『学習院大学　経済論集』第44巻　第3号（2007年10月）

# 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――

川嶋　辰彦*、平岡　規之**、野呂　純一†、佐俣　留奈子††



## １　はじめに

マクロの需要曲面を，まず構築する。同曲面にはその際，「消費者が特定のサービスから受ける効用の水準に影響を及ぼす『正の外部経済性及び負の外部経済性』」を，明示的に内含させる。次にこの需要曲面に基づき，マクロの需要曲線とそれに対応する限界社会便益曲線を求める。同２曲線は，需要曲面に組み込まれた上述の特性を反映し，一般に相互に乖離する。また，両者の形体は常に右下がりとは限らず，時に釣り鐘状を呈する。なお，以下の考察で求めるマクロの需要曲線を，需要曲面を母曲面に据えて導き出される特性に照らし，導出需要曲線[1)]と称する。以上が，本稿の梗概である。

以下では，正の外部経済性と負の外部経済性を合わせて，「外部経済性（正及び負）[2)]」と記し，文脈より自明であれば，本稿タイトルの様に単に外部経済性と称する。正の外部経済性は「外部経済性（正）」[3)]，負の外部経済性は「外部経済性（負）」[4)]と夫々記す。負の外部経済性

＊　学習院大学経済学部
＊＊ 三菱総合研究所
†　学習院大学大学院経済学研究科
†† オーストラリア国立大学大学院太平洋・アジア研究科

１）需要曲面を母曲面に据えて導き出される限界社会便益曲線は，導出需要曲線と同様な観点から，導出限界社会便益曲線と称し得る。しかし，この呼称を適用しなくとも，誤解の恐れは本稿の場合殆んど無いので，新たな呼称は用意しない。

２）厳密に言えば，括弧書きの部分「（正及び負）」は，「（正及び負，或いは，正又は負）」と記す必要がある。しかし本稿では便宜上，「（正及び負）」と記す。

は，読んで字の如く外部不経済性とも称する。なお本稿では，消費者余剰を社会便益に見立たてて考察を試みるので，両者を同義語として扱う。また，一般性を逸することなくして煩瑣を避ける目的で，各消費者によるサービスの購入量は，0又は1単位と仮定する。

翻って，本稿の考察を継ぐ次稿では，市場から生じるネットの社会便益に着目し，その値を最大化する解を探る。市場に外部経済性（正及び負）が存在するとき，最適解は，「外部経済性（正）の発現を促進する目的で交付される補助金」の最適水準値，或いは「外部経済性（負）の発現を抑制する目的で徴収される税金」[5]の最適水準値，の形で求められる。最適解を得る過程では，限界社会便益曲線と限界社会費用曲線[6]の交点がメルクマールとなる。即ち，「同交点を通る垂直線を，導出需要曲線と価格曲線[7]が上と下から[8]挟み込む線分の長さ」が，前述した補助金又は税金の最適水準値となる。

したがって，本稿で求める導出需要曲線と限界社会便益曲線は，次稿の考察へ向けた助走路の役割りを果たす。なお本稿は，川嶋辰彦（1975）の流れを汲む Kawashima and Samata（2004，後半部）の延長線上に位置し，同論文の敷衍を試みたものである。

## ２　需要曲面と導出需要曲線

本節では，需要曲面構築の土台となる枠組みを，はじめに説明する。次いで，この枠組みに基づき需要曲面を構築し，同曲面から導出需要曲線を求める手順を一般的に説明する。最後に，同曲面を求める手順について，数値例を挙げて具体的に図説する。

### ２－１　直交３座標軸

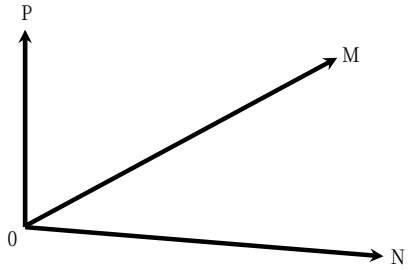
各消費者が特定のサービスから受ける効用の水準は，当該サービスの市場均衡需要量に依存する場合が少なくない[9]。この仮説に立つ本稿では，「各消費者が，サービスの効用水準を認識する際に，前提として想定する均衡需要量」を鍵概念として用い，同需要量を仮想需要水準と称する。

同概念を用いて，図１[10]が示す直交3座標軸を，3次元空間内に設定する。ここで，座標軸Ｎ，Ｐ，Ｍは夫々，特定サービスに対する需要水準，価格水準，及び仮想需要水準を表わす。この直交3軸は需要曲面構築の基盤をなし，いま，サービスの具体例としてテーマパークを考えると，Ｎは入場者数，Ｐは入場料，Ｍは「想定される均衡入場者数」[11]と，夫々看做し得る。

---

３）或いは，「外部経済（正）」。
４）或いは，「外部経済（負）」。
５）外部不経済税とも称する。
６）「『消費者にとっての平均費用（即ち，サービス１単位当りの価格）』と『需要量』の積」を，総社会費用として求める。次いで，総社会費用を需要量で微分する。ここで得られる函数の表わす曲線が，限界社会費用曲線となる。
７）即ち，消費者にとっての平均費用曲線。
８）或いは市場の特性により，「下と上から」。
９）即ち，「『特定サービスに対する効用函数』が有する引数の一つに，『当該サービスの市場均衡需要量』を含む」と換言できる。この仮定を設ける本稿は，その意味に於いてBuchanan (1965) のパラダイムを踏襲する。
10）本稿各図の作図は，*Mathmacica 5.1* (Wolfram Research Inc.) に負うところが多い。

**図１　需要曲面構築の枠組：３本の直交座標軸**




**〔注〕（1）N：需要水準，P：価格水準，M：仮想需要水準。**
**（2）N，P 及びMの具体例：**
**N：特定テーマパークの「入場者数」**
**P：同パークの「入場料」**
**M：同パークの「仮想の均衡入場者数（即ち，仮想の均衡需要人口）」。**

## ２－２　需要曲面の構築と導出需要曲線の描出

### ２－２－１　一般的手順

需要曲面の構築と導出需要曲線の描出は，上記3本の直交座標軸を土台にしてなされるが，そのために要する一般的な作業手順は，次の9ステップにより示される。

（1）仮想需要水準Mの値域を設定し，同値域内にM値を幾つか特定する。

（2）特定した各M値に対して，通常の需要分析で用いる右下がりの需要曲線を，個別のＮ‐Ｐ平面上に描出する。

（3）描出した需要曲線毎に，個別のＮ‐Ｍ‐Ｐ空間を準備する。次いで，それらの3次元空間内にMの各特定値に対応するＮ‐Ｐ平面を垂直に立てる。その後，同平面上に，上記の需要曲線を夫々再描出する。

（4）個別の3次元空間内に再描出した需要曲線全てを，一括して同一のＮ‐Ｍ‐Ｐ空間内に置き換える。

（5）同一の3次元空間内に置き換えた需要曲線群に着目し，曲線間の相対的位置関係を的確に掴みながら，需要曲線を外側から順次包み込むように繋いで行く曲面（即ち，包絡曲面）を，同空間内に構築する。

（6）ここで得られた「需要曲線群の包絡曲面」を，需要曲面と称する。

（7）「需要曲面上にあり且つ Ｍ＝Ｎの関係を満足する点が，Ｎ‐Ｍ‐Ｐ空間内に描く曲線軌跡[12)]」を，求める。この曲線軌跡を，準導出需要曲線[13)]と称する。視覚的理解を

11）或いは，「仮想の均衡入場者数（又は，「仮想の均衡需要人口）」。

12）即ち，「需要曲面」と「Ｎ－Ｍ平面上の45°線（本稿の関連各図では直線０Ξとして示される）上に立つ垂直面」との交曲線。

13）この曲線は，導出需要曲線を求める直前のステップで出現し，需要分析上同曲線に準ずる機能を備える。よって，準導出需要曲線と称する。

助ける目的で，ひとつはトレッキング・ルート[14]のイメージを介して，もうひとつはプレシピス・エッジ[15]のイメージを介して，需要曲面上に現われる準導出需要曲線を，夫々鳥瞰図的に把握する。

（8）N‐M‐P空間内の準導出需要曲線を，N‐P平面へ正射影する。

（9）ここで得られた正射影曲線を，導出需要曲線[16]と称する。

### ２－２－２　具体的手順

上述した一般的な作業手順を踏まえ，需要曲面と導出需要曲線を求める作業の手順を，次の5種類の数値例に対して具体的に図説する。

（1）第1の数値例：仮想需要水準Mの全値域に亙り，外部経済性（正及び負）は存在しない。

（2）第2の数値例：Mの値が小さいとき，外部経済性（正及び負）は存在しない。しかし，Mが或る値を越えると，同値から上限値まで外部不経済性が存在する。[17]（外部経済性〈正及び負〉が存在する場合〈ケースA〉）

（3）第3及び第4の数値例：Mの値が小さいとき，外部経済性（正）が存在する。しかし，Mが或る値を越えると,同値から上限値まで外部不経済性が存在する。（外部経済性〈正及び負〉が存在する場合〈ケースB及びC〉）

（4）第5の数値例：Mの全値域に亙り，外部不経済性が存在する。（外部経済性〈正及び負〉が存在する場合〈ケースD〉）

なお，第4及び第5の数値例に関しては，需要曲面と導出需要曲線の関係にのみ焦点を合わせることにし，需要曲面を所与として，上述のステップ（6）より図説を始める。

#### ２－２－２－１　数値例－1：外部経済性（正及び負）が見られない例

本数値例は，外部経済性（正及び負）について中立的[18]である。従って，本稿の主目的には，必ずしもそぐわない。しかし，需要曲面が外部経済性（正及び負）を明示的に内含する他の4数値例の理解を促がし，併せて，通常の需要分析と本稿のアプローチの間に見られる同異の比較に有益であるので，本数値例より具体的な図説を始める。

---

14）即ち，山野跋渉用の小径。

15）即ち，絶壁上の崖畔線。

16）冒頭で述べたように，この曲線は，「消費者が特定のサービスから受け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を母曲面に据えて誕生する。この特性に鑑み，通常の需要分析で用いられる需要曲線と来歴を区別する意味で，ステップ（9）で得られる需要曲線を導出需要曲線と称する。

17）本稿では，M値との関わりで発生する外部経済性（正）及び外部経済性（負）の存在を，次の様に理解する。

①外部経済性（正）の存在：M値の増加とともに外部経済性（正）が逓増する。

②外部不経済性の存在：M値の増加とともに外部不経済性が逓増する。

従ってM値を減少させた場合，上記①のケースに対しては外部経済性（正）が逓減（即ち，外部不経済性が逓増）し，上記②のケースに対しては外部不経済性が逓減（即ち，外部経済性<正>が逓増）する。

18）「外部経済性（正及び負）の存在は仮定されていない」の意味。

（1）仮想需要水準Mの値域を0.0≦M≦2.0とし，次の5値をMの特定値として定める。

M＝0.0，0.5，1.0，1.5，2.0。

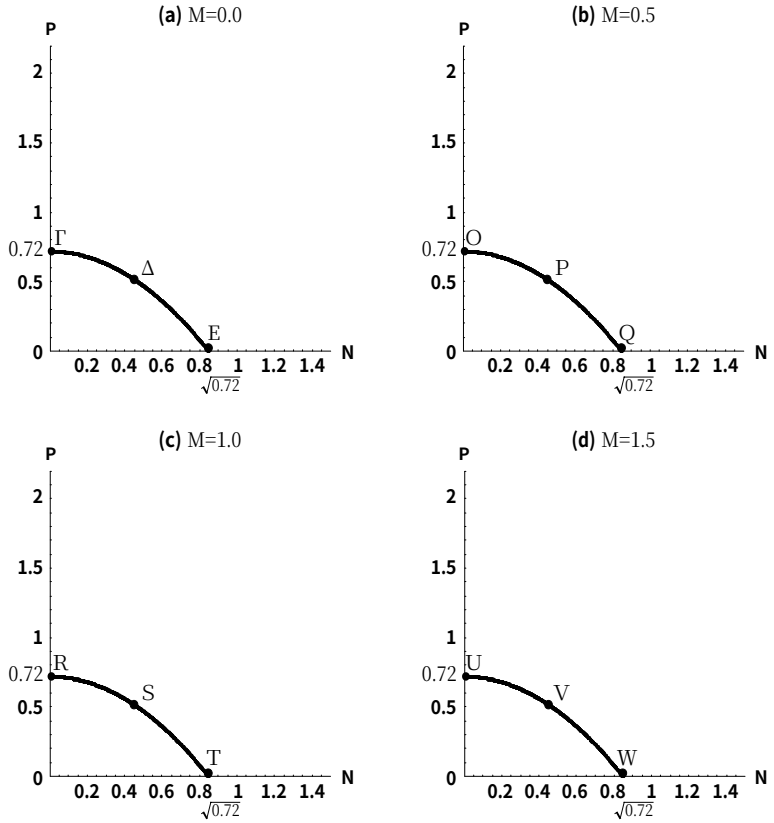
なお，これら5つのM値は略号を用いると，「M: {M, 0.0，2.0，0.5}」のように記述でき，同略号は，「Mが0.0から2.0までの区間を0.5刻みで変化する」ことを意味する。以下では他の数値例に対しても，同様な略号を適用する。

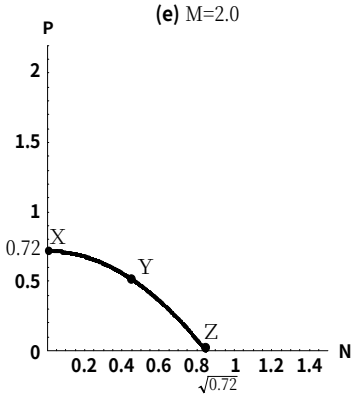
（2）Mの各特定値に対する需要曲線を，個別のＮ‐Ｐ平面上に夫々描出する（図２）。本数値例は，M値との関わりで発生する外部経済性（正及び負）の存在を仮定しない。よって，描出された需要曲線ΓΔＥ，ＯＰＱ，…，ＸＹＺ は同形であり，次式により与えられる。

$$P = 0.72 - N^2 + 0 \times M, \quad 又は P = 0.72 - N^2$$

但し，N≧0.0 且つ P≧0。

**図２　個別の N-P 平面上に描出される需要曲線:**
**数値例－1（外部経済性〈正及び負〉が存在しない場合）**
**本図では，仮想需要水準Mの5特定値に対応する需要曲線が，個別の N-P 平面上に描出されている。**
**なお，Mの5特定値は，**M: {M, 0.0, 2.0, 0.5}。

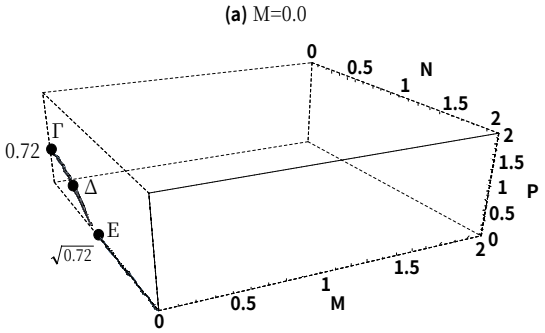




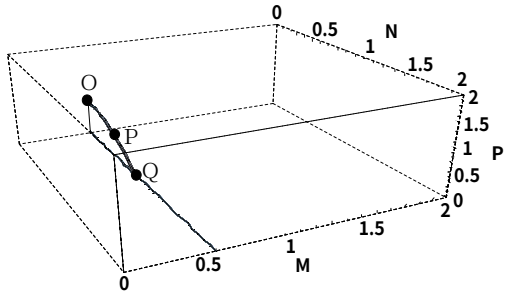

〔注〕（1）N-P 平面上の需要曲線（仮想需要水準がMであるとき。なお，M: {M, 0.0, 2.0, 0.5}。）：
$P=0.72-N^2+0\times M$。但し，N≧0 且つ P≧0。
（2）本数値例では，仮想需要水準M値との関わりで発生する外部経済性（正及び負）の存在が仮定されていないので，N値とP値の函数関係はM値に依存しない。

（3）ステップ（2）で描出した5本の需要曲線に対し，個別のＮ‐Ｍ‐Ｐ空間を5つ準備する。次いで，これらの3次元空間内に，Ｍの各特定値に対応するＮ‐Ｐ平面を垂直に立てる。その後，同平面上に，需要曲線ΓΔＥ，ＯＰＱ，…，ＸＹＺ を夫々再描出する（図３）。

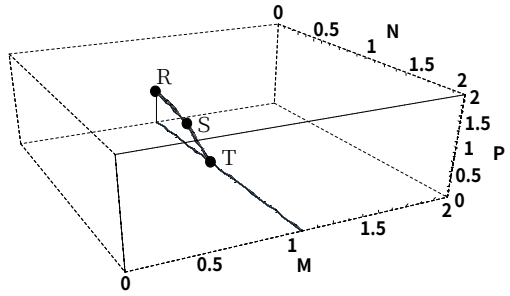
**図３　個別の N-M-P 空間内に描出される需要曲線：**
**数値例－1（外部経済性〈正及び負〉が存在しない場合）**
**（本図では，仮想需要水準Mの5特定値に対応する需要曲線が，個別の N-M-P 空間内に描出されている。なお，Mの5特定値は，M: {M, 0.0, 2.0, 0.5}。）**



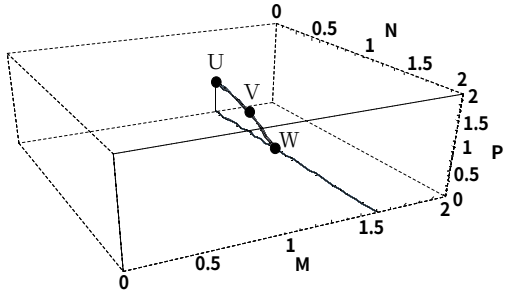
**(b)** M=0.5



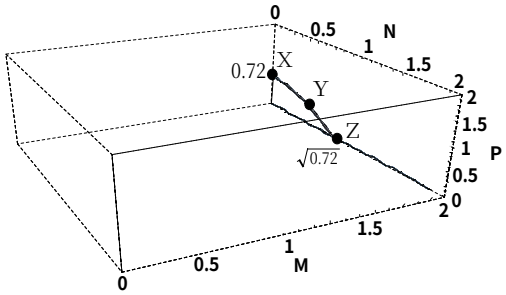

**(c)** M=1.0




**(d)** M=1.5



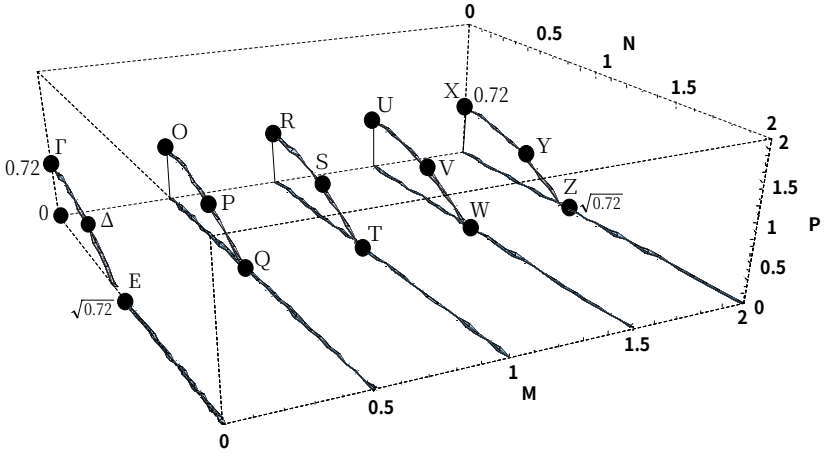
**(d)** M=2.0




〔注〕（1）N-P **平面上の需要曲線（仮想需要水準がMであるとき。なお，**M: {M, 0.0, 2.0, 0.5}。**）:**
P＝0.72－$N^2$ ＋ 0×M。**但し，**N≧0 **且つ** P≧0。
（2）**本数値例では，仮想需要水準M値との関わりで発生する外部経済性（正及び負）の存在が仮定されていないので，N値とP値の函数関係はM値に依存しない。**

（4）個別の3次元空間に再描出した5本の需要曲線全てを，一括して同一のＮ‐Ｍ‐Ｐ空間内に置き換える。この結果，曲線ΓΔＥ，ＯＰＱ，…，ＸＹＺは，同一の3次元空間内に「肋骨に似た骨組み」を形成する（図４）。

**図４　同一の** N-M-P **空間内に描出される需要曲線群:**
**数値例－1（外部経済性〈正及び負〉が存在しない場合）**
**（本図では，仮想需要水準Mの5特定値に対応する需要曲線が，同一の** N-M-P **空間内に描出されている。なお，Mの5特定値は，**M: {M, 0.0, 2.0, 0.5}。**）**



