

# 環境経済学における “バズ” 概念の使われ方<sup>1</sup>

小 出 秀 雄<sup>2</sup>

## 1. はじめに

本稿は、近年環境経済学、特に廃棄物の取引を議論する分野においてよく言及される、「バズ」(bads) という概念の取り扱いについて考察することをその目的とする。具体的には、1970年代の動学モデル分析で頻出したバズ、国内外で廃棄物関係の経済分析をリードし続けている細田衛士氏が提唱しているバズ<sup>3</sup>、そして筆者のこれまでのモデル分析で得られているバズのそれぞれの特徴を整理し、これに関連する今後の課題を明らかにする。

『グズとバズの経済学』というタイトルを掲げた細田(1999)によって世に広まったバズ概念自体は、細田氏のオリジナルではない。これはあまり知られていることではないが、われわれは、環境経済学におけるバズの取り

1 本稿を準備するにあたって、西南学院大学特別研究 C (2009-2010年度)「リサイクル義務と生産性の経済学的解明」への助成、および「国公立大コンソーシアム・福岡」〈<http://www.consortium-fukuoka.jp/>〉(平成20年度文部科学省・戦略的大学連携支援事業)の筆者が代表を務める共同研究プロジェクト(「資源循環・低炭素型都市づくりの学際研究:福岡市と釜山広域市を中心に」〈<http://jointfukuoka.secsaa.net/>〉)に対する支援を活用した。あらためて感謝申し上げる。なお、本稿のアイデアの一部は、“EAEP 2009: The 3<sup>rd</sup> International Symposium on the East Asian Environmental Problems”(2009年12月4日,九州大学西新プラザ)および「ロシアと環境経済に関する研究会」(2009年12月5日,一橋大学大学院国際企業戦略研究科)において報告されたものである。前者の内容については、Koide (2009)を参照のこと。

2 西南学院大学経済学部経済学科教授〈<http://www.consortium-fukuoka.jp/database/search/data.php?qvViewNo=39>〉。連絡先:092-823-4318, koide@seinan-gu.ac.jp

3 細田氏は、慶應義塾大学経済学部教授〈<http://k-ris.keio.ac.jp/Profiles/0030/0005821/profile.html>〉。

扱いのルーツとそのブームを、1970年代の始めから終わりにかけて確認することができる。第2節において、バズをめぐる社会的および学術的な現状を述べ、そのルーツへとつなげる形で、環境経済学におけるバズ概念の位置を概観する。

1970年代に集中的に発表された理論研究を検討すると、ある変数について限界不効用 (marginal disutility), つまり効用関数の1階(偏)導関数がマイナスであると仮定するだけで、無条件にその変数がバズであるとみなしているものが多い。より厳密には、あらかじめ仮定した、あるいは最適化条件として導出された微分方程式の定常状態を前提として、その変数が時間を通じて常にマイナスであれば、それはバズである。しかし、そのようなプロセスはしばしば省略されている。第3節では、いくつかのモデル分析の想定を紹介し、その類似性を示す。

このような形式によるバズの取り扱いに対して、細田氏が各所で定義しているバズは、グッズ (goods) と相対的な関係にある。あるいは、グッズの延長線上にバズがあるといってもよい。つまり、市場の需給バランスに応じて、同一のモノがグッズにもバズにもなりうる。そして、バズの価格はマイナスであり、グッズの価格=プラスと連続している。

このような、モノの(均衡)価格は非負のみならずマイナスにもなりうるという命題は、従来の経済学の「常識」では受け入れ難い側面がある。しかし、この考え方を許容することによって、カネを支払わないとモノを引き取ってもらえない「逆有償」とよばれる半ば日常的な現象を、きわめてスムーズに説明することができる。第4節では直感的な図解とともに、細田氏が主張するバズ概念の要点を確認する。

さらに、筆者による一連の静学モデルによる政策分析(小出(2008))の詳細をあらためて見返すと、解くべき問題と制約式の意味の違いなどはあるものの、結局上記のバズと似たような存在を得ていることがわかる。すなわち、最適資源配分と競争均衡を政策によって一致させる必要性から、製品の使用後の物質収支に関する潜在価格 (shadow price) がマイナスでなければならない。第5節において、そのようなモデルの一例を紹介し、その結果を解釈する。

本稿を締めくくる第6節では、以上の3種類のバズの特徴を一覧表に整理する。その上で、このバズ概念に関連して、筆者が今後検討しようとしている問題をまとめる。

## 2. バズ概念の背景

小出（2008）の冒頭でも記したように、わが国では2000年に、循環型社会形成推進基本法の制定に代表される廃棄物関係6法が立て続けに制定あるいは改定され<sup>4</sup>、資源の有効利用や廃棄物の発生抑制・排出抑制に対する社会的な意識が近年、いっそう高まっている。また、その流れに沿って、特定の資源や製品の再資源化や再商品化などのリサイクルを義務付ける5つの「個別リサイクル法」<sup>5</sup>が次々と施行された。現在、それぞれ固有の課題を克服するため、状況変化に応じた法改正や新たなしくみづくりが進められているところである<sup>6</sup>。

そのような廃棄物処理や資源リサイクルの制度がもつ複雑な構造を明らかにするため、近年は細田（2007, 2008）や小出（2008）など、経済理論モデルを構築して分析する研究書が出版されている<sup>7</sup>。また、小島（2005, 2008）などによる、実態がわかりにくい「循環資源貿易」の詳細を実証的に明らかにする一連の研究成果は、学術的な貢献のみならず社会的な意義も非常に大きい。

前述の細田（2007, 2008）は、廃棄物の処理やリサイクルをめぐる数々の悩

---

4 前述の基本法の制定以外は、廃棄物処理法の改正、および資源の有効な利用の促進に関する法律、建設リサイクル法、食品リサイクル法、グリーン購入法の制定である。詳しくは、環境省ホームページの廃棄物・リサイクル対策〈<http://www.env.go.jp/recycle/recycling/index.html>〉を参照のこと。

