『学習院大学　経済論集』第46巻　第1号（2009年4月）

外部経済性の考察（需要曲面分析＜その２＞）
――純社会便益の最大化と最適需要水準, 最適課税額, 及び最適補助金額――

野呂　純一*、川嶋　辰彦**、平岡　規之†

１　はじめに
２　３種類の需要曲面
　２－１　需要曲面と準導出需要曲線
　２－２　導出需要曲線と限界社会便益曲線
３　２種類の価格曲線
　３－１　価格曲線函数と限界社会費用函数
　３－２　価格曲線と限界社会費用曲線の位置関係
４　純社会便益の最大化
　４－１　最適化の手順：最適需要水準，最適課税額，及び最適補助金額
　４－２　最適化の考察：ケース－1A 及び 1B
　４－３　最適化の考察：ケース－2A 及び 2B
　４－４　最適化の考察：ケース－3A 及び 3B
５　おわりに
後記
付図
参考文献

１　はじめに

本稿の考察が拠って立つ前稿[1)]では,「『特定サービスの消費を通して消費者が覚える効用の水準に影響を及ぼす』外部経済性（正及び負）を明示的に内含する」需要曲面の構築を試み，同曲面に基づき導出需要曲線[2)]と限界社会便益曲線[3)]を求めた。本稿ではこの2曲線[4)]に，価格曲線及びそれに対応する限界社会費用曲線を加えた4本の曲線に照準を当て，次の3点を考察する。

＊　学習院大学大学院経済学研究科。
＊＊ 学習院大学経済学部。
†　三菱総合研究所。

１）川嶋・他（2007）。なお，同論文で試みた考察の淵源に川嶋（1975）がある。
２）前稿では，需要曲面に基づき求められるマクロの需要曲線を導出需要曲線と呼んだ。本稿でも，この呼称を継承して用いる。

（1）最大の社会便益[5]を齎す需要水準（即ち，最適需要水準），
（2）最大の社会便益を齎す課税徴収額（即ち，最適課税額[6]），
（3）最大の社会便益を齎す補助金交付額（即ち，最適補助金額[7]）。

上記の目的に照らし本稿では次の第2節で，前稿で構築・吟味した5種類の需要曲面から3種類の需要曲面（数値例－1，2及び3）を選択し，これらの需要曲面及び同曲面上を走る準導出需要曲線，並びに各需要曲面に基づき求められる導出需要曲線及び限界社会便益曲線について，それらの特性を簡単に再整理する。第3節では，2種類の価格曲線を導入するとともに，各々の価格曲線に対応する限界社会費用曲線について触れる。以上の準備作業の後，本稿が掲げる主要テーマの考察に移り，最適需要水準，最適課税額及び最適補助金額について第4節で論ずる。最後に，まとめの考察を第5節で簡単に記す。

2　3種類の需要曲面

2－1　需要曲面と準導出需要曲線

「特定サービスの消費が消費者に齎す効用を示す函数」の引数に当該サービスに対する仮想均衡需要水準[8]を含める観点に立ち，同水準が座標軸の一つに現われる直交3座標軸（即ち，需要水準N，価格水準P，及び仮想均衡需要水準Mを夫々意味する3本の直交座標軸）によって構成される3次元空間内に，5種類の需要曲面を前稿では描出した。本稿ではそれらのうち，次の3種類の需要曲面（即ち，数値例1～3に当たる需要曲面）を考察の対象に据える。

（1）数値例－1：「Mの全値域に亙り外部不経済性（正及び負）を全く内含しない」需要曲面[9]

需要曲面函数：$P = 0.72 - N^2 + 0 \times M$。

但し，$0.0 \leqq M \leqq 2.0$，$N \geqq 0$ 且つ $P \geqq 0$。

（2）数値例－2：「外部経済性（正及び負）に関して中立的な部分と外部不経済性を内含する部分を共に有する」需要曲面

3）前稿と同様に本稿でも，社会便益（厳密に言えば，総社会便益）を表わす計測指標として，消費者余剰（厳密に言えば，総消費者余剰）を適用する。従って本稿の考察に於いて，限界社会便益曲線と限界消費者余剰曲線は同義語となる。なお，総社会便益（gross social benefit）と純社会便益（net social benefit），及び総消費者余剰（gross consumer’s surplus）と純消費者余剰（net consumer’s surplus）は，厳密性を期す上で夫々明確に区別する必要があるが，以下では文脈上明らかな場合には煩瑣を避ける目的で，「総」及び「純」の語は省略する。

4）「効用の水準に影響を及ぼす外部経済性（正及び負）を明示的に内含する」需要曲面に基づき求められるこれら2曲線は，一般に一致せず，両者間の乖離幅の大小は，需要曲面が内含する外部経済性（正及び負）の多寡に依存する。これに対して伝統的な経済学的考察の枠組では，効用の水準に影響を及ぼす外部経済性（正及び負）は価格曲線に通常は転化されるので，マクロの需要曲線と限界社会便益曲線は一致する。

5）厳密に言えば，純社会便益。以下の項目（2）及び（3）に於いても同様。

6）厳密に言えば，外部不経済性の発現を抑制する目的で徴収される課税の最適額。

7）厳密に言えば，外部経済性（正）の発現を促す目的で交付される補助金の最適額。

8）前稿ではこの水準を「仮想需要水準」と呼んだ。しかし本稿では，意味する内容に照らしてより適切な表現と判断される「仮想均衡需要水準」なる術語を用いる。なお，仮想均衡需要水準を効用函数の引数に含める本稿の考察は，Buchanan（1965）が外部経済性について論じた「クラブの理論パラダイム」の流れを汲む。

9）即ち，「外部経済性（正及び負）に関して中立的な」需要曲面。

需要曲面函数：①$0.0 \leqq M \leqq 0.4$ のとき，$P = 2 - N^2 + 0 \times M$。
但し，$N \geqq 0$ 且つ $P \geqq 0$。
②$0.4 < M \leqq 1.4$ のとき，$P = 2 - N^2 - 2(M - 0.4)N^2$。
但し，$N \geqq 0$ 且つ $P \geqq 0$。

（3）数値例－3：「外部経済性（正）並びに外部不経済性を共に内含する」需要曲面
需要曲面函数：$P = 2 - N^2 - 2(M - 0.8)^2$。
但し，$0.0 \leqq M \leqq 2.0$，$N \geqq 0$ 且つ $P \geqq 0$。

上記の数値例－1，2及び3が示す需要曲面をN-M-P空間内に描くと，付図の図A1を得る。同図の需要曲面上には準導出需要曲線が，数値例別にトレッキング・ルートのイメージ[10)]により描かれており，それらは次の連立方程式により表わされる。

（1）数値例－1に当たる需要曲面上を走る準導出需要曲線

$$\begin{cases} P = 0.72 - N^2 + 0 \times M \\ M = N \end{cases}$$

但し，$0.0 \leqq M \leqq 2.0$，$N \geqq 0$ 且つ $P \geqq 0$。

（2）数値例－2に当たる需要曲面上を走る準導出需要曲線
①$0.0 \leqq M \leqq 0.4$ のとき，

$$\begin{cases} P = 2 - N^2 + 0 \times M \\ M = N \end{cases}$$

但し，$N \geqq 0$ 且つ $P \geqq 0$。

②$0.4 < M \leqq 1.4$ のとき，

$$\begin{cases} P = 2 - N^2 - 2(M - 0.4)^2 \\ M = N \end{cases}$$

但し，$N \geqq 0$ 且つ $P \geqq 0$。

（3）数値例－3に当たる需要曲面上を走る準導出需要曲線

$$\begin{cases} P = 2 - N^2 - 2(M - 0.8)^2 \\ M = N \end{cases}$$

但し，$0.0 \leqq M \leqq 1.8$，$N \geqq 0$，$P \geqq 0$。

２－２　導出需要曲線と限界社会便益曲線

需要曲面上を走る準導出需要曲線をN-P平面へ正射影すると，導出需要曲線が幾何学的に得られる。代数的には，需要曲面函数 $h(N, M)$ に $M = N$ を代入することにより得られる。何れにせよ需要曲面に依拠して求められる導出需要曲線は，数値例別に次の様に示される。

（1）数値例－1に当たる需要曲面に基づき求められる導出需要曲線
$P = 0.72 - N^2$。
但し，$N \geqq 0$ 且つ $P \geqq 0$。

10）トレッキング・ルートのイメージについては，川嶋・他（2007）の212頁を参照されたい。

（2）数値例－2に当たる需要曲面に基づき求められる導出需要曲線

①0.0≦N≦0.4のとき，

$P = 2 - N^2$。

②0.4＜Nのとき，

$P = 1.68 + 1.6N - 3N^2$。

但し，P≧0。

（3）数値例－3に当たる需要曲面に基づき求められる導出需要曲線

$P = 0.72 + 3.2N - 3N^2$。

但し，N≧0 且つ P≧0。

他方，限界社会便益曲線は，下記の計算を介して需要曲面から求められる。

$$\mathrm{MSB(N)} = \mathrm{dGCS(N)/dN}$$

$$= d\left[\int_0^N h(N, M)dN\right]_{M=N} / dN$$

但しMSB（N）：限界社会便益函数[11]，

GCS（N）：消費者余剰函数[12] 又は社会便益函数[13]

h（N, M）：需要曲面函数。

計算の結果，数値例別に得られる限界社会便益曲線は，次のとおりである。

（1）数値例－1に当たる需要曲面に基づき求められる限界社会便益曲線

$P = 0.72 - N^2$。

但し，N≧0 且つ P≧0。

（2）数値例－2に当たる需要曲面に基づき求められる限界社会便益曲線

①0.0≦N≦0.4のとき，

$P = 2 - N^2$。

②0.4＜Nのとき，

$P = 1.68 + 3.2N - 7N^2$。

但し，P≧0。

（3）数値例－3に当たる需要曲面に基づき求められる限界社会便益曲線

$P = 0.72 + 6.4N - 7N^2$。

但し，N≧0 且つ P≧0。

上で求めた導出需要曲線と限界社会費用曲線を，数値例別に同一のN-P空間内に描くと付図の

11）厳密に言えば，限界総社会便益函数（function for marginal gross social benefit）。

12）厳密に言えば，総消費者余剰函数（function for gross consumer’s surplus）。

13）厳密に言えば，総社会便益函数（function for gross social benefit）。

図A2を得る。同図で導出需要曲線と限界社会便益曲線の相対的位置関係を見ると，数値例－1の場合，両曲線は一致し，単調減少を示す。数値例－2の場合，$0.0 \leqq N \leqq 0.4$のとき両曲線は一致し，単調減少を示す。その後Nが0.4を超えると，両曲線は乖離しはじめる。その際，限界社会便益曲線は導出需要曲線よりも早い速度で減少するので，前者は後者の下側に位置し，Nの増加とともに両者の乖離幅は拡大する。数値例－3の場合，両曲線は互いに異なり（但し，交点KのN座標値0.8に対してのみ両者は一致する）共に上向きに凸である。限界社会便益曲線はNが0.8未満のとき導出需要曲線の上側に位置し，Nが0.8を超えると導出需要曲線の下側に位置する。

ここで，「Mの全値域に亙り外部経済性（正）を内含する」需要曲面の数値例を，参考までに付図の図A3[14] で紹介しておく。この需要曲面に関する「社会便益の最大化を試みる最適化の考察」は，本稿では割愛し別稿に譲るが，同曲面に基づき求められる導出需要曲線[15] と限界社会便益曲線[16] について眺めると，付図の図A4が示すとおり，共に上向きに凸であり，前者は常に後者の下側に位置する（但し，$N＝0.0$のときは両者一致する）。

３　２種類の価格曲線

３－１　価格曲線函数と限界社会費用曲線函数

本稿が据える主要テーマの考察に向けた更なる準備として，次に示す，消費者に対する2種類の価格曲線を導入する。[17]

（1）価格曲線類例－A：「外部経済性（正及び負）を内含しない」価格曲線[18]

価格曲線函数：$P＝a$。

但し，aは定数（$a \geqq 0$）且つ$N \geqq 0.0$。

（2）価格曲線類例－B：「外部不経済性を内含する」価格曲線[19]

価格曲線函数：①$0.0 \leqq N \leqq 0.4$のとき，

$P＝b$。

但し，bは定数（$b \geqq 0$）。

14）図A3に描かれている需要曲面を表わす函数は，$P = 0.72 - N^2 + 0.75M^{0.75}$。但し，$0.0 \leqq M \leqq 2.0$，$N \geqq 0$ 且つ$P \geqq 0$。また，同図に描かれる準導出需要曲線は，次の連立方程式によって表わされる。

$$\begin{cases} P = 0.72 - N^2 + 0.75M^{0.75} \\ M = N \end{cases}$$

但し，$0.0 \leqq M \leqq 2.0$，$N \geqq 0$ 且つ$P \geqq 0$。

15）導出需要曲線を表わす函数は，$P = 0.72 - N^2 + 0.75N^{0.75}$。但し，$N \geqq 0$ 且つ$P \geqq 0$。

16）限界社会便益曲線を表わす函数は，$P = 0.72 - N^2 + 1.3125N^{0.75}$。但し，$N \geqq 0$ 且つ$P \geqq 0$。

17）これらの価格曲線（price curve）は，外部経済性（正及び負）を内含するか否かの観点により類例化されているが，この類例化の基準は必ずしも必然性に拠るものではなく単に考察の便宜上設けたものである。なお，ここでの価格曲線は生産者に対する価格曲線ではなく，消費者に対する価格曲線を意味するので，「消費者に対する費用曲線（cost curve for consumers）」，「費用曲線（cost curve）」，「個人費用曲線（private cost curve）」，又は「平均費用曲線（average cost curve）」とも呼ばれる。

18）厳密に言えば，「外部経済性（正及び負）を内含しない」消費者に対する価格曲線。

19）厳密に言えば，「外部不経済性を内含する」消費者に対する価格曲線。

②N＞0.4 のとき，

$P = b + 0.5(N - 0.4)^2$。

但し，b は定数（b≧0）。

上で導入した価格曲線に基づき，次の限界社会費用[20]曲線が類例別に求められる。

（1）類例－A に属する価格曲線に基づき求められる限界社会費用曲線

$P = a$。

但し，a は定数（a≧0）且つ N≧0.0。

（2）類例－B に属する価格曲線に基づき求められる限界社会費用曲線

①0.0≦N≦0.4 のとき，

$P = b$。

但し，b は定数（b≧0）。

②N＞0.4 のとき，

$P = b + 0.5(N - 0.4)^2 + (N - 0.4)N$。

但し，b は定数（b≧0）。

３－２　価格曲線と限界社会費用曲線の位置関係

上述した価格曲線と限界社会費用曲線を，同一のN-P空間内に類例別に描くと図１を得る。同図から明きらかなように類例－A に属する価格曲線の場合，価格PはN値に関わりなく一定（＝a）であり[21]，限界社会費用曲線は価格曲線に一致する。これに対して類例－B に属する価格曲線の場合，価格Pは0.0≦N≦0.4 のとき一定（＝b）であり，N＞0.4 のとき増加する[22]。

