



RIETI Discussion Paper Series 15-J-012

# プロダクト・イノベーションと経済成長 PartIV : 高齢化社会における需要の変化

吉川 洋  
経済産業研究所

安藤 浩一  
中央大学



Research Institute of Economy, Trade & Industry, IAA

独立行政法人経済産業研究所  
<http://www.rieti.go.jp/jp/>

## プロダクト・イノベーションと経済成長 PartIV:

### 高齢化社会における需要の変化<sup>1</sup>

吉川 洋

(東京大学大学院経済学研究科教授、経済産業研究所ファカルティフェロー)

安藤 浩一

(中央大学法学部 教授)

#### 要 旨

プロダクト・イノベーションこそが先進国の経済成長を生み出す究極の要因である、というわれわれの基本命題をさまざまな面から検討する。出発点となるのは、既存のモノ・サービスに対する需要は必ず飽和するという事実である。第1に、このことを実証した従来の研究をサーベイする。第2に、内生的経済成長理論がプロダクト・イノベーションをモデル化しているにもかかわらず、全要素生産性(TFP)の伸びによってはとらえることができないプロダクト・イノベーションの本質を、こうしたモデルがとらえることができていないことを説明する。第3に、プロダクト・イノベーションに関するケーススタディとして、自動車、スマートフォンと高齢者向け福祉用品等を例にとり、理論的な検討により明らかにされる問題を実証的に示す。

キーワード：プロダクト・イノベーション、経済成長、少子高齢化、生産性、技術革新、IT

JEL classification: O31、O47

RIETI ディスカッション・ペーパーは、専門論文の形式でまとめられた研究成果を公開し、活発な議論を喚起することを目的としています。論文に述べられている見解は執筆者個人の責任で発表するものであり、所属する組織及び(独)経済産業研究所としての見解を示すものではありません。

<sup>1</sup> 本稿は、経済産業研究所(RIETI)における「日本経済の課題と経済政策 Part 3 - 経済主体間の非対称性 -」プロジェクトの成果の一部である。本稿を作成するにあたっては、藤田昌久所長をはじめとする経済産業研究所の皆様より貴重なコメントを頂戴した。記して深く感謝を申し上げたい。RAの宮川修子さんには資料収集、グラフ作成などでお世話になった。とりわけ6節は同氏の研究成果に基づくものである。

## 1. はじめに

先進国の経済成長、とりわけ人口減少化における経済成長を生み出す究極の要因が、イノベーションであることは今日広く認識されている。イノベーションにはシュンペーター(1934)が整理したようにさまざまなものがあるが、先進国の経済成長にとって最も重要なのは、新しいモノやサービスを生み出すイノベーション、すなわち「プロダクト・イノベーション」である。出発点となるのは、既存のモノやサービスに対する需要は必ず飽和する(demand saturation)という事実である。われわれは2節で「需要の飽和」に関するこれまでの研究を簡単にレビューする。

プロダクト・イノベーションが経済成長に与えるインパクトについて理論的に考察するとき、最大の論点は、それが「全要素生産性」(total factor productivity = TFP)の上昇とどこが異なるか、である。TFPはSolow(1957)以来今日に至るまで「技術進歩」を計測する際の標準的な手法となっており、わが国についてもこれまで数多く計測されてきた。またプロダクト・イノベーションについては、すでに「内生的成長理論(endogenous growth theory)においてモデルが考案され、その中にはスタンダードなモデルとして大学院レベルで教えられているようなものもある。本論文でわれわれが強調するプロダクト・イノベーションの意義は、こうした既存の文献に照らしてどのような点が異なるのか。3節では理論的な考察を行う。

4節以下、プロダクト・イノベーションが日本経済の成長にどのようなインパクトを与えているのか、3節での理論的考察をふまえ、いくつか実証的なケーススタディを行う。4節では自動車、5節ではスマートフォン、6節では大人用紙おむつ等の高齢者用福祉用品を取り上げる。7節は結論と今後の研究に向けての提言を行う。

## 2. 需要の飽和

わたしたちが現在目にしている既存の財やサービスに対する需要は必ず飽和する。はじめは需要、したがって生産が高い伸びを示しても、いつしか必ず成長率は鈍化する。極端な場合には、シュンペーターの「創造的破壊」(creative destruction)により淘汰され、消えていくモノやサービスもある。暖房用の炭などは典型的な例であろう。総務省統計局の「消費者物価指数」は、消費構造の変化を考慮して5年ごとに基準時を改定し、対象とする物品のリストを入れ替えている(表2-1)。このリストから消えたモノやサービスは、まさに創造的破壊により「破壊」されたモノやサービスを代表する。逆に新たに追加されたモノやサービスがプロダクト・イノベーションの成果であることはいうまでもない。

このように成長率がマイナスとなり市場から消えるモノやサービスも存在するが、多くの場合、モノやサービスの需要、したがって生産量は時間とともに増加する。しかし、その成長率は鈍化し、やがてゼロ成長となり、最終的にある天井へ収束していく。すなわち成長経路は、経済理論がしばしば想定するようにどこまでも一定の成長率で伸びていく「指数関数」的なものではなく、「ロジスティック曲線」(logistic curve)を描く。ロジスティック曲線の成長率は、はじめは加速するが、や