5 容器包装リサイクル法、家電リサイクル法、建設リサイクル法、食品リサイクル法、自動車リサイクル法である。

6 最近の大きな動きとしては、循環型社会形成推進基本法に基づく「第二次循環型社会形成推進基本計画」が2008年3月に閣議決定・国会報告された（<http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=9498>）。この計画では、2015（平成27）年度に向けた新たな指標と数値目標が明示されており、例えば物質フロー指標とその2015年度の目標値として、「資源生産性」（＝GDP/天然資源等投入量）42万円/トン、「循環利用率」（＝循環利用量/（循環利用量＋天然資源等投入量））14～15%、「最終処分量」（＝廃棄物の埋立量）2300万トンが設定されている。

7 細田（2008）の具体的な貢献については、同書の書評である小出（2009）を参照のこと。

ましい問題を念頭に置きつつ、古典派経済学あるいは新古典派経済学のモデルを基調とした理論的枠組みを打ち出している。資源循環に関する現実の諸問題をどのように経済学的に分析し、政策提言を行うかについては、既に細田（1999）においてかなり明らかにされてはいたが、近著である細田（2008）にはそれ以降の論考の成果がまとめられており、環境経済学という一分野にとどまらない、経済学全般に影響を与えうるほどの注目すべき業績であるといえる。

以下では、細田（1999）のタイトルにも含まれており、本文中でも繰り返し強調されているバズという概念に注目する。従来の経済学はグッズ、またはその例外として自由財（free goods）を対象としており、バズの存在とそれを経済学に導入する意義について、あまり表立った議論がされた形跡がない。もしかすると、理論的に取り扱いが厄介であることから、意図的に無視されていたのかもしれない<sup>8</sup>。とはいえ、われわれが現在国内外で直面している、さまざまな廃棄物の処理・リサイクル問題を論理的に理解するためには、もはやこの概念抜きでは非常に困難な状況にある。

細田（2008）では随所にこれらの用語が使われているが、第6章では、グッズ（財）を「正の価格で需給がバランスするような物質」、バズを「いかなる非負の価格でも当該の物質に対する供給が需要を上回り、逆有償にならなければ超過供給が解消しない」ような物質と、それぞれ定義している<sup>9</sup>。そして、あるモノがグッズであるかバズであるかは、そのモノに固有の性質によるものではなく、そのモノの市場均衡における価格がプラスかマイナスかによって判断される。つまり、2つのモノの関係は相対的であり、例えばバズだったモノの需要が高まることにより、その価格が上昇し、バズからグッズへ転換することはありうる<sup>10</sup>。

8 ちなみに、環境経済学とは直接関係がないが、アンダーソン（2009）は経済学的な視点から、現実の競争でモノがいずれ無料（free）にならざるをえないメカニズムを論じており、学術書として十分通用する内容であるといえる。特に、「無料に関する理論も、ゼロに向かう価格モデルもない（略）」、「経済学がモデル化する以前に、すでにフリーのまわりにひとつの経済が出現している」（いずれも邦訳書12頁）という鋭い指摘を受けて、あらためてこれまでの経済学の前提を検討することの意義を筆者は感じている。

9 細田（2008）、165頁。この記述は、小出（2009）を適宜利用している。

10 この点については、Kurz（2006）の概説も参考になる。

冒頭でふれたように、バズという概念そのものは、細田氏によって初めて提唱されたものではない。筆者の知る限り、環境経済学のモデル分析において、まさに上記の意味で“bad”という用語を明確に使ったのは、Smith (1972) が最初ではないかと思う。この論文は、当時経済学で流行り始めた動学的最適化 (dynamic optimization) の応用分析であり、bad だけでなく、公共財的な性質をもった“public bad” (負の公共財<sup>11</sup>) という表現も多用されている。

さらに、同年代に Smith 氏と同様の手法に基づいて実質的に bad(s) や public bad(s) の性質を分析している例として、Keeler, Spence and Zeckhauser (1971), Plourde (1972), Schulze (1974), Lusky (1976), Hoel (1978) などが挙げられる。廃棄物のリサイクルや汚染の排出削減を仮定するこの分野の動学モデルに関しては、これらの論文でほぼ基本スタイルが出来上がったといえる。その証拠に、1980年代に入ると、このような設定によるモデル分析がまったく見られなくなってしまった。

### 3. 動学モデルにおけるバズ

1970年代の動学モデルにおいて、バズはどのような形で定義あるいは仮定されているだろうか。そして、マイナスの (均衡) 価格の成立とどうつながっているのだろうか。

この節では、最大値原理 (maximum principle) を使った理論分析である Smith (1972), Plourde (1972), Lusky (1976) を概観する。このような動学モデルで導かれているマイナスの共役変数 (costate variable) すなわち潜在価格を、以後必要に応じて「不効用バズ」とよぶことにしよう。いずれの潜在価格も、時間を通じた最適化条件を満たすためにマイナスでなければならない。

なお、以下ではオリジナル論文を尊重する意味で、各論文のモデルの表現と位相図を、できる限りそのまま使っている。一方、無限時点において必要とさ

---

11 現在、この邦訳は定着していると思われる。Kolstad (1999) の翻訳作業において、筆者もこの表現を使った (細江・藤田 (2001) の第5章「市場の失敗：負の公共財と外部性」)。

れる横断性条件 (transversality condition) に関する記述は省略している。

### 3-1. Smith (1972)<sup>12</sup>

Smith (1972) では冒頭で、私的財の副産物として発生する廃棄物の「蓄積量」を負の公共財、すなわち public bad であると記している。そして、消費者の効用関数を  $u$ 、その構成変数の一つである廃棄物の蓄積量を  $Q$  とし、この関係が  $u_Q = \partial u / \partial Q \leq 0$  であると仮定している。つまり、 $Q$  が増えるにつれて  $u$  が減るので、 $Q$  は (限界) 不効用をもたらす存在である<sup>13</sup>。

次に、廃棄物の蓄積方程式を  $\dot{Q} = dQ/dt = nf_3(L_3) - \gamma Q$ 、およびその共役変数を  $\xi$  と仮定している。ここで、 $f_3(L_3)$  は労働  $L_3$  を投入したときの新しい容器の生産量 ( $f_3' > 0$ )、 $n$  は同質的な企業数、 $\gamma$  は廃棄物の自然分解率である<sup>14</sup>。

