

【報文】

Simplified Dynamic Model of Two-sided Platform Businesses

Yoshiaki ICHIKAWA

Visiting professor, Center for Rule-making Strategy, Tama University,
Shinagawa INTERCITY 5F, 2-14-14 Konan, Minato-ku, Tokyo, 108-0075 Japan

Abstract: The concept of innovation includes a drastic transformation in business models, specifically, switching from a conventional product-out type model to a platform type. This article proposes a simplified dynamic model of a two-sided platform in order to gain insights for promoting this innovation. The model is constructed with time as a variable and attractiveness coefficients as key constants governing the growth rate of the scale of a platform. This dynamic model derives an explicit equational solution on the volumes of the platform users (Provider-users and End-users), including an exponential function of time which explains the typical growth pattern of this type of business. The competition between different platforms is modeled and simulated as well. This article also provides platform owners with practical suggestions obtained through the dynamic model.

Key words: platform, two-sided platform, dynamic model, two-sided market, multi-sided platform

要旨： ビジネスモデルの大胆な改変、とりわけ既存のプロダクトアウト型からプラットフォーム型へのスイッチングはイノベーションの一つと言える。本報文はこのイノベーションを推進するための洞察を得るためにツースайдプラットフォームの単純化された動的モデルを提案する。このモデルは時間を変数とし、魅力係数という定数を用いており、「プロバイダユーザ」と「エンドユーザ」という二つのユーザーの規模の時間変化に関する解析解を導出できる。この解析解には、時間の指数関数が含まれており、プラットフォームビジネスの典型的な成長曲線を説明できる。さらにプラットフォーム間の競争についてのモデルとシミュレーション結果を示し、これらのモデルから得られるプラットフォームオーナーに向けた実用的な示唆を与える。

キーワード： プラットフォーム、ツースайдプラットフォーム、動的モデル、ツースайдマーケット、マルチサイドプラットフォーム

1. Introduction

1.1 Platform business model and innovation

"Innovation" is often understood as a novel technological advancement. But it is also recognized, especially among business practitioners, as the application of existing technologies to a novel business model. Under the latter context, one of notable recent innovative occurrences in businesses is the transformation from a product-out type business model to a platform business model.

Figure 1 shows the profile of a product-out type conventional business model. The pattern of this business for a provider is just providing customers with its own products (including services) and obtaining a return (revenue). During the transition from the initial stage to a growing stage, the number of customers and the sales volume increase almost proportionally. The growth curve of this business model is often linear and saturated soon (as shown in the upper right corner), because a resource limitation shortly starts affecting the provider. The provider has to increase the capacities for both production and sales to keep up with the potential market expansion. This however rarely continues due to a concern on the over-investment risk, which often ends up with offering business opportunities to competitors and the growth will be saturated soon.

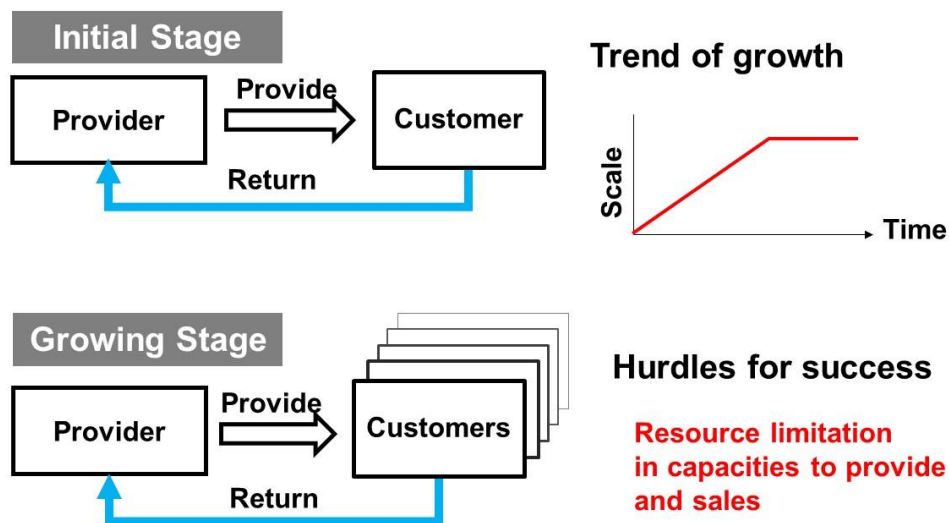


Figure 1 A profile of a product-out type business model

Figure 2 shows the recently emerging business model, called "platform business model". The platform is a kind of provider, but it provides services to another third party provider (e.g. "provider-user" in the figure) as well as end-users. The key role of the platform is to facilitate provider-user businesses by making available platform-specific functions as well as collecting end-users to the platform on behalf of provider-users.

The platform obtains its own return as a portion of the returns obtained by the provider-users. The typical case of this model is Apple's "App Store", which is an e-commerce marketplace only for iPhone and iPad users and software providers. In 2016, the total amount of sales of App Store was 28 billion US dollars¹⁾

and the return of Apple (as a platform) was estimated 30% of it. 2.2 million Apps (application software) are offered from the provider-users to end-users on the App Store platform.

It is obvious that if Apple does the development of Apps by itself, 2.2 million Apps should not have been developed and the total revenue should have been much smaller. As speculated in this example, the platform is almost free from the resource limitation in contrast to the product-out type business model. In the period of the growing stage, not only the number of end-users increases but also that of the provider-users does and the growth trend shows exponential curve due to the intrinsic nature of the platform business as described in section 2.1.

Hurdles for this business model are unique, firstly the platform has to be sufficiently attractive for both provider-users and end-users to collect the large number of them, and secondary, an appropriate return mechanism for the platform has to be designed meticulously from the beginning, which is acceptable to the provider-users. In most cases, the percentage of return can be reduced but cannot be raised afterwards.

In addition to the App Store example, the successes of platform business models are actually seen in the cases of Google (in its web advertising business), Amazon, Uber, Airbnb, Shopping-point cards, and more that is emerging every day in other areas where innovation is happening.

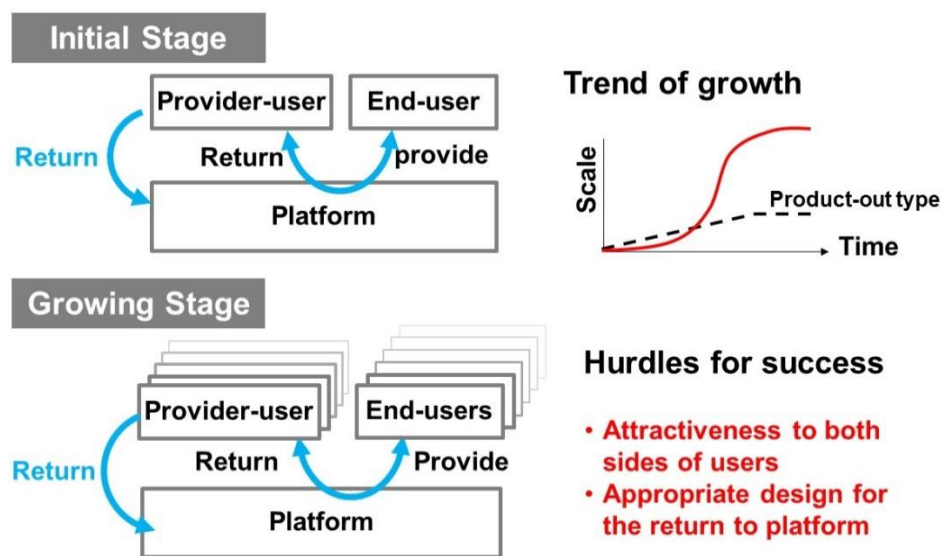


Figure 2 A profile of a (two-sided) platform business model

1.2 Related literature

The theory on two-sided platform business model was initiated by Rochet and Tirole (2003)²⁾, and explored by many other articles such as those written by Evans (2003)³⁾ which dealt with anti-trust matters, Armstrong (2006)⁴⁾ which dealt with competition in two-sided markets, and Hagiu and Wright (2015)⁵⁾ which dealt with the trade-offs for a company's decision between going for a platform or conventional business model. Those articles all focused on identifying the optimal stable point of balance in the market

in terms of demand and pricing.