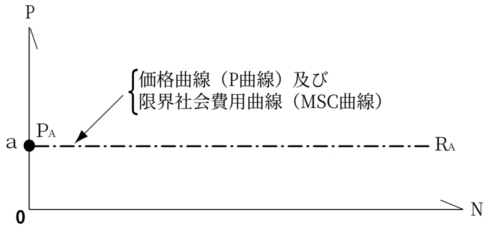
20）価格曲線が費用曲線と呼ばれることも手伝って，価格と需要水準の積は社会費用（social cost）（より厳密に言えば総社会費用，gross social cost）と呼ばれる。社会費用を需要水準で微分した値が，限界社会費用（より厳密に言えば限界総社会費用，marginal gross social cost）として定義される。

21）即ち，類例－A に属する価格曲線は，平均費用一定の特性（厳密に言えば，「消費者に対する平均費用」一定の特性）を有する。

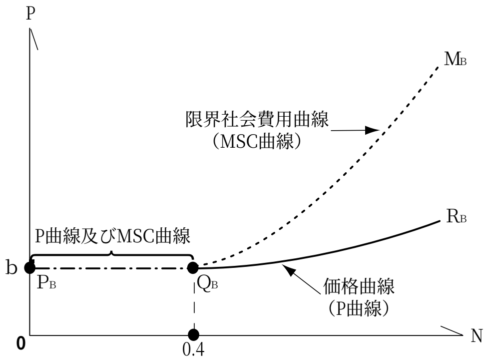
22）即ち，類例－B に属する価格曲線は，0.0≦N≦0.4 の値域に対し平均費用一定の特性を有し，N＞0.4 の値域に対し平均費用逓増の特性（厳密に言えば，「消費者に対する平均費用」逓増の特性）を有する。「消費者に対する平均費用」逓増の特性を有する価格曲線は，混雑している道路の利用者が互いに及ぼし合う外部不経済性（即ち，混雑の外部不経済性，集積の外部不経済性，又は過密の外部不経済性などと呼ばれる概念の下で扱われる外部不経済性）の考察に当たり，最適な交通混雑税（即ち，交通混雑の外部不経済性の発現を抑制する目的で徴収される最適課税額）を論ずる際にしばしば適用される。このような背景との関わりに照らし，最適な交通混雑税を対象に第二筆者が試みた考察を纏めた論文，及びそれらの試みが主たる考察対象としている論文を挙げると，例えばWalters（1961），Kawashima（1980，1990），Else（1981，1982），及びNash（1982）がある。ところで上で触れたように，類例－B に属する「消費者に対する価格曲線（換言すれば，需要側の価格曲線）」は，外部不経済性を内含するが故に平均費用逓増の特性を有し，その好個の具体的な価格曲線例として，「混雑の外部不経済性（external diseconomies of congestion）を内含する」価格曲線がある。翻って，供給側の価格曲線の中で平均費用逓増の特性（厳密に言えば，「生産者に対する平均費用」逓増の特性）を有するものに目を遣ると，例えば「生産規模に関する内部不経済性（internal diseconomies of production scale）（即ち，「規模の内部不経済性」，又は「集積の内部不経済性」などと呼ばれる概念のもとに扱われる内部不経済性）を内含する」価格曲線がある。

図１　２種類の価格曲線とそれらに夫々対応する限界社会費用曲線

（a）「外部経済性（正及び負）を内含しない水平な価格曲線」及び同価格曲線に対応する「限界社会費用曲線」：
価格曲線類例－A



（b）「外部不経済性を内含する価格曲線」及び同価格曲線に対応する「限界社会費用曲線」：
価格曲線類例－B



〔注〕

（1）N 及び P は，夫々需要水準及び価格水準を示し，P曲線及びMSC曲線は，夫々価格曲線（price curve）及び限界社会費用曲線（marginal social cost curve）を示す。なお本稿で扱う価格曲線は，「生産者に対する費用曲線」ではなく，「消費者に対する費用曲線」を意味し，同曲線は費用曲線（cost curve），個人費用曲線（private cost curve）又は平均費用曲線（average cost curve）とも呼ばれる。

（2）価格曲線類例－Aとして示される価格曲線（平均費用一定の特性を有する価格曲線）及び同価格曲線に対応する限界社会費用曲線：

P＝a。**但し，**a **は定数（**a≧0**）且つ** N≧0.0。

（両曲線は一致し，ともに直線に転化している。）

（3）価格曲線類例－Bとして示される価格曲線（平均費用逓増の特性を有する〈より厳密には，Nが小さいとき平均費用一定の特性を有し，Nが特定値より大きくなると平均費用逓増の特性を有する〉価格曲線）：

（i）0.0≦N≦0.4 **のとき，**P＝b。**但し，**b **は定数（**b≧0**）。**

（ii）N＞0.4 **のとき，**$P = b + 0.5(N - 0.4)^2$。**但し，**b **は定数（**b≧0**）。**

（4）価格曲線類例－Bとして示される価格曲線に対応する限界社会費用曲線：

（i）0.0≦N≦0.4 **のとき，**P＝b。**但し，**b **は定数（**b≧0**）。**

（ii）N＞0.4 **のとき，**$P = b + 0.5(N - 0.4)^2 + (N - 0.4)N$。**但し，**b **は定数（**b≧0**）。**

（5）本図が示す2種類の価格曲線には，Nの広い領域にわたり平均費用逓減の特性を有する価格曲線が含まれていないことに留意されたい。この種の価格曲線類例に関する考察は，別稿で改めて試みることにする。

従って限界社会費用曲線は，0.0≦N≦0.4 のとき価格曲線に一致し，N＞0.4 のとき価格曲線の上側に位置する。また，両者の乖離幅はNの増加とともに拡大する。

ところで，上で導入した価格曲線類例には，「外部経済性（正）を内含する」価格曲線[23)]が含まれていないが，この種の類例に属する価格曲線を対象とする社会便益最大化の考察は，本稿では割愛し別稿で改めて試みる。

4　純社会便益の最大化

本節ではまず，純社会便益を最大化する手順について述べる。次いで，上述した3種類の需要曲面（数値例－1～3）に対して，純社会便益の最大化を試みる。[24)] その際，数値例毎に，上述した2種類の価格曲線類例（類例－A及びB）に属する価格曲線の具体的な函数形を，設定する。

4－1　最適化の手順：最適需要水準，最適課税額，及び最適補助金額

以下では，総社会便益の計測指標として，本稿では総消費者余剰[25)] を適用し，純社会便益[26)]の最大化を論ずる。なお，純社会便益を最大化する，最適需要水準，最適課税額，及び最適補助金額を求める一般的な手順は，表１が示すとおりである。

表１　「外部経済性（正又は負）が存在する市場に於ける純社会便益（即ち，純消費者余剰）を最大化する『最適需要水準』，『最適課税額』及び『最適補助金額』」を求める手順

本稿の考察では，総社会便益の計測指標として総消費者余剰を適用する。この設定の下で最適需要水準，最適課税額，及び最適補助金額を求めるには，一般に，グラフによる幾何学的アプローチと，数式による代数的アプローチが可能である。

〔1〕グラフに拠るアプローチ

（1）限界社会便益曲線及び限界社会費用曲線を，夫々MSB 及び MSC で表わし，需要水準及び価格水準を夫々 N 及び P で表わす。

（2）N≧0 の値域に於いて，MSB曲線と MSC曲線の交点を求め点 J とする。交点が複数存在する場合には，それらの中で，非負の純社会便益を最大化する点を点 J とする。

（3）上記（2）のステップで定めた点 J が最適点にあたり，点 J に対応する N の値を N_J とおくと，N_Jは最

23）即ち，Nの減少函数として示される価値曲線。換言すれば，平均費用逓減の特性（厳密に言えば，「消費者に対する平均費用」逓減の特性）を有する価格曲線。

24）即ち，最大の純社会便益を保障する，最適需要水準並びに最適課税額又は最適補助金額を求める。

25）本稿に於いて総消費者余剰（即ち，総社会便益）は，「純消費者余剰（即ち，純社会便益）」と「消費者が支払う総支出額（即ち，総社会費用）」の和として，定義される。

26）本稿に於いて純社会便益は，総社会便益から総社会費用を減じた差として定義されるが，特定の需要水準に対して算出される総社会便益は，限界社会便益曲線（厳密に言えば，限界総社会便益曲線）を，0.0から当該需要水準の値まで積分することによって得られる（固定総社会便益が存在しないと仮定できる場合）。また，総社会費用は，「需要水準」と「当該需要水準に対応する価格曲線函数（即ち，費用曲線函数又は費用函数）の値」の積として定義される。よって特定の需要水準に対して算出される総社会費用は，限界社会費用曲線（厳密に言えば，限界総社会費用曲線）を0.0から当該需要水準の値まで積分することによって得られる（固定総社会費用が存在しないと仮定できる場合）。従って純社会便益は図式的に述べると，上から限界社会便益曲線に，下から限界社会費用曲線に囲まれる図形の面積に等しい（固定総社会便益及び固定総社会費用が存在しないと仮定できる場合）。

適需要水準を示す。

（4）導出需要曲線及び価格曲線（即ち，個人費用曲線）を，夫々 DD 及び P で表わす。

（5）上記（2）のステップで求めた J 点を通る垂直線を引き，同直線が DD曲線及び P曲線と交わる点を，夫々点 J_T 及び点 J_U とする。

（6）点 J_T が，点 J_U の上側に位置する場合には線分 $\overline{J_TJ_U}$ の長さが最適課税額を表わす。点 J_T が点 J_U の下側に位置する場合，線分 $\overline{J_UJ_T}$ の長さは最適補助金額を表わす。また，両点が一致する場合には，レッセ・フェール市場が純社会便益の最大化を齎しているので，外部不経済性を抑制する課税徴収，又は外部経済性（正）を促す補助金交付は，不必要となる。

（7）上記（2）及び（3）のステップで，MSC曲線が MSB曲線の上側に位置するために両曲線の交点が存在しない場合，或いは交点が一つ又は複数存在してもそれらに対応する純社会便益が全て負値をとる場合が生じ得る。このとき，外部経済性（正又は負）に関する課税徴収又は補助金交付をめぐる考察は，「非負の純社会便益最大化」を試みる観点に立つと無意味となる。なお，端点問題が生じる場合には，上述の手順に準じた別途のステップを踏む必要がある。

〔２〕数式に拠るアプローチ

（1）限界社会便益函数及び限界社会費用函数を，夫々MSB(N) 及び MSC(N) とおく。なお，N は需要水準を示す。

（2）「MSB(N) ＝MSC(N) 且つ N≧0」の条件を満足する N 値を求め，その値をN*とおく。なお，N 値の解が複数存在する場合には，それらの中で，非負の純社会便益を最大化する N 値を選択し，その値を N*とおく。

（3）上記（2）のステップで求めた N*が，最適需要水準にあたる。

（4）導出需要函数及び価格函数を，夫々 DD(N) 及び P(N) とおき，便宜函数TS(N) を，次のように定義する。

$$TS(N) \equiv DD(N) - P(N)$$ 。

（5）TS(N*) （即ち，DD(N*) －C(N*) ）を算出する。

（6）TS(N*) が非負の場合，同値が最適課税額となる。負の場合には，TS(N*) の絶対値（即ち，|TS(N*)| ）が最適補助金額となる。

（7）上記（2）及び（3）のステップに於いて，①全てのN（≧0）に対して「MSC(N) ＞MSB(N) 」である場合，又は②「MSC(N) ＝MSB(N)且つ N≧0」の条件を満足するN値の解が一つ又は複数存在しても，それらに対応する純社会便益が全て負値をとる場合には，外部経済性（正又は負）に関する課税徴収又は補助金交付をめぐる考察は，「非負の純社会便益最大化」を試みる観点に立つと無意味となる。なお，端点問題が生じる場合には，上述の手順に準じた別途のステップを踏む必要がある。

〔3〕備考（1）

外部経済性（正又は負）に関する「最適課税額」及び「最適補助金額」の導出を考察の対象とする場合，一般に次の二つのテーマをめぐる吟味が随伴的に求められる。

（1）徴収された課税収入の支出配分，

（2）補助金を補填・交付するためにたよるべき財源。

また，上のテーマとの関連で，組織内内部所得移転に関する考察も肝要である。しかし本稿の主目的は，外部不経済税及び外部経済（正）補助金を最適化する試みを支える基本的枠組に照準を当てて論ずる点にあるので，上記の税収配分及び財源調達の問題に本稿では立ち入らない。

備考（2）

本稿では，消費者に対する価格曲線から限界社会費用曲線を導出した。他方，より厚生経済学的な「公益事業の価格設定に関する考察」（即ち，「公益事業が生産する財・サーヴィスに対する望ましい価格・料金を定める規範的考察」）試みるにあたって適用される限界費用価格形成原理（即ち，限界費用価格設定基準）のパラダイムでは，生産者に対する価格曲線から限界社会費用曲線を導出する分析が求められ，このテーマは次稿以後で予定している考察と関係する。しかし，本稿では消費者の効用水準に影響を及ぼす外部経済性（正及び負）を論ずる目的で，消費者に対する価格曲線を考察の主たる対象に据えているので，この論点についてこれ以上立ち入らない。

同表には，グラフに拠るアプローチと数式によるアプローチが提示されているが，前者に則り手順の要点を纏めると，次の様に整理できる。

（1）限界社会便益曲線と限界社会費用曲線の交点が最適点にあたり，この点に対応する需要水準が最適需要水準となる。

（2）最適点を通る垂線が導出需要曲線及び価格曲線と交わる点を夫々J_T及びJ_Uとすると，
①点J_Tが点J_Uの上側に位置する場合，線分$\overline{J_TJ_U}$の長さが最適課税額となり，
②点J_Tが点J_Uの下側に位置する場合，線分$\overline{J_UJ_T}$の長さが最適補助金額となる。[27]