最大値原理の1階条件より、2つの微分方程式体系  $\dot{Q} = nf_3(L_3) - \gamma Q$ 、 $\dot{\xi} = d\xi/dt = (\delta + \gamma)\xi - u_Q$  が導かれる。なお、 $\delta$  は割引率である。ここで、 $\dot{\xi} = 0$  において  $\xi = u_Q(Q) / (\delta + \gamma)$  である。すなわち、 $u_Q \leq 0$  のもとでは  $\xi$  は非正 (ゼロかマイナス) である。一方、 $\dot{Q} = 0$  においては  $Q = nf_3(L_3(n\xi)) / \gamma > 0$  であり、廃棄物の蓄積量は常にプラスである。

図1は、Smith (1972) の位相図の一つを使って、時間を通じた  $Q$  と  $\xi$  の動きを示したものである<sup>15</sup>。 $\xi$  は非正であるため、縦軸をゼロから下方向に伸ばしてある。縦と横のベクトルで組み合わせた方角に従って、時間とともに  $(Q, \xi)$  が変化していく。廃棄物の蓄積量と潜在価格の初期値を  $(Q_0, \xi_0)$  とすると、そこから  $\dot{Q} = 0$  と  $\dot{\xi} = 0$  の交点で表される定常均衡  $(Q^*, \xi^*)$  へ収束する鞍点経路 (saddle point path) に乗るように、操作変数 (control variable) を決定していく必要がある<sup>16</sup>。

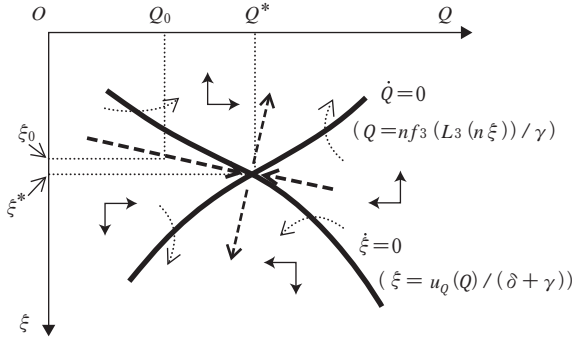
12 塩田 (2001) の第2章のモデルにも、これと同様の特徴が見られる。

13 原論文では途中から加法型の効用関数に切り替えているが、ここでは不要な過程なので省略する。

14 ちなみに、新しい容器  $f_3(L_3)$  は、使用済み容器  $f_1(L_1)$  とリサイクルされた容器  $f_2(L_2)$  の差を埋めるために生産される、つまり  $f_3(L_3) = f_1(L_1) - f_2(L_2)$  という等式を仮定している。

15 原論文では、2種類の端点解 (ゼロリサイクルおよび完全リサイクル) に該当する線も描かれているが、ここでは省略する。

図1 Smith の位相図



出所：Smith (1972) の FIGURE I (p.605) をもとに筆者が作成。

もはや明らかなように、 $u_Q$  をマイナスと仮定する限り、 $\dot{\xi} = 0$  の軌跡は第 4 象限に現れるため、 $\dot{Q} = 0$  との交点における均衡価格もマイナスである。

### 3-2. Plourde (1972)

Plourde (1972) は Smith (1972) の想定によく似ているが、廃棄物の蓄積量  $G$  の潜在価格がマイナスでなければならないことは、最大値原理の 1 階条件からすぐにわかる。

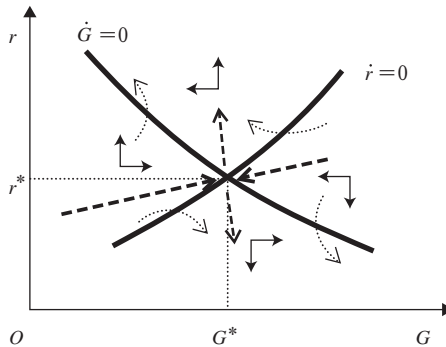
効用関数を  $u(C_1) + v(C_2)$  という加法型で仮定し、 $C_1$  を消費財、 $C_2$  を廃棄物の存在による負のサービス (disservice) と考えて、それぞれの限界効用を  $u' > 0$ 、 $v' < 0$  とする。つまり、 $C_2$  は (限界) 不効用をもたらす。なお、 $C_2$  は  $G$  に等しいと仮定する。

次に、 $G$  に関して、 $\dot{G} = \gamma f(L_1) - g(L_2) - \alpha G$  と定義する。ここで、 $\gamma$  は消費財  $f(L_1)$  のうち廃棄物となる割合、 $g(L_2)$  は廃棄物処理量、 $\alpha$  は自然分解率である。消費財の生産には  $L_1$ 、廃棄物の処理には  $L_2$  だけ、労働がそれぞれ投入される。

16 以降の位相図には、太い点線による矢印 (4本) と、細い点線による矢印 (4本) が描かれている。前者は、定常均衡へと収束する左右からの経路と、逆に発散する上下への経路である。後者は、それぞれの軌跡を越える前後における、変化の方向を示している。

さて、廃棄物蓄積量の共役変数を  $p$ 、労働（資源）の潜在価格を  $w$  とすると、最大値原理の1階条件として、 $w = -pg'(L_2)$  が求められる。したがってこの時点で、 $p$  はマイナスでなければならないことがわかる。また、他の条件として  $\dot{p} = (\delta + \alpha)p - v'(G)$  が得られるが（ $\delta$  は割引率）、潜在価格を  $r = -p$  と置いてプラスに切り替えると、 $\dot{r} = (\delta + \alpha)r + v'(G)$  となる。

図2 Plourde の位相図



出所：Plourde (1972) の FIGURE 1 (p. 122) をもとに筆者が作成。

図2は、Plourde (1972) の位相図を基礎として、 $G$  と  $r$  の動きを表したものである。 $\dot{G} = 0$  において  $G = [\gamma f(L_1(r)) - g(L_2(r))]/\alpha > 0$ 、 $\dot{r} = 0$  において  $r = -v'(G)/(\delta + \alpha) > 0$  であり、その交点である定常均衡  $(G^*, r^*)$  に収束する鞍点経路に乗るように、操作変数を決定する。このように、あらかじめバズの価格の符号を反転させておくと、第1象限に位相図を描くことができるので、価格の高低が直感できるようになる。