がて変曲点を迎え、その後は成長率がゼロに向けて低下していく。曲線全体はしたがってS字形のカーブを描く。

【表2-1】消費者物価指数(CPI) 基準年における主な改廃品目一覧

基準年	主な追加品目	主な廃止品目
昭和35年	乳酸菌飲料, 家賃(公営), 自動炊飯器, トースター, テレビ, 冷蔵庫, 口紅, テレビ聴視料, カメラ, 宿泊料	マッチ, わら半紙, インキ
昭和40年	即席ラーメン, チーズ, レタス, 魚肉ソーセージ, マヨネーズ, パナナ, いちご, インスタントコーヒー, 電気掃除機, 腕時計, プロパンガス, ワイシャツ(混紡)	うずら豆, ごま, 化繊地(スフモスリン), 子供げた, 駆虫剤, ラジオ聴取料
昭和45年	即席カレー, 即席スープ, レモン, メロン, コーラ, テレビ(カラー), ルームクーラー, 石油ストーブ, カーベット, ミシン(ジグザグ), 婦人ウール着物, 男子ブリーフ, 男子合成皮革ぐつ, 航空運賃, 乗用車, 自動車ガソリン, ボールペン, ゲーム代(ボウリング), フィルム(カラー), 自動車教習料	かんぴょう, ジャンパー, まき, キャラコ, 綿ネル, サージ, 学生帽
昭和50年	えび, 牛乳(紙容器入り), 冷凍調理食品, グレープフルーツ, ガス湯沸器, ステレオ, テープレコーダー, カセットテープ, ラップ, ブルー jeans, ビタミンB剤, ガーゼ付絆創膏, トイレットペーパー, テニスラケット, 学習塾	鯨肉, 合成清酒, ミシン(足踏式)
昭和55年	牛肉(輸入品), ロースハム, オレンジ, ポテトチップ, ウィスキー(輸入品), 電子レンジ, ベッド, ティッシュペーパー, ドリンク剤, 小型電卓, ゴルフクラブ, 月謝(水泳)	精麦, けずり節, テレビ(白黒), 木炭, 婦人こまげた, 電報料, フィルム(白黒)
昭和60年	弁当, コーヒー豆, 下水道料, ルームエアコン(冷暖房兼用), スポーツシャツ(半袖), 婦人Tシャツ, 漢方薬, マッサージ料金, 駐車料金, 運送料(宅配便), ビデオテープレコーダー, ペットフード, 月謝(音楽), ゴルフ練習料金	徳用上米, 甘納豆, れん炭, 婦人雨コート, 婦人ウール着尺地, 運送料(鉄道)
平成2年	ブロッコリー, キウイフルーツ, ぶどう酒(輸入品), ハンバーガー, 電気カーペット, ヘルスメーター, モップレンタル料, コンタクトレンズ, 小型乗用車(輸入品), ワードプロセッサ, ビデオカメラ, コンパクトディスク, ビデオソフトレンタル料, 電気かみそり(輸入品), 腕時計(輸入品), たばこ(輸入品)	カリフラワー, かりんとう, 間代, 砂, 石炭, マットレス, ほうき, 婦人浴衣, 万年筆, レコード
平成7年	外国産米, チーズ(輸入品), もも缶詰(輸入品), ウーロン茶, ビール(輸入品), ピザパイ(配達), ワイングラス(輸入品), 浄水器, 芳香剤, ネクタイ(輸入品), 眼鏡フレーム(輸入品), 普通乗用車(輸入品), ガソリン(プレミアム), 電話機, 私立短期大学授業料, テニスラケット(輸入品), サッカー観覧料	魚肉ソーセージ, コンビーフ缶詰, キャラメル, ベニヤ板, ちり紙, 婦人白足袋, ギター
平成12年	アスパラガス, おにぎり, 冷凍調理ピラフ, ミネラルウォーター, 発泡酒, 牛どん, 温水洗浄便座, ルームエアコン取付け料, 粗大ゴミ処理手数料, 人間ドック受診料, レンタカー料金, 移動電話通信料, パソコン(デスクトップ型), パソコン(ノート型), 携帯オーディオ機器, サッカーボール, 園芸用土, 外国バック旅行, 月謝(英会話), ヘアカラー, ハンドバッグ(輸入品), 通所介護料, 振込手数料	プレスハム, サイダー, 物置ユニット, 電気洗濯機(2槽式), 電球, 絹着尺地, テープレコーダー, 小型電卓, カセットテープ, 月謝(珠算)
平成17年	チューハイ, すし(回転ずし), システムキッチン, キッチンペーパー, サプリメント, カーナビゲーション, 移動電話機, 専門学校授業料, テレビ(薄型), DVDレコーダー, 録画用DVD, DVDソフト, プリント用インク, 放送受信料(ケーブル), フィットネスクラブ使用料, 温泉・銭湯入浴料, エステティック料金, 傷害保険料	指定標準米, ミシン, 婦人服地, ビデオテープレコーダー, 鉛筆, ビデオテープ, 月謝(洋裁), 電気かみそり(輸入品)
平成22年	ドレッシング, 焼き魚, フライドチキン, マット, 紙おむつ(大人用), 予防接種料, 高速バス代, ETC車載器, 洗車代, 電子辞書, ペット美容院代, 園芸用肥料, メモリーカード, 演劇観覧料, 洗顔料	丸干しいわし, やかん, 草履, テレビ修理代, アルバム, フィルム

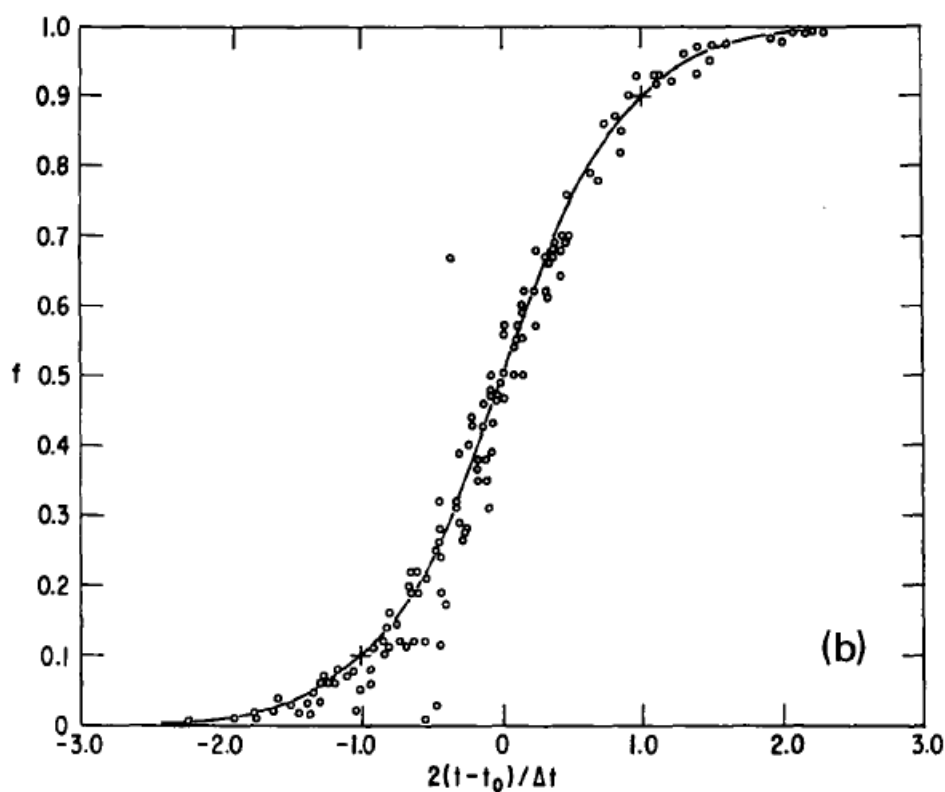
出所:総務省統計局、消費者物価指数(CPI)の概要より)

現実のモノやサービスの需要＝生産について成長の「ライフサイクル」がどのようなものであるか、従来から数多くの実証研究が行われてきた。

例えば、技術者である Fisher and Pry (1971)は、新しいモノと古いモノの「代替」(substitution)をキー・コンセプトとするモデルを提唱した。このモデルでは、新たに登場するモノの成長はロジスティック曲線に従う。彼らは天然ゴムや合成ゴム等さまざまな製造物にこのモデルを当てはめ、実際に多くのモノの成長がロジスティックであることを示した。図2-1は、天井を1としてノーマライズしたロジスティック曲線を、米国で100年弱の間に登場したさまざまなモノに当てはめたものだ。多くのモノの成長がロジスティックであることが一目で分かる。

【図2-1】

**SIMPLE SUBSTITUTION MODEL**



出所:Fisher and Pry (1971), P.87, Fig.9(b) より

Fisher/Pry の研究を日本について検証したものに弘岡(2003)による一連の研究がある。戦後の日本経済におけるさまざまなモノの成長プロセスは、1973年から約10年間、2つのオイルショックの時期に大きな停滞という中断を経験するが、それ以前と以降についてはいずれも明確なロジスティック成長に従う。