Sinha, Colombo, Shougarian, and L. de Weck (2015)⁶⁾ did a unique analysis on the dynamic characteristic of the platform business model utilizing the dynamic system theory which can deal with a transient behavior before reaching the statistic balance by introducing "t" (time) in the equation. Such a dynamic analysis is more useful for platform business owners because after starting-up a new business, they first need a guidance on how to grow their business before reaching a saturated stable balance. This work was based on a detailed dynamic equation of a platform characteristics and thus no analytical simple solution was derived.

This article also addresses the dynamic feature of two-sided platform business model. In contrast to the work above⁶⁾, this article proposes even more simplified equations which allow deriving an analytical solution as an explicit equation that easily explains why the platform grows in an exponential manner (i.e. network externality appears) as well as the rigorous conditions to realize such a growth curve. These results offer easy-understanding insights to business practitioners. This article also addresses the competition between different platforms, which is of a crucial interest of the practitioners.

2. Simplified model of a two-sided platform

2.1 Single model

We start from describing classic two-sided platform in a very simplified manner based on the model illustrated in Figure 3. There are no price effect taken into account. Only the volume of User A (provider-user) and User B (end-user) are the target parameters to be analyzed. The volume can be regarded as either the number of users (for User A and B both), the number of products and services (for User A), or the purchase volume (for User B).

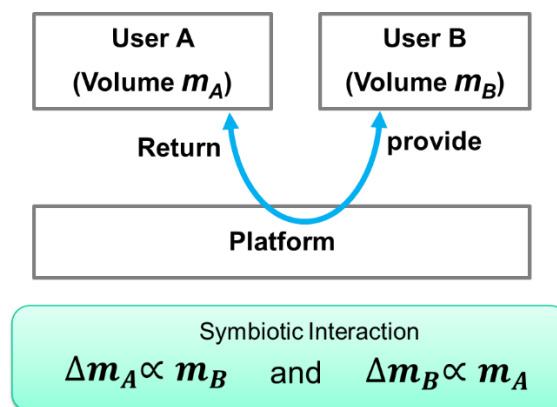


Figure 3 The simplified dynamic model of two-sided network

As included in the model of Figure 3, a set of simple equations is assumed to describe the interaction of the two parameters;

$$\Delta m_A(t) = B \times m_B(t) \quad (1)$$

$$\Delta m_B(t) = A \times m_A(t) \quad (2)$$

where the time " t " is a variable and Δ denotes the increase of each parameter $m_A(t)$ and $m_B(t)$ with time. The increase can be interpreted as either the time derivative, or the difference between the time $t+1$ and t .

The author calls these relationships as "Symbiotic Interaction" since this is a set of typical equation in the field of biology describing the growth curves of two organisms living dependent each other, and is called symbiotic. The interpretation is simple, each cannot grow without the other, and grows in proportion to the number of the other.

The equation (the model) is simple because no price factors are taken into account and the coefficients A and B are assumed constant. In this article they are named the "attractiveness coefficient" of User A and that of User B respectively. It can be pointed out that A and B may change in time as well as change according to the price levels for the transactions between User A, User B, and the platform. However, we can reasonably assume that during a limited interval of time (such as "a year") they are almost constant, especially in a growing stage of the platform. In practice the prices cannot be changed so frequently. This article therefore dares neglect those changes in order to derive an essential and intrinsic dynamic feature that is easily visible and understandable.

The set of equations is easily interpreted by starting with time derivative.

$$\frac{d}{dt} m_A(t) = B m_B(t) \quad (3)$$

$$\frac{d}{dt} m_B(t) = A m_A(t) \quad (4)$$

The analytical (closed-form) solution of this set of equations regarding $m_A(t)$ is the following.

$$m_A(t) = \frac{1}{2\sqrt{A}} \left\{ \underbrace{(\sqrt{A}m_A(0) + \sqrt{B}m_B(0))e^{\sqrt{AB}t}}_{\text{Major term}} + \underbrace{(\sqrt{A}m_A(0) - \sqrt{B}m_B(0))e^{-\sqrt{AB}t}}_{\text{Minor term}} \right\} \quad (5)$$

The other solution for $m_B(t)$ is completely reciprocal in terms of suffixes A and B so that the author skips describing it. A distinct element appearing in the equation is $e^{\sqrt{AB}t}$. This explains why the growth of platform business follows an exponential curve. It is obvious that the second term is minor due to the factor $e^{-\sqrt{AB}t}$ which converges to zero. This equation thus can be approximated by an even more simplified equation as follows;

$$m_A(t) \cong \frac{1}{2\sqrt{A}} (\sqrt{A}m_A(0) + \sqrt{B}m_B(0))e^{\sqrt{AB}t} \quad (6)$$

An insightful result derived from this equation is that the factor of exponential growth (network externality)

depends on \sqrt{AB} . The sole condition of the network externality realization is that the both attractiveness coefficients A and B have to be positive (non-zero). At the same time they are multiplied each other and thus complementary; if A is small then a large B can compensate or vice versa. This result alone can be of a great value for platform owners to understand and evaluate their businesses if they can identify them and monitor during their business growth as suggested in subsection 3.4 later.

Another insight is obtained from the term; $\sqrt{A}m_A(0) + \sqrt{B}m_B(0)$. If the initial volumes of each users ($m_A(0)$ and $m_B(0)$) or only either one of them is large, the exponential growth kicks-in quickly. This explains so-called "the chicken and egg dilemma" meaning that at least one of the two initial values has to be large enough to exploit the benefit of network externality. It is also said a snowball does not role downhill by self-growing unless it has a critical mass.

2.2 Simulated competition between two platforms

It is believed that "Scale trumps differentiation" in the competition of platforms⁷⁾. "Scale" corresponds to "volume" in this article. "Differentiation" includes the quality, price and function which have been believed the source of key competitiveness of a product in a conventional market. By looking at the equations (1) and (2), it is noted that the volumes $m_A(t)$ and $m_B(t)$ largely effect the growth of the business and quite in line with "Scale trumps differentiation" idea. On the other hand, differentiation of products or platform can be understood as significant contributing factors to the attractiveness coefficients A and B , which can also largely influence the growth curve.

The competition between two platforms is not so intuitively predicted. This subsection starts with a mathematical model of the competition and tries simulating the competition using a very simple tool such as a spreadsheet.

Let 1 and 2 denote the suffixes for two different platforms; Platform 1 and Platform 2. Assume that the market is already saturated but there is a time-dependent change in the share of the two platforms that is to be analyzed. The saturation does not mean "stable" but expressed by the following equation for the User A of the both platforms.

$$\Delta m_{A1}(t) = B_1 m_{B1}(t) - B_2 m_{B2}(t) \quad (7)$$

$$\Delta m_{A2}(t) = B_2 m_{B2}(t) - B_1 m_{B1}(t) \quad (8)$$

The differences from the previous model (equations (1) and (2)) are the negative terms appearing on the right hand side, which represent the take-away effect of the other platform and featuring the competition. By adding (7) and (8), we find $\Delta m_{A1}(t) + \Delta m_{A2}(t) = 0$, which means the market is saturated by the two platforms competing each other.

In the same manner, the equations for User B of the both platforms are as follows;

$$\Delta m_{B1}(t) = A_1 m_{A1}(t) - A_2 m_{A2}(t) \quad (9)$$

$$\Delta m_{B2}(t) = A_2 m_{A2}(t) - A_1 m_{A1}(t) \quad (10)$$

Figure 4 graphically illustrates this situation.

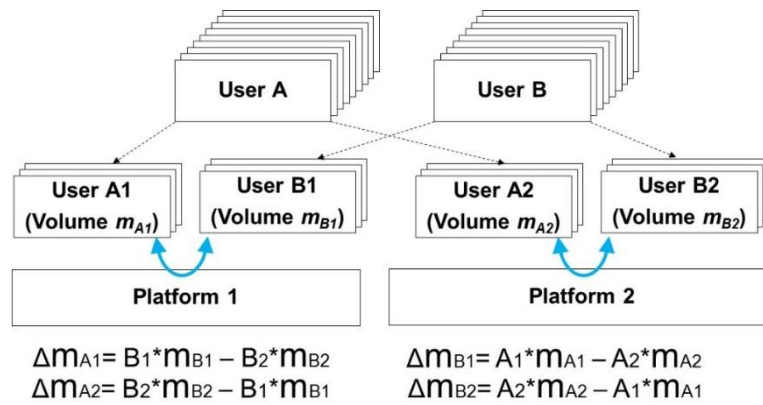


Figure 4 A model of competition between platforms (for a saturated market)

We can easily simulate by introducing digitized form interpretation (i.e. replacing Δ with the change between $(t+1)$ and (t) , for example, change “ Δm_{A1} ” to “ $m_{A1}(t+1) - m_{A1}(t)$ ” in equation (7). See appendix for other details) and observe the change in the volumes of both platforms.

