

Simulation Studies on Sustainable Multi-sided, Multi-platform Markets for API Ecosystem

大阪大学大学院 情報科学研究科
情報ネットワーク学専攻 村田研究室
吉海皓貴

2024/2/8

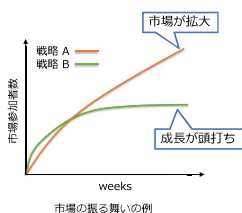
研究目的とアプローチ

研究目的

- マルチプラットフォーム下で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
- 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

アプローチ

- 時間発展型の市場をモデル化
 - API 提供者が存在するオープンプラットフォームモデル
 - API 提供者が存在しないクローズドプラットフォームモデル
- プラットフォーム戦略や API の効果の違いによる市場の振る舞いの比較



オープンプラットフォームモデル

プラットフォーム提供者/コンシューマー

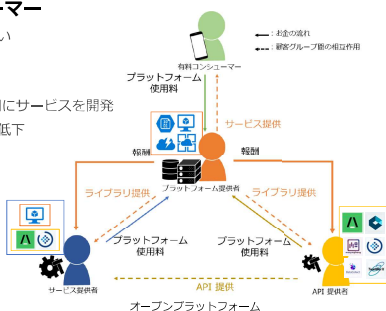
- クローズドプラットフォームと同様の振る舞い

サービス提供者

- ライブラリや API を利用することにより早期にサービスを開発
- 多様なサービス開発が容易で、開発コストも低下

API 提供者

- 多様な機能の開発
- 補完関係にある API を利用することにより開発コストを低減



研究背景

API エコノミー

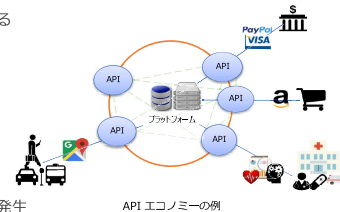
- API 化された企業のサービスを連結することで新たな価値を生み出す経済圏
- API を介してサービスの供給と消費が行われる

市場の継続的な成長

- サービスがキャズムを乗り越えることが重要
 - API の利用によるコストの削減や
 - サービスの開発プロセスの短縮が大きく関係

市場におけるダイナミクス

- 生産者であるプラットフォームの戦略により発生
- コンシューマーの嗜好に起因して発生する
- プラットフォーム間のスイッチングも考慮することが必要



クローズドプラットフォームモデル

プラットフォーム提供者

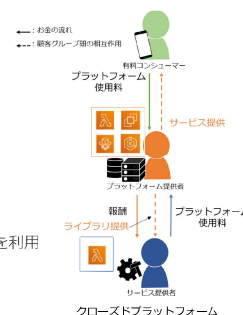
- サービス提供者・有料コンシューマーから使用料を徴収
- サービス提供者への報酬の支払い

サービス提供者

- ライブラリのみを利用することによりサービスを開発
- 自身で開発が必要な機能が少なく、開発コストが増加

コンシューマー

- 使用料を支払い、サービス提供者が開発した各種サービスを利用



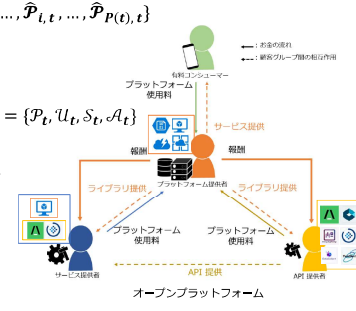
マルチプラットフォーム市場モデル

時刻 t の市場の状態 $\mathcal{M}_t = \{\hat{P}_{1,t}, \hat{P}_{2,t}, \dots, \hat{P}_{l,t}, \dots, \hat{P}_{P(t),t}\}$

- プラットフォーム $\hat{P}_{i,t}$
- プラットフォームの数 $P(t)$

時刻 t のプラットフォームの状態 $\hat{P}_{i,t} = \{P_i, U_i, S_i, \mathcal{A}_i\}$

- プラットフォーム提供者 $P_i = \{p\}$
- コンシューマー $U_i = \{u_1, u_2, \dots, u_i, \dots, u_{U(i)}\}$
- サービス提供者 $S_i = \{s_1, s_2, \dots, s_i, \dots, s_{S(i)}\}$
- API 提供者 $\mathcal{A}_i = \{a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_{A(i)}\}$



