著作権侵害の経済理論：“役割分担均衡” と “対象均衡” の頑健性について

村松　悠次 *

概要

インターネット上で海賊行為が行われる場合, 財をアップロードする者とアップロードされたものをダウンロードする者が存在していることは言うまでもない. もちろん市場経済の中でこの役割分担がどのようになされるかは海賊行為の経済的帰結を考えるうえで重要な要素である.

本論文では, 市場参加者の数が多くなると市場参加者の間で海賊行為の役割分担がはっきりすることはなくなるということが示される. 人数の増加に対し, はっきりとした役割分担は個人の経済合理性によりその存在を失うということである. さらに, 市場参加者がいくら増えようとも偶発性に依拠した曖昧な役割分担は均衡として存在することも示される.

キーワード：インターネット上での海賊行為, 役割分担均衡, 対象均衡, 人数に対する頑健性

1　序論

インターネット上での海賊行為の帰結を理論的に検証しようとするとき, 誰が著作権者の許可なしに財をコピーしてアップロードをし, 誰がアップロードされた財をダウンロードするのかという “役割分担” によって検証の内容が左右されることがしばしばある. つまり, 複数均衡が存在することで, 分析の対象に対してどの均衡での検証が適切なのかという問題がたびたび生じる.

村松 (2020) はインターネット上における海賊行為が企業の収益にどのような影響を与えるのかをゲーム理論的に検証した. 著者は “対象均衡” に焦点を絞って分析を行っていた. つまり, どの消費者も同じ戦略をとっているような均衡に焦点を絞っていたということである. 簡単に説明すると, 消費者は自身の私的情報である財の評価値がある閾値を超えると財をアップロードしそうでなければ財がアップロードされるのを待つという戦略をとっていて, どの消費者についてもその閾値は同じであるような均衡を前提にして議論を展開している.

* 福山大学経済学部経済学科所属. 連絡先:F11229@fukuyama-u.ac.jp

一方で Takeyama (1997) にみられるように消費者が非対称な戦略をとるような均衡に注目した分析もある. 具体的には, 消費者を 2 グループに分け片方のグループが常に海賊行為を行い, 他方のグループは海賊行為を行わないという均衡である.

前者の分析においては消費者の間で誰が海賊行為をするのかという役割分担がはっきりしていない. なぜなら, 海賊行為をするかどうかの基準が私的情報に依存しており, 誰が海賊行為をするのかを事前に把握することが不可能だからである. 一方で後者の分析は消費者の間での役割分担がはっきりしているといえる. 特定のグループがいつでも海賊行為を行うからである.

現実的に考えてみると海賊行為の役割分担をはっきりさせることは困難なように思われる. 特にインターネット上での海賊行為となるとなおさらである. インターネットにアクセスできる人数は膨大で意思疎通を取り交わすことが困難であるし, 人数が多いゆえに一旦役割分担がなされたとしてもその提携が長く続くかどうかは定かではないからである. つまり, Takeyama (1997) にみられるような “役割分担均衡” は人数に対して頑健性が低いかもしれない. 言い換えると, 人数によっては “役割分担均衡” は存在しえないかもしれない. そこで本論文ではこの “役割分担均衡” の頑健性について検証を行う.

本論文は以下のように構成される. 続く 2 章からは 1 節目でモデルの設定を行う. 2 節目では “役割分担” および “役割分担均衡” を定義する. 3,4 節目で “役割分担均衡” の存在と人数に対する頑健性を検証する. 最後に 3 章目にて結論および備考を述べる.

2　分析

2.1　モデルの設定

n 人の消費者が存在し、その集合を $N = \{1, \ldots, n\}$ とする. 村松 (2020) では生産者も含めたモデルを考えているが, “役割分担均衡” の頑健性を確認する上では本質的ではない. つまり, 生産者によって決められる価格, p, は外生的に扱ったとしても本論文の結果に影響を与えることはない. それぞれの消費者 i は財に対して θ_i なる評価値を持っていて, どの消費者 i についても $\theta_i \in [0, \overline{\theta}]$ である. ただし, $\overline{\theta} > 0$ である. この評価値は消費者の私的情報であり、どの消費者についてもその評価値は微分可能な累積密度関数 F にしたがっており、その密度関数 f はどの $\theta \in (0, \overline{\theta})$ についても $f(\theta) \geq 0$ である. また, 評価値の決定は消費者の間で相関はなく独立に決定されるものとする.