(Case 1) See the initial volume effect having the same set of A and B (attractiveness coefficients)

$$A_1 = A_2 = 2.0, B_1 = B_2 = 0.03$$

$$m_{A1}(0) = 850, m_{A2}(0) = 1150, m_{B1}(0) = 11000, m_{B2}(0) = 9000$$

(Initially, Platform 1 has a larger volume in User B but smaller in User A compared to Platform 2)

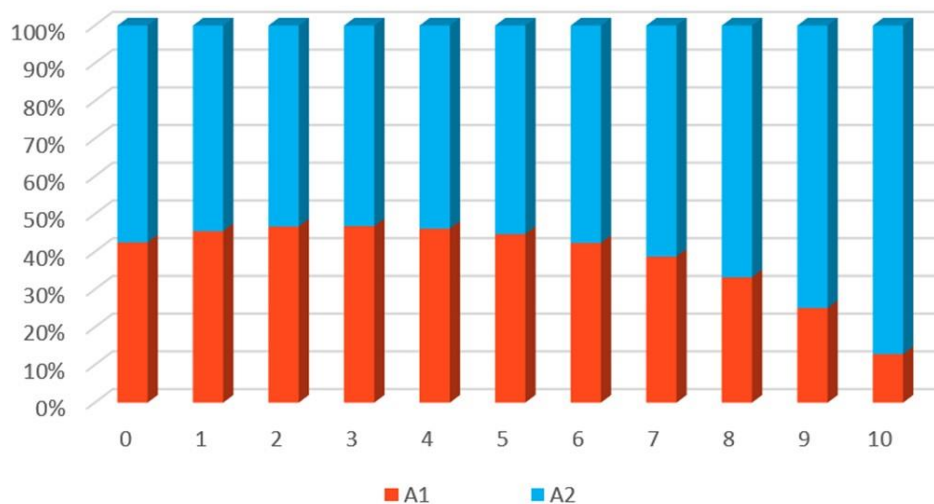


Figure 5 A simulated result for the shares in User A (case 1)

The figure 5 shows the share (the percentage of each platform in the total) of Platform 1 (red) and Platform 2 (blue) in User A from $t=0$ to $t=10$. Initial growth of Platform 1 is observed due to the advantage of a larger $m_B(0)$ against platform 2. Later on, the advantage decreases and platform 1 is overwhelmed by the platform 2 eventually as the advantage of platform 2 having a larger $m_A(0)$ starts kicking-in with a

delay. This is because the attractiveness coefficient of User A is considerably larger than User B, which makes a little larger $m_A(0)$ of platform 2 more influential than a little larger $m_B(0)$ of platform 1. This competition ends up with 100% share of the platform 2.

(Case 2) See the initial volume effect having the different set of A and B

$A_1 = A_2 = 2.0$, $B_1 = 0.04$, $B_2 = 0.03$ (Attractiveness of Platform 1 in User B becomes slightly larger)
 $m_{A1}(0) = 850$, $m_{A2}(0) = 1150$, $m_{B1}(0) = 11000$, $m_{B2}(0) = 9000$

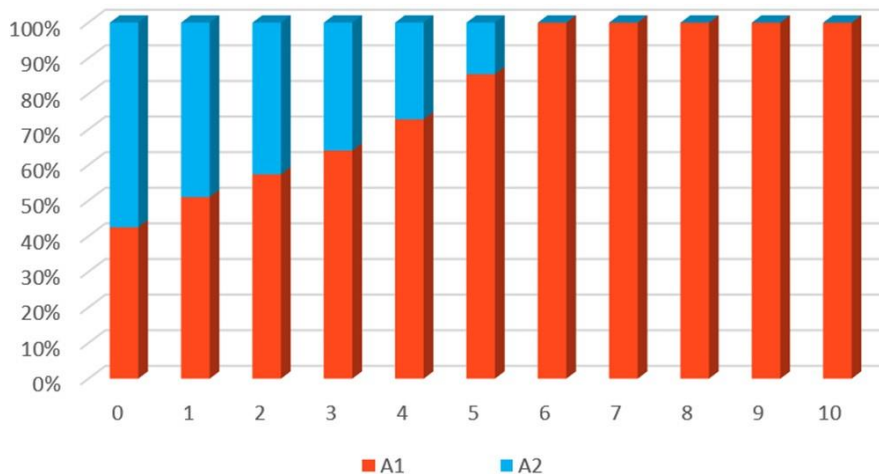


Figure 6 A simulated result for the shares in User A (case 2)

This simulation used the same setting except the slightly larger attractiveness coefficient of User B in Platform 1. The result is drastically changed in contrast to the case 1. Platform 1 continued to grow and not overturned being fully propelled by its initial larger volume of User B and consequent rapid growth of the both Users. This competition ends up with 100% share of the platform 1.

3. Discussion

3.1 Trial application to a real-life example

Figure 7 shows the growth curve of Amazon.com Inc.⁸⁾ (by dots), which has not drastically changed its e-marketplace business style, a typical platform business since its start up, except recently introduced cloud services (this is however still minor in a net sales). When we let t be the number of years from 1997 to 2016 (i.e. $t = 0$ to 19), this graph is approximated by a curved line shown in the figure, which is Net sales (M\$) = $660.0e^{0.2989t}$, with $R^2 = 0.945$.

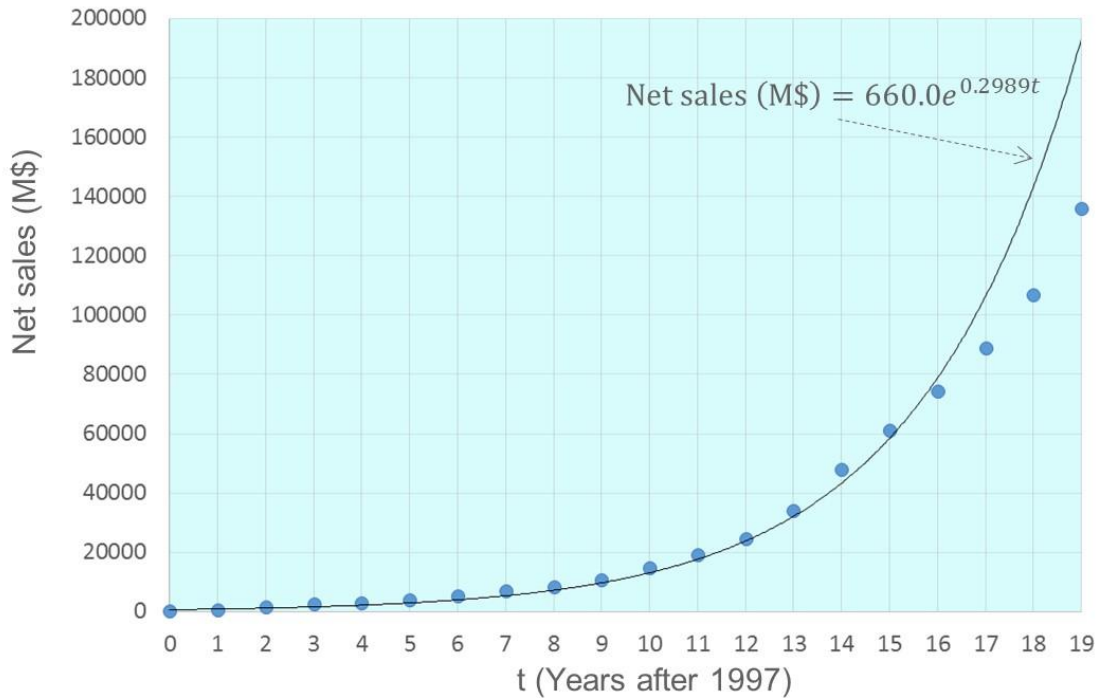


Figure 7 The growth in Net sales of Amazon.com Inc.

The last three years are not well fit but the overall trend is almost exponential. Please be noted that this graph does not show the volume of users but the total revenue of the company and not directly support the applicability of the proposed model's equations (i.e. (1) and (2)) without any available information on the volume of each user. This trial however suggests that the Amazon's growth mechanism can be explained to a large extent by using the proposed model.

