

2407

ソフトウェア品質属性に基づく API エコノミーの価値考察

Analyzing Values of API Economy Based on Software Quality Characteristics

○中村 匡秀^{*1}Masahide NAKAMURA^{*1}^{*1} 神戸大学 Kobe University

When multiple functionally-equivalent APIs are available from different providers within API economy, an application developer (as an API consumer) chooses one of them based on his/her sense of *value*. In this paper, we address an issue of how individual developers within API economy consider values of APIs. In general, an application developer benefits from an API provider by outsourcing a part of “work” necessary for the application. Hence, the quality of the “work” done by the API significantly influences the value for the developer. Based on the fact, we propose a model that systematically analyzes values of API based on its quality. To cover various viewpoints of quality, we re-interpret the software quality model SQuaRE in the context of API economy, and derive quality characteristics relevant to API values. We also examine a method that quantifies the API value for a developer.

Key Words : API economy, software quality, SQuaRE, service model, quantification

1. 結 言

API エコノミー⁽¹⁾とは、企業のリソースやサービスを API (Application Program Interface) を通して社外に公開し、外部のサードパーティーから利用・連携してもらうことで、自社単独では不可能だった価値を創出し、利益を生み出そうとする新たな経済圏を指す。近年急成長を遂げている Uber⁽²⁾は、ユーザがスマートフォンでいつでもどこでも簡単にタクシーを呼び出せるサービスを実施している。システムの中で、地図や通話・SMS、決済等の機能はすべて 外部の API を利用し、Uber はコア機能である需給マッチングのみに注力することで、高機能なサービスを迅速・効率的に実装している。さらに Uber は配車 API を公開し、他社のアプリケーションや Web サイトから呼び出してもらうことで、Uber サービスの普及をはかっている。

API エコノミーには、API を開発・運用・提供する API 提供者(API Provider, AP と呼ぶ)と、API を利用してアプリケーションを開発する API 消費者(API Consumer, AC と呼ぶ)、さらにアプリケーションを利用するエンドユーザ(End User, EU と呼ぶ)の 3 種類のステークホルダが存在する⁽³⁾。同様の機能を持つ API が複数の AP から提供される場合、AC は自らの価値観に基づいてどの AP の API を利用するかを決定している。AC の API に対する価値観は、開発するアプリケーションや展開するビジネスによって、非常に個別的であることは予想できる。しかしながら、API の価値が何によって体現されているかは明らかにされていない。

本稿では API エコノミーを対象に次のリサーチクエスチョンを設定し、これらに答える枠組みを議論する：

RQ1: c をある AC, p をある AP, $p.x$ を p のある API とするとき、 c の $p.x$ に対する価値 $V(c, p.x)$ は何で決まるか？

RQ2: $V(c, p.x)$ を定量化できないか？

c は自らが開発するアプリケーションが必要とする機能 (あるいはリソース) を、 $p.x$ を通して p に代行してもらう (あるいは p から借りる) ことで便益を得ている。よって、 $p.x$ の効能の良し悪し、すなわちソフトウェア・サービスとしての品質が、 c のアプリケーションの品質に直結する。このことに着目すると、 $p.x$ の品質は $V(c, p.x)$ を性質づける重要な要素と言える。

そこで本研究では、 $p.x$ のどのような品質が、 c の価値に影響を与えうるのかを分析する API 価値分析モデルを提案する。様々な品質の観点を網羅するため、我々はシステム・ソフトウェアの品質モデル(SQuaRE, ISO/IEC25000⁽⁴⁾⁽⁵⁾)を API エコノミーの文脈で解釈し、 $V(c, p.x)$ に影響を与えうる品質特性を洗い出す。提案する価値分析モデルでは、 $p.x$ そのものの品質である製品品質、 $p.x$ の利用を通して c に知覚される利用時の品質、 $p.x$ が利用・入出力するデータの品質のそれぞれにおいて、関連する品質特性を下記の4種類に分類する：

○：ACにとっての価値に影響する品質

●：ACにとって当たり前品質。

－：ACが感知・観測できない品質。

×：元来APIに関連しない品質。

提案モデルを利用することで、 c は開発するアプリケーションの性質と開発のコンテキストに基づいて、 $p.x$ の価値 $V(c, p.x)$ を体系的に分析することができるようになる。これによってRQ1に対応する。さらに、 c が $p.x$ のどの品質特性を重視するかの重みに基づいて、 $V(c, p.x)$ を定量化する手法を提案し、RQ2に対応する。

