4　市場均衡：需要側と供給側を同時に考えてみよう

4.1　部分均衡分析と一般均衡分析

これまで勉強してきた需要と供給が等しくなる状態を（　　　　　　　　　　）と呼ぶ。その状態における価格を（　　　　　　　　　　　　　　）と呼ぶ。

ある市場に注目し、他の市場を無視した（もしくは他の市場の状態は不変と仮定した）分析を（　　　　　　　　　　　　　　）、複数の市場を同時に考慮した分析を（　　　　　　　　　　　　　　）と呼ぶ。

講義の冒頭の余剰分析は部分均衡分析の一例である。どちらも一長一短である。

4.2　完全競争市場の市場均衡の性質

登場する経済主体が全てプライス・テイカーであるような市場を完全競争市場と呼ぶ。この完全競争市場の市場均衡は競争均衡と呼ばれ、以下の二つの性質を持つ。（ただし、外部性などが無い場合に限る。）

厚生経済学の第一基本定理：競争均衡はパレート効率的である。

厚生経済学の第二基本定理：任意のパレート効率的な配分は、適当に初期保有量を再配分して得られる経済の競争均衡として達成できる[3]。

4.3　需要曲線・供給曲線はどうやって見つける？

それぞれの曲線をシフトさせる要因を「シフト・パラメータ」と呼ぶ。

ある財の需要曲線のシフト・パラメータの例：所得の上昇、他の財価格の変化

ある財の供給曲線のシフト・パラメータの例：要素価格の変化、企業数の変化

シフト前後での均衡の比較を比較静学と呼ぶ。

比較静学による分析

次のようなデータがあったとする。

[3]配分とは、経済に存在する財を余すところなく誰かが使っている時のその使用量の組み合わせである。

こうしたデータに直線をフィットさせても何もわからない。なぜなら、一つ一つの観測値が需要曲線と供給曲線の交点であるから。

シフト・パラメータを吟味することで需要関数、供給関数が推定できることがある。例えば、もし2000年、2001年、2002年に需要のシフト・パラメータはあまり変化せず、供給のシフト・パラメータが大きく変化したことが分かっていれば、

この3年の点を基に直線をあてはめてみると需要関数が推定できるかもしれない。

需要曲線、供給曲線のどちらかだけを動かすシフト・パラメータがあるときには、需要関数、供給関数をうまく別々に推定する方法があることが分かっている。

4.4 完全競争市場でなければ何が問題か？独占の分析

完全競争市場でない例として、独占を考えよう。独占企業は需要と価格のリンクを考慮して行動する。行動の可能性としては、①独占企業が供給量を決定し、価格は需要曲線により決まる、②独占企業が価格を決定し、需要量が需要曲線により決まる、の二通りがある。ここでは前者を想定する。需要関数を $P(Q)$、費用関数を $C(Q)$、供給量を Q で表すと、独占企業の利潤は

$$\pi = P(Q)Q - C(Q)$$

で表され、利潤最大化の必要条件は

$$C' = P + QP'$$

となる。ただし、$P(0) > 0$、$P' > 0$、$2P' + P''Q - C'' < 0$、$C(0) = 0$、$C' > 0$、$C'' \geq 0$ とする。これらの条件はそれぞれ解釈可能である。また、この条件の下で、利潤最大化の必要条件は、十分条件にもなる。これを図に描くと、