3.2 Other factors possibly incorporated in the model

Equations (1) and (2) do not include terms reflecting natural exit rate of users. Let C and D be those natural exit rates for User A and User B respectively, the more accurate equations can be obtained.

$$\Delta m_A(t) = B \times m_B(t) - C \times m_A(t) \quad (11)$$

$$\Delta m_B(t) = A \times m_A(t) - D \times m_B(t) \quad (12)$$

This makes the analytical solution equation very long, however the exponential terms appear as well. The easier utilization of these equations can be done in the digitized form interpretation and simulations with a spreadsheet.

It is not fully accurate to assume that the increase in the volume of users is solely governed by the volume of users as indicated in the previous equations because this assumption wrongly concludes that nobody can start a new business with zero users at the beginning. Of course the effort of the platform owner to collect the initial users is needed aside from the network externality effect. Some may include this platform's contribution to the equations. Such as,

$$\Delta m_A(t) = B \times m_B(t) + f(t) \quad (13)$$

where $f(t)$ stands for the effort of platform such as sales and advertising. It depends on the type of platform to decide whether such an exogenous effect (other than cross user interactions) has a large influence or not.

3.3 Competition in a non-saturated market

Subsection 2.2 dealt with the competition in the market where all the users are already participating in either of the platforms and the competition is modeled like a take-away game between the platforms. If a platform owner starts something new and a competitor appears recently, the market is not yet saturated. There is some take-away effect from the competitor but not so much significant as shown in equations (7)-(10). In such a case the equations can be modified as follows;

$$\Delta m_{A1}(t) = B_{11}m_{B1}(t) - B_{12}m_{B2}(t) \quad (14)$$

$$\Delta m_{A2}(t) = B_{22}m_{B2}(t) - B_{21}m_{B1}(t) \quad (15)$$

where B_{ij} represents an attractive coefficient for a platform i corresponding to each m_{Bj} on its own ($j = i$) and on the other ($j \neq i$). In contrast to the saturated case, they can be different from each other, in particular, B_{21} and B_{12} can be smaller than B_{11} and B_{22} .

3.4 Suggestions for platform owners

The model proposed here in this article (as depicted in Figure 3, equations (1) and (2)) still supports the idea of "Scale trumps differentiation" while indicating the importance of attractiveness coefficients as well. Suggestions are obtained through the above analysis and discussion to a person who runs a platform (platform owner).

If we start a new platform business with already collected users, the platform's competitiveness will become high. This may be realized by transforming a conventional business to a platform. If you are currently providing customers with a specific product based on a unique technology in a typical product-out type business model, soon or later you will encounter the resource restriction; the manufacturing and sales force capacities will cap the scale of the business. In this stage, you may be able to transform the business to a platform by opening your technology and let other product providers do their own businesses based on the technology. They become Provider-user (or User A) and you become a platform owner with initial End-users (or Users B) as your current customers. It is not so easy to keep increasing the number of end-users so rapidly by your own effort. However by utilizing the resources of Provider-users, the total penetration of your unique technology in the market will be accelerated in an exponential manner.

It is also to be noted that the attractiveness coefficients can be estimated (by a regression analysis) periodically by observing the trend in volumes of User A and User B in your business. The results can be good indicators for evaluating the competitiveness of your platform.

Depending on your business model, other factors described in 3.2 would be better included when doing such evaluation. If you have or may have a strong competitor, it is useful to evaluate and predict the

competition as described in 2.2 and 3.3 then feedback the results to your business strategy.

4. Conclusion

This article has proposed a very simple dynamic model for two-sided platform businesses. Although it can be fine-tuned into more accurate models, it is still valuable to offer basic insights on;

- (1) why and how the scale (volume) matters and leads to an exponential growth curve (as shown in 2.1),
- (2) how the competition between the two platforms often ends up with "winner takes all" result (as shown in 2.2)
- (3) how a new platform can be started up, operated, or transformed from the conventional business (as discussed in 3.4).

5. Appendix for digitized form of the two-sided platform model

In Subsection 2.1 only a time derivative interpretation of equations (1) and (2) is described with its analytical solution. They can be also interpreted in a digitized manner as follows;

$$m_A(t+1) - m_A(t) = Bm_B(t) \quad (\text{a1})$$

$$m_B(t+1) - m_B(t) = Am_A(t) \quad (\text{a2})$$

In this interpretation, the term t denotes, e.g., "year", "month" or "day", and it is assumed that the change in the volume of users (e.g. new contracts) happens intermittently at each timing " t " (e.g. annually, monthly or daily). The analytical closed-loop solution for $m_A(t)$ of equations (a1) and (a2) is as follows.

$$m_A(t) = \frac{1}{2\sqrt{A}} \left\{ \left(\sqrt{A}m_A(0) + \sqrt{B}m_B(0) \right) (1 + \sqrt{AB})^t + \left(\sqrt{A}m_A(0) - \sqrt{B}m_B(0) \right) (1 - \sqrt{AB})^t \right\} \quad (\text{a3})$$

The solution for $m_B(t)$ is also reciprocal, i.e. obtained by interchanging "A" and "B". In this case, the second term value is not obviously negligible in contrast to that of the time derivative solution eq. (5)). It can be large and alternating positive and negative as t increases. But numerically calculated comparison between the two terms has shown that the first term grows still faster than the second term and the overall shape of the $m_A(t)$ curve is almost exponential being dominated by $(1 + \sqrt{AB})^t$. The condition for the exponential growth (or geometric progression) is still the same; $A>0$ and $B>0$. The rate of growth is also determined by \sqrt{AB} .

References

- 1) Apple Press Release; App Store shatters records on New Year's Day; News Room, (2017-01-05)
- 2) Rochet and Tirole; Platform competition in two-sided markets; Journal of the European Economic Association, (2003)
- 3) Evans; The Antitrust Economics of Multi-Sided Platform Markets; Yale Journal on Regulation, Vol 20, Issue 2, Article 4, (2003)

- 4) Armstrong; Competition in two-sided markets, RAND Journal of Economics, Vol. 37, No. 3, (2006), pp. 668
- 5) Hagiu and Wright; Multi-Sided Platforms, Harvard Business School Working Paper, (2015)
- 6) Sinha, Colombo, Shougarian, and L. de Weck; A simplified mathematical model for two-sided market systems with an intervening engineered platform, Proceedings of the ASME 2015 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference, (2015)
- 7) Van Alstyne and Parker; Pipelines, platforms, and the new rules of strategy, Harvard Business Review, (2016-04)
- 8) Amazon.com, Inc.; Annual Reports (1998-2017)

【仮訳】

ツーサイドプラットフォーム型ビジネスの単純ダイナミックモデル

市川 芳明

多摩大学ルール形成戦略研究所客員教授

要旨：ビジネスモデルの大胆な改変，とりわけ既存のプロダクトアウト型からプラットフォーム型へのスイッチングはイノベーションの一つと言える。本報文はこのイノベーションを推進するための洞察を得るためにツーサイドプラットフォームの単純化された動的モデルを提案する。このモデルは時間を変数とし，魅力係数という定数を用いており，「プロバイダユーザ」と「エンドユーザ」という二つのユーザーの規模の時間変化に関する解析解を導出できる。この解析解には，時間の指数関数が含まれており，プラットフォームビジネスの典型的な成長曲線を説明できる。さらにプラットフォーム間の競争についてのモデルとシミュレーション結果を示し，これらのモデルから得られるプラットフォームオーナーに向けた実用的な示唆を与える。

キーワード：プラットフォーム，ツーサイドプラットフォーム，動的モデル，ツーサイドマーケット，マルチサイドプラットフォーム

1. 序論

1.1 プラットフォームビジネスモデルとイノベーション

「イノベーション」と言うと，これまでにない新たな技術的進歩であると理解される場合が多い。しかし，とりわけ企業経営者の間では，既存の技術を新たなビジネスモデルに応用したものと認識される場合もある。後者の文脈において，最近出現したイノベーションのうち特筆すべきものの一つが，プロダクトアウト型からプラットフォーム型へのビジネスモデルの改変である。

図1は，既存のプロダクトアウト型ビジネスモデルの概略を示している。このビジネスモデルでは，プロバイダは単にその製品（サービスも含む）を顧客に提供し，リターン（収益）を得るだけである。初期段階から成長段階へと推移する間に，顧客数と売上高がほぼ比例して増加する。このビジネスモデルの成長曲線は多くの場合直線的で，すぐに飽和してしまう（図1の右上”成長のトレンド”参照）。なぜなら，ほどなくしてリソースの制限がプロバイダに影響を与え始めるからである。潜在的な市場拡大に対応するためには，プロバイダは生産能力と販売力の両方を高めていかなければならない。しかし，過剰投資のリスクが懸念されるため，これはほとんどの場合長続きしない。結果としてビジネスチャンスを競合他社に奪われ，すぐに成長が頭打ちになってしまう場合が多い。

