Income, Health, Demographic Movement and Food Price Determination

沖本まどか

September, 2016

1. Introduction

消費者の私的な所得水準が、消費者個人の食の安全性についての選好に影響を与えるならば、一国の経済成長や所得格差の変動が、消費者の選好を介して、食品の需要量や価格に影響を与えると考えられる。経済成長と所得格差の変動が、食品の価格や安全性にいかなる影響を与えるか、という問題意識の下で、分析を行った。

2. A Model of Population Changes, Food Prices and Food Safety

2.1 Consumers and Health Awareness

はじめに、消費者の効用関数を定義する。消費者は、ある食品を需要するとき、その食品の品質 $q \in [-\infty, \infty]$ から、効用 u を得るものとする。品質の値が正（ $q > 0$ ）であるとき、品質 q は「単なる品質」を意味する。一方、品質の値が負（ $q < 0$ ）であるとき、品質 q は「望ましくない品質」を意味する。つまり、負の品質を持つ食品は粗悪品であり、負の値である q の絶対値が大きくなるほど、その食品はより粗悪になるとする。加えて、$q < 0$ を満たす粗悪な食品は、健康被害をもたらすとし、健康被害の程度 $D > 0$ を、（$q < 0$ のときに限り） $|q| = D \in [0, \infty]$ で定義する。つまり、（$q < 0$ のときに限り） $q = -D < 0$ とする。

次に、ある消費者 i の私的な所得を I_i とする。また、所得 I_i の消費者 i が、品質 q の食品から得る効用 u を、次のように定義する。

$$u = \begin{cases} 1 - exp(-\alpha q) & if \quad q > 0 \\ 1 - exp(\alpha I_i D) & if \quad q < 0 \end{cases}$$

ただし α は、Arrow-Pratt の絶対リスク回避度を考えるうえで一般的に定義されるパラメーターである。簡単化のため、全ての個人が共通の α を持つと仮定する。この効用関数は、品質については、$\frac{du}{dq} > 0$、$\frac{d^2u}{dq^2} < 0$、$-\frac{d^2u}{dq^2} \Big/ \frac{du}{dq} = \alpha > 0$ という性質を持ち、健康被害の程度 D については、$\frac{du}{dD} < 0$、$\frac{d^2u}{dD^2} < 0$、

$-\frac{d^2u}{dD^2}/\frac{du}{dD}=-\alpha I_i<0$ という性質を持つ[1]。言い換えれば、この様な効用関数の定義は、次のような消費者像を想定することを意味する。

(i) 消費者 i の所得 I_i が、いかなる水準であっても、品質 q が正であるか負であるかに関わらず、消費者 i はリスク回避的である。

(ii) 消費者 i の所得 I_i が、いかなる水準であっても、正の品質 $q>0$ から得られる効用 u は、同一の値（$1-exp(-\alpha q)$）であり、Arrow-Pratt の絶対リスク回避度も、α で一定である。つまり、正の品質に対する消費者の認識は、所得水準に依存しないものとする。

(iii) 消費者 i の所得 I_i が高いほど、負の品質 $q=-D<0$ から得られる不効用 $u<0$ のインパクトは大きくなり、絶対リスク回避度も大きくなる。つまり、所得水準が高い人ほど、健康被害を嫌がるとする。

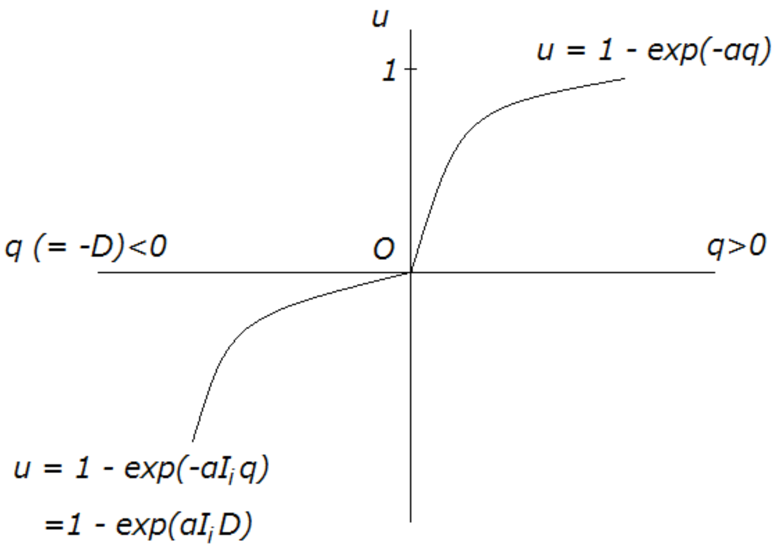

Figure 1　所得水準に依存するリスク回避的な効用関数

次に、生産者について考える。北（先進国）と南（発展途上国）のそれぞれに、食品を生産する企業がある状況を考える。代表的な北企業と代表的な南企業の双方が、同一種の食品を製造し、両食品はともに世界市場へと供給される

