

# 時間発展型市場モデルを用いた APIエコノミーの市場ダイナミクスの分析

吉海 皓貴<sup>†</sup> 荒川 伸一<sup>†</sup> 滝根 哲哉<sup>††</sup> 村田 正幸<sup>†</sup>

†

† 大阪大学大学院情報科学研究科 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 1-5

†† 大阪大学大学院工学研究科 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1

E-mail: †{h-yoshikai,arakawa,murata}@ist.osaka-u.ac.jp, ††takine@comm.eng.osaka-u.ac.jp

**あらまし** 企業の情報処理やデータ提供といったサービスを API 化し、その API を用いてサービスを連結することで新たな価値を生み出す API エコノミーが注目されている。API エコノミーの価値を最大化するためには、時間とともに市場参加者数が増える市場の振る舞いを捉え、プラットフォームがとるべき戦略を明らかにすることが重要である。本稿では、有料コンシューマーとサービス提供者に加えて、API 提供者が参加するプラットフォームの時間発展型の市場モデルを示す。シミュレーションの結果、API を利用することによりサービスの開発コストが削減され、多くのサービス提供者・有料コンシューマーが市場に参加して市場が拡大することが明らかとなった。

**キーワード** API エコノミー、エコシステム、プラットフォーム、API 提供者

## Analyzing the Market Dynamics in API Economy using Time-evolving Model

Hiroki YOSHIKAI<sup>†</sup>, Shin'ichi ARAKAWA<sup>†</sup>, Tetsuya TAKINE<sup>††</sup>, and Masayuki MURATA<sup>†</sup>

†

† Information Science & Technology, Osaka University 1-5 Yamadaoka, Suita-shi, Osaka, 565-0871 Japan

†† Engineering, Osaka University 2-1 Yamadaoka, Suita-shi, Osaka, 565-0871 Japan

E-mail: †{h-yoshikai,arakawa,murata}@ist.osaka-u.ac.jp, ††takine@comm.eng.osaka-u.ac.jp

**Abstract** API economy is attracting attention as a way to create new value by converting corporate services such as information processing and data provision into APIs and using these APIs to connect services. In order to maximize the values of API economy, it is important to capture the behavior of the market, where the number of market participants changes over time, and to clarify the strategy that platforms should take. In this paper, we present a time-evolving market model of a platform in which API providers participate in addition to consumers and service providers. The simulation results show that the use of APIs reduces the cost of service development and expands the market by allowing many service providers and consumers to participate in the market.

**Key words** API Economy, Ecosystem, Platform, API providers

### 1. はじめに

企業の情報処理やデータ提供といったサービスを API 化し、その API を用いてサービスを連結することで新たな価値を生み出す API エコノミーが注目されている [1]。API エコノミーでは、サービス提供者とコンシューマーがプラットフォームに接続し、API を介してサービスの供給と消費が行われる。

市場経済を分析するモデルとして二面市場がある。これは市場の最も基本的な構造をとらえたモデルで、プラットフォームを介して 2 つの顧客グループがサービスのやり取りを行うモデ

ルである。2 つの顧客グループは、間接ネットワーク効果と呼ばれる相互作用によって市場を活性化させる。文献 [2]~[4] では、二面市場モデルを用いてデジタルエコシステムの振る舞いを分析する研究がなされている。市場の振る舞いをモデル化し、一定のプラットフォーム戦略の下での均衡状態を求めることは、市場の定性的な振る舞いを理解する上では重要となる。文献 [4] では、プラットフォームの機能数の増加に対して、サービスの開発コストが緩やかに減少する条件下ではプラットフォームの機能数を少なくし、急激に減少する条件下ではプラットフォームの機能数を多くすることがプラットフォーム利益の最大化と

なる知見が得られている。しかし、利益の最大化により市場の均衡状態を求めることは、健全なマーケット形態を明らかにするものではない。例えば、文献 [4] では、間接ネットワーク効果によりサービス提供者や消費者の人数が増加する要因が生じていても、プラットフォームの提供価格の増大によって相殺され、市場規模を縮小してでもプラットフォーム提供者の利益を高めることが最適戦略となっている [5]。したがって、ある一定の条件における均衡状態を捉えるのではなく、時間とともに市場参加者数が増える市場の振る舞いを捉え、プラットフォームがとるべき戦略を明らかにすることが重要である。

