

Competing by restricting choice: The case of matching platforms

Halaburda, H., Piskorski, M. J., & Yildirim, P. N. (8 2018). Competing by restricting choice: The case of matching platforms. *Management Science*, 64, 3574–3594. doi:10.1287/MNSC.2017.2797

2023/5/11

M1 林

研究のサマリー

マッチングプラットフォームが顧客に対して提供する選択肢の数をあえて制限する，という状況をモデルで表現した。

1. 顧客にとって選択肢が制限されることにはメリットもデメリットもある。
2. 最適な選択肢の数は顧客ごとに異なる。
3. このことを用いて，マッチングプラットフォームは選択肢の数をあえて制限することで他プラットフォームと棲み分けられることが分かった。

良い点

- 簡明なモデルと高校数学レベルの計算にもかかわらず，直感に反する意外な結果を導いている。

課題点

- 分野では一般的でない強い仮定を置いており，発展性に難ありか。

新規性/有用性/信頼度

新規性

- 負のネットワーク効果（プラットフォーム参加者が多いほど効用が低下する）に関する研究自体は珍しくない。
- 認知コストのような心理的効果を考慮せず，“economic explanation”を与えた。

有用性 (都市と交通の分野に活かすなら)

- 土地取引のモデリング
…不動産業者の適度な競争を説明できる
- 民間配車サービスのモデリング

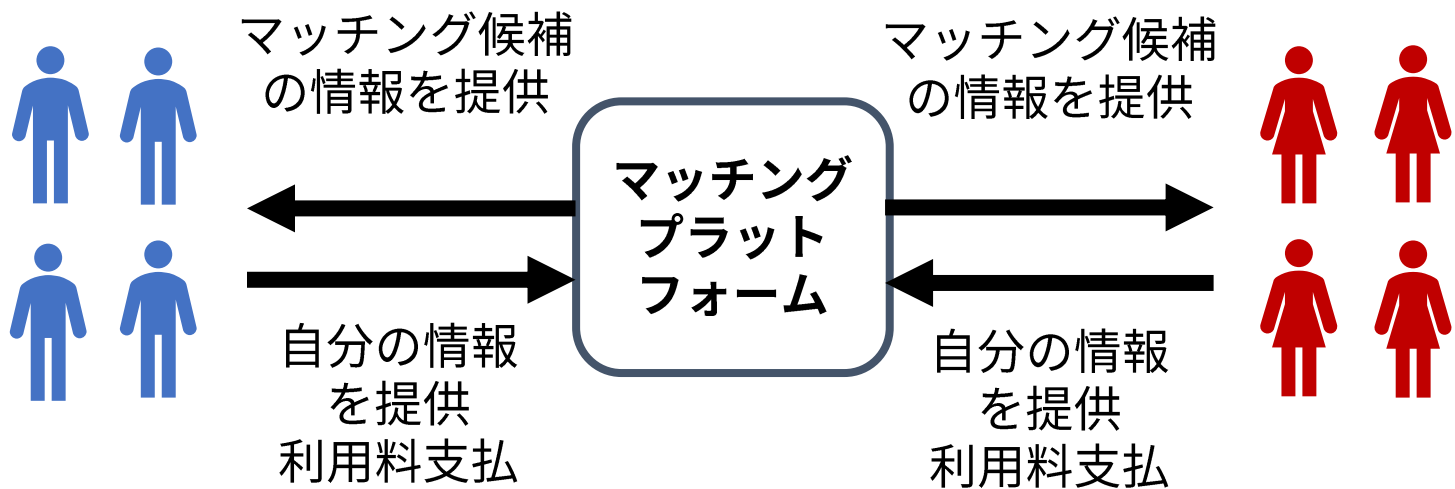
信頼性

- 登場する証明はそこまで難しくない

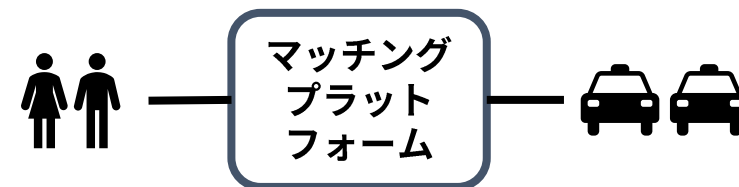
導入

マッチングプラットフォームとは