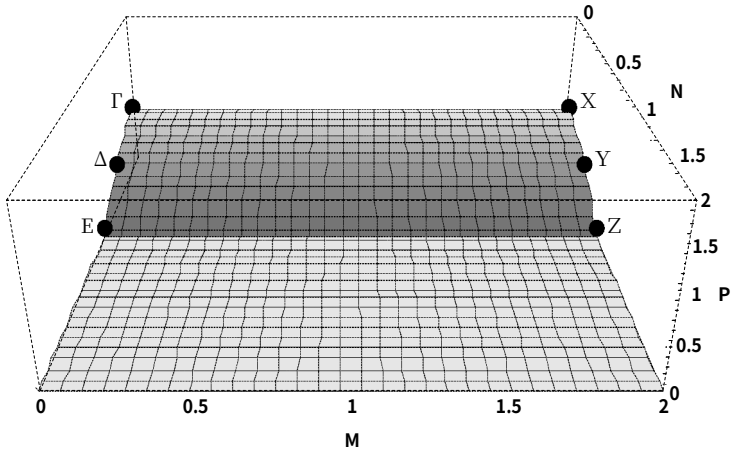

〔注〕（1）N-P **平面上の需要曲線（仮想需要水準がMであるとき。なお，**M: {M, 0.0, 2.0, 0.5}。**）:**
P＝0.72－$N^2$ ＋ 0×M。**但し，**N≧0 **且つ** P≧0。
（2）**本数値例では，仮想需要水準M値との関わりで発生する外部経済性（正及び負）の存在が仮定されていないので，N値とP値の函数関係はM値に依存しない。**

（5）「肋骨に似た骨組み」を構成する5本の需要曲線群を束ねる包絡曲面ΓΔＥＺＹＸを，Ｎ‐Ｍ‐Ｐ空間内に構築する（図５）。この包絡曲面は，次式で表わされると考えてよい。

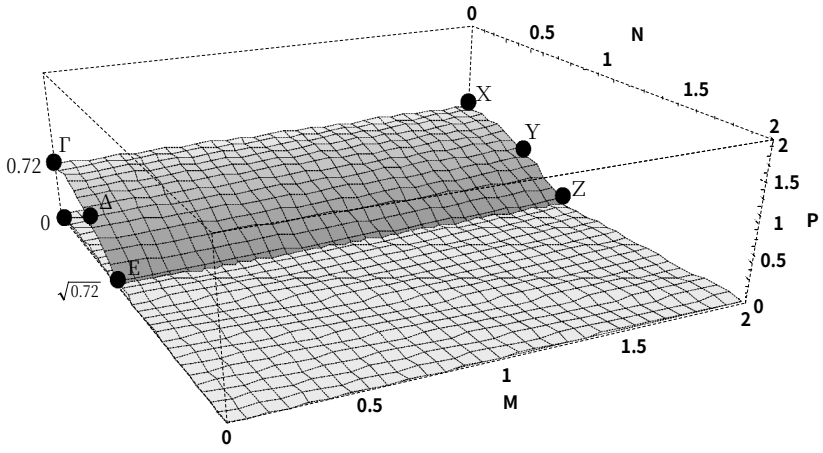
$$P = 0.72 - N^2 + 0 \times M \quad \text{但し，} 0.0 \leqq M \leqq 2.0,\ N \geqq 0.0,\ P \geqq 0.0。$$

**図５**　N-M-P **空間内に描出される需要曲面：**
**数値例－1（外部経済性〈正及び負〉が存在しない場合）**
**（本図は，**N-P **平面上の需要曲線が，「仮想需要水準**M**の連続変動値に対応して**N-M-P **空間内に描く曲面軌跡」を，３方向から夫々描出している。なお，**0.0≦M≦2.0**。）**

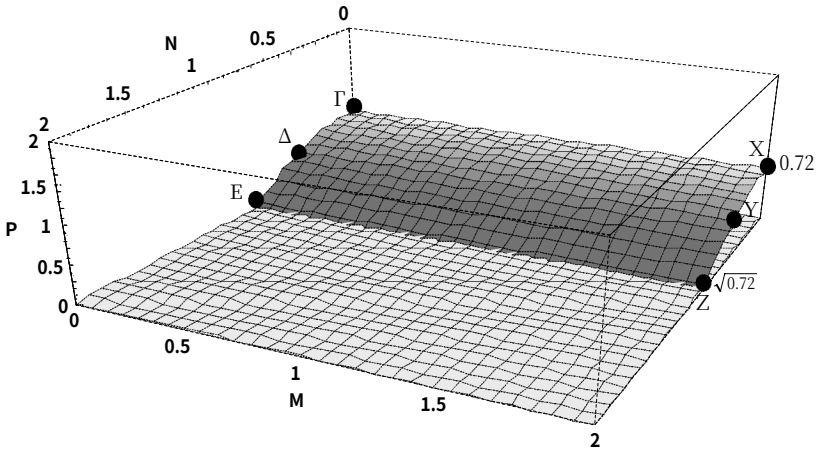
**(a) 正面図**




**(b) 左手前からの図**



**(c) 右手前からの図**




**〔注〕（1）** N-M-P **空間内の需要曲面:**
$P=0.72-N^2+0\times M$。**但し，**$0.0\leqq M\leqq 2.0$，$N\geqq 0$，$P\geqq 0$。
**（この需要曲面は，「同一の** N-M-P **空間内に描出される需要曲線群（図４を参照）」の包絡曲面にあたる。）**

**（2）** N-P **平面上の需要曲線（仮想需要水準がM であるとき。なお，**$0.0\leqq M\leqq 2.0$。**）:**
$P=0.72-N^2+0\times M$。**但し，**$N\geqq 0$ **且つ** $P\geqq 0$。

**（3）本図の（a），（b）及び（c）は，正面，左手前，及び右手前の異なる３方向から眺めた需要曲面の形状を，夫々示す。**

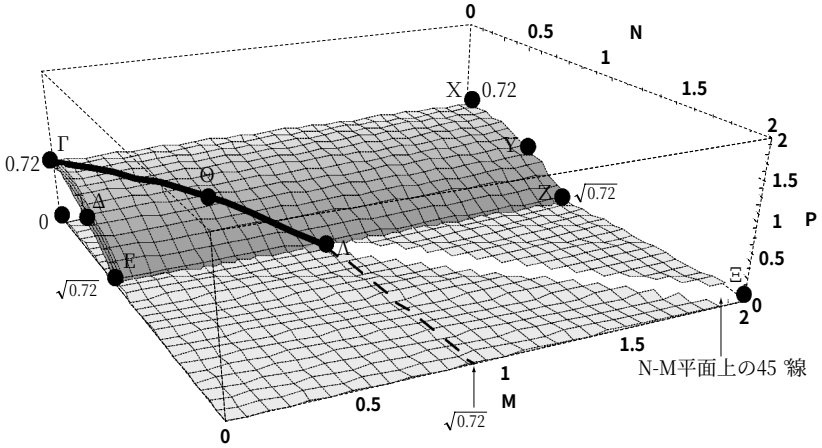
**（4）本数値例では，仮想需要水準M値との関わりで発生する外部経済性（正及び負）の存在が仮定されていないので，需要曲面は「M軸に沿った寸胴型形状」を呈する。**

（6）ここで得られる包絡曲面が，需要曲面となる。本数値例は，M値との関わりで発生する外部経済性（正及び負）の存在を仮定しない。需要曲面はこの条件を反映して，図５が示すように，M軸に沿って寸胴型に伸びる形状[19]を呈する。

（7）「需要曲面上にあり且つM＝Nを満足する点の軌跡」ΓΘΛを，図６（トレッキング・ルートのイメージによる描写）及び図７（プレシピス・エッジのイメージによる描写）が示す2種類のイメージに従い，N‐M‐P空間内に描く。この曲線軌跡ΓΘΛが，準導出需要曲線となる。両図から明きらかなように同曲線は，N‐M‐P空間内を点Γから点Θを経て点Λへ向け，単調に下る。

19）縦方向に半切した蒲鉾に似た形状。

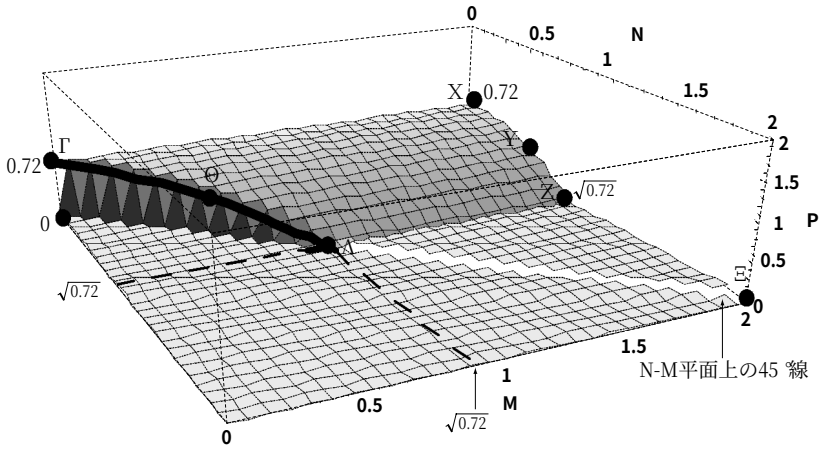
**図６　N-M-P 空間内の需要曲面上で鳥瞰図的に把握される準導出需要曲線**
**（トレッキング・ルートのイメージ）：**
**数値例－1（外部経済性〈正及び負〉が存在しない場合）**




〔注〕（1）曲線Γ Θ Λ：
準導出需要曲線（トレッキング・ルートのイメージ）。この準導出需要曲線は，「下記の注（2）で与えられる需要曲面」上にあって「M＝N」を満足する点が，N-M-P 空間内に描く曲線軌跡であり，本図の場合視覚的には，「需要曲面」と「45 線 °上に立つ垂直面」との交曲線として，捉えられる。

（2）N-M-P 空間内の需要曲面：
$P=0.72-N^2+0\times M$。但し，$0.0\leqq M\leqq 2.0$，$N\geqq 0$，$P\geqq 0$。

**図７**　N-M-P **空間内の需要曲面上で鳥瞰図的に把握される準導出需要曲線**
**（プレシピス・エッジのイメージ）：**
**数値例－1（外部経済性〈正及び負〉が存在しない場合）**

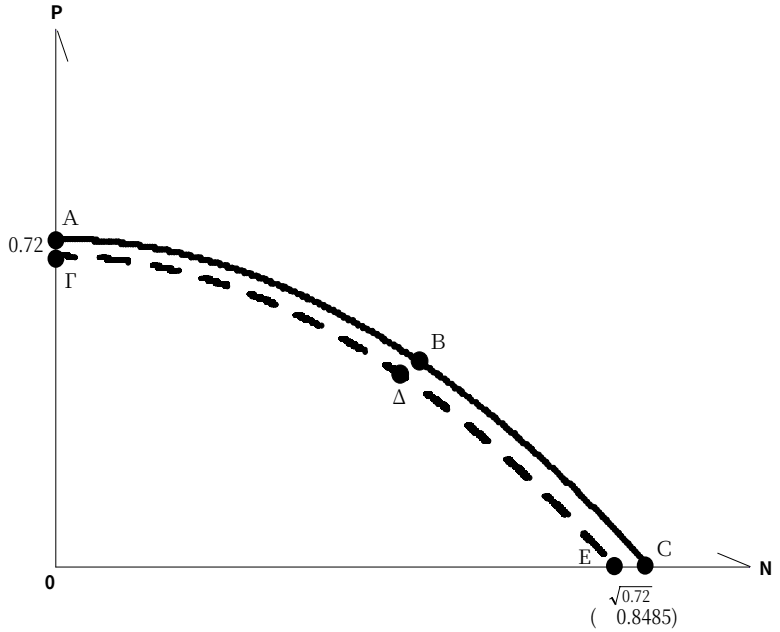



〔注〕（1）**曲線** Γ Θ Λ：
**準導出需要曲線（プレシピス・エッジのイメージ）。この準導出需要曲線は，「下記の注（2）で与えられる需要曲面」上にあって「**M＝N**」を満足する点が，**N-M-P **空間内に描く曲線軌跡であり，本図の場合視覚的には，「需要曲面」を「45 線 °上に立つ垂直面」で裁断したときに出現する，崖畔線として捉えられる。**

（2）N-M-P **空間内の需要曲面：**
$P=0.72-N^2+0\times M$。**但し，**$0.0\leqq M\leqq 2.0$，$N\geqq 0$，$P\geqq 0$。

（8）「Ｎ‐Ｍ‐Ｐ空間内の需要曲面上で把握される準導出需要曲線」ΓΘΛを，Ｎ‐Ｐ平面上へ正射影すると，図８の示す曲線ＡＢＣを得る。

**図８　N-P 平面上に示される導出需要曲線:**
**数値例－1（外部経済性〈正及び負〉が存在しない場合）**




〔注〕（1）曲線ＡＢＣ（実線）：
導出需要曲線。この導出需要曲線は，「N-M-P 空間内の需要曲面上で把握される準導出需要曲線ΓΘΛ（図６及び７を参照）」を，N-P 平面へ正射影することによって得られ，$P=0.72-N^2$ で表わせる（但し，P≧0 且つ N≧0）。

（2）曲線ΓΔＥ（破線）：
ΓΔＥ曲線。このΓΔＥ曲線は，N-M-P空間内に与えられている需要曲面（図５を参照）が，「M＝0 のときN-P平面上に描出する需要曲線」であり，$P=0.72-N^2$ で表わせる（但し，P≧0 且つ N≧0）。本数値例では，仮想需要水準M値との関わりで発生する外部経済性（正及び負）の存在が仮定されていないので，導出需要曲線ＡＢＣとΓΔＥ曲線は一致する。なお，本図では解り易く表現する目的で，両曲線を２本の並行曲線で示した。

（9）ここで得られる正射影曲線ＡＢＣが，導出需要曲線となる。本数値例は，Ｍ値との関わりで発生する外部経済性（正及び負）の存在を仮定しない。この条件を反映して，導出需要曲線ＡＢＣは右下がりで，且つ曲線ΓΔＥと一致する。なお，両曲線はともに次式で示される。

$$P = 0.72 - N^2 \quad \text{但し，} P \geqq 0.0 \text{ 且つ} N \geqq 0.0。$$

なお曲線ΓΔＥは，「与えられた需要曲面が，Ｍ＝0.0のときＮ－Ｐ平面上に描出する需要曲線」であり，本稿ではこの種の曲線をΓΔＥ曲線と称する。

### ２－２－２－２　数値例－2:
### 外部経済性（正及び負）の中立性と外部不経済性が共に見られる例
### ― 外部経済性（正及び負）が存在する場合（ケースＡ）―

本数値例は，外部不経済性存在の仮定を，数値例－1の内容に追加したものであり，仮想需要水準Ｍの値域（0.0≦Ｍ≦1.4）を，外部経済性（正及び負）について中立的な区間（0.0≦Ｍ≦0.4）と，外部不経済性の存在する区間（0.4＜Ｍ≦1.4）に2分する。

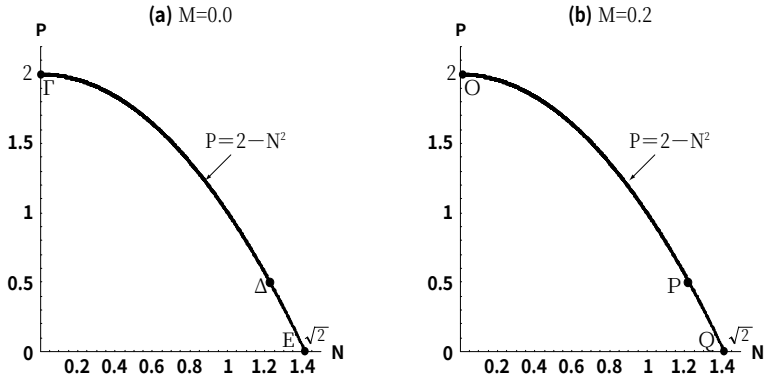
（1）仮想需要水準Ｍの値域内に，次の8値をＭの特定値として定める。

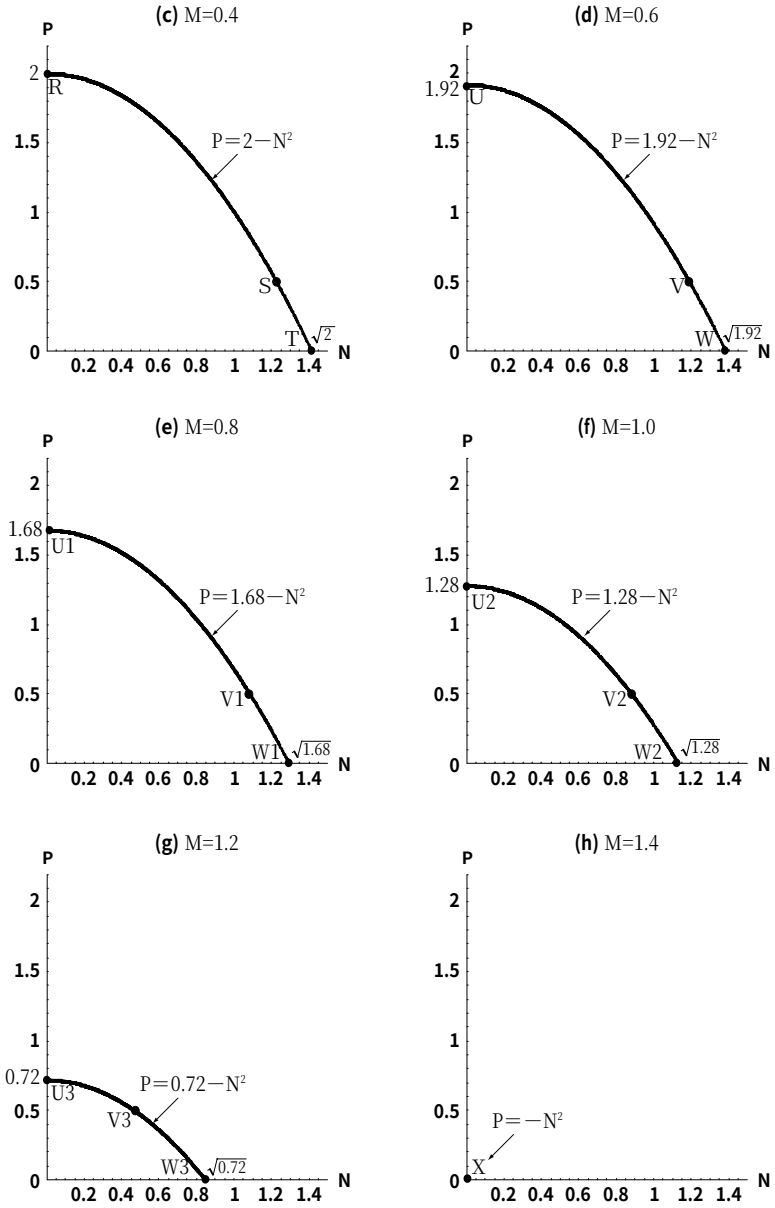
Ｍ: {M,0.0,1.4,0.2}。

（2）Ｍの各特定値に対する需要曲線を，個別のＮ－Ｐ平面上に夫々描出する（図9）。本数値例は，0.0≦Ｍ≦0.4 の値域に対して，Ｍ値との関わりで発生する外部経済性（正及び負）について中立的である。よって，3本の需要曲線ΓΔＥ，ＯＰＱ，及びＲＳＴは同形であり，次式により与えられる。

$$P = 2 - N^2 + 0 \times M, \quad \text{又は} P = 2 - N^2 \quad \text{但し，} N \geqq 0 \text{ 且つ} P \geqq 0。$$

**図９　個別の N-P 平面上に描出される需要曲線:**
**数値例－2（外部経済性〈正及び負〉が存在する場合〈ケースＡ〉）**
**（本図では，仮想需要水準Ｍの8特定値に対応する需要曲線が，個別の N-P 平面上に描出されている。なお，Ｍの8特定値は，Ｍ: {M, 0.0, 1.4, 0.2}。）**






〔注〕（1）N-P 平面上の需要曲線（仮想需要水準がMであるとき。なお，M：{M, 0.0, 1.4, 0.2}。）：
① 0.0≦M≦0.4 の場合：$P=2-N^2+0\times M$。但し，N≧0 且つ P≧0。
② 0.4＜M≦1.4 の場合：$P=2-N^2-2(M-0.4)^2$。但し，N≧0 且つ P≧0。