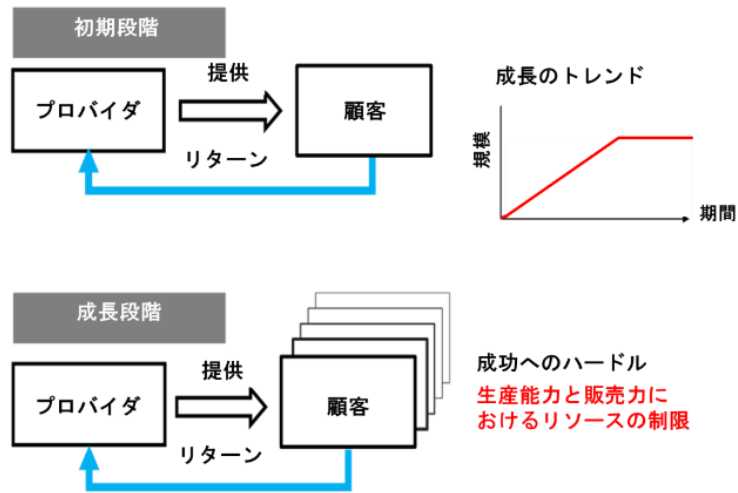


図1 プロダクトアウト型ビジネスモデルの概略

図2は、「プラットフォームビジネスモデル」と呼ばれる、最近新たに出現したビジネスモデルを示している。プラットフォームは一種のプロバイダであるが、エンドユーザだけでなく、別の第三者プロバイダ（図の「プロバイダユーザ」）にもサービスを提供する。プラットフォームの主な役割は、プロバイダユーザに代わってプラットフォームにエンドユーザを集めると同時に、プラットフォーム独自の機能を利用できるようにすることで、プロバイダユーザのビジネスを促進にすることである。

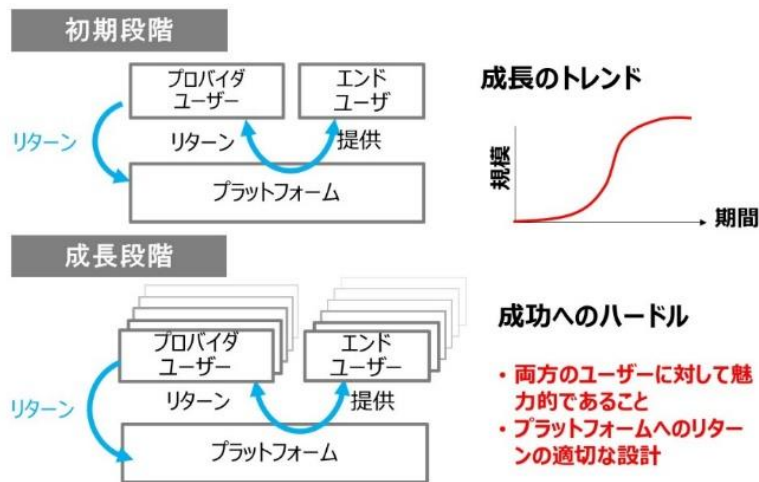


図2 (ツーサイド) プラットフォーム型ビジネスモデルの概略

プラットフォームは、プロバイダユーザが得るリターンの一部を自分のリターンとして得る。このモデルの典型的な例が、Apple社がiPhoneとiPadのユーザーおよびソフトウェアプロバイダのみに提供する電子取引市場「App Store」である。2016年のApp Storeの売上総額は280億USドルであり¹⁾、Apple社の（プラットフォームとしての）リターンはそのおよそ30%であった。App Storeプラットフォームでは、220万本のアプリ（アプリケーションソフトウェア

ア) がプロバイダユーザからエンドユーザへ提供されている。

もしも Apple 社自身がアプリの開発を行ったとしたら、220 万本ものアプリを開発することなどできたはずがなく、売上総額はずっと低くなったはずである。この例から推測されるように、プラットフォームは、プロダクトアウト型ビジネスモデルとは異なり、リソースの制限による影響をほとんど受けない。成長段階においては、エンドユーザの数だけでなくプロバイダユーザの数も増加し、成長のトレンドは指数曲線を描く。これは、2.1 節で述べるプラットフォームビジネス固有の性質によるものである。

このビジネスモデルには特有のハードルがある。まず、数多くのプロバイダユーザとエンドユーザを集められるだけの十分な魅力がプラットフォームに備わっていなければならない。また、プロバイダユーザに受容されるような、プラットフォームへの適切なリターンの仕組みを、当初から綿密に設計しておく必要がある。多くの場合、リターンの比率を後から減らすことはできても上げることはできない。

プラットフォーム型ビジネスモデルの成功例は、App Store 以外にも、Google (ウェブ広告ビジネスにおける)、Amazon, Uber, Airbnb, 各種ポイントカードなどの事例で実際に目にすることができる。この他にも、イノベーションの起きているところで日々新たに生まれている。

1.2 関連する研究

ツーサイドプラットフォームビジネスモデルの理論は、最初に Rochet and Tirole (2003)²⁾によって提唱され、その後、独占禁止の問題を論じた Evans (2003)³⁾、市場における競争を論じた Armstrong (2006)⁴⁾、プラットフォーム型のビジネスモデルを採用した場合と従来型のビジネスモデルを採用した場合の企業の意思決定のトレードオフについて論じた Hagiu and Wright (2015)⁵⁾など、多くの論文によって検討が行われている。これらの論文はいずれも、市場における需要と価格設定のための最も安定な平衡点の見極めに焦点を当てている。

Sinha, Colombo, Shougarian, and L. de Weck (2015)⁶⁾は、動的システム理論を使用してプラットフォームビジネスモデルの動的特性に関する独自の解析を行っている。動的システム理論では、方程式に“ t ” (時間) を導入することにより、統計的平衡に達する前の過渡的な挙動を扱うことができる。このような動的解析はプラットフォームビジネスのオーナーにとってさらに有益である。なぜなら、新たなビジネスを立ち上げると、そのビジネスを成長させて飽和状態で安定平衡に到達させるにはどうしたらよいかを示す指針がまずは必要になるからである。この論文はプラットフォーム特性の詳細な動的方程式に基づいており、それゆえ単純な解析解は導かれていない。

本報文中でもツーサイドプラットフォームビジネスモデルの動的な特徴を取り上げるが、上記の論文とは異なり、より単純化した方程式を提案する。これにより、プラットフォームが指数関数的に成長する (すなわちネットワーク外部性が現れる) 理由を容易に説明する明示的な方程式に対する解析解と、そのような成長曲線を実現するための厳密な条件とを導き出すことが可能となり、その結果、企業経営者に対して理解しやすい洞察を提供できる。また、本報文中では、企業経営者の間で特に関心が高い、異なるプラットフォーム間の競争についても取り上げる。

2. 単純化したツーサイドプラットフォームモデル

2.1 単一モデル

初めに、図3に示すモデルに基づき、典型的なツーサイドプラットフォームについて極端に単純化して説明する。ここでは、価格効果については考慮しない。解析の対象となるパラメータはユーザーA（プロバイダユーザ）とユーザーB（エンドユーザ）の規模だけである。規模とは、ユーザーの数（ユーザーA、ユーザーBの両方）でも、製品やサービスの数（ユーザーAの場合）、購入量（ユーザーBの場合）と考えてもよい。

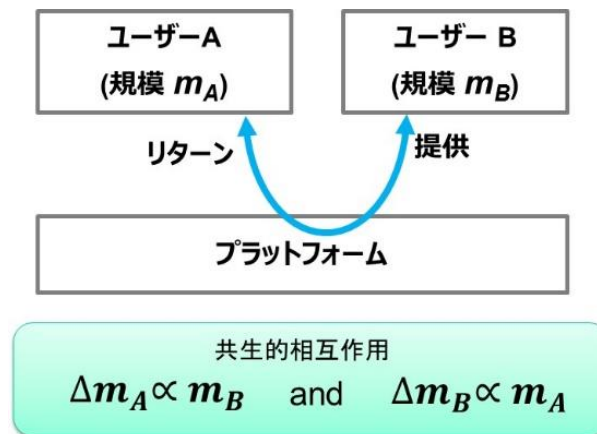


図3 単純化したツーサイドプラットフォームの動的モデル

図のモデルに含まれている通り、二つのパラメータの相互作用を表現するため、以下のように単純化した方程式のセットを仮定する。

$$\Delta m_A(t) = B \times m_B(t) \quad (1)$$

$$\Delta m_B(t) = A \times m_A(t) \quad (2)$$

ここで、時間 t は変数であり、 Δ はパラメータ $m_A(t)$ と $m_B(t)$ それぞれの時間の経過に伴う増分を示す。増分は時間微分と解釈してもよいし、時間 $t+1$ と t との差と考えてもよい。