本稿では、時間とともに参加者数が増える市場の振る舞いを捉えることを目的とし、時間発展型の市場モデルを示す。具体的には、有料消費者、サービス提供者が参加している AWS 型プラットフォーム [6] と、それらに加えて API 提供者が参加している Azure 型プラットフォーム [7] のそれぞれの時間発展型の市場モデルを示す。その上で、Azure 型の市場モデルを用いて、市場において市場参加者数が拡大するパラメータ要件を明らかにする。ここでのパラメータ要件は、単にプラットフォームの利益を最大化するためのパラメータ領域ではなく、各市場参加者の利益が適切に確保されることで市場に留まりエコシステムを形成するパラメータ領域である。パラメータ要件を明らかにすることによって、例えば市場の黎明期と安定期においてプラットフォームを含む各市場参加者が採るべき戦略など、エコシステム形成に必要な指針が得られる。

Azure 型プラットフォームは、API エコノミーを対象としており、異なる API の組み合わせを活用してイノベーションを促進したり、API を利用して新製品の Time-to-Value や Time-to-Market を改善することが期待できる [8]。しかし、その一方で、API 提供者間の競争が適切に行われずに API コストが過剰に高まると、サービス提供者はプラットフォームから離脱し市場が縮小することも予想される。そこで、API 提供者への投資割合を変化させることによって、市場参加者の拡大やエコシステム形成において API 提供者が果たす役割を明確化する。

## 2. プラットフォームモデル

### 2.1 AWS 型プラットフォームモデル

AWS 型プラットフォームは有料消費者、サービス提供者が参加しているプラットフォームである。市場参加者らの相互作用モデルを図 1 に示す。サービス提供者は、プラットフォームが提供するライブラリを利用することにより、開発コストの低減やスモールスタートを図りつつ、サービスを開発する。有料消費者は、プラットフォーム使用料をプラットフォームに支払い、サービス提供者が開発した各種サービスを利用する。プラットフォームは、有料消費者から徴収した使用料から、個々のサービスの利用頻度に応じてサービス提供者に報酬を支払う。プラットフォームの利益は、有料消費者からの使用料とサービス提供者への報酬の差分となる。また、サービス提供者からプラットフォーム使用料を徴収することでプラットフォームの利益が加算される。

サービス提供者がサービスを開発し、消費者に提供



図 1: AWS 型プラットフォームにおける市場参加者の関係

する典型例として、Amazon Web Service (AWS) が挙げられる。サービス提供者は、例えば Amazon ECS や AWS Lambda など、AWS が提供するライブラリを利用することによってサービス開発コストを抑制しつつ、自身のサービスに必要な機能を開発する。サービス提供者はプラットフォームが提供するライブラリのみを利用するため、多様なサービスをプラットフォーム上で展開するにはライブラリの豊富さが求められる。しかし、ライブラリはプラットフォームのみが提供するため、ライブラリ数の増加とともにライブラリの開発コストが高まる構造となっている。

### 2.2 Azure 型プラットフォームモデル

Azure 型プラットフォームは有料消費者、サービス提供者、API 提供者から構成されるプラットフォームである。市場参加者らの相互作用モデルを図 2 に示す。プラットフォームは、有料消費者、サービス提供者、API 提供者から使用料を徴収する。プラットフォームは徴収により得た収益からサービス提供者と API 提供者に報酬を与える。このプラットフォームモデルでは、API 提供者が存在することにより利用可能な機能が多くなる。さらに、ある API 提供者は、補完関係にある他の API 提供者が提供する機能を利用することにより、開発コストの低下を図ることが期待される。また、サービス提供者は、プラットフォームが提供するライブラリだけでなく API も利用することができるため、AWS 型プラットフォームと比較してさらに開発コストを下げることができる。また、新規に開発した機能を API として提供することも可能であり、他の市場参加者の開発コストの低下に貢献することも期待される。

Azure 型プラットフォームでは、多様なサービス開発の容易さは API 数に依存しており、API 提供者が市場に参加するほど機能開発やサービス構築のコストが低下する構造となっている。

## 3. API エコノミーの時間発展型市場モデル

本章では、AWS 型プラットフォームと Azure 型プラットフォームの時間発展型市場モデルを示す。なお、AWS 型プラットフォームの市場モデルは Azure 型プラットフォームの市場モデルにおいて API 提供者数を 0 とするものであるため、以降では Azure 型プラットフォームの市場モデルを説明する。

### 3.1 市場

市場  $M$  には以下の者が参加している。

- プラットフォーム  $p$
- 有料消費者  $u_i: u_1, u_2, \dots$
- サービス提供者  $s_i: s_1, s_2, \dots$
- API 提供者  $a_i: a_1, a_2, \dots$