ここで, ゲームの流れを以下で定義しておく:

Stage 0. 消費者の評価値 $\theta_1, \ldots, \theta_n$ が自然により決定される.

Stage 1. 生産者が価格 p $(p \geq 0)$ を決めて財を販売するかどうかを決める. もし販売しない場合

はここでゲームは終了である.

Stage 2. 消費者は価格 p を観察してから同時に「財を買う (b)」,「財を買ってアップロードする (b_u)」もしくは「待つ (w)」を選択する. ここで, w を選んだ消費者のみ次に進む.

Stage 3. (a) もし前の直前のステージで b_u を選んでいる消費者がいた場合, b,「ダウンロードする (d)」もしくは「何もしない $(\emptyset)$」のいずれかを選ぶ.

(b) そうでない場合, つまり誰も b_u を選んでいない場合は b か $\emptyset$ のいずれかを選ぶ.

財を購入すれば価格を支払はなければならないし, アップロードするにもダウンロードするにも罰則を受ける可能性があるので, それぞれの行動にはコストがかかるはずである. そこで, 行動の集合 $\{b, b_u, d, w, \emptyset\}$ からそのコストを関連付ける関数 c を以下のように定義する:

$$c(a) = \begin{cases} p & \text{if } a = b, \\ p + c_u & \text{if } a = b_u, \\ c_d & \text{if } a = c_d, \\ 0 & \text{if } a \in \{w, \emptyset\}. \end{cases}$$

ただし, $c_u, c_d \geq 0$ である. 財を保有した場合, つまり b, b_u, d を選んだ場合, もちろん消費者 i は財から θ_i の利得を得る.

アップロードを選んだ場合, 自分がアップロードしたサイトにダウンロードする人が集まることによってそこから広告収入を得られるかもしれない. そこで, 自分のサイトからのダウンロード一回につき広告収入を γ $(\gamma > 0)$ だけ得られるとする. 話を簡単にするために一人につきダウンロードは一回と仮定しよう. つまり, サイト訪問者の総数に γ を乗じたものが広告収入となる.

もし, アップロードをした人が複数人いた場合ダウンロードする人たちは各サイトに分散してしまうかもしれない. ここではサイト訪問者は均等に各サイトを訪問するものとする. 消費者をアップロードしたグループとダウンロードしたグループに分ける, 具体的には

$$\begin{aligned} N_u &\equiv \{i \in N \mid b_u \text{ を選んだ } i.\}, \\ N_d &\equiv \{i \in N \mid w \text{ を選びかつ } d \text{ を選んだ } i.\} \end{aligned}$$

とする. するとアップロードを選んだ消費者が得られる広告収入 e は

$$e(N_u, N_d) = \gamma \frac{N_d}{N_u}$$

となる.

2.2 “役割分担均衡” の定義

この節では “役割分担均衡” の定義を行う. そのためにまず Stage 3 からの消費者の行動から考えていくことにする.

まず, Stage 2 での行動プロファイルを $x = (x_1, \dots, x_n) \in \{b, b_u, w\}^n$ とする. これより, Stage 3 での消費者 i の行動戦略は $g_i : [0, \overline{\theta}] \times \{b, b_u, w\}^n \to \{b, d, \emptyset\}$ という関数 g_i で表すことができる.

もし財がアップロードされていたら, 消費者 i にとっては

- b を選んで $\theta_i - p$ の利得
- d を選んで $\theta_i - c_d$ の利得
- $\emptyset$ を選んで 0 の利得

の中で最も利得が高くなる行動を選ぶであろう. 財がアップロードされていない場合も同様に b か $\emptyset$ のうち利得を最大にする行動を選ぶであろう.

