Game-theoretic analysis of alliance between a platform retailer and competing manufacturers in sharing consumer data for product developments

慶應義塾大学大学院理工学研究科
開放環境科学専攻
松久 裕志

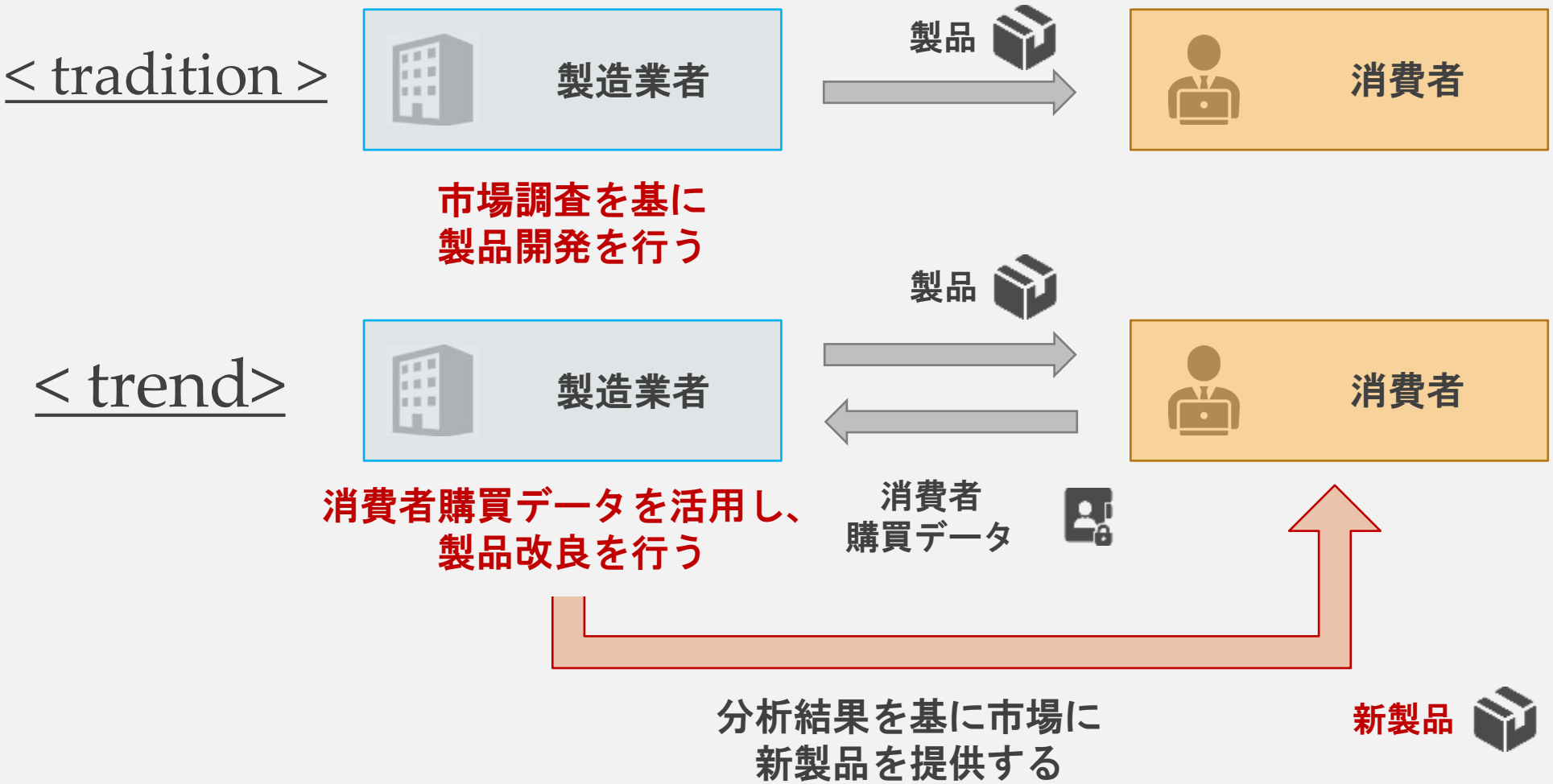
Agenda

1. 導入
2. モデル
3. 結果
    - 3-1. 製造業者が2社のケース
        - 3-1-1. 製造業者のmode選択
        - 3-1-2. プラットフォームの利潤
    - 3-2. 製造業者が3社のケース
4. 結論

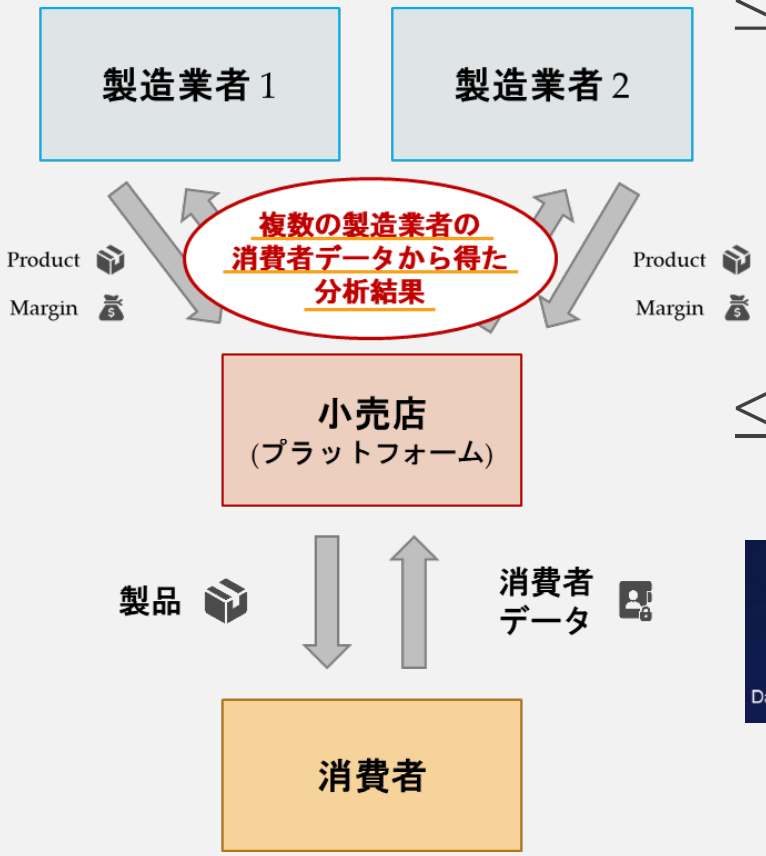
Agenda

1. 導入
2. モデル
3. 結果
    - 3-1. 製造業者が2社のケース
        - 3-1-1. 製造業者のmode選択
        - 3-1-2. プラットフォームの利潤
    - 3-2. 製造業者が3社のケース
4. 結論