のようになり、供給量Q_Mは競争均衡での供給量より少なくなる。また、競争均衡に比べて社会的余剰は少なくなる。

練習問題：

①部分均衡分析が正当化できるのはどのような場合だろうか。

②独占において、消費者余剰、生産者余剰は競争均衡と比べて大きいか？

略解：

①他の市場への影響が少ない場合。

②消費者余剰は小さく、生産者余剰は大きい。

5　ゲーム理論：シチュエーションにこだわってみる

ゲーム理論とは、「戦略的状況」を分析する道具である。

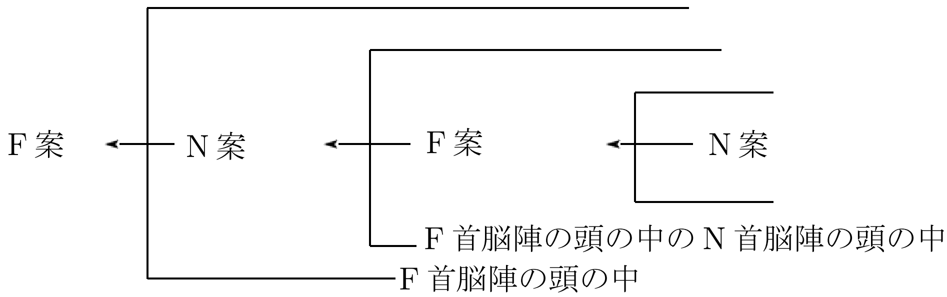
例.　番組改編

Ｆテレビと N テレビ、番組改編期にどのような案を出すか?Ｆテレビの最適な案は N テレビの用意する案に依存し、N テレビの最適な案はＦテレビの用意する案に依存する。お互いの案を事前に知ることはできない。

⇒ 相手の出方を読む必要がある。このような状況を戦略的状況と呼ぶ。

相手の出方をどう読むか？

素朴な考え方



【いくらでも深読みする状況を考えることはできる。】

このような状況を分析するのにこうした恣意性の入る考え方ではなく、もっとすっきりした考え方はないか?··· ゲーム理論というものの考え方

ゲーム理論が必要になる分野

不完全競争の分析・企業内の行動・政治・その他（興味に応じて参考文献を読んでみること)

5.1　静学的ゲーム

例

1. 囚人のジレンマ

二人の容疑者 A と B が別々に取調べをうけている。二人についてはある罪については有罪である証拠が見つかっているが、さらに疑わしい点が存在する。二人はお互いの様子を見ることはできない。各容疑者は「自白」という行動と「黙秘」という行動のどちらか

をとれる。二人とも黙秘した場合、すでに証拠が見つかっている分だけの罰を受け、二人とも -1 の効用を手に入れる。ところが、片方が自白してもう片方が黙秘した時、自白した方は協力的態度によって執行猶予がついて 0 の効用を得、黙秘した方は -5 の効用を得ることになるとする。双方が自白した場合、中間の -3 の効用を得るとする。この例は現実的ではないだろうが、これに本質的に似た状況は日常生活でよく目にする。このような状況では明らかに双方が黙秘（に相当する行動を）した方が得である。しかし、現実には双方とも自白（に相当する行動を）するケースが多い。これはどう考えれば理解できるのだろうか?

2. ホテリングの立地競争

海水浴に行ったときに、海の家が海水浴場の真ん中位に集中している光景を目にすることがある。そのような場合、海水浴場の端のほうで泳いでいると、飲み物を買いにいくのに不自由な思いをし、もっと散らばって店を出せばよいのにという気がしてしまう。こうした状況はなぜ生じるのだろうか?これを理解するために次の簡単な例を考えよう。海水浴場で二軒のアイスクリーム屋 X と Y が店を開こうとしている。海水浴客は海水浴場にまんべんなくいて、全員が一個ずつ最寄の店でアイスを買う。X および Y はどこに店を開くだろうか?

このような状況（いろんな拡張は可能）でなにが起こると考えるのが「もっともらしい」だろうか?例えば、１００回このような事例を観察した時に、どのような結果がもっとも多く観察されると考えられるか?

5.2 静学的ゲームの戦略型表現とナッシュ均衡

静学的ゲームとは、全ての人が同時に行動を起こすゲーム、同時に行動を起こさなくとも、相手の行動を観察できない状態で行動を起こすゲーム[4]。

定義：ゲームの戦略型表現（分析を行うのに必要な要素を挙げたもの） 戦略型ゲーム表現とは、①「誰が」: プレーヤー : $i = 1, 2, .., n$、②「どういう行動をとれるか」: プレーヤー i の戦略 : $a_i \in A_i$、③「とれる行動の範囲」: プレーヤー i がとることのできる戦略全体の集合 : A_i、④「結果としての損得」: プレーヤー i の利得 : $g_i(a_1, a_2, .., a_n)$ を特定化するものである。