### 3-3. Lusky (1976)

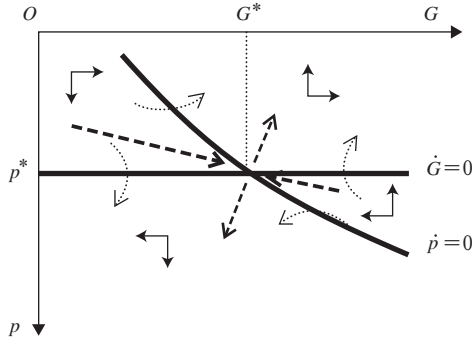
Lusky (1976) は Plourde (1972) のモデル設定にかなり似ているものの、位相図が若干異なるため、ここで紹介しておく。

効用関数を  $U(c, y, G)$  と定義し、汚染の蓄積量  $G$  に関して、 $U_3 = \partial U / \partial G < 0$  を仮定している。ここで、 $c$  はオリジナルの消費財、 $y$  はリサイクルされた財である。また、 $G$  に関して、蓄積方程式  $\dot{G} = \gamma c - g(L_3) - y$  を定義してい



る。ただし、 $\gamma$ はオリジナルの消費財のうち廃棄物（汚染）になる割合、 $g(L_3)$ は汚染処理量であり、その処理には $L_3$ の労働が必要とされる。

図3 Lusky の位相図



出所：Lusky (1976) の FIGURE 1 (p.99) をもとに筆者が作成。

図3は、Lusky (1976) の位相図をもとに、 $G$  と  $p$  (マイナス) の動きを表現したものである。このモデルの汚染蓄積量に関する共役変数を  $p$  と仮定すると、最大値原理より、 $\dot{p} = rp - U_3(G)$  が得られる ( $r$  は割引率)。図には、 $\dot{p} = 0$  の軌跡すなわち  $p = U_3(G)/r < 0$  と、 $\dot{G} = \gamma c - g(L_3(p)) - y$  における  $\dot{G} = 0$  の軌跡が描かれている。後者においては、 $p$  の値が  $G$  と無関係なので、その軌跡はマイナスの均衡価格水準  $p^*$  を通る水平線となる。

#### 4. 細田氏のモデルにおけるバズ

第2節で言及したように、細田 (1999) は (彼が定義する) 「バズ」というモノを、グッズとの相対関係で位置付けており、真っ当な経済学の手続きに従って、経済学が分析対象とする変数の範囲そのものを「拡張」しようとしている。

この意欲作は当時、環境経済学において当然注目を集めたと同時に、廃棄物の不法投棄や不適正処理が大きな社会的不安となっていた中で、バズというモノの性質とそれがもたらす諸問題を理解しようとする廃棄物処理の関係者に

も、広く認知された。

筆者も当時、学部生のゼミナールにおいて2年連続で同書を輪読したが、現実問題に対する細田氏の確かな解析力と独創的な論理構成に感服し、また、経済学の潜在能力をあらためて思い知ることとなった。つまり、わが国の環境経済学の分野でしばしば注目を集める、「経済学を否定することによって新たな経済学を創り出す」という接近方法ではなく、「経済学を駆使して経済学の可能性を広げていく」という、学問的に至極正しい方針と方法に基づいている。

細田(1999)の中心をなすバズの定義は、その巻末の「用語解説」に掲載されている下記のもので、最も集約されている<sup>17</sup>。考察が深まるにつれて若干表現は変わっていくものの、この定義の本質は細田(2007, 2008)などにも継承されている。以後、これを必要に応じて、「逆有償バズ」とよぶことにする。

**バズ (bads)** 経済取引において、マイナスの価格がつけられるもの。価格がマイナスになるということは、モノを引き渡すときに貨幣も同時に引き渡すことを意味する。つまりバズの取引では、モノと貨幣の流れが同方向である。モノがグッズになるかバズになるかは、需要と供給の関係で決まる。なお、費用をかければ再資源化プロセスでバズをグッズに転換することも可能である。

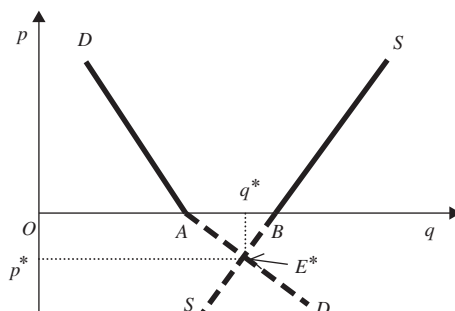
図4は、細田(1999)の冒頭に出てくる、あるモノに関する需要曲線( $DD$ )・供給曲線( $SS$ )である。よく見られるような右下がりの需要曲線と右上がりの供給曲線であるが、いずれもモノの数量を表す横軸 $q$ と交わっている点で、少々見慣れない部分である。つまり、縦軸で測っているモノの価格 $p$ がゼロであっても、供給量 $OB$ が需要量 $OA$ を上回っている。

このような場合、従来の経済学ではこのモノの市場価格をゼロとみなし、これを自由財とよんでいる。 $p$ がゼロのときの供給量マイナス需要量、すなわち

---

17 細田(1999), 274頁より引用。

図4 細田のバズ



出所：細田（1999）の図1-2（9頁）をもとに，筆者が作成。

超過供給量  $AB$  は、十分に吸収能力のある環境中に無料で捨てられると考える。これを経済学では、「自由処分（free disposal）の仮定」とよんでおり、その内容と威力を知っていようがいが、現在ほとんどの経済分析においてこの仮定が前提とされている。

さて、以上のような市場均衡の枠組みは、モノの価格と数量の範囲を、せいぜい第1象限とその横軸上でしか想定していない。細田氏は、もし自由処分の仮定が外されたならば、過剰供給分  $AB$  の処分に関何が必要なのかを考える。そして、その処分によって外部不経済が生じないように、需要側が適正処理しなければならないとしたら、どうしてもマイナスの価格の可能性を考慮しなければならない、と主張する。