昨今の製品改良・開発の変化



プラットフォーム型小売業者と製造業者間の消費者データの共有が積極的に行われれている



< プラットフォーム型小売業者 >

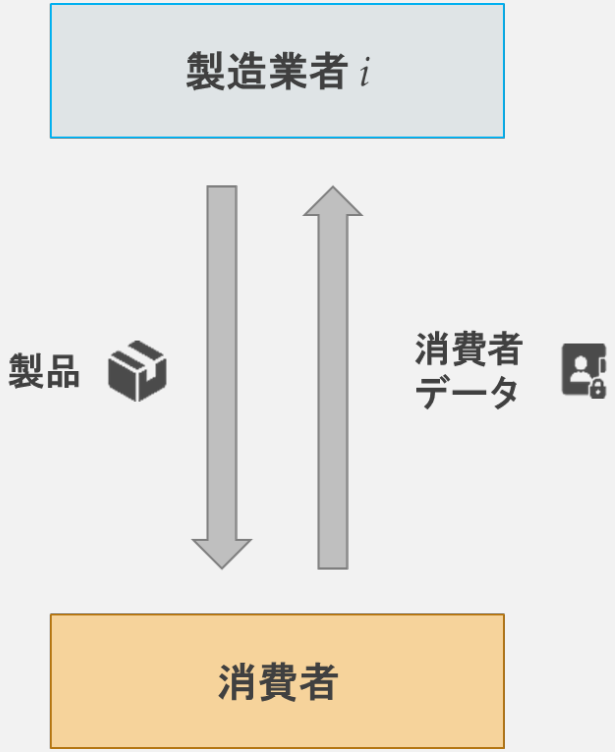
- プラットフォーム型の小売店は**消費者の情報を製造業者の商品や自身のサービスを通じて蓄積**することが出来る。
- 小売業者は**蓄積したデータを分析し、プラットフォームに参加した全ての製造業者に対して分析結果をシェア**できる。

< ex. Alibaba Group Holding Limited >

Brand Databank

- Brand DatabankはAlibaba Groupが保有する全消費者データを蓄積した製造業者向けの消費者データ管理システムである。
- 製造業者は競合他社の購買履歴を含めた消費者データを入手できるようになり、自社の既存製品の改良が出来る。

Direct-to-Consumer (DTC) modelを採用する製造業者も増加している



< Direct-to-Consumer model (DTC model) >

- メーカーがオンラインでのダイレクトチャネルを展開し、**小売業者を通さずに商品販売をしている。**
- DTC企業は他社の協力を仰がなくても**自社の消費者データを直接収集でき、収集したデータを既存製品の改良及び新製品の開発に役立てることができる。**

< ex. Casper >

Casper

- Casperは、消費者に直接販売によって快適なマットレスを発売する、睡眠の質に拘りを持っているDTC企業である。
- DTCモデルによって収集した、自社消費者の意見やデータを基に容易で快適な購買体験を提供している
- その結果、大手3社による寡占市場であったアメリカのマットレス市場をDTC企業による激しい競争のある市場に変化させた。

競合する製造業者とプラットフォーム型小売店間で提携が形成されるにはどのような条件が必要か？

製造業者間の製品の差別化レベルが消費者データの共有の価値を決定する上で重要な役割を果たすのではないか？

＜製造業者＞

同質的な製品	ターゲットしている消費者群が似ているためデータ共有のメリットが大きい	▶ プラットフォームに参加する
水平差別化された製品	競合他社の消費者群が自社のターゲットと異なっているため、データ共有のメリットが小さい	▶ DTC model を採用する

＜プラットフォーム型小売業者＞

小売業者は同質的な製品を扱う製造業者と提携することでより利益を獲得できる。

本研究の目的

- 競争している製造業者が製品改良のために消費者データを活用できる
- プラットフォーム型小売業者がプラットフォームに参加している製造業者へ消費者データを共有できる

- 製造業者同士が**水平的に差別化**されており、代替性の度合い（＝差別化の度合い）が変化し、データ共有の提携下では、**競合の消費者データの活用の有効性が代替性の度合い**に比例する

1. データ共有の提携は、特に**製造業者間の代替性の度合い**から見て、どのような条件下で均衡が保たれるか？

2. 特に製造業者間の代替性の度合いから見て、**プラットフォーム型小売業者が最も恩恵を受けられるのはどのような条件か？**

3. **製造業者の増加**によって、提携形成の可能性やプラットフォーム型小売業者の利潤はどのように変化するのか？

先行研究

＜関連する先行研究＞

- positive externality arising from interconnectivity between products

  Tingting He, Dmitri Kuksov, Chakravarthi Narasimhan. Intraconnectivity and Interconnectivity: When Value Creation May Reduce Profits. Marketing Science. 31(4). 2012. 587-602.

- manufacturer's encroachment

  Shichen Zhang, Jianxiong Zhang, Guowei Zhu. Retail service investing: An anti-encroachment strategy in a retailer-led supply chain. Omega. 84. 2019. 212-231.

- manufacturer's channel selection

  Yumeng Zhang, Behzad Hezarkhani. Competition in dual-channel supply chains: The manufacturers'channel selection. European Journal of Operational Research. 291. 2021. 244-262.

＜本研究＞

消費者データを製造業者の商品開発に活用する際に競合メーカーとプラットフォーム型小売業者間の戦略的相互作用を理論的に調査し、チャネルメンバー間のデータ共有の提携が成立する条件を導き出す

Agenda

1. 導入
2. モデル
3. 結果
    - 3-1. 製造業者が2社のケース
        - 3-1-1. 製造業者のmode選択
        - 3-1-2. プラットフォームの利潤
    - 3-2.製造業者が3社のケース
4. 結論