市場  $M$  は時間発展であり、時刻  $t$  の市場参加者数の状態  $M_t$  は、

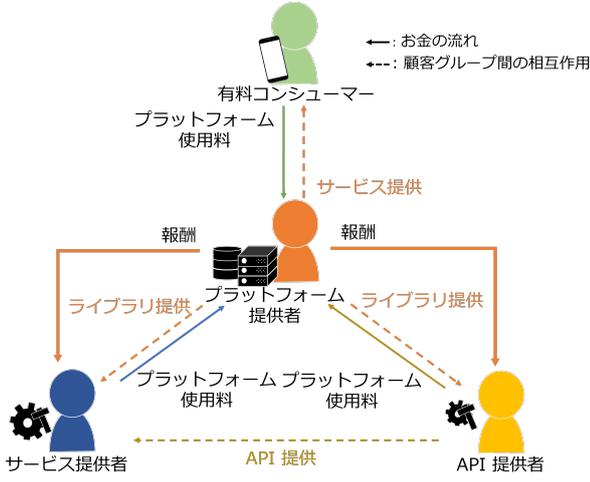


図 2: Azure 型プラットフォームにおける市場参加者の関係

$$M_t = \{P_t, U_t, S_t, A_t\}$$

と表される。各変数は以下で表される。

$$P_t = \{p\},$$

$$U_t = \{u_1, u_2, \dots, u_i, \dots, u_{U(t)}\},$$

$$S_t = \{s_1, s_2, \dots, s_i, \dots, s_{S(t)}\},$$

$$A_t = \{a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_{A(t)}\}$$

$P_t$  は時刻  $t$  におけるプラットフォームの事業者であり、本稿では唯一とし時刻不変とする。 $U(t), S(t), A(t)$  は、それぞれ対応する者が時刻  $t$  までに市場  $M$  に参加した人数である。すなわち時刻  $t$  時点で市場に参加中である者と、時刻  $t-1$  までに市場から離脱した者を合わせた人数とする。

### 3.2 市場の時間発展

本稿の市場モデルでは、参加者らの相互作用によって参加者数が増減し、その変化にもとづいて利益や開発コストが変化する。相互作用の詳細は 3.3 節から 3.6 節で述べることにし、ここでは時間発展のシミュレーション手順を示す。

- (1) 初期の市場参加者数を適切に定め、 $t=0$  とする。

$$M_0 = \{P_0, U_0, S_0, A_0\}$$

- (2) 決められた手順に従って  $U(t), S(t), A(t)$  を求める。

(3) 3.3 節から 3.6 節で述べる各種式を適用して  $M_{t+1}$  を計算する。

- (4) (2) に戻る。

$M_{t+1}$  の計算を繰り返し、十分に時間が経過するまでの  $M_{t+1}$  の振る舞いを観察する。

### 3.3 プラットフォーム

プラットフォーム  $p$  の時刻  $t$  での利益 (profit)  $U_p(t)$  は、

$$U_p(t) = p_s \cdot \hat{S}(t) + p_a \cdot \hat{A}(t) + P(t) \cdot (1 - \alpha_s - \alpha_a)$$

である。 $\hat{S}(t), \hat{A}(t)$  は、それぞれ時刻  $t$  時点で市場  $M$  に参加するサービス提供者、API 提供者の数であり 3.5 節以降で定義する。 $p_s, p_a$  はそれぞれサービス提供者、API 提供者のプラット

フォーム使用料である。また、 $\alpha_s, \alpha_a$  はそれぞれサービス提供者、API 提供者への支払い費用を定めるパラメータである。さらに、プラットフォーム  $p$  は、サービスの利用回数・API の利用回数に応じた費用をサービス提供者と API 提供者に支払うものとし、その原資  $P(t)$  を

$$P(t) = p_c \cdot U(t) - I_p(t)$$

とする。 $p_c$  は有料コンシューマーのプラットフォーム使用料である。有料コンシューマーはサブスクリプション型の契約を行うものとし、タイムステップ毎に  $p_c$  の費用をプラットフォームに支払うものとする。 $I_p(t)$  は、プラットフォーム  $p$  の時刻  $t$  における設備投資の費用であり、 $I_p(t) = \eta \cdot (p_c \cdot U(t))$  の費用でライブラリを増強する。 $\eta$  は投資割合を定めるパラメータである。