その結果、図4の需要曲線と供給曲線はマイナスの価格、つまり第4象限にまで点線のように延長され、市場均衡点は  $E^*$ 、そのときの価格と取引数量は  $(p^*, q^*)$  となる。なお、需要曲線に関しては、価格がマイナスに転じる  $A$  点で別のプロセス、すなわちバズの適正処理プロセスが稼働するため、この点の上下で屈折した線となっていることに注意しよう。

このようなバズの存在可能性を理論的に厳密に示すために、細田氏はスラッフア＝フォン・ノイマン＝レオンティエフ型（Sraffa, von Neumann, Leontief）の線型生産モデルを構築し、細田（2007）の第9章「長期競争均衡と廃棄物」などの形で発表している<sup>18</sup>。以下では、このモデル分析の要点を整理す

る。

まず、複数の生産物、すなわち結合生産 (joint production) の可能性を認める基礎モデルにおいて、家庭から排出され、市場の需給によっては有価物になる「残余物」の価格ベクトルの符号に注目する。そして、いくつかの仮定のもとで、費用・価格方程式を満たす残余物の価格はマイナスである、すなわち残余物はバズであることが示される<sup>19</sup>。これは、残余物の「処理サービス料金」がプラスであることと同義である。

続いて、十分に小さい成長率と (固定的な) 埋立水準に関して、関連する需給均衡方程式の数量解がプラスであることが証明される<sup>20</sup>。さらに、この埋立に関する条件を不等号制約の形に緩めた一般的なモデルにおいても、いくつかの複雑な数理プロセスを経ることによって、該当する不等式体系はやはり解をもつことが明らかにされる<sup>21</sup>。

ちなみに、数理経済学の分野においては1970年代から、自由処分の仮定を外したらモデルの均衡体系はどうなるのかについて、きわめて抽象度の高い分析結果が発表されている。その流れを概観すると、おおむね、自由処分の仮定を外したとしても、他の新しい数理で補完することによって (致命的な) 問題は起こらない、とまとめることができる。ただし、それ以外のさまざまな想定を緩めていった場合にも同じようなことが成り立つかどうかについては、現在も研究中である<sup>22</sup>。

このような状況を筆者なりに解釈すると、次のようになる。市場均衡を分析するにあたって、自由処分の仮定を外しても問題はない。しかし、外したら外したで、説明するのが非常に厄介な論理が必要となってくるので、そうしない方が無難である。したがって、今日経済学のテキストを読んだところで、自由処分の仮定の存在意義について知ることはできない。

---

18 同様の動機と手法に基づく分析として、Lager (1998, 2001) も重要である。

19 細田 (2007), 命題9.1 (250頁)。

20 細田 (2007), 命題9.2 (252頁)。

21 細田 (2007), 命題9.6 (260頁)。

22 1970年代までの流れについては、Bergstrom (2008) による解説が参考になる。また、1990年代前半までは Hamano (1994) の、最近までは Salchow (2005, 2006) の冒頭のサーヴェイが、ともに体系的である。

ところで、バズに関連する細田氏の一連の主張の中で特に重要なのは、外部不経済と（自ら定義する）バズは別の概念である、と明言している点である。詳しくは、細田（1999）の第6章「PPP（汚染者支払い原則）と費用負担」で議論されているが、要するに、バズが適正処理されている限り外部不経済は発生していないので、バズに対してそのまま外部不経済の話は適用できない、ということである<sup>23</sup>。

したがって、前節で紹介した不効用バズと、本節で示した逆有償バズは、まったく違うものであると判断される。やや粗い対比ではあるが、前者は外部不経済（より厳密には限界不効用）の仮定のみによって生じたバズであり、後者はそのような外部性を想定しない状況で、市場の需給バランスを一致させるために結果的に生じたバズである。

ここであらためて、不効用バズが形成される「手順」を確認しておこう。前節で紹介した動学モデルのいずれにおいても、効用関数の中に不効用をもたらす変数が仮定されている。その結果、その変数に関する共役変数の微分方程式、例えば“ $\dot{p} = \dots$ ”という式の右辺に、限界不効用にマイナスの符号がついたプラスの項が現れる。そして、通常のプラスの割引率や自然分解率を前提とすれば、問題の  $\dot{p} = 0$  の軌跡は  $p$  がマイナスの領域に描かれるため、定常均衡における価格もマイナスとなる。

これに対して、細田氏の分析枠組みでは、バズが適正処理される限り外部不経済は発生しないので、そのような限界不効用はそもそも仮定されていない<sup>24</sup>。したがって、自由処分の仮定を外した世界でモノの価格がマイナスになりうるという結論は、外部性の有無とは関係がないのである。

---

23 Koide（2006）は、PPP（Polluter-Pays Principle）概念をめぐるサーヴェイに加えて、外部性を内部化するための政策分析を行っている。

24 その一方で、細田（2008）の240頁で定義されている「潜在汚染性」という考え方は、マイナスの限界効用やマイナスの限界生産物の存在をもとにしている。この興味深い概念に関連する理論的考察は、別稿にて行う予定である。

## 5. バズの變形版

前節の細田氏によるバズの定義に、「バズの取引では、モノと貨幣の流れが同方向である」という記述が盛り込まれていたことを思い出そう。自分が排出した廃棄物（あるいは残余物）を持って行ってもらう際に何らかの形で料金を支払うことは、現実の世界では当たり前となっている。上記の定義によれば、廃棄物というモノをカネと一緒に渡しているのだから、これはバズである。もちろん、その取引後に有用資源として投入される状況も多々あるので、事後的にグッズへ転換することもあるだろうが、少なくとも排出時点ではバズである。

以下では、廃棄物の（不適正）処理に関連する外部不経済と、廃棄物を排出する際に課される「引取料金」を仮定した、小出（2008）の第5章「引取料金制度と経済的手法」の骨子を紹介する。この章に限らず、小出（2008）のほとんどのモデル分析の結果、本稿で取り上げている不効用バズと逆有償バズの「變形版」が得られることから、ここで取り上げる次第である。