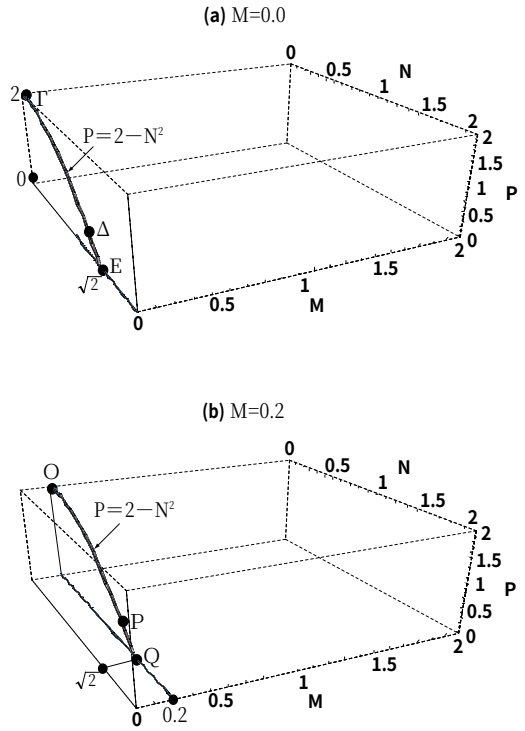
（2）本数値例では，仮想需要水準M値との関わりで発生する外部経済性（正及び負）の存在が，0.0≦M≦0.4 の値域に対しては仮定されていない。よって，同値域に於けるN値とP値の函数関係は，M値に依存しない。しかし，仮想需要水準M値との関わりで発生する外部経済性（負）の存在が，0.4＜M≦1.4 の値域に対しては仮定されているので，同値域に於けるN値とP値の函数関係はM値に依存する。

他方，本数値例は0.4＜M≦1.4 の値域に対して，M値との間で発生する外部不経済性の存在を仮定する。よって5本の需要曲線 ＵＶＷ，U1V1W1，…，Ｘは，M値の増加とともに次第に縮小する。なお，これらの需要曲線は次式により与えられる。

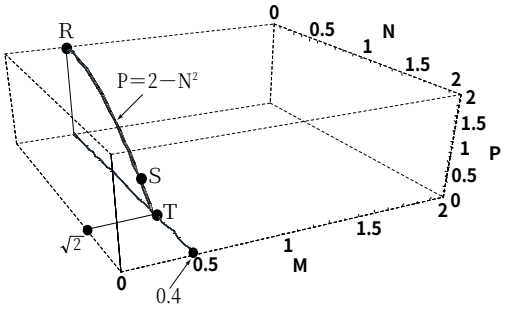
$$P = 2 - N^2 - 2(M - 0.4) \quad \text{但し，} N \geqq 0 \text{ 且つ } P \geqq 0。$$

（3）ステップ（2）で描出した8本の需要曲線に対し，個別のＮ‐Ｍ‐Ｐ空間を8つ準備する。次いで，これらの3次元空間内に，Ｍの各特定値に対応するＮ－Ｐ平面を垂直に立てる。その後，同平面上に，需要曲線ΓΔＥ，ＯＰＱ，…，Ｘを夫々再描出する（図10）。

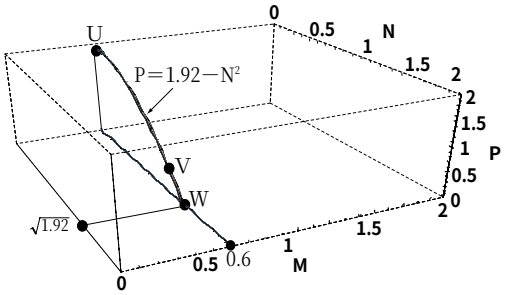
**図10　個別の N-M-P 空間内に描出される需要曲線：**
**数値例－2（外部経済性〈正及び負〉が存在する場合〈ケースＡ〉）**
**（本図では，仮想需要水準Mの8特定値に対応する需要曲線が，個別の N-M-P 空間内に描出されている。なお，Mの8特定値は，M：{M, 0.0, 1.4, 0.2}。）**



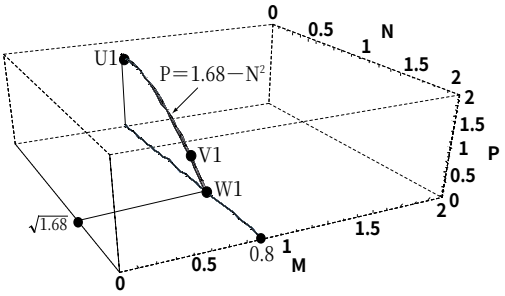
**(c)** M=0.4



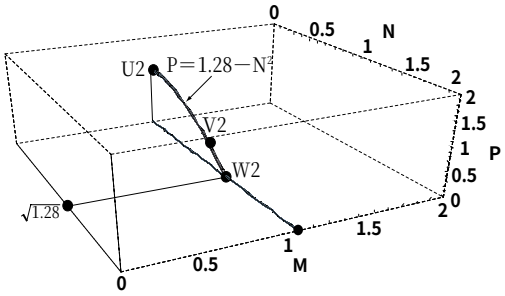

**(d)** M=0.6



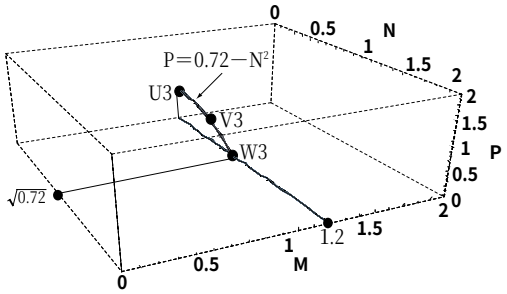

**(e)** M=0.8



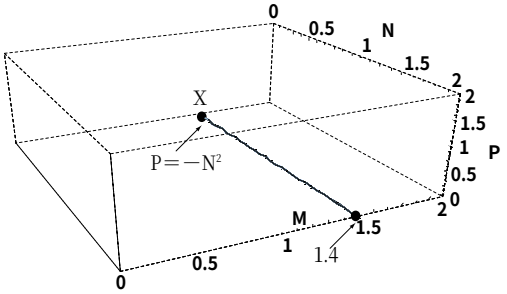

**(f)** M=1.0



(g) M=1.2




(h) M=1.4

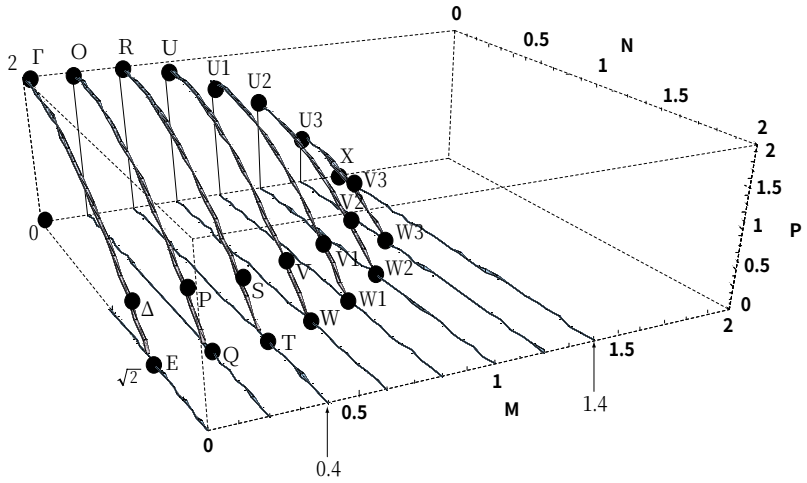



〔注〕（1）N-P 平面上の需要曲線（仮想需要水準がMであるとき。なお，M：{M, 0.0, 1.4, 0.2}。）：
① $0.0 \leqq M \leqq 0.4$ の場合：$P=2-N^2+0\times M$。但し，$N \geqq 0$ 且つ $P \geqq 0$。
② $0.4 < M \leqq 1.4$ の場合：$P=2-N^2-2(M-0.4)^2$。但し，$N \geqq 0$ 且つ $P \geqq 0$。

（2）本数値例では，仮想需要水準M値との関わりで発生する外部経済性の存在が，$0.0 \leqq M \leqq 0.4$の値域に対しては仮定されていない。よって，同値域に於けるN値とP値の函数関係は，M値に依存しない。しかし，仮想需要水準M値との関わりで発生する外部経済性（負）の存在が，$0.4 < M \leqq 1.4$ の値域に対しては仮定されているので，同値域に於けるN値とP値の函数関係はM値に依存する。

（4）個別の3次元空間内に再描出した8本の需要曲線全てを，一括して同一のＮ‐Ｍ‐Ｐ空間内に置き換える。この結果，曲線ΓΔＥ，ＯＰＱ，…，Ｘは，同一の3次元空間内に「肋骨に似た骨組み」を形成する（図11）。

**図11　同一の N-M-P 空間内に描出される需要曲線群:**
**数値例－2（外部経済性〈正及び負〉が存在する場合〈ケースＡ〉）**
**（本図では，仮想需要水準Mの8特定値に対応する需要曲線が，同一の N-M-P 空間内に描出されている。なお，Mの8特定値は，M: {M, 0.0, 1.4, 0.2}。）**




〔注〕（1）N-P 平面上の需要曲線（仮想需要水準がMであるとき。なお，M: {M, 0.0, 1.4, 0.2}。）：
① 0.0≦M≦0.4 の場合： $P=2-N^2+0\times M$。但し，N≧0 且つ P≧0。
② 0.4＜M≦1.4 の場合： $P=2-N^2-2(M-0.4)^2$。但し，N≧0 且つ P≧0。
（2）本数値例では，仮想需要水準M値との関わりで発生する外部経済性の存在が，0.0≦M≦0.4の値域に対しては仮定されていない。よって，同値域に於けるN値とP値の函数関係は，M値に依存しない。しかし，仮想需要水準M値との関わりで発生する外部経済性（負）の存在が，0.4＜M≦1.4 の値域に対しては仮定されているので，同値域に於けるN値とP値の函数関係はM値に依存する。

(5)「肋骨に似た骨組み」を構成する８本の需要曲線群を束ねる包絡曲面ΓΔＥＴＸＲを，Ｎ‐Ｍ‐Ｐ空間内に構築する（図12）。この包絡曲面は，次式で表わされると考えてよい。

$P = 2 - N^2 + 0 \times M$（$0.0 \leqq M \leqq 0.4$ のとき）

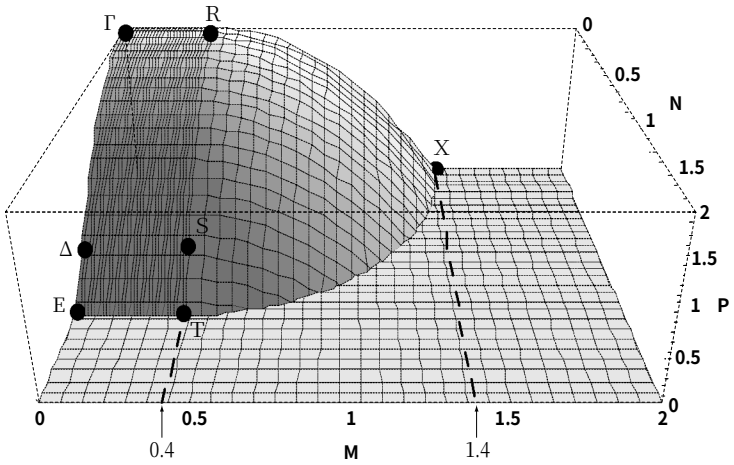
但し，$N \geqq 0.0$ 且つ $P \geqq 0.0$。

$P = 2 - N^2 - 2(M - 0.4)^2$（$0.4 < M \leqq 1.4$ のとき）

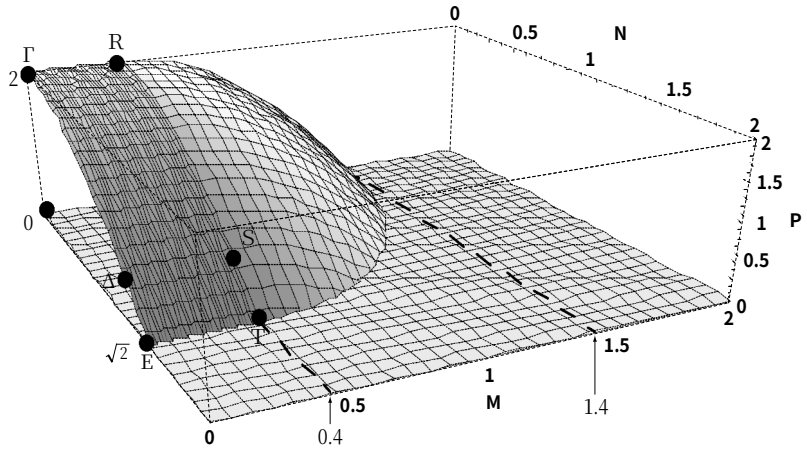
但し，$N \geqq 0.0$ 且つ $P \geqq 0.0$。

**図12　N-M-P 空間内に描出される需要曲面：**
**数値例－2（外部経済性〈正及び負〉が存在する場合〈ケースＡ〉）**
**（本図は，N-P 平面上の需要曲線が，「仮想需要水準Mの連続変動値に対応してN-M-P 空間内に描く曲面軌跡」を，３方向から夫々描出している。なお，0.0≦M≦1.4。）**

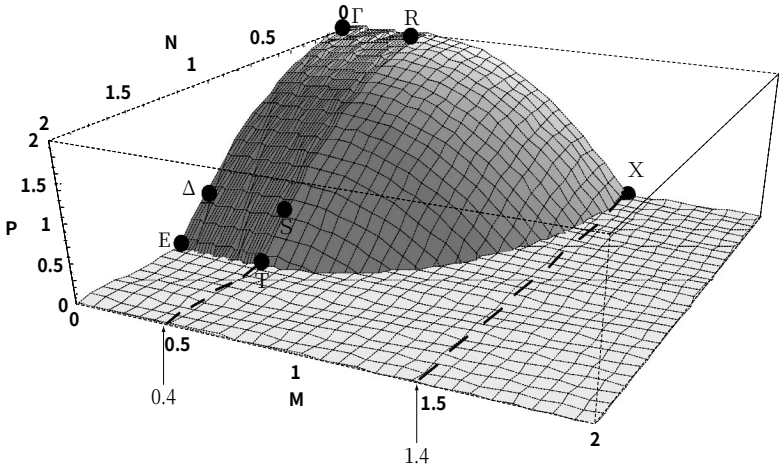
**(a) 正面図**




**(b) 左手前からの図**



**(c) 右手前からの図**




〔注〕（1）N-M-P **空間内の需要曲面：**

① $0.0 \leqq M \leqq 0.4$ **の場合：** $P=2-N^2+0\times M$。**但し，**$N \geqq 0$ **且つ** $P \geqq 0$。

② $0.4 < M \leqq 1.4$ **の場合：** $P=2-N^2-2(M-0.4)^2$。**但し，**$N \geqq 0$ **且つ** $P \geqq 0$。

**（この需要曲面は，「同一の** N-M-P **空間内に描出される需要曲線群（図11を参照）」の包絡曲面にあたる。）**

（2）N-P **平面上の需要曲線（仮想需要水準が**M**であるとき。なお，**$0.0 \leqq M \leqq 1.4$**。）：**

① $0.0 \leqq M \leqq 0.4$ **の場合：** $P=2-N^2+0\times M$。**但し，**$N \geqq 0$ **且つ** $P \geqq 0$。

② $0.4 < M \leqq 1.4$ **の場合：** $P=2-N^2-2(M-0.4)^2$。**但し，**$N \geqq 0$ **且つ** $P \geqq 0$。

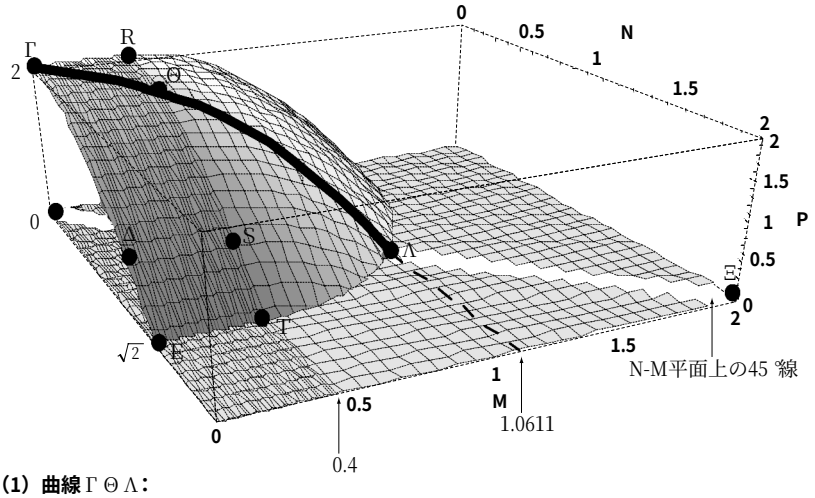
**（3）本図の（a），（b）及び（c）は，正面，左手前，及び右手前の異なる３方向から眺めた需要曲面の形状を，夫々示す。**

**（4）本数値例では，仮想需要水準**M**値との関わりで発生する外部経済性の存在が，**$0.0 \leqq M \leqq 0.4$ **の値域に対しては仮定されていない。よって，同値域に於ける需要曲面は，「**M**軸に沿った寸胴型形状」を呈する。しかし，仮想需要水準**M**値との関わりで発生する外部経済性（負）の存在が，**$0.4 < M \leqq 1.4$ **の値域に対しては仮定されているので，同値域に於ける需要曲面は「**M**軸に沿った非寸胴型形状」を呈する。**

(6) ここで得られる包絡曲面が，需要曲面となる。本数値例は，0.0≦M≦0.4 の値域に対して，M値との関わりで発生する外部経済性（正及び負）の存在を仮定しない。同値域に対する需要曲面はこの条件を反映して，図12が示すように，M軸に沿って寸胴型に伸びる形状を呈する。他方本数値例は，0.4＜M≦1.4 の値域に対して，M値との関わりで発生する外部不経済性の存在を仮定する。同値域に対する需要曲面はこの条件を反映して，同じ図12が示すように，「中胴膨張型のアメリカン・フットボールの8分の1カットに似た形状」を呈する。

(7)「需要曲面上にあり且つM＝Nを満足する点の軌跡」ΓΘΛを，図13及び図14が示す2種類のイメージに従い，N‐M‐P空間内に描く。この曲線軌跡ΓΘΛが，準導出需要曲線となる。両図から明きらかなように同曲線は，N‐M‐P空間内を点Γから点Θを経て点Λへ向け，単調に下る。

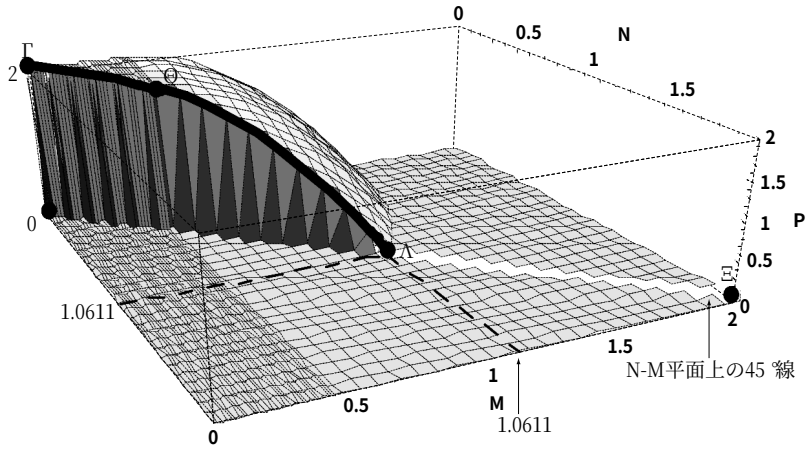
**図13　N-M-P 空間内の需要曲面上で鳥瞰図的に把握される準導出需要曲線（トレッキング・ルートのイメージ）：数値例－2（外部経済性〈正及び負〉が存在する場合〈ケースA〉）**




〔注〕（1）**曲線ΓΘΛ：**
**準導出需要曲線（トレッキング・ルートのイメージ）。この準導出需要曲線は，「下記の注（2）で与えられる需要曲面」上にあって「M＝N」を満足する点が，N-M-P 空間内に描く曲線軌跡であり，本図の場合視覚的には，「需要曲面」を「45 線°上に立つ垂直面」との交曲線として，捉えられる。**

（2）**N-M-P 空間内の需要曲面：**
① 0.0≦M≦0.4 **の場合：** $P=2-N^2+0\times M$。**但し，**N≧0 **且つ** P≧0。
② 0.4＜M≦1.4 **の場合：** $P=2-N^2-2(M-0.4)^2$。**但し，**N≧0 **且つ** P≧0。

