# 非定常な需要関数をもつ多期間寡占市場の非協力均衡点

坂巻淳一（東京工業大学理工学研究科情報科学専攻）指導教官　小島政和助教授

## 1. 論文の目的

本論文では，非協力ゲームの理論を用いて，非定常な需要関数を持つクールノー型の多期間寡占市場における企業の財の供給量の決定を分析する．

## 2. 寡占市場の非協力ゲームモデル

企業の集合を $N=\{1,\cdots,n\}$ とする．市場の期間数は $T(2\leqq T\leqq\infty)$ であり，各期の市場において，各企業は同質の財を生産，供給する．企業 $i\in N$ の各期の可能な供給量の集合を $Q_i=\{q_i|0\leqq q_i\leqq M\}$ とし，$n$ 企業の供給量ベクトルの集合を $Q=Q_1\times\cdots\times Q_n$ とする．企業 $i$ は $q_i$ 単位の財を生産するのに $cq_i(c\geqq 0)$ の費用がかかるとする．

第 $t$ 期の市場における財の価格 $P^{(t)}$ は，第 $t-1$ 期および $t$ 期の供給量ベクトル $q^{(t-1)},q^{(t)}\in Q$ に依存し，

$$P^{(t)}(q^{(t-1)},q^{(t)})=[a+\Phi(\sum_{i\in N}q_i^{(t-1)})-b\sum_{i\in N}q_i^{(t)}]^+,\ a>c,b>0$$

の形の市場需要関数により定まるものとする．ここで，$\Phi$ は前期の財の総供給量の波及効果による価格の変動量を表わし，

$$\Phi(\sum_{i\in N}q_i^{(t-1)})=k\cdot\min[\sum_{i\in N}q_i^{(t-1)},a/b]$$

と仮定する．すなわち，変動量は前期の財の総供給量に比例し，比例定数（波及係数）$k$ が正なら需要関数は拡大，負なら縮小する場合を示している．$k=0$ ならば需要関数は定常となる．また，$\sum_{i\in N}q_i^{(t-1)}>a/b$ のときは波及効果が飽和する．

第 $t$ 期の市場における各企業の利潤は，

$$f_i^{(t)}(q^{(t-1)},q^{(t)})=P^{(t)}\cdot q_i^{(t)}-cq_i^{(t)}$$

となる．

市場の情報構造として，各企業は第 $t$ 期において $t-1$ 期までの供給量ベクトル列，$q^{(0)},q^{(1)},\cdots,q^{(t-1)}$ を知った上で供給量 $q_i^{(t)}$ を決定することができると仮定する．このとき企業 $i$ の第 $t$ 期の戦略 $\sigma_i^{(t)}$ は $t-1$ 期までの供給量ベクトル列から第 $t$ 期の供給量を決定する関数

$$\sigma_i^{(t)}:\overbrace{Q\times\cdots\times Q}^{t-1}\to Q_i$$

として表わされ，$\sigma_i=(\sigma_i^{(1)},\sigma_i^{(2)},\cdots,\sigma_i^{(T)})$ を企業 $i$ の多期間寡占市場 $\Gamma$ における戦略とする．$\sigma_i^{(t)},\sigma_i$ の集合をそれぞれ $\Sigma_i^{(t)},\Sigma_i$ と書く．戦略の組 $\sigma=(\sigma_1,\cdots,\sigma_n)$ に対して企業 $i$ の割引利得

$$F_i(\sigma)=\sum_{t=1}^{T}\alpha^{t-1}f_i^{(t)}(q^{(t-1)},q^{(t)}),\quad 0<\alpha\leqq 1$$

が定まる．$\alpha$ は割引率であり，企業 $i$ は割引利得 $F_i(\sigma)$ を最大にするように，供給戦略 $\sigma_i$ を決定するとする．

## 3. 2期間複占市場の非協力均衡点とその分析

最初に，2期間で終了する複占市場ゲーム（$n=2$, $T=2$）を考察する．利得の割引率 $\alpha$ を1とし，企業は両期の利潤の合計を最大化するものとする．$\Gamma$ においては部分ゲーム完全均衡点が存在し，企業の均衡供給量と波及係数 $k$ との関係は図1のようになる．