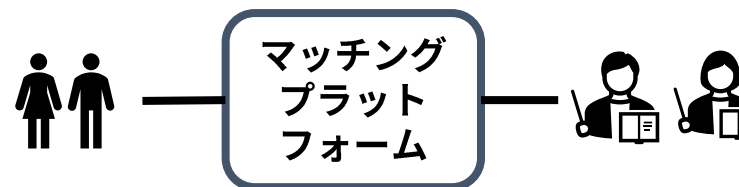
恋愛マッチングアプリ



配車アプリ



就活アプリ



マッチング候補を制限する戦略

match

ユーザーが**無制限**に相手を探せるようになっている

eharmony

限られた数の相手しか閲覧・連絡できないようになっている

eharmony の顧客は match の顧客よりも平均25%高い料金を払ってプラットフォームを利用している。

論文の構成

1. マッチング環境
2. 単一マッチングプラットフォーム
3. マッチングプラットフォームの競争

1. マッチング環境

提案するマッチングモデルの設定

男性 m_i の選択肢

- 女性 w_j とマッチングする：効用 $\Lambda_{m_i}(w_j)$
- 独身のまま：効用 a_{m_i}

女性 w_j の選択肢

- 男性 m_i とマッチングする：効用 $\Lambda_{w_j}(m_i)$
- 独身のまま：効用 a_{w_i}



重要な仮定：

簡単のため，効用 $\Lambda_{m_i}(w_j)$ や $\Lambda_{w_j}(m_i)$ は全て互いに**独立**な確率変数．=個人の属性に依存しない．
また全ての Λ は累積分布関数 G を持つ確率分布に従う．

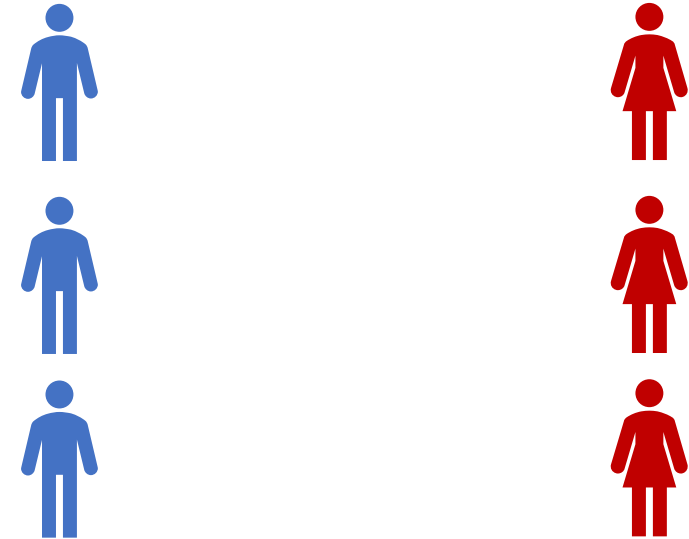
※均質な集団でのマッチングを考えている．
本研究の特徴．

マッチングの流れ

① マッチングプラットフォームを通じて相手候補を知る

② 全男性と全女性が同時に、候補の中で最適な相手にオファーを出す
(一人が最適な場合はオファーをしない)

③ 互いにオファーしあっているペアのみマッチング成立

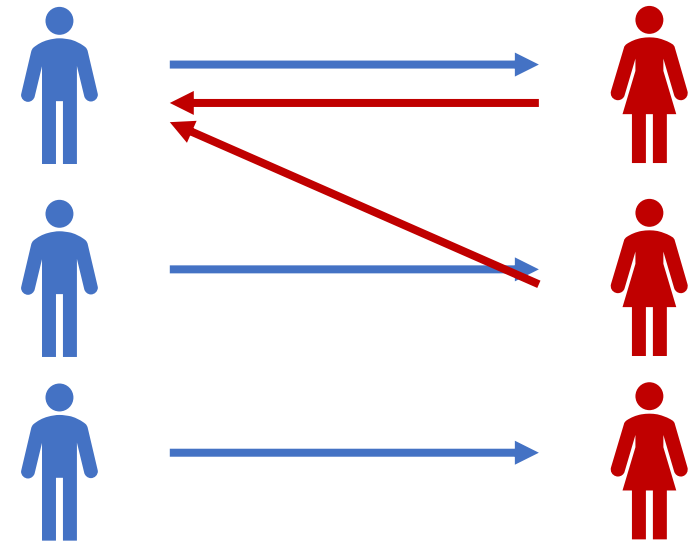


マッチングの流れ

① マッチングプラットフォームを通じて相手候補を知る

② 全男性と全女性が同時に，候補の中で最適な相手に**オファー**を出す
(一人が最適な場合はオファーをしない)