筆者はこれらの関係を「共生的相互作用」と呼ぶ。というのも、これは生物学の分野で、互いに依存して生息している（これを共生と言う）2種類の生物の成長曲線を表す典型的な方程式のセットだからである。この解釈は単純で、いずれも相手がなければ成長できず、相手の数に比例して成長する。

この方程式（モデル）は単純である。価格の要因を考慮していないし、係数 A と B を定数としているためである。本報文ではこれらの係数をそれぞれユーザーAとユーザーBの「魅力係数」と呼ぶ。 A と B は時間の経過に伴って変化するという指摘や、ユーザーAとユーザーBの間の取引での価格レベルやプラットフォームに応じて変わるという指摘も可能であろう。しかし、限られた期間内（例えば「1年」など）ならば、特にプラットフォームの成長段階においては、ほとんど一定であると仮定しても問題ない。実際、価格はそれほど頻繁に変更できない。したがって、本報文では、目で見えてすぐに認識でき理解できるような本質的かつ本来的な動的な特徴を導き出すため、あえてこれらの変化は無視することにする。

この方程式セットは、時間微分から始めれば容易に解釈できる。

$$\frac{d}{dt} m_A(t) = B m_B(t) \quad (3)$$

$$\frac{d}{dt} m_B(t) = A m_A(t) \quad (4)$$

この方程式セットの $m_A(t)$ に関する解析解は以下の通りである。

$$m_A(t) = \frac{1}{2\sqrt{A}} \left\{ \underbrace{(\sqrt{A}m_A(0) + \sqrt{B}m_B(0))}_{\text{支配項}} e^{\sqrt{AB}t} + \underbrace{(\sqrt{A}m_A(0) - \sqrt{B}m_B(0))}_{\text{無視できる項}} e^{-\sqrt{AB}t} \right\} \quad (5)$$

もう一方の $m_B(t)$ に関する解は、添字 A と B をすべて逆にしたものであるため、ここでは説明を省略する。この方程式の中で目に付く要素は $e^{\sqrt{AB}t}$ である。これによって、プラットフォームビジネスの成長が指数曲線を描く理由が説明される。2 番目の項は 0 に収束する因数 $e^{-\sqrt{AB}t}$ があるため、無視できる項であることは明白である。したがって、この方程式は以下のようにさらに単純な方程式によって近似することができる。

$$m_A(t) \cong \frac{1}{2\sqrt{A}} (\sqrt{A}m_A(0) + \sqrt{B}m_B(0)) e^{\sqrt{AB}t} \quad (6)$$

この方程式から、指数関数的成長（ネットワーク外部性）の因子は \sqrt{AB} に依存するという示唆に富んだ結果が導かれる。ネットワーク外部性を実現する唯一の条件は、魅力係数 A および B がいずれも（ゼロでない）正の値であることである。また、これらは互いに掛け合わせられているので、補完的な関係にある。つまり、 A が小さければ B を大きくすることで相殺されるし、逆もまた成り立つ。この結果だけでも、プラットフォームオーナーにとって価値の大きなものとなりうる。ビジネスの成長の間にこれらを特定し監視することができれば、ビジネスを理解し評価する上で役立つからである。これについては 3.4 節で提案する。

さらに、 $\sqrt{A}m_A(0) + \sqrt{B}m_B(0)$ の項からも洞察が得られる。各ユーザーの最初の規模（ $m_A(0)$ と $m_B(0)$ ）の両方、あるいはいずれか一方が大きければ、指数関数的成長が急速に始まる。これはいわゆる「卵が先か、ニワトリが先か」のジレンマである。すなわち、ネットワーク外部性の利点を生かそうと思えば、二つの初期値のうち少なくとも片方が十分に大きな値でなければならないのである。雪玉はある程度の大きさに達しなければ、坂道を転がって勝手に大きくなることはない、とも言われる。

2.2 二つのプラットフォーム間の競争シミュレーション

プラットフォームの競争では「量は差別化に勝る」と考えられている⁷⁾。「量」は、本報文で言うところの「規模」に当たる。「差別化」は、従来の市場で製品の主な競争力の源と考えられてきた、品質、価格、機能などである。方程式(1)と(2)を見ると、ビジネスの成長は規模 $m_A(t)$ お

よび $m_B(t)$ によるところが大きく、「量は差別化に勝る」がかなり当てはまることがわかる。一方、製品やプラットフォームの差別化は、魅力係数 A および B に重大な影響を与える因子であると考えられ、これらもまた成長曲線に大きく影響する可能性がある。

二つのプラットフォーム間の競争を、直感的に予測することは難しい。本節では、まず競争を数学的にモデル化し、スプレッドシートなどのごく簡単なツールを用いて競争のシミュレーションを試みる。

1 と 2 は二つの異なるプラットフォーム（プラットフォーム 1 とプラットフォーム 2）の添字を表すものとする。市場はすでに飽和状態だが、解析対象の二つのプラットフォームのシェアは時間の経過に依存して変化するものとする。飽和は「安定」を意味するわけではない。両プラットフォームにおけるユーザー A の方程式は以下のように表現される。

$$\Delta m_{A1}(t) = B_1 m_{B1}(t) - B_2 m_{B2}(t) \quad (7)$$

$$\Delta m_{A2}(t) = B_2 m_{B2}(t) - B_1 m_{B1}(t) \quad (8)$$

前述のモデル（方程式(1)および(2)）との違いは、右辺にある負の項である。これは、もう一方のプラットフォームによる横取りの効果であり、競争を特徴づけるものである。(7)と(8)を合わせると、 $\Delta m_{A1}(t) + \Delta m_{A2}(t) = 0$ であることがわかる。これは、互いに競い合う二つのプラットフォームによって市場が飽和していることを意味している。

同様に、両プラットフォームにおけるユーザー B の方程式は以下ようになる。

$$\Delta m_{B1}(t) = A_1 m_{A1}(t) - A_2 m_{A2}(t) \quad (9)$$

$$\Delta m_{B2}(t) = A_2 m_{A2}(t) - A_1 m_{A1}(t) \quad (10)$$

図 4 に上記の状況を図示した。

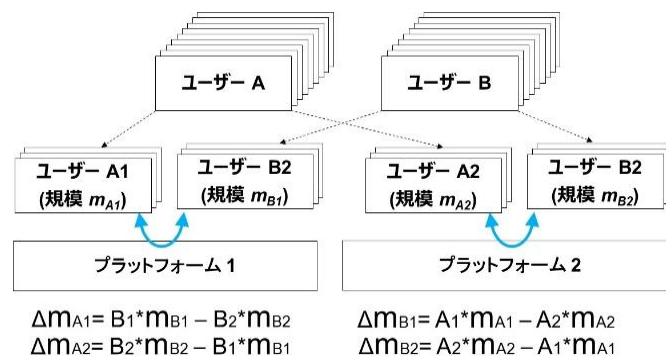


図 4 単純化したツーサイドプラットフォームの動的モデル

差分方程式を導入することによって (Δ を $(t+1)$ と (t) との間の変化で置き換える。例えば、“ Δm_{A1} ”を “ $m_{A1}(t+1) - m_{A1}(t)$ ”に置き換える。詳しくは付録を参照)、容易にシミュレーションを行い、両プラットフォームでの規模の変化を観察できる。

(ケース 1)

A と B のセット（魅力係数）が同じである場合に，初期規模が与える効果を確認する。

$$A_1 = A_2 = 2.0, B_1 = B_2 = 0.03,$$

$$m_{A1}(0) = 850, m_{A2}(0) = 1150,$$

$$m_{B1}(0) = 11000, m_{B2}(0) = 9000$$

（プラットフォーム 1 はプラットフォーム 2 に比較して，ユーザー B において初期値が大きく，ユーザー A においては小さい）

図 5 は， $t=0$ から $t=10$ までの，ユーザー A のプラットフォーム 1（赤）とプラットフォーム 2（青）のシェア（合計値に対する各々のプラットフォームの規模の比率）を表している。