実際，最適化の手順の主な狙いは，以下の点にある。即ち，価格曲線と導出需要曲線の交点が均衡点として定義されるが，この「均衡点に対応する需要水準（即ち，均衡需要水準）」と，「最適点に対応する需要水準（即ち，最適需要水準）」の間に乖離が見られる場合，課税徴収又は補助金交付を介した「価格による需要調整」を通して，調整後の均衡需要水準を調整前の最適需要水準に一致させることにある。[28]

上述の手順はその意味で，原則的に均衡点が課税徴収前又は補助金交付前に存在することを前提に置く。しかし興味深いことに需要曲面分析的考察では, この原則が満足されない場合[29]でも，最適補助金額の値を時により特定化できる。例えば，価格曲線が常に導出需要曲線の上側に位置するが故に均衡点が存在しない場合でも，限界社会便益曲線と限界社会費用曲線の交点（即ち，最適点）が存在すれば,「非負値を示す純社会便益」の最大化を齎す最適補助金額を，時により特定化できる。このテーマについては，第４－４節でケース－3A6及びケース－3B4を吟味する際に改めて少しく論じ，需要曲面分析的アプローチが可能とするささやかな論理的辺境の地に遊ぶ。

さて，次の第４－２節からは具体的な最適化の考察をケース別に順次試みるが，その前に以下の2点[30]について簡単に付言しておく。

（1）最適課税額として徴収される税収の配分基準が不適切であると，表１が示す手順に従っても純社会便益の最大化が必ずしも実現しない。同様なことは，最適補助金額の補填・交付に必要な財源の調達基準が不適切な場合にも，起こり得る。

（2）公益事業[31]が生産する，財・サービスに対する適性価格を語るとき，その設定規範を謳う主要命題に限界費用価格形成原理[32]がある。同原理が適用する限界社会費用曲線

27）即ち，最適点を通る垂線を，導出需要曲線と価格曲線が上と下から挟み込む線分の長さが，最適課税額に等しく，価格曲線と導出需要曲線が上と下から挟み込む線分の長さが，最適補助金額に等しい。

28）より具体的に言えば主な狙いは，均衡需要水準が最適需要水準を上回るとき，外部不経済性の発現を抑制する目的の課税徴収を介して，前者を引き下げて後者に一致させることにあり，逆に均衡需要水準が最適需要水準を下回るとき，外部経済性（正）の発現を促す目的の補助金交付を介して，前者を引き上げて後者に一致させることにある。

29）即ち，均衡点が課税徴収前又は補助金交付前に存在しない場合。

30）これらは，本稿の考察を進める上で等閑視すべからざる課題であるが，遺憾ながらここではこれ以上立ち入らない。

31）自然独占の特性を呈する必然性の高い事業である。

32）限界社会費用価格形成原理に関する啓発的且つ含蓄豊富な労作に，例えば大石（2005，特に205頁以降）がある。

は，生産者に対する価格曲線[33]から導き出されるもので，本稿で用いる，消費者に対する価格曲線[34]から導き出される限界社会費用曲線とは異なる。従って，本稿が試みる需要曲面分析的考察を，より厚生経済学的な限界費用価格形成原理のパラダイムに馴染む方向へも梶取りして行く上で，別途に供給曲面分析的考察の展開が乞われる。

４－２　最適化の考察：ケース－1A 及び 1B

ここでは，数値例－1に当たる需要曲面に対して，純社会便益の最大化を試みる。その際，類例－Aに属する具体的な価格曲線と類例－Bに属する具体的な価格曲線を，夫々一つずつ設定する。

４－２－１　ケース－1A

図２が示すように，次式で表わされる価格曲線 P_1E を設定する。

$P = 0.25$。但し，$N \geqq 0.0$。

このとき，限界社会費用曲線は価格曲線に一致する。また本ケースに於いて，限界社会便益曲線は導出需要曲線AECに一致する（ケース－1Bに於いても同様）。よって，均衡点（E）と最適点（J）は一致する。当然のことながら，均衡解（N_E）と最適解（N_J）は一致するので，レッセ・フェール市場は純社会便益の最大化を実現する。従って，外部不経済性の発現を抑制する目的の課税徴収も，外部経済性（正）の発現を促す目的の補助金交付も，ともに不要である。なお，レッセ・フェール市場の機能により自ら最大化されている純社会便益は，図形 AP_1J の面積（0.2148）に等しい。

４－２－２　ケース－1B

図３が示すように，次式で表わされる価格曲線 P_1QE を設定する。

$0.0 \leqq N \leqq 0.4$ のとき，$P = 0.25$。

$N > 0.4$ のとき，$P = 0.25 + 0.5(N - 0.4)^2$。

このとき，限界社会費用曲線 P_1QJ は次式で表わされる。

$0.0 \leqq N \leqq 0.4$ のとき，$P = 0.25$。

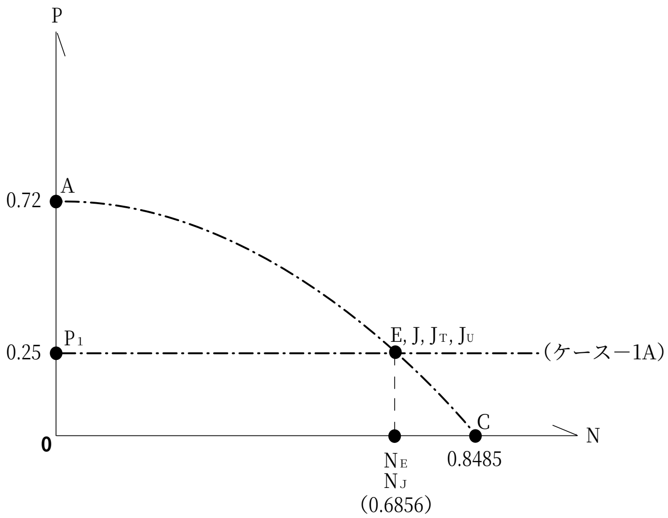
$N > 0.4$ のとき，$P = 0.25 + 0.5(N - 0.4)^2 + (N - 0.4)N$。

図から明きらかなように本ケースの場合，均衡点（E）と最適点（J）は異なる。よって，均衡解（N_E）と最適解（N_J）は乖離し，前者は後者より大きな値を示す。従って，純社会便益を最大化するためには，「費用側面で生ずる外部不経済性（効用面で生ずる外部不経済性ではない）」の発現を抑制する課税の徴収により，均衡解の値を最適解の値にまで引き下げる必要がある。この際に適用すべき最適課税額は，線分 $\overline{J_TJ_U}$ の長さ（0.1091）に等しく，純社会便益の最大値は図形 AP_1QJ の面積（0.1982）に等しい。

33）換言すれば，供給側の価格曲線。

34）換言すれば，需要側の価格曲線。

図２　数値例－１に対する純社会便益の最大化：
価格曲線が外部経済性（正又は負）を内含しない場合
（価格曲線が類例－Ａに属する場合：ケース－1A）



〔注〕

（1）曲線 AEC**：DD曲線及び MSB曲線を示し，次式で表わされる（ケース－1A）。**
　　$P=0.72-N^2$。**但し，**$N\geqq 0.0$ **且つ** $P\geqq 0.0$。
　　（数値例－1の場合，DD曲線とMSB曲線は一致する。）

（2）曲線 P_1E**：P曲線及びMSC曲線を示し，次式で表わされる。**
　　$P=0.25$。**但し，**$N\geqq 0.0$。
　　（価格曲線類例－Ａの場合，P曲線及びMSC曲線は一致し，ともに直線に転化している。）

（3）N及びPは夫々需要水準及び価格水準を示す。また，DD曲線，MSB曲線，P曲線及びMSC曲線は，夫々，導出需要曲線（derived demand curve），限界社会便益曲線（marginal social benefit curve），価格曲線（price curve），及び限界社会費用曲線（marginal social cost curve）を意味する。（以下の図に於いても同様とする。）

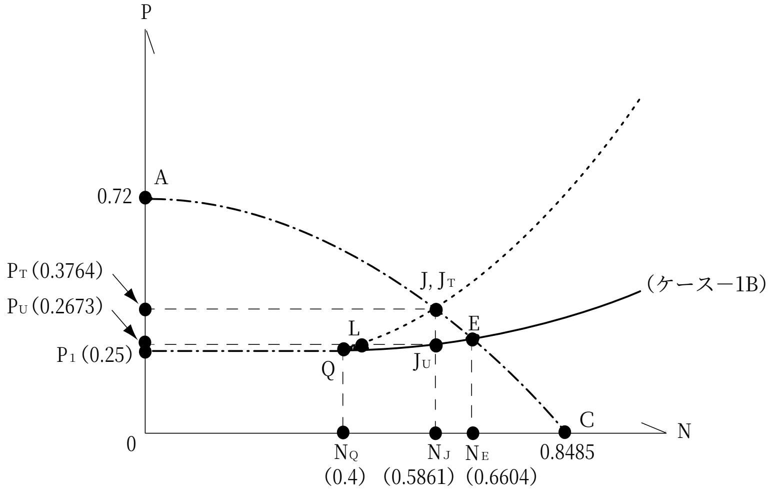
（4）本図では，均衡点（点E）と最適点（点J）が一致する。従って，Nの均衡解（点N_E**）と最適解（点**N_J**）が一致する。即ち，レッセ・フェール市場は，純社会便益の最適化（即ち，純社会便益の最大化）を齎す。よって，外部不経済性に関する課税徴収，又は外部経済性（正）に関する補助金交付は，不要となる。なお厳密に言えば，本図が示す均衡解（又は均衡点）は，部分均衡解（又は部分均衡点）を意味する（以下の図に於いても同様とする）。**

（5）図形 AP_1J **の面積（0.2148）：純社会便益の最大値。**

（6）本図では固定総社会便益（fixed gross social benefit）〔又は固定総消費者余剰（fixed gross consumer's surplus）〕及び固定総社会費用（fixed gross social cost）の存在を仮定していない。本稿の考察ではこの仮定の下でも一般性が著しく損なわれることはないので，以下の図に於いても同様な仮定を適用する。

（7）本図で示される数値は，必要に応じ「小数点以下第5位を四捨五入し，小数点以下第4位まで求めた値」を表わす（以下の図に於いても同様とする）。

図３　数値例－１に対する純社会便益の最大化：
価格曲線が外部不経済性を内含する場合
（価格曲線が類例－Ｂに属する場合：ケース－1B）



〔注〕

（1）曲線AEC**：DD曲線及び MSB曲線。**
　　　（曲線の函数式は図２を参照）

（2）曲線P_1QE**：P曲線を示し，次式で表わされる（ケース－1B）。**
　　　$0.0 \leqq N \leqq 0.4$ **のとき，**$P = 0.25$。
　　　$N > 0.4$ **のとき，**$P = 0.25 + 0.5(N - 0.4)^2$。

（3）曲線P_1QJ**：MSC曲線を示し，次式で表わされる。**
　　　$0.0 \leqq N \leqq 0.4$ **のとき，**$P = 0.25$。
　　　$N > 0.4$ **のとき，**$P = 0.25 + 0.5(N - 0.4)^2 + (N - 0.4)N$。

（4）本図では，均衡点（点E**）と最適点（点**J**）は異なる。従って**N **の均衡解（点**N_E**）と最適解（点**N_J**）の間に乖離が見られ，レッセ・フェール市場は純社会便益の最適化を保障しない。ここでは，線分**$\overline{J_TJ_U}$ **の長さ（0.1091）に等しい外部不経済税（即ち，外部不経済性に対する最適課税額）を各消費者から徴収することにより，純社会便益が最大化される。**

（5）図形 AP_1QJ **の面積（0.1982）：ケース－1B に対する純社会便益の最大値。**

（6）点E**の座標**（N, P）**：（0.6604, 0.2839）。**

４－３　最適化の考察：ケース－2A及び2B

ここでは，数値例－２に当たる需要曲面に対して，純社会便益の最大化を試みる。その際，類例－Ａに属する具体的な価格曲線を二つ，類例－Ｂに属する具体的な価格曲線を一つ設定する。

４－３－１　ケース－2A1

図４が示すように，次式で表わされる価格曲線P_1Eを設定する。

$P = 0.5$。但し，$N \geqq 0.0$。

このとき，限界社会費用曲線は価格曲線に一致する。しかし，$0 \leqq P \leqq 1.84$のとき，導出需要曲線ABCと限界社会便益曲線A'B'C'は一致するが，$P > 1.84$のとき，両曲線は乖離する（導出需要曲線と限界社会費用曲線の間に見られるこの関係は，ケース－2A2及びケース－2Bに於いても同様）。よって，均衡点（E）と最適点（J）は異なり，均衡解（N_E）と最適解（N_J）は乖離する（ここでは$N_E > N_J$）。従って，純社会便益を最大化するためには，「効用側面で生ずる外部不経済性（費用側面で生ずる外部不経済性ではない）」の発現を抑制する課税の徴収に拠り，均衡解の値を最適解の値にまで引き下げる必要がある。この際に適用すべき最適課税額は，線分J_TJ_Uの長さ（0.8339）に等しく，純社会便益の最大値は図形$A'P_1JB$の面積（0.8097）に等しい。

４－３－２　ケース－2A2

上図（図４）が示すように，次式で表わされる価格曲線P_2E_2を設定する。

$P = P_2 = 1.92$。但し，$N \geqq 0.0$。

このとき，価格曲線，限界社会費用曲線，導出需要曲線，及び限界社会便益曲線の相対的位置関係は，ケース－１Aと同様であり，均衡点E_2と最適点J_2は一致し，均衡解（N_{E2}）と最適解（N_{J2}）も一致する。従って，レッセ・フェール市場は自ら純社会便益の最大化を実現するので，外部不経済性（正及び負）に関する課税徴収も，補助金交付も，ともに不要である。なお，レッセ・フェール市場の機能により自ら最大化されている純社会便益は，図形$A'P_2J_2$の面積（0.0151）に等しい。