③ 互いにオファーしあっているペアのみマッチング成立

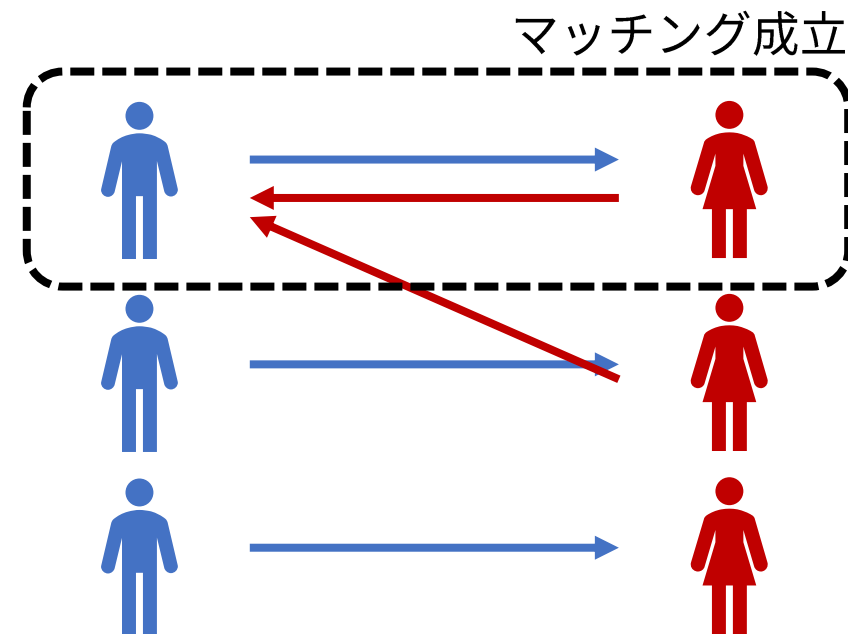


マッチングの流れ

① マッチングプラットフォームを通じて相手候補を知る

② 全男性と全女性が同時に、候補の中で最適な相手にオファーを出す
(一人が最適な場合はオファーをしない)

③ 互いにオファーしあっているペアのみマッチング成立



マッチングモデルの数学的性質

男性 N 人-女性 N 人の市場で、全員が全員を知っているとき、

①男性の出した**オファーが成功する確率**は $\frac{1}{N+1}$.

∵女性は「男性 $m_1 \sim m_N$ から一人選ぶ」「誰ともマッチしない」の $N+1$ 通りの選択肢を等しい確率で選ぶ.

②独身効用 a_{m_i} の男性が**マッチングする確率**は $\frac{1}{N+1} (1 - G^N(a_{m_i}))$.

∵累積分布関数 G の定義より $\Pr(a_{m_i} > \Lambda_{m_i}(w_j)) = G(a_{m_i})$.
出したオファーが成功する確率 オファーを出す確率

従って N 人の女性誰にもオファーを出さない確率は $\prod_j \Pr(a_{m_i} > \Lambda_{m_i}(w_j)) = G^N(a_{m_i})$

③独身効用 a_{m_i} の男性の出した**オファーが成功したときの条件付き期待効用**は

$$N \int_{a_{m_i}}^1 G^{N-1}(x)g(x)x dx .$$

Λ が従う分布の
確率密度関数

∵ $\max \Lambda$ の累積分布関数 $\Pr(x > \max \Lambda) = G^N(x)$ より、 $\max \Lambda$ の確率密度関数は $\frac{\partial G^N(x)}{\partial x} = NG^{N-1}(x)g(x)$.
これをを用いて期待値を計算すればよい.

マッチングモデルの性質

このマッチングモデルでは、参加者にとって N が増えると**良い側面**と**悪い側面**がある。

選択効果

オファー成功したときの条件付き期待効用

$N \int_a^1 G^{N-1}(x)g(x)x dx$ は、
 N が増えるほど大きくなる。

∵ 部分積分を用いて以下のように変形できる。

$$N \int_a^1 G^{N-1}(x)g(x)x dx = 1 - G^N(a)a - \int_a^1 G^N(x)dx$$
 N が増加するほど $G^N(x)$ は単調減少するため、
右辺第2・3項は単調増加する。

競争効果

オファーが成功する確率 $\frac{1}{N+1}$ は、
 N が増えるほど小さくなる。

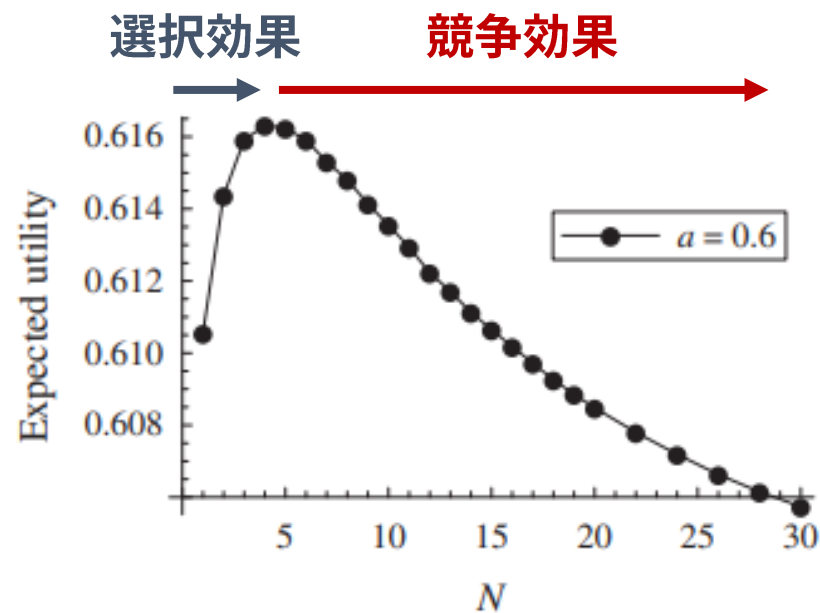
マッチングモデルの性質

無条件での期待効用は、

$$\left(1 - \frac{1}{N+1}(1 - G^N(a_{m_i}))\right) \cdot a + \frac{1}{N+1} \cdot N \int_a^1 G^{N-1}(x)g(x)x dx$$