あるモノの需要の天井を $D^*$ 、時点 $t$ における需要を $D_t$ とする。天井までどれだけ近づいたか、その比率 $F$ を

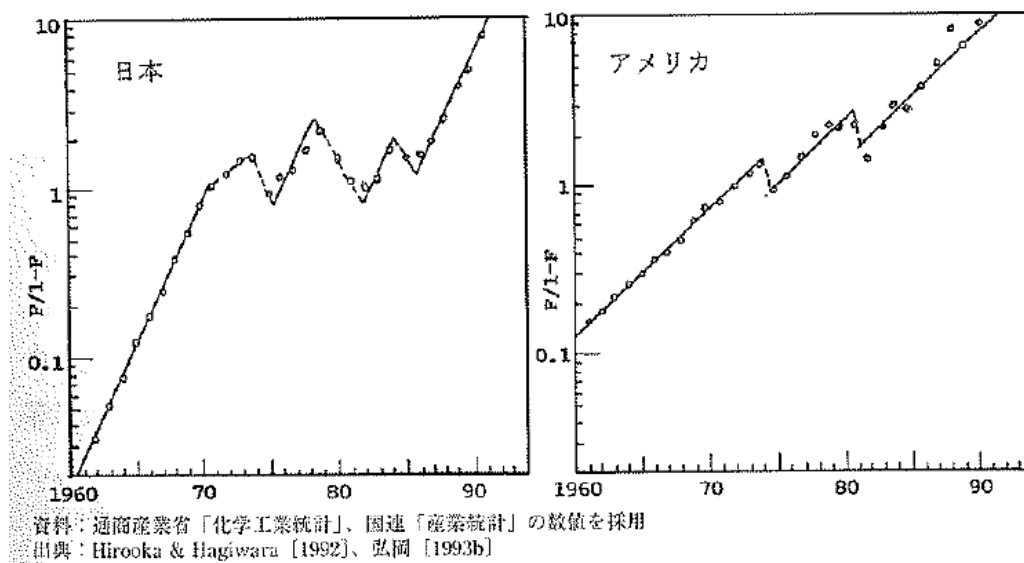
$$F_t = \frac{D_t}{D^*}$$

とすると、 $F$  のロジスティック成長は、

$$\frac{dF}{dt} = aF(1 - F) \quad (a > 0)$$

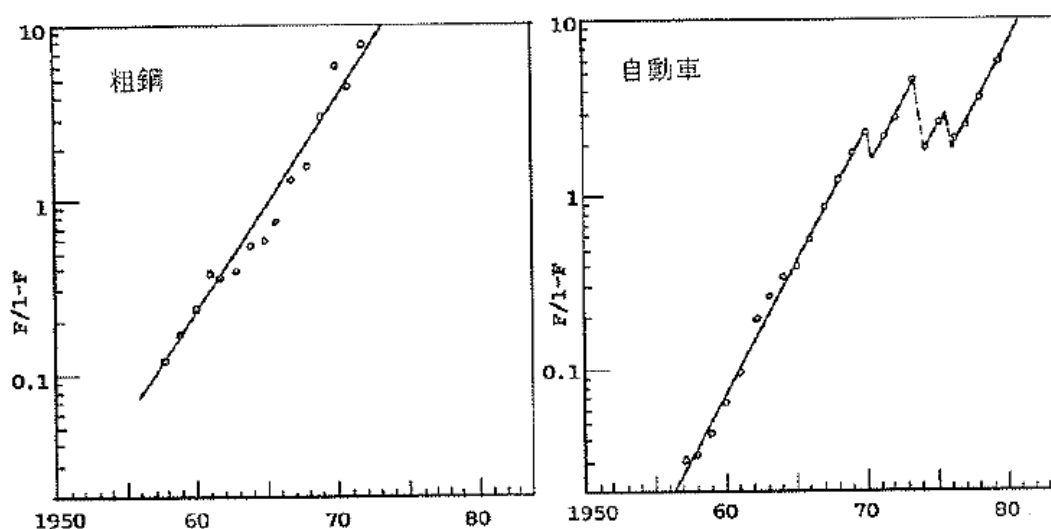
と表される。この式から $F(1 - F)$ の対数值 $\log F(1 - F)$ と時間 $t$ の関係は、勾配 $a$  の線形関数、すなわち直線になる。図2-2は、弘岡(2003, P.41)がエチレンについて描いた図だが、先に述べたようにオイルショック期(1973-85)を除くと、その前後で $\log F(1 - F)$ と時間 $t$ の関係は直線になっている。弘岡は、エチレン以外の化学製品、鉄鋼、自動車、さまざまな家電製品についても同様に直線が当てはまることを見出した(図2-3、弘岡(2003, P.46))。要するに、多くのモノの成長はロジスティック曲線に従う。すなわち、需要はあるところまでは指数関数的に成長するが、やがて変曲点を迎え、その後は需要の天井に近づくにつれて成長率はゼロに向けて低下していく。需要は必ず飽和する。

【図2-2】 エチレン普及のロジスティック性の検証

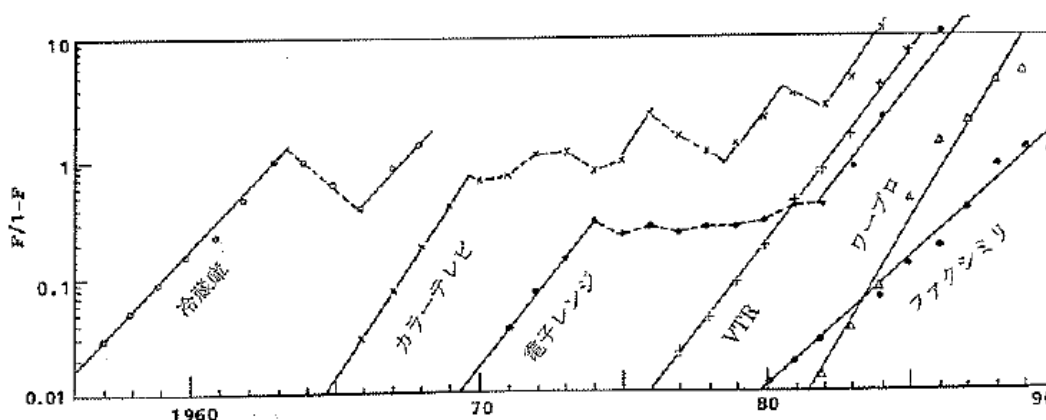


出所：弘岡 (2003, P.41)

【図2-3】 粗鋼、自動車、家電製品のロジスティック性の検証



資料：通商産業省「鉄鋼統計」、「機械統計」の数値を採用  
 出典：Hirooka & Hagiwara [1992]、弘岡 [1993b]



資料：通商産業省「機械統計」の数値を採用  
 出典：Hirooka & Hagiwara [1992]、弘岡 [1993b]

出所：弘岡 (2003, P.46)

Fisher/Pry (1971)、弘岡 (2003) が見出したのは、主として製造業における需要の飽和だが、実は「需要の飽和」を指摘した文献は古くからある。その中で最も有名なのは、ドイツの統計学者エンゲルがベルギーの家計調査を用いて見出した「エンゲルの法則」であろう。よく知られたとおり、エンゲルの法則とは、豊かな家計ほど支出の中で食費が占める割合(エンゲル係数)が低くなる、という法則である。これはいつの時代、どこの国でもおおむね成立している。クロス・セクションに成立するだけでなく、マクロについても1人当たりの所得水準の異なる2つの国(例えば日本と中国)を比較すると、エンゲルが見出した関係が成立しているし、日本について明治時代と現在を比べるとやはり成立している。このようにエンゲル法則は真に「法則」の名に値する法則である。ところで、この法則が意味していることは、食料に対する需要は飽和するということにほかならない。その

理由は、1人の人間の食料に対する需要には生理的な限界があるという単純な事実であるに違いない。

エンゲルが食料について見出した「需要の法則」は、食料についてだけ成立するものではない。Fisher/Pry、弘岡が見出したように、あらゆるモノの需要は必ず飽和するのである。実際、ケインズも『一般理論』の中で、「需要の飽和」言い換えれば「限界効用の急激な低下」についてははっきりと述べている。

「古代エジプトは二重の意味で幸運であった。エジプトの繁栄は、間違いなくピラミッドの建設と貴金属の採掘という二つの活動の賜物であった。ピラミッドにしても貴金属にしても消費されることによって人の欲求を満たすものではないためにいくらあっても飽きがこないからだ。中世は教会を建て葬送の歌を歌った。二つのピラミッド、死者のための二つのミサ、これらは一つの場合と比べ二倍の効用をもたらす。しかしロンドンとヨークを結ぶ二本の鉄道となるとそうはいかない。かくしてわれわれ現代に生きる人間には思慮深い銀行家の習性が染み着いており住宅を建設する前に後の世代に負債を残すことがないかどうか慎重に考えるから、その結果として失業という受難から容易に脱け出すことが出来ないことになるのである(Keynes, 1936; p.130-131)。」

この引用から分かるように、ケインズの「有効需要の原理」すなわちマクロの経済活動水準を決めるのは総需要だとする理論の背後になるのも、既存のモノやサービスに対する需要は飽和するという事実なのである。