投資にともなってプラットフォームが抱えるライブラリ数  $F(t)$  は増大するが、ライブラリ数増加とともに投資コストが増えるものと解釈する。すなわち、

$$F(t+1) = F(t) + e^{-\gamma \cdot F(t)/I_p(t)}$$

とする。ここで  $\gamma$  は投資コスト増大のパラメータである。

### 3.4 有料コンシューマー

有料コンシューマーはアーリーアダプターとマジョリティの 2 要素で構成される。

$$U(t+1) = U^{early}(t) + U^{major}(t)$$

それぞれは、市場  $M$  ではない他市場に参加するアーリーアダプターの人数  $o^{early}(t)$  とその変化量、サービスのクオリティ  $Q_d$  に基づいて、以下で与える。

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} U^{early}(t) &= \zeta U^{early}(t) \left(1.0 - \frac{U^{early}(t)}{\hat{S}(t) * 10000}\right) \\ &\quad - \delta(t) \frac{d}{dt} o^{early}(t) \end{aligned}$$

$$\frac{d}{dt} U^{major}(t) = Q_d U^{early}(t) - \delta(t) \frac{d}{dt} o^{early}(t)$$

$\zeta$  はアーリーアダプターの増加の振る舞いを定めるパラメータであり、 $\delta(t)$  は市場  $M$  と他市場が競合環境にあるか否かを表す 0 と 1 の二値のパラメータである。 $\zeta, \delta(t), o^{early}(t)$  は事前に与えるとする。

### 3.5 API 提供者

時刻  $t$  までに市場  $M$  に参加した API 提供者の集合  $A_t$  は以下で定義している。

$$A_t = \{a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_{A(t)}\}$$

ここでは API 提供者  $a_i$  の振る舞いを定義する。 $a_i$  の利得関数は、

$$U_{a_i}(t) = \alpha_a P(t) \frac{\mathcal{F}(a_i, S_t, A_t, R_t)}{\sum_{a_k} \mathcal{F}(a_k, S_t, A_t, R_t)} - p_a - K_a(F + J(T_i))$$

で与える。 $\alpha_a$  は API 提供者への支払い費用を定めるパラメータである。また、関数  $\mathcal{F}(a_i, S_t, A_t, R_t)$  は、 $a_i$  が提供する API

の利用回数を表す関数であり、時刻  $t$  の市場参加者とその利用頻度（人気度） $\mathcal{R}_t$  に依存して定まる。 $\alpha_a P(t)$  は時刻  $t$  時点でプラットフォームが得る収益の一部であり、時刻  $t$  で市場に存在する API の総利用回数に対する  $a_i$  が提供する API の利用回数  $\mathcal{F}(a_i, \mathcal{S}_t, \mathcal{A}_t, \mathcal{R}_t)$  の割合によって  $a_i$  の収益 (income) が決まる。なお  $\mathcal{F}(a_i, \mathcal{S}_t, \mathcal{A}_t, \mathcal{R}_t)$  は

$$\mathcal{F}(a_i, \mathcal{S}_t, \mathcal{A}_t, \mathcal{R}_t) = \frac{1}{\hat{A}(t)} e^{-c_{\mathcal{F}_a} \cdot I(T_i)}$$

とする。ここで、 $T_i$  は  $a_i$  と他の API 提供者との補完関係、競合関係のリストであり、関数  $I$  は競合関係を含むリストを引数として受け取り、競合関係の数をカウントする関数である。また、 $c_{\mathcal{F}_a}$  は競合関係の影響の強さを定めるパラメータである。したがって、競合関係にある API の数  $I(T_i)$  が多いほど  $e^{-c_{\mathcal{F}_a} \cdot I(T_i)}$  の値が小さくなり、その API の利用回数  $\mathcal{F}(a_i, \mathcal{S}_t, \mathcal{A}_t, \mathcal{R}_t)$  が少なくなる。

API 提供者  $a_i$  は利得関数の正負をもとに市場  $M$  への参加・離脱を決定する。ここでは利得関数が負になることを離脱条件とする。参加・離脱を  $\Delta_{i|u \geq 0}$  の 0/1 変数で表現するものとする。時刻  $t$  時点の市場  $M$  の参加者数  $\hat{A}(t)$  は

$$\hat{A}(t) = \sum_k \Delta_{k|u \geq 0}$$

となる。

ここで、ある API 提供者  $a_i$  と他の API 提供者との補完関係、競合関係  $T_i$  を

$$T_i = [1, -1, \dots, (a_i = 0), \dots, 1, 0] \quad (1)$$

などと表す。この例では、 $a_i$  と  $a_1$  は補完関係 (1)、 $a_2$  とは競合関係 (-1)、 $a_i$  (自身) とは無関係 (0) である。