[1] また、この効用関数は、次の性質も持つ。
(A) $u|_{q=0}=0$,
(B) 品質が正である（ $q>0$）とき、(i) $u>0$　(ii) $lim_{q\to\infty}u=1$,　(iii) $lim_{q\to 0}u=0$,
(C) 品質が負であり健康被害をもたらす（ $q<0$）とき、(i) $u<0$　(ii) $lim_{D\to\infty}u=-\infty$,
(iii) $lim_{D\to 0}u=0$.

とする。北企業の食品は 100%安全であり、必ず品質 $q > 0$ を消費者に与えるものとする。一方で南企業の食品は、確率 $(1 - P)$ で品質 $q > 0$ を消費者に与え、確率 P で健康被害（負の品質）$q = -D < 0$ を消費者にもたらすとする。しかし、消費者は購入に際して、食品の産地（北か南か）を知ることは出来るが、南企業が生産した食品のうち、どの食品が健康被害をもたらすかは、消費前には識別できないものとする。また、健康被害の程度 D は、南企業の安全な食品生産に対する「ずさんさ」の程度 C に依存するものとし、$D = D(C)$（$D'(C) > 0$）という増加関数として定義する。

北企業の食品の価格を r^N、南企業の食品の価格を r^S とする。このとき、消費者が北企業の食品を購入・消費して得る消費者余剰は、

$$CS^N = 1 - exp(-\alpha q) - r^N$$

となる。このように、北企業の食品から得られる消費者余剰は、所得に依存せず、どの消費者にとっても同一となる。また、消費者が南企業の食品を購入・消費して得る消費者余剰は、

$$CS_i^S = (1 - P)\big(1 - exp(-\alpha q)\big) + P\Big(1 - exp\big(\alpha I_i D(C)\big)\Big) - r^S$$

となる。この第二項に着目すると、所得 I_i が高い消費者ほど、南企業の食品から得る消費者余剰が低くなるとわかる。

消費者は、北企業の食品か南企業の食品のうち、より大きな消費者余剰を得られる方の食品を選ぶものとする。従って、高所得者は北企業の食品を選び、低所得者は南企業の食品を選ぶ。ちょうど、北企業の食品から得る消費者余剰と南企業の食品から得る消費者余剰が、等しくなる所得水準を I_i^* とすると、I_i^* の値は、次のように算出できる[2]。

$$CS^N = CS_i^S \Leftrightarrow I_i^* = \frac{1}{\alpha D(C)} ln\left(exp(-\alpha q) + \frac{r^N - r^S}{P}\right)$$

次に、南企業の食品を消費する消費者も存在することを意味する $I_i^* > 0$ を導

---

[2] Proof $e^{\alpha I_i D(C)} = e^{-\alpha q} + \frac{r^N - r^S}{P}$ を単調変換すると、
$ln\left(e^{\alpha I_i D(C)}\right) = ln\left(e^{-\alpha q} + \frac{r^N - r^S}{P}\right) \Leftrightarrow \alpha I_i D(C) = ln\left(e^{-\alpha q} + \frac{r^N - r^S}{P}\right) \Leftrightarrow I_i = \frac{1}{\alpha D(C)} ln\left(exp(-\alpha q) + \frac{r^N - r^S}{P}\right) \equiv I_i^*$

く条件を置く[3]。

Condition 1 : $I_i^* > 0 \Leftrightarrow \frac{r^N - r^S}{P} > 1 - exp(-\alpha q)$.

さらに、北企業の食品から得られる消費者余剰が、正になるための条件を置く。

Condition 2 : $CS^N \geq 0 \Leftrightarrow 1 - exp(-\alpha q) \geq r^N$.

ある水準より所得が低い消費者のみが、南企業の食品から非負の消費者余剰を得るが、ちょうど、南企業の食品から 0 の消費者余剰を得る所得水準を所得 I_i^{**} とする（所得 I_i^{**} よりも低い所得の消費者が、南企業の食品から非負の消費者余剰を得る）。すると、

$$CS_i^S \geq 0 \Leftrightarrow I_i \leq \frac{1}{\alpha D(C)} ln\left[\frac{1-(1-P)exp(-\alpha q) - r^S}{P}\right].$$

であるから、I_i^{**} の値は次の通りとなる[4]。

$$I_i^{**} = \frac{1}{\alpha D(C)} ln\left[\frac{1-(1-P)exp(-\alpha q) - r^S}{P}\right]$$