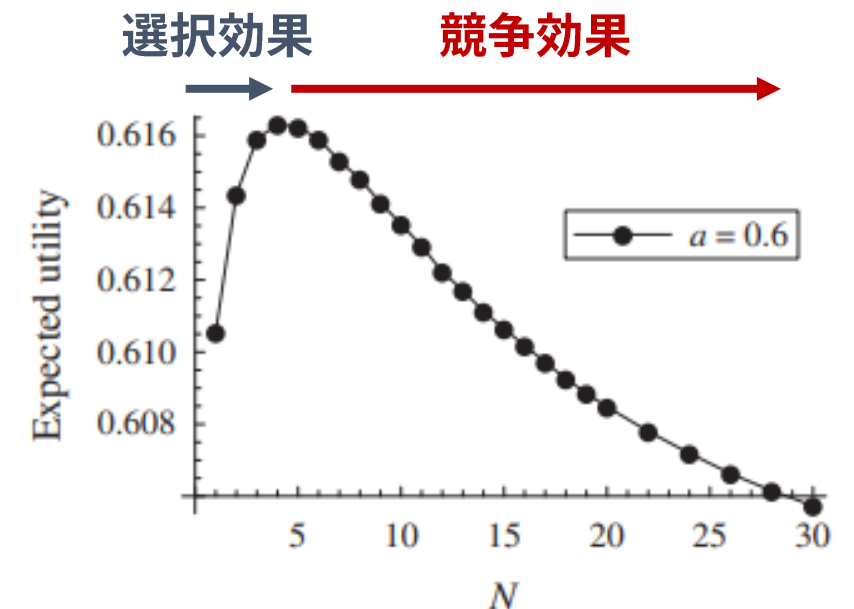
$\frac{1}{N+1}(1 - G^N(a_{m_i}))$ $\frac{1}{N+1} \cdot N \int_a^1 G^{N-1}(x)g(x)x dx$
Nが増加すると単調減少 Nが増加すると単調増加

無条件での期待効用はある最大値を持つ。=Nが多ければいいというわけではない



小結：マッチング環境

- 均質な集団におけるマッチング環境を定式化した。
- 参加者数 N が増えることによる**メリット：選択効果**と、**デメリット：競争効果**の存在を示した。
- N が小さいときは**選択効果**が、大きくなると**競争効果**がより強く現れる。



2. 単一マッチングプラットフォーム

マッチングプラットフォーム

競争効果により，外部市場よりも**マッチングプラットフォームの方が提供できる選択肢数が少なくても**，マッチングプラットフォームは**利益を上げられることを示す**。

外部市場に Ω 人，マッチングプラットフォームに N 人いるとする($\Omega > N$)。

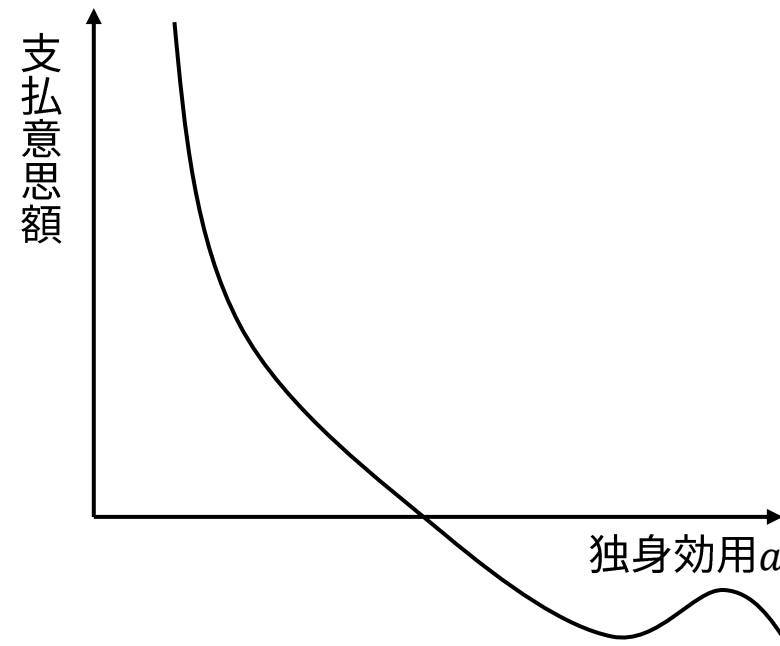
- 外部市場の期待効用 $EU(a|\Omega)$
- プラットフォームの期待効用 $EU(a|N)$
- プラットフォームの加入料 f