既存のモノやサービスに対する需要が飽和に達するなら、モノやサービスのリストが変わらなにかぎり、マクロ経済全体の成長もやがてゼロ成長に向け収束していかざるをえない。こうして多くのモノやサービスが普及した「成熟経済」には常に成長率低下の圧力がかかっている。そうした先進国経済で成長を生み出す源泉は、当然のことながら高い需要の成長を享受する新しいモノやサービスの誕生、つまり「プロダクト・イノベーション」である。

### 3. プロダクト・イノベーションの理論

プロダクト・イノベーションは「内生的成長理論」を主導した代表的な理論家たちによってモデル化されてきた。本節では、そうしたモデルを検討し、それらがプロダクト・イノベーションの本質を十分にとらえていないことを示す。また、TFPとプロダクト・イノベーションのインパクトとの関係についても説明する。

プロダクト・イノベーションをモデル化した内生的成長理論の代表として Grossman/Helpman (1991) 等による「財のバラエティ」(Product Variety)モデルがある。モデルは一般均衡モデルだ



が、ここでの議論のためにはその詳細に立ち入る必要はない。多くのモデルに共通の基本的な仮定である「Dixit/Stiglitz 型の生産／効用関数」に注目すれば十分である。分かりやすい中間財のバラエティ・モデルを例として取り上げることにしよう。この場合、生産関数は次のように表される。

$$Y = K^\alpha L^\beta (\sum_{i=1}^N x_i^{1-\alpha-\beta}) \quad (1)$$

資本 $K$ 、労働 $L$ 、および中間財 $x$ によって生産物 $Y$ が作り出される。ただし、中間財 $x_i$  ( $i = 1, \dots, N$ )は $N$ 種類ある。 $K$ 、 $L$ 、 $x_i$ に関して、この生産関数は一次同次である。効率性のためには、すべての中間財は等しい量投入されなければならないから

$$x_i = x \quad (2)$$

である。中間財 $x$ 1単位つくるためには、「資源」が $a$ 単位必要である。外生的に与えられている資源の賦与量を $R$ とすると

$$aNx = R \quad (3)$$

が成立していなければならない。この結果、生産関数(1)は次のように書き換えられる。

$$\begin{aligned} Y &= K^\alpha L^\beta Nx^{1-\alpha-\beta} = K^\alpha L^\beta \left(\frac{R}{a}\right)^{1-\alpha-\beta} N^{\alpha+\beta} \\ &= (\text{const})N^{\alpha+\beta} K^\alpha L^\beta \end{aligned} \quad (4)$$

この生産関数の下では、 $K$ 、 $L$ のほか、中間財のバラエティの数 $N$ が増えると、 $Y$ は増大する。すなわち、中間財というやや特殊な例ではあるが、このモデルでは新しい財が登場する( $N$ が大きくなる)ことにより、 $Y$ は成長する。

以上説明した財のバラエティ・モデルは中間財という特殊な例であるが、最終財についてのバラエティを考えても基本は変わらない。財のバラエティが増えることにより $Y$ は増大する、という結果は Dixit/Stiglitz 型の生産／効用関数に依存するものだからである。(4)式から明らかなように、このモデルでは、プロダクト・イノベーションの成長に与えるインパクトは TFP の上昇と同値である。財のバラエティの数 $N$ は、生産要素の投入、すなわち $K$ 、 $L$ の増加とは独立に $Y$ を成長させるからである。これは「残差」としての TFP の定義にはかならない。

内生的成長理論の代表的モデルである「財のバラエティ」モデルにより、プロダクト・イノベーションが経済成長に与えるインパクトは十分にとらえられているであろうか。われわれはそのようには考えない。なぜなら、先に説明したように、財のバラエティ・モデルでは、新しいモノがつけられたというその事実が1回かぎり TFP を高め、成長を促進することになっており、新たな財がたどるライフサイクル、2節でみたロジスティック成長がまったく考えられていないからである。図2-1にあるS字型のロジスティック曲線でいえば、新しい財・サービスの誕生により経済は瞬時にして天井に達

するかのようなモデルになっているのである。新しい財やサービスが経済成長に与えるインパクトはロジスティックのS字成長なのであるから、そこを完全に無視した既存の内生的成長モデルはプロダクト・イノベーションの本質をとらえていない、と言わなければならない。プロダクト・イノベーションがマクロ経済に与える影響は、まさに需要が大きく伸びる「伸び盛り」にあるメジャーな財・サービスをどれだけ生み出せるかにかかっているのである。単に財・サービスの数が増えれば、それで経済成長が実現するわけではない。現実には、新たに登場する財・サービスの多くは一国の経済成長に無視しうる貢献が小さいであろう。

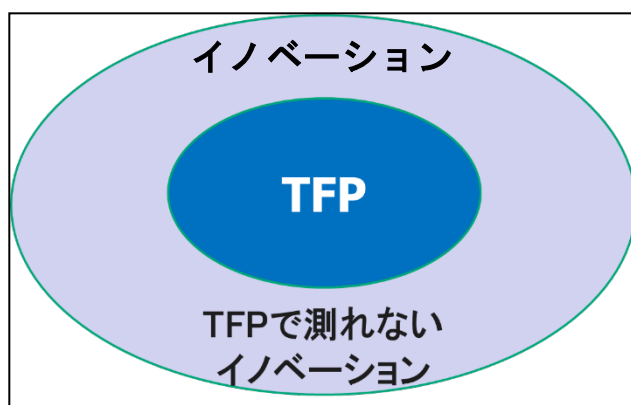
こうした新しい財・サービスのダイナミズムは、根本的に「需要」によって決まる。2節でレビューしたロジスティック成長は、生産効率が落ちるのではなく、需要が天井に向けて飽和することによって生まれるものである。こうした意味で既存の成長モデルは、需要のロジスティック成長をまったくとらえていない。

同様の問題は、IT が経済成長に与える影響についても指摘することができる。TFP に関する研究のリーダーである Jorgenson (1988, 2001)の研究では、一般の資本投入 $K$ と区別して「IT 資本」が生産に対して特別大きな役割を果たすことが強調されている。IT 資本はそれが単に投入されるだけでは生産効率を高めるものではなく、「組織の改変」を伴わなければならないという Brynjolfsson (2000)の主張も、Jorgenson の成長会計も、いずれも旅行代理店などオフィスへのパソコンの導入といったイメージで IT のインパクトをとらえているといえよう。もちろん、そうしたサプライ・サイドにおける IT の役割は否定できない。