この一般均衡モデルでは、最適資源配分問題と競争均衡問題を比較して、外部性の内部化に必要な政策を導いているのであるが、消費者が引取料金を支払うことを競争均衡の前提の一つとしている。一方、不法投棄により限界不効用を被ると仮定しているため、最適資源配分の1階条件より、消費者が排出するモノ（厳密には物質収支式）の潜在価格はマイナスでなければならない。その結果、不法投棄に対する罰金と引取料金はプラスで一致することから、消費者と生産者は実質的に、バズを（政策的に）取引していることになる。

ここで、オリジナル論文の表現を用いて、バズに関係する部分のみを説明しよう。まず、消費者が消費財  $c$  を使用した後の物質収支を、 $c = b + d$  とする。ここで、 $b$  は生産者に引き取ってもらう量、 $d$  は自ら不法投棄する量である<sup>25</sup>。次に、消費者のもつ効用関数  $u$  を、不法投棄の総量  $D = nd$  の減少関数（ $n$  は消費者の数）、すなわち  $u_D = \partial u / \partial D < 0$  であると仮定している。つまり、

25 とはいえ、以降の分析でこれを厳密な等式として利用していないので、例えば誤差項的な変数  $\varepsilon$  を加えて、 $c = b + d + \varepsilon$  と考えても構わない。

$D$  は限界不効用の原因となる変数である。

前述の物質収支式に関するラグランジュ乗数 (= 潜在価格) を  $\kappa$  とすると、最適資源配分問題における不法投棄量の条件式は、 $nu_b = \kappa$  となる。投棄についての限界不効用を前提としているので、 $\kappa < 0$  でなければならない。この点は、物質収支式のつくりが廃棄物や汚染の蓄積方程式と類似している点を含めて、不効用バズが生じる過程とよく似ている。

ただし注意すべきことは、このモデルでは  $d$  を内点解と仮定しているために、上記の等式から  $\kappa$  がマイナスとならざるをえない点である。もし端点解 (ゼロ) を考慮するならば、 $nu_b(0) - \kappa \leq 0$  および他の条件式からは  $\kappa$  の符号は決まらない。その符号が確定するのは、続く競争均衡問題を解いてからである。

その競争均衡問題では、 $D$  の水準を各消費者が決定できないと仮定しているため、この変数に関する項は外部不経済の影響と見なされる。そして、いくつかの政策パラメータを組み合わせることによって、この影響を市場の意思決定に内部化する必要がある。

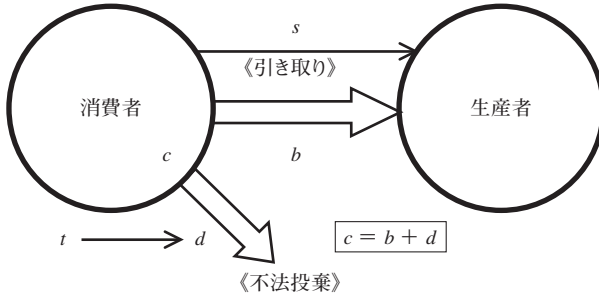
消費者は、労働供給によって得た収入から消費財へ出費するだけでなく、不法投棄の罰金と引取料金  $td + sb$  も支払わなければならない。ここで、 $t$  は罰金率であり、 $s$  は引取料金率である。前述の物質収支式を考慮しつつ、消費者にとっての不法投棄の限界費用と引取の限界費用が等しくなる条件として、 $t = s > 0$  が成立しなければならない。

この式は文字通り、引取料金率  $s$  がプラスであり、かつその値が不法投棄の罰金率  $t$  と等しいことを表しているのであるが、実は「変形版不効用バズ」と「変形版逆有償バズ」を連結させる式でもあり、なかなか興味深い。

すなわち、図5のモノとカネの流れで示しているように、外部不経済の原因である不法投棄される  $d$  が変形版不効用バズであるのに加えて、その外部不経済を内部化するためのプラスの  $t$  が  $s$  と等しいため、引き取られる  $b$  は変形版逆有償バズである<sup>26</sup>。どちらのバズも、消費者が財を使用した後の選択に関わっている。

ここで、わざわざ変形版という名称を付け加えている理由は、これらのバズ

図5 使用済みのモノとカネの流れ



出所：筆者作成。

ズが前述の2つのバズ概念に適合しているかどうか、検討する余地があるからである。

第一に、不法投棄されるモノについては、効用関数だけでなく他の制約式にも依存するので、それらの仮定次第では、不効用バズといえないケースもありうる。例えば、1階条件にプラスやマイナスの項が入り混じっている場合、単に限界不効用を仮定しているから不効用バズである、と断定することはできない。したがって、複雑なモデルではどのような基準で不効用バズと見なしたらいいのか、そして、本稿で示したような定義付けに難点があるならば、それをどのように修正あるいは拡張したらいいのかを検討しなければならない。

第二に、引き取られるモノについて、市場メカニズムによる内生的な価格決定ではなく、法制度によって外生的に決められた料金で引き取られるモノを（逆有償）バズとよべるのかどうか、判断が難しい。リサイクル法を施行することによって、できるだけバズをグッズに転換していこうとする社会的な動きの中で、市場での需給に関係なく、横並びの引取料金が設定されているケースは数多い。もちろん、長期的には料金水準が調整されるわけであるが、短期的に一定の料金で引取が実施されているモノに対して、それを逆有償バズ

26 実は、オリジナルのモデルでは、 $b$  は別の外部不経済の発生に寄与していると仮定している。しかしここでは、それに関係するリサイクル過程を省略しているので、本文のような記述で十分である。



ズの一形態と考えるべきか、政策として別扱いにすべきか、さらなる議論が必要である。

## 6. まとめと課題

本稿は、今日環境経済学において頻繁に使われるバズ概念の内容について、そのもとになっている過去のモデル分析とともに考察を行った。本稿で言及したバズは、1970年代の動学モデルによる不効用バズ、細田衛士氏の線型モデルによる逆有償バズ、そして筆者の単純な一般均衡モデルによる変形版（不効用・逆有償）バズの3つである。