のとき， $EU(a|N) - f \geq EU(a|\Omega)$ ならば人はプラットフォームに加入する。

マッチングプラットフォームの性質

プラットフォームへの**支払意思額** $EU(a|N) - EU(a|\Omega)$ が正値をとるならば、支払意思額は a について**単調減少**する。

$\therefore \frac{\partial}{\partial a}(EU(a|N) - EU(a|\Omega))$ を計算すればよい。

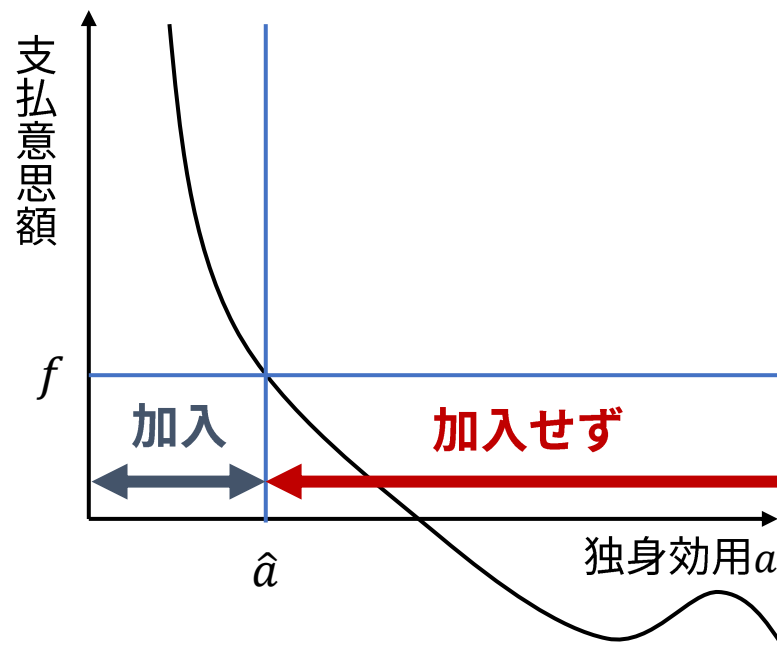


マッチングプラットフォームの性質

→ **加入料** $f > 0$ が与えられているとき、ある \hat{a} であって、

- 独身効用が \hat{a} 未満のユーザーはプラットフォームに f 支払って加入する。
- 独身効用が \hat{a} より大きいユーザーは加入しない（外部市場に参加する）。

となる \hat{a} が存在する。



加入料 f が安いと
単価が悪くなる



加入料 f が高いと
プラットフォーム
参加者が減る

プラットフォームの参加者数制限戦略

任意の Ω およびプラットフォーム加入者数 $N (< \Omega)$ に対して、プラットフォームがある正の手数料 f を課すことでその利益を最大化できる均衡が存在する。

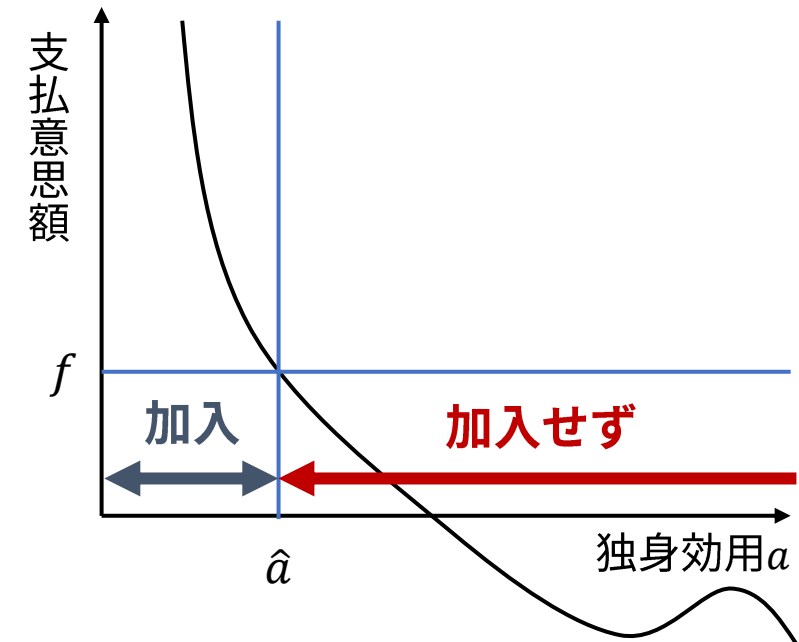
$=N$ をあえて Ω 未満にすることでプラットフォームは利益を上げられる。

プラットフォームが参加者数を制限するメリット

1. エージェントの競争効果が低減し、オファー成功率が上がる。
2. プラットフォームには独身効用 a が特に低い層だけが残るようになる。

小結：単一マッチングプラットフォーム

- マッチングプラットフォーム1つと外部市場のみが存在する環境を考えた。
- マッチングプラットフォームは**人数を制限することで正の利益を得ることができる**。
- 人数を制限すると，独身効用の低い層がマッチングプラットフォームを使うようになる。



3. マッチングプラットフォームの競争

マッチングプラットフォームの競争

2つのプラットフォームがそれぞれの利益を最大化するように加入料を設定している市場を考える。

- プラットフォーム1は M_1 人の候補を提示 選択肢 少
 - プラットフォーム2は M_2 人の候補を提示 選択肢 多
- する。ただし $M_2 > M_1$.

