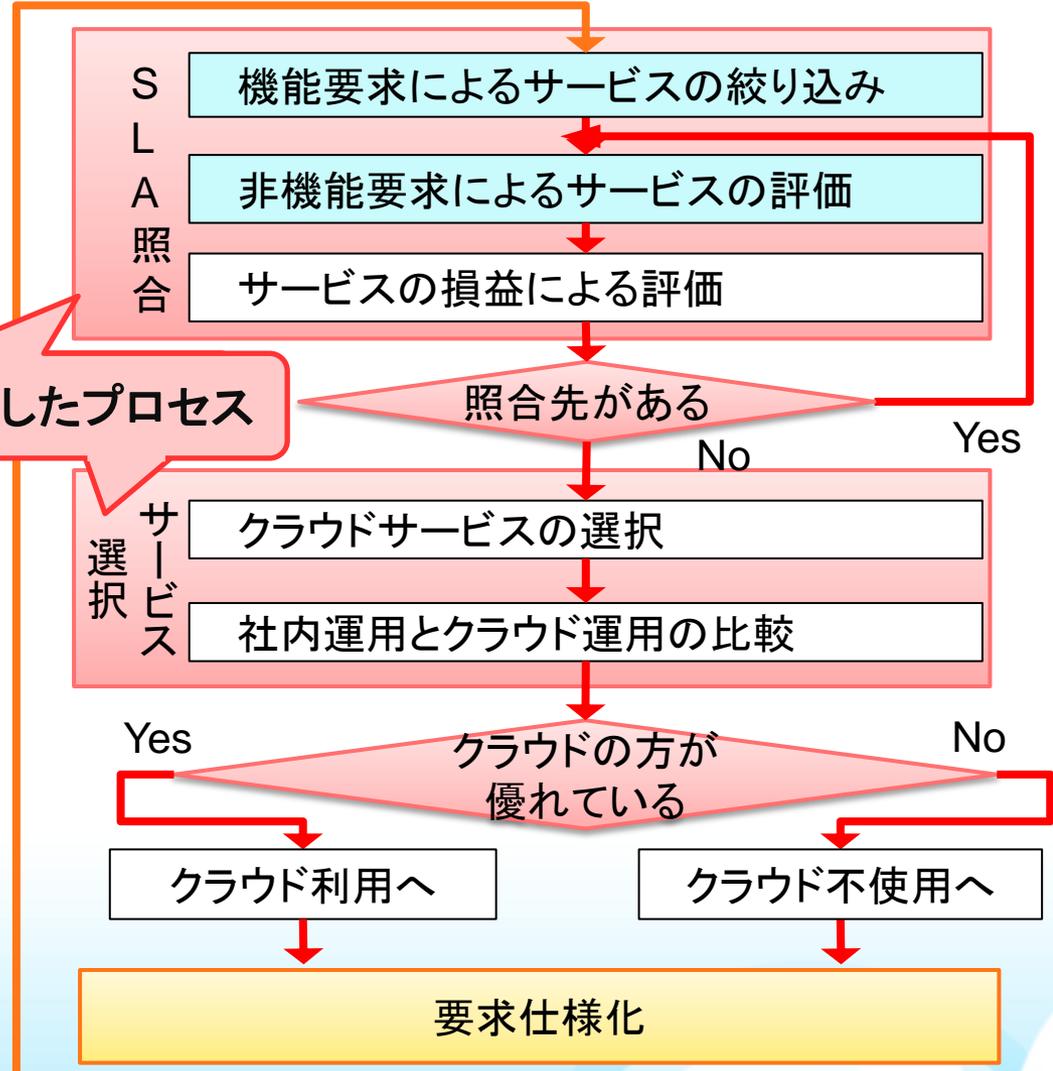
n : 最下位の優先順位値, $0 \leq (\text{サービスグレード}) \leq 3 \sum_{k=1}^n 1/k$, (優先順位 k の値) = k

クラウドサービス選択方法 (1/4) : 提案方法

要求工学プロセスの拡張 [6]