APIの価値を整理することは、APIエコノミーにおけるビジネスモデルの設計や、顧客セグメントに応じたサービスメニューの開発を支援できる。また、サービスの妥当な値付けや⁽⁶⁾、サービスの物々交換基盤⁽³⁾の実現にも貢献できる。

2. 準備

2.1 APIエコノミー

APIエコノミー⁽¹⁾は、企業内にあるシステム機能やリソースをAPIを通して外部に公開し、それらを外部アプリケーションから呼び出して使ってもらうことで新たな価値の創出を狙うものである。APIエコノミーにおけるAPIは、通常Web-APIを指す。任意のアプリケーション・プログラムは、Webサービス技術で実装されたAPIを呼び出すことで、遠隔にある企業システムの機能やリソースを、いつでもどこでもWebの標準的なプロトコルで、人手を介することなく利用できる。

Web-APIには、計算機をサービスとして貸し出すIaaS型のもの、アプリ開発のための基盤を提供するPaaS型のもの、用途に特化したソフトウェア機能を提供するSaaS型のものが存在する。一般的にAPIエコノミーの文脈ではSaaS型のAPIを対象とすることが多い⁽⁷⁾⁽⁸⁾。

APIエコノミーには、APIを開発し運用するAPI提供者(API Provider, APと呼ぶ)と、APIを利用してアプリケーションを開発するAPI消費者(API Consumer, ACと呼ぶ)、さらにアプリケーションを利用するエンドユーザー(End User, EUと呼ぶ)の3種類のステークホルダが存在する⁽⁹⁾。ACは場合によってAPにもなる。1.で述べたUberの例では、地図や決済APIを利用する文脈ではUberはACであり、配車APIを提供する文脈ではAPとなる。通常、APとACの間には契約が存在する。APはACに対してAPIのアクセス権を提供し、ACはAPに利用料金を支払う。ビジネスモデルによって様々な課金体系(無料も含む)が存在する⁽⁹⁾。

近年、特に欧米では、APIをビジネスにする大手企業やベンチャーが増えている。IBM⁽⁸⁾はAPIエコノミーを支えるプラットフォーム戦略をとり、Google⁽¹⁰⁾やMicrosoft⁽¹¹⁾は機械学習のAPIをビジネスに打ち出している。数々の金融ベンチャーのAPIはFintechのブームを巻き起こしている。

2.2 価値に関する関連研究

価値に関する研究は、経済学、経営学、特にマーケティングの分野が詳しい。例えば、消費者が製品・サービスに対して抱く価値には階層性があること⁽¹²⁾⁽¹³⁾や、価値に対する価格の関係性⁽¹⁴⁾に関する理論が提唱されている。これらは主として、一般消費者が製品やブランドに感じる価値を論じるものである。

サービス科学の分野では、事前期待を持つ顧客がサービスの提供を通してどう状態が変化するかという観点から、顧客のサービスに対する価値を捉えようとしている⁽¹⁵⁾。サービス・ドミナントロジック⁽¹⁶⁾や価値共創⁽¹⁷⁾という概念も普及してきている。これらの議論は、一般の(産業としての)広いサービスを対象とするものである。

これら既存の理論をAPIエコノミーにおける価値の議論に適用することも不可能ではない。しかしながら、対象が広すぎてAPIエコノミーにおける価値の本質をとらえにくい。

2.3 ソフトウェア品質モデル

ソフトウェアの品質に関する参照モデルとして、ISO/IEC9126⁽¹⁸⁾という国際規格が長年利用されてきた。その後、ISO/IEC9126は見直しが行われ、現在ではその後継のISO/IEC25000シリーズ SQaRE (Systems and software Quality Requirements and Evaluation)⁽⁴⁾⁽⁵⁾が国際標準となっている。