補完関係にあるときは、API 提供者の開発コストが安くなることと解釈できる。そこで、プラットフォームが提供するライブラリ数  $F$  と、補完関係にある API 提供者数  $J(T_i)$  の和が  $a_i$  の開発コストに作用するとし、開発コストを  $K_a(F + J(T_i))$  で与える。関数  $J$  は補完関係を含むリストを引数として受け取り、補完関係の数をカウントする関数とする。 $K_a(F)$  は、プラットフォームが用意するライブラリ数が  $F$  である時の開発コスト ( $F$  に対して単調減少) であり、補完関係にある API 提供者数  $J(T_i)$  が開発コスト減に作用することを表現している。

### 3.6 サービス提供者

サービス提供者は、API 提供者が提供する API を使いながらサービスを構成して消費者に提供する。

時刻  $t$  までに市場  $M$  に参加したサービス提供者の集合  $\mathcal{S}_t$  は以下で定義している。

$$\mathcal{S}_t = \{s_1, s_2, \dots, s_i, \dots, s_{\mathcal{S}(t)}\}$$

あるサービス提供者  $s_i$  と他のサービス提供者の競合関係  $V_i$  を、-1、0 を用いて

$$V_i = [0, -1, \dots, 0, \dots, -1, 0] \quad (2)$$

などと表す。この例では、 $s_i$  と  $s_1$  は無関係、 $s_2$  とは競合関係、

$s_i$  とは無関係である。なお、API 提供者の場合と異なり、サービス提供者間の補完関係は考えない。サービス提供者  $s_i$  のサービス利用回数は、

$$\mathcal{G}(s_i, \mathcal{S}_t, \mathcal{A}_t, \mathcal{R}_t) = \frac{1}{\hat{S}(t)} e^{-c_{\mathcal{F}_s} \cdot I(V_i)}$$

とする。ここで、 $c_{\mathcal{F}_s}$  は競合関係の影響の強さを定めるパラメータである。API の利用回数の式と同様に、競合関係にあるサービス提供者の数  $I(V_i)$  が多いほど  $e^{-c_{\mathcal{F}_s} \cdot I(V_i)}$  の値が小さくなり、そのサービスの利用回数が少なくなる。

サービス提供者の利得関数は、

$$U_{s_i}(t) = \alpha_s P(t) \frac{\mathcal{G}(s_i, \mathcal{S}_t, \mathcal{A}_t, \mathcal{R}_t)}{\sum_{s_k} \mathcal{G}(s_k, \mathcal{S}_t, \mathcal{A}_t, \mathcal{R}_t)} - p_s - \{K_s(F + |\Phi_i(\mathcal{A}_t)|)\}$$

となる。ここで  $\Phi_i(\mathcal{A}_t)$  は、API 提供者が提供する API のうちサービス提供者  $s_i$  が利用する API 集合を表す。

サービスのクオリティは、

$$Q_d = 0.01 * (\log_2 \hat{S} - 1)$$

とし、市場に参加しているサービス提供者が多いほどサービスのクオリティが増加する。

## 4. 時間発展型市場モデルを用いた市場ダイナミクスの分析

### 4.1 分析方法

API 提供者が存在する Azure 型プラットフォームにおいて、API 提供者の存在が市場参加者数や各者の利益に与える影響を分析する。さらに、支払い費用を定めるパラメータ ( $\alpha_s, \alpha_a$ ) を変化させた際の市場への影響についても分析する。

### 4.2 モデル設定

本節では、シミュレーションにおける市場参加者の増加モデルや開発コストモデルについて説明する。

#### 4.2.1 有料消費者の増加モデル

3.4 節に示した有料消費者のモデルのパラメータ値を定める。本稿では有料消費者の離脱はないと仮定し、有料消費者が増加し続ける領域でシミュレーションを行う。したがって、 $\delta(t), o^{early}(t)$  を 0 とした。また、 $\zeta$  を 0.1、 $U^{early}(0)$  を 8000、 $U^{major}(0)$  を 0 としている。

#### 4.2.2 サービス提供者の増加モデル

サービス提供者の増加モデルは、

$$\hat{S}(t) - \hat{S}(t-1) = \frac{c_s * U_{sall}(t-1)}{\frac{p_{sall}(t-1) + K_{sall}(t-1)}{\hat{S}(t-1)}}$$