Stage 3 で消費者がダウンロードする動機を強くもつには $p > c_d$ という条件が必要である. ダウンロードする消費者の存在は Stage 2 で消費者がアップロードする動機をもつためにも必要な条件である. そうでなければ, コスト (c_u) を負ってまで財を保有しようとしないだろう. したがって, 以降では $p > c_d$ が成立しているという条件のもと議論をすすめることにしよう. これより, Stage 3 での消費者 i の最適な行動戦略 g_i^* は以下の条件を満たしているはずである:

$$g_i^*(\theta_i, x) = \begin{cases} d & \text{if } \exists\, j \text{ s.t. } x_j = b_u \text{ かつ } \theta_i > c_d, \\ \emptyset & \text{if } \exists\, j \text{ s.t. } x_j = b_u \text{ かつ } \theta_i < c_d, \\ b & \text{if } \forall\, j\ x_j \neq b_u \text{ かつ } \theta_i > p, \\ \emptyset & \text{if } \forall\, j\ x_j \neq b_u \text{ かつ } \theta_i < p. \end{cases} \tag{1}$$

本論文での “役割分担” という意味は Stage 2 での消費者の行動によって特徴づけられる. Stage 2 での消費者 i の行動戦略は自身の評価値を行動に結びつける関数となる. つまり, その行動戦略は $s_i : [0, \overline{\theta}] \to \{b, b_u, w\}$ という関数 s_i で表すことができる. 関数 s_i の組み合わせによって “役割分担” を以下のように定義する:

定義 1. Stage 2 での行動戦略の組 $s = (s_1, \dots, s_n)$ が “役割分担” を満たしているとは, 部分集合 $U \subset N$ が存在して

$$\forall\, i \in U,\ \forall\, \theta_i \in [0, \overline{\theta}],\ s_i(\theta_i) = b_u$$

を満たし, さらに,

$$\forall\, i \in N \setminus U,\ \forall\, \theta_i \in [0, \overline{\theta}],\ s_i(\theta_i) \neq b_u$$

を満たすことをいう.

生産者の行動は外生的であることを踏まえると, このゲームの戦略組 σ は $\sigma = ((s_1, g_1), \dots, (s_n, g_n))$ と表しても差し支えない. ここで, “役割分担均衡” を定義する.

定義 2. 戦略組 σ が “役割分担均衡” であるとは, σ がナッシュ均衡であり, 任意の $i \in N$ について g_i が (1) を満たしかつ s が定義 1 を満たすときにいう.

2.3 “役割分担均衡” の存在

“役割分担均衡” の存在は示すことが可能である. まず, パラメータの組み合わせは $\lambda = (n, p, \bar{\theta}, \gamma, c_u, c_d)$ で表記することにする. ここで, 各パラメータを $n = 2, p = 1, \bar{\theta} = 2, \gamma = 2, c_u = c_d = 0$ と設定してみる. つまり, $\lambda' = (2, 1, 2, 2, 1, 0, 0)$ とする.

ここで, 消費者 1 がアップロードの役割を担当して消費者 2 はいつでもアップロードを待つとする. つまり,

$$
\begin{aligned}
s_1(\theta_1) &= b_u \ \forall\ \theta_1 \in [0, 2],\\
s_2(\theta_2) &= w \ \forall\ \theta_2 \in [0, 2]
\end{aligned}
$$

である. また, どの消費者 i についても g_i は (1) を満たすとする. これらを満たす戦略組が λ' のもとでナッシュ均衡であることを示すことができれば “役割分担均衡” の存在を示すことができる.

それぞれの消費者が戦略から逸脱しないことを確認する前に消費者の中間利得は $W_i(a, \theta_i)$ で表すことにする [*1]. ただし, $a \in \{b, b_u, w\}$ である.

まず, 消費者 1 が戦略から逸脱しないことを示す. この戦略組のもとでの中間利得は

$$
\begin{aligned}
W_1(b_u, \theta_1) &= \theta_1 - p - c_u + e(1, 1)\\
&= \theta_1 + 2 > 0
\end{aligned}
$$

である. 一方で, Stage 2 での行動を b に切り替えた場合の中間利得は

$$
\begin{aligned}
W_1(b, \theta_1) &= \max\{\theta_1 - p, 0\}\\
&= \max\{\theta_1 - 1, 0\}
\end{aligned}
$$

である. したがって, どの評価値 θ_1 の下でも $W_1(b_u, \theta_1) > W_1(b, \theta_1)$ である. よって消費者 1 は b_u から b に行動を切り替える動機を持たない. また, Stage 2 での行動を w に切り替えた場合アップロードをする消費者がいなくなるので中間利得はどの評価値 θ_1 についても

$$
\begin{aligned}
W_1(w, \theta_1) &= \max\{\theta_1 - p, 0\}\\
&= \max\{\theta_1 - 1, 0\}\\
&< W_1(b_u, \theta_1)
\end{aligned}
$$

となる. したがって, どの θ_1 についても行動を w に切り替える動機も持たない. これより, 消費者 1 は戦略を切り替える動機を持たないといえる.