４－３－３　ケース－2B

図５が示すように，次式で表わされる価格曲線P_1QEを設定する。

$0.0 \leqq N \leqq 0.4$のとき，$P = 0.5$。

$N > 0.4$のとき，$P = 0.5 + 0.5(N - 0.4)^2$。

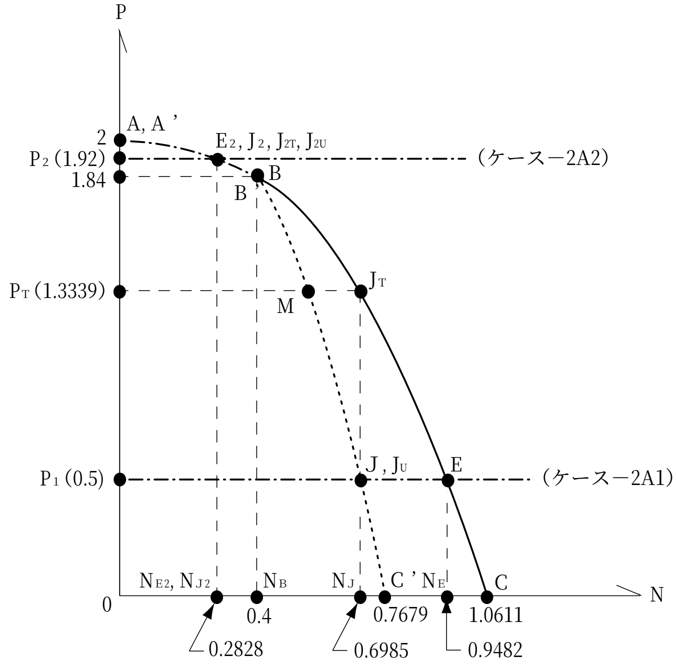
このとき，限界社会費用曲線P_1QJは次式で表わされる。

$0.0 \leqq N \leqq 0.4$のとき，$P = 0.5$。

$N > 0.4$のとき，$P = 0.5 + 0.5(N - 0.4)^2 + 0.5(N - 0.4)N$。

図から明きらかなように本ケースの場合，均衡点（E）と最適点（J）は異なる。よって均衡解（N_E）と最適解（N_J）は乖離する（ここでは$N_E > N_J$）。従って，純社会便益を最大化するためには，「効用側面で生ずる外部不経済性」と「費用側面で生ずる外部不経済性」を抑制す

図４　数値例－2に対する純社会便益の最大化：
価格曲線が外部経済性（正又は負）を内含しない場合
（価格曲線が類例－Ａに属する場合：ケース－2A1及び2A2）



〔注〕

（1）曲線 ABC **：DD曲線を示し，次式で表わされる。**
　　$0.0 \leqq N \leqq 0.4$ **のとき，** $P=2-N^2$。
　　$N>0.4$ **のとき，** $P=1.68+1.6N-3N^2$。**但し，** $P \geqq 0$。

（2）曲線A’B’C’**：MSB曲線を示し，次式で表わされる。**
　　$0.0 \leqq N \leqq 0.4$ **のとき，** $P=2-N^2$。
　　$N>0.4$ **のとき，** $P=1.68+3.2N-7N^2$。**但し，** $P \geqq 0$。

（3）曲線P_1E**：P曲線及び MSC曲線を示し，次式で表わされる（ケース－2A1）。**
　　$P=0.5$。**但し，** $N \geqq 0.0$。
　　（両曲線は一致し，ともに直線に転化している。）

（4）曲線P_2E_2**：P曲線及び MSC曲線を示し，次式で表わされる（ケース－2A2）。**
　　$P=P_2=1.92$。**但し，** $N \geqq 0.0$。
　　（両曲線は一致し，ともに直線に転化している。）

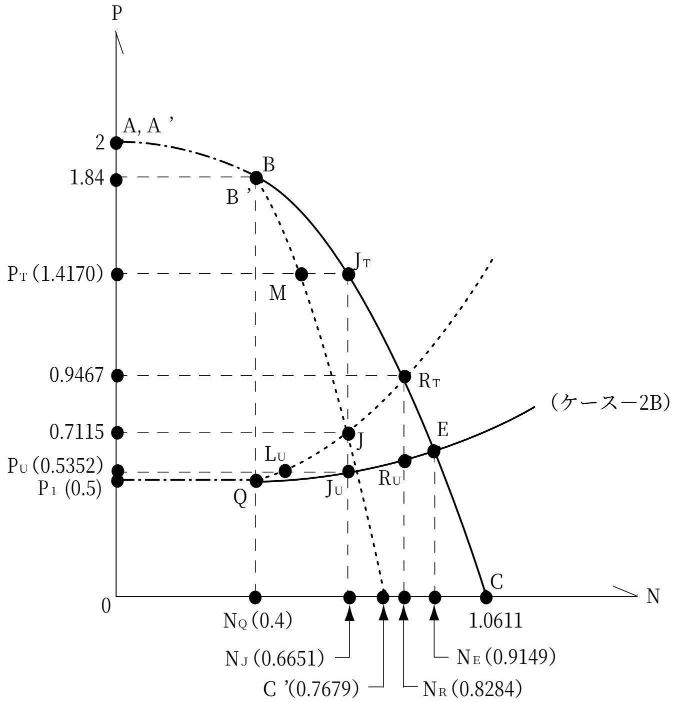
（5）ケース－2A1 の場合，均衡点（点E**）と最適点（点**J**）は異なる。従って**N**の均衡解（点**N_E**）と最適解（点**N_J**）の間に乖離が見られ，レッセ・フェール市場は純社会便益の最適化を保障しない。ここでは，線分**$\overline{J_TJ_U}$**の長さ（0.8339）に等しい最適課税額を各消費者から徴収することにより，純社会便益が最大化される。**

（6）図形 $A'P_1JB$ **の面積（0.8097）：ケース－2A1 に対する純社会便益の最大値。**

（7）ケース－2A2 の場合，均衡点E_2 **と最適点**J_2 **が一致する。即ち，レッセ・フェール市場は，純社会便益の最大化を齎らす。よって，外部経済性（正又は負）に関する課税徴収又は補助金交付は不要となる。**

（8）図形 $A'P_2J_2$ **の面積（0.0151）：ケース－2A2 に対する純社会便益の最大値。**

図５　数値例－２に対する純社会便益の最大化：
価格曲線が外部不経済性を内含する場合
（価格曲線が類例－Ｂに属する場合：ケース－2B）



〔注〕

（1）曲線ABC：DD曲線。
　　　（曲線の函数式は図４を参照）

（2）曲線A’B’C’：MSB曲線。
　　　（曲線の函数式は図４を参照）

（3）曲線P_1QE：P曲線を示し，次式で表わされる（ケース－2B）。
　　$0.0 \leqq N \leqq 0.4$ のとき，$P = 0.5$。
　　$N > 0.4$ のとき，$P = 0.5 + 0.5(N - 0.4)^2$。

（4）曲線P_1QJ：MSC曲線を示し，次式で表わされる。
　　$0.0 \leqq N \leqq 0.4$ のとき，$P = 0.5$。
　　$N > 0.4$ のとき，$P = 0.5 + 0.5(N - 0.4)^2 + (N - 0.4)N$。

（5）線分 $\overline{J_T J_U}$ の長さ：最適課税額（0.8818）。

（6）図形 A’P_1QJB の面積（0.7827）：ケース－2B に対する純社会便益の最大値。

（7）線分 $\overline{R_T R_U}$ の長さ：錯誤の最適課税額（0.3549）。
（ここで「錯誤の最適課税額」は，「MSB曲線が DD曲線に一致するとの誤解に基づいて導き出される『最適課税額』」を意味する。）

（8）図形 A’P_1QR_TB の面積（0.9247）：ケース－2B に対する「錯誤の純社会便益」の最大値。

（9）点E 及び点R_U の座標（N, P）：点E（0.9149, 0.6326），点R_U (0.8284, 0.5918)。

（10）「線分 $\overline{J_T J_U}$ の長さ（正しい最適課税額）＞線分 $\overline{R_T R_U}$ の長さ (錯誤の最適課税額)」であることに留意されたい。

る課税の徴収に拠り，均衡解の値を最適解の値にまで引き下げる必要がある。この際に適用すべき最適課税額は，線分$\overline{J_TJ_U}$の長さ（0.8818）に等しく，純社会便益の最大値は図形A’P_1QJBの面積（0.7827）に等しい。

追加的考察になるが，交通混雑現象が生じている自動車道路の利用者（即ち，道路サービスの消費者）が覚える効用水準は，通常，交通量の増加とともに低下する。同時に，道路利用に伴なう平均費用（即ち，各道路利用者個人の金銭的支出額）は逓増する。このように，道路サービスの消費者が交通混雑の外部不経済性故に蒙る「効用水準の低下と平均費用の逓増」を明示的に配慮して，純社会便益の最大化を考察する際には，「効用側面で生ずる外部不経済性を明示的に内含する需要曲面に基づき求められる導出需要曲線と限界社会便益曲線」に拠る，本ケース（即ち，ケース－2B）の考察に類する試みは，ケース－1Bの考察に類する試みよりもより適切であるように思われる。もしそうであるとすれば，「ケース－1Bに於ける最適課税額（線分$\overline{J_TJ_U}$の長さ）」に対応する「本ケースに於ける線分$\overline{R_TR_U}$の長さ（0.3549）」は，錯誤の最適課税額とも言え，「本ケースに於いて求められる最適課税額（線分$\overline{J_TJ_U}$の長さ＝0.8819）」に比較し明らかに低い値を示す。

４－４　最適化の考察：ケース－3A及び3B

ここでは数値例－3に当たる需要曲面に対して，純社会便益の最大化を試みる。その際，類例－Aに属する具体的な価格曲線を六つ，類例－Bに属する具体的な価格を四つ設定する。

４－４－１　ケース－3A1

図６が示すように，次式で表わされる価格曲線P_1Eを設定する。

0.0≦N≦0.4のとき，P＝0.5。

このとき，限界社会費用曲線は価格曲線に一致する。他方，導出需要曲線ABCと限界社会便益曲線A’B’C’は乖離している（ケース－3A2～3A6及びケース－3B1～3B4に於いても同様）。よって，均衡点（E）と最適点（J）は異なり，均衡解（N_E）と最適解（N_J）は乖離する（ここではN_EN_J）。従って，純社会便益を最大化するためにはケース－2A1と同じく，「効用側面で生ずる外部不経済性」に対する課税の徴収に拠り，均衡解の値を最適解の値にまで引き下げる必要がある。この際に適用すべき最適課税額は，線分$\overline{J_TJ_U}$の長さ（0.5588）に等しく，純社会便益の最大値は図形A’P_1JB’の面積（1.0965）に等しい。

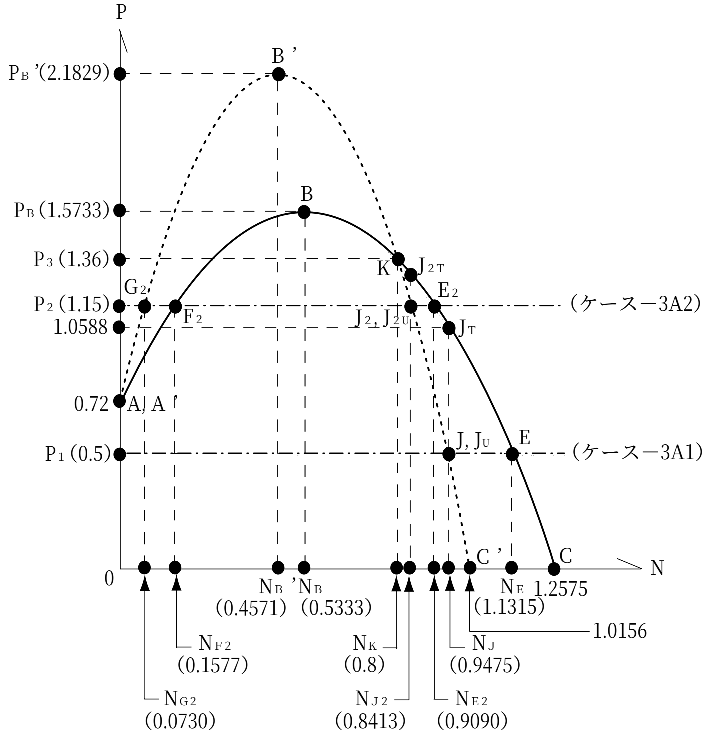
４－４－２　ケース－3A2

上図（図６）が示すように，次式で表わされる価格曲線P_2E_2を設定する。

P＝P_2＝1.15。但し，N≧0.0。

このとき，ケース－3A1の場合と同じ理由で，限界社会費用曲線は価格曲線に一致する。他方，均衡点（E_2）と最適点（J_2）は異なり，均衡解（N_{E2}）と最適解（N_{J2}）は乖離する（ここではN_{E2}＞N_{J2}）。従って，純社会便益を最大化するためには，「効用の側面で生ずる外部不経済性」を抑制する課税の徴収が必要となる。この際に適用すべき最適課税額は，線分$J_{2T}J_{2U}$の長さ（0.1389）に等しく，純社会便益の最大値は，「図形G_2J_2B’の面積－図形P_2A’G_2の面積」