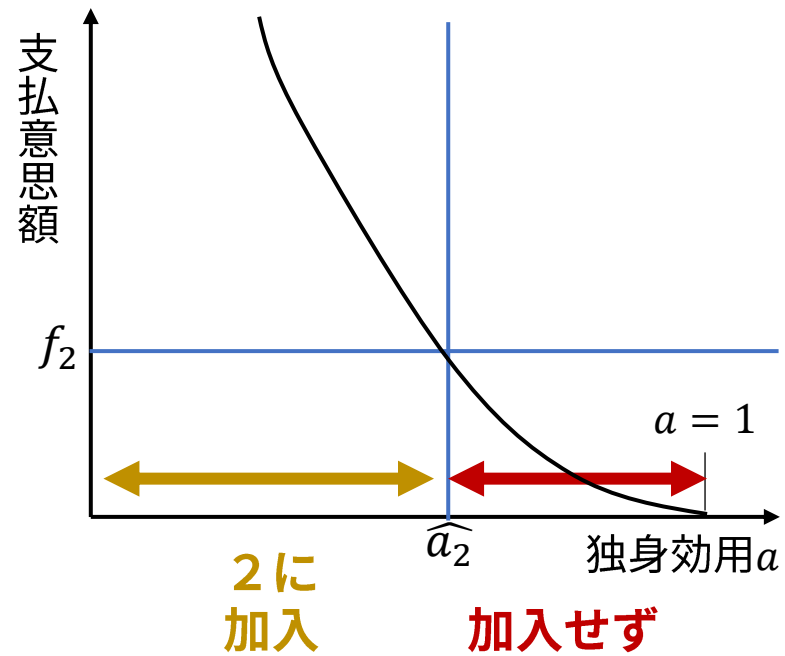
2つのプラットフォームが共存する均衡点は存在するのか？

マッチングプラットフォームの競争

【プラットフォーム2】と【無加入】を比較

プラットフォーム2の期待効用と a との差 $EU(a|M_2) - a$ は、非負かつ a について単調減少.