市場の様子

市場内に1つのプラットフォーム型小売業者と2つの製造業者が存在している

＜プラットフォーム型小売業者＞

standard agency modelの下で小売業者と製造業者間の**収益分配率を決定する**
（販売価格は製造業者が決定）

＜製造業者＞

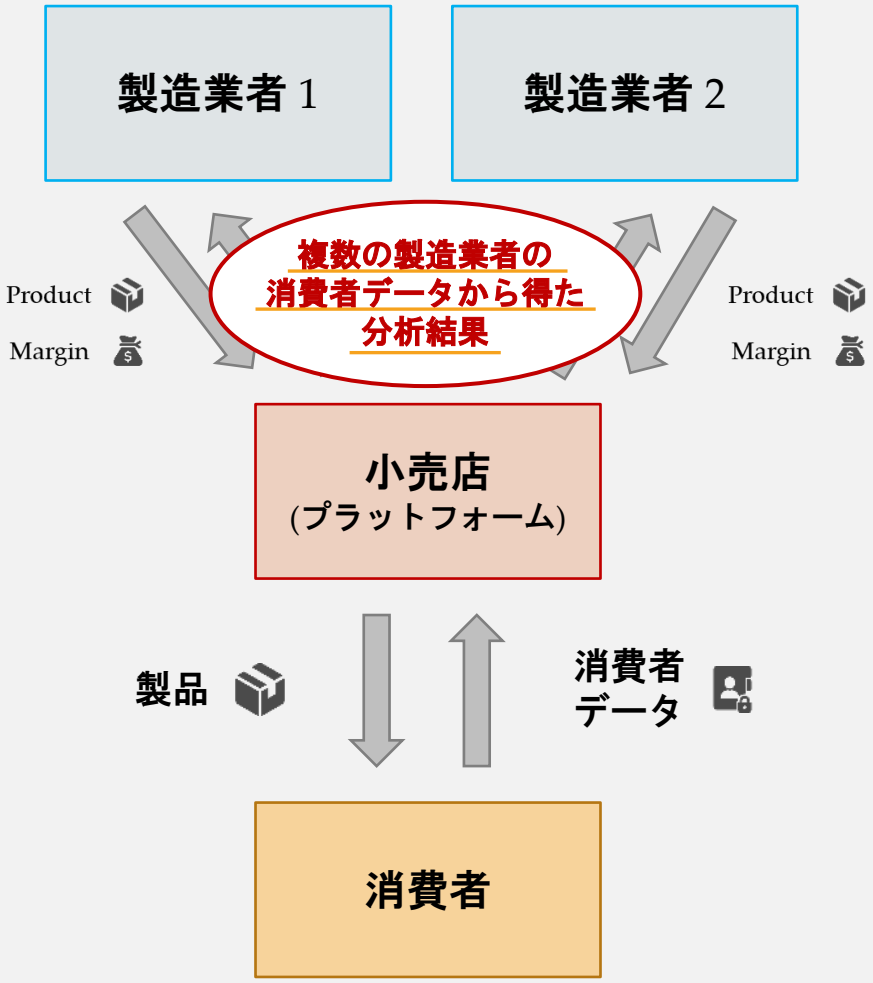
製品提供の方法を3つの**modeから選択し**、その後自社製品の**販売価格を同時決定**する

・製造業者の取れる3つの選択肢は以下の通りである。

mode α：プラットフォームに参加し、プラットフォームに参加した企業間で**共有される消費者データを活用**・開発された新商品を提供する
mode β：DTCモデルを採用し、**自社の消費者データのみを活用して**開発した新商品を提供する
mode γ：既存製品を直販する標準的なモデルを採用する

※本発表ではデータ分析及び製品販売のコストが発生しないケースのみを扱う

プラットフォームに参加する (mode α)



＜プラットフォーム型小売業者＞

利潤： $\pi_f = r(\delta_1 p_1 q_1 + \delta_2 p_2 q_2)$

＜製造業者 i＞

利潤： $\pi_i = (1-r)p_i q_i$

価格： $p_i = 1 - (q_i + \boldsymbol{\eta} q_j) + v(q_i^e + \delta_j \boldsymbol{\eta} q_j^e)$ $(j = 1,2、\ j \neq i)$

※ δ_i：製造業者iがプラットフォームに参加しているかを示す指示関数
($\delta_i = 1$は参加 、$\delta_i = 0$は非参加を示す)
$q_i, q_j \geq 0$：各製造業者の販売量
$q_i^e, q_j^e \geq 0$：（代表的）消費者の各製造業者に対する販売期待量
$\eta (0 \leq \eta \leq 1)$：製造業者間の代替性の度合い（＝差別化の度合い）
($\eta \to 1$の時、両製品は同質化する)
$v (0 < v < 1)$：データ分析の強度を示す係数（正の外部性）
$r (0 \leq r \leq 1)$：小売業者と製造業者間の収益分配率

DTC modelを採用する (mode β)

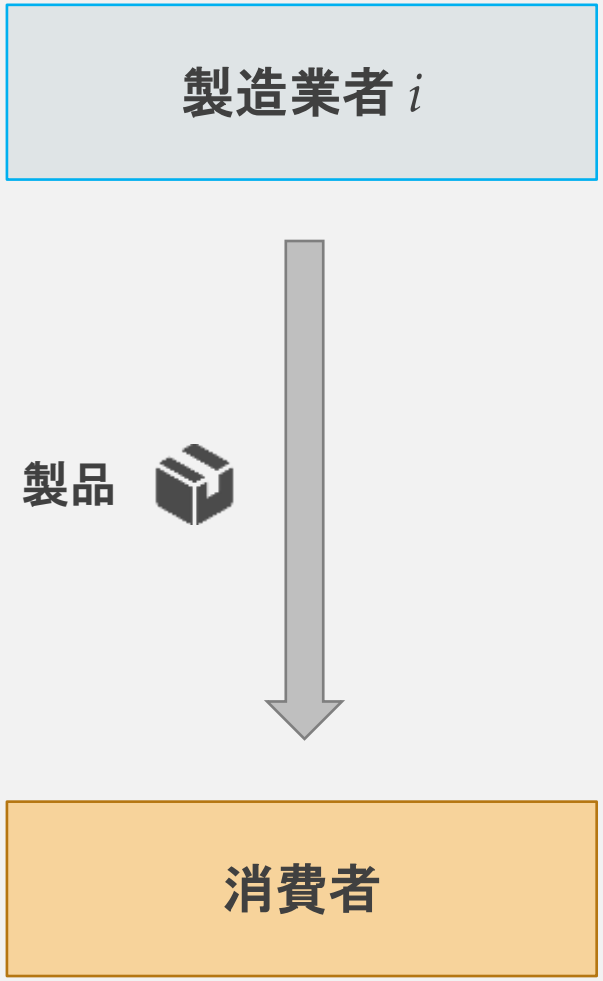
＜製造業者 i ＞

利潤： $\pi_i = p_i q_i$

価格： $p_i = 1 - (q_i + \eta q_j) + v q_i^e \quad (j = 1,2、j \neq i)$

※ $q_i, q_j \geq 0$：各製造業者の販売量
$q_i^e, q_j^e \geq 0$：（代表的）消費者の各製造業者に対する販売期待量
$\eta (0 \leq \eta \leq 1)$：製造業者間の代替性の度合い（＝差別化の度合い）
（$\eta \to 1$の時、両製品は同質化する）
$v (0 < v < 1)$：データ分析の強度を示す係数（正の外部性）

既存製品の直販のみを行う (mode γ)



＜製造業者 i ＞

利潤： $\pi_i = p_i q_i$

価格： $p_i = 1 - (q_i + \boldsymbol{\eta} q_j) \quad (j = 1,2、\ j \neq i)$

※ $q_i, q_j \geq 0$：**各製造業者の販売量**

$\eta (0 \leq \eta \leq 1)$：**製造業者間の代替性の度合い（＝差別化の度合い）**

（$\eta \to 1$の時、両製品は同質化する）

ゲームの流れ

プラットフォーム型小売業者fと製造業者1,2は
自身の利潤を最大化するように振る舞う

次の3段階のゲームを想定する

1. **プラットフォーム型小売業者fが分配率 r $(0 \leq r \leq 1)$を決定する**
2. **製造業者1,2がmode α, β, γの中から自身のチャネル戦略を**
   それぞれ同時決定する
3. **製造業者1,2が自身の製品の販売価格 p_1, p_2 をそれぞれ同時決定する**

Agenda

1. 導入
2. モデル
3. 結果
    - 3-1. 製造業者が2社のケース
        - 3-1-1. 製造業者のmode選択
        - 3-1-2. プラットフォームの利潤
    - 3-2. 製造業者が3社のケース
4. 結論