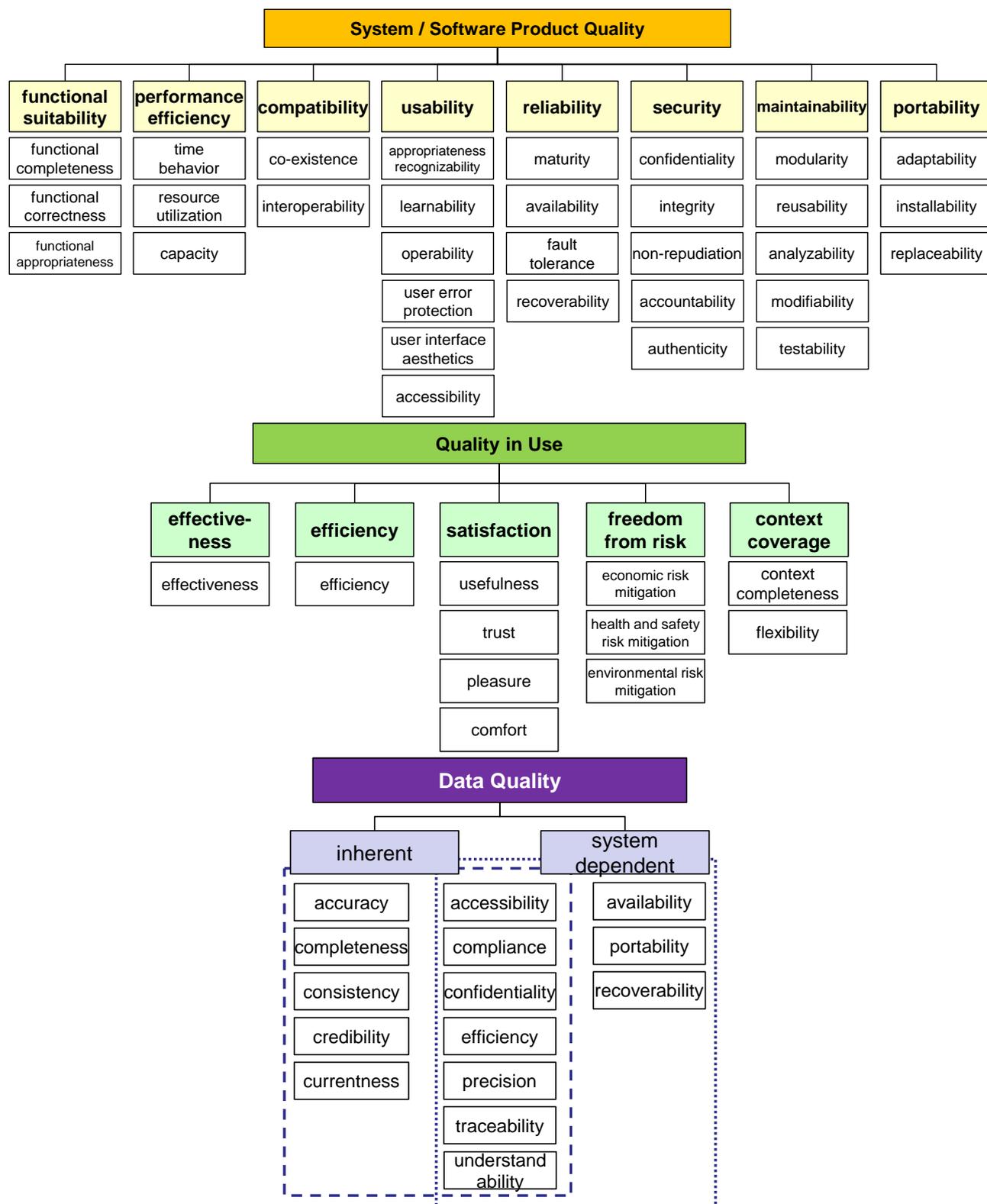


Figure 1 : SQaRE quality model (ISO/IEC25000 transcribed from (5))

図 1 に SQuaRE の品質モデルを示す。SQuaRE は、ソフトウェアシステムの製品としての品質である製品品質 (Product Quality)、利用者がソフトウェア使用を通して知覚する使用時の品質 (Quality in Use)、ソフトウェアが扱うデータの品質 (Data Quality) の 3 種類の品質から構成される。各品質の観点は、品質特性 (Quality Characteristics) によって説明され、各品質特性はさらに副特性 (Sub Characteristics) によって詳細化される。図 1 は SQuaRE の最新版 2014 年度版⁽⁵⁾である。製品品質は 8 種類の品質特性と 31 の副特性、利用時の品質は 5 種類の品質特性と 11 の副特性、データの品質は 15 の品質特性で構成されている。各品質特性の定義・解釈の詳細は文献⁽⁵⁾を参考にされたい。

3. API エコノミーにおける価値分析モデル

3.1 SQuaRE 品質モデルに基づく API 価値の分析

API エコノミーの本質は、アプリケーション開発者 (API Consumer, AC) が自前で用意できない機能や資源を、提供者 (API Provider, AP) に外注することにある。これによって、AC はアプリを使ったサービスをエンドユーザ (End User, EU) に向けて迅速・効率的に提供できる。この時、AP が提供する仕事の品質が AC のアプリ・サービスの品質を大きく左右する。したがって、API の品質が AC にとっての価値の大部分を決めるといっても過言ではない。