図６　数値例－３に対する純社会便益の最大化：
価格曲線が外部経済性（正又は負）を内含しない場合
（価格曲線が類例－Ａに属する場合：ケース－3A1 及び 3A2）



〔注〕

（1）曲線ABC**：DD曲線を示し，次式で表わされる。**

　　$P＝0.72＋3.2N－3N^2$。**但し，**$N≧0$ **且つ** $P≧0$。

（2）曲線A’B’C’**：MSB曲線を示し，次式で表わされる。**

　　$P＝0.72＋6.4N－7N^2$。**但し，**$N≧0$ **且つ** $P≧0$。

（3）曲線P_1E**：P曲線及び MSC曲線を示し，次式で表わされる（ケース－3A1）。**

　　$P＝0.5$。**但し，**$N≧0.0$。

　　（両曲線は一致し，ともに直線に転化している。）

（4）曲線P_2E_2**：P曲線及び MSC曲線を示し，次式で表わされる（ケース－3A2）。**

　　$P＝P_2＝1.15$。**但し，**$N≧0.0$。

　　（両曲線は一致し，ともに直線に転化している。）

（5）線分 $\overline{J_TJ_U}$ **の長さ：ケース－3A1に対する最適課税額（0.5588）。**

（6）図形$A’P_1JB’$**の面積（1.0965）：ケース－3A1 に対する純社会便益の最大値。**

（7）線分 $\overline{J_{2T}J_{2U}}$ **の長さ：ケース－3A2 に対する最適課税額（0.1389）。**

（8）「図形 $G_2J_2B’$**の面積 － 図形** $P_2A’G_2$ **の面積」（＝0.5137）：**

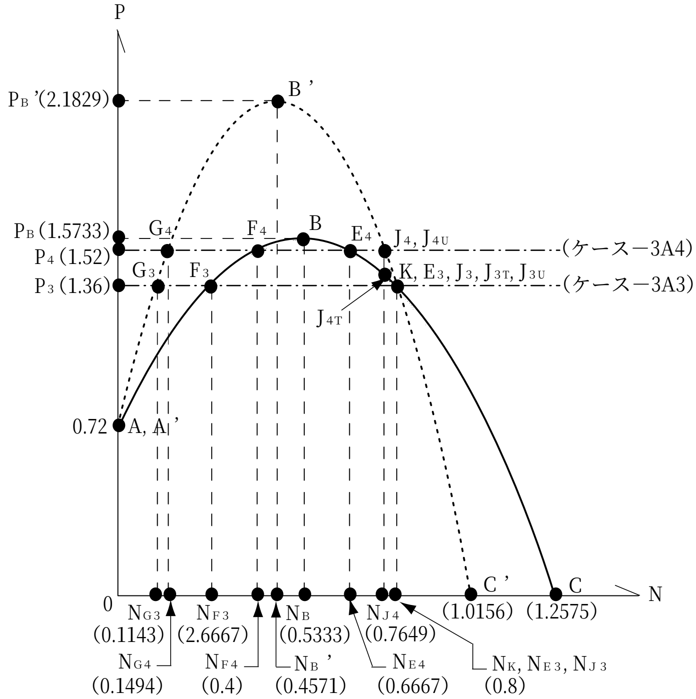
　　ケース－3A2 に対する純社会便益の最大値。

（9）点J_{2T} **の座標**（N, P）**：（0.8413, 1.2889）。**

（10）$P_1＜P_2$ **のとき，「線分** $\overline{J_TJ_U}$ **の長さ＞線分** $\overline{J_{2T}J_{2U}}$ **の長さ」であることに，留意されたい。**

（11）ケース－3A2 の場合，2つの均衡点（点E_2 **及び点**F_2**）が現われるが，前者は安定的な均衡点，後者は不安定的な均衡点にあたる。また，同ケースの場合，「MSB曲線と MSC曲線との交点」は，2つ（点**J_2 **及び点**G_2**）現われるが，前者は純社会便益を最大化する点にあたり，後者は純社会便益を極小化する点にあたる。**

図７　数値例－３に対する純社会便益の最大化：
価格曲線が外部経済性（正又は負）を内含しない場合
（価格曲線が類例－Ａに属する場合：ケース－3A3 及び 3A4）



〔注〕

（1）曲線ABC：DD曲線。
　　（曲線の函数式は図6を参照）

（2）曲線A’B’C’：MSB曲線。
　　（曲線の函数式は図6を参照）

（3）曲線P_3E_3：P曲線及び MSC曲線を示し，次式で表わされる（ケース－3A3）。
　　$P=P_3=1.36$。**但し，**$N\geqq 0.0$。
　　（両曲線は一致し，ともに直線に転化している。）

（4）曲線P_4E_4：P曲線及び MSC曲線を示し，次式で表わされる（ケース－3A4）。
　　$P=P_4=1.52$。**但し，**$N\geqq 0.0$。
　　（両曲線は一致し，ともに直線に転化している。）

（5）ケース－3A3 のP曲線は，DD曲線とMSB曲線の交点Kを通る。点K は，均衡点（点E_3）であると同時に最適点（点J_3）でもあるので，DD曲線が外部経済性（正及び負）を内含するにもかかわらず，均衡解と最適解はともに点N_K の値（0.8）をとって一致する。即ち，稀有な例外的事例であるとは言え本ケースでは，外部経済性（正及び負）がDD曲線に反映されているにもかかわらず，レッセ・フェール市場が純社会便益の最大化を齎す。よってケース－3A3 の場合，外部経済性（正又は負）に関する課税徴収又は補助金交付は不要となる。

（6）「図形 G_3J_3B’の面積 － 図形 P_3A’G_3 の面積」（＝0.3413）：
　　ケース－3A3 に対する純社会便益の最大値。

（7）ケース－3A4 の場合，課税を徴収するのではなく，寧ろ線分 $\overline{J_{4U}J_{4T}}$ の長さ（0.1075）に等しい最適補助金額を各消費者に交付することにより，純社会便益が最大化される。

（8）「図形 G_4J_4B’の面積 － 図形 P_4A’G_4 の面積」（＝0.2161）：
　　ケース－3A4 に対する純社会便益の最大値。

図７（続き）

（9）点J_{4T}の座標（N, P）：（0.7649, 1.4125）。
（10）点E_3及び点E_4は安定的均衡点，点F_3及び点F_4は不安定的均衡点にあたる。
また，点J_3及び点J_4は夫々純社会便益を最大化する点にあたり，点G_3及び点G_4は夫々純社会便益を極小化する点にあたる。

（0.5137）に等しい。

なお本ケースの場合，二つの均衡点（点E_2及び点F_2）が現れるが，点E_2は安定的な均衡点にあたり点F_2は不安定的な均衡点にあたる。また，限界社会便益曲線と限界社会費用曲線の交点が二つ（点J_2及び点G_2）現れるが，点J_2は純社会便益を最大化し，G_2は純社会便益を極小にする点にあたる。

４－４－３　ケース－3A3

図７が示すように，次式で表わされる価格曲線P_3E_3を設定する。

$P = P_3 = 1.36$。但し，$N \geqq 0.0$。

このとき，限界社会費用曲線は価格曲線に一致する。他方，導出需要曲線と限界社会便益曲線の交点K上に，たまたま均衡点（E_3）と最適点（J_3）が重なる。よって，均衡解（N_{E3}）と最適解（N_{J3}）は一致する。これは点Kが,「効用側面で生じる外部経済性（正及び負）が，正の外部経済性から負の外部経済性に転換する点，即ち外部経済性（正及び負）に関して中立的な点」に，当たることを意味する。換言すれば，点Kが,「付図A1（c）に於いて，需要曲面上を走る準導出需要曲線が，外部経済性（正）を内含する需要曲面部分から外部不経済性を内含する需要曲面部分へ移行する瞬間の点I」に，対応することを意味する。それ故に本ケースでは，効用側面で生ずる外部経済性（正及び負）が存在するにもかかわらず，外部経済性（正又は負）に関する課税徴収又は補助金交付は不要となり，レッセ・フェール市場の機能により自ら最大化される純社会便益は,「図形G_3J_3B'の面積－図形$P_3A'G_3$の面積」（0.3413）に等しい。なお，点F_3は不安定な均衡点にあたり，点G_3は純社会便益を極小にする点にあたる。

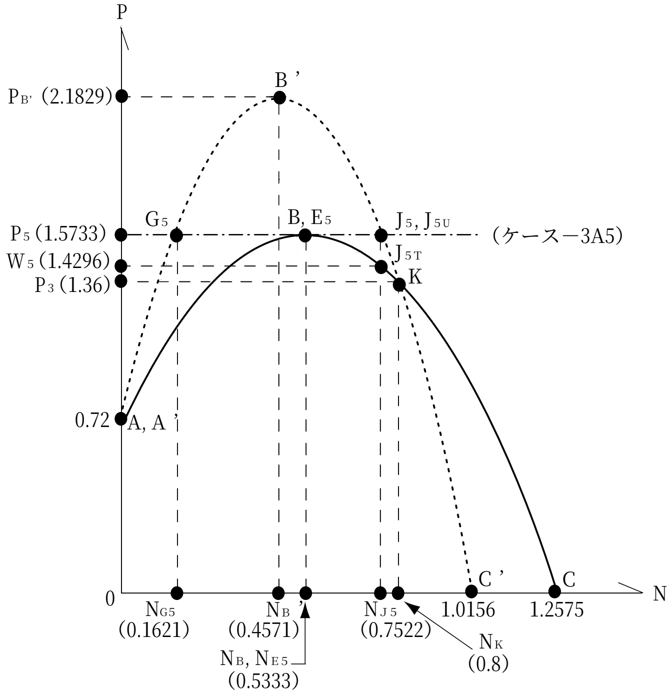
４－４－４　ケース－3A4

上図（図７）が示すように，次式で表わされる価格曲線P_4E_4を設定する。

$P = P_4 = 1.52$。但し，$N \geqq 0.0$。

このとき，限界社会費用曲線は価格曲線に一致する。他方，均衡点（E_4）と最適点（J_4）は異なり，よって均衡解（N_{E4}）と最適解（N_{J4}）は乖離する。ここでは，前者の値は後者の値より小さい。従って「効用側面で生ずる外部経済性（正）」の発現を促す補助金の交付に拠り，純社会便益は最大化される。その際に適用すべき最適補助金額は線分$J_{4T}J_{4U}$の長さ（0.1075）に等しく，純社会便益の最大値は「図形G_4J_4B'の面積－図形$P_4A'G_4$の面積」（0.2161）に等しい。なお，点F_4は不安定な均衡点にあたり，点G_4は純社会便益を極小にする点にあたる。

図８　数値例－３に対する純社会便益の最大化：
価格曲線が外部経済性（正又は負）を内含しない場合
（価格曲線が類例－Ａに属する場合：ケース－3A5）



〔注〕

（1）曲線ABC**：DD曲線。**
（曲線の函数式は図６を参照）

（2）曲線A’B’C’**：MSB曲線。**
（曲線の函数式は図６を参照）

（3）曲線P_5E_5**：P曲線及び MSC曲線を示し，次式で表わされる（ケース－3A5）。**
P＝P_5＝1.5733 **（厳密には，**P＝118 / 75**）。但し，**N≧0.0**。**
（両曲線は一致し，ともに直線に転化している。なお本図の場合，P曲線とMSC曲線はともに，DD曲線とその頂点Bで接していることに注意されたい。）

（4）線分 $\overline{J_{5U}J_{5T}}$ **の長さ：ケース－3A5 に対する最適補助金額（0.1437）。**

（5）「図形 G_5J_5B' **の面積 － 図形** $P_5A'G_5$ **の面積」（＝0.1757）：**
ケース－3A5 に対する純社会便益の最大値。

（6）点E_5 **は，準安定的均衡点にあたる。即ち，**N**値が点** N_{E5} **より微少量増大したとき，市場調整機能作動後に** N**値は点** N_{E5} **に立ち戻る。他方，**N**値が点** N_{E5} **より微少量減少したとき，**N **値は点** N_{E5} **に立ち戻ることなく 0 値に至る。**

（7）点J_5 **は，純社会便益を最大化する点にあたる。また点**G_5 **は，純社会便益を極小化する点にあたる。**

４－４－５　ケース－3A5

図８が示すように，次式で表わされる価格曲線P_5E_5を設定する。

$P = P_5 = 1.5733$（厳密には，$P = 118 / 75$）。但し，$N \geqq 0.0$。

このとき，限界社会費用曲線は価格曲線に一致する。他方，均衡点（E_5）と最適点（J_5）は異なり，均衡解（N_{E5}）と最適解（N_{J5}）は乖離する（ここでは$N_{E5} < N_{J5}$）。従って，線分$\overline{J_{5U}J_{5T}}$の長さ（0.1437）に等しい，「効用側面で生ずる外部経済性（正）」の発現を促す最適補助金額の交付に拠り，純社会便益は最大化される。このとき純社会便益の最大値は，「図形G_5J_5B'の面積－図形$P_5A'G_5$の面積」（0.1757）に等しい。なお，均衡点E_5は，価格曲線P_5E_5が導出需要曲線ABCとその頂点で接する点であるために，準安定的均衡点となる。即ち，N値が点N_{E5}より微少量増大した時には，市場調整機能を介してN値は最終的に点N_{E5}の値に回帰する。逆にN値が点N_{E5}の値より微少量減少した時，N値は点N_{E5}の値に立ち戻ることなく最終的には0.0値に至る。

４－４－６　ケース－3A6

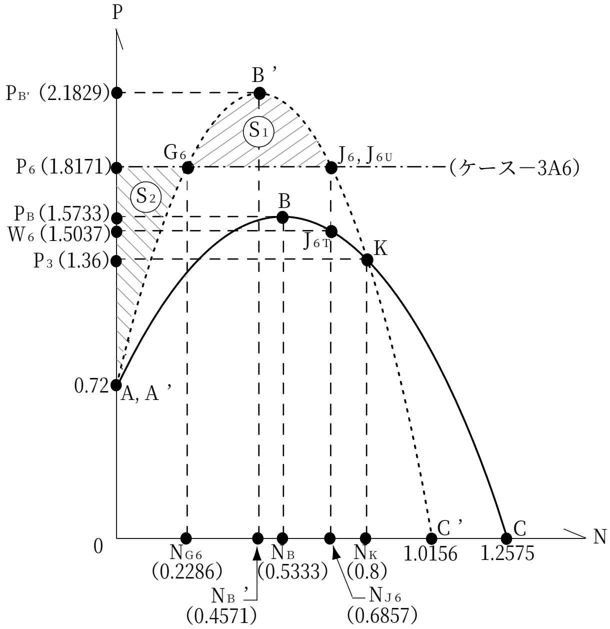
図９が示すように，次式で表わされる価格曲線P_6J_6を設定する。

$P = P_6 = 1.8171$。但し，$N \geqq 0.0$。

このとき，限界社会費用曲線は価格曲線に一致する。他方，価格曲線が常に導出需要曲線の上側に位置するために，均衡点は存在しない。しかし，最適点（J_6）は存在する。従って，線分$\overline{J_{6U}J_{6T}}$の長さ（0.3134）に等しい，「効用側面で生ずる外部経済性（正）」を促す最適補助金額を特定することができる。実際，同補助金額の交付により純社会便益は最大化され，その最大値は「図形G_6J_6B'の面積－図形$P_6A'G_6$の面積」に等しい0.0の値をとる。

以上の指摘とケース－3A3～3A5について論じた内容を併せて考えると明きらかなように，平均費用一定の特性を有する価格曲線（即ち，水平な価格直線）が直線P_3Kの上側に位置し，且つ直線$\overline{P_6J_6}$の下側に位置する場合，最適な額の補助金交付に拠り得られる純社会便益の最大値は正値を示す。他方，水平な価格直線が，直線P_6J_6の上側に位置し，且つ限界社会便益曲線の頂点B'を越えない場合には，たとえ最適な点に対応する所謂「最適な額の補助金」が交付されても，そのときに得られる純社会便益の値は負値となる。よって，純社会便益の最大値は$N = 0.0$のとき0.0値をとる端点解になる。なお，価格直線が点B'の上側に位置する場合，純社会便益の値はN値の減少函数となるので，最大値はこのときも同じく端点解となり，$N = 0.0$のとき0.0を示す。