拡張したプロセス



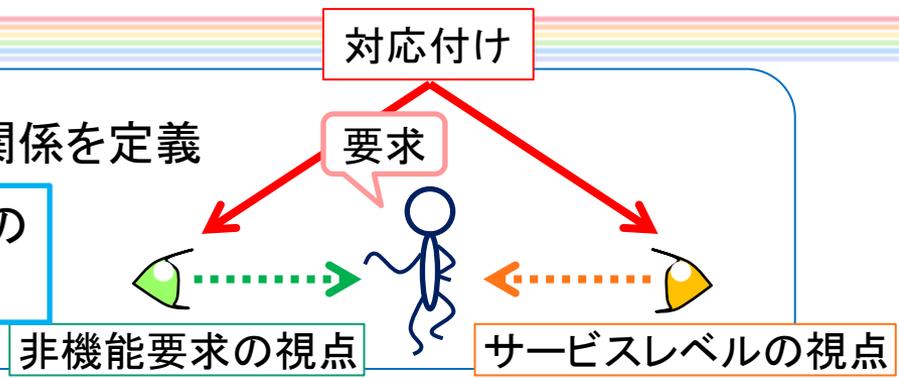
[6] REBOK 企画 WG, 要求工学知識体系 第1版, 近代科学社, 2011.

クラウドサービス選択方法 (2/4) : 要求分析

要求の分類

✓ 非機能要求とサービスレベルの対応関係を定義

例) 要求「障害発生から修理完了までの平均時間1時間以内」



非機能要求 (ISO/IEC 25010) [7]		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	秘匿性	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	情報取り扱い環境, 公的認証取得の要件	
	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
信頼性	成熟性	平均故障間隔	
	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	

[7] ISO/IEC 25010: 2011, Systems and software engineering – Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – System and software quality models.

クラウドサービス選択方法 (3/4) : 要求分析

クラウドサービスへの要求の割り当て

- ✓ コンシューマの要求をクラウドの3層モデル(NIST)に割り当てる

要求項目	クラウドサービス		
	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	—	自社開発で用いていたサーバのOS (例) Windows Server 2008	
クライアントOS	社内で使っているOS (例) Windows Vista Business Edition(32bit)		
非機能	要求する非機能	(例) CPU:2GHz, メモリ:1GB	

- ✓ 割り当て後はSaaSを選択候補としてプロセスを適用

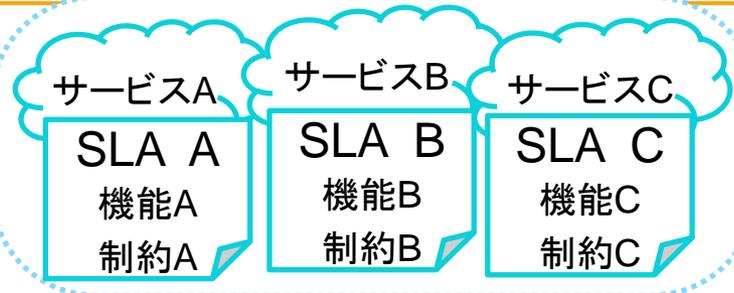
クラウドサービス選択方法 (4/4) : SLA照合

機能要求によるサービスの絞り込み

機能要求, 制約

1.
2.
3.

照合



絞り込み

機能と非機能の制約が満たされているか判断

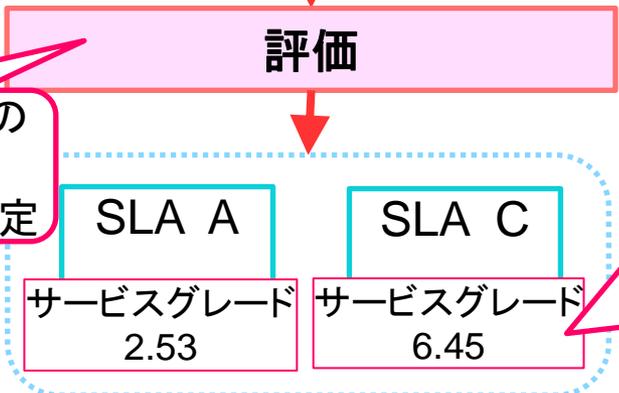


非機能要求によるサービスの評価

非機能要求

1.
2.
3.