分析の流れ

1. 【ベンチマークケース】
製造業者が mode β, γ しか選択できない場合の製造業者の均衡利潤を比較する

2. 分配率rが与えられたうえで、製造業者が mode α, β, γ を選択できる場合の製造業者の均衡利潤を比較する

3. プラットフォーム型小売業者の利潤が最大となるような**最適な分配率rを探す**

※ 制約条件は以下の通りである:

- **ベルトラン競争**(the 3rd stage)**の均衡結果が内点解として得られる**

$$0 \leq v < 1$$
$$0 \leq \eta < 1 - v$$
$$0 \leq r < 1$$

Agenda

1. 導入
2. モデル
3. 結果
    - 3-1. 製造業者が2社のケース
        - 3-1-1. 製造業者のmode選択
        - 3-1-2. プラットフォームの利潤
    - 3-2. 製造業者が3社のケース
4. 結論

製造業者がmode β,γのみ選択できる場合の均衡mode選択

水平差別化の程度が極めて大きい場合、単独もしくは両製造業者が mode β から逸脱する

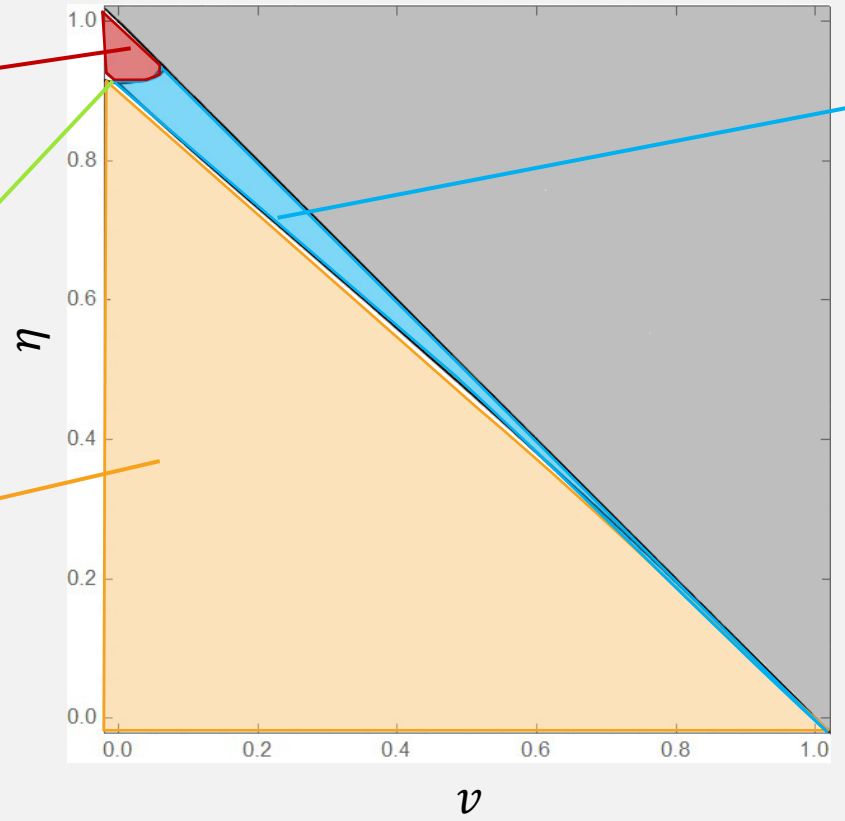
(S_1,S_2) $(S_1,S_2 \in \{\beta,\gamma\})$ **は製造業者1がmode S_1、製造業者2がmode S_2を選択していることを示す**

両社が標準的な直販モデルを採用する

両社がDTC model もしくは標準的な直販モデルを採用する

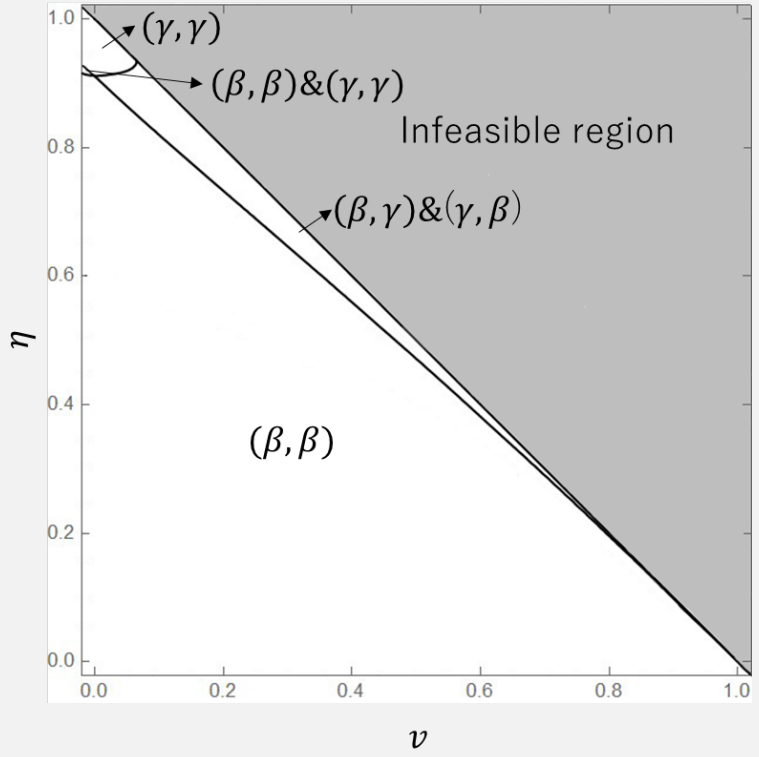
両社がDTC modelを採用する

一社がDTC model, もう一社が標準的な直販モデルを採用する



製造業者がmode β, γのみ選択できる場合の均衡mode選択

製造業者がDTC modelを採用した場合、2つの相反する効果が発生する



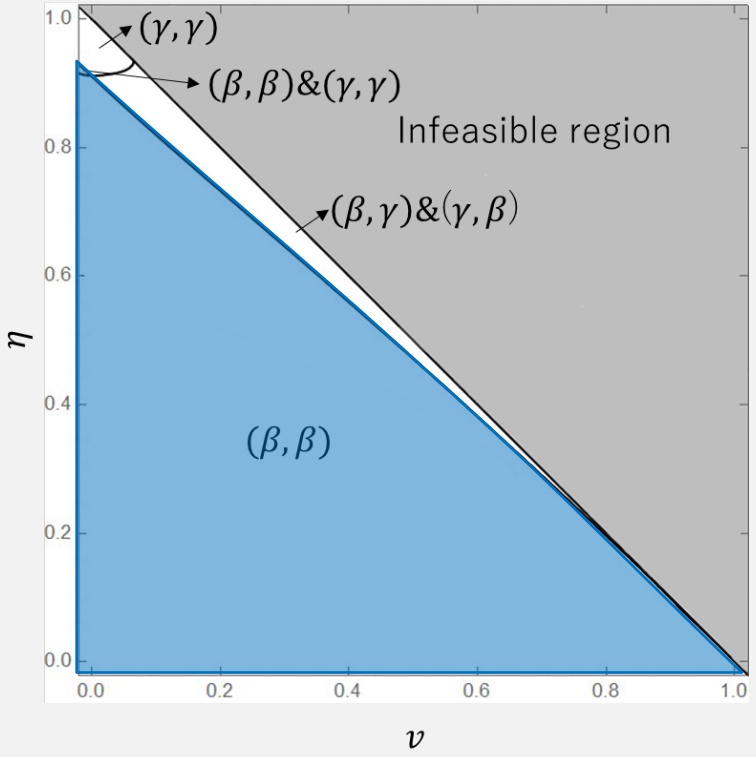
- positive effect (**正の外部性による商品価値向上**):
  販売量に比例して増加する消費者データを活用して製品開発を行うことによって、製品価値を向上することが出来る

$$\text{価格}: p_i = 1 - \left(q_i + \eta q_j\right) + v q_i \quad (j = 1,2、\ j \neq i)$$