そこで本節では、API のどのような品質が AC にとっての価値に影響するかを分析する API 価値分析モデルを提案する。一言に品質といっても多種多様な観点が存在する。そこで、SQuaRE ソフトウェア品質モデル (2.3 参照) を API エコノミーの文脈で解釈し、各品質特性が API の価値に影響するかどうかを分析する。

図 2 に提案する API 価値分析モデルを示す。SQuaRE の 3 種類の品質 (製品品質、利用時の品質、データの品質) における品質特性を、下記の 4 つの観点で分類している：

- ：AC にとっての価値に影響する品質
- ：AC にとって当たり前品質。
- －：AC が感知・観測できない品質。
- ×：元来 API に関連しない品質。

各品質特性の解釈について、次節以降で説明する。

3.2 製品品質にみる API 価値

API をソフトウェアシステム製品としてとらえた時の、製品そのものの品質から得られる価値を分析する。この価値は AC がアプリの実装手段として API を採用するかどうかの最初の決め手になる。

3.2.1 機能適合性に見出す価値

特定の利用者の要求に基づいて設計・実装される企業 (エンタプライズ) ソフトウェアシステムと違い、API は不特定多数の利用者に向けて提供されるソフトウェア部品である。したがって、API が AC が必要とする機能をどれだけ完全に (機能完全性) かつ正確に (機能正確性) に実現してくれるかという品質は、AC にとって大きな価値となる。一方で、API が自分のアプリにとって過不足なく実装されているか (機能適切性) は、そもそもの API の考え方に合致しない品質である。

3.2.2 性能効率性に見出す価値

API の利用にあたって、AC のアプリに課される応答時間やメモリの制約が小さいことは AC にとっての価値になりうる。これらはそれぞれ時間効率性、資源効率性で説明される。また、AC が要求する処理やリソースの量に対して、API がどれだけスケールするかという観点 (容量満足性) も価値になる。