照合



サービスレベル項目の状態を評価し
サービスグレードを算定

サービスグレード

$$= \sum_{k=1}^n \left(\begin{array}{l} \text{優先順位 } k \text{ の} \\ \text{サービスレベル項目} \\ \text{の評価値} \end{array} \right) \times (1 / \text{優先順位 } k \text{ の値})$$

○ 実例による提案プロセスの検証 (1/7)

検証範囲

- 「SLA照合」と「サービス選択」に限定
 - ✓ 「選択したサービスのコスト, 利益の計算」のコスト計算
 - ✓ 「クラウドサービス選択」はトレードオフに関する3要素が抽出できることを確認
- クラウドの3層構造のうちSaaSを対象

サービスコンシューマの仕様(中小企業のユーザモデル)

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

○ 実例による提案プロセスの検証 (2/7)

対象となるクラウドサービスの調査

- 絞り込み候補として実際のクラウドサービスを調査 (10サービス)
 - サービス毎にSLAの記述方法と記述内容が異なる
- クラウドの3層構造のうちSaaSを対象
 - ➡ SaaSのサービスにSLAのモデルを適用

選択するサービスの候補

階層	サービス名	URL
SaaS	CyberMailΣ	http://www.cybersolutions.co.jp/
	Google Apps	http://www.google.com/apps/
	OfficeForce	http://www.nec.co.jp/StarOffice/OfficeForce/
	desknet's	http://www.desknets.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

○ 実例による提案プロセスの検証 (3/7)

サービスコンシューマの要求とその優先順位

- 提案プロセスを検証するために要求を定義

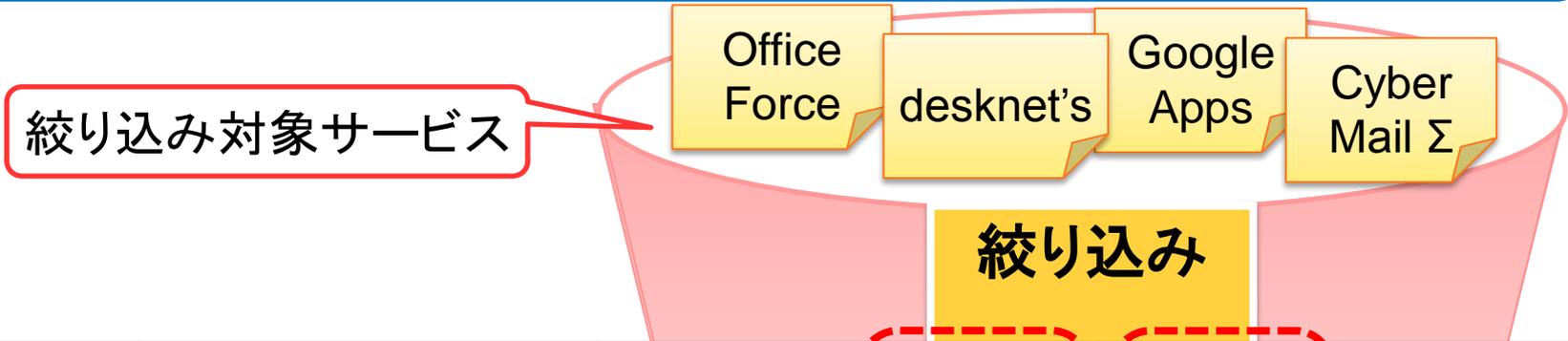
「機能要求による
サービスの絞り込み」で利用

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
		要素	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		通信の暗号化レベル	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	

「非機能要求による
サービスの評価」で利用

機能要求によるサービスの絞り込み

- 機能要求「設備予約」
- 非機能要求の制約「Windows Vista Business Edition(32bit版)」を満たすサービスを絞り込む



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

注:「○」…機能または制約が提供されている
 「×」…機能または制約が提供されていない



○ 実例による提案プロセスの検証 (5/7) : SLA照合

非機能要求によるサービスの評価

- 非機能要求とサービスレベル項目を照合し、サービスレベル項目評価値を付加
- サービスレベル項目評価値から、各SLAについてサービスグレードを算定

優先順位

非機能要求の要素

サービスレベル項目の状態に対する値

サービスレベル項目の状態

サービスグレード評価結果

照合項目		OfficeForce		desknet's	
順位	評価対象	キーワード評価	サービスレベル項目評価値	キーワード評価	サービスレベル項目評価値
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
サービスグレード		0.89		5.64	