図９　数値例－３に対する純社会便益の最大化：
価格曲線が外部経済性（正又は負）を内含しない場合
（価格曲線が類例－Ａに属する場合：ケース－3A6）



〔注〕

（1）曲線ABC：DD曲線。
（曲線の函数式は図６を参照）

（2）曲線A’B’C’：MSB曲線。
（曲線の函数式は図６を参照）

（3）曲線P_6J_6：P曲線及び MSC曲線を示し，次式で表わされる（ケース－3A6）。
$P=P_6=1.8171$。但し，$N \geqq 0.0$。
（両曲線は一致し，ともに直線に転化している。）

（4）図形 G_6J_6B'の面積＝Ⓢ1＝0.1115

（5）図形 $P_6A'G_6$ の面積＝Ⓢ2＝0.1115

（6）本図では，Ⓢ1＝Ⓢ2 と置かれていることに留意されたい。

（7）線分 $\overline{J_{6U}J_{6T}}$ の長さ：ケース－3A6 に対する最適補助金額（0.3134）。

（8）「Ⓢ1 － Ⓢ2」（＝0.0）：ケース－3A6 に対する純社会便益の最大値。ケース－3A6 では，純社会便益の最大値が 0.0 に等しいことに留意されたい。

（9）ケース－3A6 に於いては，線分 $\overline{J_{6U}J_{6T}}$ の長さに等しい額の補助金が交付されることにより，純社会便益は最大化され，その最大値は 0.0 に等しい。従って，P曲線（厳密に言えば，P直線）が,直線 P_6J_6 の下側に位置し且つ直線 P_3K の上側に位置する場合,最適補助金が交付されると，純社会便益の最大値は正値をとる。また，P直線が，直線 P_6J_6 を超えて同直線の上側に位置する場合，たとえ最適補助金が交付されても，純社会便益の最大値は負値をとる。

（10）点J_6 は，純社会便益を最大化する点にあたる。また点G_6 は，純社会便益を極小化する点にあたる。

（11）点P_6 の，より詳細な P 軸座標値：
1.817142857142857 ･･･。（小数点第16位以下切捨て）。

図９（続き）

（12）点G_6 の，より詳細な N 軸座標値：
0.228571428571428 ･･･。（小数点第16位以下切捨て）。
（13）点J_6 の，より詳細な N 軸座標値：
0.685714285714285 ･･･。（小数点第16位以下切捨て）。
（14）$Ⓢ_1$及び$Ⓢ_2$の，より詳細な値：
0.111455782312925 ･･･。（小数点第16位以下切捨て）。

４－４－７　ケース－3B1

図10が示すように，次式で表わされる価格曲線P_1QEを設定する。

0.0≦N≦0.4 のとき，P＝0.5。

N＞0.4 のとき，$P=0.5+0.5(N-0.4)^2$。

このとき，限界社会費用曲線P_1QJは次式で表わされる。

0.0≦N≦0.4 のとき，P＝0.5。

N＞0.4 の とき，$P=0.5+0.5(N-0.4)^2+(N-0.4)N$。

図から明きらかなように本ケースの場合，価格曲線，限界社会費用曲線，導出需要曲線及び限界社会便益曲線の相対的位置関係は，ケース－2Bと同様であり，均衡点（E）と最適点（J）は異なる。よって均衡解（N_E）と最適解（N_J）は乖離する（ここでは$N_E>N_J$）。従って，純社会便益を最大化するためには，「効用側面で生ずる外部不経済性」と「費用側面で生ずる外部不経済」を両ら抑制する課税の徴収に拠り，均衡解の値を最適解の値まで引き下げる必要がある。この際適用すべき最適課税額は，線分$\overline{J_TJ_U}$の長さ（0.6326）に等しく，純社会便益の最大値は図形A’P_1QJB’の面積（0.9809）に等しい。これに対し，ケース－2Bで触れた錯誤の最適課税額は，線分$\overline{R_TR_U}$の長さ（0.4821）に等しい。

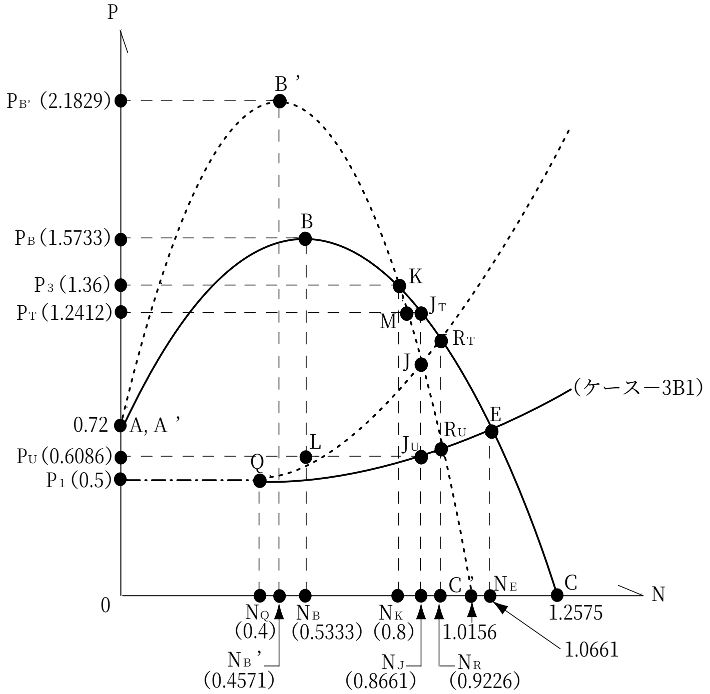
４－４－８　ケース－3B2

図11が示すように，次式で表わされる価格曲線$P_{B2}Q_2E_2$を設定する。

0.0≦N≦0.4 のとき，P＝1.4176。

N＞0.4 とき，$P=1.4176+0.5(N-0.4)^2$。

図10　数値例－3に対する純社会便益の最大化：
価格曲線が外部不経済性を内含する場合
（価格曲線が類例－Ｂに属する場合：ケース－3B1）



〔注〕

（1）曲線ABC**：DD曲線。**
　　（曲線の函数式は図６を参照）

（2）曲線A’B’C’**：MSB曲線。**
　　（曲線の函数式は図６を参照）

（3）曲線P_1QE**：P曲線を示し，次式で表わされる（ケース－3B1）。**
　　0.0≦N≦0.4 **のとき，**P＝0.5。
　　N＞0.4 **の とき，**$P＝0.5＋0.5(N－0.4)^2$。

（4）曲線P_1QJ**：MSC曲線を示し，次式で表わされる。**
　　0.0≦N≦0.4 **のとき，**P＝0.5。
　　N＞0.4 **の とき，**$P＝0.5＋0.5(N－0.4)^2＋(N－0.4)N$。

（5）線分 $\overline{J_TJ_U}$ **の長さ：ケース－3B1 に対する最適課税額（0.6326）。**

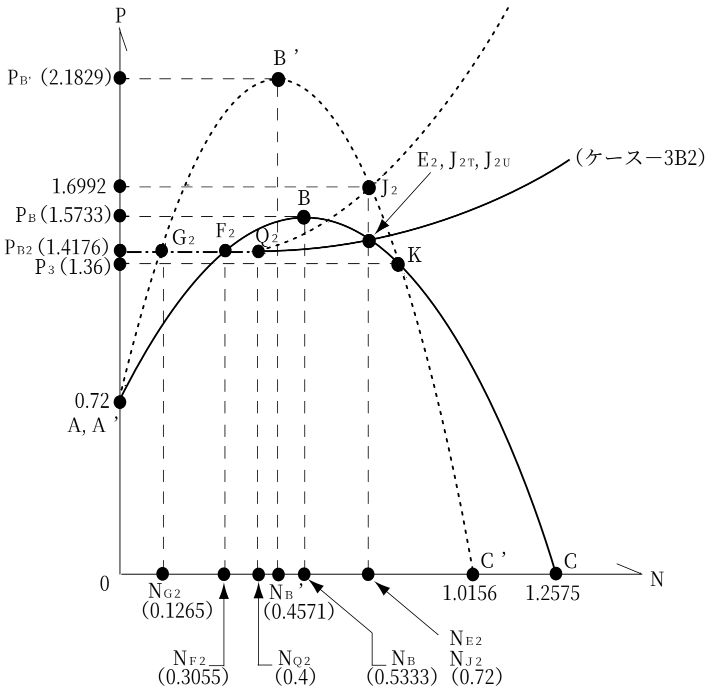
（6）図形 A’P_1QJB’**の面積（0.9809）：ケース－3B1 に対する純社会便益の最大値。**

（7）線分 $\overline{R_TR_U}$ **の長さ：錯誤の最適課税額（0.4821）。（「錯誤の最適課税額」は，「MSB曲線がDD曲線に一致するとの誤解に基づいて導き出される，『最適課税額』」を意味する。）**

（8）点R_T**，点**R_U**及び点**E **の座標**（N, P）**：**
　　点R_T**（0.9226, 1.1187），**
　　点R_U**（0.9226, 0.6366），**
　　点E　**（1.0661, 0.7218）。**

（9）「線分 $\overline{J_TJ_U}$ **の長さ（正しい最適課税額）＞線分** $\overline{R_TR_U}$ **の長さ（錯誤の最適課税額）」であることに，留意されたい。**

図11　数値例－３に対する純社会便益の最大化：
価格曲線が外部不経済性を内含する場合
（価格曲線が類例－Ｂに属する場合：ケース－3B2）



〔注〕

（1）曲線ABC：DD曲線。
　　（曲線の函数式は図６を参照）

（2）曲線A’B’C’：MSB曲線。
　　（曲線の函数式は図６を参照）

（3）曲線$P_{B2}Q_2E_2$：P曲線を示し，次式で表わされる（ケース－3B2）。
　　$0.0 \leqq N \leqq 0.4$ のとき，$P = 1.4176$。
　　$N > 0.4$ とき，$P = 1.4176 + 0.5(N - 0.4)^2$。

（4）曲線$P_{B2}Q_2J_2$：MSC曲線を示し，次式で表わされる。
　　$0.0 \leqq N \leqq 0.4$ のとき，$P = 1.4176$。
　　$N > 0.4$ とき，$P = 1.4176 + 0.5(N - 0.4)^2 + (N - 0.4)N$。

（5）点E_2 及び点J_2 の座標（N, P）：
　　点E_2（0.72, 1.4688），
　　点J_2（0.72, 1.6992）。

（6）本ケースの場合，均衡点E_2 と最適点J_2 は異なる。しかし，両者の N軸座標値は等しく，均衡解（点N_{E2}）と最適解（点N_{J2}）は一致する。従って，DD曲線が外部経済性（正又は負）を内含し，且つ P曲線が外部不経済性を内含しているにもかかわらず，レッセ・フェール市場は純社会便益の最大化を齎す。よって，ケース－3B2 の場合，外部経済性（正又は負）に関する課税徴収又は補助金交付は不要となる。

（7）「図形$G_2Q_2J_2B$’の面積 － 図形$P_{B2}A$’G_2 の面積」（＝0.2488）：
　　ケース－3B2 に対する純社会便益の最大値。

（8）点E_2 は安定的均衡点，点F_2 は不安定的均衡点に夫々あたる。また点J_2 は純社会便益を最大化する点，点G_2 は純社会便益を極小化する点に夫々あたる。

このとき，限界社会費用曲線$P_{B2}Q_2J_2$は次式で表わされる。

$0.0 \leqq N \leqq 0.4$ のとき，$P = 1.4176$。

$N > 0.4$ とき，$P = 1.4176 + 0.5\,(N - 0.4)^2 + (N - 0.4)\,N$。

図から明きらかなように本ケースの場合，均衡点（E_2）と最適点（J_2）は異なる。しかし，「費用側面で生ずる外部不経済性」と，「効用側面で生ずる外部経済性（正）」が存在するにもかかわらず，両者がたまたま同一の垂直線上に落ちるために，均衡解（N_{E2}）と最適解（N_{J2}）は一致する[35)]。それ故に，前者を抑制する課税の徴収や，後者を促進する補助金の交付は不要となる。

なお，レッセ・フェール市場によって齎らされる純社会便益の最大値は，「図形$G_2Q_2J_2B'$の面積－図形$P_{B2}A'G_2$の面積」（0.2488）に等しい。また，点F_2は不安定な均衡点にあたり，点G_2は純社会便益を極小にする点にあたる。

４－４－９　ケース－3B3

図12が示すように，次式で表わされる価格曲線$P_{B3}Q_3E_3$を設定する。

$0.0 \leqq N \leqq 0.4$ のとき，$P = 1.5657$。

$N > 0.4$ のとき，$P = 1.5657 + 0.5\,(N - 0.4)^2$。

このとき，限界社会費用曲線$P_{B3}Q_3J_3$は次式で表わされる。

$0.0 \leqq N \leqq 0.4$ のとき，$P = 1.5657$。

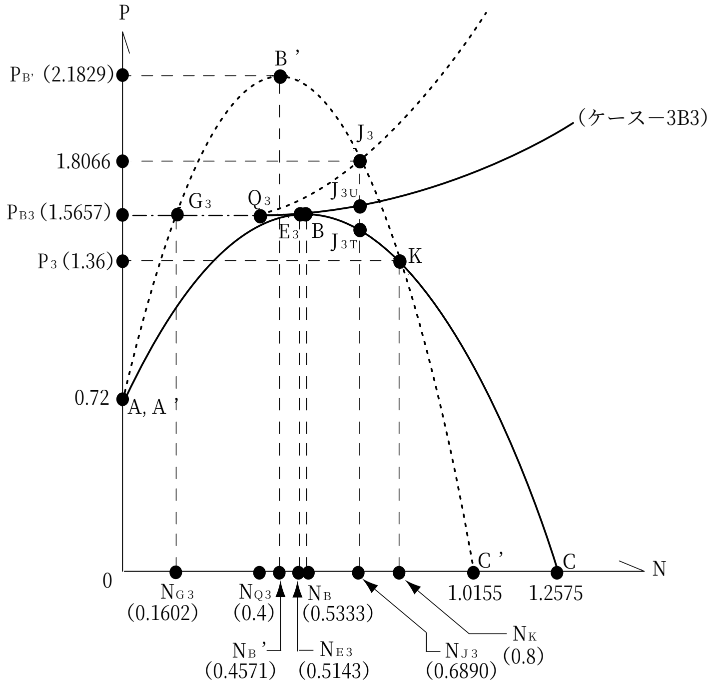
$N > 0.4$ のとき，$P = 1.5657 + 0.5\,(N - 0.4)^2 + (N - 0.4)\,N$。