とする。 $U_{sall}(t-1), p_{sall}(t-1), K_{sall}(t-1)$  はそれぞれ、時刻  $t-1$  時点で市場に参加している全サービス提供者の利益、接続料、開発コストの合計である。右辺は時刻  $t-1$  における全ての利益を時刻  $t$  の参加者に配分することを表している。しかしながら、全ての利益を配分すると  $\hat{S}(t)$  が増加減少を繰り返す不安定な振る舞いとなったためパラメータ  $c_s$  を導入し、本稿では

0.5 とした。

Azure 型では、各サービス提供者はランダムに API を選択し、利用する。

#### 4.2.3 API 提供者の増加モデル

API 提供者の増加モデルは、

$$\hat{A}(t) - \hat{A}(t-1) = \frac{c_a * U_{aall}(t-1)}{\frac{p_{aall}(t-1) + K_{aall}(t-1)}{\hat{A}(t-1)}}$$

とする。  $U_{aall}(t-1)$ ,  $p_{aall}(t-1)$ ,  $K_{aall}(t-1)$  はそれぞれ、時刻  $t-1$  時点で市場に参加している全 API 提供者の利益、接続料、開発コストの合計である。右辺はサービス提供者の増加モデルと同様のことを表している。パラメータ  $c_a$  もサービス提供者の増加モデルと同様に、本稿では 0.5 とした。

#### 4.2.4 API 提供者の開発コストモデル

API の開発では、ライブラリ数や補完関係にある API の数 ( $x$ ) が多いほど開発コストが減少する。一方で、サービス提供者が多いほど運用コストが増加する。したがって、API 提供者の開発コストモデルは、

$$K_a(x) = (7.5 + c_1 \hat{S}(t)) e^{-c_{K_a} \cdot x} + 2$$

とする。  $c_1$  は開発コスト増加の振る舞いを定めるパラメータであり、0.0001 とする。また、  $c_{K_a}$  は開発コスト削減効果を定めるパラメータであり、0.009 とする。

#### 4.2.5 サービス提供者の開発コストモデル

サービスの開発では、ライブラリ数や利用している API の数 ( $x$ ) が多いほど開発コストが減少する。一方で、有料コンシューマーが多いほど運用コストが増加する。したがって、サービス提供者の開発コストモデルは、

$$K_s(x) = (75 + c_2 U(t)) e^{-c_{K_s} \cdot x} + 20$$

とする。  $c_2$  は開発コスト増加の振る舞いを定めるパラメータであり、0.001 とする。また、  $c_{K_s}$  は開発コスト削減効果を定めるパラメータであり、0.009 とする。

#### 4.2.6 補完・競合関係

式 1 の  $T_i$  では、補完関係は 0.4、競合関係は 0.1、無関係は 0.5 の確率で決定される。また、式 2 の  $V_i$  では、競合関係は 0.5、無関係は 0.5 の確率で決定される。

#### 4.3 パラメータ設定

プラットフォームのライブラリ数の初期値  $F(0)$  を 3、API 提供者数の初期値  $A(0)$  を 4、サービス提供者数の初期値  $S(0)$  を 2 としている。また、API やサービスの利用回数の式における競合関係の影響の強さ  $c_{\mathcal{F}_a}$ 、 $c_{\mathcal{F}_s}$  をそれぞれを 0.003、0.012 としている。

#### 4.4 プラットフォームの事業戦略

プラットフォームは、有料コンシューマーの使用料およびサービス提供者や API 提供者の使用料の設定などが可能であり、様々な事業戦略が考えられる。本節では、市場モデルにおけるパラメータのうちプラットフォームが設定可能なものを定め、プラットフォーム戦略として定義する。

まずプラットフォーム戦略における共通の設定について述べ

表 1: プラットフォーム戦略

$p_c$	$p_a$	$p_s$	$\eta$	$\gamma$
0.125	1.25	12.5	0.1	10000

る。共通の設定は、表 1 のパラメータ値設定である。プラットフォーム使用料などの料金に関わるパラメータの単位は千円 [week] を想定している。

次に有料コンシューマーからの収益の配分戦略について述べる。プラットフォームは有料コンシューマーから徴収した使用料のうち 70% をサービス提供者と API 提供者に支払う。ここで、その 70% の配分におけるサービス提供者と API 提供者それぞれの割合  $\alpha_s$ ,  $\alpha_a (= 0.7 - \alpha_s)$  は、プラットフォーム戦略として変化させることができる。したがって、有料コンシューマーから徴収した使用料のうち 30% はプラットフォームの利益となる。これは、Google Play Store や Apple Store における配分を参考に設定した [9]。