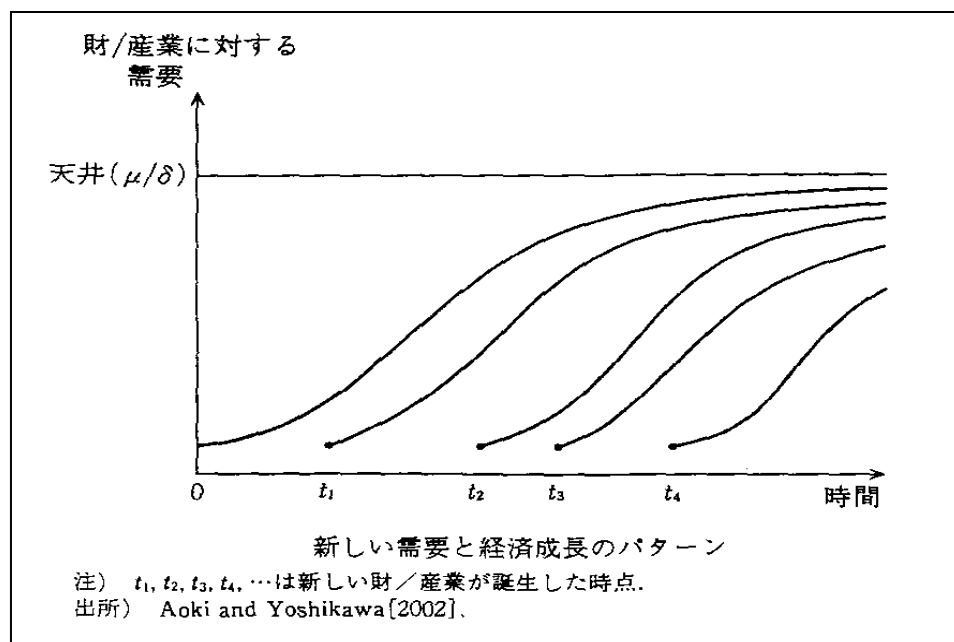
しかし、IT の経済成長への影響は決してサプライ・サイドへの影響にとどまるものではない。すなわち、4節でみるように、IT は新しい「部品」を通して新たなモノの生産を可能にする。そうした新しいモノの生産はサプライ・サイドでは必ずしも TFP の高い成長をもたらさないかもしれない。「付加価値」ベースでの TFP はまったく上昇していなくても、新しい部品により新しいモノがつくられた、ということが重要なのである。そうした新しいモノに対する需要が大きく伸びるかぎり、それは一国の経済成長を促進する。すでに述べたとおり、ロジスティック曲線に基づく生産の鈍化は、生産効率の通減によるものではなく、既存のモノやサービスに対する「需要の飽和」によって生み出されるからである。

要するに、需要のダイナミクスという観点からわかる重要なことは、プロダクト・イノベーションが経済成長に与えるインパクトは、TFP とは概念的に異なるものだということである(図3-1)。需要が大きく伸びるモノやサービスは、供給(生産)面において必ずしも TFP の成長が大きい( $K$ ,  $L$ の投入とは別に生産が大きく成長する)とは限らない。ポイントは、あくまでも需要の成長が大きい財・サービスを生み出すところにあるのである。Aoki/Yoshikawa(2002)は、供給面で TFP の伸びはないと仮定した上で、新しく生み出される財やサービスに対する需要のロジスティック成長によって、マクロの経済成長を説明した理論モデルである(図3-2)。

【図3-1】 イノベーションとTFP



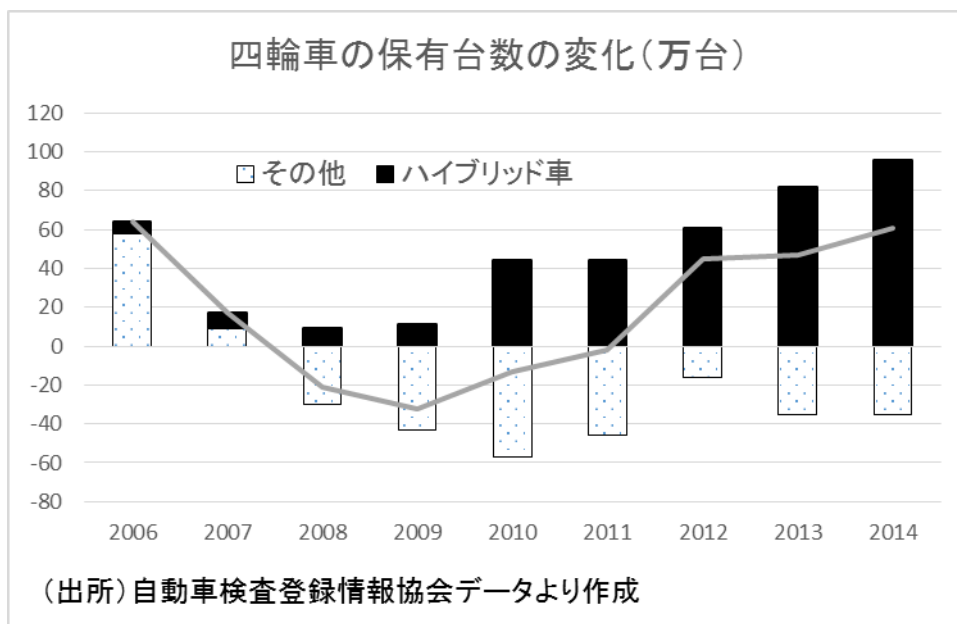
【図3-2】 新しい需要と経済成長のパターン



#### 4. ケーススタディ: 自動車の電子化とスマートカー

プロダクト・イノベーションの一例であり、マクロ的な成長への寄与も大きいものとして、自動車産業の動向に注目しよう。四輪車の保有台数は、2008年度に景気低迷の影響を受けて減少に転じ、4年にわたり減少したが、その後は増加に転じている。この変化について車種ごとにその内訳を見ると、ハイブリッド車以外は減少を続けたままであるが、2011年度にハイブリッド車の増加がその他の車種の減少を上回り、以後はハイブリッド車の増加が全体の増加を牽引している。成長が維持された背景に製品の内容に変化があった例であると言える(図4-1)。

【図4-1】



自動車産業は、1980年代までは売上の成長が大きく、それ以降は成長が低下したが、今も成長を維持している産業である。生産性上昇についてみると、伊藤恵子・深尾京司(2001)によると、1981年から96年までのTFP成長率は、自動車製造業では約0.6%、自動車部品製造業では約1.3%に過ぎない。TFP向上を成長の源泉とする新古典派的な考え方だけでは、成長が持続していることの十分な説明が難しいと考えられる。

生産性の計測では付加価値にのみ注目するため、投入の変化から見た製品の変化は見落とされてしまう。例えば、白黒テレビがカラーテレビになり、その後にデジタル化されて消費者の支持を得たことは、テレビの生産性の変化からは見えてこない。そこで自動車について、投入変化を製品の内容変化の代理変数と考え、特に影響が大きかったと考えられる電子化(エレクトロニクス化)の進展に注目しよう。電子化は情報化・IT化とも重なっており、近年はスマート化とも言われる、製品の内容変化を引き起こしている。

産業連関表からは、投入物としての電気機械の比率に大きな変化はなく、輸送機械自身の投入比率の増加が見て取れる(表4-1)。電子部品が直接投入されることは少なく、電子部品を使った部品の重要性が高まり、多く使われるようになったためであると考えられる<sup>2</sup>。

<sup>2</sup> 自動車産業において次第に外注が増加した影響も考えられるが、両者の影響は混在しており識別できない。

【表4-1】

輸送機械の投入係数の推移							
(単位: %、兆円)							
暦年	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2011
鉄鋼	8.0	5.5	4.3	3.7	4.1	4.6	6.2
非鉄金属	2.8	2.1	1.9	1.7	1.7	1.9	2.4
金属製品	1.6	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.1
一般機械	4.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.0	—
電気機械	3.9	4.4	5.0	3.4	3.0	2.6	3.0
情報・通信機器	—	—	—	0.6	0.5	0.8	0.7
輸送機械	28.1	38.0	41.9	43.3	43.2	46.4	43.9
商業	4.3	3.9	4.6	4.0	4.2	4.8	4.5
運輸	1.5	1.5	1.4	1.6	1.5	1.7	1.6
教育・研究	1.1	1.8	3.1	3.3	3.3	3.4	4.0
対事業所サービス	1.7	2.4	2.8	2.4	2.7	3.0	2.8
その他	13.4	10.8	9.2	9.6	10.2	9.5	10.4
内生部門計	70.8	72.9	76.6	76.0	76.6	80.7	80.6
雇用者所得	15.0	13.7	12.4	14.3	15.0	12.3	14.1
営業余剰	6.0	5.6	5.6	2.9	1.8	1.8	—
資本減耗引当	4.2	3.2	3.2	4.7	4.4	2.9	5.4
その他	4.0	4.6	2.2	2.1	2.2	2.3	0.1
粗付加価値部門計	29.2	27.1	23.4	24.0	23.4	19.3	19.6
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
金額	25.1	34.3	45.2	41.9	42.7	53.0	45.6
総務省「産業連関表 平成2年(1990年)版・平成17年(2005年)、平成23年(2011年)版」による							