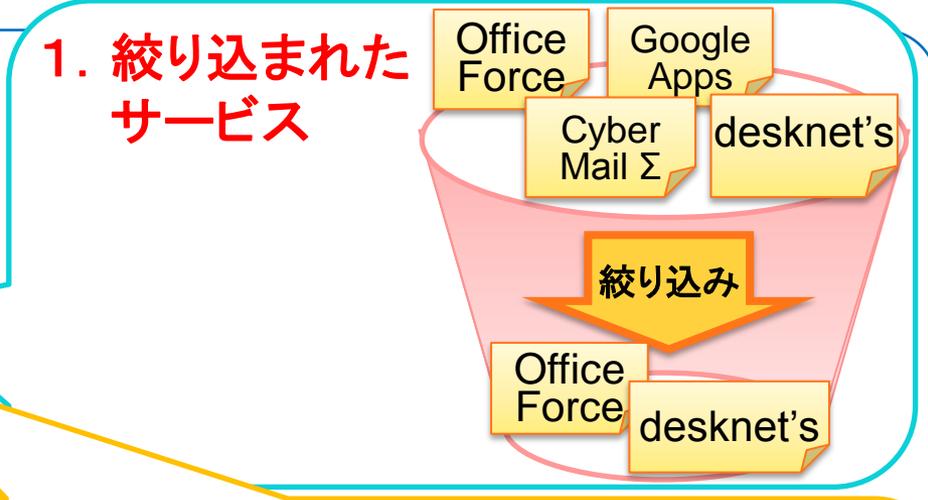
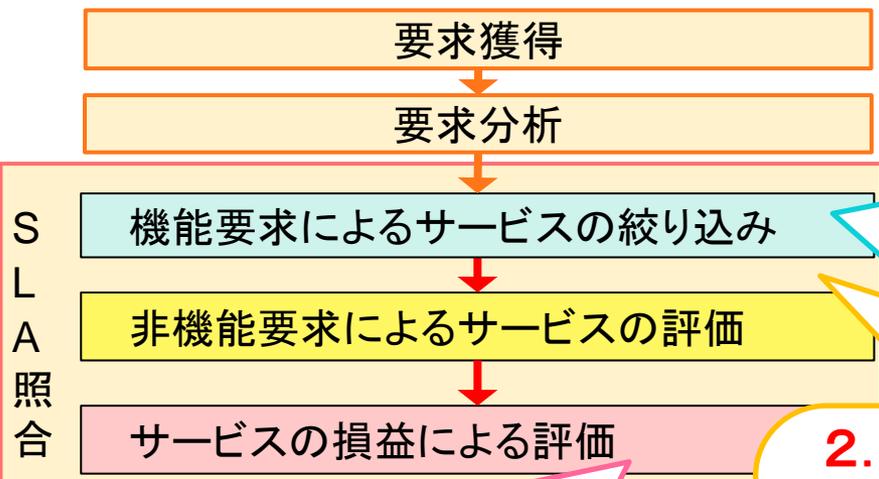
◎ 実例による提案プロセスの検証 (6/7) : SLA照合

サービスの損益による評価

➤ OfficeForceとdesknet'sの2つのサービスのコスト見積り

項目	OfficeForce	desknet's
サービスのコスト	98,000円/月	162,750円/月

SLA照合での成果物



2. 絞り込まれたサービスのサービスグレードの評価結果

照合項目		OfficeForce		desknet's	
順位	評価対象	キーワード評価	サービスレベル項目評価値	キーワード評価	サービスレベル項目評価値
...
サービスグレード		0.89		5.64	