[*1] 中間利得は g_i に依存することになるが, 最も中間利得が高くなるのは g_i が (1) を満たすときである. 以降の議論は g_i が (1) をみたすという前提ですすめている.

この戦略組のもとでは必ず消費者1がアップロードをしてくれるので消費者2の中間利得は

$$\begin{aligned} W_2(w, \theta_2) &= \max\{\theta_2 - c_d, 0\} \\ &= \max\{\theta_2, 0\} \\ &= \theta_2 \end{aligned}$$

である. Stage 2での行動を b_u に切り替えると誰もダウンロードをしてくれなくなるので消費者2の中間利得は

$$\begin{aligned} W_2(b_u, \theta_2) &= \theta_2 - p - c_u + e(2, 0) \\ &= \theta_2 - 1 \\ &< W_2(w, \theta_2) \end{aligned}$$

となる. またStage 2での行動を b に切り替えると中間利得は

$$\begin{aligned} W_2(b, \theta_2) &= \theta_2 - p \\ &= \theta_2 - 1 \\ &< W_2(w, \theta_2) \end{aligned}$$

となる. 以上から消費者2についても任意の θ_2 について行動を切り替える動機をもたないといえる. したがって, 消費者2も戦略を変える動機を持たない. つまり, “役割分担均衡” は存在しているといえる.

2.4 “役割分担均衡” の頑健性

“役割分担均衡” の存在は前節で確かめることができた. しかし, この均衡は人数が増えてくると成立しにくくなるかもしれない. なぜなら, 人数が増えることでダウンロード者の数が増えるかもしれない, そうすると今までダウンロードをしていた消費者が広告収入を求めて財をアップロードし始めるかもしれないからである. この節ではパラメータの中でも人数に関して “役割分担均衡” の存在の頑健性を確かめたい. そのために, まず “役割分担均衡” のある性質について注目してみることにしよう.

“役割分担均衡” で期待される広告収入は

$$\mathbb{E}[e(N_u, N_d)] = \frac{\mathbb{E}[|N_d|]}{|N_u|}$$

と考えることができる. 分子だけが期待値となっているのはStage 2でアップロードを待つ消費者がダウンロードをしてくれるかどうかは消費者の評価値がダウンロードコストである c_d を超えるかどうかに依存しているからである. 消費者の評価値が c_d を超える確率を P_d とすれば, ダウンロードする消費者の数の期待値は

$$\mathbb{E}[|N_d|] = \Sigma_{\ell=0}^{|N \setminus N_u|} P_d^{\ell}(1-P_d)^{|N\setminus N_u|-\ell} = P_d|N_w|$$

となる. ただし, $N_w = N \setminus N_u$ である. したがって, 期待広告収入は

$$\mathbb{E}[e(N_u, N_d)] = \frac{P_d|N_w|}{|N_u|}$$

となる.

均衡においては, w を選んだ消費者が b_u に行動を切り替える動機を持たないために

$$W_i(w, \theta_i) \geq W_i(b_u, \theta_i)\ \forall\ i \in N_w, \forall\ \theta_i \in [0, \overline{\theta}]$$

という条件が成立していなければならない. 行動が切り替えられたことによりダウンロードする消費者が 1 人減ることを考慮すると, 具体的には

$$\max\{\theta_i - c_d, 0\} \geq \theta_i - p - c_u + \gamma P_d \frac{|N_w| - 1}{|N_u| + 1}\ \forall\ i \in N_w, \forall\ \theta_i \in [0, \overline{\theta}]$$