分析では、サービス提供者への支払い費用の割合  $\alpha_s$  を 0.0 から 0.7 まで 0.1 刻みで変化させ、それぞれの値でシミュレーションを行う。そして、それぞれの結果を用いて市場への影響について分析する。

#### 4.5 分析結果

本節では、4.4 節で定めたプラットフォーム戦略における Azure 型プラットフォームの分析結果について述べる。以降ではシミュレーションにおける 1 ステップを 1 週間 (以降、week と表記) とみなし、短期的 (36weeks 時点)・長期的 (72weeks 時点) な振る舞いを観察する。4.2.2 項や 4.2.3 項で示したように、各 1 週間で成長上限付近の参加者を獲得しているため現実の時間軸よりも速い振る舞いとなっているが、それは本質的ではない。

##### 4.5.1 短期的な影響

本項では、シミュレーションの 36weeks 時点において、市場の短期的な振る舞いを観察する (図 3)。

短期的には、 $\alpha_s$  を [0.4, 0.7] と大きくすると有料コンシューマーを多く獲得できる (図 3b)。  $\alpha_s$  が [0.4, 0.5] の場合、API 提供者の数も多く (図 3a)、サービスの開発コストを抑えることができる。そのため、36weeks 時点において多くのサービス提供者を獲得することができ (図 3c)、その結果有料コンシューマーも多く獲得することができる。  $\alpha_s$  が [0.6, 0.7] の場合、API 提供者の数は少ないが、サービス提供者全体の収益は多い。そのため、25weeks までの早い段階においては、  $\alpha_s$  が [0.4, 0.5] の場合よりもサービス提供者が多い結果となっており、多くの有料コンシューマーを獲得することができている。

##### 4.5.2 長期的な影響

本項では、前項の短期的な振る舞いも踏まえて、シミュレーションの 72weeks 時点において市場の長期的な振る舞いを観察する (図 4)。

短期的には  $\alpha_s$  を (0.6 - 0.7) と大きくすることにより有料コンシューマーを多く獲得できる一方で、長期的には有料コンシューマーを獲得できず、市場全体の利益が損なわれているこ

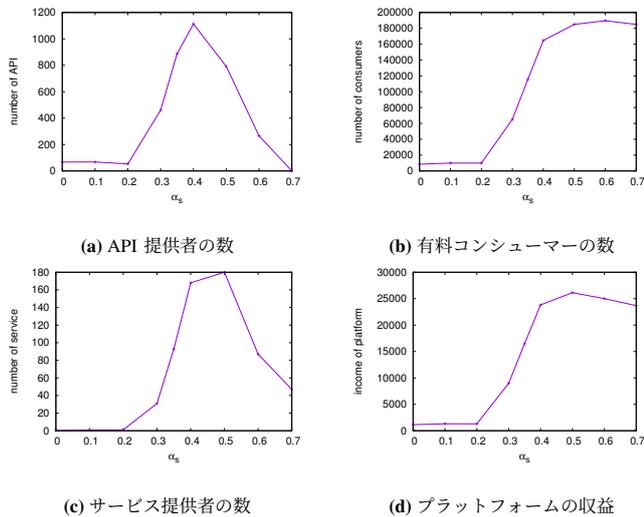


図 3: 36weeks 時点の市場の様子

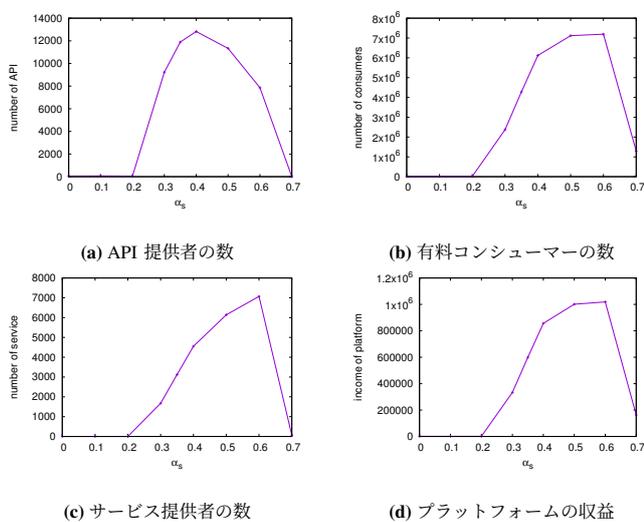


図 4: 72weeks 時点の市場の様子

とがわかる (図 4b)。このとき、API 提供者が不足していることにより (図 3a, 4a)、長期的にサービスの開発コストを抑えることができない。したがって、サービス提供者の市場への参加が抑制され、サービス数が少ないため有料コンシューマーが市場に引き付けられない。