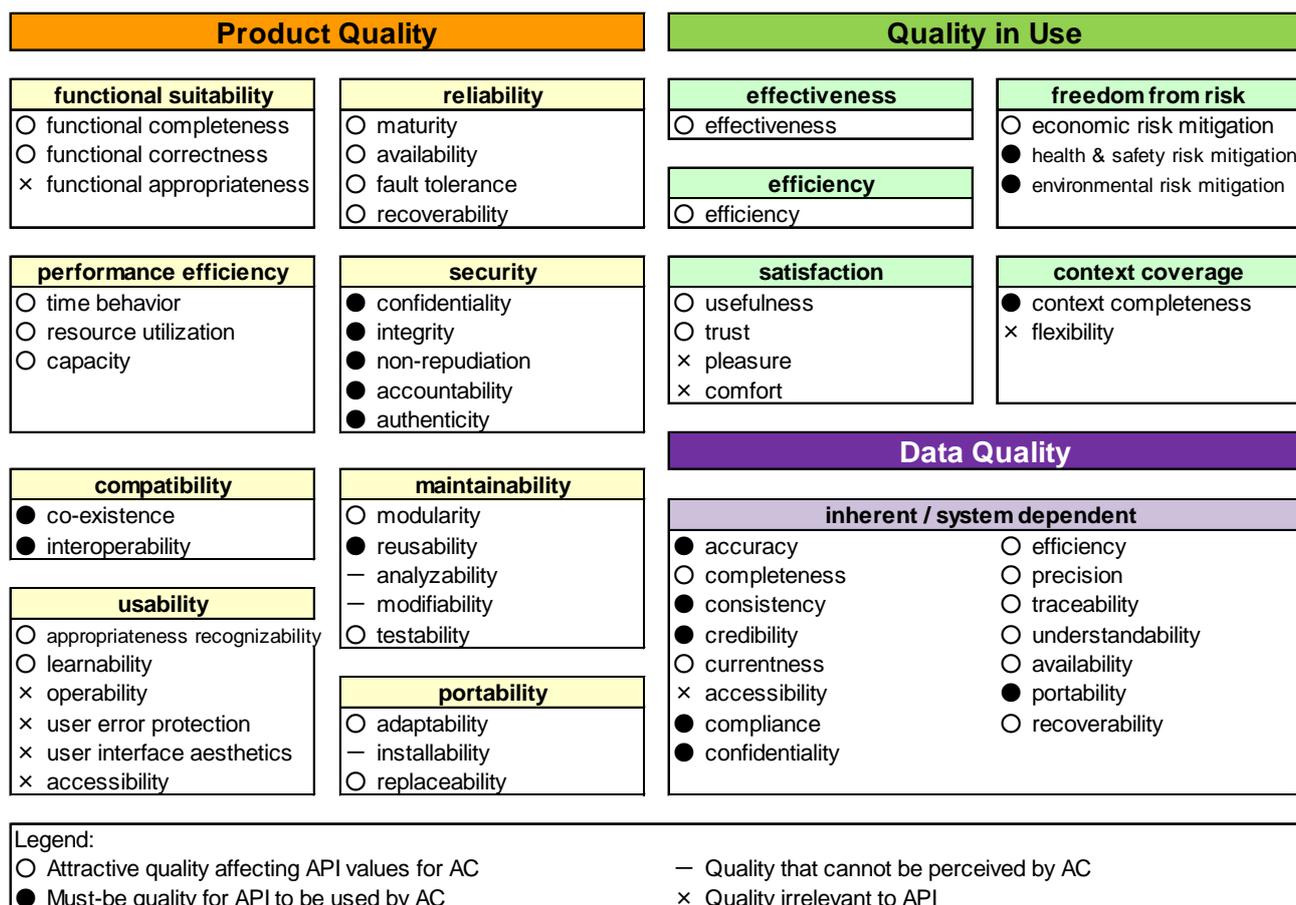


Figure 2: API value analysis model based on SQuaRE

3.2.3 互換性に見出す価値

API はそれぞれ独立に実行できる自己完結したソフトウェア部品であり、API エコノミーは異種分散システムの連携・相互運用を念頭に置いている。API エコノミーの(事実上の)実装標準は Web サービスであり、Web を介して世界中のどのようなサービスともつながることが「当たり前」になっている。したがって、他の API との共存性や相互運用性は当たり前品質であり、これらが水準を満たしていない場合には利用されない。

3.2.4 使用性に見出す価値

使用性はソフトウェアシステムの使いやすさに関する品質である。API によって提供される機能がアプリに使えるかどうかを AC が容易に認識し(適切認識性)、使い方を簡単に修得できるか(修得性)は、AC にとっての価値になりうる。一方、運用操作性やユーザエラー防止性、ユーザインタフェース快美性、アクセシビリティは、人間のユーザがソフトウェアを利用して業務を行う際の品質であり、(人間ではない)アプリケーションから直接呼び出される API の品質評価には直接関連しない。これらは AC が開発するアプリの品質を説明するもので、EU にとってのアプリの価値を議論する際に利用できる。

3.2.5 信頼性に見出す価値

API を不具合なく安定的に利用し続けられるかどうかは、AC にとっての大きな価値である。多くの利用実績を通して品質的に「枯れて」いるか(成熟性)、いつでも好きな時に利用できるか(可用性)、意図しない障害発生にどれだけ耐えられるか(障害許容性)、故障時にどれだけ早く復旧するか(回復性)、これらの特性の全てが AC にとっての価値になりうる。現在多くの API は、信頼性に関する品質保証を AP と AC の間の SLA (Service Level Agreement) で規定している。

3.2.6 セキュリティに見出す価値

API エコノミーは、基本的に利用者を限定しないで新たな価値の創出を狙うオープンな経済圏である。その裏返しとして、悪意のある利用者の存在も排除できない。よって、API に対するセキュリティ対策はいまや必然・必須である。より具体的には、許可された機能のみにアクセスすること（機密性）、権限を持たないアクセスを排除すること（インテグリティ）、実行したイベント・アクションが偽って取り消されないこと（否認防止性）、アクセスが一意的に追跡可能であること（責任追跡性）、利用者が本人・本物であることを証明しているか（真正性）、これらの全ては API でビジネスを行う上では当たり前の品質である。技術的には、SSL による通信路暗号化、アクセストークンや OAuth による認証、ログによる追跡等で実装される。

3.2.7 保守性に見出す価値

API が提供する機能や処理を保守しやすいかどうかは、基本的に AP の関心事であり、AC が関与することではない。ただし、API が機能ごとにモジュールとして整理されていること（モジュール性）は、AC がアプリに組み込みやすくなるため価値となる。また、API を簡単にテストできるかどうか（試験性）もアプリの試験のしやすさに関与するため、AC にとっての価値になるであろう。再利用性は API を様々なアプリケーションで利用するうえでの当たり前品質である。解析性、修正性は API を保守・運用する AP の関心事であり、AC が関与しない品質である。