3. 絞り込まれたサービスの損益の評価結果

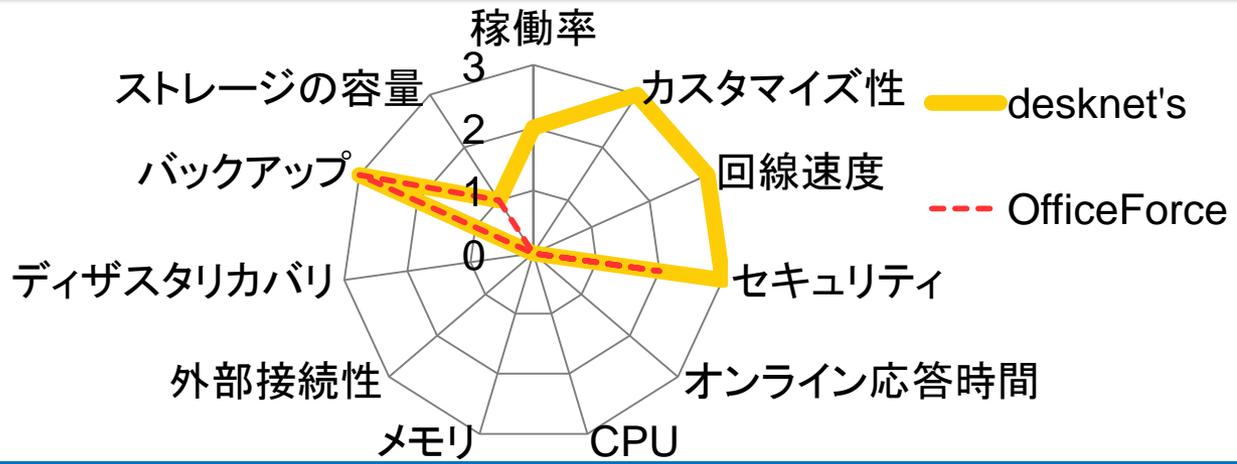
項目	OfficeForce	desknet's
サービスコスト	98,000円/月	162,750円/月

クラウドサービスの選択

トレードオフの要素	OfficeForce	desknet's
サービスのコスト	98,000円/月	162,750円/月
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
サービスグレード	0.89	5.64

➤ 2つのサービスに対して機能, サービスグレード, コストの3要素でトレードオフ

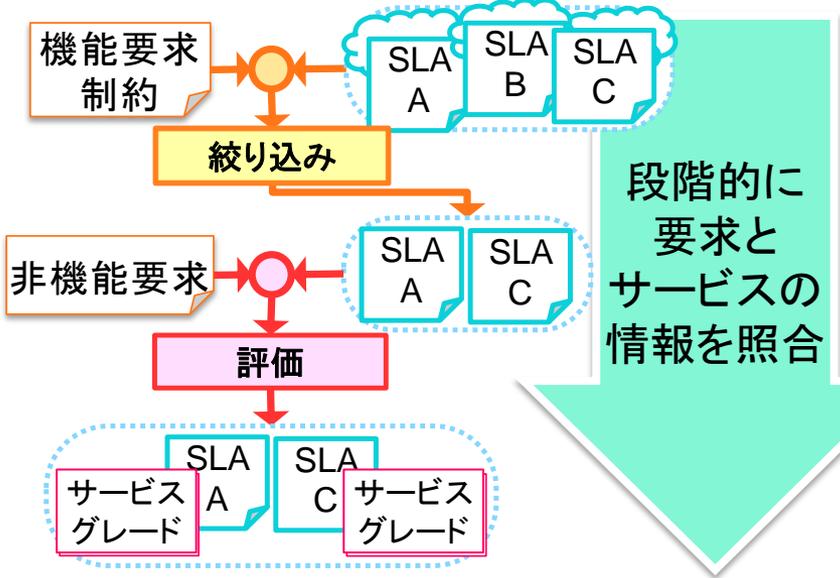
- **トレードオフの例**
 - **利用コストが安い方が良い**
社内運用費 X円, $98,000 \leq X \leq 162,750 \rightarrow$ OfficeForce
 - **サービスの品質 高い方が良い** \rightarrow desknet's
 - **要求する機能すべて持つものが良い** \rightarrow desknet's