プレーヤーは利得を最大化すると考える。（企業の場合は利潤、個人の場合は効用、等）

[4]本書においては、戦略や表現についての定義は、Gibbons (1992) のものを用いている。

例１では①容疑者 A、B ②「自白」もしくは「黙秘」③ $\{$「自白」,「黙秘」$\}$ ④効用の値

例２では？

戦略の組を $a^* = (a_1^*, a_2^*, .., a_n^*)$ で表し、これからプレーヤー i のみが行動を a_i^* から a_i に変えた状態を (a_{-i}^*, a_i) と書くことにする。

定義：ナッシュ均衡 戦略の組 a^* が $g_i(a^*) \geq g_i(a_{-i}^*, a_i), \forall i, \forall a_i \in A_i$ を満たす時、この**戦略の組**を（　　　　　　　　　　　　　　　　）と呼ぶ。

ナッシュ均衡とは、お互いの行動を正しく予想し、かつお互いの行動が（　　　　　　　　　　　　　）になっている状態＝**自分ひとりが行動を変えても得をしない状態**のことである。これは、①安定的な社会の必要条件（ナッシュ均衡でなければ誰かが行動を変える誘因を持つ）、②合理的な推論の結果、③試行錯誤の結果、④口約束が守られるための条件などと解釈できる。どの解釈を取るべきかはどのような状況でこの分析を行ったかに依存する。

共有知識

全てのプレーヤーがあることを完全に知っていて、さらに全てのプレーヤーが他のプレーヤーも知っていることを相互に認識しあっていて、さらに・・・という知識のことを共有知識と呼ぶ。以下ではゲームの構造が共有知識になっている場合についてのみ扱う。（不完備情報ゲームは扱わない。）

5.3　静学的ゲームの簡単な例

利得表による分析

プレーヤーBの戦略

プレーヤーAの戦略		$B1$	$B2$
	$A1$	a_{11}, b_{11}	a_{12}, b_{12}
	$A2$	a_{21}, b_{21}	a_{22}, b_{22}

Aの利得　Bの利得

【利得表：戦略や利得をまとめたもの】

先程の例

1. 囚人のジレンマ

プレーヤーBの戦略

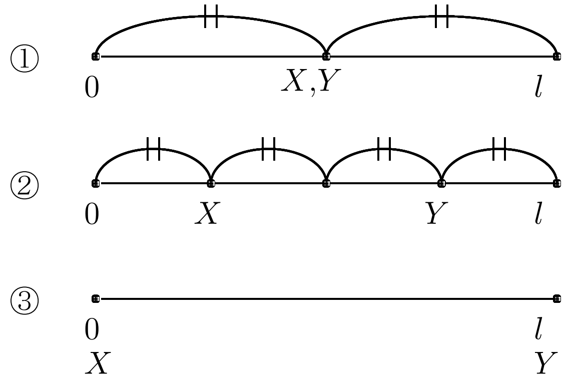
プレーヤーAの戦略		黙秘	自白
	黙秘	－１，－１	－５，０
	自白	０，－５	－３，－３

【囚人のジレンマ】

（　　　　　　，　　　　　　）がナッシュ均衡。「自白」はいつでも最適 ··· 支配戦略。（支配戦略の組はいつでもナッシュ均衡）。ポイントは、（「黙秘」,「黙秘」）の方が得なのに（「自白」,「自白」）が落ち着き先となる点。こうした状況はいろいろと考えられる。

例：ゴミ問題、受験　等

2. ホテリングの立地競争



【立地競争：どこに出店する？】

（　　　　　　　　　　　　　　　　　）に出店するのがナッシュ均衡 (Hotelling (1929))。これに価格競争を入れることもできるし、数量競争を入れることもできる。

3. 技術の選択

プレーヤーBの戦略

プレーヤーAの戦略	MD	カセット
MD	3，3	1，0
カセット	0，1	2，2

【技術の選択】

ナッシュ均衡は（　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　）… 複数均衡。この例はネットワーク外部性を表している。ナッシュ均衡が多数存在し、その一つが別のより全てのプレーヤーにとって良いことがある。ゲーム的状況では、社会が悪い均衡に陥ってしまうこともある。