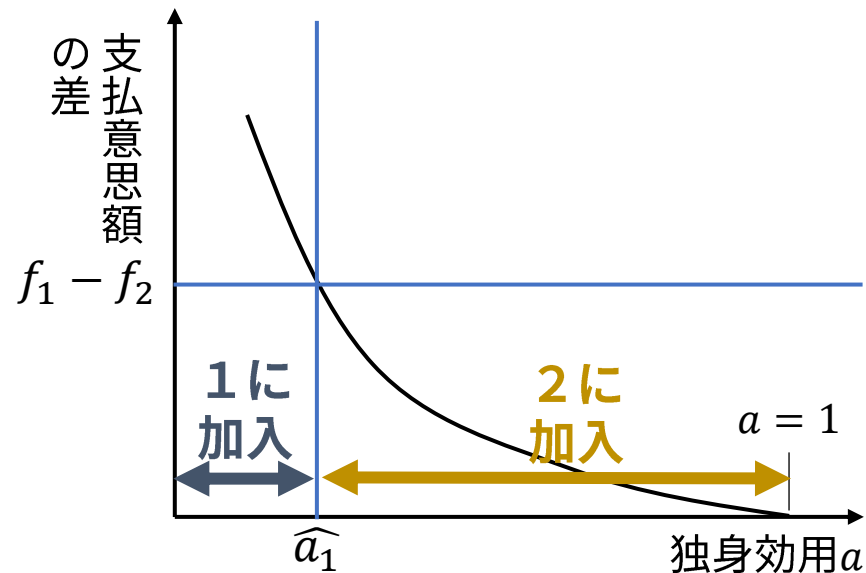
プラットフォーム2への
支払意思額に相当



マッチングプラットフォームの競争

【プラットフォーム1】と【プラットフォーム2】を比較

プラットフォーム2の期待効用とプラットフォーム1の期待効用との差 $EU(a|M_2) - EU(a|M_1)$ は、非負かつ a について単調減少。



2つのプラットフォームの均衡

- プラットフォーム2は $\hat{a}_1 < \hat{a}_2$ となるように f_2 を決める。
 - そうしないと収益0になってしまう

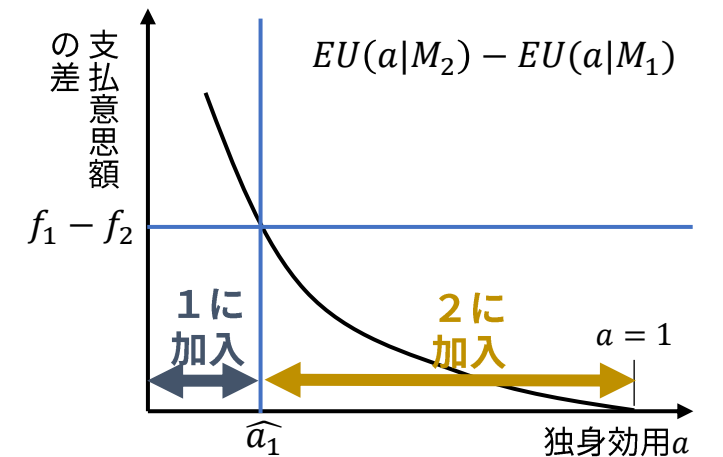
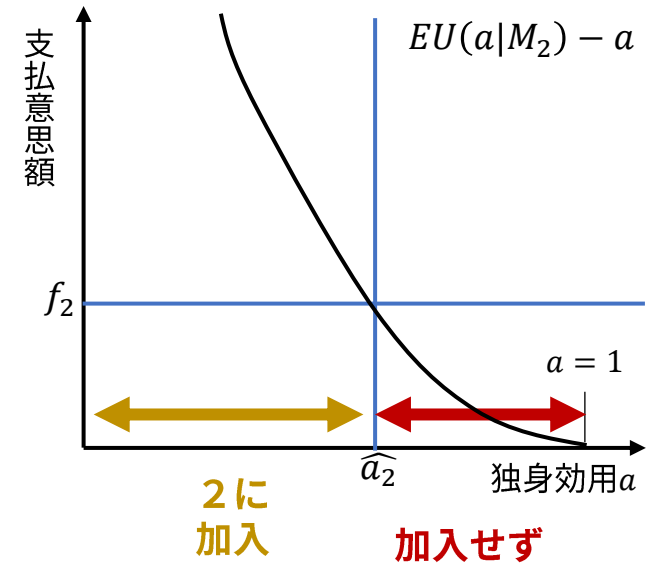
$$\rightarrow 0 < \hat{a}_1 < \hat{a}_2 < 1$$

プラットフォーム1の利益 $\pi_1 = G(\hat{a}_1)f_1$

プラットフォーム2の利益 $\pi_2 = (G(\hat{a}_2) - G(\hat{a}_1))f_2$

均衡点は $\frac{\partial \pi_1}{\partial \hat{a}_1} = 0, \frac{\partial \pi_2}{\partial \hat{a}_2} = 0$ の解だが、直接解くことはできない。