図から明きらかなように本ケースの場合，均衡点（E_3）と最適点（J_3）は異なり，均衡解（N_{E3}）と最適解（N_{J3}）は乖離する。このとき，前者は後者よりも小さく，「効用側面で生じる外部経済性（正）」は，「費用側面で生ずる外部不経済性」を凌いでいる。よって，純社会便益を最大化させるためには，補助金の交付に拠り均衡解の値を最適解の値にまで引き上げることが必要となる。その際に適用すべき最適補助金額は線分$\overline{J_{3U}J_{3T}}$の長さ（0.1068）に等しく，得られる純社会便益の最大値は，「図形$G_3Q_3J_3B'$の面積－図形$P_{B3}A'G_3$の面積」（0.1445）に等しい。

なお，導出需要曲線と費用曲線の接点にあたる均衡点（E_3）は，準安定的均衡点（準安定均衡点については，第４－４－５節を参照されたい）となる。また，点G_3は，純社会便益を極小にする点にあたる。

35）この理由は多分に，「費用側面で生ずる外部不経済性」の大きさと「効用側面で生ずる外部経済性（正）」の大きさが相拮抗し，その結果，両者を纏め合わせた「総体的な外部経済性（正及び負）」が中立化されているためと考えてよかろう。

図12　数値例－３に対する純社会便益の最大化：
価格曲線が外部不経済性を内含する場合
（価格曲線が類例－Ｂに属する場合：ケース－3B3）



〔注〕

（1）曲線ABC**：DD曲線。**
　　（曲線の函数式は図６を参照）

（2）曲線A'B'C'**：MSB曲線。**
　　（曲線の函数式は図６を参照）

（3）曲線$P_{B3}Q_3E_3$**：P曲線を示す。点**E_3 **でDD曲線に接しているこの線は，次式で表わされる（ケース－3B3）。**
　　0.0≦N≦0.4 **のとき，**P＝1.5657。
　　N＞0.4 **のとき，**$P=1.5657+0.5(N-0.4)^2$。

（4）曲線$P_{B3}Q_3J_3$**：MSC曲線を示し，次式で表わされる。**
　　0.0≦N≦0.4 **のとき，**P＝1.5657。
　　N＞0.4 **のとき，**$P=1.5657+0.5(N-0.4)^2+(N-0.4)N$。

（5）線分 $\overline{J_{3U}J_{3T}}$ **の長さ：ケース－3B3 に対する最適補助金額（0.1068）。**

（6）「図形$G_3Q_3J_3B'$**の面積 － 図形**$P_{B3}A'G_3$**の面積」（＝0.1445）：**
　　ケース－3B3に対する純社会便益の最大値。

（7）点 E_3**，点** J_3**，点** J_{3U}**，及び点** J_{3T} **の座標**（N, P）**：**
　　点 E_3 **(0.5143, 1.5722)，点** J_3 **(0.6890, 1.8066)，**
　　点 J_{3U} **(0.6890, 1.6075)，点** J_{3T} **(0.6890, 1.5007)。**

（8）点E_3**（DD曲線とP曲線の接点）：準安定的均衡点。（準安定的均衡点については，図８を参照）。**

（9）点 J_3 **は純社会便益を最大化する点にあたる。また点** G_3 **は，純社会便益を極小化する点にあたる。**

4－4－10　ケース－3B4

図13が示すように，次式で表わされる価格曲線$P_{B4}Q_4J_{4U}$を設定する。

0.0≦N≦0.4 のとき，P＝1.7835。

N＞0.4 のとき，P＝1.7835＋0.5（N－0.4）^{2}。

このとき，限界社会費用曲線$P_{B4}Q_4J_4$は次式で表わされる。

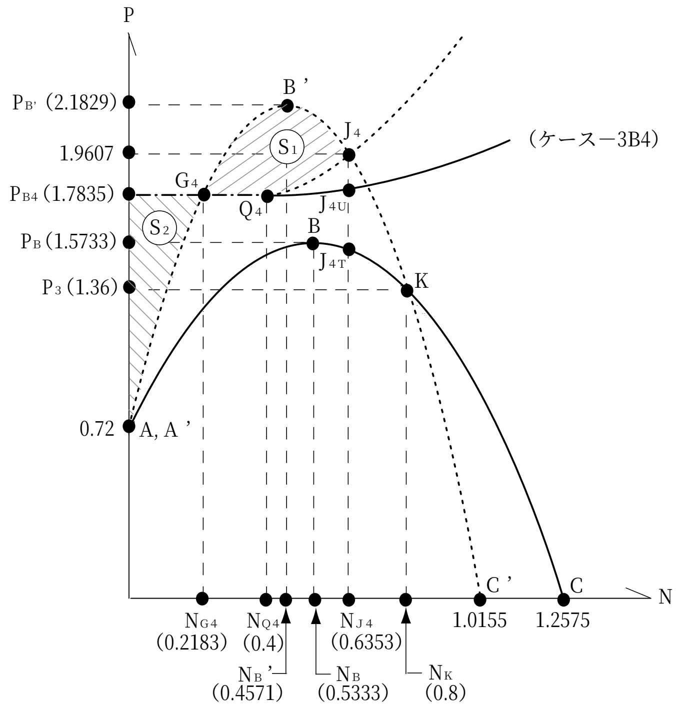
0.0≦N≦0.4 のとき，P＝1.7835。

N＞0.4 のとき，P＝1.7835＋0.5（N－0.4）^{2}＋（N－0.4）N。

図から明きらかなように本ケースの場合，ケース－3A6と同様に，価格曲線が常に導出需要曲線の上側に位置する。それ故に，均衡点は存在しない。しかし最適点（J_4）は存在するので，線分$\overline{J_{4U}J_{4T}}$の長さ（0.2690）に等しい最適補助金額を特定することができる。よって，同補助金額の交付により，「効用側面で生じる外部経済性（正）」が促され純社会便益が最大化される。そのときの最大値は，「図形$G_4Q_4J_4B'$の面積－図形$P_{B4}A'G_4$の面積」（0.0）に等しい。

以上の指摘とケース－3B2及び3B3で論じた内容を併せて考えると明きらかなように，曲線$P_{B4}Q_4J_{4U}$の形態を保持した価格曲線が，価格曲線$P_{B2}Q_2E_2$（ケース－3B2）の上側に位置し，且

図13　数値例－３に対する純社会便益の最大化：
価格曲線が外部不経済性を内含する場合
（価格曲線が類例－Ｂに属する場合：ケース－3B4）



〔注〕

（1）曲線ABC：DD曲線。
（曲線の函数式は図６を参照）

（2）曲線A'B'C'：MSB曲線。
（曲線の函数式は図６を参照）

（3）曲線$P_{B4}Q_4J_{4U}$：P曲線を示し，次式で表わされる（ケース－3B4）。
0.0≦N≦0.4 のとき，P＝1.7835。
N＞0.4 のとき，$P=1.7835+0.5(N-0.4)^2$。

（4）曲線$P_{B4}Q_4J_4$：MSC曲線を示し，次式で表わされる。
0.0≦N≦0.4 のとき，P＝1.7835。
N＞0.4 のとき，$P=1.7835+0.5(N-0.4)^2+(N-0.4)N$。

（5）点 J_4,J_{4U} 及びJ_{4T} の座標（N, P）：
点 J_4 （0.6353, 1.9607），
点 J_{4U}（0.6353, 1.8112），
点 J_{4T}（0.6353, 1.5421）。

（6）図形 $G_4Q_4J_4B'$の面積＝Ⓢ1＝0.1039。

（7）図形 $P_{B4}A'G_4$ の面積 ＝Ⓢ2＝0.1039。

（8）本図では，Ⓢ1＝Ⓢ2 と置かれていることに留意されたい。

（9）線分 $\overline{J_{4U}J_{4T}}$ の長さ：ケース－3B4 に対する最適補助金額（0.2690）。

（10）「Ⓢ1 － Ⓢ2」（＝0.0）：ケース－3B4 に対する純社会便益の最大値。この値が 0.0 に等しいことに留意されたい。

（11）ケース－3B4 に於いては，線分 $\overline{J_{4U}J_{4T}}$ の長さに等しい額の補助金が各消費者に交付されることにより，純社会便益は最大化され，その最大値は 0.0 に等しい。従って，P曲線が曲線$P_{B4}Q_4J_{4U}$の下側に位置し，且つ曲線$P_{B2}Q_2E_2$（図11を参照）の上側に位置する場合，最適補助金が交付されると，純社会便益の最大値は正値をとる。また，P直線が曲線$P_{B4}Q_4J_{4U}$ を超えて同曲線の上側に位置する場合，たとえ最適補助金が交付されても，純社会便益の最大値は負値をとる。

（12）点 J_4 は純社会便益を最大化する点にあたり，点 G_4 は純社会便益を極小化する点にあたる。

（13）点 P_{B4} の，より詳細な P 軸座標値：
1.783529411764706･･･。（小数点第16位以下切捨て）。

（14）点 G_4 の，より詳細な N 軸座標値：
0.218298098507690･･･。（小数点第16位以下切捨て）。

（15）点 J_4 の，より詳細な座標（N, P）：
（0.635294117647058･･･, 1.960692041522491･･･）。（小数点第16位以下切捨て）。

（16）Ⓢ1及びⓈ2の，より詳細な値：
Ⓢ1＝0.1039466350639467･･･。（小数点第17位以下切捨て）。
Ⓢ2＝0.1039466350639471･･･。（小数点第17位以下切捨て）。
（Ⓢ1とⓈ2が等しくなるように点P_4 の値を設定したが，P_4 の値を小数点以下16桁近くで丸めてあるために，Ⓢ1及びⓈ2の値については下線部に「丸めの誤差」が発現している。）

つ価格曲線$P_{B4}Q_4J_{4U}$（本ケース）の下側に位置する場合，最適な額の補助金交付に拠り得られる純社会便益の最大値は正値を示す。他方，上述の形態を保持した価格曲線が，価格曲線$P_{B4}Q_4J_{4U}$の上側に位置し，且つ限界社会便益曲線の頂点B'を超えない場合には，たとえ最適点に対応する補助金が交付されても，そのときに得られる純社会便益の最大値は負値を示す。よってこの場合，純社会便益の最大値は端点解（N＝0.0のとき最大値0.0）となる。また，上述の形態を保持した価格曲線が点B'の上側に位置する場合，純社会便益の値はN値の減少函数となるので，最大値は同じく端点解となりN＝0.0のとき0.0を示す。

4　おわりに

前稿（需要曲面分析〈その1〉）及び本稿（需要曲面分析〈その2〉）で試みた外部経済性の考察では，（1）需要曲面の構築と同曲面から求められる導出需要曲線と限界社会便益曲線，並びに（2）純社会便益を最大化する最適需要水準，最適課税額及び最適補助金額に，順次照準をあてた。しかしこれまでの一連の考察は，具体的な数値例を設定して図式的に外部経済性の特性並びに料金政策や補助金政策の在り方を探ろうとするものに過ぎず，今後の課題としてより一般化された考察の展開が乞われる。

他方，需要曲面分析的アプローチを介して，「外部経済性（正及び負）を内含する需要曲面から求められる導出需要曲線と限界社会便益曲線が乖離し得る」可能性に目を遣る試行は，「需要曲線と限界社会便益曲線は通常右下がりの曲線で互いに一致する」という伝統的な経済学の思考的枠組に，ささやかながらも新たな見地を提供し得るかもしれない。

今後も読者諸賢より忌憚のない御批判を仰ぎ，需要曲面分析的アプローチが有する欠点や陥穽を注意深く吟味すると同時に，需要曲面分析的アプローチの更なる吟味と応用[36]に心懸けたい。なお次稿では，前稿及び本稿を踏まえ，需要曲面の概念と対照させながら，供給曲面の概念に触れてみたい。

後記

本稿では，筆者らが共同で進めてきた需要曲面に関する考察の内容を，図式的に論じた。この試みに於いて，理論的分析はもとより*Mathematica 5.1* (Wolfram Reserch Inc., 2004) に拠る作図作業に対して前稿と同様に第一筆者（野呂）が担った役割は顕著であり，この労に対し第二筆者（川嶋）及び第三筆者（平岡）は特記して謝意を表する。

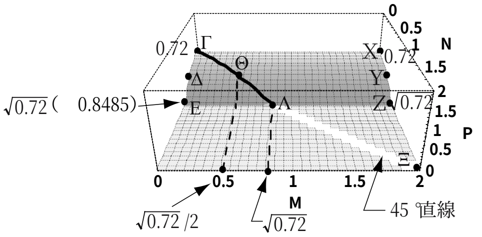
36）都市集積や交通混雑の現象を対象に，最適な都市規模や最適な道路交通サービス需要水準（又は，最適な道路交通量）を検討する考察は勿論，ヴォランティア活動プログラムや教育活動プログラムを対象に据え，それらのプログラムに参加する人数の最適規模を探る考察に対しても，需要曲面分析的アプローチは応用可能であろう。