この点を確認するため、自動車部品の電子化を、自動車部品統計で確認してみると、ここ20年ほどで3割弱から4割弱へと、1割程度の増加が見られる(表4-2)。エレクトロニクス部品は、網掛けした部分であるが、内訳でもカーナビ等が含まれるとみられる情報関連部品の部分に、電子化の進展が見られ、部品の中身も複雑・高度になってきたことが読み取れる。

ここでいう部品の金額は、価格対比ではせいぜい5割までであるから、平均的な自動車の場合には、電子部品が部品の4割とすれば価格の2割までということになるが、継続して割合が上昇していることが注目される。

電子化は1970年代に始まって以後、様々なもので進んできたとされるが、電気自動車については、典型的にはエンジンがモーターになるなど、従来必要であった物が不要になり置き換わるものがあり、それによっても電子化の比率が大きく高まる。

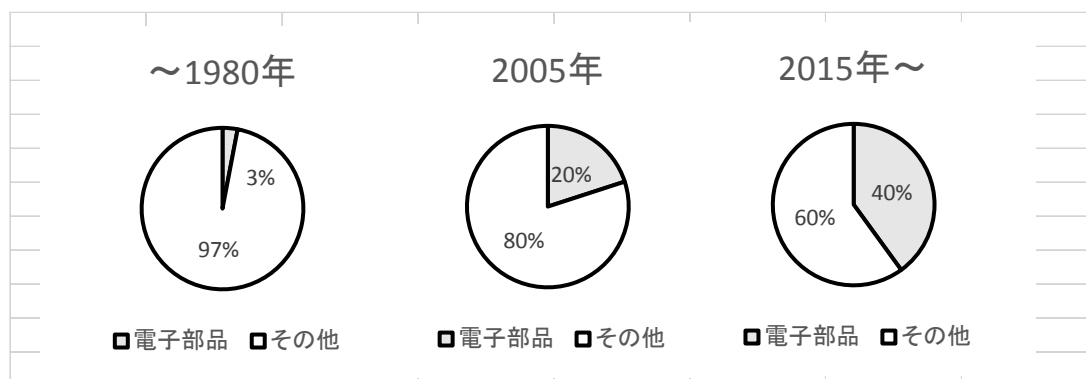
【表4-2】

自動車部品出荷額の品目別内訳			エレクトロニクス 部品の割合推移	
部品・用品等の項目	(単位:%)		年度	割合
	1999年度	2012年度		
エンジン部品	15.9	14.9	1990	28.4%
電装品・電子部品	23.1	12.9	1995	30.8%
照明・計器など電気・電子部品		15.1	2000	32.0%
駆動・伝導および操縦装置部品	17.5	19.9	2008	33.4%
懸架・制動装置部品	7.1	6.1	2012	37.2%
車体部品	25.6	21.1		
カー・ラジオ及びカーステレオ	3.9	1.5		
冷房装置及び暖房装置	4.9	3.7		
その他用品	2.1	0.7		
情報関連部品		4.0		
合計	100.0	100.0		
エレクトロニクス部品の割合計	31.9	37.2		

日本自動車部品工業会「自動車部品出荷動向調査」により作成

自動車価格に占める電子部品の金額の割合は、日経 Automotive Technology (2005)によれば、小型車で10～15%、高級車で2～3割であり、ハイブリッド車は5割近く、電気自動車では7割にもなるとしている。産業連関表で投入費用の比率を確認すると、輸送機械では1980年に約7割、2011年には約8割であるので、ガソリン車から電気自動車に変わっていくと、投入費用のかなりの部分が電子部品になることがわかる。日経 Automotive Technology (2007)によれば、トヨタ自動車のケースについて、1980年まで3%であったものが2015年には40%と予測されている(図4-2)。

図4-2 電子部品のコスト比率 (トヨタ自動車)



(出所)日経 Automotive Technology (2007) による。

近年の出荷状況におけるハイブリッド車の割合の上昇を考えれば、2005年から2015年の10年

程度で、平均的な乗用車について、電子部品の割合が倍増したとしても驚くにはあたらない。

このように、自動車を構成している中身の変化を考慮すると、やや大げさに言えば、車に乗っているというより家電を使っていると言える位の変化が生じている。このことは近年米国で、電気自動車を皮切りとして、新車の紹介がCES(コンシューマー・エレクトロニクス・ショー)で行われるようになってきていることにも現れている。2011年にはフォードが初の電気自動車をCESに展示したが、その後は多くの自動車メーカーが展示を行うことが当たり前になっている。

電子化により燃費が上がる(リッターあたりの走行距離が伸びる)、故障が減る等の性能向上も起きるが、これだけであれば、従来と同様のことをより低価格で実現出来ることに止まる。電子化の高まりにより、エンジン音が無くなりスムーズに動く等、消費者から見て内容の異なる大きな変化が起きることになる。単に噴射が機械式から電子制御になる、ギアチェンジがマニュアルからオートマチックになる、パワーステアリングに変わる等、どれも本質は同じとも言えるが、より快適で便利になる側面を持っている。これにより、経済学の言葉で言えば、効用が高まる。カーオーディオやエアコン、カーナビのように、新しい財・サービスが提供されると言ってもよいものもある。自動車の電子化は、製品が提供する内容を変え、効用を高める形で売り上げの増に寄与してきたと考えられる。継続的に需要されるためには、同じ内容のものを提供し続け、値段を下げるだけでは不十分であり、そのために内容の変化により新しい価値の提供をすることを伴ったと考えられる。

その後も電子化が進展する中で、自動車はスマートカーと呼ばれる方向に進化しつつある。現在製品化されている中で話題の中心はハイブリッドカー・電気自動車(EV)であり、近年は燃料電池車も発売されて話題となっているが、近年の開発の中心は、衝突を自動的に避ける機能や、自動運転の機能などを搭載したスマートカーである。自動車も途上国等の従来型のものでも販売が伸びるエリアを除けば、需要は頭打ちになり得るが、購入者に合わせて製品の内容を変化させて成長を確保したのだが、スマートカーについては現状では未知数とはいえ、プロダクト・イノベーションなしでは成長を維持できないという見通しから、どのメーカーも開発にいそんでいる状況である。