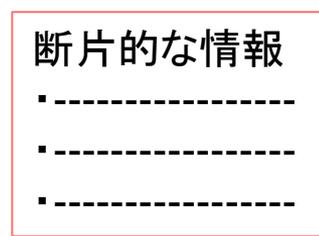
評価と考察 (1/2)

提案プロセスの適用による評価

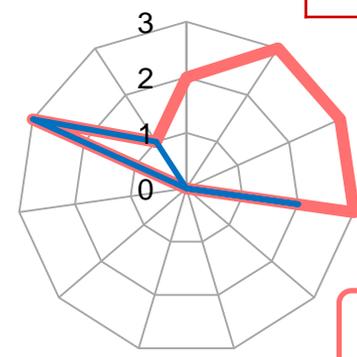
- コンシューマの主観や経験によらないサービス選択が可能
 - 必要な情報を、段階的にコンシューマの要求と照合
 - 要求に対するサービスの充足度を定量的に評価可能



- サービスの内容、性能を包括的に視覚化
 - 分散されていた情報の統一的な記述
 - サービス間の比較を支援



必要な情報の獲得



サービス間比較の支援

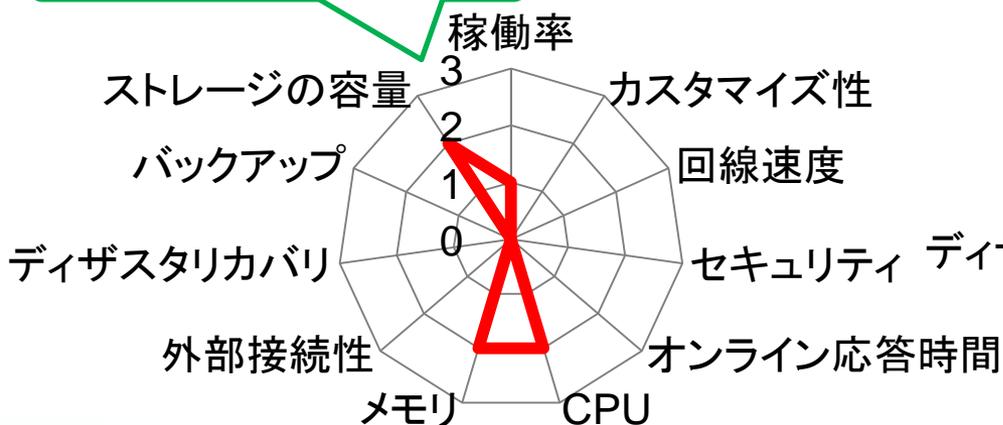
表やレーダーチャートによる情報の視覚化

評価と考察 (2/2)

レーダーチャートによる品質の視覚化

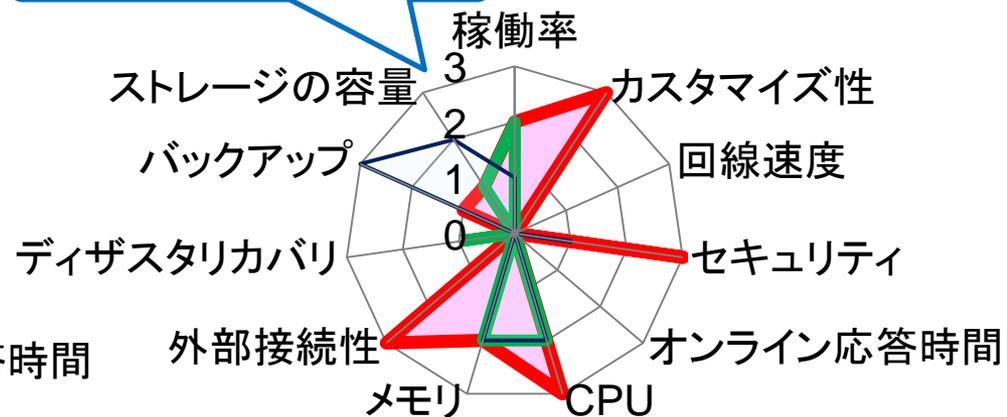
- ▶ レーダーチャートによる表現
 - サービス間の品質の違いを視覚的に比較可能
 - コンシューマの要求品質が提供されているか視覚的に比較可能