となっていなければならない. これより, “役割分担均衡” ではたった一人のアップロードへの参入も認めない状態になっているということがわかる. 一方で b_u を選んだ消費者については

$$\begin{aligned} W_i(b_u, \theta_i) = \theta_i - p - c_u + \gamma P_d \frac{|N_w|}{|N_u|} &\geq \max\{\phi(|N_u|-1)(\theta_i - c_d), (1-\phi(|N_u|-1))(\theta_i - p), 0\} \\ &= W_i(w, \theta_i)\ \forall\ i \in N_u, \forall\ \theta_i \in [0, \overline{\theta}] \end{aligned} \tag{2}$$

となっていなければならない. ただし,

$$\phi(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } x > 0, \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

である. しかしながら, 人数が増えていけば一人のアップロードへの参入による広告収入の変動は非常に小さいものになっていくため両条件を同時に成立させることは困難になってくるであろう. つまり, 人数が増えてくると “役割分担均衡” は存在することがないと予想できる.

命題 1. $p > c_d$ かつ $\overline{\theta} > c_d > 0$ とする. このとき, ある $\underline{n} \in \mathbb{N}$ が存在して, 任意の $n \geq \underline{n}$ に対して “役割分担均衡” は存在しない.

証明. 戦略組 $\sigma(n) = (\sigma_1, \ldots, \sigma_n)$ が “役割分担” を満たしているとする. 戦略組 $\sigma(n)$ において, 任意の θ_i にたいして $s_i(\theta_i) = b_u$ なる消費者の数を k とし, その集合を U_k とおく. つまり, $|U_k| = k$ である.

まず, $n_1 \equiv \min_{n > 1 + \frac{p + c_u}{\gamma P_d}} n$ とおく. すると, $k = 1$ としたら $n > n_1$ となるとき $i \in U_1$ にたいして

$$\begin{aligned} W_i(b_u, \theta_i \mid \sigma_{-i}(n)) &= \theta_i - p - c_u + \mathbb{E}[e(1, n-1)] \\ &= \theta_i - p - c_u + \gamma P_d(n-1) \\ &> \theta_i - p - c_u + \gamma P_d(n_1 - 1) \\ &> \theta_i \end{aligned}$$

となるので, 消費者の数が n_1 を超えるとすくなくとも一人にはアップロードする動機を与えることができる. ただし, $\sigma_{-i}(n) = (\sigma_j)_{j \neq i}$ である.

また, $n_2 \equiv \min_{n > 1 + \frac{\gamma P_d}{p + c_u}} n$ とおく. すると, $k = n - 1$ としたら $n > n_2$ かつ $\theta_i = 0$ となる $i \in U_k$ にたいして

$$
\begin{aligned}
W_i(b_u, 0 \mid \sigma_{-i}(n)) &= -p - c_u + \mathbb{E}[e(n-1, 1)] \\
&= -p - c_u + \gamma P_d \frac{1}{n-1} \\
&< -p - c_u + \gamma P_d \frac{1}{n_2 - 1} \\
&< 0 \\
&\leq W_i(w, 0 \mid \sigma_{-i}(n))
\end{aligned}
$$

となる. したがって, 消費者の数が n_2 を超えてなおかつダウンロードする消費者が一人の場合, $i \in U_k$ なる消費者 i は $\theta_i = 0$ のとき行動を変える動機をもってしまう. これより, $n > n_2$ となるとき $\sigma(n)$ が均衡となるには少なくとも $|N \setminus U_k| \geq 2$ とならなければならないとわかる.

以上から, $n > \max\{n_1, n_2\}$ となるとき, $\sigma(n)$ が均衡となるためには $1 \leq k \leq n-2$ となっていなければならない. 特に注目すべきはダウンロードをする消費者は少なくとも 2 人はいるという点である. つまり, $\sigma(n)$ のもとでは, ダウンロードする消費者はアップロードに行動を切り替えたとしても広告収入が発生するということである.