例：VHS とベータ、Win と Mac　等

4. チキン・ゲーム

		夫の戦略	
		家事する	しない
妻の戦略	家事する	2，2	1，3
	しない	3，1	0，0

【チキン・ゲーム】

ナッシュ均衡は（　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　）…
複数均衡。

なお、この講義で説明する「戦略」を拡張して、確率的に行動を選べるようにすることもできる。このような拡張の下での「戦略」を「混合戦略」、この講義で説明する「戦略」を「純粋戦略」と呼んで区別することもある。この講義では「純粋戦略」のみを扱うため、単に「戦略」といった場合、「純粋戦略」を指す。

5.4　クールノーゲーム（数量競争ゲーム）

複占（2 企業）

寡占産業をゲーム理論で分析してみよう。寡占は独占と完全競争の中間と考えればよい。

寡占状態にある産業の数量競争を定式化する。このゲームのナッシュ均衡をクールノー均衡と呼ぶこともある。まず、複占を想定する[5]。プレーヤーは 2 企業 $i = 1, 2$。戦略は同時に選ぶ生産量 $q_i \in [0, \infty)$。戦略空間は $[0, \infty)$。限界費用（追加一単位当りかかる費用）は $c \in [0, \infty)$ で一定とする。（逆）需要関数が $P = a - bQ = a - b(q_1 + q_2)$ という形であるとする。a、b、c は正の定数である。利得は利潤で $\pi_i = (P - c)q_i$ とする。ここで、$a > c$ と仮定する[6]。企業 $j (i \neq j)$ が q_j という生産量を選ぶとすると、それに対して i は π_i を最大にするように q_i を選ぶ。この時、他の企業の生産量は一定であると考えるとする。こ

[5]独占は一企業、複占は二企業、寡占はいくつか。
[6]この仮定がないと生産量が 0 になる。

のゲームのナッシュ均衡を求めるためには、全ての企業について「他の企業の生産量に対して最適に反応している」状態を求める必要がある。企業 $j(i \neq j)$ が q_j という生産量を選んでいるときの企業 i の利潤最大化の一階条件（必要条件）は

$$\left(\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad \right)$$

である。これより q_j に対する企業 i の最適な反応 $q_i^*(q_j)$ は

$$q_i^*(q_j) = \left(\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad \right)$$

となる（$i = 1, 2$）。これを図示すると

のようになる。点 E では q_1^* が q_2^* の、また、q_2^* が q_1^* の最適反応になっている。点 E における戦略の組 (q_1^*, q_2^*) はナッシュ均衡である。具体的には、

$$q_1^* = q_2^* = \left(\qquad\qquad\qquad\qquad \right)$$

となる。また、この時の企業の利得および財の価格は

$$\pi_i^* = \left(\qquad\qquad\qquad\qquad \right), \qquad P^* = \left(\qquad\qquad\qquad\qquad \right)$$

となる。

n 企業

企業数が増えるとどうなるか？プレーヤーは $i = 1, 2, .., n$。各企業が同時に生産量 $q_i \in [0, \infty)$ を選ぶ。($P = a - bQ$、$Q = \sum_1^n q_i$) 企業 i の利得（利潤）は

$$\pi_i = (P - c)q_i = [a - b(q_1 + q_2 + \cdot\cdot + q_n) - c]\, q_i$$

となる。$X_i = \sum_{j \neq i} q_j$ とおくと、

$$\pi_i = [a - c - b(q_i + X_i)]\, q_i$$

と書ける。利潤最大化の一階条件は

$$(\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad)\,, \qquad i = 1, 2, .., n,$$

となるが、これを書き直すと

$$(\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad)\,, \qquad i = 1, 2, .., n \tag{7}$$