PaaSの品質の視覚化



— Windows Azure

IaaSの品質の視覚化



■ BIGLOBEクラウドホスティング

■ Amazon EC2

□ KVH IaaS

今後の課題

コンピュータ支援の必要性

「SLA照合」のプロセスは作業数が多い

- 自動的にサービスを検索するシステムの構築
- 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



問題点

- ✓ クラウドサービス選択時に非機能要求の評価が困難
- ✓ クラウドサービス選択の方法論が未確立

クラウドサービス選択方法の提案

- ✓ SLAを用いた, クラウドサービス選択のための要求工学アプローチ
 - SLA照合, サービス選択プロセスの拡張
 - 非機能要求とサービスレベルの対応付け
 - SLAのモデル化
 - 定量的評価に基づくサービスの絞り込み方法
 - 評価結果の視覚化

評価・考察

- ✓ サービスに対する定量的な評価, 適切な選択を支援
 - 実例を用いて要求とSLAを照合, サービスの充足度を評価
 - サービス間の機能, 品質, コストの比較支援



要求工学プロセスに基づくSLAを用いた クラウドサービス選択方法の提案と評価 END

森下 月菜[†] 米澤 麻衣子[‡] 青山 幹雄^{††}

[†] 南山大学大学院 数理情報研究科

[‡] 南山大学 数理情報学部 情報通信学科*

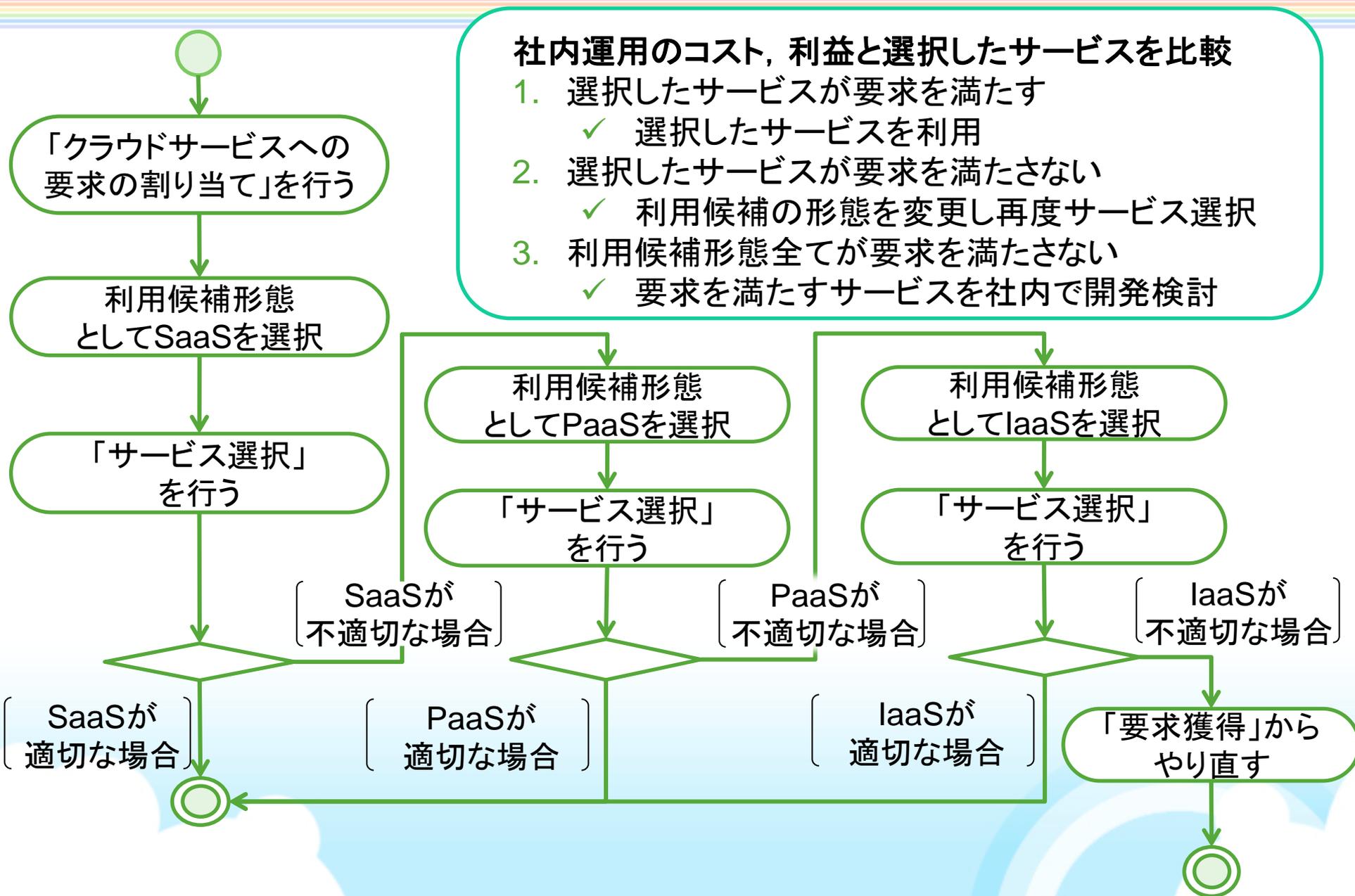
^{††} 南山大学 情報理工学部 ソフトウェア工学科

* 現在, 株式会社 豊通シスコム勤務

● 質疑応答



社内運用とクラウド運用の比較



PaaSの検証

PaaSに対する要求とその優先順位

優先 順位	開発言語/ ツール	非機能要求		クライアントOSの制約	プロバイダOSの制約
		要素	要求する値		
1	Java	稼働率	月間99.95%	Windows Vista Business Edition(32bit版)	Windows Server 2008
2		カスタマイズ性	有		
3		回線速度	1GB		
4		通信の暗号化レベル	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		

機能要求によるサービスの絞り込み			
絞り込み項目	絞り込み対象	Windows Azure	Force.com
開発言語 / ツール	Java	○	×