3.2.8 移植性に見出す価値

API を利用するアプリは、PC やスマートフォン、タブレット、組み込み機器等、様々な環境で動作する。したがって、API はアプリの実装言語や実行環境に幅広く対応していることが期待される。よって、API が異なる環境にどれだけ適応できるか（適応性）は、AC にとっての大きな価値である。API の実装技術である Web サービスは基本的にプラットフォーム独立であるが、様々な言語でのコードサンプルや SDK の提供は、適応性の面で AC にとっての重要な価値である。また、置換性の面では特に後方置換性が価値になるであろう。これは、API をバージョンアップしても AC 側では以前のアプリケーションを修正せずに運用し続けられるという品質である。設置性は API をデプロイする AP の関心事であり、AC の価値ではない。

3.3 利用時の品質にみる API 価値

利用時の品質とは、アプリケーションの利用・運用時において、API をどれだけ目標通りに利用・運用できているかの度合いである。この品質は AC の満足度や価値につながり、当該 API をこのまま使い続けるか、他社の API に乗り換えるかを判断する材料となりうる。

3.3.1 有効性に見出す価値

有効性は、AC のアプリケーションが提供するサービスの中で、API がどれだけ役に立っているか、アプリが解決しようとする課題のうちどの程度が API のおかげで解決できているのかを表す品質である。この品質が高いほど、AC の API に対する価値が高くなることは言うまでもない。一方で、API は直接 AC の要求に基づいて実装されないため、いわゆる「かゆいところに手が届かない」問題は完全にはなくなる。アプリ固有の機能は、API を拡張する形で AC が開発することになる。

3.3.2 効率性に見出す価値

効率性は、API を利用したことによって、AC のアプリケーション開発・運用に必要な資源がどの程度効率化されたかを表す品質である。API の利用によって開発工数や保守のコストを大幅に削減できることは、API エコノミーの大きな意義でもある。この品質が高いほど、AC の API に対する価値が高くなる。API は不特定多数の AC によって共用されることから、以前のようにアプリごとに専用の機能を実装することに比べ、効率性は自然に高くなる。このことは、有用な資源をプールしておいて、必要に応じて利用者間で融通するシェアリングエコノミー⁷⁾の性質に似ている。

3.3.3 満足性に見出す価値

APIの利用によってACがどれだけ満足したかは、APIを今後も使い続けていくための価値として重要である。APIの利用によってACが実現しなかったことがどこまで達成できたか(実用性)は、ACにとっての満足につながる。また、ACの意図・期待通りにAPIが動作してくれたという信用(信用性)も満足度にも貢献するであろう。一方、快感性・快適性は、人間のユーザがソフトウェアを利用して業務を行った際に感じる心理的な作用を説明する品質であり、(人間ではない)アプリケーションが直接実行するAPIには関連しない品質とした。

3.3.4 リスク回避性に見出す価値

APIの利用によって、ACが遭遇するかもしれない経済的リスクがどれだけ抑えられるか(経済リスク緩和性)は、ACにとっての大きな価値である。現在多くのAPは、試用・開発版のAPIを無料で提供しており、経済的なリスクを0にして、ACに手軽に試してもらう施策を講じている。もちろんすべて無料ではビジネスとして成り立たないため、本番運用を想定したAPI利用には価格を設定するのが一般的である。健康・安全や環境に対するリスクは、そもそもこれらが対策されていない場合、ACが開発するアプリの利用者(すなわちEU)にもリスクが及んでしまう。よって、健康・安全リスク緩和性、環境リスク緩和性はAPIが備えるべき当たり前品質とすべきである。

3.3.5 利用状況網羅性に見出す価値

利用状況網羅性は、APIがあらゆる利用状況(コンテキスト)に対応し、様々なアプリケーションに対して変わらない品質を保ったまま機能を提供できるかという品質である。明示された範囲内の利用コンテキストにおいて利用時の品質を保てるか(利用状況完全性)については、SLAにも規定される通り、当たり前品質である。一方、想定外の利用コンテキストにどこまで対応できるか(柔軟性)については、元来APIが保証するものではないため、API関連しない品質とした。想定外の事象への対処は、ACがアプリケーション側で行うべきことである。

3.4 データの品質に見るAPI価値

APIが利用するデータ、あるいは、入出力に表れるデータの品質に対して、ACが見出す価値を考察する。

まず、APIのデータが備えるべき当たり前品質を議論する。そもそもAPIをソフトウェア部品として外部に公開し、サードパーティーに使ってもらう以上、最低限データの「あるべき姿」を保証することが重要である。本研究では以下の品質特性を当たり前品質とした：データが正確である(正確性)、矛盾がない(一貫性)、信頼できる(信ぴょう性)、法令や基準に適合している(標準適合性)、承認された利用者だけ利用できる(機密性)、組織やシステムに依存せず利用できる(移植性)。