**図14　N-M-P 空間内の需要曲面上で鳥瞰図的に把握される準導出需要曲線（プレシピス・エッジのイメージ）：**
**数値例－2（外部経済性〈正及び負〉が存在する場合〈ケースＡ〉）**

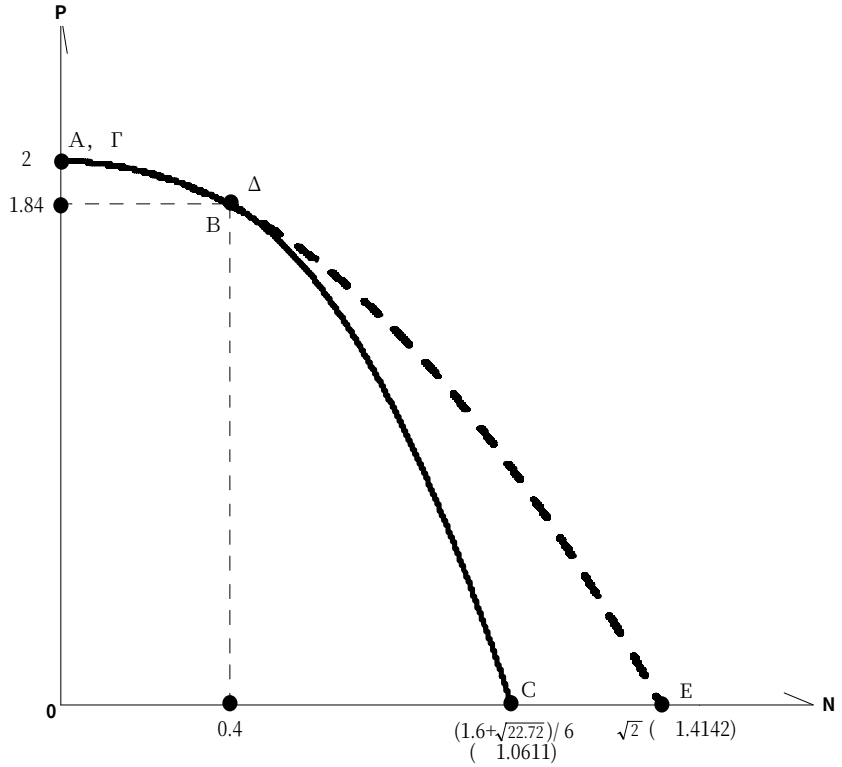



〔注〕（1）**曲線** Γ Θ Λ**：**
**準導出需要曲線（プレシピス・エッジのイメージ）。この準導出需要曲線は，「下記の注（2）で与えられる需要曲面」上にあって「**M＝N**」を満足する点が，**N-M-P **空間内に描く曲線軌跡であり，本図の場合視覚的には，「需要曲面」を「45 線 °上に立つ垂直面」で裁断したときに出現する，崖畔線として捉えられる。**

（2）N-M-P **空間内の需要曲面：**
① $0.0 \leqq M \leqq 0.4$ **の場合：** $P=2-N^2+0\times M$。**但し，**$N \geqq 0$ **且つ** $P \geqq 0$。
② $0.4 < M \leqq 1.4$ **の場合：** $P=2-N^2-2(M-0.4)^2$。**但し，**$N \geqq 0$ **且つ** $P \geqq 0$。

（8）「N‐M‐P空間内の需要曲面上で把握される準導出需要曲線」ΓΘΛを，N‐P平面上へ正射影すると，図15の示す曲線ＡＢＣを得る。

**図15　N-P 平面上に示される導出需要曲線：**
**数値例－2（外部経済性〈正及び負〉が存在する場合〈ケースＡ〉）**




**〔注〕（1）曲線ＡＢＣ（実線）：**
**導出需要曲線。この導出需要曲線は，「N-M-P 空間内の需要曲面上で把握される準導出需要曲線ΓΘΛ（図13及び14を参照）」を，N-P 平面へ正射影することによって得られ，0.0≦N≦0.4 の値域に対しては $P=2-N^2$（但し，P≧0），及び 0.4＜N≦1.4 の値域に対しては $P=1.68+1.6N-3N^2$（但し，P≧0）で，夫々表わせる。**

**（2）曲線ΓΔＥ（破線。但し，この曲線のΓΔ 部分は実線曲線のＡＢ部分に重なる）：**
**ΓΔＥ曲線。このΓΔＥ曲線は，N-M-P空間内に与えられている需要曲面（図12を参照）が，「M＝0 のときN-P 平面上に描出する需要曲線」であり，$P=2-N^2$ で表わせる（但し，P≧0 且つ N≧0）。本数値例では，仮想需要水準M値との関わりで発生する外部経済性の存在が 0.0≦N≦0.4 の値域に対しては仮定されていない。よって，同値域に対応するNの値域（上述の準導出需要曲線を介してMの値域をNの値域に変換すると，0.0≦N≦0.4）に於いて，導出需要曲線ＡＢＣはΓΔＥ曲線に一致する。しかし，仮想需要水準M値との関わりで発生する外部経済性（負）の存在が，0.4＜M≦1.4 の値域に対しては仮定されているので，同値域に対応するNの値域（上述の準導出需要曲線を介してMの値域をNの値域に変換すると，0.4＜N≦1.4）に於いて，導出需要曲線ＡＢＣとΓΔＥ曲線は異なる。**

（9）ここで得られる右下がりの正射影曲線ＡＢＣが，導出需要曲線となる。本数値例は，0.0≦M≦0.4 の値域に対して，M値との関わりで発生する外部経済性（正及び負）の存在を仮定しない。この条件を反映して導出需要曲線ＡＢＣの部分曲線ＡＢは，ΓΔＥ曲線の部分曲線ΓΔ と一致し，次式で示される。

$P = 2 - N^2$　但し，$P \geqq 0$ 且つ $N \geqq 0$。

他方本数値例は，0.4＜M≦1.4 の値域に対して，M値との関わりで発生する外部不経済性の存在を仮定する。この条件を反映して，導出需要曲線ＡＢＣの部分曲線ＢＣは，ΓΔＥ曲線と乖離する。なお，この乖離する部分の導出需要曲線は，次式で示される。

$P = -3N^2 + 1.6N + 1.68$　但し，$P \geqq 0$ 且つ $N \leqq 0$。

また，ΓΔＥ曲線の部分曲線ΔＥは，上に示した部分曲線ΓΔと同じく次式で示される。

$P = 2 - N^2$　但し，$P \geqq 0$ 且つ $N \geqq 0$。

### ２－２－２－３　数値例－3:
### 外部経済性（正）と外部不経済性が共に見られる例
### ―外部経済性（正及び負）が存在する場合（ケースＢ）―

本数値例は，仮想需要水準Mの値域を，外部経済性（正）の存在する区間と外部不経済性の存在する区間に2分する。なお，外部経済性（正及び負）について中立的な区間は，設けない。

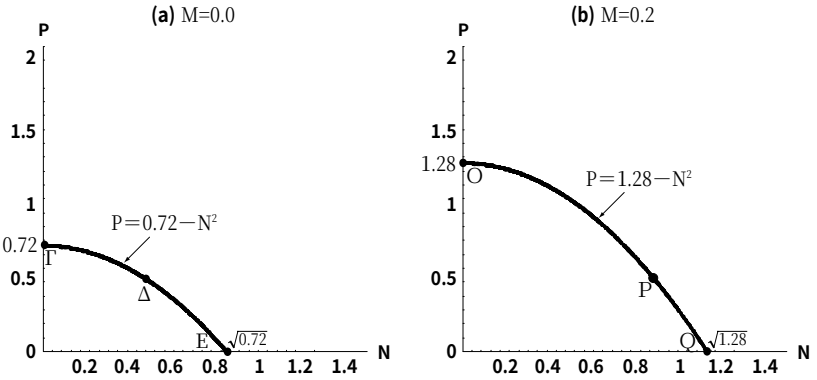
（1）Mの値域を0.0≦M≦1.8とする。同値域内で，0.0≦M≦0.8 の区間に対してはM値との関わりで発生する外部経済性（正）の存在を，0.8＜M≦1.8 の区間に対しては外部不経済性の存在を，夫々仮定する。また次の9値を，Mの特定値として定める。

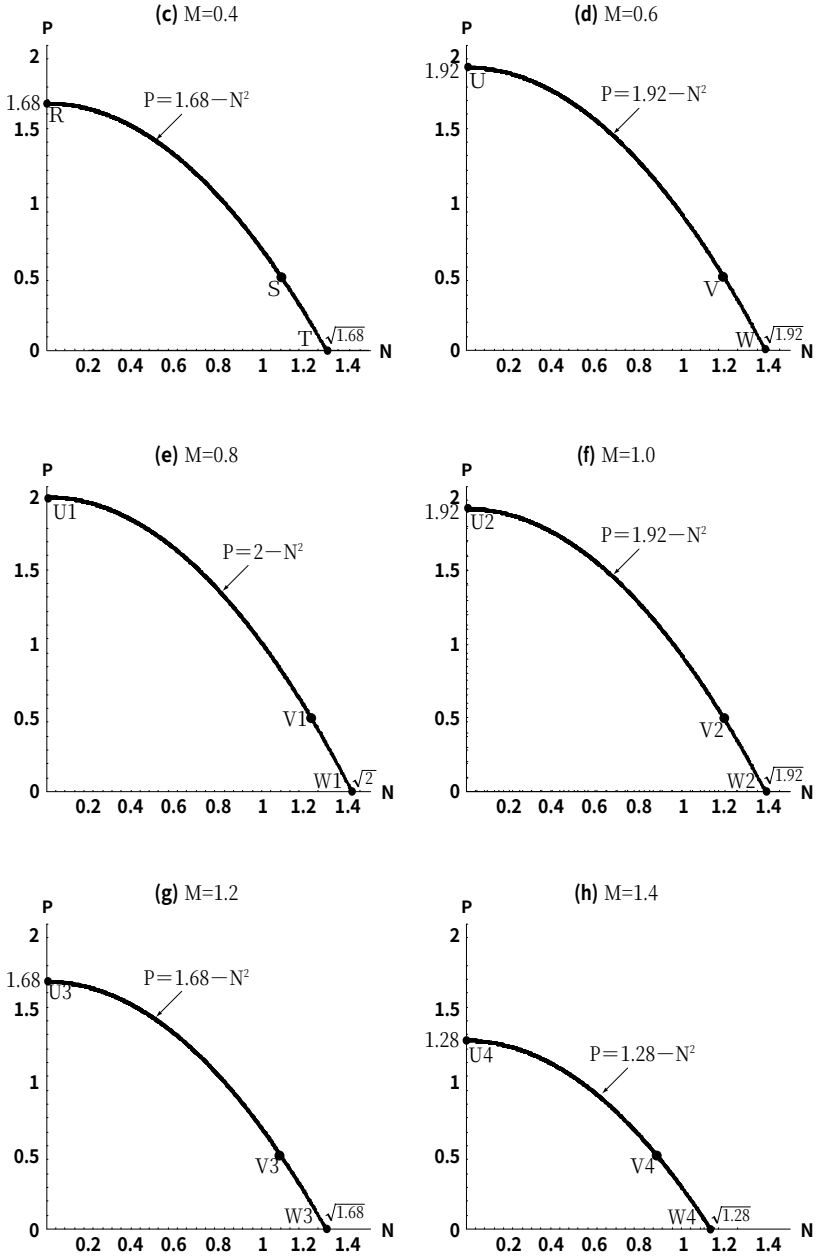
M: {M,0.0,1.8,0.2}。

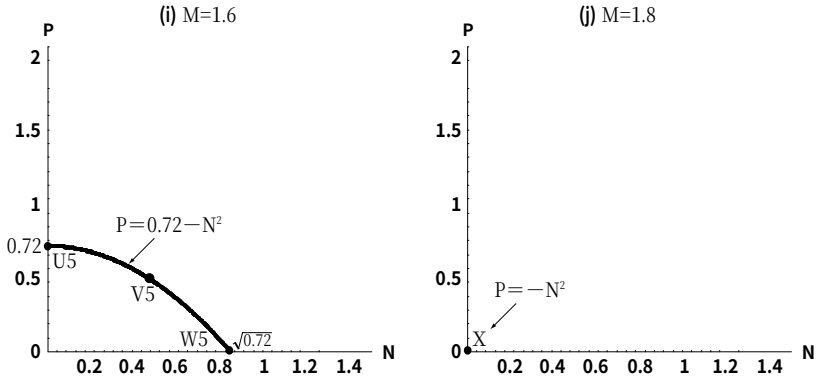
（2）Mの各特定値に対する需要曲線を，個別のＮ‐Ｐ平面上に夫々描出する（図16）。これら9本の需要曲線ΓΔＥ，ＯＰＱ，…，Ｘは，次式により与えられる。

$P = 2 - N^2 - 2(M - 0.8)^2$　但し，$0.0 \leqq M \leqq 1.8$，$N \geqq 0.0$，$P \geqq 0.0$。

**図16　個別のN-P 平面上に描出される需要曲線:**
**数値例－3（外部経済性〈正及び負〉が存在する場合〈ケースＢ〉）**
**（本図では，仮想需要水準Mの9特定値に対応する需要曲線が，個別のN-P 平面上に描出されている。なお，Mの9特定値は，M: {M, 0.0, 1.8, 0.2}。）**




(c) M=0.4
P=1.68−N²
1.68
R
S
T
√1.68
(d) M=0.6
P=1.92−N²
1.92
U
V
W
√1.92
(e) M=0.8
P=2−N²
U1
V1
W1
√2
(f) M=1.0
P=1.92−N²
1.92
U2
V2
W2
√1.92
(g) M=1.2
P=1.68−N²
1.68
U3
V3
W3
√1.68
(h) M=1.4
P=1.28−N²
1.28
U4
V4
W4
√1.28
P
N
0
0.5
1
1.5
2
0.2
0.4
0.6
0.8
1
1.2
1.4

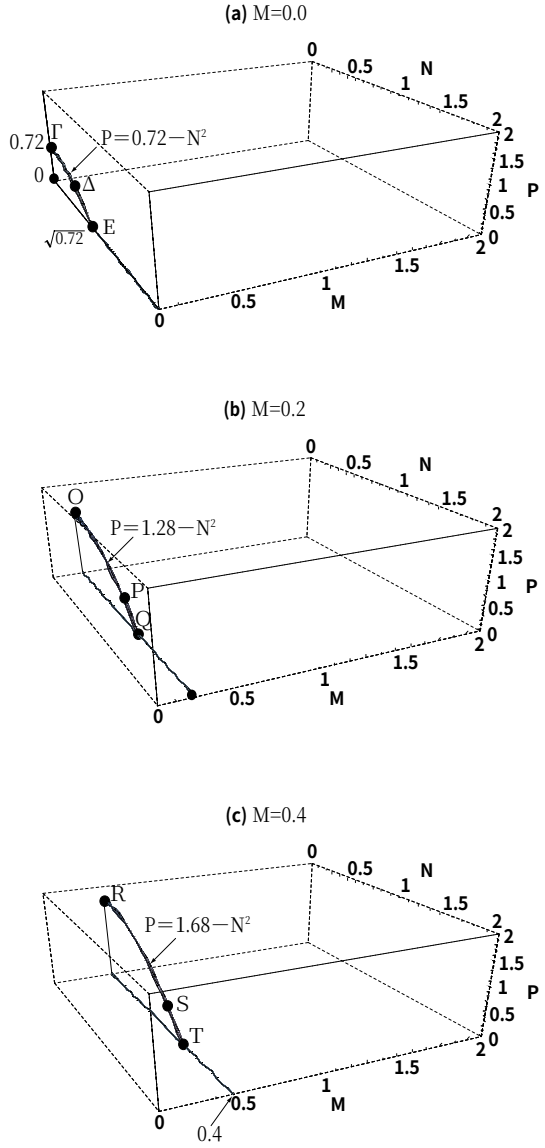



〔注〕（1）N-P **平面上の需要曲線（仮想需要水準が**M**であるとき。なお，**M：{M, 0.0, 1.8, 0.2}**。）：**
$P=2-N^2-2(M-0.8)^2$**。但し，**$N \geqq 0$ **且つ** $P \geqq 0$**。**

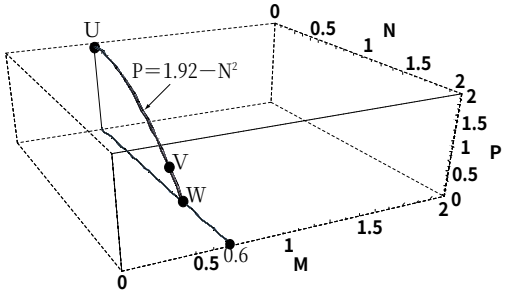
（2）**本数値例では，仮想需要水準**M**値との関わりで発生する外部経済性（正及び負）の存在が仮定されているので，**N**値と**P**値の函数関係は**M**値に依存する。**

（3）ステップ（2）で描出した9本の需要曲線に対し，個別のＮ‐Ｍ‐Ｐ空間を準備する。次いで，これらの3次元空間内に，Ｍの各特定値に対応するＮ‐Ｐ平面を垂直に立てる。その後，同平面上に，需要曲線ΓΔＥ，ＯＰＱ，…，Ｘを夫々再描出する（図17）。

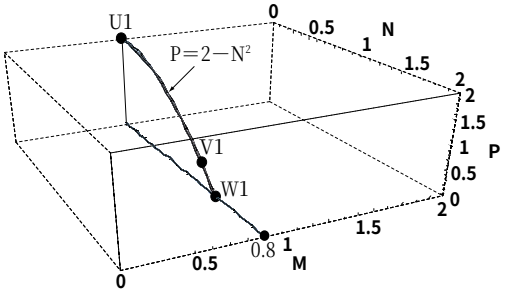
**図17　個別の N-M-P 空間内に描出される需要曲線：**
**数値例－3（外部経済性〈正及び負〉が存在する場合〈ケースＢ〉）**
**（本図では，仮想需要水準Mの9特定値に対応する需要曲線が，個別の N-M-P 空間内に描出されている。なお，Mの9特定値は，M：{M, 0.0, 1.8, 0.2}。）**



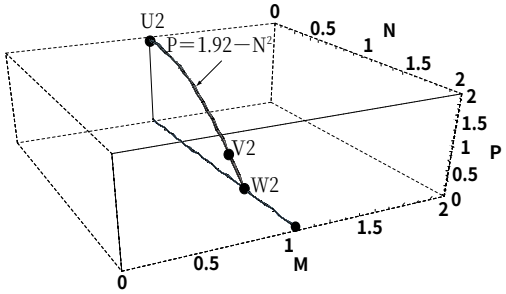
**(d)** M=0.6



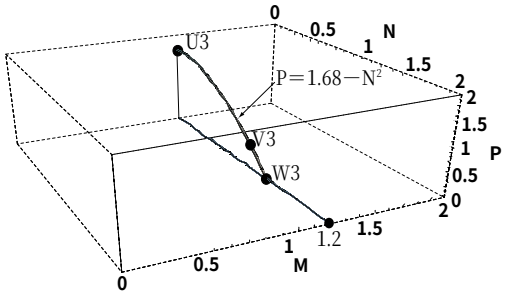

**(e)** M=0.8



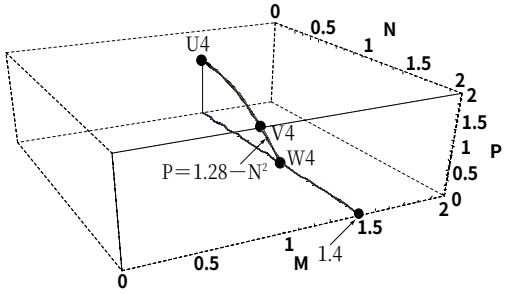

**(f)** M=1.0



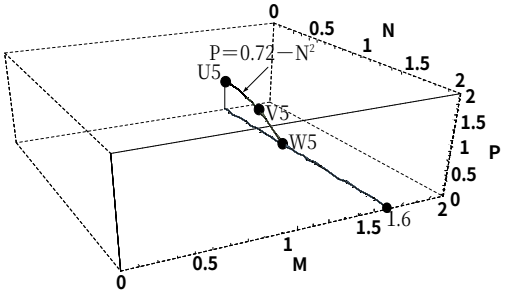

**(g)** M=1.2



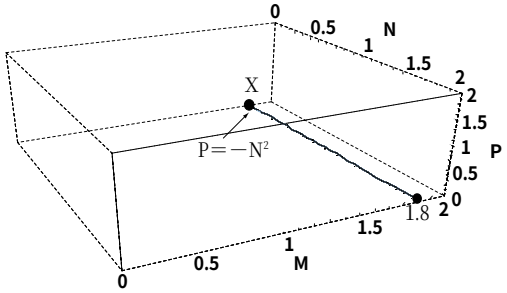
(h) M=1.4




(i) M=1.6



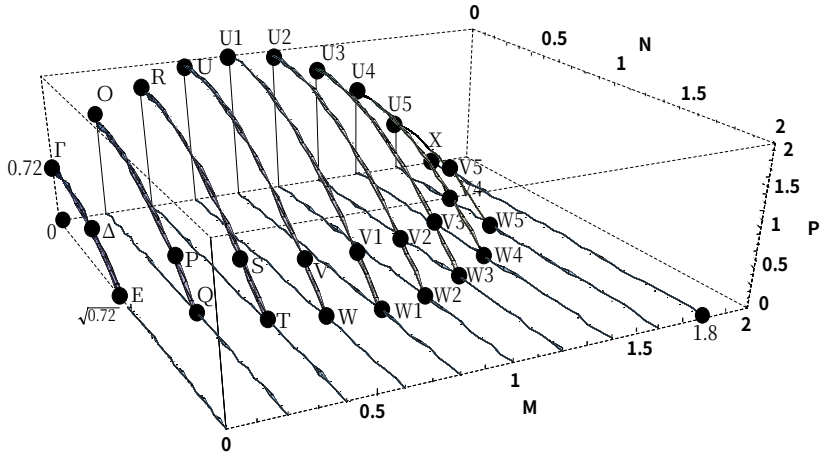

(j) M=1.8




〔注〕（1）N-P 平面上の需要曲線（仮想需要水準がMであるとき。なお，M：{M, 0.0, 1.8, 0.2}。）：
$P=2-N^2-2(M-0.8)^2$。但し，$N \geqq 0$ 且つ $P \geqq 0$。
（2）本数値例では，仮想需要水準M値との関わりで発生する外部経済性（正及び負）の存在が仮定されているので，N値とP値の函数関係はM値に依存する。