クライアントOS	Windows Vista Business Edition(32bit版)	○	○

照合項目		Windows Azure	
順位	評価対象	キーワード評価	サービスレベル項目評価値
1	稼働率	満たさない	1
2	カスタマイズ性	記載なし	0
3	回線速度	記載なし	0
4	セキュリティ	記載なし	0
5	オンライン応答時間	記載なし	0
6	CPU	十分	2
7	メモリ	十分	2
8	外部接続性	記載なし	0
9	ディザスタリカバリ	記載なし	0
10	バックアップ	記載なし	0
11	ストレージの容量	十分	2
サービスグレード		1.80	

IaaSに対する要求とその優先順位

優先 順位	非機能要求		クライアントOSの制約	プロバイダOSの制約
	要素	要求する値		
1	稼働率	月間99.95%	Windows Vista Business Edition(32bit版)	Windows Server 2008
2	カスタマイズ性	有		
3	回線速度	1GB		
4	通信の暗号化レベル	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		

機能要求によるサービスの絞り込み

絞り込み項目	絞り込み対象	BIGLOBE	KVH IaaS	NIFTYCloud	Amazon EC2
クライアントOS	Windows Vista for Business	○	○	○	○
プロバイダOS	Windows Server 2008	○	○	×	○

照合項目		BIGLOBE		KVH IaaS		Amazon EC2	
順位	評価対象	キーワード 評価	サービスレベル 項目評価値	キーワード 評価	サービスレベル 項目評価値	キーワード 評価	サービスレベル 項目評価値
1	稼働率	十分	2	満たさない	1	十分	2
2	カスタマイズ性	必要十分	3	記載なし	0	記載なし	0
3	回線速度	記載なし	0	記載なし	0	記載なし	0
4	セキュリティ	必要十分	3	満たさない	1	記載なし	0
5	オンライン応答時間	記載なし	0	記載なし	0	記載なし	0
6	CPU	必要十分	3	十分	2	十分	2
7	メモリ	十分	2	十分	2	十分	2
8	外部接続性	必要十分	3	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	満たさない	1
10	バックアップ	満たさない	1	必要十分	3	記載なし	0
11	ストレージの容量	満たさない	1	十分	2	十分	1
サービスグレード		5.60		2.35		2.82	