一方、以下に述べる品質特性は、ある程度許容の幅をもたせることができ、付加価値的な意味合いを含んでいる。これらの品質を上げることで差別化や価値につながり、異なる価格付けやサービスメニューに役立てられると考える：データが完全である(完全性)、最新である(最新性)、冗長でない(効率性)、精密である(精度)、変更を追跡できる(追跡可能性)、理解しやすい(理解性)、利用したいとき利用できる(可用性)、APIが故障時でもデータを回復できる(回復性)。

3.5 API価値分析モデルの活用

提案したAPI価値分析モデルをどのように活用するかを、AC(消費者)とAP(提供者)それぞれの立場から述べる。ACの立場からの活用法は、APIの選択に生かすことである。すなわち、類似する機能を持つAPIが複数存在するとき、どれを選ぶべきかを分析モデルを用いて決める。まず、図2の品質特性のうち、●がついたものそれぞれについて、当該APIがACが考える水準を満たしているかをチェックする。どれか1つでも満たしていなければ、そのAPIを却下する。すべて満たしていれば、次は○のついた品質特性を評価・計測する。ACが開発するアプリに関与しない品質特性は、価値分析から除外する。また、特に重要なものには重みをつける。関連する品質特性の評価値を重要度で重みづけして合計すれば、ACがそのAPIに持つ価値の量と言える。他のAPIについても同様に評価を行い、価値の量が一番大きいものを使用するAPIとして採用する。より具体的な計算方法は次節で述べる。

AP の立場からの活用は、API の開発・運用に生かすことである。AC に採用してもらうためには、●がついた品質特性はある程度高い水準を維持して、そのことを宣伝すべきである。○がついた品質特性は高ければ高いほど良いが、一般のソフトウェアシステムと同様、すべてを最高品質にすることはコストの面からも現実的ではない。そのため、API の目的と想定される利用者セグメントに応じて最適な品質バランスを定義し、費用対効果を上げていくことが重要であろう。

4. API 価値の定量化

提案する API 価値分析モデルに基づき、開発者が API に対して持つ価値を定量化することを試みる。具体的には、ある AC c の API $p.x$ に対する価値 $V(c, p.x)$ を定量化する。

いま、3. で議論した品質特性のうち、API 価値に影響する品質特性(図 2 で○がついたもの)を q_i 、当たり前品質に分類された品質特性(図 2 で●がついたもの)を q'_j と書く。また、品質特性 q に関する $p.x$ の c による評価値(測定値)を $Q(q, c, p.x)$ と書く。ここで、API 価値 $V(c, p.x)$ を定量化するにあたり、以下の仮定を置く：

- (A1) 各 q_i について、 $Q(q_i, c, p.x)$ が大きいほど $V(c, p.x)$ は大きくなる。
- (A2) c は各 q_i に対して異なる重要度 $W(q_i, c)$ を持っている。
- (A3) ある q'_j について、 $Q(q'_j, c, p.x)$ が水準 τ_j に達しなければ、 $V(c, p.x)$ はゼロとなる。

(A1) は API 価値に影響する品質特性の評価値 Q が高いほど、価値が大きくなることを表している。(A2) は開発者ごとに重要と考える品質特性が異なることを表しており、その重要度を q_i に対する重み W で与えることにしている。(A3) は当たり前品質に関する品質特性のうち 1 つでも水準を達しなければ、 c は $p.x$ を使わない、つまり、価値がなくなることを表す。これらの仮定は、3.5 の AC の立場からの活用法で述べた方針に基づいている。

以上を踏まえ、 $V(c, p.x)$ を以下のように定義する：

$$V(c, p.x) = \frac{\sum_i W(q_i, c) \cdot Q(q_i, c, p.x)}{\sum_i W(q_i, c)} \cdot \prod_j H_{\tau_j}(Q(q'_j, c, p.x)) \quad (1)$$

ここで、 $H_{\tau}(x)$ はしきい値 τ のステップ関数である：

$$H_{\tau}(x) = \begin{cases} 1, & x \geq \tau \\ 0, & x < \tau \end{cases} \quad (2)$$

式(1)の前半分は、API 価値を品質 q_i の評価値の加重平均で表しており、仮定(A1) (A2)を表現している。後半分は、すべての当たり前品質 q'_j がそれぞれの水準 τ_j を満たした場合のみ 1、それ以外は 0 となり、仮定(A3)を表している。