付図

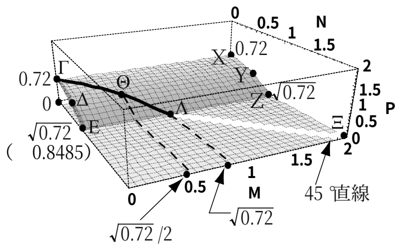
図A1　需要曲面と準導出需要曲線: 数値例−1，2 及び 3

（a）数値例－１：「Mの全値域に亙り外部経済性（正及び負）が見られない」数値例

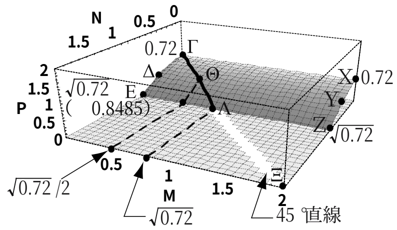
(i) 正面図



(ii) 左手前から眺めた図

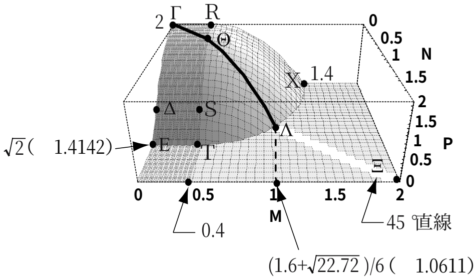


(iii) 右手前から眺めた図

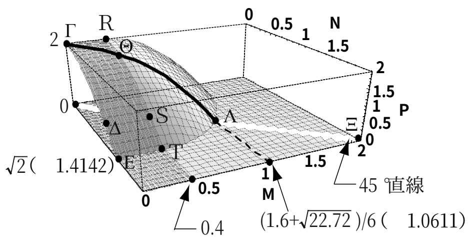


（b）数値例−2：「外部経済性（正及び負）についての中立性並びに外部不経済性が共に見られる」数値例

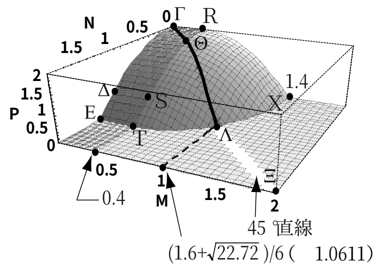
(i) 正面図



(ii) 左手前から眺めた図



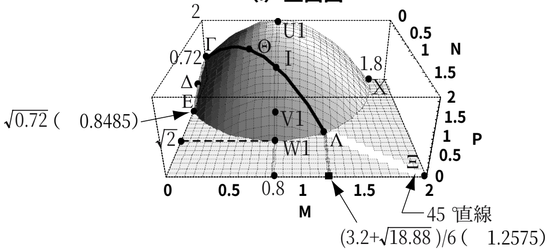
(iii) 右手前から眺めた図



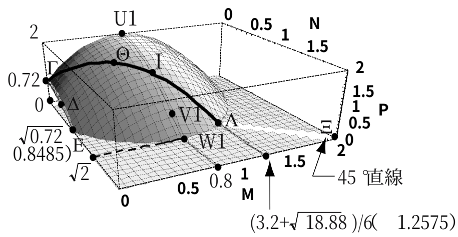
図A1（続き）

（c）数値例－３：「外部経済性（正）並びに外部不経済性が共に見られる」数値例

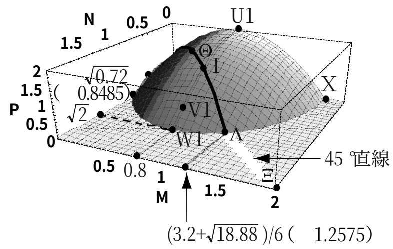
(i) 正面図



(ii) 左手前から眺めた図



(iii) 右手前から眺めた図



〔注〕

（1）需要曲面の構築に必要な直交3座標軸

N軸：「需要水準」を示す。

P軸 ：「価格水準」を示す。

M軸：「仮想均衡需要水準」を示す。

（2）需要曲面函数

①数値例－１：P＝0.72－N^2＋0×M。但し，0.0≦M≦2.0，N≧0 且つ P≧0。

②数値例－２：0.0≦M≦0.4 のとき，P＝2－N^2＋0×M。但し，N≧0 且つ P≧0。

0.4＜M≦1.4 のとき，P＝2－N^2－2(M－0.4)^2。但し，N≧0 且つ P≧0。

③数値例－３：P＝2－N^2－2(M－0.8)^2。但し，0.0≦M≦1.8，N≧0 且つ P≧0。

（3）曲線ΓΘΔ：N-M-P 空間内に描出される準導出需要曲線を示し，下記の連立方程式により表わされる。

①数値例－１：[P＝0.72－N^2＋0×M，且つ M＝N。] 但し，0.0≦M≦2.0，N≧0 且つ P≧0。

②数値例－２：0.0≦M≦0.4 のとき，[P＝2－N^2＋0×M，且つ M＝N。] 但し，N≧0 且つ P≧0。

0.4＜M≦1.4 のとき，[P＝2－N^2－2(M－0.4)^2，且つM＝N。] 但し，N≧0且つP≧0。

③数値例－３：P＝2－N^2－2(M－0.8)^2，且つ M＝N。但し，0.0≦M≦1.8，N≧0 且つ P≧0。

（4）点Θ（数値例－２）並びに点Θ（数値例－３）及び 点Ｉ（数値例－３）の座標（N, M, P）

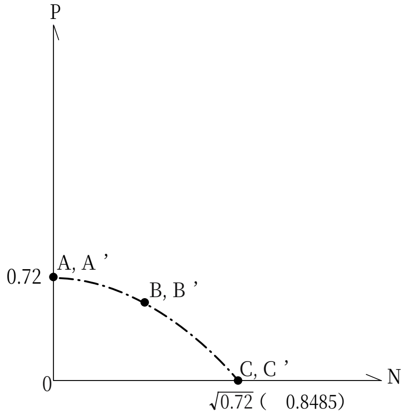
点Θ（数値例－２）の座標：（0.4, 0.4, 1.84）

点Θ（数値例－３）の座標：（8/15, 8/15, 118/75）

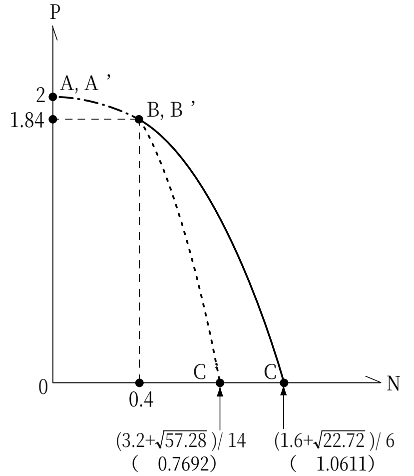
点Ｉ（数値例－３）の座標：（0.8, 0.8, 1.36）

図A2　導出需要曲線と限界社会便益曲線：数値例－1，2 及び 3

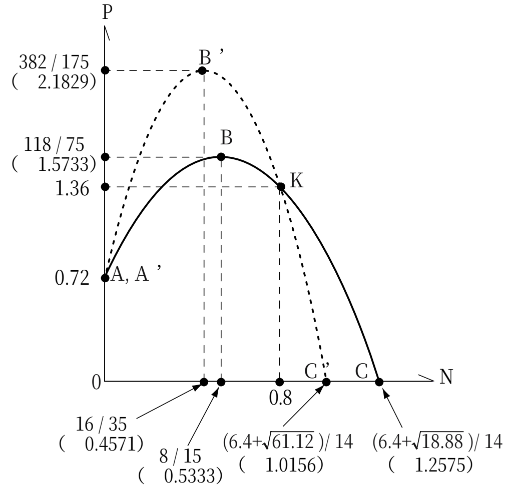
（a）数値例－1



（b）数値例－2



（c）数値例－3



〔注〕

（1） N **及び** P **は，夫々需要水準及び価格水準を示す**

（2）曲線ABC**：各数値側に対応する導出需要曲線を示し，夫々次式で表わされる。**

（a）数値例－1： $P=0.72-N^2$。**但し，**$N\geqq 0$ **且つ** $P\geqq 0$。

（b）数値例－2： $0.0\leqq N\leqq 0.4$ **のとき，** $P=2-N^2$。

$N>0.4$ **のとき，** $P=1.68+1.6N-3N^2$。**但し，**$P\geqq 0$。

（c）数値例－3： $P=0.72+3.2N-3N^2$。**但し，**$N\geqq 0$ **且つ** $P\geqq 0$。

（3）曲線A’B’C’**：各数値側に対応する限界社会便益曲線を示し，夫々次式で表わされる。**

（a）数値例－1： $P=0.72-N^2$。**但し，**$N\geqq 0$ **且つ** $P\geqq 0$。

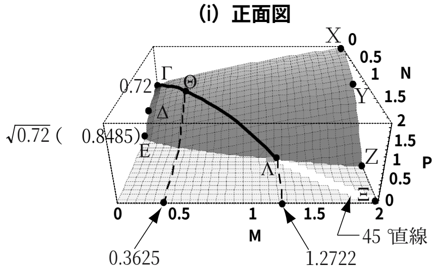
（b）数値例－2： $0.0\leqq N\leqq 0.4$ **のとき，** $P=2-N^2$。

$N>0.4$ **のとき，** $P=1.68+3.2N-7N^2$。**但し，**$P\geqq 0$。

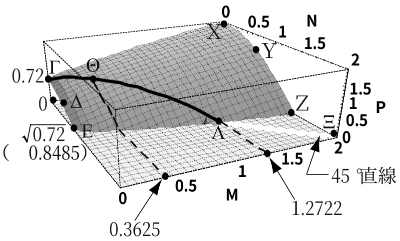
（c）数値例－3： $P=0.72+6.4N-7N^2$。**但し，**$N\geqq 0$ **且つ** $P\geqq 0$。

図A3　需要曲面と準導出需要曲線：
「Mの全値域に亙り外部経済性（正）が見られる」数値例

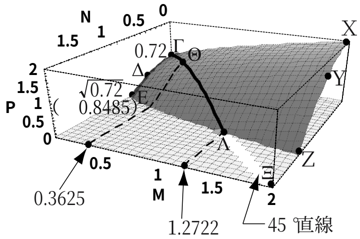
(i) 正面図



(ii) 左手前から眺めた図



(iii) 右手前から眺めた図



〔注〕

(1) 需要曲面の構築に必要な直交3座標軸

N**軸：「需要水準」を示す。**

P**軸 ：「価格水準」を示す。**

M**軸：「仮想均衡需要水準」を示す。**

(2) 需要曲面函数

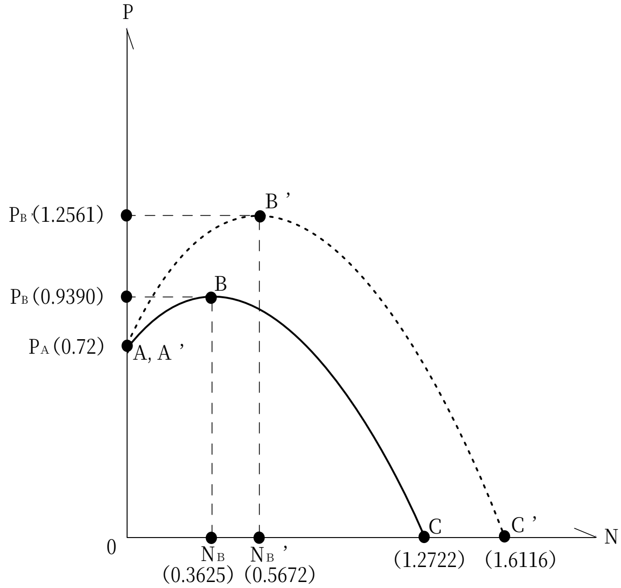
$P = 0.72 - N^2 + 0.75M^{0.75}$。**但し，**$0.0 \leqq M \leqq 2.0$，$N \geqq 0$ **且つ** $P \geqq 0$。

(3) 曲線ΓΘΛ**：準導出需要曲線を示し，下記の連立方程式により表わされる。**

$P = 0.72 - N^2 + 0.75M^{0.75}$，**且つ** $M = N$。**但し，**$0.0 \leqq M \leqq 2.0$，$N \geqq 0$ **且つ** $P \geqq 0$。

(4) 点Θ**の座標（**N, M, P**）：（0.3625, 0.3625, 0.9390）**

図A4　導出需要曲線と限界社会便益曲線）：
「Mの全値域に亘り外部経済性（正）が見られる」数値例



〔注〕

(1) N **及び** P **は，夫々需要水準及び価額を示す。**

(2) 曲線ABC**：導出需要曲線を示し，次式で表わされる。**

$P = 0.72 - N^2 + 0.75N^{0.75}$。**但し，**$N \geqq 0$ **且つ** $P \geqq 0$。

(3) 曲線A'B'C'**：限界社会便益曲線を示し，次式で表わされる。**

$P = 0.72 - N^2 + 1.3125N^{0.75}$。**但し，**$N \geqq 0$ **且つ** $P \geqq 0$。

[参考文献]

大石泰彦（2005）[編・著・監訳]，**限界費用価格形成原理の研究**，勁草書房，東京。

川嶋辰彦（1975），「都市環境の経済学（図式的分析）」，**新都市**，第29巻3号，都市計画協会，東京，4-14頁。

川嶋辰彦，平岡規之，野呂純一，佐俣留奈子（2007），「外部経済性の考察（需要曲面分析〈その1〉）― 需要曲面から求められる導出需要曲線と限界社会便益曲線 ―」，**学習院大学経済論集**，第44巻第3号，学習院大学，東京，203-262頁。

Buchanan, J.M., 1965, "An Economic Theory of Clubs," **Economica**, Vol.32, No.125, pp.1-14.

Else, P.K., 1981, "A Reformulation of the Theory of Optimal Congestion Taxes," **Journal of Transport Economics and Policy**, Vol.15, pp.217-232.

Else, P.K., 1982, "A Reformulation of the Theory of Optimal Congestion Taxes: A Rejoinder," **Journal of Transport Economics and Policy**, Vol.16, pp.299-304.

Kawashima, T., 1980, "Optimal Congestion Tax of Expressway: A.A.Walters Re-examined, P.K.Else Re-appraised, and Demand-surface Paradigms Re-considered," **Gakushuin Economic Papers**, Vol.25, No.2, Gakuhuin University, Tokyo, pp.47-74.

Kawashima, T., 1990, "Optimum Level of Traffic Congestion Taxes: An Outgrowth of Else's Approach," **New Frontiers in Regional Science: Essays in Honour of Walter Isard**, Volume 1, Edited by M.Chatterji and R.E.Kuenne, MacMillan, London, pp.318-341.

Kawashima, T. and R. Samata, 2004, "Case and Theory of NGO Volunteer Activities: International Grassroots Cooperative Programmes by GONGOVA for Uplander Villages in Northwestern Thailand," **Gakushuin Economic Papers**, Vol.41, No.3, pp. 185-207.

Nash, C. A., 1982, A Reformulation of the Theory of Optimal Congestion Taxes: A Comment," **Journal of Transport Economics and Policy**, Vol.16, pp.295-299.

Wolfram Research Inc., 2004, **Mathematica 5.1** (computer application software), Champaig, Illinois.

Walters, A. A., 1961, "The Theory and Measurement of Private and Social Cost of Highwasy Congestion," **Econometrica**, Vol.29, pp.676-699.