となる。これを $i = 1$ から $i = n$ まで足しあわせると

$$(\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad)$$

なので、Q について解くと、ナッシュ均衡における総生産量 Q^* は

$$Q^* = \left(\qquad\qquad\qquad\qquad\right) \tag{8}$$

となる。これを（7）式に代入することで、ナッシュ均衡における各企業の生産量

$$q_i^* = \left(\qquad\qquad\qquad\qquad\right), \qquad i = 1, 2, .., n$$

を得る。従って、ナッシュ均衡は

$$(q_1^*, q_2^*, .., q_n^*) = \left(\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\right)$$

となる。この時、価格は

$$P^* = P^*(n) = \left(\qquad\qquad\qquad\qquad\right)$$

となっている。

　このモデルで供給される財の量が Q であるときに社会的余剰（消費者余剰＋生産者余剰）を求めてみよう。社会的余剰を Π と書くと、

$$\begin{aligned} \Pi &= \pi_1 + \pi_2 + \cdots + \pi_n + \int_0^Q [a - bt - (a - bQ)]\, dt \\ &= \left(\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\right) \end{aligned}$$

となる。ちなみに、これを最大にする総生産量 Q^{**} は

$$Q^{**} = \frac{a - c}{b}$$

である。これとナッシュ均衡における総生産量 Q^* とを比較すると、n が自然数なので $Q^* < Q^{**}$ となっている。（8）式を変形すると

$$a - bQ^* = c + \frac{bQ^*}{n}$$

なので、ナッシュ均衡における社会的余剰は下の図のように描ける。

このように、寡占状態では企業が数量競争をしていると、厚生の損失が発生する。

更に、$n \to \infty$ の時、

$$\lim_{n\to\infty} Q^* = \frac{a-c}{b} = Q^{**}, \qquad \lim_{n\to\infty} \Pi^* = \Pi^{**},$$

となる。これは、産業内における競争が激しくなると完全競争状態に近づいていくことを示しており、ここで描かれているような産業においては規制緩和が社会に有益であることがわかる。

5.5　ベルトランゲーム（価格競争ゲーム）

では、企業が数量ではなく価格で競争しているとどうなるだろうか？企業の価格競争を定式化する。このゲームのナッシュ均衡をベルトラン均衡と呼ぶこともある。複占を想定する。プレーヤーは 2 企業 $i = 1, 2$。戦略は同時に選ぶ価格 $p_i \in [0, \infty)$。戦略空間は $[0, \infty)$。限界費用（追加一単位当りかかる費用）は $\gamma \in [0, \infty)$ で一定とする。より低い価格をつけた企業が全ての需要を得ると仮定する。より低い価格をつけた企業が i であるとき、需要曲線が $Q = \alpha - \beta p_i$ という形であるとする。ただし、価格が同じときは半々の需要を得るとする。利得は利潤で

$$\pi_i = \begin{cases} (p_i - \gamma)Q & \text{if} \;\; p_i < p_j, i \neq j \\ (p_i - \gamma)Q/2 & \text{if} \;\; p_i = p_j, i \neq j \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

とする。ここで、$\alpha > \beta\gamma$ と仮定する。(これがないと、コストをまかなえる価格の下で需要量がプラスにならない。)

まず、$p_1 = p_2 > \gamma$ はナッシュ均衡（　　　　　　　　　　　　　）。なぜなら、（
ほうが全需要を奪えるから。同じ理由で $p_i > p_j \geq \gamma, i \neq j$ もナッシュ均衡（　　　　　　　　　　　　　）。
$p_1^* = p_2^* = \gamma$ はナッシュ均衡（　　　　　　　　　　）。

このとき、ナッシュ均衡における総生産量は（　　　　　　　　　）になる。よって社会的余剰は（　　　　　　　　　）になる。

価格カルテルの弊害

もし2企業が価格競争をせず、カルテルを結んで同じ価格をつけるよう約束したとする。その上で、一企業あたりの利潤がもっとも大きくなるように価格をつけるとすると、

$$\pi_i = \frac{(p-\gamma)Q}{2}$$

を最大にするような価格 p_c をつけることになる。

$$\frac{d\pi}{dp} = \frac{\alpha + \beta\gamma - 2\beta p}{2} = 0$$

を解いて、$p_c = (\alpha + \beta\gamma)/(2\beta)$ を得る。ここで、

$$p_c = \frac{\alpha + \beta\gamma}{2\beta} > \frac{2\beta\gamma}{2\beta} = \gamma$$