実際の運用では、全ての品質特性 q について、 $Q(q, ;, \cdot)$ を測定・評価する方法を用意する必要がある。さらに、異なる特性間で評価値を正規化し、スケールを揃える必要がある。提案手法の実例への適用および運用方法の検討は今後の課題としたい。

5. 結 語

本稿では、API エコノミーにおけるアプリケーション開発者が、API の何に価値を見出すのかを体系的に分析する、API 価値分析モデルを提案した。モデルの構築にあたり、我々はソフトウェア品質モデル SQuaRE を API エコノミーの文脈で解釈し、API の価値に影響を与えうる品質特性を洗い出して4種類に分類した（○：API 価値に影響する品質，●：当たり前品質，－：開発者が感知できない品質，×：元来 API に関連しない品質）。開発者は、開発するアプリやビジネスの性質に応じて品質特性に重みづけを行い、品質の重みづけ和によって価値を表現・定量化できる。よって、提案手法は API エコノミーにおける様々な場面（例えば、ビジネスモデル設計、サービスの値付け、価値交換基盤の開発等）での価値分析に応用できる。

今後の課題としては、各品質特性の具体的な計測・評価手法の検討、および、提案モデルの妥当性評価が挙げられる。

謝 辞

この研究の一部は、科学技術研究費（基盤研究 B 16H02908, 15H02701, 基盤研究 A 17H00731, 萌芽研究 15K12020）、および、立石科学技術振興財団の研究助成を受けて行われている。

文 献

- (1) G. Collins and D. Sisk, "API economy: From systems to business services," <https://dupress.deloitte.com/dup-us-en/focus/tech-trends/2015/tech-trends-2015-is-api-economy.html>, (2015) [visited on 2017-08-01].
- (2) "Uber," <https://www.uber.com/ja-JP/> [visited on 2017-08-01].
- (3) 木村巧作, 関口敦二, "API ゲートウェイ上でのサービスの物々交換手法について," 信学技報, SC2017-12 (2017), pp.67-72.
- (4) ISO/IEC 25000: Systems and software quality requirements and evaluation (SQuaRE), (2014).
- (5) ソフトウェア高信頼化センター, "つながる世界のソフトウェア品質ガイド," 情報処理推進機構 (2015) <http://www.ipa.go.jp/sec/reports/20150609.html> [visited on 2017-08-01].
- (6) M. Tanaka and Y. Murakami, "Strategy-proof pricing for cloud service composition," IEEE Transactions on Cloud Computing, vol.4, no.3 (2016), pp.363-375.
- (7) 辻東正和, "シェアリングエコノミー時代の IT: クラウドと API による「共有」の進展," 知的資産創造 = Knowledge creation and integration, vol.24, no.11, (2016), pp.61-71.
- (8) IBM, "API エコノミー," <https://www.ibm.com/middleware/integration/jp-ja/api-economy.html> [visited on 2017-08-01].
- (9) J. Musser, "API Business Models," <https://www.slideshare.net/jmusser/j-musser-apibizmodels2013> [visited on 2017-08-01].
- (10) Google, "Prediction API," <https://cloud.google.com/prediction/> [visited on 2017-08-01].
- (11) Microsoft, "Microsoft Azure Machine Learning," <https://azure.microsoft.com/ja-jp/services/machine-learning/> [visited on 2017-08-01].
- (12) 和田充夫, "ブランド価値競争", 同文館出版, (2002).
- (13) ピータードイル, "価値ベースのマーケティング戦略論", 東洋経済新報社, (2004).
- (14) 上田隆穂, "消費者における価値と価格," 学習院大学 経済論集, vol.41, no.2 (2004), pp.75-88.
- (15) 諏訪良武, "サービスの価値と価格を解析する", SOFTWARE JAPAN 2015: ICT によるイノベーションの創出, 情報処理学会, 2015. http://www.ipsj.or.jp/event/sj/sj2015/IT-F_service.html [visited on 2017-08-01].
- (16) S.L. Vargo and R.F. Lusch, "Institutions and axioms: an extension and update of service-dominant logic," Journal of the Academy of Marketing Science, vol.44, no.1 (2016), pp.5-23.

- (17) C.K. Prahalad and V. Ramaswamy, The Future of Competition: Co-Creating Unique Value With Customers, Harvard Business Review Press (2004).
- (18) “ISO/IEC 9126-1 (JIS X0129-1):ソフトウェア製品の品質—第1部：品質モデル,” (2003).