（4）個別の3次元空間内に再描出した9本の需要曲線全てを，一括して同一のＮ‐Ｍ‐Ｐ空間内に置き換える。この結果，曲線ΓΔＥ，ＯＰＱ，…，Ｘは，同一の3次元空間内に「肋骨に似た骨組み」を形成する（図18）。

**図18　同一の N-M-P 空間内に描出される需要曲線群：**
**数値例－3（外部経済性〈正及び負〉が存在する場合〈ケースＢ〉）**
**（本図では，仮想需要水準Mの9特定値に対応する需要曲線が，同一のN-M-P 空間内に描出されている。なお，Mの9特定値は，M：{M, 0.0, 1.8, 0.2}。）**



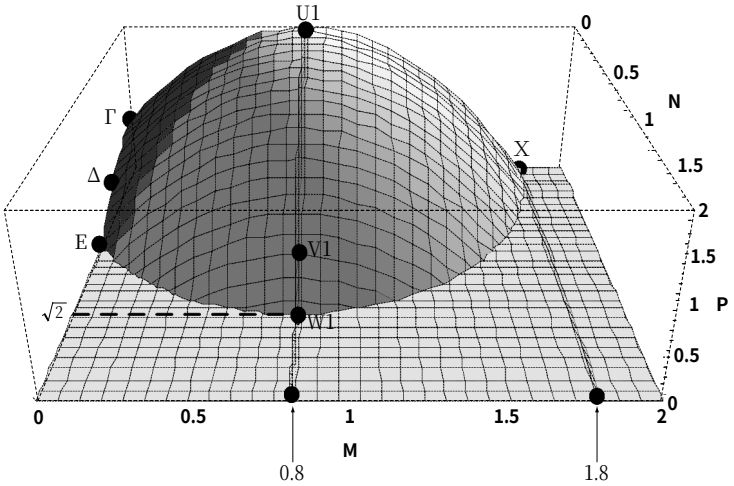

〔注〕（1）N-P 平面上の需要曲線（仮想需要水準がMであるとき。なお，M：{M, 0.0, 1.8, 0.2}。）：
$P=2-N^2-2(M-0.8)^2$。但し，N≧0 且つ P≧0。
（2）本数値例では，仮想需要水準M値との関わりで発生する外部経済性（正及び負）の存在が仮定されているので，N値とP値の函数関係はM値に依存する。

（5）「肋骨に似た骨組み」を構成する9本の需要曲線群を束ねる包絡曲面ΓΔEW1XU1を，N‐M‐P空間内に構築する（図19）。この包絡曲面は，次式で表わされると考えてよい。

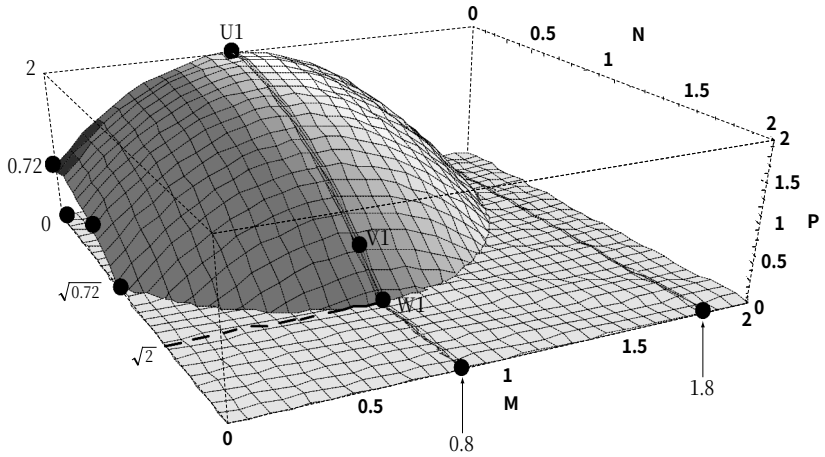
$$P = 2 - N^2 - 2(M - 0.8)^2 \quad \text{但し，} 0.0 \leqq M \leqq 1.8,\ N \geqq 0.0,\ P \geqq 0.0。$$

**図19　N-M-P 空間内に描出される需要曲面：**
**数値例－3（外部経済性〈正及び負〉が存在する場合〈ケースB〉）**
**（本図は，N-P 平面上の需要曲線が，「仮想需要水準Mの連続変動値に対応して N-M-P 空間内に描く曲面軌跡」を，3方向から夫々描出している。なお，0.0≦M≦1.8。）**

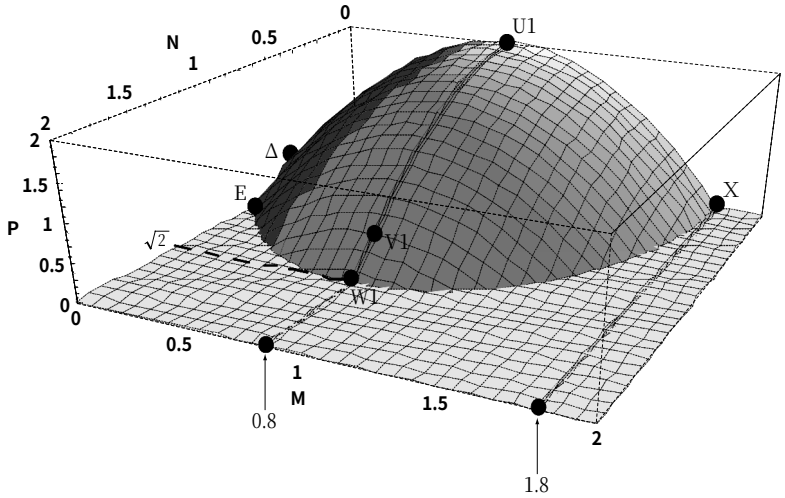
**(a) 正面図**




**(b) 左手前からの図**



**(c) 右手前からの図**




〔注〕（1）N-M-P **空間内の需要曲面：**

$P=2-N^2-2(M-0.8)^2$。**但し，**$0.0 \leqq M \leqq 1.8$，$N \geqq 0$，$P \geqq 0$。

**（この需要曲面は，「同一の**N-M-P **空間内に描出される需要曲線群（図18を参照）」の包絡曲面にあたる。）**

（2）N-P **平面上の需要曲線（仮想需要水準が**M**であるとき。なお，**$0.0 \leqq M \leqq 1.8$。**）：**

$P=2-N^2-2(M-0.8)^2$。**但し，**$N \geqq 0$ **且つ** $P \geqq 0$。

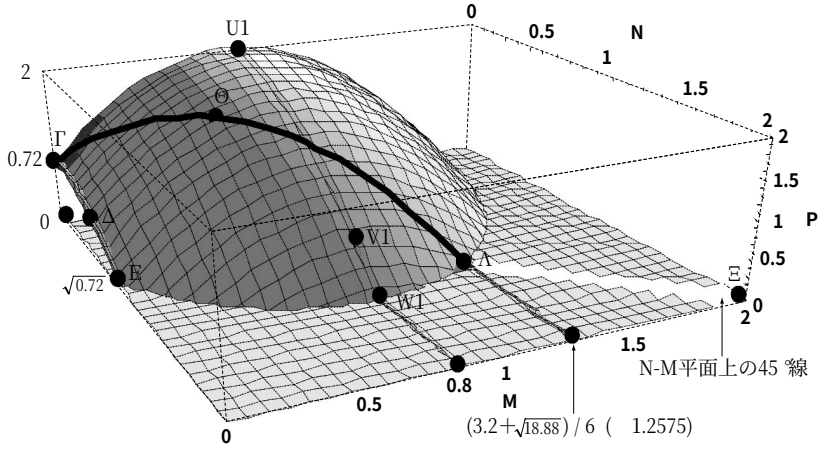
**（3）本図の（a），（b）及び（c）は，正面，左手前，及び右手前の異なる３方向から眺めた需要曲面の形状を，夫々示す。**

**（4）本数値例では，仮想需要水準**M**値との関わりで発生する外部経済性（正及び負）の存在が仮定されているので，需要曲面は「**M**軸に沿った非寸胴型形状」を呈する。**

(6) ここで得られる包絡曲面が，需要曲面となる。本数値例は，M値との関わりで発生する外部経済性（正）の存在，及び外部不経済性の存在を仮定する。この条件を反映して，需要曲面は図19が示すように，「中胴膨張型アメリカン・フットボールの4分の1カットに似た形状」を呈する。

(7)「需要曲面上にあり且つM＝Nを満足する点の軌跡」ΓΘΛを，図20及び図21が示す2種類のイメージに従い，N‐M‐P空間内に描く。この曲線軌跡ΓΘΛが，準導出需要曲線となる。両図から明きらかなように同曲線は，N‐M‐P空間内を，点Γから点Θへ向け単調に登り，点Θを越えるとその後は点Λへ向け単調に下り，途中で稜線U1V1W1をよぎる。

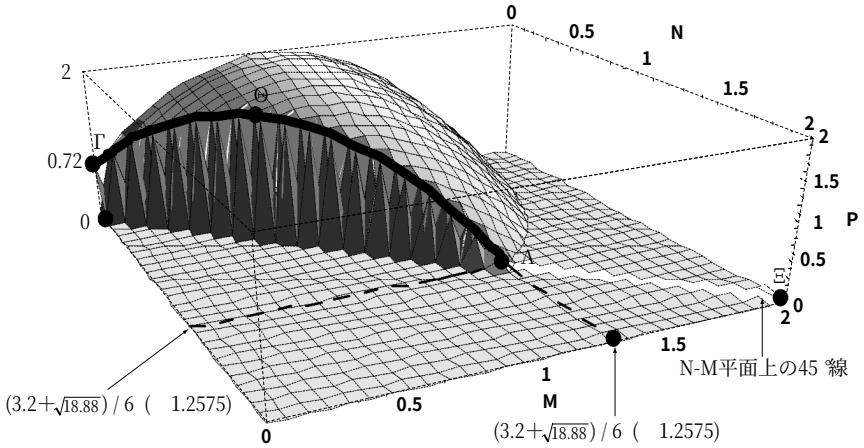
**図20　N-M-P 空間内の需要曲面上で鳥瞰図的に把握される準導出需要曲線（トレッキング・ルートのイメージ）：**
**数値例－3（外部経済性〈正及び負〉が存在する場合〈ケースB〉）**




〔注〕（1）曲線ΓΘΛ：
準導出需要曲線（トレッキング・ルートのイメージ）。この準導出需要曲線は，「下記の注（2）で与えられる需要曲面」上にあって「M＝N」を満足する点が，N-M-P 空間内に描く曲線軌跡であり，本図の場合視覚的には，「需要曲面」を「45 線 °上に立つ垂直面」との交曲線として，捉えられる。

（2）N-M-P 空間内の需要曲面：
$P=2-N^2-2(M-0.8)^2$。但し，$0.0 \leqq M \leqq 1.8$，$N \geqq 0$，$P \geqq 0$。

**図21　N-M-P 空間内の需要曲面上で鳥瞰図的に把握される準導出需要曲線（プレシピス・エッジのイメージ）：**
**数値例－3（外部経済性〈正及び負〉が存在する場合〈ケースＢ〉）**

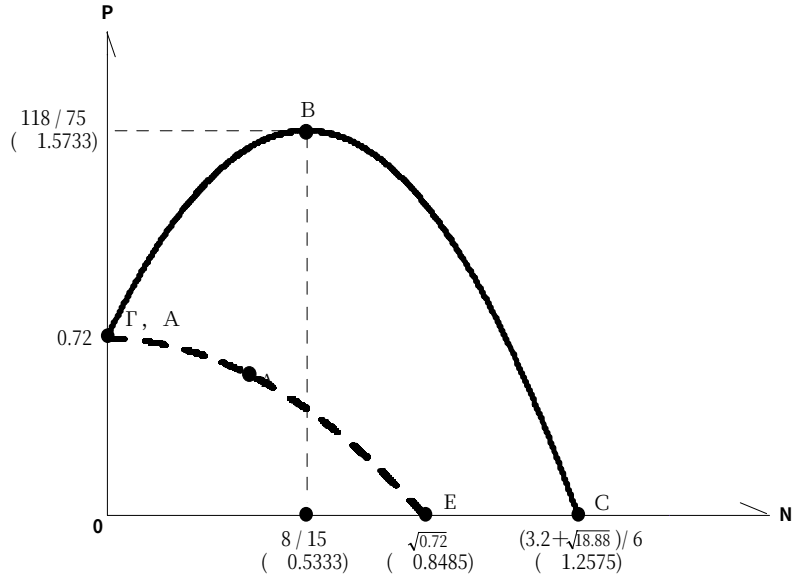



〔注〕（1）**曲線** Γ Θ Λ**：**
**準導出需要曲線（プレシピス・エッジのイメージ）。この準導出需要曲線は，「下記の注（2）で与えられる需要曲面」上にあって「**M＝N**」を満足する点が，**N-M-P **空間内に描く曲線軌跡であり，本図の場合視覚的には，「需要曲面」を「45 線 °上に立つ垂直面」で裁断したときに出現する，崖畔線として捉えられる。**

（2）N-M-P **空間内の需要曲面：**
$P=2-N^2-2(M-0.8)^2$。**但し，**$0.0 \leqq M \leqq 1.8$，$N \geqq 0$，$P \geqq 0$。

（8）「Ｎ‐Ｍ‐Ｐ空間内の需要曲面上で把握される準導出需要曲線」ΓΘΛを，Ｎ‐Ｐ平面上へ正射影すると，図22の示す曲線ＡＢＣを得る。

**図22　N-P 平面上に示される導出需要曲線：**
**数値例－3（外部経済性〈正及び負〉が存在する場合〈ケースＢ〉）**




**〔注〕（1）曲線ＡＢＣ（実線）：**
**導出需要曲線。この導出需要曲線は，「N-M-P 空間内の需要曲面上で把握される準導出需要曲線ＡΘΛ（図20及び21を参照）」を，N-P 平面へ正射影することによって得られ，$P=0.72+3.2N-3N^2$ で表わせる（但し，N≧0 且つ P≧0）。**
**（2）曲線ΓΔＥ（破線）：**
**ΓΔＥ曲線。このΓΔＥ曲線は，N-M-P空間内に与えられている需要曲面（図19を参照）が，「M＝0 のときにN-P平面上に描出する需要曲線」であり，$P=0.72-N^2$ で表わせる（但し，P≧0 且つ N≧0）。本数値例では，仮想需要水準M値との関わりで発生する外部経済性（正及び負）の存在が仮定されているので，導出需要曲線ＡＢＣとΓΔＥ曲線は異なる。**

（9）ここで得られる正射影曲線ＡＢＣが，導出需要曲線となる。本数値例は，M値との関わりで発生する外部経済性（正）の存在，及び外部不経済性の存在を仮定する。この条件を反映して，導出需要曲線ＡＢＣは釣り鐘状[20]を呈し，且つΓΔＥ曲線と乖離する。なお，両曲線は夫々次式で示される。

導出需要曲線：$P=0.72+3.2N-3N^2$　但し，P≧0.0 且つN≧0.0。
ΓΔＥ曲線：$P=0.72-N^2$　但し，P≧0.0 且つN≧0.0。

20）より詳しく言えば，点Ａ（0, 0.72）をＰ軸切片，点Ｂ（0.5333, 1.5733）を頂点，及び点Ｃ（1.2575, 0）をＮ軸切片とする，2次曲線型釣り鐘状。

### ２－２－２－４　数値例－4:
### 外部経済性（正）と外部不経済性が共に見られる例
### ―外部経済性（正及び負）が存在する場合（ケースＣ）―

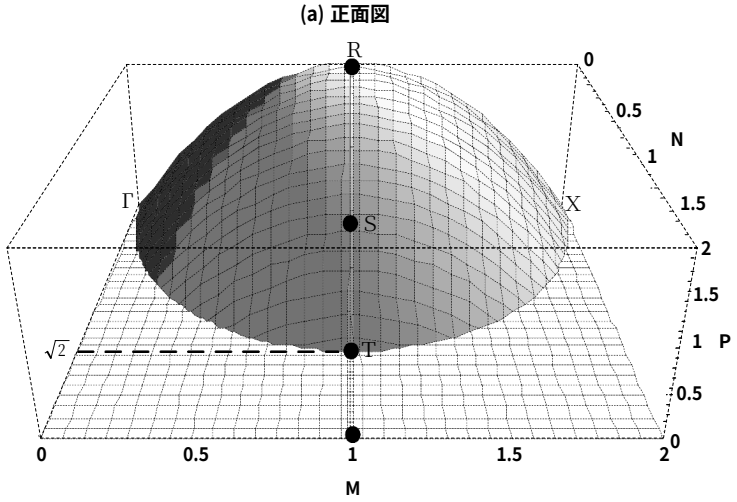
本数値例は，仮想需要水準Mの値域を，外部経済性（正）の存在する区間と外部不経済性の存在する区間に2分する。なお，外部経済性（正及び負）について中立的な区間は，設けない。よって，本数値例の内容は数値例－3と本質的に変わらない。しかし，ΓΔＥ曲線が，原点（0.0）の位置まで降落している点が異なる。なお本数値例では，需要曲面から導出需要曲線を求める過程にのみ考察の焦点を合わせる。よって，需要曲面を所与として，ステップ（6）以降を図説する。

（6）図23が示すように，次式で表わされる需要曲面ΓＴＸＲが与えられている。

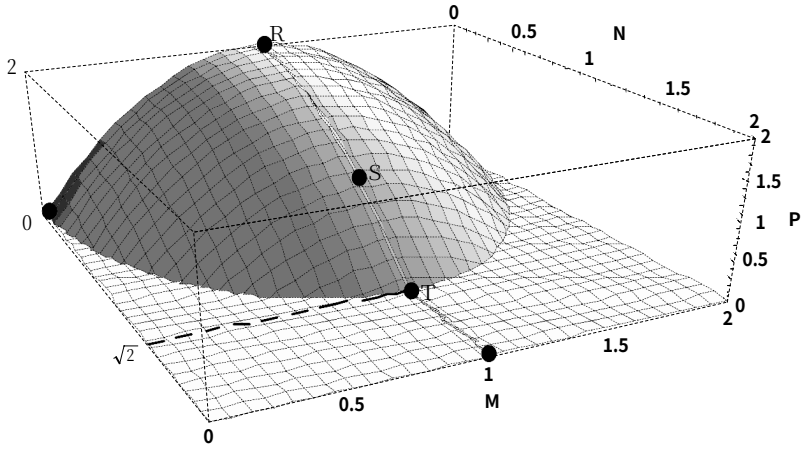
$$P = 2 - N^2 - 2(M - 1.0)^2 \quad \text{但し，} 0.0 \leqq M \leqq 2.0,\ N \geqq 0.0,\ P \geqq 0.0。$$

この需要曲面は，Mの値域内に於ける0.0≦M≦1.0の区間では，M値との関わりで発生する外部経済性（正）を内含し，1.0＜M≦2.0の区間では外部不経済性を内含する。本需要曲面はこの条件を反映して，数値例－3と同様に，「中胴膨張型アメリカン・フットボールの4分の1カットに似た形状」を呈する。