であるので、カルテルの下では、限界費用を上回る価格が設定されることになる。クールノー競争の場合と同様に、社会的余剰を基準にすると、カルテル価格の下では、ナッシュ均衡価格の下より社会的余剰は小さくなってしまう。

5.6　共有地の悲劇

海産資源の問題を考える。いま、湾が一つあり、そこで n 人が魚の養殖を行っている。各人が勝手に自分の収入をもっとも大きくするために養殖場を設置したときに何が生じるかを考える。プレーヤーは n 人の養殖業者である $(i = 1, 2, .., n)$。プレーヤー i の戦略は設置する養殖場の数 $y_i \in [0, +\infty)$ である。戦略集合は $[0, +\infty)$ である。各プレーヤーはほかの業者が設置する養殖場の数は知らずに (or 与件として) 行動する。ここで、養殖場の総数を $Y = \sum_{i=1}^{n} y_i$ と表記する。養殖場一つあたりの収入が $a - bY^2$ 円であるとする。ただし、a、b は正の定数である。これは、湾が養殖場で混めば混むほど水が汚れ、魚の成育が悪くなることを表現している。養殖場を設置して管理する費用は一つにつき c で一定とする。ただし、c は $a > c > 0$ を満たす定数である。プレーヤー i の利得は利潤 $\pi_i = (a - bY^2 - c)y_i$ である。

従って、$(y_1^*, y_2^*, .., y_n^*)$ がナッシュ均衡であるためには、全ての i について y_i^* が

$$\max_{y_i} \ \pi_i|_{Y_{-i}=Y_{-i}^*}$$

を満たしていなければならない。ここで、$Y_{-i} = \sum_{j \neq i} y_j$ である。

最大化の一階条件より

$$a - c - bY^{*2} - 2bY^* y_i^* = 0, \qquad \forall i$$

である。これらを足し合わせて計算すると、

$$Y^* = \sqrt{\frac{n(a-c)}{(n+2)b}},$$

となる。一方、この養殖業者全員の利得を足しあわせると、

$$\Pi = (a - bY^2 - c)Y$$

であり、これを最大にする Y を Y^{**} とかくと、

$$Y^{**} = \sqrt{\frac{a-c}{3b}}$$

となる。

従って、

$$Y^{*2} - Y^{**2} = \frac{2(a-c)(n-1)}{3b(n+2)}$$

であり、これより複数の養殖業者がいた場合、必ず $Y^* > Y^{**}$ であることがわかる。また、業者数が増えれば増えるほどこの差が大きくなることもわかる。これは、各養殖業者が自分の利益しか考えない結果、自分の行動が他人に及ぼす影響を無視してしまい、結果として養殖場を設置しすぎてしまうことを示している。また、この弊害は養殖業者の数が増えれほど深刻になることもわかる。こうした議論は広範囲の共有財産について行われている。

練習問題：

①次のゲームのナッシュ均衡を求めなさい。（もちろん混合戦略は考えなくてよい。）

プレーヤー B

		iPod	MD	カセット
	iPod	4, 4	2, 1	2, 0
プレーヤー A	MD	1, 2	3, 3	1, 0
	カセット	0, 2	0, 1	2, 2

【技術の選択：拡張版】

②n 企業のクールノー・ゲームにおいて、企業数が増えていくときに、消費者余剰、生産者余剰はどのように変化するか求めなさい。（数式および図で）

③ベルトラン・ゲームにおいて、需要が完全には価格に反応せず、需要関数 $q_i = \alpha - \beta(p_1 + p_2)$ に従うとき、ナッシュ均衡はどうなるか？

略解：

①（(iPod,iPod), (MD,MD), (カセット , カセット))。

②講義ノートの数式を分解してみればよい。考えてみよう。

③ Gibbons(1992)1.2.B をみてみよう。