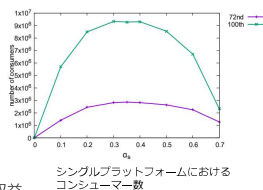
- 利益 $U_p(t)$
 - $U_p(t) = p_c \cdot S^*(t^+) + p_a \cdot A^*(t^+) + R(t) \cdot (1 - \alpha_s - \alpha_a)$
- サービス提供者・API提供者への報酬の原資 $P(t)$
 - $R(t) = p_c \cdot U(t) - I_p(t)$
- 設備投資額 $I_p(t)$
 - $I_p(t) = \eta \cdot (p_c \cdot U(t))$
- ライブラリ数 $F(t)$
 - $F(t+1) = F(t) + e^{-\gamma F(t)/I_p(t)}$

- 利益 $U_{a_i}(t)$
 - $U_{a_i}(t) = \alpha_a R(t) \frac{F(a_i, S_t, A_t, R_t)}{\sum_k F(a_k, S_t, A_t, R_t)} - p_a - K_a(F(t) + J(T_i(t)))$
 - 利用回数 $F(a_i, S_t, A_t, R_t)$
 - $F(a_i, S_t, A_t, R_t) = \frac{1}{A^*(t^+)} e^{-c_{Fa} \cdot I(T_i(t))}$
 - 参加者数 $\hat{A}(t^+)$
 - $\hat{A}(t^+) = \sum_{i \in A^*(t^+)} \Delta I_{U(i) \geq 0}$
 - 増加モデル
 - $D_a(t) = A^*(t^+) - \hat{A}(t^-) = \frac{c_a \cdot U_{a_{all}}(t-1)}{p_{a_{all}}(t-1) + K_{a_{all}}(t-1)} - \frac{c_a \cdot U_{a_{all}}(t-1)}{\hat{A}(t^-)}$
 - 開発コスト $K_{a_i}(x)$
 - $K_{a_i}(x) = (7.5 + c_1 S^*(t^+)) e^{-c_{Ka} \frac{x}{S^*(t^+)}} + 2$
- 補完関係の API 数 x が多いほど開発コストが減少
- サービス提供者が多いほど運用コストが増加
- 有料コンシューマーが多い(利益が多い)ほど新規 API 提供者が参入

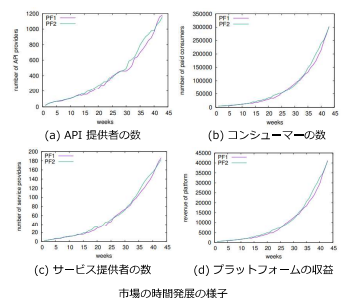
- 利益 $U_{s_i}(t)$
 - $U_{s_i}(t) = \alpha_s R(t) \frac{G(s_i, S_t, A_t, R_t)}{\sum_k G(s_k, S_t, A_t, R_t)} - p_s - [K_s(F(t) + |\Phi_i(A_t)|)]$
 - 利用回数 $G(s_i, S_t, A_t, R_t)$
 - $G(s_i, S_t, A_t, R_t) = \frac{1}{S^*(t^+)} e^{-c_{Fs} \cdot I(V_i(t))}$
 - 参加者数 $\hat{S}(t^+)$
 - $\hat{S}(t^+) = \sum_{i \in S^*(t^+)} \Delta I_{U(i) \geq 0}$
 - 増加モデル
 - $D_s(t) = S^*(t^+) - \hat{S}(t^-) = \frac{c_s \cdot U_{s_{all}}(t-1)}{p_{s_{all}}(t-1) + K_{s_{all}}(t-1)} - \frac{c_s \cdot U_{s_{all}}(t-1)}{\hat{S}(t^-)}$
 - クオリティ Q_d
 - $Q_d(t) = 0.01 * (\log_2 \hat{S}_M(t^-) - 1)$
 - 開発コスト $K_s(x)$
 - $K_s(x) = (75 + c_2 U(t)) e^{-c_{Ks} \frac{x}{S^*(t^+)}} + 20$
- サービスが多いほどクオリティが増加
- 有料コンシューマーが多いほど運用コストが増加
- 利用する API が多いほど開発コストが減少
- 有料コンシューマーが多い(利益が多い)ほど新規サービス提供者が参入