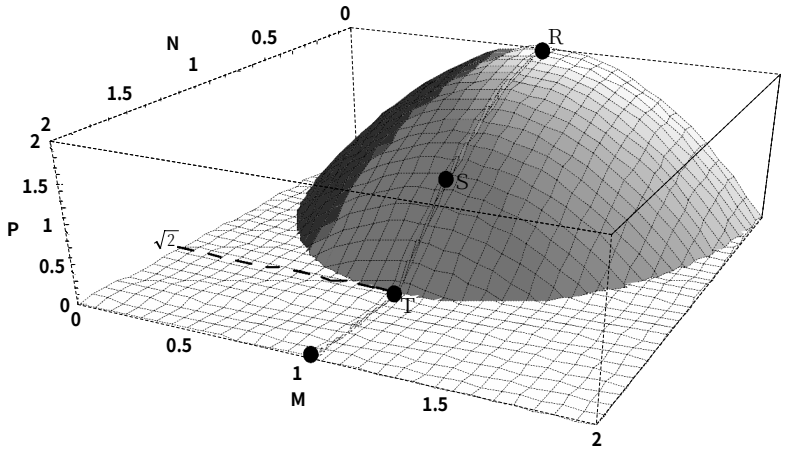
**図23　N-M-P 空間内に描出される需要曲面:**
**数値例－4（外部経済性〈正及び負〉が存在する場合〈ケースＣ〉）**
**（本図は，N-P 平面上の需要曲線が，「仮想需要水準Mの連続変動値に対応してN-M-P 空間内に描く曲面軌跡」を，３方向から描出している。なお，0.0≦M≦2.0。）**



(b) 左手前からの図




(c) 右手前からの図




〔注〕（1）N-M-P 空間内の需要曲面：
$P=2-N^2-2(M-1.0)^2$。但し，$0.0 \leqq M \leqq 2.0$，$N \geqq 0$，$P \geqq 0$。

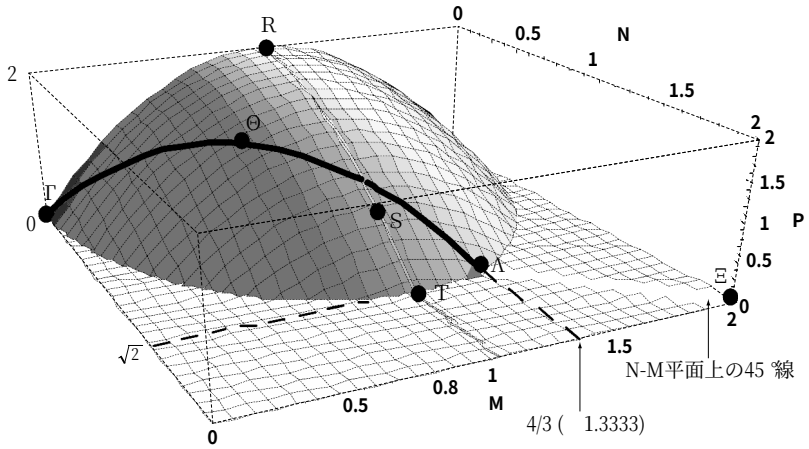
（2）N-P 平面上の需要曲線（仮想需要水準がM であるとき。なお，$0.0 \leqq M \leqq 2.0$。）：
$P=2-N^2-2(M-1.0)^2$。但し，$N \geqq 0$ 且つ $P \geqq 0$。

（3）本図の（a），（b）及び（c）は，正面，左手前，及び右手前の異なる３方向から眺めた需要曲面の形状を，夫々示す。

（4）本数値例では，仮想需要水準M値との関わりで発生する外部経済性（正及び負）の存在が仮定されているので，需要曲面は「M軸に沿った非寸胴型形状」を呈する。

(7)「需要曲面上にあり且つM＝Nを満足する点の軌跡」ΓΘΛを，図24及び図25が示す２種類のイメージに従い，Ｎ‐Ｍ‐Ｐ空間内に描く。この曲線軌跡ΓΘΛが，準導出需要曲線となる。同曲線は両図から明きらかなように，Ｎ‐Ｍ‐Ｐ空間内を，点Γから点Θへ向け単調に登る。点Θを越えると，その後は点Λへ向け単調に下り，途中で稜線ＲＳＴをよぎる。

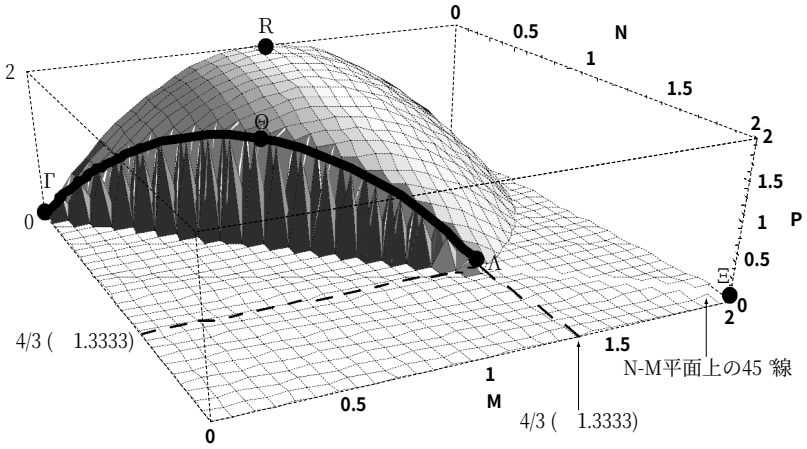
**図24　N-M-P 空間内の需要曲面上で鳥瞰図的に把握される準導出需要曲線（トレッキング・ルートのイメージ）：**
**数値例－4（外部経済性〈正及び負〉が存在する場合〈ケースＣ〉）**




〔注〕（1）曲線ΓΘΛ：
準導出需要曲線（トレッキング・ルートのイメージ）。この準導出需要曲線は，「下記の注（2）で与えられる需要曲面」上にあって「M＝N」を満足する点が，N-M-P 空間内に描く曲線軌跡であり，本図の場合視覚的には，「需要曲面」を「45 線°上に立つ垂直面」との交曲線として，捉えられる。

（2）N-M-P 空間内の需要曲面：
$P=2-N^2-2(M-1.0)^2$。但し，$0.0 \leqq M \leqq 2.0$，$N \geqq 0$，$P \geqq 0$。

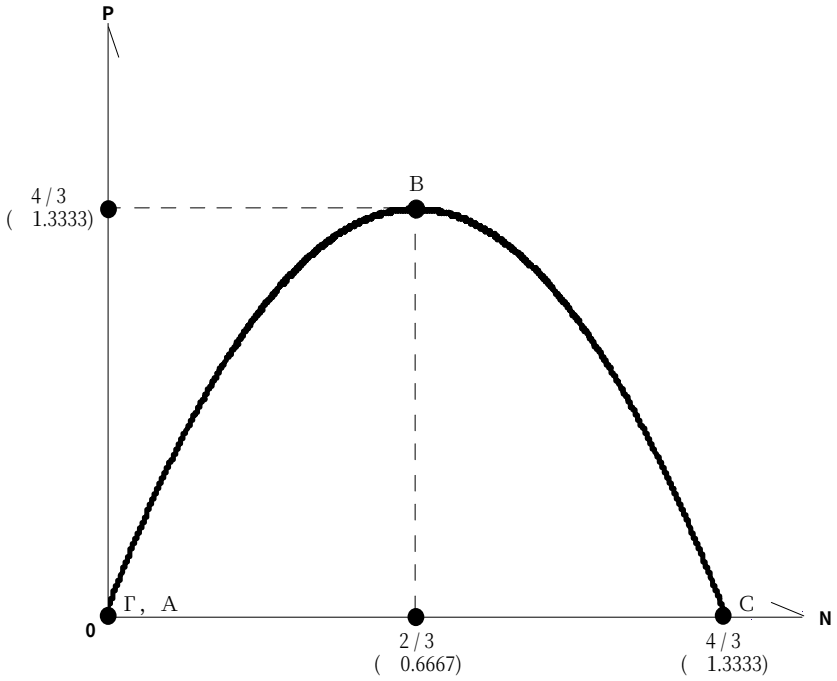
**図25　N-M-P 空間内の需要曲面上で鳥瞰図的に把握される準導出需要曲線（プレシピス・エッジのイメージ）：**
**数値例－4（外部経済性〈正及び負〉が存在する場合〈ケースＣ〉）**




〔注〕（1）曲線Γ Θ Λ：
準導出需要曲線（プレシピス・エッジのイメージ）。この準導出需要曲線は，「下記の注（2）で与えられる需要曲面」上にあって「M＝N」を満足する点が，N-M-P 空間内に描く曲線軌跡であり，本図の場合視覚的には，「需要曲面」を「45 線 °上に立つ垂直面」で裁断したときに出現する，崖畔線として捉えられる。
（2）N-M-P 空間内の需要曲面：
$P=2-N^2-2(M-1.0)^2$。但し，$0.0 \leqq M \leqq 2.0$，$N \geqq 0$，$P \geqq 0$。

（8）「Ｎ‐Ｍ‐Ｐ空間内の需要曲面上で把握される準導出需要曲線ΓΘΛ」を，Ｎ‐Ｐ平面上へ正射影すると，図26の示す曲線ＡＢＣを得る。

**図26　N-P 平面上に示される導出需要曲線：**
**数値例－4（外部経済性〈正及び負〉が存在する場合〈ケースＣ〉）**




〔注〕（1）曲線ＡＢＣ（実線）：
導出需要曲線。この導出需要曲線は，「N-M-P 空間内の需要曲面上で把握される準導出需要曲線ＡΘΛ（図24及び25を参照）」を，N-P 平面へ正射影することによって得られ，$P=4N-3N^2$ で表わせる（但し，N≧0 且つ P≧0）。

（2）点Γ（原点）：
ΓΔＥ曲線。このΓΔＥ曲線は，N-M-P 空間内に与えられている需要曲面（図23を参照）が，「M＝0 のときN-P平面上に描出する需要曲線」であり，$P=-N^2$ で表わせる（但し，P≧0，N≧0）。したがって本図の場合，ΓΔＥ曲線は点Γ（即ち，原点）のみによって構成されている。本数値例では，仮想需要水準M値との関わりで発生する外部経済性（正及び負）の存在が仮定されているので，導出需要曲線ＡＢＣとΓΔＥ曲線（即ち，点Γ）は異なる。

（9）ここで得られる正射影曲線ＡＢＣが導出需要曲線であるが，M値との関わりで発生する外部経済性（正及び負）の影響を受けて釣り鐘状[21]を呈し，且つΓΔＥ曲線（本数値例の場合は点Γ）と乖離する。なお，両曲線は夫々次式で示される。

導出需要曲線：$P = 4N - 3N^2$　但し，$P \geqq 0.0$ 且つ $N \geqq 0.0$。

ΓΔＥ曲線：$P = -N^2$　但し，$P \geqq 0.0$ 且つ $N \geqq 0.0$。

### ２－２－２－５　数値例－5:
### 外部不経済性のみが見られる例
### ―外部経済性（正及び負）が存在する場合（ケースＤ）―

本数値例は，仮想需要水準Mの値域全てに亙り，外部経不済性の存在を仮定する。なお数値例－4と同様に本数値例でも，需要曲面を所与としてステップ（6）以降を図説する。

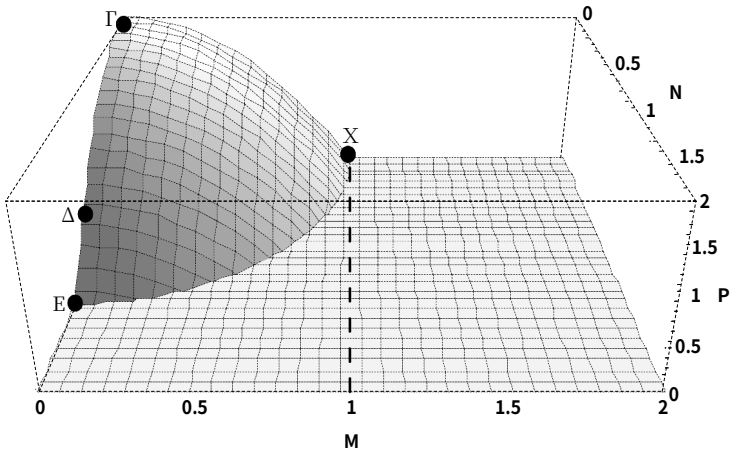
（6）図27が示すように，次式で表わされる需要曲面ΓΔＥＸが与えられている。

$P = 2 - N^2 - 2M^2$　但し，$0.0 \leqq M \leqq 1.0$，$N \geqq 0.0$，$P \geqq 0.0$。

この需要曲面は，値域全てに亙り外部不経済性の存在を仮定するので，「中胴膨張型アメリカン・フットボールの8分の1カットに似た形状」を呈し，M値の増加とともに，需要曲面の膨らみは次第に細まり，各M値に対応する需要曲線は次第に縮小する。

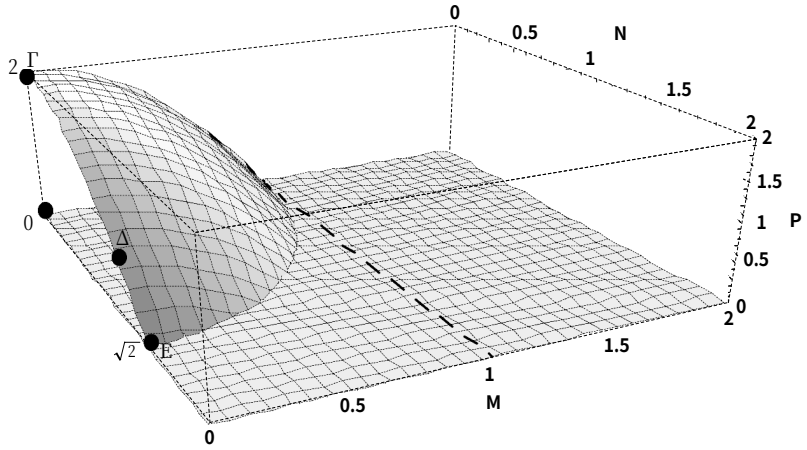
**図27　N-M-P 空間内に描出される需要曲面：**
**数値例－5（外部経済性〈正及び負〉が存在する場合〈ケースＤ〉）**
**（本図は，N-P 平面上の需要曲線が，「仮想需要水準Mの連続変動値に対応してN-M-P 空間内に描く曲面軌跡」を，３方向から夫々描出している。なお，0.0≦M≦1.0。）**

**(a) 正面図**

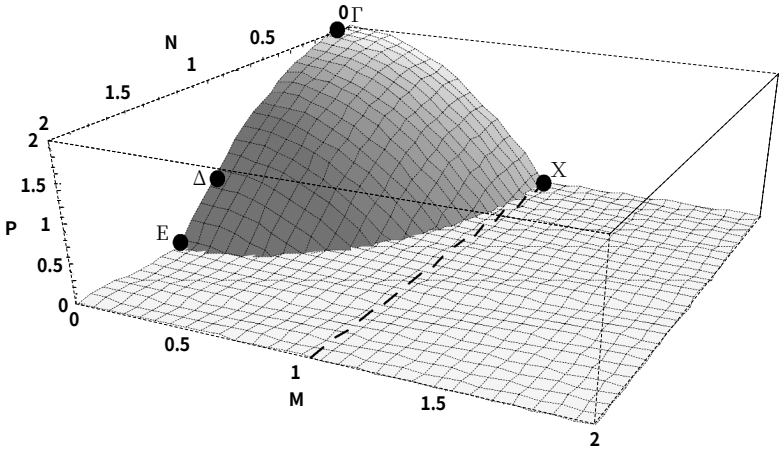



21）より詳しく言えば，原点にあたる点Ａ（0.0, 0.0）を通り，点Ｂ（0.6667, 1.3333）を頂点，及び点Ｃ（1.3333, 0.0）をN軸切片とする，2次曲線型釣り鐘状。

**(b) 左手前からの図**




**(c) 右手前からの図**




〔注〕（1）N-M-P **空間内の需要曲面：**
$P=2-N^2-2M^2$。**但し，**$0.0 \leqq M \leqq 1.0$，$N \geqq 0$，$P \geqq 0$。

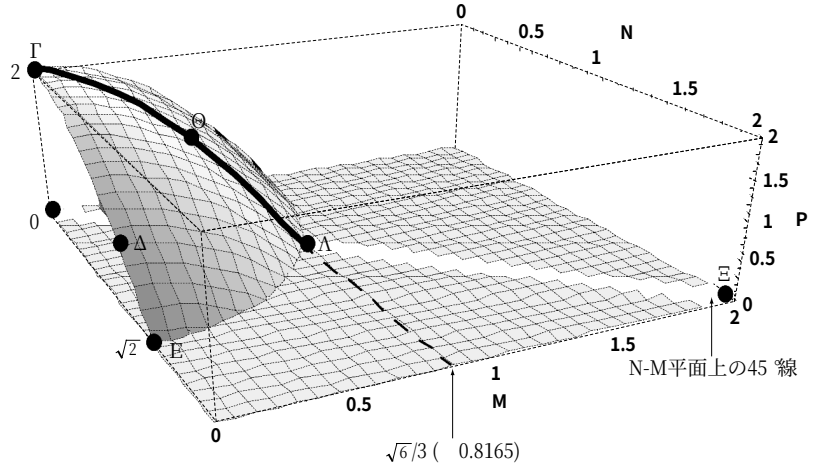
（2）N-P **平面上の需要曲線（仮想需要水準が**M**であるとき。なお，**$0.0 \leqq M \leqq 1.0$。**）：**
$P=2-N^2-2M^2$。**但し，**$N \geqq 0$ **且つ** $P \geqq 0$。

（3）**本図の（a），（b）及び（c）は，正面，左手前，及び右手前の異なる３方向から眺めた需要曲面の形状を，夫々示す。**

（4）**本数値例では，仮想需要水準**M**値との関わりで発生する外部経済性（負）の存在が仮定されているので，需要曲面は「**M**軸に沿った非寸胴型形状」を呈する。**

(7)「需要曲面上にあり且つM＝Nを満足する点の軌跡」ΓΘΛを，図28及び図29が示す2種類のイメージに従い，N‐M‐P空間内に描く。この曲線軌跡ΓΘΛは，準導出需要曲線であるが，両図から明きらかなように同曲線は，N‐M‐P空間内を，点Γから点Θを経て点Λへ向け，単調に下る。

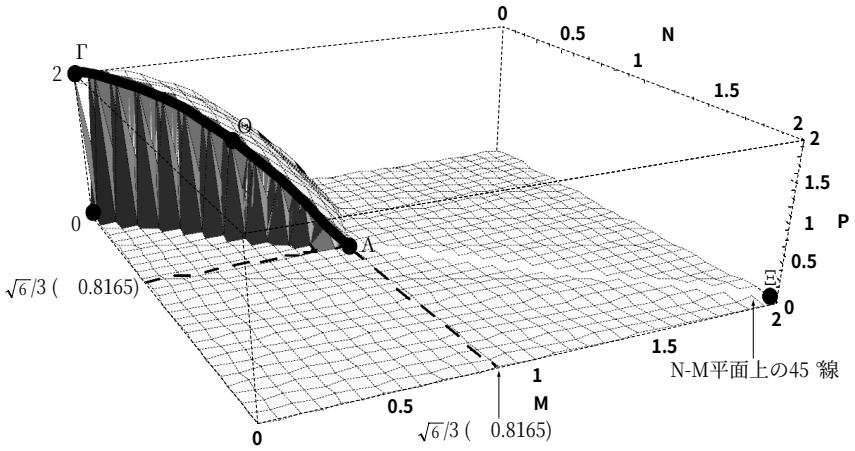
**図28　N-M-P 空間内の需要曲面上で鳥瞰図的に把握される準導出需要曲線（トレッキング・ルートのイメージ）：**
**数値例－5（外部経済性〈正及び負〉が存在する場合〈ケースD〉）**




〔注〕（1）曲線ΓΘΛ：
準導出需要曲線（トレッキング・ルートのイメージ）。この準導出需要曲線は，「下記の注（2）で与えられる需要曲面」上にあって「M＝N」を満足する点が，N-M-P 空間内に描く曲線軌跡であり，本図の場合視覚的には，「需要曲面」を「45 線 °上に立つ垂直面」との交曲線として，捉えられる。

（2）N-M-P 空間内の需要曲面：
$P=2-N^2-2M^2$。但し，$0.0 \leqq M \leqq 1.0$，$N \geqq 0$，$P \geqq 0$。