- negative effect (**価格競争の激化**):
  販売量を増やすことで製造業者はデータ分析をより効果的に行うことが出来るため、価格競争を激化させるインセンティブが発生する

製造業者がmode β, γのみ選択できる場合の均衡mode選択

製品間の代替性が低い（十分に水平差別化されている）場合



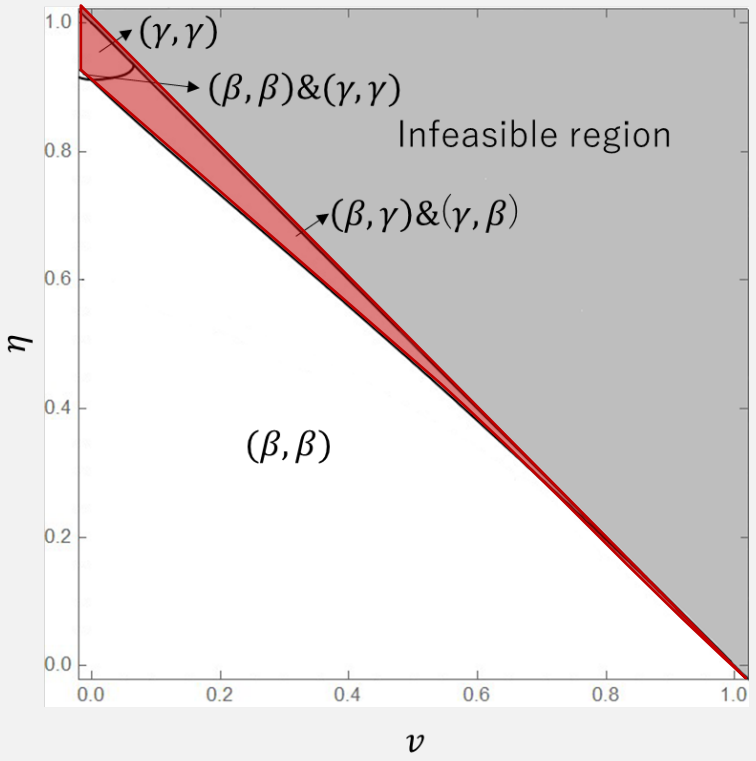
製造業者は効果的に自社製品の価値を向上しながら、価格を高く保つことが出来る

positive effect ＞ negative effect

両製造業者はDTC modelを採用することが利益的となる

製造業者がmode β, γのみ選択できる場合の均衡mode選択

製品間の代替性が高い（同質化）されている場合



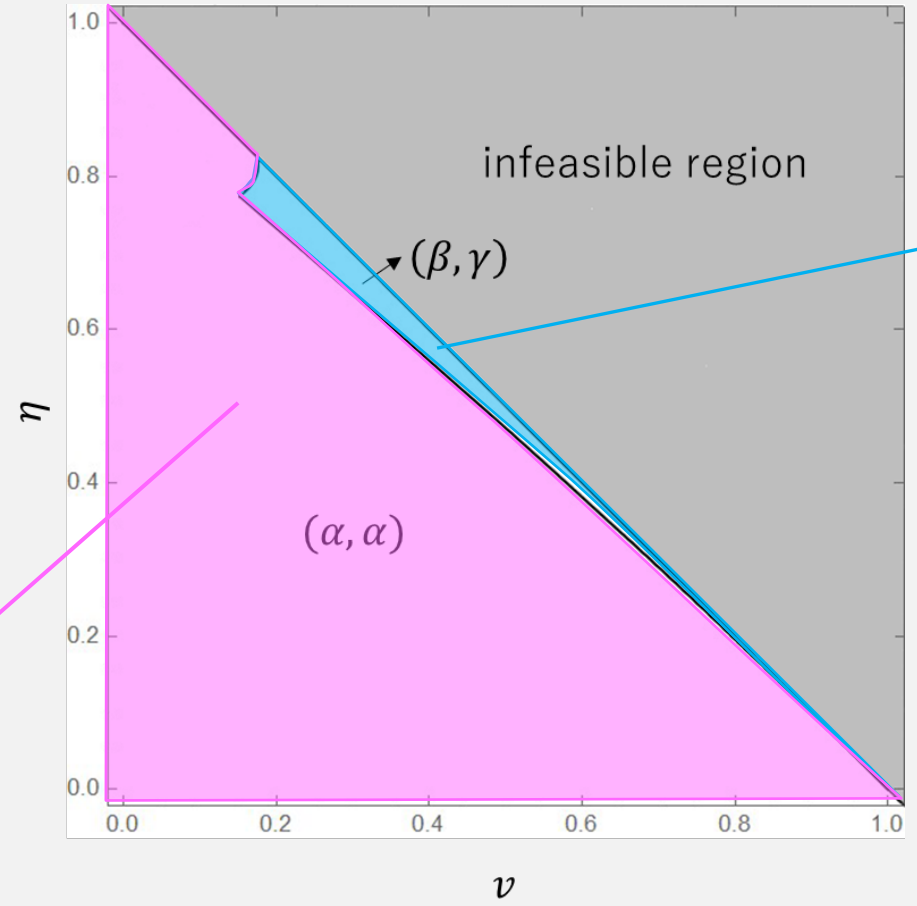
価格競争の激化の影響が大きく、
DTC modelを採用することで獲得していた
商品価値向上効果を打ち消してしまう