表1は、これらのバズ概念の性質を整理したものである。一番右の列の「理論的な難点」には、価格がマイナスであることに伴う問題と、モデル自体の限界の両方を含めている。

表1 本稿で取り上げたバズ概念

バズの定義	モデル	限界不効用の仮定	潜在価格・均衡価格の符号	理論的な難点
不効用バズ	1970年代の動学的最適化モデル	あり (状態変数について)	最大値原理より、常にマイナス	特にないものの、モデルの構造を複雑化できない
逆有償バズ	細田の線型生産モデル	なし (外部性もなし)	定義よりマイナス (需要増でプラスに転換しうる)	価格がゼロを超えて連続的に変化するかどうか
変形版バズ	小出の外部性の一般均衡モデル	あり (他の制約式も重要)	政策パラメータの仮定より、マイナス	引取料金の存在により、限界生産物がマイナスになる

出所：筆者作成。

まず、微分方程式を前提とする動学的最適化モデルは、不効用バズの存在を簡単に示すことができるものの、少しでも多くの要素を入れようとするとは解析できなくなる。また、線型生産モデルや図4のような部分均衡モデルは、たしかに逆有償バズの可能性をわかりやすく説明しているが、均衡価格がプラスからマイナスへ、あるいはマイナスからプラスへスムーズに移行できるのかどうか、不明な点が残る。

最後に、筆者のモデルでは、特にリサイクル過程において引取料金を受け取る場合、ほかに外部性などの要因を加えない限り、リサイクルの限界生産物がマイナスでなければ釣り合わなくなる。これは何も「奇妙」なことではなく、その符号に関わらず、「要素価格イコール限界生産物価値」という利潤最大化条件を満たす必要性からきている。

引取料金を設定することによって、そのようなマイナスの限界生産物が実際に見られるかどうか、つまり質の悪い生産要素までもが過剰に投入されているかどうかを検討することは、現実の廃棄物処理やリサイクルの効率性に関わる実証的な課題であると同時に、経済学において自由処分の仮定をどのように取り扱うべきか、という理論的な課題でもある。

まず、実証的な課題について、現在筆者が組織している共同研究プロジェクトのテーマと関連させて、所感を述べておく<sup>27</sup>。福岡市のごみ処理施設に関しては、毎年公表されている環境報告書（最新は福岡市環境局施設部（2009）、福岡市環境局西部工場（2009））に明記されているインプットとアウトプットのデータを拠り所に、ごみ処理の「生産関数」をある程度推計できることが期待されている。写真1は、2009年9月に見学した福岡市西区の西部工場（ごみ焼却処理施設）の様子である<sup>28</sup>。

他方、飲料容器などの資源ごみの選別・再資源化に関しては、容器包装リサイクル法に基づく再商品化事業者が委託処理を行っており、その個別データは一般に公表されていない。写真2は、2009年9月と12月に見学した、福岡市西区の空きびん・ペットボトル選別処理施設（㈱環境開発リサイクルプラント）

27 この文理融合型プロジェクト「資源循環・低炭素型都市づくりの学際研究：福岡市と釜山広域市を中心に」〈<http://jointfukuoka.seesaa.net/>〉の構成員は、(1)小出秀雄（西南学院大学経済学部，専門：環境経済学，環境政策），(2)勢一智子（西南学院大学法学部，専門：行政法，環境法），(3)田村一軌（財団法人福岡アジア都市研究所，専門：都市地域計画，ネットワーク解析，施設立地分析），(4)鄭雨宗（福岡工業大学社会環境学部，専門：環境経済学，地球温暖化政策），(5)中山裕文（九州大学工学研究院，専門：環境システム工学，廃棄物工学），(6)松田晋太郎（環境テクノス株式会社企画部，専門：廃棄物管理，バイオマス利活用），(7)諸賀加奈（九州大学炭素資源国際教育研究センター，専門：環境経済学，経済成長論）の7名である。

28 福岡市のごみ処理施設の見学（2009年8月26日：東部および臨海部，9月2日：西部，11月12日：南部）では、福岡市環境局環境政策部環境政策課技術調整係長の吉田浩氏に毎回、丁寧な案内をしていただいた。あらためて御礼申し上げる。

写真1 福岡市のごみ焼却処理施設



〔左上〕可燃ごみの投入ステージ 〔右上〕クレーンでごみを攪拌  
〔左下〕1号炉でごみを燃焼中 〔右下〕余熱を電力として回収  
出所：2009年9月2日に筆者撮影。

写真2 福岡市の資源ごみ選別処理施設



〔左上〕容器の受入ヤード 〔右上〕手選別室での流れ作業  
〔左下〕選別済みのびん 〔右下〕梱包されたペットボトル  
出所：2009年9月2日・12月16日に筆者撮影。

の様子である。そのような場合は、「生産関数」を推計することがきわめて難しいため、他の代替的な手段を考えなければならない。

次に、経済理論的な課題については、現在経済学の主流でほとんど注目されることがない、投入すると生産量が減ってしまうような、いわば「逆U字型」の生産関数に着目した研究成果を、丹念に調査し整理する必要がある。以下に簡単なサーヴェイを示しつつ、本稿を締めくくる。

意外なことに、このような「奇妙」な生産関数はかつて、理論的な脚光を浴びた時期があった。特に1960年代に、Knight (1921) の p.100に描かれている逆U字型の生産関数を“Knightian total product curve”と名付けた Borts and Mishan (1962) や Ferguson (1969) による分析をはじめ、*American Economic Review* 誌において1963年から1968年まで続いた“Diminishing Returns and Linear Homogeneity”論争では、このようなタイプの生産関数が大いに注目された<sup>29</sup>。

1970年代に入っても、生産段階の(非)対称性と非経済的な領域 (uneconomic region) というテーマで、複数の学術誌においてこの関数をめぐる議論が続いた。最近では、Truett and Truett (2006) が、Knightian total product curve に端を発する上記の論争の経緯を、肯定的に紹介している。