**図29　N-M-P 空間内の需要曲面上で鳥瞰図的に把握される準導出需要曲線（プレシピス・エッジのイメージ）：**
**数値例－5（外部経済性〈正及び負〉が存在する場合〈ケースＤ〉）**

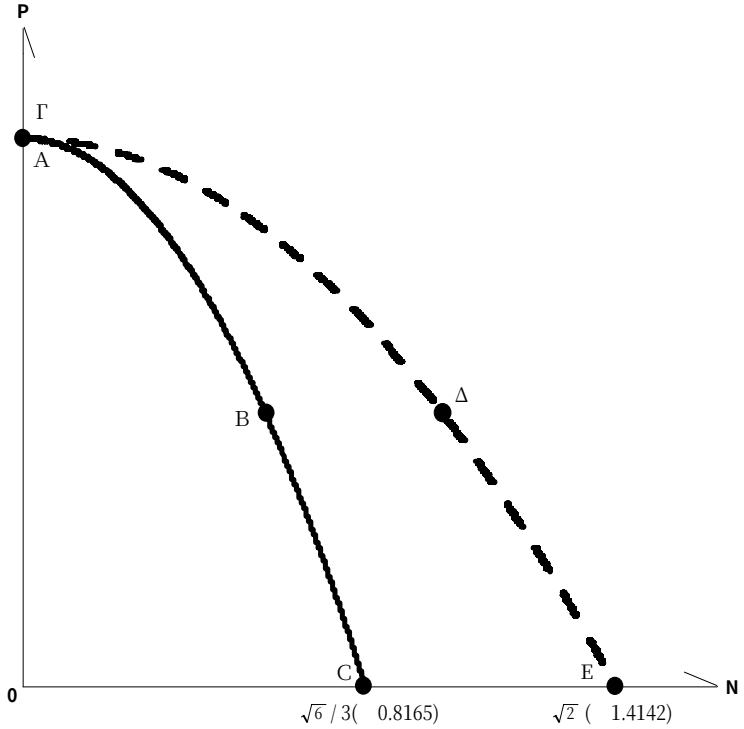



〔注〕（1）曲線Γ Θ Λ：
準導出需要曲線（プレシピス・エッジのイメージ）。この準導出需要曲線は，「下記の注（2）で与えられる需要曲面」上にあって「M＝N」を満足する点が，N-M-P 空間内に描く曲線軌跡であり，本図の場合視覚的には，「需要曲面」を「45°線上に立つ垂直面」で裁断したときに出現する，崖畔線として捉えられる。

（2）N-M-P 空間内の需要曲面：
$P=2-N^2-2M^2$。但し，$0.0 \leqq M \leqq 1.0$，$N \geqq 0$，$P \geqq 0$。

（8）「Ｎ‐Ｍ‐Ｐ空間内の需要曲面上で把握される準導出需要曲線ΓΘΛ」を，Ｎ‐Ｐ平面上へ正射影すると，図30の示す曲線ＡＢＣを得る。

**図30　N-P 平面上に示される導出需要曲線：**
**数値例－5（外部経済性〈正及び負〉が存在する場合〈ケースＤ〉）**




**〔注〕（1）曲線ＡＢＣ（実線）：**
**導出需要曲線。この導出需要曲線は，「N-M-P 空間内の需要曲面上で把握される準導出需要曲線ＡΘΛ（図28及び29を参照）」を，N-P 平面へ正射影することによって得られ，$P=2-3N^2$ で表わせる（但し，N≧0 且つ P≧0）。**
**（2）曲線ΓΔＥ（破線）：**
**ΓΔＥ曲線。このΓΔＥ曲線は，N-M-P空間内に与えられている需要曲面（図27を参照）が，「M＝0 のときにN-P平面上に描出する需要曲線」であり，$P=2-N^2$ で表わせる（但し，P≧0 且つ N≧0）。本数値例では，仮想需要水準M値との関わりで発生する外部経済性（正及び負）の存在が仮定されているので，導出需要曲線ＡＢＣとΓΔＥ曲線は異なる。**

（9）ここで得られる右下りの正射影曲線ＡＢＣが導出需要曲線であるが，M値との関わりで発生する外部不経済性の影響を受けて，同曲線はΓΔＥ曲線と乖離する。なお，両曲線は夫々次式で示される。

導出需要曲線：$P=2-3N^2$　但し，$P \geqq 0.0$ 且つ $N \geqq 0.0$。

ΓΔＥ曲線：$P=2-N^2$　但し，$P \geqq 0.0$ 且つ $N \geqq 0.0$。

## ３　限界社会便益曲線

冒頭で述べたように本稿では，消費者余剰を社会便益と看做す。よって限界社会便益[22]は限界消費者余剰[23]と同義語となる。この理解のもとで以下ではまず，限界社会便益の概念を簡単に説明する。次いで，限界社会便益曲線を求める手順について，一般的に論じる。その後，先の数値例で求めた5本の導出需要曲線に対応する限界社会便益曲線を，夫々具体的に求める。

### ３－１　需要曲面分析に於ける消費者余剰と限界社会便益

通常の需要分析で，Ｎ‐Ｐ平面上に与えられる需要曲線函数をＰ＝ｆ(N) とすると[24]，需要曲線上の任意の点（N,P）に対応する総消費者余剰[25] GcS(N) は，次式により与えられる。なお消費者余剰を社会便益と看做す本稿の場合，GcS(N) は総社会便益GsB(N) をも意味する。

$$GcS(N)=\int_0^N f(N)dN\ 。$$

よって，限界社会便益（即ち，限界消費者余剰）MsB(N) は，

$$MsB(N)=d\,GcS(N)/dN$$

$$=d\int_0^N f(N)dN/dN$$

$$=f(N)\ 。$$

即ち，MsB(N) はｆ(N) に等しい。よって限界社会便益曲線は需要曲線に一致する。理由は，「消費者が特定のサービスから受ける効用の水準に影響を及ぼす外部経済性（正及び負）」が，通常の需要曲線には一般に反映されていないことによる。

これに対し本稿のアプローチでは，M値との関わりで発生する外部経済性（正及び負）を内含する需要曲面函数が，次式で与えられる[26]。

$$P=h(N,M) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (1)$$

式（1）から，Ｎ‐Ｍ‐Ｐ空間内に描出される準導出需要曲線の函数が，次式で求められる。

$$P=[h(N,M)]_{M=N} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (2)$$

---

22）英語では，marginal social benefit。

23）英語では，marginal consumer’s surplus。

24）Ｐ及びNは，第2節の冒頭で設定した価格水準及び需要水準を，夫々示す。

25）総消費者余剰（gross consumer’s surplus）は，文脈上明らかな場合に本稿では単に消費者余剰と称する。また，総社会便益（gross social benefit）についても同様な場合，単に社会便益と称する。

26）Ｐ，Ｎ及びMは，第2節の冒頭で設定した価格水準，需要水準，及び仮想需要水準を夫々示す。

したがって，同準導出需要曲線上の任意の点（N,M,P）に対応する総消費者余剰ＧＣＳ(N)[27] は，式（2）に基づき次式で求められる。

$$GCS(N) = \left[\int_0^N h(N,M)dN\right]_{M=N} \quad \cdots\cdots (3)$$

式（3）より，限界社会便益ＭＳＢ(N) は，

$$MSB(N) = dGCS(N)/dN$$

$$= d\left[\int_0^N h(N,M)dN\right]_{M=N} /dN \quad \cdots\cdots (4)$$

他方，導出需要曲線の函数は，式（1）により以下のように求められる。

$$P = h(N,N) \quad \cdots\cdots (5)$$

ここで得られる式（5）は，h(N,M)＝h(N, 0) が満足されるときを除き，必ずしも式（4）に等しくはない。よって需要曲面分析の場合，導出需要曲線と限界社会便益曲線は，一般に乖離する。

## ３－２　限界社会便益曲線の描出

以下では，前節で考察した数値例－1～5に対して，限界社会便益 ＭＳＢ(N) を夫々具体的に求め，その結果に基づき限界社会便益曲線を描出する。併せて，前節の考察では図説にとどめた導出需要曲線に対し，同曲線の関数を求める。

### ３－２－１　数値例－1に対して

本数値例では，仮想需要水準Mの値域（0.0≦M≦2.0）全てに亙り外部経済性（正及び負）は存在しない。それ故にここでは，需要曲面Ｐ＝ｈ(N,M) が次式で与えられ，「通常の需要分析で用いられるタイプの需要曲線」が，同曲面より得られる。

$$P = h(N,M)$$

$$= 0.72 - N^2 + 0 \times M \quad \cdots\cdots (6)$$

（但し，0.0≦M≦2.0，N≧0.0，P≧0.0）。

よって，限界社会便益ＭＳＢ(N) は，式（6）に基づき，総消費者余剰 ＧＣＳ(N) の概念を介して以下のように求められる。

$$MSB(N) = dGCS(N)/dN$$

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

$$= d\left[\int_0^N (0.72 - N^2 + 0 \times M)dN\right]_{M=N} /dN$$

$$= d\left[0.72N - \frac{1}{3}N^3\right]_{M=N} /dN$$

---

27）即ち，総社会便益ＧＳＢ(N)。

$$= d\left(0.72N - \frac{1}{3}N^3\right)/dN$$

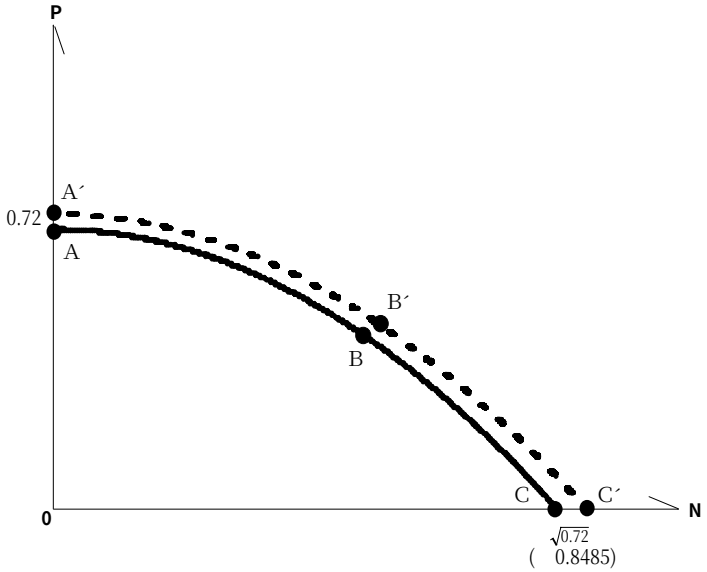
$$= 0.72 - N^2 \quad \cdots\cdots (7)$$

他方，導出需要曲線の函数は，式（6）より以下のように求められる。

$$P = h(N,N)$$
$$= 0.72 - N^2 + 0 \times N$$
$$= 0.72 - N^2 \quad \cdots\cdots (8)$$

このとき，式（7）と式（8）は等しいので，通常の需要分析と同じく，導出需要曲線と限界社会便益曲線は一致する。なお両曲線を同一のＮ－Ｐ平面上に描出すると，図31を得る。同図では両曲線とも，点（0, 0.72）をＰ軸の切片とし，Ｎ軸切片である点（0.8485, 0）に向け単調に減少する。

**図31　N-P 平面上に示される限界社会便益曲線と導出需要曲線：**
**数値例－1（外部経済性〈正及び負〉が存在しない場合）に対して**




**〔注〕（1）曲線Ａ´Ｂ´Ｃ´（点線）：**
**限界社会便益曲線（MSB曲線〈Marginal Social Benefit curve〉）。**
**$P=0.72-N^2$ で表わせる（但し，$N \geqq 0$ 且つ $P \geqq 0$）。**

**（2）曲線ＡＢＣ（実線）：**
**導出需要曲線。$P=0.72-N^2$ で表わせる（但し，$N \geqq 0$ 且つ $P \geqq 0$）。**

**（3）本図のMSB曲線は，限界消費者余剰曲線（MCS曲線〈Marginal Consumer's Surplus curve〉）を意味する。よって，MSB曲線を$N=0$ から$N=n$ まで積分することにより，$N=n$ に対応する粗消費者余剰（又は，総消費者余剰）の値が得られる。**

**（4）本数値例では，仮想需要水準Ｍ値との関わりで発生する外部経済性（正及び負）の存在が仮定されていないので，限界社会便益曲線Ａ´Ｂ´Ｃ´と導出需要曲線ＡＢＣは一致する。なお，本図では解り易く表現する目的で，両曲線を２本の並行曲線で示した。**

### ３－２－２　数値例－２に対して

本数値例では，仮想需要水準Mの値域（0.0≦M≦1.4）が，外部経済性（正及び負）について中立的な区間（0.0≦M≦0.4）と，外部不経済性の存在する区間（0.4＜M≦1.4）に2分され，需要曲面Ｐ＝ｈ(N,M) が，次式で与えられる。

$$P = h(N,M)$$
$$= 2 - N^2 + 0 \times M \quad (0.0 \leqq M \leqq 0.4 \text{のとき}) \cdots\cdots (9)$$
（但し，N≧0.0 且つＰ≧0.0)。
$$= 2 - N^2 - 2(M - 0.4)^2 \quad (0.4 < M \leqq 1.4 \text{のとき}) \cdots\cdots (10)$$
（但し，N≧0.0 且つＰ≧0.0)。

よって，外部経済性（正及び負）について中立的な区間（0.0≦M≦0.4）に対する限界社会便益 ＭＳＢ(N) は，式（9）に基づき，総消費者余剰ＧＣＳ(N) の概念を介して以下のように求められる。

$$MSB(N) = dGCS(N)/dN$$
$$= d\left[\int_0^N h(N,M)dN\right]_{M=N} /dN$$
$$= d\left[\int_0^N (2 - N^2 + 0 \times M)dN\right]_{M=N} /dN$$
$$= d\left[2N - \frac{1}{3}N^3\right]_{M=N} /dN$$
$$= d\left(2N - \frac{1}{3}N^3\right)/dN$$
$$= 2 - N^2 \cdots\cdots (11)$$

他方，導出需要曲線の函数は，式（9）より以下のように求められる。

$$P = h(N,N)$$
$$= 2 - N^2 + 0 \times N$$
$$= 2 - N^2 \cdots\cdots (12)$$

このとき，式（11）と式（12）は等しいので，0.0≦M≦0.4の値域に於いて，導出需要曲線と限界社会便益曲線は一致する。

翻って，外部不経済性の存在する区間（0.4＜M≦1.4）に対する限界社会便益ＭＳＢ(N) は，式（10）に基づき，総消費者余剰 ＧＣＳ(N) の概念を介して以下のように求められる。

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

$$= d\left[\int_0^N \left\{2 - N^2 - 2(M - 0.4)^2\right\} dN\right]_{M=N} /dN$$

$$= d\left[\left\{2N - \frac{1}{3}N^3 - 2N(M - 0.4)^2\right\}\right]_{M=N} /dN$$

$$= d\left(2N - \frac{1}{3}N^3 - 2N(N - 0.4)^2\right)/dN$$

$$= 1.68 + 3.2N - 7N^2 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (13)$$

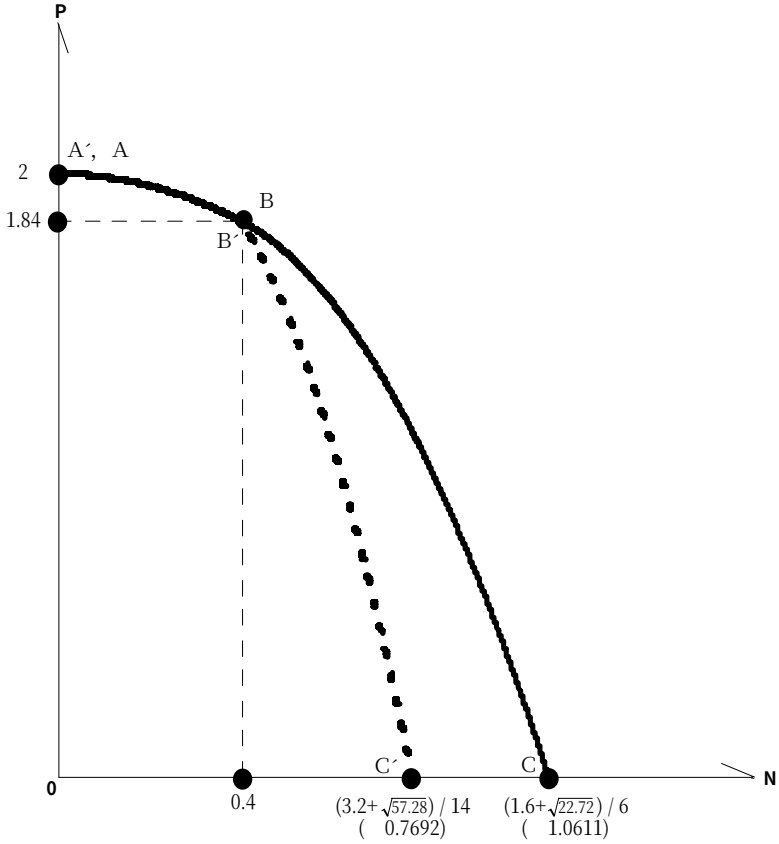
他方，導出需要曲線の函数は，式（10）より以下のように求められる。

$$P = h(N,N)$$
$$= 2 - N^2 - 2(N - 0.4)^2$$
$$= 1.68 + 1.6N - 3N^2 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (14)$$

このとき，式（13）と式（14）は異なるので，導出需要曲線と限界社会便益曲線は乖離する。

両曲線を同一のＮ‐Ｐ平面上に描出すると，図32を得る。同図では両曲線とも，点Ａ（又はＡ′）（0, 2）をＰ軸切片とし，点Ｂ（又はＢ′）（0.4, 1.84）までは同一曲線を辿り単調に減少する。その後は，限界社会便益曲線がＮ軸切片である点Ｃ′(0.7692, 0）に向けて，Ｎ軸切片である点Ｃ（1.0611, 0）に向けて減少する導出需要曲線よりも，早いスピードで減少する。

**図32　N-P 平面上に示される限界社会便益曲線と導出需要曲線：**
**数値例－2（外部経済性〈正及び負〉が存在する場合〈ケースＡ〉）に対して**




〔注〕（1）曲線Ａ´Ｂ´Ｃ´（点線）：
限界社会便益曲線（MSB曲線〈Marginal Social Benefit curve〉）。
$P=2-N^2$（但し，$0.0 \leqq N \leqq 0.4$）及び　$P=1.68+3.2N-7N^2$（但し，$N>0.4$ 且つ $P \geqq 0$）で表わせる。

（2）曲線ＡＢＣ（実線）：
導出需要曲線。$P=2-N^2$（但し，$0.0 \leqq N \leqq 0.4$）及び　$P=1.68+1.6N-3N^2$（但し，$N>0.4$ 且つ $P \geqq 0$）で表わせる。

（3）本図のMSB曲線は，限界消費者余剰曲線（MCS曲線〈Marginal Consumer's Surplus curve〉）を意味する。よって，MSB曲線を$N=0$ から$N=n$ まで積分することにより，$N=n$ に対応する粗消費者余剰（又は，総消費者余剰）の値が得られる。

（4）本数値例では，仮想需要水準M値との関わりで発生する外部経済性（正及び負）の存在が，$0.0 \leqq M \leqq 0.4$の値域に対しては仮定されていない。しかし，仮想需要水準M値との関わりで発生する外部経済性（負）の存在が，$0.4 \leqq M < 1.4$ の値域に対しては仮定されている。よって，限界社会便益曲線Ａ´Ｂ´Ｃ´と導出需要曲線ＡＢＣは，$0.0 \leqq N \leqq 0.4$ の値域に於いて一致し，$N>0.4$ の値域に於いて異なる。

### ３－２－３　数値例－３に対して

本数値例では，仮想需要水準Mの値域（0.0≦M≦1.8）が，外部経済性（正）の存在する区間（0.0≦M≦0.8）と外部不経済性の存在する区間（0.8＜M≦1.8）に2分され，需要曲面P＝h(N,M) が，次式で与えられる。

$$P = h(N,M)$$
$$= 2 - N^2 - 2(M - 0.8)^2 \quad \cdots\cdots (15)$$

（但し，0.0≦M≦1.8，N≧0.0，P≧0.0）。

よって，限界社会便益 MSB(N) は，式（15）に基づき，総消費者余剰GCS(N) の概念を介して以下のように求められる。

$$MSB(N) = dGCS(N)/dN$$
$$= d\left[\int_0^N h(N,M)dN\right]_{M=N} /dN$$
$$= d\left[\int_0^N \left\{2 - N^2 - 2(M - 0.8)^2\right\} dN\right]_{M=N} /dN$$
$$= d\left[2N - \frac{1}{3}N^3 - 2N(M - 0.8)^2\right]_{M=N} /dN$$
$$= d\left(2N - \frac{1}{3}N^3 - 2N(N - 0.8)^2\right)/dN$$
$$= 0.72 + 6.4N - 7N^2 \quad \cdots\cdots (16)$$