→均衡点の存在性のみを証明する。



2つのプラットフォームの均衡

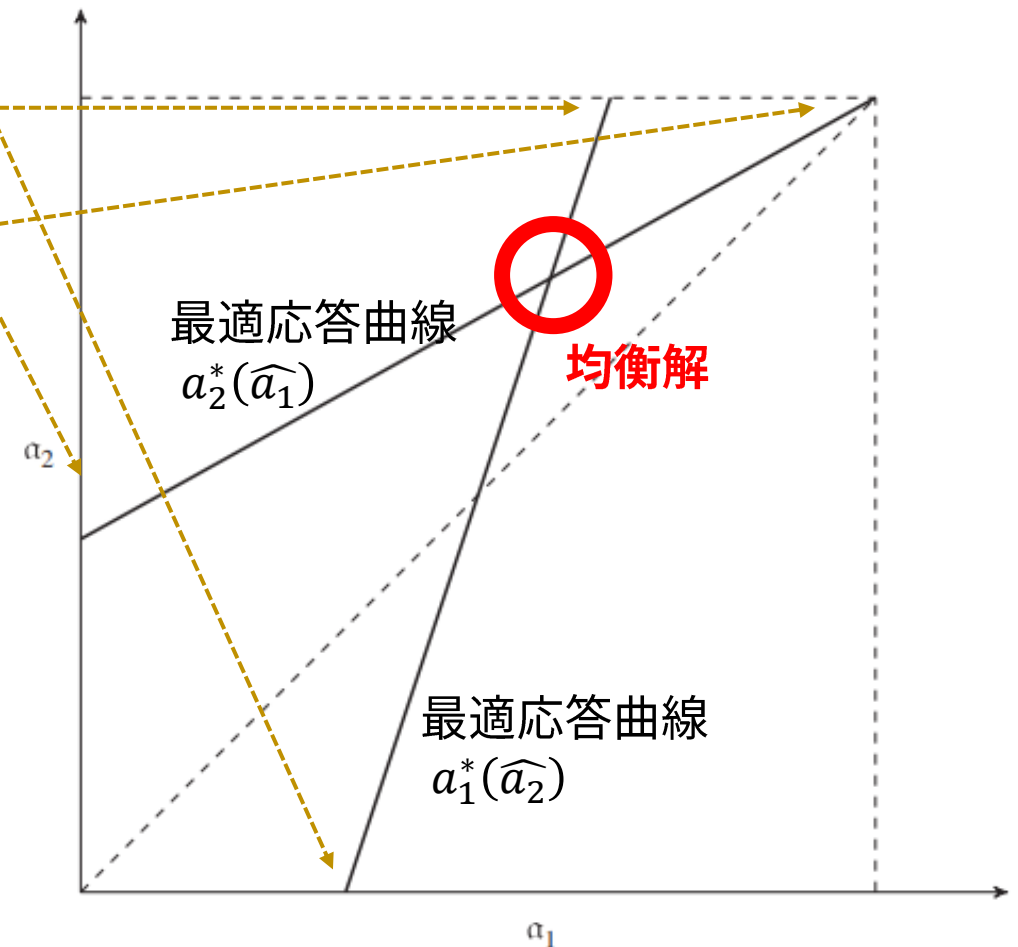
最適応答曲線を描くことで均衡点の存在を示す。

- $\widehat{a}_2 = 0$ のときの \widehat{a}_1 の最適解は $[0,1]$ に含まれる。
- $\widehat{a}_2 = 1$ のときの \widehat{a}_1 の最適解は $[0,1]$ に含まれる。
- $\widehat{a}_1 = 0$ のときの \widehat{a}_2 の最適解は $[0,1]$ に含まれる。
- $\widehat{a}_1 = 1$ のときの \widehat{a}_2 の最適解は 1 。

また最適応答曲線 $a_1^*(\widehat{a}_2), a_2^*(\widehat{a}_1)$ は、それぞれ $[0,1]$ において連続値をとる。

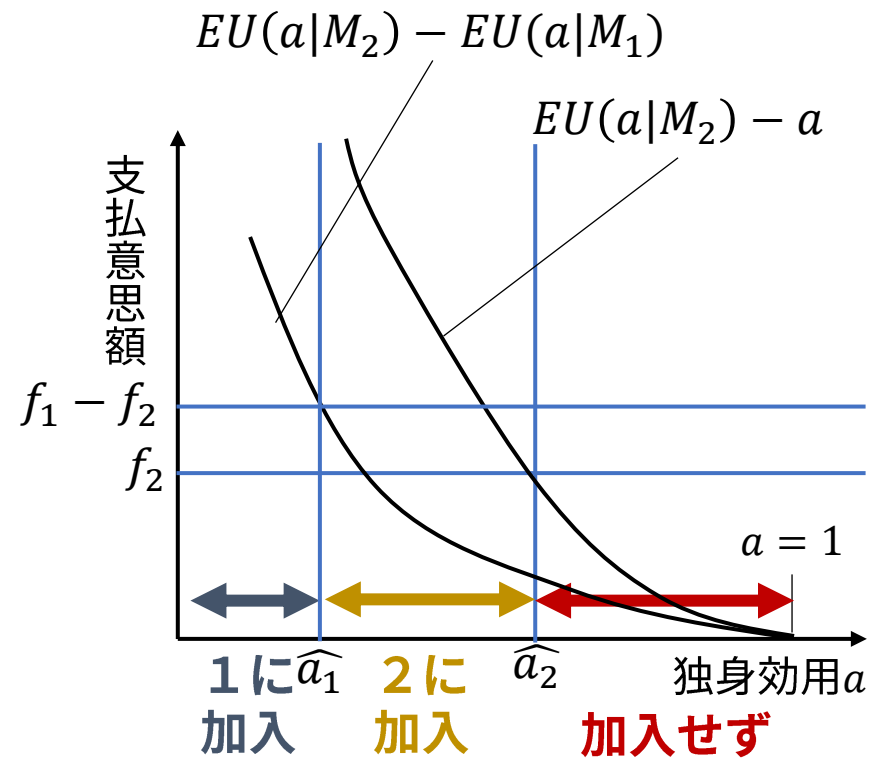
→最適応答曲線 $a_1^*(\widehat{a}_2), a_2^*(\widehat{a}_1)$ は必ず1か所以上で交わる。=均衡解が存在

Figure B.1. Best-Response Curves for Competing Platforms



2つのプラットフォームの共存

下図のような均衡が存在する．2つのプラットフォームは共存可能！



研究のサマリー

マッチングプラットフォームが顧客に対して提供する選択肢の数をあえて制限する，という状況をモデルで表現した。

1. 顧客にとって選択肢が制限されることにはメリットもデメリットもある。
2. 最適な選択肢の数は顧客ごとに異なる。
3. このことを用いて，マッチングプラットフォームは選択肢の数をあえて制限することで他プラットフォームと棲み分けられることが分かった。