需要関数が定常な場合（$k=0$）の均衡量を基準とすると，拡大の場合には，第1期の均衡供給量は基準値より大きくなり，さらに第2期の供給量は第1期よりも大きくなることが示される．このとき第1期の利潤は基準値以下となるが，第2期の利潤は基準値以上となり，第1期と第2期の総利潤は基準値以上となる．縮小の場合には，基準値との大小関係は逆になる．ただし第1期の供給量は，波及係数 $k$ がある値（$k\fallingdotseq -0.8b$）以上では単調増加，以下では単調減少となる．特に $k\leqq -1.5b$ では第1期の結果は $k=0$ の場合と一致し，第2期には供給が行なわれない．

この結果は次のような企業の行動様式を示している．拡大の場合，企業は第2期の利潤を高めることをねらい，第1期の供給量を基準値よりも高めに設定する．縮小の場合は，両企業とも第2期の利潤減少を食い止めることをねらい，第1期の供給量を基準値よりも低めに設

定する．その結果第1期の利潤は基準値よりも高くなる．しかし縮小の度合いが大きい場合は，第2期の利潤減少を食い止めることよりも第1期の市場において他の企業と競争することのほうが相対的に重要となり，第1期の供給量を高くするインセンティブが生じ，第1期の供給量は基準値に近づく．そして，$k \leqq -1.5b$ では基準値に一致し，この結果第2期の需要が消滅し実質的に1回で終了する場合と一致する．

## 4. 無限期間寡占市場モデルの非協力均衡点とその分析

次に，企業の数を$n$とし，市場が無限に繰り返される場合を考察する．$\Gamma$において各企業の毎期の供給量が一定である，定常均衡点の存在条件について，次の命題を証明する．

**命題**

$\max\left[-\frac{b}{\sqrt{\alpha}}, -2b\right] \leqq k \leqq \min\left[\frac{b}{\sqrt{\alpha}}, \frac{nc+a}{na+\alpha a}b\right]$ のとき，寡占市場の定常均衡点は一意に存在し，各企業の毎期の供給量 $q_i{}^*$ および利潤 $f_i{}^*$ は，

$$q_i{}^* = \frac{a-c}{(n+1)b-(n+\alpha)k}$$

$$f_i{}^* = \frac{b-\alpha k}{\{(n+1)b-(n+\alpha)k\}^2}(a-c)^2$$

となる．

定常均衡点により実現する供給量および利潤は波及係数$k$に関して単調に増加する．各企業は，需要が拡大する場合には基準値以上の供給をして次期の需要をより拡大し，縮小する場合には基準値以下の供給をして，次期の需要減退を緩和する．

## 5. まとめ

本論文では，各期の需要関数が前期の供給量に影響を受ける場合をモデル化した．これは，たとえば$k>0$ならビールや健康食品のように財の流行性要因が需要に影響する場合を表わし，$k<0$なら自動車や電気製品のように財の耐久性要因が需要に影響する場合を表わしている．そしてこのような仮定の下では波及係数$k$の値が，競争下にある寡占企業の行動にも影響をおよぼすことが示された．なお，無限期間モデルでは，非定常な需要関数の存在下で各企業が定常的な供給行動をとる均衡点に注目したが，今後は2期間モデルに見られたような，非定常的な均衡点の存在が問題とされるであろう．

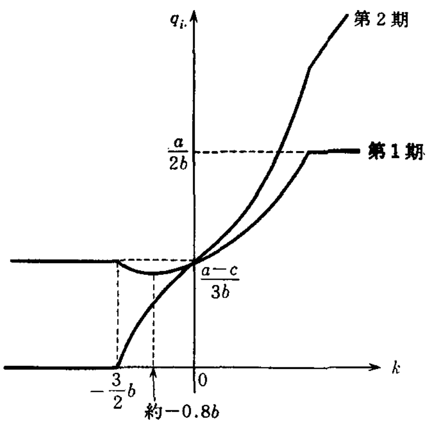


図 1 波及係数$k$と各期の均衡供給量

### 参考文献

(1) J. W. Friedman, Game Theory with Applications to Economics, OXFORD UNIVERSITY PRESS, 1986.
(2) J. W. Friedman, Oligopoly and Theory of Games, NORTH-HOLLAND PUBLISHING COMPANY, 1977.
(3) M. Shubik, Morket Structure and Behavior, HARVRD UNIVERSITY PRESS, 1980.
(4) 鈴木光男，ゲーム理論入門，共立出版，1981.