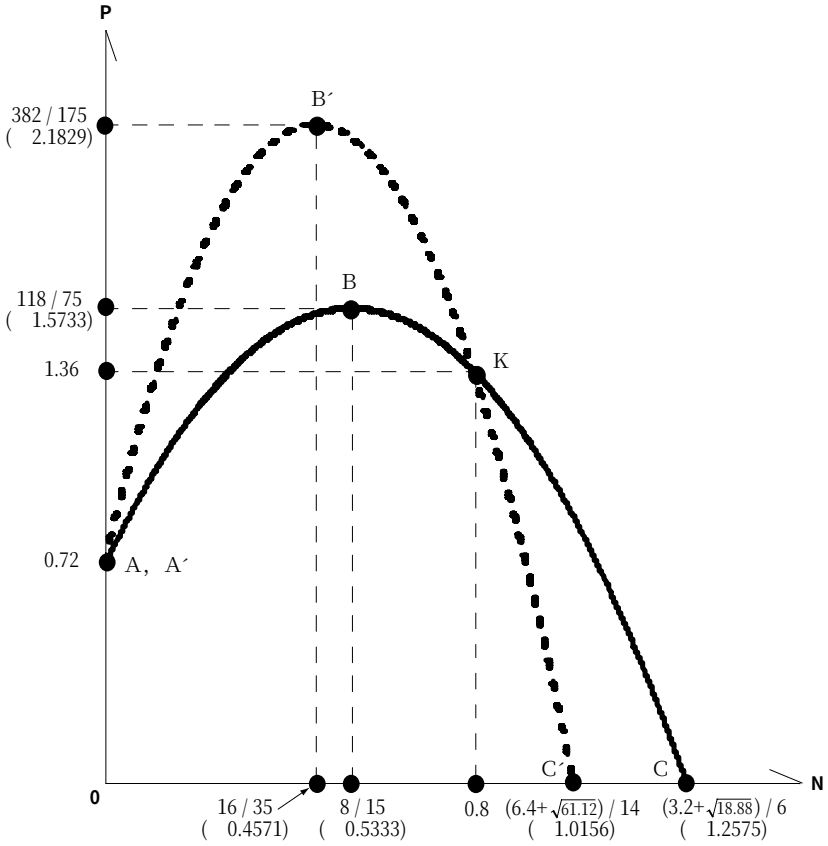
他方，導出需要曲線の函数は，式（15）より以下のように求められる。

$$P = h(N,N)$$
$$= 2 - N^2 - 2(N - 0.8)^2$$
$$= 0.72 + 3.2N - 3N^2 \quad \cdots\cdots (17)$$

このとき，式（16）と式（17）は異なるので，導出需要曲線と限界社会便益曲線は乖離する。

両曲線を同一のN‐P平面上に描出すると，図33を得る。同図では，両曲線とも2次曲線型の釣り鐘状を呈し，点A（又はA′）（0, 0.72）をP軸の共通切片とする。しかし，限界社会便益曲線は点B′(0.4571, 2.1829）を頂点とし，点C′(1.0156, 0）をN軸切片とする。また，導出需要曲線は，点B（0.5333, 1.5733）を頂点とし，点C（1.2575, 0）をN軸切片とする。なお，両曲線は点K（0.8, 1.36）で交わり，限界社会便益曲線は，0＜N＜0.8 のとき導出需要曲線の上側に位置し，N＞0.8 のとき下側に位置する。

**図33　N-P 平面上に示される限界社会便益曲線と導出需要曲線：**
**数値例－3（外部経済性〈正及び負〉が存在する場合〈ケースＢ〉）に対して**




〔注〕（1）曲線A´B´C´（点線）：
限界社会便益曲線（MSB曲線〈Marginal Social Benefit curve〉）。
$P=0.72+6.4N-7N^2$ で表わせる（但し，$N \geqq 0$ 且つ $P \geqq 0$）。
（2）曲線ＡＢＣ（実線）：
導出需要曲線。$P=0.72+3.2N-3N^2$ で表わせる（但し，$N \geqq 0$ 且つ $P \geqq 0$）。
（3）本図のMSB曲線は，限界消費者余剰曲線（MCS曲線〈Marginal Consumer's Surplus curve〉）を意味する。よって，MSB曲線を$N=0$ から$N=n$ まで積分することにより，$N=n$ に対応する粗消費者余剰（又は，総消費者余剰）の値が得られる。
（4）本数値例では，仮想需要水準M値との関わりで発生する外部経済性（正及び負）の存在が仮定されているので，限界需要曲線A´B´C´は導出需要曲線ＡＢＣから乖離する。

### ３－２－４　数値例－４に対して

本数値例では数値例－３と同様に，仮想需要水準Ｍの値域（0.0≦Ｍ≦2.0）が，外部経済性（正）の存在する区間（0.0≦Ｍ≦1.0）と，外部不経済性の存在する区間（1.0＜Ｍ≦2.0）に２分され，需要曲面Ｐ＝ｈ(N,M) が次式で与えられる。

$$P = h(N,M)$$
$$= 2 - N^2 - 2(M - 1.0)^2 \quad \cdots\cdots (18)$$

（但し，0.0≦Ｍ≦2.0，Ｎ≧0.0，Ｐ≧0.0）。

よって，限界社会便益ＭＳＢ(N) は，式（18）に基づき，総消費者余剰 ＧＣＳ(N) の概念を介して以下のように求められる。

$$MSB(N) = dGCS(N)/dN$$
$$= d\left[\int_0^N h(N,M)dN\right]_{M=N} /dN$$
$$= d\left[\int_0^N \left\{2 - N^2 - 2(M - 1.0)^2\right\} dN\right]_{M=N} /dN$$
$$= d\left[2N - \frac{1}{3}N^3 - 2N(M - 1.0)^2\right]_{M=N} /dN$$
$$= d\left(2N - \frac{1}{3}N^3 - 2N(N - 1.0)^2\right)/dN$$
$$= 8N - 7N^2 \quad \cdots\cdots (19)$$

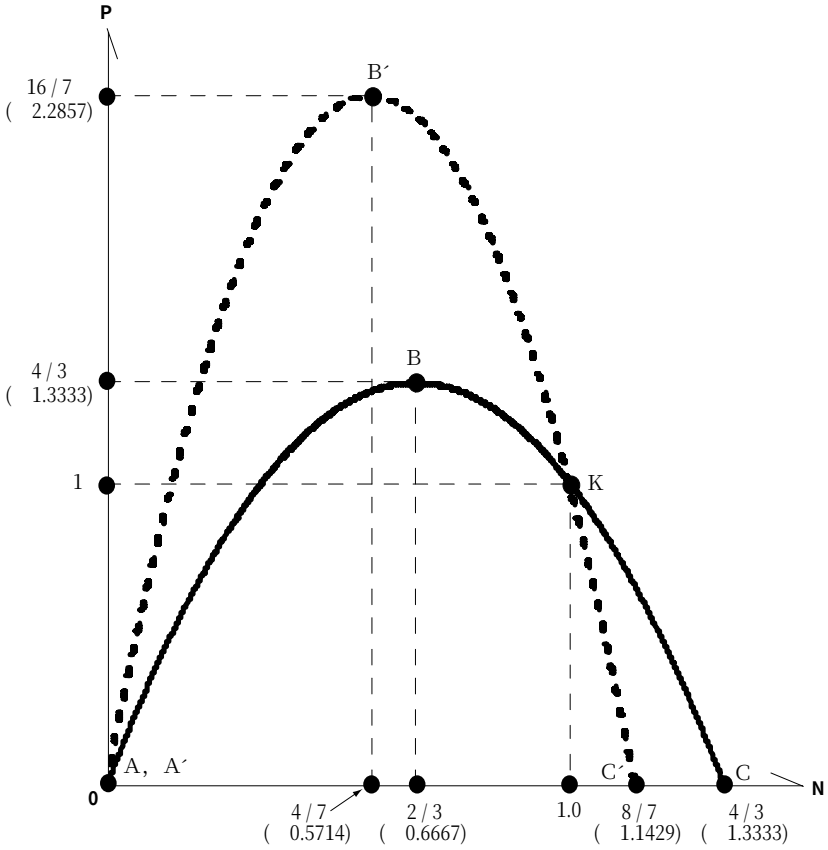
他方，導出需要曲線の函数は，式（18）より以下のように求められる。

$$P = h(N,N)$$
$$= 2 - N^2 - 2(N - 1.0)^2$$
$$= 4N - 3N^2 \quad \cdots\cdots (20)$$

このとき，式（19）と式（20）は異なるので，導出需要曲線と限界社会便益曲線は乖離する。

両曲線を同一のＮ‐Ｐ平面上に描出すると，図34を得る。同図では，両曲線とも原点（点Ａ又はＡ′）を通る２次曲線型の釣り鐘状を呈する。しかし，限界社会便益曲線は点Ｂ′(0.5714, 2.2857）を頂点とし，点Ｃ′(1.1429, 0）をＮ軸切片とする。また，導出需要曲線は点Ｂ(0.6667, 1.3333）を頂点とし，点Ｃ(1.3333, 0）をＮ軸切片とする。なお，両曲線は点Ｋ(1.0, 1.0）で交わり，限界社会便益曲線は，0＜Ｎ＜1.0 のとき導出需要曲線の上側に位置し，Ｎ＞1.0 のとき下側に位置する。

**図34　N-P 平面上に示される限界社会便益曲線と導出需要曲線：**
**数値例－4（外部経済性〈正及び負〉が存在する場合〈ケースＣ〉）に対して**




〔注〕（1）曲線Ａ´Ｂ´Ｃ´（点線）：
限界社会便益曲線（MSB曲線〈Marginal Social Benefit curve〉）。
$P=8N-7N^2$ で表わせる（但し，$N \geqq 0$ 且つ $P \geqq 0$）。
（2）曲線ＡＢＣ（実線）：
導出需要曲線。$P=4N-3N^2$ で表わせる（但し，$N \geqq 0$ 且つ $P \geqq 0$）。
（3）本図のMSB曲線は，限界消費者余剰曲線（MCS曲線〈Marginal Consumer's Surplus curve〉）を意味する。よって，MSB曲線を$N=0$ から$N=n$ まで積分することにより，$N=n$ に対応する粗消費者余剰（又は，総消費者余剰）の値が得られる。
（4）本数値例では，仮想需要水準M値との関わりで発生する外部経済性（正及び負）の存在が仮定されているので，限界需要曲線Ａ´Ｂ´Ｃ´と導出需要曲線ＡＢＣは異なる。

### ３－２－５　数値例－５に対して

本数値例では，仮想需要水準Mの値域（0.0≦M≦1.0）全てに亙り，外部不経済性が存在し，需要曲面Ｐ＝ｈ(N,M) が，次式で与えられる。

$$P = h(N,M)$$
$$= 2 - N^2 - 2M^2 \quad \cdots\cdots (21)$$

（但し，0.0≦M≦1.0，Ｎ≧0.0，Ｐ≧0.0）。

よって，限界社会便益ＭＳＢ(N) は，式（21）に基づき，総消費者余剰 ＧＣＳ(N) の概念を介して以下のように求められる。

$$MSB(N) = dGCS(N)/dN$$
$$= d\left[\int_0^N h(N,M)dN\right]_{M=N} /dN$$
$$= d\left[\int_0^N (2 - N^2 - 2M^2)\, dN\right]_{M=N} /dN$$
$$= d\left[2N - \frac{1}{3}N^3 - 2NM^2\right]_{M=N} /dN$$
$$= d\left(2N - \frac{1}{3}N^3 - 2N^3\right)/dN$$
$$= 2 - 7N^2 \quad \cdots\cdots (22)$$

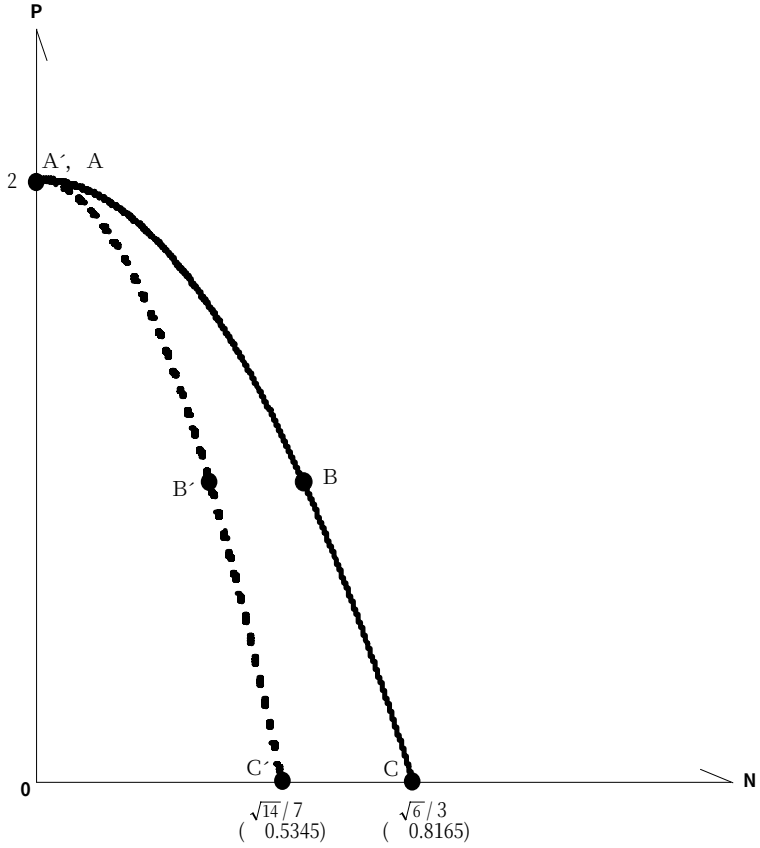
他方，導出需要曲線の函数は，式（21）より以下のように求められる。

$$P = h(N,N)$$
$$= 2 - N^2 - 2N^2$$
$$= 2 - 3N^2 \quad \cdots\cdots (23)$$

このとき，式（22）と式（23）は異なるので，導出需要曲線と限界社会便益曲線は乖離する。

両曲線を同一のＮ‐Ｐ平面上に描出すると，図35を得る。同図では，両曲線とも点Ａ（又はＡ′）（0, 2）をＰ軸切片とし，限界社会便益曲線は点Ｃ′(0.5345, 0）に向け，また導出需要曲線は，点Ｃ(0.8165, 0）に向け，夫々単調に減少する。なお，限界社会便益曲線は，Ｎ＞0のとき常に導出需要曲線の下側に位置する。

**図35　N-P 平面上に示される限界社会便益曲線と導出需要曲線：**
**数値例－5（外部経済性〈正及び負〉が存在する場合〈ケースD〉）に対して**

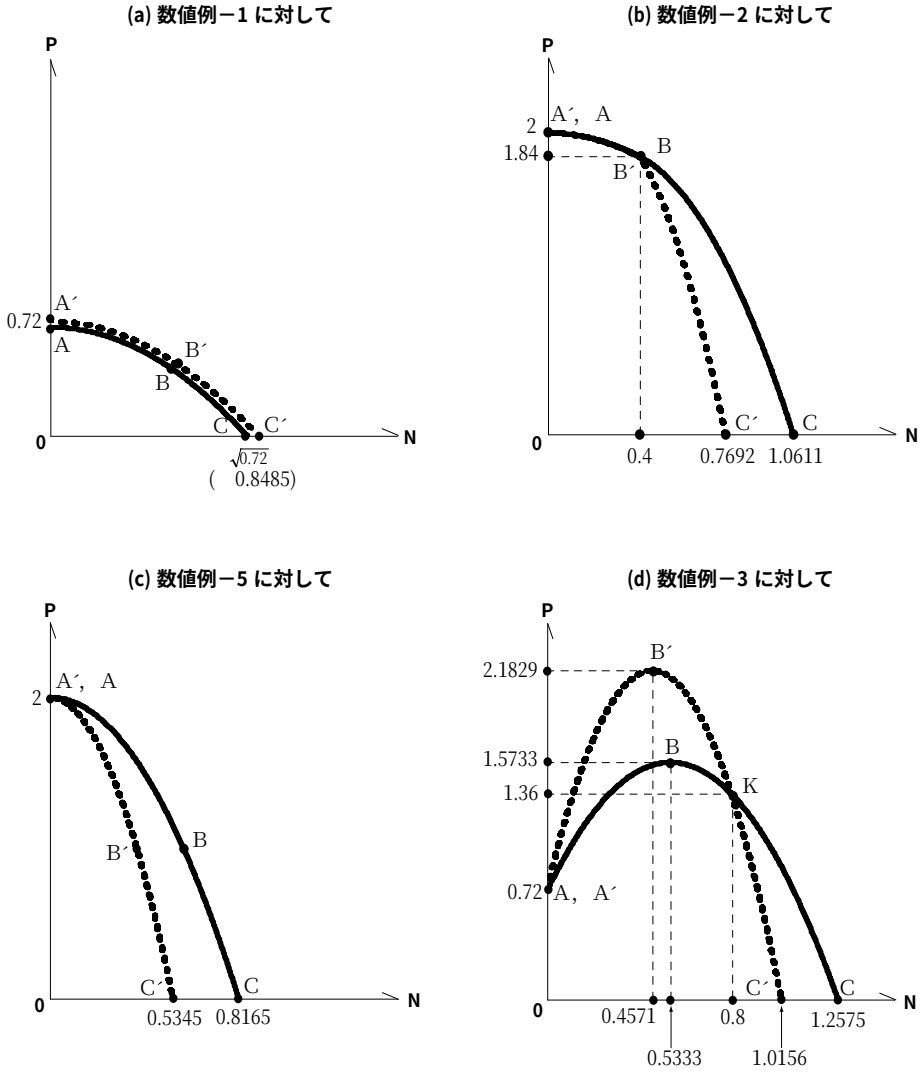



〔注〕（1）曲線A´B´C´（点線）：
限界社会便益曲線（MSB曲線〈Marginal Social Benefit curve〉）。
$P=2-7N^2$ で表わせる（但し，$N \geqq 0$ 且つ $P \geqq 0$）。
（2）曲線ＡＢＣ（実線）：
導出需要曲線。$P=2-3N^2$ で表わせる（但し，$N \geqq 0$ 且つ $P \geqq 0$）。
（3）本図のMSB曲線は，限界消費者余剰曲線（MCS曲線〈Marginal Consumer's Surplus curve〉）を意味する。よって，MSB曲線を$N=0$ から$N=n$ まで積分することにより，$N=n$ に対応する粗消費者余剰（又は，総消費者余剰）の値が得られる。
（4）本数値例では，仮想需要水準M値との関わりで発生する外部経済性（負）の存在が仮定されているので，限界需要曲線A´B´C´と導出需要曲線ＡＢＣは異なる。

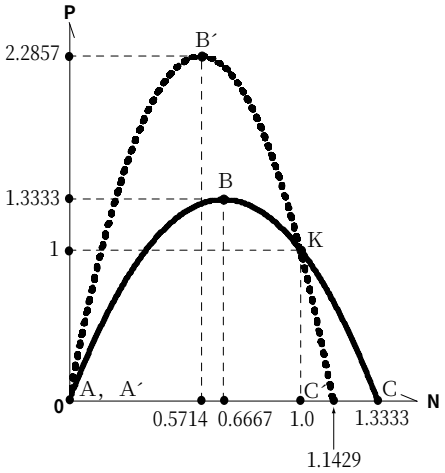
## 4　おわりに

本稿では需要曲面に基づき，導出需要曲線と限界社会便益曲線を求めた。図36は，5つの数値例に対する両曲線全てを一図に纏めて示すが，グラフ（a）～（e）の比較が可能な様に，N

**図36　N-P 平面上に示される導出需要曲線，限界社会便益曲線，及びΓΔE 曲線：数値例－1 ～5 に対して**



(e) 数値例－4 に対して




〔注〕（1）曲線ＡＢＣ（実線）：導出需要曲線。
（2）曲線Ａ´Ｂ´Ｃ´（点線）：限界社会便益曲線。
（3）曲線ΓΔＥ（破線）：ΓΔＥ曲線。
（4）数値例－3 ～ 5 の需要曲面は，何れも同一の需要曲面関数 $P=2-N^2-2(M-b)^2$（但し，b はパラメター）で表わせるので（数値例－3 では b＝0.8，数値例－4 では b＝1.0，数値例－5 では b＝0.0），本図の（c），（d），（e）には b 値の小さい数値例から順に並べることにし，「数値例－5」は（c）に置いた。

軸毎及びＰ軸毎に目盛りを統一した。一見して明らかな様に，上記2曲線の相対的位置関係について，需要曲面分析は多様なシナリオを提供する。この多様性は，「外部経済性（正及び負）が存在する市場のもたらす社会便益最大化を考察する次稿[28)]」の試みに対して，少なからず寄与し得る。

## [参考文献]

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。

Buchanan, James M. (1965), “An Economic Theory of Clubs,” Economica, 32 (125), pp.1-14.

Kawashima,Tatsuhiko and Samata Runako (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.

28）次稿のタイトルは，「外部経済性の考察（需要曲面分析〈その2〉）――需要曲面アプローチに拠る社会便益の最大化――」を予定している。