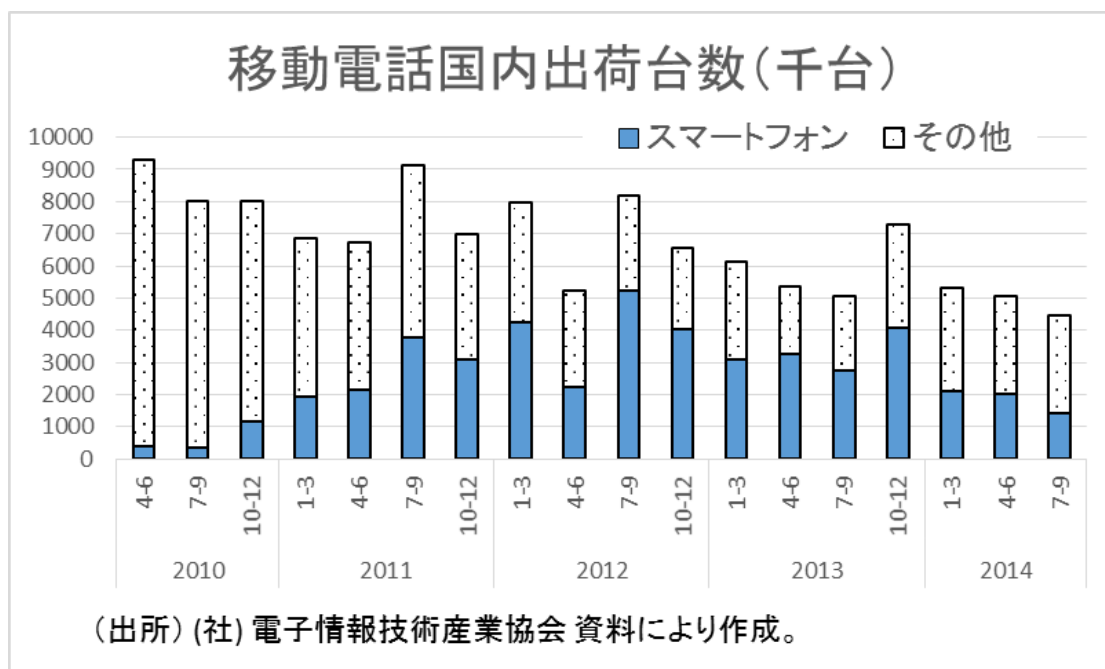
スマートという言葉は一種の流行語になっているが、スマートカーやスマートフォンの場合、関する従来の製品との違いは、人間の操作や判断の支援を行う点であり、機能を拡張してきた今までの歩みとは一線を画している。移動や通話・通信について、人の方で全て考えてやってきたのを、一部の処理を代替しようとしている。エンターテインメントを提供する側面もあるし、両者が一体となった動きも生じつつある。これらは近年進展の著しい、ハードとソフトが一体となったIT技術が可能としたものである。車は当初は単にGPSを搭載したが、それが通信や通話等とも繋がっていた。一足先にこのような変化を見せたのは家電製品におけるテレビや録画機、洗濯機等の電子化・IT化であった。当初は処理性能の向上や省力化による家事からの開放等が実現されたのだが、次第に処理する内容についても提案する等の進化を遂げていった。二槽式洗濯機が全自動になり、全自動でコースが選べるようになり、乾燥機も取り込んで状況に応じるようになった洗濯機の歴史は、そのような変化を象徴している。

自動車の現在の変化には、様々な経緯や背景が考えられるが、IT化への対応ないしITの応用については、一つの大きな要因として、高齢化に伴う需要ニーズの変化があると考えられる。スマートカーについても、高齢者が増える中で免許の更新が困難になる、安全性の確保がより重要になる、運転する力が落ちてでも使いたいニーズがあるなど、様々な環境変化に対応していくために、製品の開発が進んでいる。やや違う取り組みとして、1人乗りの乗り物の開発がある。高齢者の移動用に利用が可能であるという観点から、開発が進められている。

## 5. ケーススタディ:スマートフォン

携帯電話については、既にスマートフォンが出荷台数の多くを占めるほどの変化が起きている(図5-1)。単に電話としての機能に止まれば需要が頭打ちになったと考えられる携帯電話について、成長の可能性を広げている。ただし現状では、十分にその試みが功を奏したと言えるかはわからず、単にプロダクト・イノベーションが起きればそれで成長が確保されるということではないことを示している。最終的に消費者が需要するものに仕上がるかどうかは鍵であり、プロダクト・イノベーションの試みがなければ成長はないとしても、市場の反応を見つつ対応を怠らないで競争する中で、ようやくイノベーションが完成することになる。

【図5-1】



携帯電話の今現在の変化にも、高齢化に伴う需要ニーズの変化があると考えられる。スマートフォンは当初はむしろ若い世代に受け、高齢者向けにはむしろ単機能で操作が簡単なものが奨励



されたのだが、むしろ操作が簡単で、高齢者にスマートフォンが向いている考え方に変わってきており、いわゆるガラケーの中でも簡易版であった「楽々フォン」さえもスマートフォン化される等の例が見られる。若い人が多い時代には、そこだけを相手にしていても十分にマーケットの規模や成長が確保できたが、高齢者が多くなってきて、そのマーケットにも入り込めるように、新たな需要を確保している企業行動が、産業全体の活性化に繋がっていると考えられる。

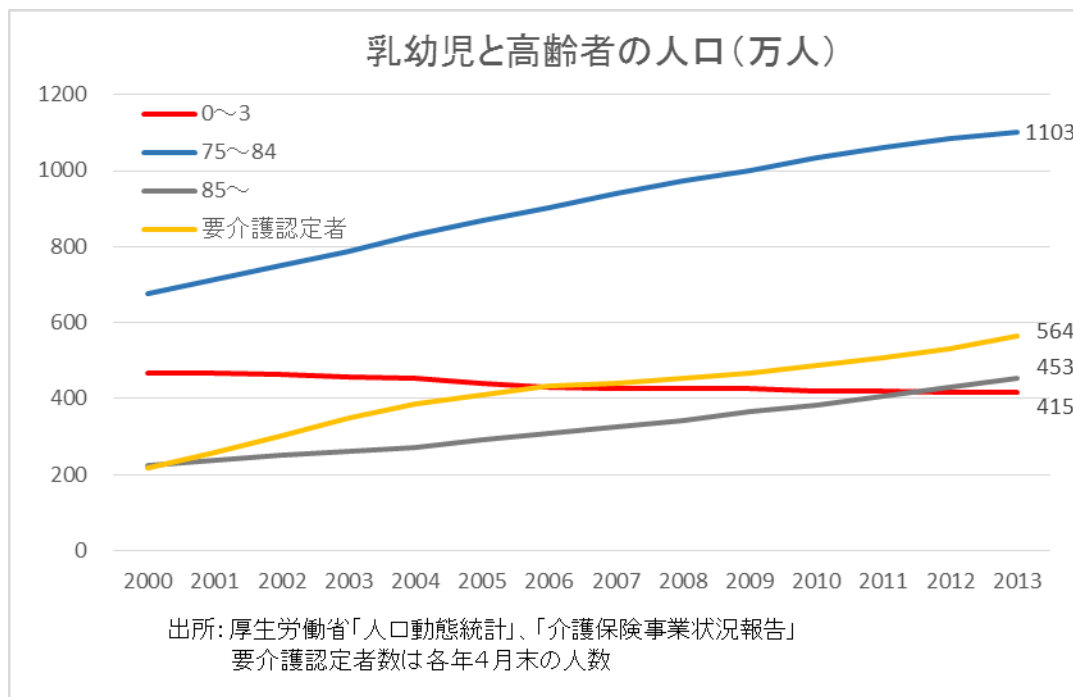
自動車や電話は、ハイブリッドカー・電気自動車や携帯電話という形には変化していったが、基本的な機能は移動や会話であった。自動車は環境制約ないしエネルギー制約を乗り越えるために開発されたし、携帯電話は固定電話が場所に制約されることから開発された。いずれも、同じ機能や内容のものが生産効率の向上により安価に提供されたのではなく、基本的な機能は変わらなくとも、求められる性能・機能の変化を伴って成長を可能にしている点が共通している。現在は自動車と言ってもオーダーメイドに近い選択肢を提供しているし、携帯電話はそこまでの形ではないが、やはり多くの機能を提供しつつ成長を維持してきた。生産プロセスを見ても、単に自動車や電話の生産ラインというよりも、それらに別の付加価値を付けることで製品として生き残り、成長を維持するため、いずれもほとんど家電やパソコンのような扱いになっている。ITが活用されることの効果は、これら製品の生産効率の面のみならず、製品が提供する内容の変化も注目される。

スマートカーとスマートフォンは、基本機能の拡張ではなく、人の果たしていた役割に踏み込んで、操作の支援や判断の支援を行うことで、需要の変化に応えようとしている点で共通している。高齢化に伴ってそのようなサービスの提供の必要性が高まったことが、これらの製品の内容変化に現れていると考えられ、そのような内容変化を伴うことで、今後とも製品として生き残り、成長を確保していくことを目指していると考えられる。