また $I_i^{**} \geq I_i^*$ が常に成り立つ[5]ことから、Condition 1 の下では、$I_i^{**} > 0$ も成り立つ。以上をまとめると、図のように、所得水準 I_i^* を境に、高所得の消費者は

---

[3] Proof　$I_i^* \equiv \frac{1}{\alpha D(C)} ln\left(exp(-\alpha q) + \frac{r^N - r^S}{P}\right) > 0 \Leftrightarrow ln\left(exp(-\alpha q) + \frac{r^N - r^S}{P}\right) > 0$

$$\Leftrightarrow exp(-\alpha q) + \frac{r^N - r^S}{P} > 1 \Leftrightarrow \frac{r^N - r^S}{P} > 1 - exp(-\alpha q)$$

[4] Proof　$CS_i^S \geq 0 \Leftrightarrow \frac{1-(1-P)exp(-\alpha q)-r^S}{P} \geq exp\left(\alpha I_i D(C)\right)$ を単調変換すると、
$ln\left(e^{\alpha I_i D(C)}\right) \leq ln\left[\frac{1-(1-P)exp(-\alpha q)-r^S}{P}\right] \Leftrightarrow \alpha I_i D(C) \leq ln\left[\frac{1-(1-P)exp(-\alpha q)-r^S}{P}\right]$
$\Leftrightarrow I_i \leq \frac{1}{\alpha D(C)} ln\left[\frac{1-(1-P)exp(-\alpha q)-r^S}{P}\right] \equiv I_i^{**}$

[5] Proof　$\frac{1-(1-P)exp(-\alpha q)-r^S}{P} - exp(-\alpha q) + \frac{r^N - r^S}{P} = 1 - exp(-\alpha q) - r^N \geq 0$（∵ Condition 2：$CS^N \geq 0$.）よって $\frac{1-(1-P)exp(-\alpha q)-r^S}{P} \geq exp(-\alpha q) + \frac{r^N - r^S}{P}$ を単調変換すると
$ln\left[\frac{1-(1-P)exp(-\alpha q)-r^S}{P}\right] \geq ln\left(exp(-\alpha q) + \frac{r^N - r^S}{P}\right)$ となるため、
$I_i^{**} - I_i^* = \frac{1}{\alpha D(C)}\left\{ln\left[\frac{1-(1-P)exp(-\alpha q)-r^S}{P}\right] - ln\left(exp(-\alpha q) + \frac{r^N - r^S}{P}\right)\right\} \geq 0$ が言える。

北企業の食品を消費し、低所得の消費者は南企業の食品を消費すると言える。

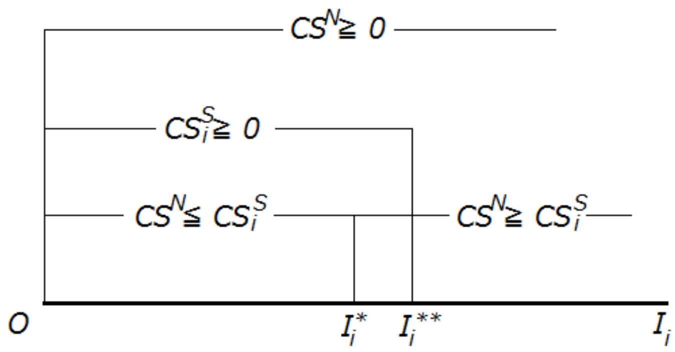

Figure 2　消費者の私的な所得水準と、各食品から得られる消費者余剰の関係

2.2 Link between Population Growth and Income

人口動態のモデル[6]・Kuznets の逆 U 字仮説[7]などの発想をもとに、ある一国を想定して、一国の所得水準と人口・所得格差の関係などについて詳しく定義していく。所得水準の、もっともらしい定義域は $I_i \in [0, \infty]$ と出来る。この定義域内で、この国の最高所得を $\overline{I_i}$ とし、最低所得を $\underline{I_i}$ とする。また、この中間の所得水準を I_i^m とし、この中間所得 I_i^m を、この国の所得水準を簡潔に表わす指標とする。