$\alpha_s$  が  $[0.4, 0.6]$  の場合、8000 以上の多くの API 提供者が存在する (図 4a)。そのため、サービス提供者はサービスの開発コストを大幅に抑えることができる。したがって、サービス提供者の市場への参加が促進され、多くの有料コンシューマーが市場に引き付けられる結果となる。

以上のことから、マーケット拡大の観点ではプラットフォームの戦略は次のようになる。まず短期的には、API 提供者への配分率を高くすることで API 数を確保し、開発コストが抑えられる構造を作る。それにより、サービス提供者・有料コンシューマーを集める。その後長期的には、API 提供者への配分率を相対的に低くすることで、サービス提供者への配分率を高くする。それによりさらにサービス提供者を獲得し、有料コンシューマーも引き付ける構造を作る。

## 5. おわりに

本稿では、時間とともに参加者数が増える市場の振る舞いを捉えるために、時間発展型の市場モデルを示した。そして、プラットフォームからサービス提供者・API 提供者への支払い費用を定めるパラメータを変化させた際の市場への影響を、短期的・長期的に分析した。その結果、API 提供者が十分に存在する市場ではサービスの開発コストを抑えることができ、短期的・長期的どちらの場合も市場が拡大することがわかった。一方で、API 提供者が少ない市場では、短期的にはサービス提供者・有料コンシューマーを獲得できる場合もあるが、長期的には市場が拡大しないことがわかった。これらのことから、API による開発コストの削減効果が市場の拡大に大きく影響することが明らかとなった。

本稿のシミュレーションでは、API 提供者を一定数以上獲得した後は、API 提供者への支払い費用の割合を低くした方が市場が拡大する結果となっている。このことは、市場の規模にかかわらず、API による開発コストの削減効果が上限に達していることが原因だと考えられる。しかしながら、実際の市場では、市場の規模が大きくなればそれに応じた API 数が必要となると考えられる。したがって、今後は API による開発コストの削減効果が市場の規模に応じて変化する時間発展型の市場モデルを導入し、市場の振る舞いを明らかにしていく。

**謝辞** 本研究は KDDI 財団研究助成寄付金の助成を受けたものである。ここに記して謝意を表す。

## 文 献

- [1] IBM, "IBM unveils matchmaking technology to navigate API economy," Nov. 2015. (Accessed : 2021-12-20). <https://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/48026.wss>
- [2] Z. Zhi-Li, N. Papak, O. Andrew, and G. Roch, "Interactions, competition and innovation in a service-oriented internet: An economic model," Proceedings of IEEE INFOCOM, pp.1-5, March 2010.
- [3] A. Nagurny, D. Li, T. Wolf, and S. Saberi, "A network economic game theory model of a service-oriented internet with choices and quality competition," NETNOMICS: Economic Research and Electronic Networking, vol.14, pp.1-25, May 2013.
- [4] S. Sen, R. Guérin, and K. Hosanagar, "Functionality-rich versus minimalist platforms: A two-sided market analysis," ACM SIGCOMM Computer Communication Review, vol.41, no.5, pp.36-43, Oct. 2011.
- [5] M. Sugiura, S. Arakawa, M. Murata, S. Imai, T. Katagiri, and M. Sekiya, "Utility analysis of API economy based on multi-sided platform markets model," Proceedings of International Conference on Digital Ecosystems and Technologies (ICDET2020), pp.1-6, Oct. 2020.
- [6] T. Isckia, D.R. Mark, and D. Lescop, "Orchestrating platform ecosystems: The interplay of innovation and business development sub-systems," Journal of Innovation Economics & Management, vol.32, no.2, pp.197-223, May 2020.
- [7] B. Di Martino, G. Cretella, A. Esposito, and R.G. Sperandeo, "Semantic representation of cloud services: A case study for microsoft windows azure," Proceedings of International Conference on Intelligent Networking and Collaborative Systems, pp.647-652, Sept. 2014.
- [8] "The Power of the API Economy: Stimulate Innovation, Increase Productivity, Develop New Channels, and Reach New Markets | IBM Redbooks," Dec. 2014. (Accessed : 2021-12-20). <https://www.redbooks.ibm.com/abstracts/redp5096.html>
- [9] M. A. Cusumano, "Epic versus Apple and the future of App stores," Communications of the ACM, vol.65, no.1, pp.22-24, Jan. 2022.