- 市場のコンシューマー数 $U_M(t)$
 - $U_M(t) = U^{early}(t) + U^{major}(t)$
 - アーリーアダプター数の変化量 (早期参加者)
 - $\frac{d}{dt} U^{early}(t) = \zeta U^{early}(t) \left(1 - \frac{U^{early}(t)}{\hat{S}_M(t^-) + 10000}\right) - \delta(t) \frac{d}{dt} U^{early}(t)$
 - マジョリティ数の変化量 (追隨する参加者)
 - $\frac{d}{dt} U^{major}(t) = Q_d(t-1) \cdot U^{early}(t-1) - \delta(t) \frac{d}{dt} U^{major}(t)$
 - コンシューマーの利得関数
 - $\theta_{p_i}^{c_j}(t) = \beta \cdot \sum_{k \in S_{p_i}(t^-)} \psi_{s_k}(\phi_{c_j}) - p_i^c$
- サービスが多いほどアーリーアダプターの数の上限が増加
- サービスのクオリティが高いほどマジョリティが増加
- コンシューマーの課題を解決するサービスが多いほど利得が増加

- マルチプラットフォーム市場の振る舞いの比較
 - プラットフォーム数 $P(t) = 2 (PF1, PF2)$
 - 各プラットフォームはコンシューマーからの収益のうち 70% を API/サービス提供者らに配分
 - プラットフォーム：API 提供者：サービス提供者 = 0.3:0.35:0.35
- シナリオ
 - 規模が最も拡大する市場 ($c_{K_s}, c_{K_a} \geq 0.9$)
 - API によるコスト削減効果が低い市場 ($c_{K_s}, c_{K_a} \leq 0.3$)
 - クローズドプラットフォームのみの市場
- 評価観点
 - 市場の規模：市場参加者数とプラットフォーム提供者の収益



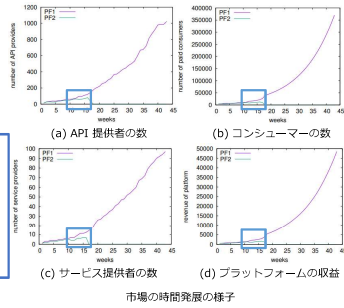
- 条件：API による開発コスト削減効果が高い
 - 市場参加者間の強い増加サイクルを形成
 - サービスの開発コストが削減されサービス数が増加
 - サービスに引き付けられコンシューマーが増加
 - API/サービス提供者の収益が増加
 - 収益減少によって赤字になりにくい
 - プラットフォームが共存
- 収益の変化(コンシューマーの変化)を API による開発コスト削減効果が緩和 → プラットフォーム提供者は API 提供者を引き込む戦略を採る



● PF1 が市場を独占する状態の形成

- PF1 で参加者間の増加サイクルが形成
 - API 数が伸びるプラットフォームが成長
- 市場規模の縮小
 - (a), (b), (c), (d) が 56%, 74%, 39%, 41% 減少

→ プラットフォーム提供者はコスト削減効果の高い API を開発しやすい環境を整備する戦略を採る
 → API 提供者は段階的に両プラットフォームに寄与することにより独占・寡占状態を避けて利益拡大



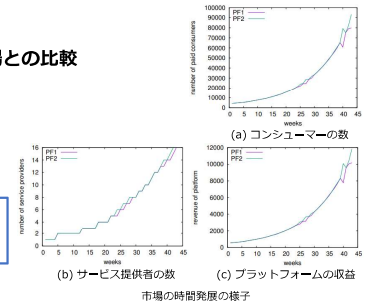
● 2つのプラットフォームが共存

- PF1 と PF2 が同じように成長

● オープンプラットフォームのみの市場との比較

- 市場規模の縮小
 - (a), (b), (c) が 67%, 53%, 55% 減少
 - API によるコスト削減効果が市場の拡大に大きく関係

サービス提供者はプラットフォームにコスト削減構造が備わっているかを考慮して参加
 → サービス提供者の利益拡大



● まとめ

- API 提供者が存在する時間発展型のマルチプラットフォーム市場モデル
- モデルを用いたマルチプラットフォーム市場の振る舞いの観察
- 評価結果：API による開発コスト削減効果が高い場合最も市場規模が拡大
 - プラットフォーム提供者：API を開発・引き込みやすい環境を整備
 - サービス提供者：API によるコスト削減構造のあるプラットフォームで利益拡大
 - API 提供者：段階的に両プラットフォームに寄与することにより、独占・寡占状態を避けて利益拡大

● 今後の課題

- 多様なコンシューマーの嗜好
- コンシューマーの嗜好をターゲットにしたプラットフォーム戦略