次に、この国の人口を L 、所得格差を g とする。一般的な人口動態のモデルの発想に基づき、この国の人口 L と所得格差 g は一国の所得水準 I_i^m に依存するものとする。よって人口 L と所得格差 g を、一国の所得水準 I_i^m の関数として、次のように定義する。

$$L = L(I_i^m)$$
$$g = g(I_i^m)$$

この関数について、$I_i^m < I_i^T$（当該国が発展途上国）ならば $L'(I_i^m) > 0$ 及び

6 Stolnity (1964), Leibenstein (1974), Becker(1960)を参照のこと。
7 Kuznets(1955)を参照のこと。

$g'(I_i^m)>0$ （経済成長に伴い人口が増加し、格差も拡大する）が、$I_i^m > I_i^T$（当該国が先進国）ならば $L'(I_i^m)<0$ 及び $g'(I_i^m)<0$（経済成長に伴い人口が減少し、格差も縮小する）と仮定する（ただし、近年の先進国での所得格差の拡大を踏まえ、先進国での所得格差の拡大も想定する）。つまり、一国の所得水準 I_i^m が決まると、関数に従って一国の人口 L と所得格差 g が決まるとする。

更に、一国の所得水準 I_i^m が決まり、そこから格差 $g=g(I_i^m)$ が決まることで、最高所得 $\overline{I_i}$ と最低所得 $\underline{I_i}$ の値が決まるものとする。つまり、最高所得 $\overline{I_i}$ と最低所得 $\underline{I_i}$ を I_i^m についての関数として、次のように定義する。

$$\overline{I_i} \equiv I_i^m + \frac{g(I_i^m)}{2}$$

$$\underline{I_i} \equiv I_i^m - \frac{g(I_i^m)}{2}$$

各所得水準に属する消費者数は、現実の経済においては、同一ではない。しかし本研究では簡単化のため、各所得水準に属する消費者数は同一ではないという前提に立ったうえで、各所得水準に属する消費者数は、平均人口 $\frac{L(I_i^m)}{g(I_i^m)}$ によって一律の値で表わすとする。このような方法で、一国の総人口を、厚みを持たせて長方形で表わす理由は次の通りである：一国の総人口を、所得水準を表わす数直線上の線分で表すと、所得格差（線分の長さ）の変動が、人口変動をも意味してしまうから。

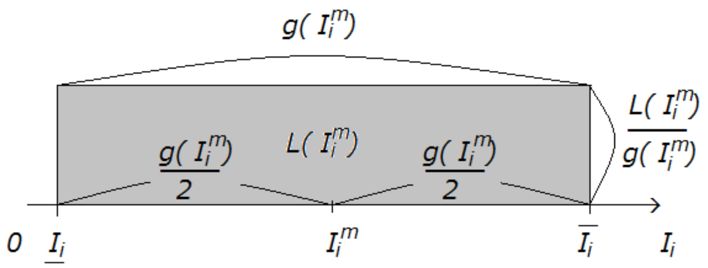

Figure 3　一国の所得水準と総人口の関係

政府が介入し、自国の消費者の所得を再分配しているとする。政府の再分配の結果、最高所得が $\overline{I_i}$ から $\overline{I_i}^G$ へ下落し、最低所得は $\underline{I_i}$ から $\underline{I_i}^G$ へと上昇するものとする。簡単化のため、再配分後の最高所得 $\overline{I_i}^G$ と最低所得 $\underline{I_i}^G$ を、

$$\overline{I_i}^G \equiv I_i^m + \frac{g(I_i^m)}{2} - G$$

$$\underline{I_i}^G \equiv I_i^m - \frac{g(I_i^m)}{2} + G$$

と定義し、政府の再配分行動を、この G の値の決定であるとする。ただし、G の値は、次の条件を満たすとする。

Condition 4 : $\overline{I_i}^G - \underline{I_i}^G = g(I_i^m) - 2G > 0 \Leftrightarrow \frac{g(I_i^m)}{2} > G$

この条件は、再配分によって所得格差が 0 や負になることはない、というもっともらしい条件である。また、再分配後の平均人口は、$\frac{L(I_i^m)}{g(I_i^m)-2G}$ となる。

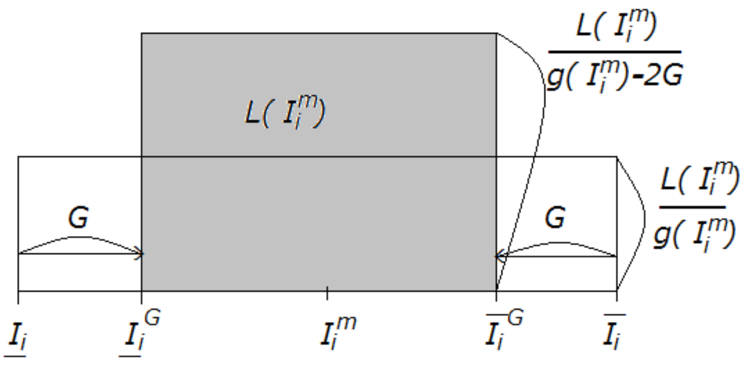

Figure 4　一国の所得水準と再分配後の所得格差

2.3 Demands

このような、国内に一定の所得格差があることにより、北企業の食品と南企業の食品の両方に対する需要が生じる国での、政府による所得の再分配の、食品価格への影響を考える。