## 参 考 文 献

- アンダーソン、クリス著、小林弘人監修・解説、高橋則明訳 (2009) 『フリー：〈無料〉からお金を生み出す新戦略』NHK 出版 (原書：Anderson, Chris, *Free: The Future of a Radical Price*, Hyperion Books, 2009)。
- 小出秀雄 (2008) 『資源循環経済と外部性の内部化』勁草書房。
- 小出秀雄 (2009) 「書評 細田衛士著『資源循環型社会—制度設計と政策展望—』」『三田学会雑誌』(慶應義塾大学出版会) 102巻1号, 177-180頁。
- 小島道一編 (2005) 『アジアにおける循環資源貿易』アジア経済研究所。
- 小島道一編 (2008) 『アジアにおけるリサイクル』アジア経済研究所。
- 塩田尚樹 (2001) 『環境汚染の最適制御』勁草書房。
- 福岡市環境局施設部 (2009) 『平成20年度環境報告書』〈<http://www.city.fukuoka.lg.jp/data/open/cnt/3/1173/1/H20sisetubu.pdf>〉。
- 福岡市環境局西部工場 (2009) 『平成20年度環境レポート』〈<http://www.city.fukuoka.lg.jp/>〉

29 筆者が数えたところ、議論の発端となったノート (Nutter (1963)), コメント, リプライ, 再コメント, 最終コメント (Eichhorn (1968)) を合計すると, 15本に上る。それ以外に, Geithman and Stinson (1969) と Stephens (1970) などの「場外戦」も展開された。

- data/open/cnt/3/1173/1/H20seibu.pdf》。
- 細田衛士 (1999) 『グズとバズの経済学：循環型社会の基本原理解』東洋経済新報社。
- 細田衛士 (2007) 『環境制約と経済の再生産—古典派経済学的接近—』慶應義塾大学出版会。
- 細田衛士 (2008) 『資源循環型社会—制度設計と政策展望—』慶應義塾大学出版会。
- Bergstrom, Theodore C. (2008), “Free Disposal,” in Durlauf, Steven N. and Lawrence E. Blume eds., *The New Palgrave Dictionary of Economics*, Second Edition, Palgrave Macmillan, New York, Vol.3, pp.490-492.
- Borts, G. H. and E. J. Mishan (1962), “Exploring the ‘Uneconomic Region’ of the Production Function,” *Review of Economic Studies* 29, pp.300-312.
- Eichhorn, Wolfgang (1968), “Diminishing Returns and Linear Homogeneity: Final Comment,” *American Economic Review* 58, pp.150-162.
- Ferguson, C. E. (1969), *The Neoclassical Theory of Production and Distribution*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Geithman, David T. and Byron S. Stinson (1969), “A Note on Diminishing Returns and Linear Homogeneity,” *American Economist* 13, pp.77-79.
- Hamano, Tadashi (1994), “On the Existence of Equilibria without Convexity or Free Disposal on Production Technologies,” *Journal of Mathematical Economics* 23, pp.565-583.
- Hoel, Michael (1978), “Resource Extraction and Recycling with Environmental Costs,” *Journal of Environmental Economics and Management* 5, pp.220-235.
- Keeler, Emmett, Michael Spence and Richard Zeckhauser (1971), “The Optimal Control of Pollution,” *Journal of Economic Theory* 4, pp.19-34.
- Knight, Frank H. (1921), *Risk, Uncertainty, and Profit*, Sentry Press (Reprints of Economic Classics 1964), New York.
- Koide, Hideo (2006), “A Theoretical Analysis of Polluter-Pays Principle with ‘Allocated Costs’ between Economic Agents,” 『西南学院大学経済学論集』第41巻第3号, 53-79頁。
- Koide, Hideo (2009), “An Economic Approach and Local Policy Implementation to Internalize Externality in Resource Circulation City,” in Shimaoka, Takayuki eds., *Proceedings of The 3<sup>rd</sup> International Symposium on the East Asian Environmental Problems*, Research Institute for East Asia Environments, Kyushu University, pp.114-119.
- Kolstad, Charles D. (1999), *Environmental Economics*, Oxford University Press, New York. (邦訳書：細江守紀・藤田敏之監訳 (2001) 『環境経済学入門』有斐閣, 2003年補訂)
- Kurz, Heinz D. (2006), “Goods and Bads: Sundry Observations on Joint Production, Waste Disposal, and Renewable and Exhaustible Resources,” *Progress in Industrial Ecology, An International Journal* 3, pp.280-301.
- Lager, Christian (1998), “Prices of ‘Goods’ and ‘Bads’: An Application of the Ricardian Theory of Differential Rent,” *Economic Systems Research* 10, pp.203-222.
- Lager, Christian (2001), “Joint Production with ‘Restricted Free Disposal,’” *Metroeconomica* 52, pp.49-78.
- Lusky, Rafael (1976), “A Model of Recycling and Pollution Control,” *Canadian Journal of Economics* 9, pp.91-101.
- Nutter, G. Warren (1963), “Diminishing Returns and Linear Homogeneity,” *American Economic Review* 53, pp.1084-1085.
- Plourde, C. G. (1972), “A Model of Waste Accumulation and Disposal,” *Canadian Journal of Economics* 5, pp.119-125.

- Salchow, Hans-Jürgen (2005), “Non-existence of Equilibria with Free Elimination,” Discussion Paper # 2005. 57, Maison des Sciences Économiques, Université Paris 1.
- Salchow, Hans-Jürgen (2006), “An Essay on the State of Economic Science,” *Journal of Mathematical Economics* 42, pp.653-660.
- Schulze, William D. (1974), “The Optimal Use of Non-renewable Resources : The Theory of Extraction,” *Journal of Environmental Economics and Management* 1, pp.53-73.
- Smith, Vernon L. (1972), “Dynamics of Waste Accumulation : Disposal versus Recycling,” *Quarterly Journal of Economics* 86, pp.600-616.
- Stephens, J. Kirker (1970), “A Note on Diminishing Returns and Linear Homogeneity : Comment,” *American Economist* 14, p.62.
- Truett, Dale B. and Lila J. Truett (2006), “Production Function Geometry with ‘Knightian’ Total Product,” *Journal of Economic Education* 37, pp.348-358.