ここで, $\underline{n} \equiv \max\{\min_{n > \frac{2}{\gamma P_d}(1+p+c_u)} n, \min_{n > (\gamma P_d + p + c_u)\left(\frac{\gamma P_d + p + c_u + c_d}{(\gamma P_d)^2 c_d}\right)} n, n_1, n_2\}$ とおく. また $n > \underline{n}$ だとする. このとき $\sigma(n)$ が均衡となるためには, $i \notin U_k$ なる消費者 i が $\theta_i = 0$ となったときに,

$$
W_i(w, 0 \mid \sigma_{-i}(n)) \geq W_i(b_u, 0 \mid \sigma_{-i}(n))
$$

となっていなければならない. つまり,

$$
0 \geq -p - c_u + \mathbb{E}[e(k+1, n-k-1)] = -p - c_u + \gamma P_d \frac{n-k-1}{k+1}
$$

となっていなければならない. これより, $\sigma(n)$ が均衡であればアップロードをする消費者の数 $k^*(n)$ は

$$
k^*(n) \geq \frac{\gamma P_d n}{\gamma P_d + p + c_u} - 1 \tag{3}
$$

を満たす. また, $\sigma(n)$ が均衡であれば $i \in U_k$ なる消費者 i が $\theta_i = 0$ となったときに,

$$
W_i(b_u, 0 \mid \sigma_{-i}(n)) \geq W_i(w, 0 \mid \sigma_{-i}(n)) = 0
$$

となっていなければならない. これは,

$$-p - c_u + \mathbb{E}[e(k^*(n), n - k^*(n))] = -p - c_u + \gamma P_d \frac{n - k^*(n)}{k^*(n)} \geq 0, \tag{4}$$

つまり

$$k^*(n) \leq \frac{\gamma P_d n}{\gamma P_d + p + c_u} \tag{5}$$

でなければならない. $n > \underline{n}$ であるので (3), (5) より

$$1 < \frac{\gamma P_d n}{\gamma P_d + p + c_u} - 1 \leq k^*(n) \leq \frac{\gamma P_d n}{\gamma P_d + p + c_u}$$

となる. つまり, $\sigma(n)$ が均衡であれば $k^*(n)$ なる整数は存在するといえる.

さて, (4) より $\sigma(n)$ が均衡であれば広告収入は関係するコスト以上であるといえる. つまり,

$$\gamma P_d \frac{n - k^*(n)}{k^*(n)} \geq p + c_u \tag{6}$$

である. これより, $i \in U_{k^*(n)}$ なる消費者 i について $\theta_i \in [c_d, \overline{\theta}]$ となるとき $k^*(n) > 1$ であるから w に行動を切り替えてもアップロードはされるため

$$\begin{aligned} W_i(b_u, \theta_i \mid \sigma_{-i}(n)) - W_i(w, \theta_i \mid \sigma_{-i}(n)) &= -p - c_u + \gamma P_d \frac{n - k^*(n)}{k^*(n)} + c_d \\ &\geq c_d \\ &> 0 \end{aligned} \tag{7}$$

となる. また, $i \notin U_{k^*(n)}$ なる消費者 i について $\theta_i [c_d, \overline{\theta}]$ となるとき, $n > \max\{n_1, n_2\}$ より $k^*(n) < n - 2$ であるから b_u に行動を切り替えてもダウンロードをする消費者はいて

$$W_i(b_u, \theta_i \mid \sigma_{-i}(n)) - W_i(w, \theta_i \mid \sigma_{-i}(n)) = -p - c_u + \gamma P_d \frac{n - k^*(n) - 1}{k^*(n) + 1} + c_d$$

となっている. 得られる広告収入は

$$\mathbb{E}[e(n - k^*(n), k^*(n))] - \mathbb{E}[e(n - k^*(n) - 1, k^*(n) + 1)] = \frac{\gamma P_d n}{k^*(n)(k^*(n) + 1)}$$

だけ減るが, $k^*(n) \geq \frac{\gamma P_d n}{\gamma P_d + p + c_u} - 1$ かつ $n > \underline{n}$ であるため

$$\begin{aligned} \frac{\gamma P_d n}{k^*(n)(k^*(n) + 1)} &\leq \frac{\gamma P_d n}{(\frac{\gamma P_d n}{\gamma P_d + p + c_u} - 1)(\frac{\gamma P_d n}{\gamma P_d + p + c_u} - 1 + 1)} \\ &< c_d \end{aligned}$$