北企業が生産した食品と南企業が生産した食品の両方が、このような国に、実際に流通する場合の、当該国における再分配後の、北企業の食品に対する需要量と南企業の食品に対する需要量を、それぞれ、 X^N と X^S とする。2.1 節と 2.2 節の内容を総括すると、X^N と X^S は、次のように定式化できる。

$$X^N = \left[\left(I_i^m + \frac{g(I_i^m)}{2} - G\right) - I_i^*\right]\frac{L(I_i^m)}{g(I_i^m) - 2G}$$

$$= \left[\left(I_i^m + \frac{g(I_i^m)}{2} - G\right) - \frac{1}{\alpha D(C)} ln\left(exp(-\alpha q) + \frac{r^N - r^S}{P}\right)\right]\frac{L(I_i^m)}{g(I_i^m) - 2G}$$

$$X^S = \left[I_i^* - \left(I_i^m - \frac{g(I_i^m)}{2} + G\right)\right]\frac{L(I_i^m)}{g(I_i^m) - 2G}$$

$$= \left[\frac{1}{\alpha D(C)} ln\left(exp(-\alpha q) + \frac{r^N - r^S}{P}\right) - \left(I_i^m - \frac{g(I_i^m)}{2} + G\right)\right]\frac{L(I_i^m)}{g(I_i^m) - 2G}$$

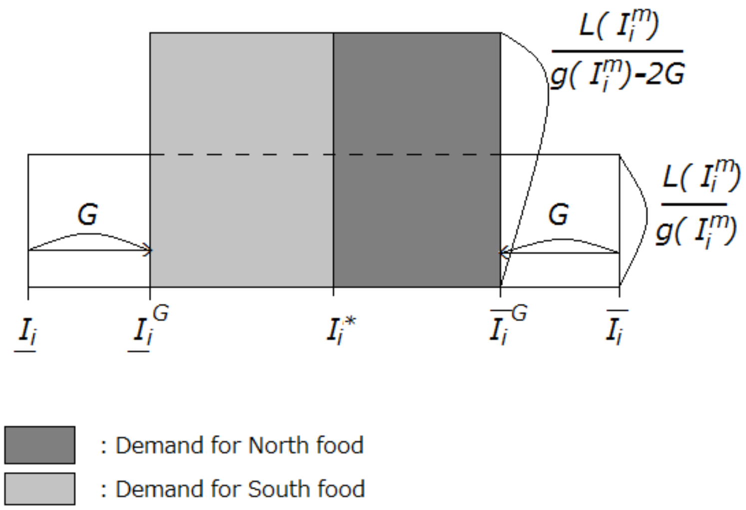

Figure 5　北企業の食品と南企業の食品に対する需要関数

3. Timing of Game

次の 2 ステージから成る、政府と北企業・南企業によるゲームを考える。

1st ステージ：当該国の政府が、消費者余剰を最大化するように、所得の再分配の規模（ G ）を決める。
2nd ステージ：北企業と南企業が、同時に、利潤を最大化するように、食品価格（r^N 又は r^S）を決める。

3.1 2nd Stage

まず、2nd ステージでの、北企業の利潤最大化問題は次の通りである。

$$\max_{r^N} \pi^N = (r^N - c^N)X^N$$

$$= (r^N - c^N)\left[\left(I_i^m + \frac{g(I_i^m)}{2} - G\right) - \frac{1}{\alpha D(C)} ln\left(exp(-\alpha q) + \frac{r^N - r^S}{P}\right)\right]\frac{L(I_i^m)}{g(I_i^m) - 2G}$$

従って、北企業の利潤最大化の一階の条件は、次の通りとなる。

$$\left(I_i^m + \frac{g(I_i^m)}{2} - G\right) - \frac{1}{\alpha D(C)} ln\left(exp(-\alpha q) + \frac{r^N - r^S}{P}\right) - \frac{1}{\alpha D(C)}\frac{r^N - c^N}{P}\frac{1}{exp(-\alpha q) + \frac{r^N - r^S}{P}} = 0$$

この反応関数の傾きを、$\left.\frac{dr^N}{dr^S}\right|_N$ で表わすとする。今、$\frac{d^2\pi^N}{dr^{N^2}} < 0$ が成立するための必要十分条件は $2 - \frac{r^N - c^N}{P} \cdot \frac{1}{exp(-\alpha q) + \frac{r^N - r^S}{P}} > 0$ である。また、ベルトラン競争を想定しているため、戦略的補完関係が成り立つとし、反応関数の傾きについて、$\left.\frac{dr^N}{dr^S}\right|_N > 0$ が成り立つための条件を導くとそれは、$1 - \frac{r^N - c^N}{P} \cdot \frac{1}{exp(-\alpha q) + \frac{r^N - r^S}{P}} > 0$ となる。よって、$\frac{d^2\pi^N}{dr^{N^2}} < 0$ と $\left.\frac{dr^N}{dr^S}\right|_N > 0$ を導く条件を置く。