positive effect ＜ negative effect

過度な価格競争を緩和するために、
片方、もしくは両製造業者が標準的な直販モデルに逸脱し、データ分析を行わなくなる

製造業者がmode α, β, γを選択できる場合の部分ゲーム完全均衡における製造業者のmode選択

多くの場合、両製造業者はmode αを選択し提携が成立するが、mode β と γ の非対称均衡になり、提携が成立しない条件も存在している



**一社がDTC model,
もう一社が標準的な
直販モデルを採用する**

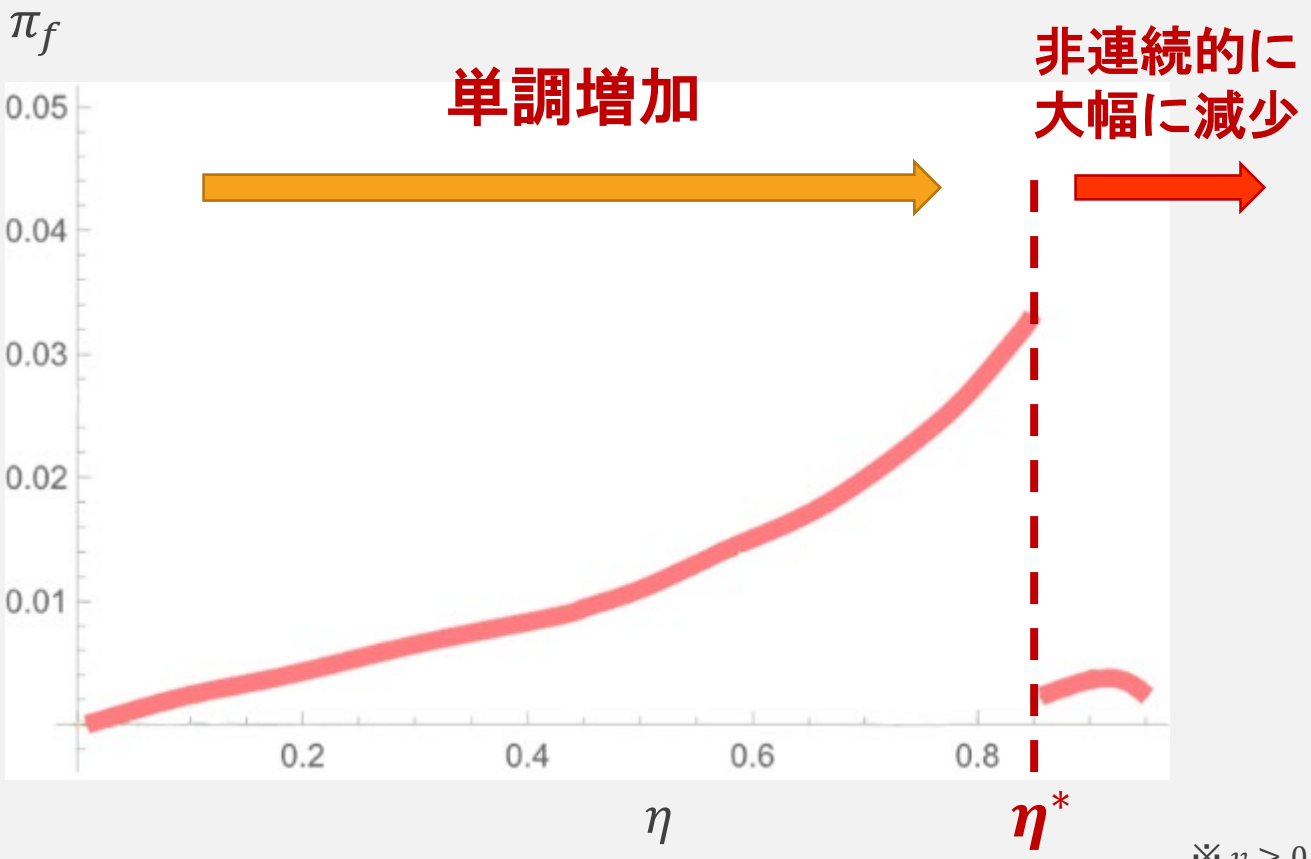
**両製造業者が
プラットフォームに
参加する**

Agenda

1. 導入
2. モデル
3. 結果
    - 3-1. 製造業者が2社のケース
        - 3-1-1. 製造業者のmode選択
        - 3-1-2. プラットフォームの利潤
    - 3-2. 製造業者が3社のケース
4. 結論

プラットフォーム型小売業者の均衡利潤

ex.) $v = 0.05$



※ $v \geq 0.95$ is infeasible.

なぜ製造業者間の代替性が高まるほど プラットフォーム型小売業者の利潤が増えるのか？

- **両製造業者がプラットフォームに参加した場合**

$$p_i = 1 - (q_i + \eta q_j) + v(q_i + \eta q_j)$$

競合の消費者データを自社の製品改良に役立てることが出来る

フリーライド効果

- **両製造業者がDTC modelを採用した場合**

$$p_i = 1 - (q_i + \eta q_j) + v q_i$$

プラットフォームに参加した場合、自社の価格を下げて販売量を確保しなくても製品価値向上の効果を得ることが出来る（フリーライド効果が発生する）
その結果、過度な価格競争を避けることが出来る

なぜ製造業者間の代替性が高まるほど プラットフォーム型小売業者の利潤が増えるのか？

両製造業者が プラットフォームに参加する場合

製造業者間の代替性ηが増加するほど
フリーライド効果は強まる
その結果、製造業者の利潤は**高止まりする**

両製造業者が DTC model を採用する場合

製造業者間の代替性ηが増加するほど
価格競争が激化する
その結果、製造業者の利潤は**減少する**

プラットフォームに参加した場合とDTC model を採用した場合の製造業者の利潤の差分によって、分配率rが決定される。
従って、ηが増加するほど高い分配率rを設定でき、利潤を多く得ることが出来る。

Agenda

1. 導入
2. モデル
3. 結果
    - 3-1. 製造業者が2社のケース
        - 3-1-1. 製造業者のmode選択
        - 3-1-2. プラットフォームの利潤
    - 3-2. 製造業者が3社のケース
4. 結論

2社→3社への拡張を実施する意義

＜製造業者が2社の場合＞

一方の製造業者がプラットフォームに参加しないことを選択すると、
他方の製造業者が**プラットフォームに参加するメリットが消滅する**

＜製造業者が3社以上の場合＞

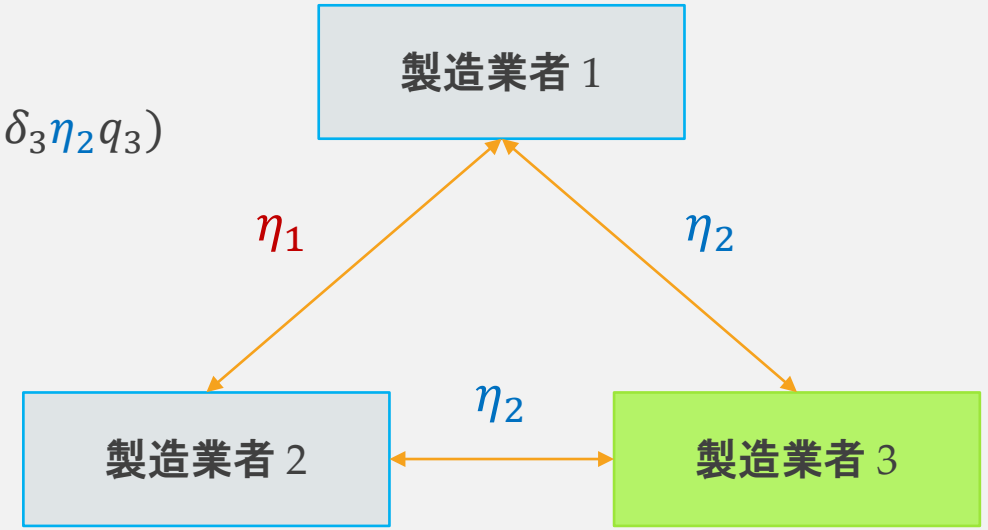
データ共有の提携をすることで恩恵を受ける製造業者と、
独自のチャネルを活用するメーカー（DTC modelまたは標準モデル）が
共存するシナリオが存在可能になる