である. つまり, $i \notin U_{k^*(n)}$ なる消費者 i について $\theta_i \in [c_d, \overline{\theta}]$ となるとき

$$\begin{aligned} W_i(b_u, \theta_i \mid \sigma_{-i}(n)) - W_i(w, \theta_i \mid \sigma_{-i}(n)) &= -p - c_u + \gamma P_d \frac{n - k^*(n) - 1}{k^*(n) + 1} + c_d \\ &> -p - c_u + \gamma P_d \frac{n - k^*(n)}{k^*(n)} - c_d + c_d \\ &\geq 0 \end{aligned}$$

となる．これは均衡でアップロードをする消費者の数が $k^*(n)$ であることに矛盾する．したがって，$n > \underline{n}$ となるときに “役割分担” をみたす戦略組 σ はナッシュ均衡とはならない． □

3 結論

村松 (2020, *lemma 2*) では “対象均衡” は消費者の増加に伴い存在しやすくなることが示されている．それに対して，命題 1 より “役割分担均衡” の存在は参加する人数の増加に伴い消滅することがわかった．つまり，命題 1 は人数が多い状況であると消費者の特定のグループのみが海賊行為を行うという状態は発生しにくくなるということを示唆している．これはモデルがもつ政策への含意を考える際にも重要な意味をもつ．なぜなら，インターネットにアクセスできる人数は膨大であり，それゆえ “役割分担均衡” を前提とする議論は適切でない可能性があることを示唆しているからである．

本論文では，市場への参加者が増えると “役割分担均衡” は存在しにくくなることを示したが逆に市場への参加者が減ると存在しうるのかということについては論じなかった．おおざっぱに考えると人数が少なすぎれば広告収入が十分に入らないことが予想されるため，ある人数があり，その人数を下回れば “役割分担均衡” が存在しないといえるかもしれない．本論文中ではアップロードの役割を果たす人数に対して広告収入は減少関数であることが分かっている．したがって，最も広告収入を産み出すのはアップロードをする人数が 1 人のときである．これより，アップロードする消費者が 1 人のときでさえアップロードする動機が無ければ “役割分担均衡” が存在しないということがいえる．つまり，

$$W_i(w, 0 \mid \sigma_{-i}(n) = (w)_{j \neq i}) > W(b_u, 0 \mid \sigma_{-i}(n) = (w)_{j \neq i}) \tag{8}$$

という条件が成立すると “役割分担均衡” は存在しない．条件 (8) は

$$0 > -p - c_u + \mathbb{E}[e(1, n-1)] = -p - c_u + \gamma P_d(n-1),$$

つまり，

$$n < 1 + \frac{p + c}{\gamma P_d}$$

となる．これより，

$$n \geq 1 + \frac{p + c}{\gamma P_d} \tag{9}$$

が “役割分担均衡” が存在するための必要条件となる. 一方で “対象均衡” が存在するための必要十分条件は

$$n \geq 1 + \frac{p + c - \overline{\theta}}{\gamma P_d} \tag{10}$$

である. (9), (10) より “役割分担均衡” よりも “対象均衡” のほうがより少ない人数でも存在しうることがわかる.

以上を踏まえると, “役割分担均衡” が存在するならば “対象均衡” が存在し, その逆まではいえないという結論を得ることができる. つまり, “対象均衡” のほうが分析の対象として適用されうる範囲は広いといえよう.

参考文献

Takeyama, Lisa N. (1997), “The Intertemporal Consequences of Unauthorized Reproduction of Intellectual Property,” *The Journal of Law and Economics*, Vol. 40, No.2 (October 1997), 511–522.

村松悠次 (2020) 「ゲーム理論を応用した政策・制度に関する分析及び考察」『神戸大学学術成果リポジトリ』, 7–33.

Title: An economic theory of copyright infringement; on robustness of *role-sharing equilibrium* and *symmetric equilibrium*

Author: Yuji Muramatsu

Abstract: When piracy is ongoing on the Internet, some illegally upload a digital item and others download the item. Of course, role-sharing among consumers, who to upload and who to download, is one of the critical components to consider the economic consequences of piracy. In this paper, we show that role-sharing becomes ambiguous as the population increases. That is, clear role-sharing does not happen due to a loss of individual rationality for obeying such a role-sharing when a population is large. Moreover, we show that an equilibrium where role-sharing is contingent on randomness still exists even with a large population.