Condition 5 : $1-\frac{r^N-c^N}{P}\cdot\frac{1}{exp(-\alpha q)+\frac{r^N-r^S}{P}}>0$

また、2nd ステージでの、南企業の利潤最大化問題は次の通りである。

$$\max_{r^S}\pi^S=[r^S-(c^S-C)]X^S$$

$$=[r^S-(c^S-C)]\left[\frac{1}{\alpha D(C)}ln\left(exp(-\alpha q)+\frac{r^N-r^S}{P}\right)\right.$$
$$\left.-\left(I_i^m-\frac{g(I_i^m)}{2}+G\right)\right]\frac{L(I_i^m)}{g(I_i^m)-2G}$$

ただし C は、安全な食品生産に際する「ずさんさ」の程度であった。つまり、生産過程がずさんになるほど（C の値が大きくなるほど)、企業にとっての総生産費用 (c^S-C) が小さくなる一方で、関数 $D=D(C)$（$D'(C)>0$）に従い、健康被害の程度 D が大きくなる。このとき、$\frac{d^2\pi^S}{d{r^S}^2}<0$ は常に成立する。南企業の利潤最大化の一階の条件は、次のように導ける。

$$\frac{1}{\alpha D(C)}ln\left(exp(-\alpha q)+\frac{r^N-r^S}{P}\right)-\left(I_i^m-\frac{g(I_i^m)}{2}+G\right)$$
$$-\frac{1}{\alpha D(C)}\frac{r^S-(c^S-C)}{P}\frac{1}{exp(-\alpha q)+\frac{r^N-r^S}{P}}=0$$

この反応関数の傾きを、$\left.\frac{dr^N}{dr^S}\right|_S$ によって表すとする。ただし、均衡の安定条件は、次のようになる。

$$\left.\frac{dr^N}{dr^S}\right|_S>\left.\frac{dr^N}{dr^S}\right|_N\Leftrightarrow 3+\left[\frac{r^S-(c^S-C)}{P}-\frac{r^N-c^N}{P}\right]\frac{1}{exp(-\alpha q)+\frac{r^N-r^S}{P}}>0$$

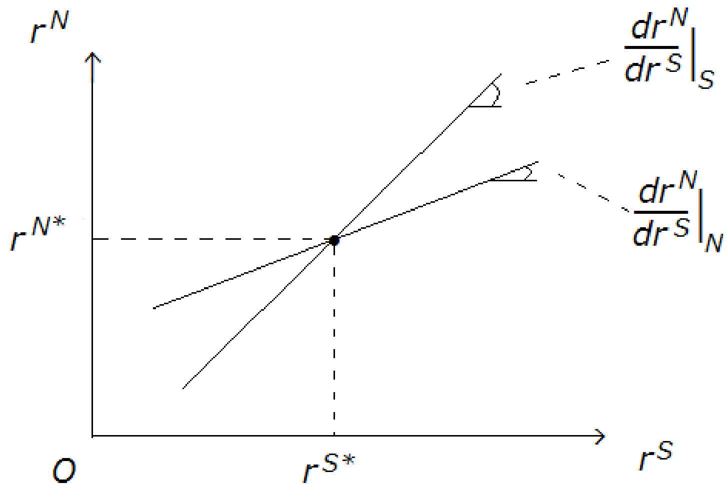

Figure 6　2nd ステージ（北企業と南企業によるベルトラン競争）

2nd ステージの均衡についての、比較静学分析を行う。ただし、ヤコビアンを $|J|$ とすると、その符号は $|J|>0$ であり、また、表記の簡略化のため、$\alpha D(C)P\left(exp(-\alpha q)+\frac{r^N-r^S}{P}\right)\equiv A$ とおいている。

$$\begin{bmatrix} -\frac{1}{A}\left(2-\frac{r^N-c^N}{P}\frac{1}{exp(-\alpha q)+\frac{r^N-r^S}{P}}\right) & \frac{1}{A}\left(1-\frac{r^N-c^N}{P}\frac{1}{exp(-\alpha q)+\frac{r^N-r^S}{P}}\right) \\ \frac{1}{A}\left[1+\frac{r^S-(c^S-C)}{P}\frac{1}{exp(-\alpha q)+\frac{r^N-r^S}{P}}\right] & -\frac{1}{A}\left[2+\frac{r^S-(c^S-C)}{P}\frac{1}{exp(-\alpha q)+\frac{r^N-r^S}{P}}\right] \end{bmatrix}\begin{bmatrix} dr^N \\ dr^S \end{bmatrix}$$