このようなシナリオの違いが、市場に製造業者が2社のみの分析によって得られた重要な知見に変化を与えるのかを検討することには意味がある。

3社の時の逆需要関数

＜製造業者 i $(i, j = 1,2\ i \neq j)$＞

$$p_i = \begin{cases} 1 - (q_i + \eta_1 q_j + \eta_2 q_3) + v(q_i + \delta_j \eta_1 q_j + \delta_3 \eta_2 q_3) \\ 1 - (q_i + \eta_1 q_j + \eta_2 q_3) + v q_i \\ 1 - (q_i + \eta_1 q_j + \eta_2 q_3) \end{cases}$$



＜製造業者 3＞

$$p_3 = \begin{cases} 1 - (\eta_2 q_1 + \eta_2 q_2 + q_3) + v(\delta_1 \eta_2 q_1 + \delta_2 \eta_2 q_2 + q_3) \\ 1 - (\eta_2 q_1 + \eta_2 q_2 + q_3) + v q_3 \\ 1 - (\eta_2 q_1 + \eta_2 q_2 + q_3) \end{cases}$$

$0 \leq \eta_2 \leq \eta_1 \leq 1$を仮定

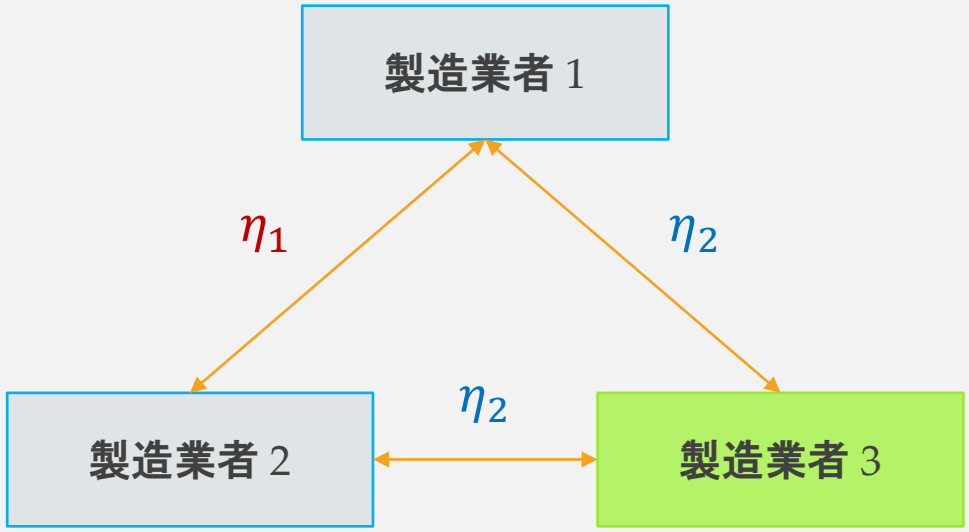
3社の分析の方向性

η_1, η_2について一般的に解くことは難しいため、2つの特殊なケースに注目する

1. $\eta_2 \to \eta_1$

▶ 3つの製造業者が**対称的**

2. $\eta_2 \to 0$

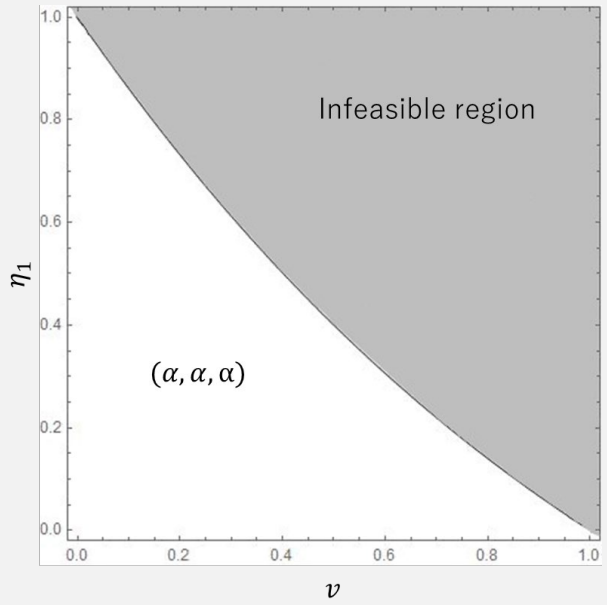


▶ 製造業者3が他の2社と**十分に差別化されている**

両ケースを比較し、均衡における提携可否に変化が生まれるか観察する

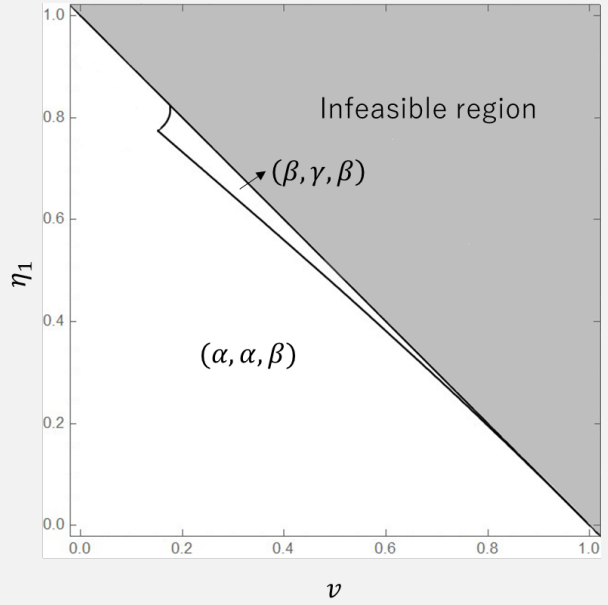
3社の場合においてもプラットフォーム型小売業者が利用されない均衡が成立することが示された