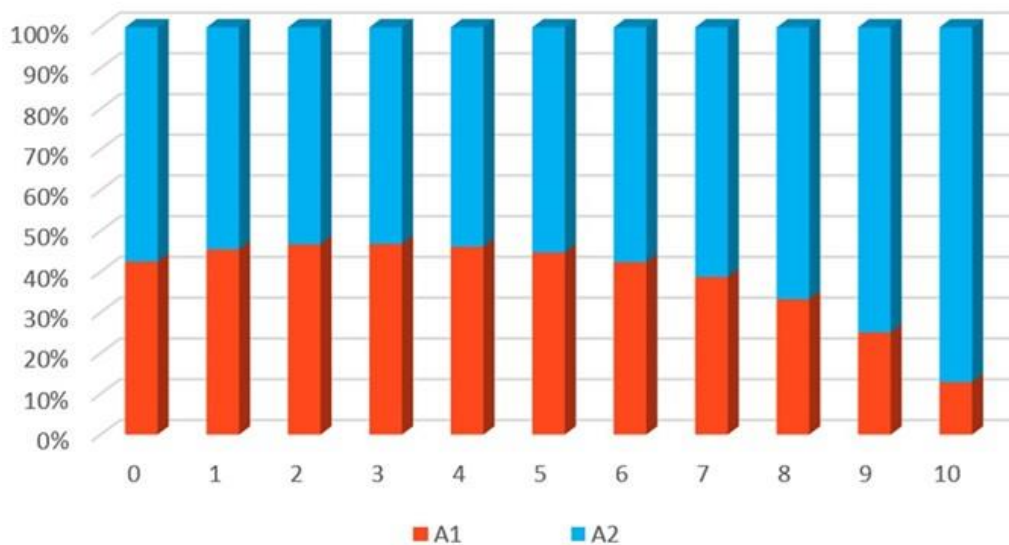


図 5 ユーザー A のシェアのシミュレーション結果（ケース 1）

当初はプラットフォーム 1 が成長していることに気付く。これは， $m_B(0)$ の値がプラットフォーム 2 よりも大きいというアドバンテージがあるためである。その後，そのアドバンテージは減少し，ついにプラットフォーム 1 はプラットフォーム 2 に追い越される。これは， $m_A(0)$ の値が大きいというプラットフォーム 2 のアドバンテージが遅れて効いてくるためである。なぜなら，ユーザー A の魅力係数がユーザー B に比べてかなり大きいので， $m_B(0)$ がプラットフォーム 1 で若干勝っていることよりも， $m_A(0)$ がプラットフォーム 2 で若干勝っていることの方が大きく影響するためである。この競争はプラットフォーム 2 がシェアを 100% して終了した。

(ケース 2)

A と B のセットが異なる場合に，最初の規模が与える効果を確認する

$A_1 = A_2 = 2.0, B_1 = 0.04, B_2 = 0.03$ （ユーザー B に対するプラットフォーム 1 の魅力係数を少し高く設定）

$$m_{A1}(0) = 850, m_{A2}(0) = 1150,$$

$$m_{B1}(0) = 11000, m_{B2}(0) = 9000$$

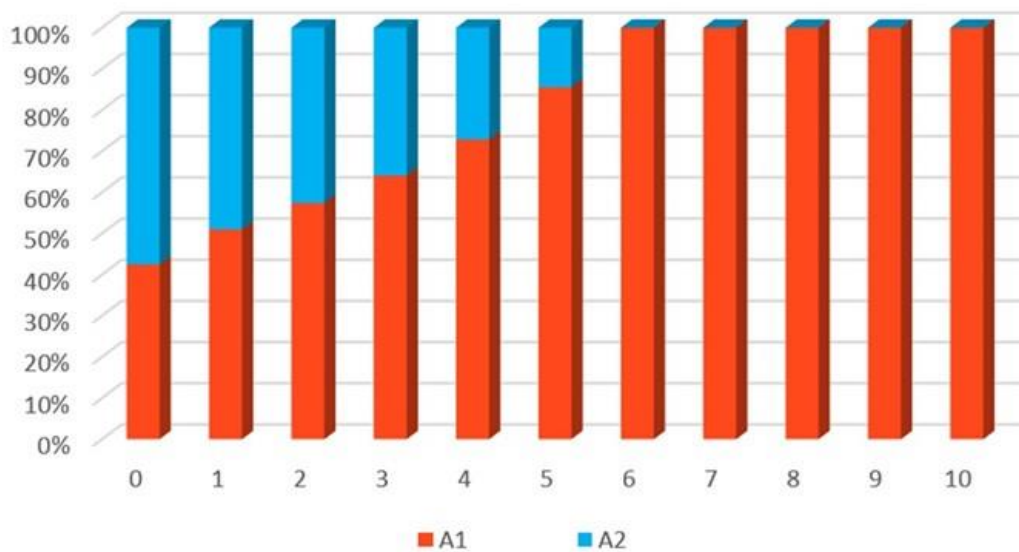


図6 ユーザーAのシェアのシミュレーション結果（ケース2）

このシミュレーションでは同じ初期規模を使用したがる、プラットフォーム1でのユーザーBの魅力係数をわずかに大きくした。結果は、ケース1とまったく異なるものとなっている（図6）。プラットフォーム1は、最初にユーザーBの規模が大きいことと、結果として両方のユーザーが急速に成長したことが原動力となり、逆転されることなく成長を続けた。この競争はプラットフォーム1がシェアを100%獲得し終了した。

3. 考察

3.1 現実社会での例での試行

図7に、Amazon.com Inc.の成長曲線を点でプロットした⁸⁾。Amazonは最近始めてまだ売上規模が小さいクラウドサービスを除き、設立当初から典型的なプラットフォームビジネスである電子市場のビジネススタイルを極端に変更していない。

tを1997年以降の年数とすると（t=0~19），このグラフは、図中に曲線で示すように、以下によって近似される。

$$\text{純売上高(百万ドル)} = 660.0e^{0.2989t},$$

$$R^2 = 0.945$$

最後の3年間は完全には当てはまらないが、全体的な傾向はほぼ指数関数的である。このグラフが表しているのは会社の売り上げであり、ユーザーの規模を直接表しているわけではない。ユーザーの規模に関する情報がないため本報文中で提案するモデルの方程式（すなわち、式(1)と式(2)）の妥当性を直接的に示してはいない。しかし、本試行はAmazonの成長メカニズムが提案モデルによってかなりの程度説明できるという可能性を示している。

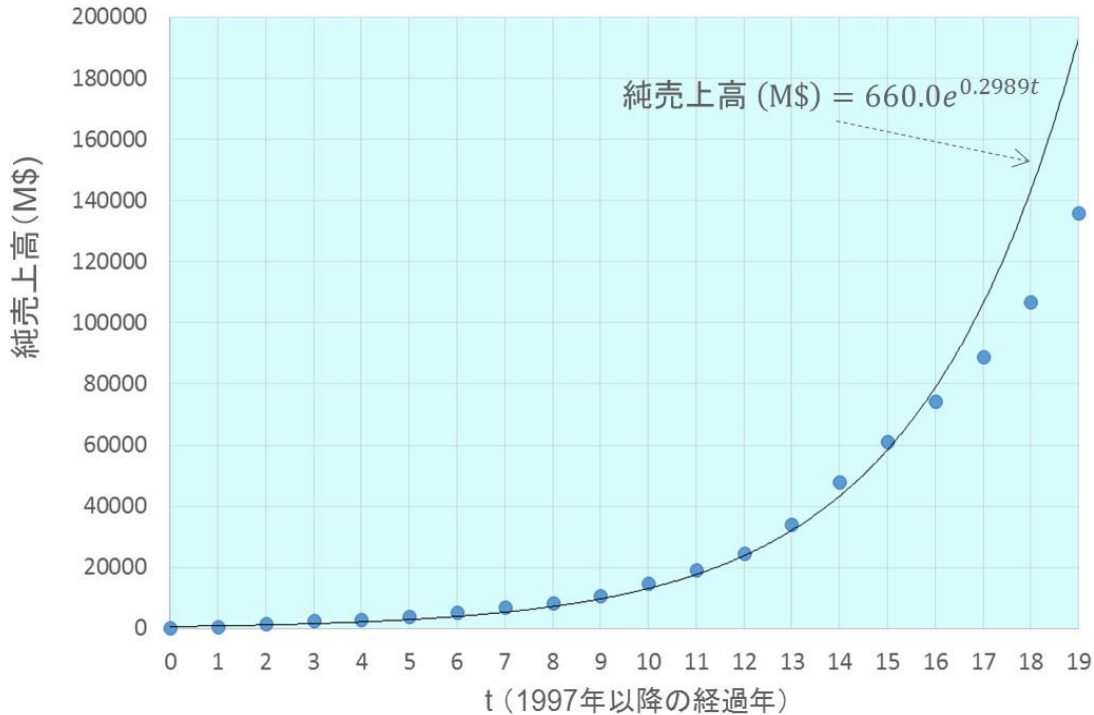


図 7 Amazon.com Inc.の純売上高の成長

3.2 モデルに組み込まれる可能性のあるその他の因子

方程式(1)と(2)には、ユーザーの自然減少率を反映した項が含まれていない。CおよびDをそれぞれユーザーAとユーザーBの自然減少率とすると、より正確な方程式が得られる。

$$\Delta m_A(t) = B \times m_B(t) - C \times m_A(t) \quad (11)$$

$$\Delta m_B(t) = A \times m_A(t) - D \times m_B(t) \quad (12)$$

これにより、解析解の方程式が非常に長くなるが、指数項は同様に表れる。デジタル形式によって解釈しスプレッドシートでのシミュレーションを行えば、これらの方程式をより簡単に活用できる。