$$=\begin{bmatrix} \frac{-D'(C)}{\alpha D(C)^2}\left(ln\left(exp(-\alpha q)+\frac{r^N-r^S}{P}\right)+\frac{r^N-c^N}{P}\frac{1}{exp(-\alpha q)+\frac{r^N-r^S}{P}}\right) \\ \frac{1}{\alpha D(C)}\left\{-\frac{D'(C)}{D(C)}ln\left(exp(-\alpha q)+\frac{r^N-r^S}{P}\right)+\left[-\frac{D'(C)}{D(C)}\frac{r^S-(c^S-C)}{P}+\frac{1}{P}\right]\frac{1}{exp(-\alpha q)+\frac{r^N-r^S}{P}}\right\} \end{bmatrix}dC$$

$$+\begin{bmatrix} -\left(1+\frac{g(I_i^m)}{2}\right) \\ \left(1-\frac{g(I_i^m)}{2}\right) \end{bmatrix} dI_i^m + \begin{bmatrix} -\frac{1}{A}\left(\frac{r^N-r^S}{P}+\frac{r^N-c^N}{P}\frac{exp(-\alpha q)}{exp(-\alpha q)+\frac{r^N-r^S}{P}}\right) \\ \frac{1}{A}\left(\frac{r^N-r^S}{P}-\frac{r^S-(c^S-C)}{P}\frac{exp(-\alpha q)}{exp(-\alpha q)+\frac{r^N-r^S}{P}}\right) \end{bmatrix} dP + \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} dG$$

この比較静学分析の結果は、次の通りである。まず南企業の生産過程における「ずさんさ」が悪化することによる影響については、 $\frac{dr^N}{dC}$ の符号と $\frac{dr^S}{dC}$ の符号は不明瞭であった。次に、一国の所得水準の上昇の影響については、 $g'(I_i^m)>0$ ならば、必ず $\frac{dr^N}{dI_i^m}>0$ となるが、$g'(I_i^m)<0$ ならば、$g'(I_i^m)$ の絶対値が大きいほど $\frac{dr^N}{dI_i^m}<0$ になりやすく、小さいほど $\frac{dr^N}{dI_i^m}>0$ になりやすい、という結果を得た一方で、$\frac{dr^S}{dI_i^m}$ の符号は不明瞭となった。また、南企業の食品によって健康被害をもたらされる確率が上昇することによる効果については、 $\frac{dr^N}{dP}>0$ という結果を得た一方で、 $\frac{dr^N}{dP}$ の符号は不明瞭となった。最後に、所得の再分配の規模が拡大されることによる影響として、 $\frac{dr^N}{dG}=\frac{dr^S}{dG}<0$ という結果が得られた。

以上の結果から、次の 3 つの定理が得られる。

Theorem1

(ⅰ) 経済成長に伴い所得格差が拡大する発展途上国では、国の所得水準が上昇するにつれて、先進国産の安全な食品の価格が上昇する。また、経済成長に伴って所得格差が拡大する、先進国についても、同様のことがいえる。

(ⅱ) 経済成長に伴い所得格差が縮小する先進国では、格差の縮小の仕方が大きい（小さい）ほど、所得水準が上昇するにつれて、先進国産の安全な食品の価格が低下（上昇）しやすくなる。

Theorem 2

発展途上国産の食品から健康被害が発生する確率が上昇すると、先進国産の安全な食品の価格が上昇する。

Theorem 3
政府による所得の再分配の規模が大きくなり、所得格差が更に縮小すると、先進国産の安全な食品の価格も発展途上国産の安全性に不安のある食品の価格も、同額だけ低下する。

3.2 Analysis of 2nd Stage

3.3 1st Stage

まず、北企業の食品から、各消費者が得る消費者余剰 CS^N の和を TCS^N とすると、その値は次のように表せる。

$$TCS^N = (1 - exp(-\alpha q) - r^N)\left[\left(I_i^m + \frac{g(I_i^m)}{2} - G\right) - I_i^*\right]\frac{L(I_i^m)}{g(I_i^m) - 2G}$$

同様に、南企業の食品から、各消費者が得る消費者余剰 CS^S の和を TCS^S とすると、その値は次のように表せる。

$$TCS^S = \int_{I_i^m - \frac{g(I_i^m)}{2} + G}^{I_i^*} \left[(1-P)\big(1 - exp(-\alpha q)\big) + P\left(1 - exp\big(\alpha I_i D(C)\big)\right) - r^S\right] dI_i \cdot \frac{L(I_i^m)}{g(I_i^m) - 2G}$$