$1.\ \eta_2 \to \eta_1$



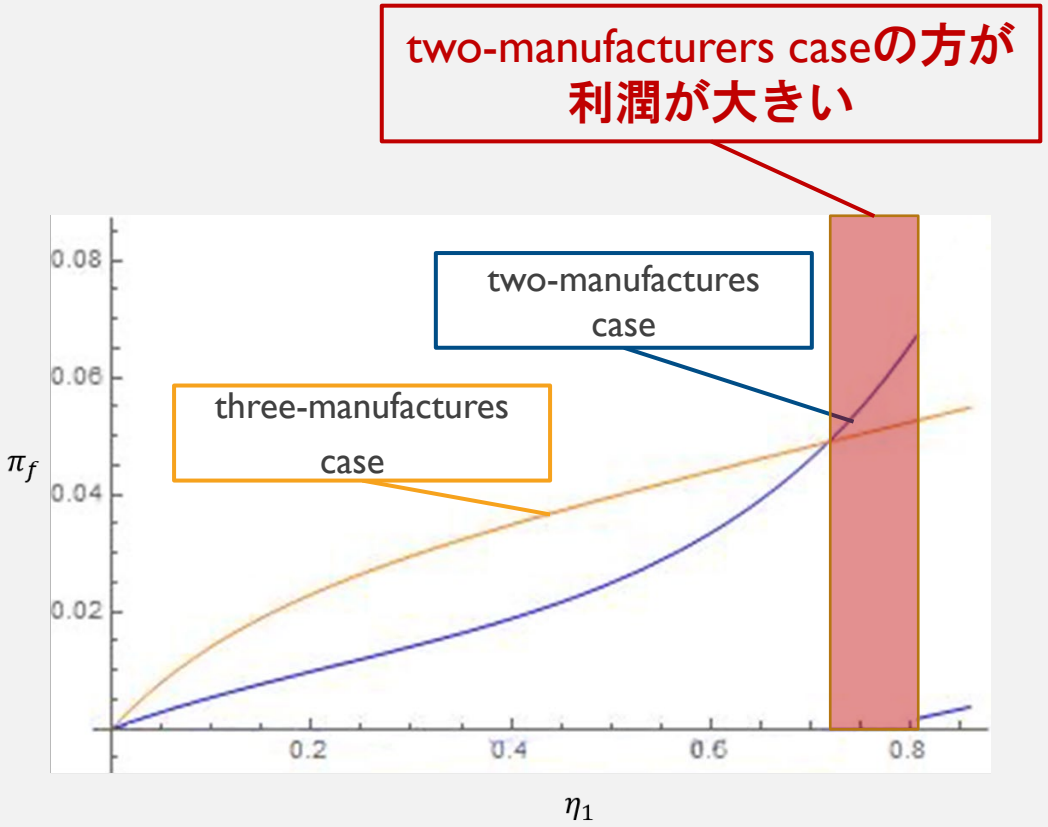
3社が対称的な場合、均衡では
全ての製造業者が必然的にプラットフォームに参加する

$2.\ \eta_2 \to 0$

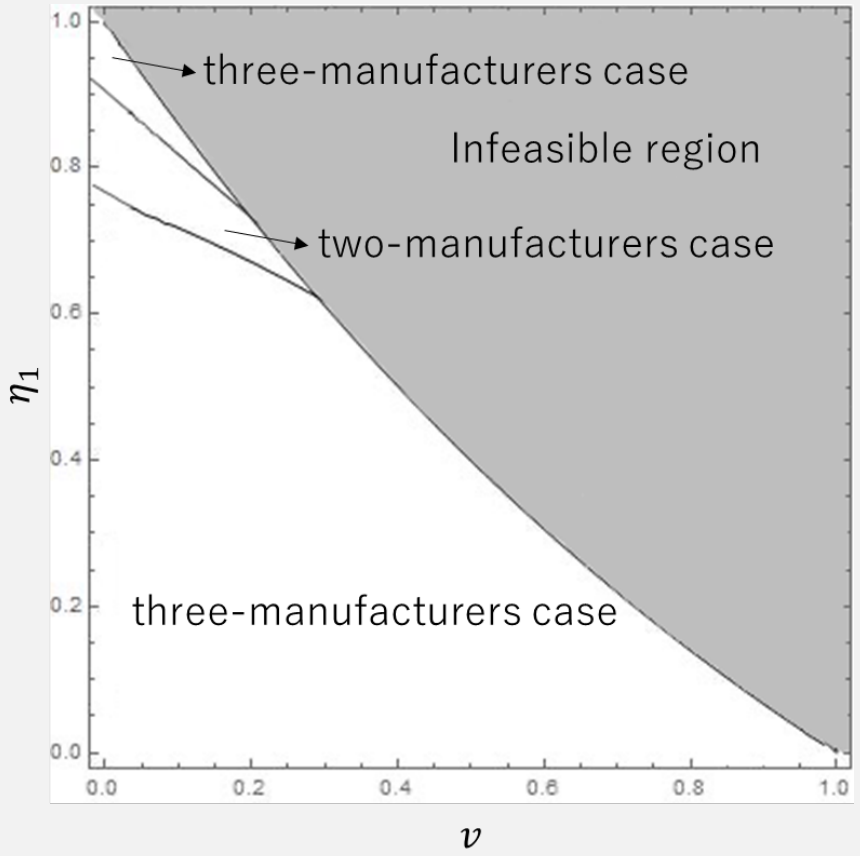


1社が他の製造業者と完全に差別化されている場合、
差別化された製造業者は必然的にDTC modelを選択し、
他の製造業者は2社の場合と同じmodeを選択する。

プラットフォーム型小売業者の利益は3社より2社の場合の方が均衡において高くなりうる



$v = 0.1, 0 \leq \eta_1 \leq 0.860$



なぜ3社がプラットフォームに参加しているにも関わらず、小売業者の利潤が減少するのか？

製造業者が2社→3社に増えたことで製造業者間の価格競争が更に激化する

- データ共有によるフリーライド効果による**価格競争緩和**の恩恵を得るために、製造業者がプラットフォームに参加するインセンティブが強くなる。
- この価格競争の激化により、**製造業者3社の総生産量が増加**し、プラットフォームへの参加がより有益なものとなる。

プラットフォーム型小売業者は2社の場合と比較して**分配率rを高く**設定でき、かつ**高い総生産水準を製造業者に提供**することが出来る。

なぜ3社がプラットフォームに参加しているにも関わらず、小売業者の利潤が減少するのか？

＜プラットフォーム型小売業者＞

利潤： $\pi_f = r(\delta_1 p_1 q_1 + \delta_2 p_2 q_2 + \delta_3 p_3 q_3)$

価格競争の激化によって大幅に低下

standard agency modelを採用しているため、製造業者の利潤変化が
小売業者の収益性に直接影響を与える

- η_1が高い時、**価格競争の激化によるマイナスの効果は**、高い分配率rや総生産量の増加による**プラスの効果の合計を上回る**。その結果、**2社のケースの方が小売業者の利潤が高くなる。**

Agenda

1. 導入
2. モデル
3. 結果
    - 3-1. 製造業者が2社のケース
        - 3-1-1. 製造業者のmode選択
        - 3-1-2. プラットフォームの利潤
    - 3-2. 製造業者が3社のケース
4. 結論

結論

1. データ共有の提携は、特に製造業者間の代替性の度合いから見て、どのような条件下で均衡が保たれるか？

   - より**広い領域において**、両製造業者がプラットフォームに参加することで**データ共有の提携が達成**される。
   - しかし、**製造業者間の代替性が高く、データ分析の強度が高い場合**は均衡では**提携が成立しない**。

2. 特に製造業者間の代替性の度合いから見て、プラットフォーム型小売業者が最も恩恵を受けられるのはどのような条件か？

   プラットフォーム型小売業者は、製品が**中間的に差別化されている**製造業者と提携することで最大の利益を得ることができる。

3. 製造業者の増加によって、提携形成の可能性やプラットフォーム型小売業者の利潤はどのように変化するのか？

   均衡において**提携が成立しない均衡結果は製造業者の増加に対して頑健**である。
   また、**製造業者の増加が必ずしも小売業者の利潤増加に繋がらない**。

ご清聴ありがとうございました