前述の方程式では、ユーザーの規模の増加がユーザーの規模だけに左右されると仮定していたが、これは完全に正確とは言えない。なぜなら、この仮定によれば初期のユーザーがゼロの場合には新たなビジネスを始めることができないという誤った結論となるからである。当然ながら、ネットワーク外部性の効果とは別に、プラットフォームオーナーが最初のユーザーを集める努力をする必要がある。このプラットフォームの貢献を、以下のように方程式に含めてもよいだろう。

$$\Delta m_A(t) = B \times m_B(t) + f(t) \quad (13)$$

ここで、 $f(t)$ は、営業や広告といったプラットフォームの努力を表す。このような（ユーザー

間の相互作用以外の) 外因性の効果が大きく影響するかどうかは、プラットフォームの種類による。

3.3 飽和していない市場における競争

2.2 節で扱ったのは、すべてのユーザーがすでにいずれかのプラットフォームに参加している市場での競争であり、競争はプラットフォーム間の横取り合戦のようにモデル化された。だが、プラットフォームオーナーが何か新しいことを始め、競合相手が最近になって現れたとすると、市場はまだ飽和していない。競合相手による横取りの効果はいくらかあるが、方程式(7)~(10)で示したほど大きくはない。このような場合には、方程式を以下のように変更できる。

$$\Delta m_{A1}(t) = B_{11}m_{B1}(t) - B_{12}m_{B2}(t) \quad (14)$$

$$\Delta m_{A2}(t) = B_{22}m_{B2}(t) - B_{21}m_{B1}(t) \quad (15)$$

ここで、 B_{ij} はプラットフォーム i 上の m_{Bj} に関する魅力係数である(自身のものは $i=j$, 他のは $i \neq j$)。飽和している市場とは異なり、これらは互いに異なっており、特に、 B_{21} と B_{12} は B_{11} と B_{22} よりも小さいと考えられる。

3.4 プラットフォーム経営者への提案

本報文中で提案したモデル(図3や式(1)及び(2))は、魅力係数の重要性を示しつつ、なお「量は差別化に勝る」という考え方も支持している。これまでに述べた分析や考察からプラットフォーム経営者への幾つかの示唆が得られる。

まず、あらかじめユーザーを集めた状態で新しいプラットフォームビジネスを開始すれば、プラットフォームの競争力は高くなる。これは、既存のビジネスをプラットフォーム型に改変することで実現できると考えられる。現在、独自の技術に基づく特定の製品を顧客に提供している企業(典型的なプロダクトアウト型)であれば、やがてリソース制約に直面するであろう。すなわち、製造能力または営業力がビジネスの成長の上限を決めてしまう。この段階で、その技術を開示して、他の製品プロバイダにその技術を基にして彼ら自身のビジネスを行わせるとよい。その製品プロバイダはプロバイダユーザ(すなわちユーザーA)となり、自社は、現在の自社の顧客を初期のエンドユーザ(すなわちユーザーB)として困り込んだプラットフォームオーナーとなる。自社の努力だけでエンドユーザの数を急速に増し続けるのは容易ではないが、プロバイダユーザのリソースを活用すれば、自社の独自技術を指数関数的な勢いで市場に浸透させることができる。

さらに、ユーザーAとユーザーBの規模にどのような傾向が見られるかを観測すれば、魅力係数を(回帰分析によって)定期的に推定することができる。この推定の結果は、自社のプラットフォームの競争力を評価する上での格好の指標となりうる。

ビジネスモデルによっては、このような推定に3.2で述べたような他の因子を考慮したほうが良い場合もある。もし強力な競合他社がいる、あるいは出てくると想定される場合には2.2や2.3で述べたように競争状況を評価/予測し、その結果を事業戦略にフィードバックすることが役に立つだろう。

4. 結論

本報文では、ツーサイドプラットフォームビジネスに対する非常に単純化した動的モデルを提案した。微調整を行えばより正確なモデルにすることも可能であるが、このままでも以下に関して基本的な洞察を提供するのに役立つ。

- (1) 量（規模）の重要性と、それが指数関数的な成長曲線をもたらす理由と方法（2.1 参照）
- (2) 二つのプラットフォーム間の競争が、しばしば「勝者独り勝ち」の結果となる理由（2.2 参照）
- (3) 新たなプラットフォームの立ち上げ、運営、あるいは既存のビジネスからの改変の方法（3.4 参照）

5. 付録：ツーサイドプラットフォームモデルの差分方程式

2.1 節では、方程式(1)と(2)の時間微分による解釈とその解析解のみを示したが、これらは以下のように差分方程式によって解釈することもできる。

$$m_A(t+1) - m_A(t) = Bm_B(t) \quad (\text{a1})$$

$$m_B(t+1) - m_B(t) = Am_A(t) \quad (\text{a2})$$

この解釈では、項 t は「年」「月」「日」などを表し、ユーザーの規模の変化（新規契約など）はそれぞれの t のタイミング（年次、月次、日次など）で間欠的に発生するものとする。方程式 (a1) および (a2) の $m_A(t)$ に関する解析解は以下の通りである。

$$m_A(t) = \frac{1}{2\sqrt{A}} \left\{ \left(\sqrt{A}m_A(0) + \sqrt{B}m_B(0) \right) (1 + \sqrt{AB})^t + \left(\sqrt{A}m_A(0) - \sqrt{B}m_B(0) \right) (1 - \sqrt{AB})^t \right\} \quad (\text{a3})$$

$m_B(t)$ に関する解は逆転形であり、A と B を交換することで得られる。このケースでは、 $(1 - \sqrt{AB})^t$ の出現する 2 番目の項の値は、時間微分の解(5)の場合とは異なり、明らかに無視できるとは言えない。値が大きい場合もありうるし、 t の増加に伴い正負が入れ替わる可能性がある。しかし、二つの項を数値的に計算して比較すると、やはり 1 番目の項の方が 2 番目の項よりも速く増加するため、 $m_A(t)$ の曲線は、 $(1 + \sqrt{AB})^t$ に支配されて、全体としてはほとんど指数関数的な形となる。指数関数的（等比数列的）成長の条件はやはり同じで、 $A > 0$ かつ $B > 0$ である。成長率が \sqrt{AB} で決まる点も同じである。

参考文献

- 1) Apple Press Release; App Store shatters records on New Year's Day; News Room, (2017-01-05)
- 2) Rochet and Tirole; Platform competition in two-sided markets; Journal of the European Economic Association, (2003)

- 3) Evans; The Antitrust Economics of Multi-Sided Platform Markets; Yale Journal on Regulation, Vol 20, Issue 2, Article 4, (2003)
- 4) Armstrong; Competition in two-sided markets, RAND Journal of Economics, Vol. 37, No. 3, (2006), pp. 668
- 5) Hagiu and Wright; Multi-Sided Platforms, Harvard Business School Working Paper, (2015)
- 6) Sinha, Colombo, Shougarian, and L. de Weck; A simplified mathematical model for two-sided market systems with an intervening engineered platform, Proceedings of the ASME 2015 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference, (2015)
- 7) Van Alstyne and Parker; Pipelines, platforms, and the new rules of strategy, Harvard Business Review, (2016-04)
- 8) Amazon.com, Inc.; Annual Reports (1998-2017)