消費者余剰の合計 TCS は、$TCS = TCS^N + TCS^S$ の値である。所得を再分配するだけであるので、政府のこの介入に際し、支出も収入も生じないため、政府の問題は、次のように表せる。

$$\begin{aligned}\max_G TCS = \frac{L(I_i^m)}{g(I_i^m) - 2G}\Bigg\{&(1 - exp(-\alpha q) - r^N)\left(I_i^m + \frac{g(I_i^m)}{2} - G\right)\\ &- [1 - (1-P)exp(-\alpha q) - r^S]\left(I_i^m - \frac{g(I_i^m)}{2} + G\right)\\ &+ I_i^*(Pexp(-\alpha q) + r^N - r^S)\\ &- \frac{P}{\alpha D(C)}\left[exp(\alpha D(C) I_i^*) - exp\left(I_i^m - \frac{g(I_i^m)}{2} + G\right)\right]\Bigg\}\end{aligned}$$

この最大化問題の 1 階の条件は、次の通りとなる。

$$[Pexp(-\alpha q)+(r^N-r^S)][2(I_i^*-I_i^m)+\alpha D(C)(g(I_i^m)-2G)^2]$$
$$+\frac{2P}{\alpha D(C)}\left\{exp\left(\alpha D(C)\left(I_i^m-\frac{g(I_i^m)}{2}+G\right)\right)\left[1+\alpha D(C)\left(\frac{g(I_i^m)}{2}-G\right)\right]\right.$$
$$\left.-exp(\alpha D(C)I_i^*)\right\}=0$$

最後に、最適な G が一国の所得水準 I_i^m の変化から受ける影響を考察する。表記の簡単化のため、$B\equiv 2\alpha D(C)\left(\frac{g(I_i^m)}{2}-G\right)\left(CS_i^S\Big|_{I_i=I_i^m-\frac{g(I_i^m)}{2}+G}-CS^N\right)>0$ とすると、次の関係が得られる。

$$\frac{dG}{dI_i^m}=\left(\frac{\partial r^N}{\partial I_i^m}-\frac{\partial r^S}{\partial I_i^m}\right)\frac{[2(I_i^*-I_i^m)+\alpha D(C)(g(I_i^m)-2G)^2]}{B}$$
$$-\frac{\left(CS_i^S\Big|_{I_i=I_i^m-\frac{g(I_i^m)}{2}+G}-CS^N\right)}{B}$$
$$+\frac{\alpha D(C)\left(\frac{g(I_i^m)}{2}-G\right)}{B}\left\{g'(I_i^m)\left[\begin{array}{c}2\left(CS_i^S\Big|_{I_i=I_i^m-\frac{g(I_i^m)}{2}+G}-CS^N\right)\\+\frac{3}{2}Pexp\left(\alpha D(C)\left(I_i^m-\frac{g(I_i^m)}{2}+G\right)\right)\end{array}\right]\right.$$
$$\left.+Pexp\left(\alpha D(C)\left(I_i^m-\frac{g(I_i^m)}{2}+G\right)\right)\right\}$$

ここで、最低所得 $I_i=I_i^m-\frac{g(I_i^m)}{2}+G$ の消費者は南企業の食品から高い消費者余剰を得る状況を想定しているので、$\left(CS_i^S\Big|_{I_i=I_i^m-\frac{g(I_i^m)}{2}+G}-CS^N\right)>0$ であることから、$\frac{dG}{dI_i^m}$ の符号を、次のように簡潔に表現できる。

$$\frac{dG}{dI_i^m}=\left(\frac{\partial r^N}{\partial I_i^m}-\frac{\partial r^S}{\partial I_i^m}\right)\frac{[2(I_i^*-I_i^m)+\alpha D(C)(g(I_i^m)-2G)^2]}{B}$$
$$+(\text{負の値})+[g'(I_i^m)\cdot(\text{正の値})+(\text{正の値})]$$

$g'(I_i^m)$ の符号は、発展途上国では正、先進国では負（所得水準の上昇によって格差が広がる場合は正）である。以上から少なくとも、食品から得る消費者余剰を最大化する再分配の程度は、当該国が先進国であるか発展途上国であるか（又は、国内の所得格差が経済成長に伴って拡大しているのか縮小しているのか）によって異なると示唆できる。

また、間接効果については、2nd ステージの均衡の比較静学分析の結果より、$\frac{\partial r^N}{\partial I_i^m} - \frac{\partial r^S}{\partial I_i^m} > 0$ が言える。しかし、$(I_i^* - I_i^m)$ の符号が不明瞭である。