## 6. ケーススタディ: 高齢者用福祉用品

少子高齢化の進展により、2012年には85歳以上の高齢者人口が0から3歳までの乳幼児の人口を上回った。年齢別の人口の推移に要介護認定者数の推移を重ねると、2006年には要介護認定者数のほうが3歳以下の人口を上回っている(図6-1)。2013年4月末の564万人の要介護認定者のうち、97%の549万人が65歳以上で、さらに85%の480万人が75歳以上の後期高齢者である。

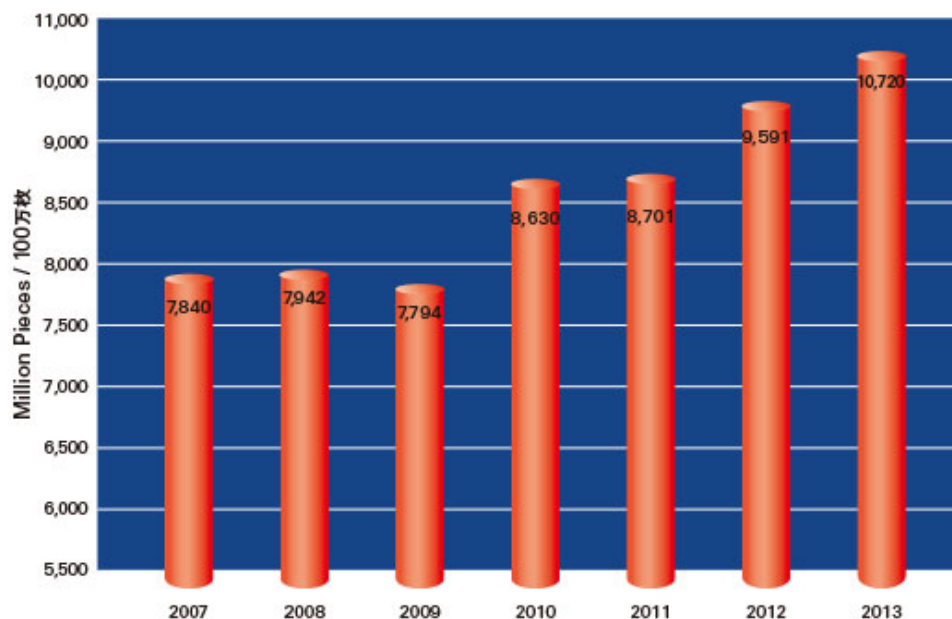
【図6-1】



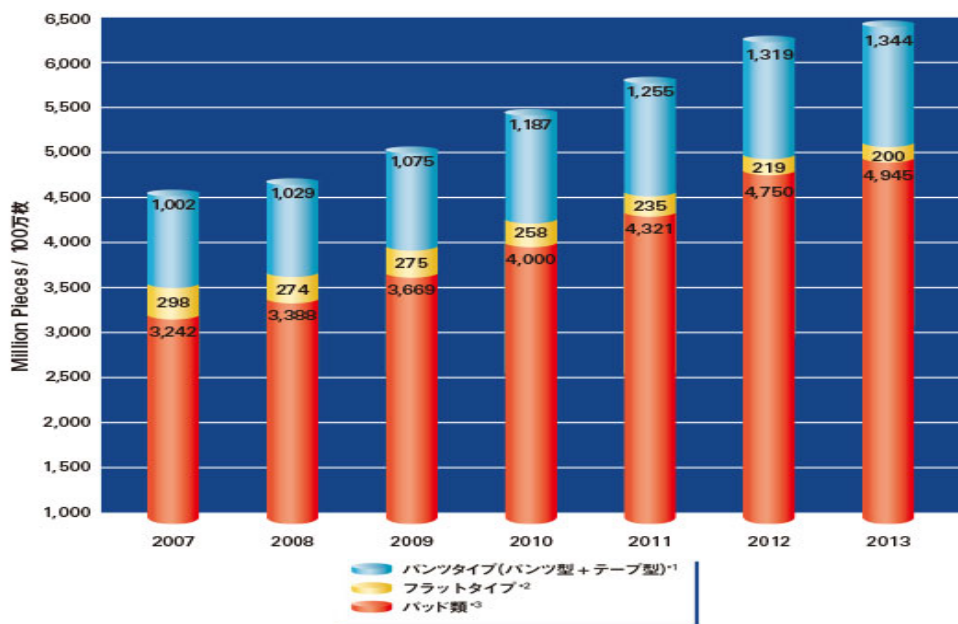
要介護となった高齢者は、乳幼児と同様に食事、排泄、入浴、歩行、移動などでさまざまなケアが必要となる。それに応じて各種のケア用品に対する需要は増加する。中でも需要の伸びが顕著なケア用品は、大人用の紙おむつである。

乳幼児用の紙おむつの生産は、ビッグサイズやおやすみ用などラインナップが充実して使用期間が伸びたことで、乳幼児の人口が減っているにもかかわらず、生産量は増加している(図6-2)。大人用の紙おむつは、生産量ではまだ乳幼児用に追いついていないが、工業統計の出荷額でみると、2012年には乳幼児用を大きく上回った(図6-3)。今後、要介護の高齢者が増加することによって、ますます大人用紙おむつの需要が拡大すると思われる。

【図6-2】 乳幼児用と大人用紙おむつの生産数量(単位:100万枚)



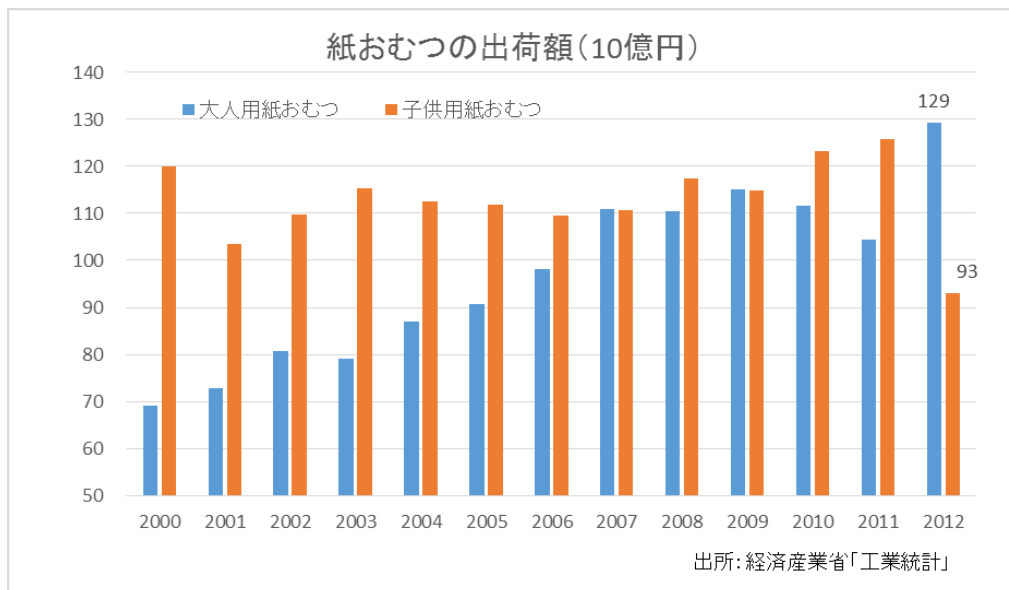
<乳幼児用紙おむつ>



<大人用紙おむつ>

出所:日本衛生材料工業連合会

【図6-3】 乳幼児用(オレンジ)と大人用(ブルー)紙おむつの出荷金額



高齢者人口の増加は、紙おむつ以外にも新たな商品のニーズを生み出している。その一つがシルバーカーと呼ばれる「歩行補助車」である。これは右図(全国ベビー&シルバー用品協会の資料より)のような、手押しの四輪車である。これらのシルバーカーはベビーカーの技術を応用したものであり、メーカーも同じ、あるいはベビーカー生産から撤退しシルバーカー生産に移ってきた場合が多いという。



出所: 全国ベビー&シルバー用品協会

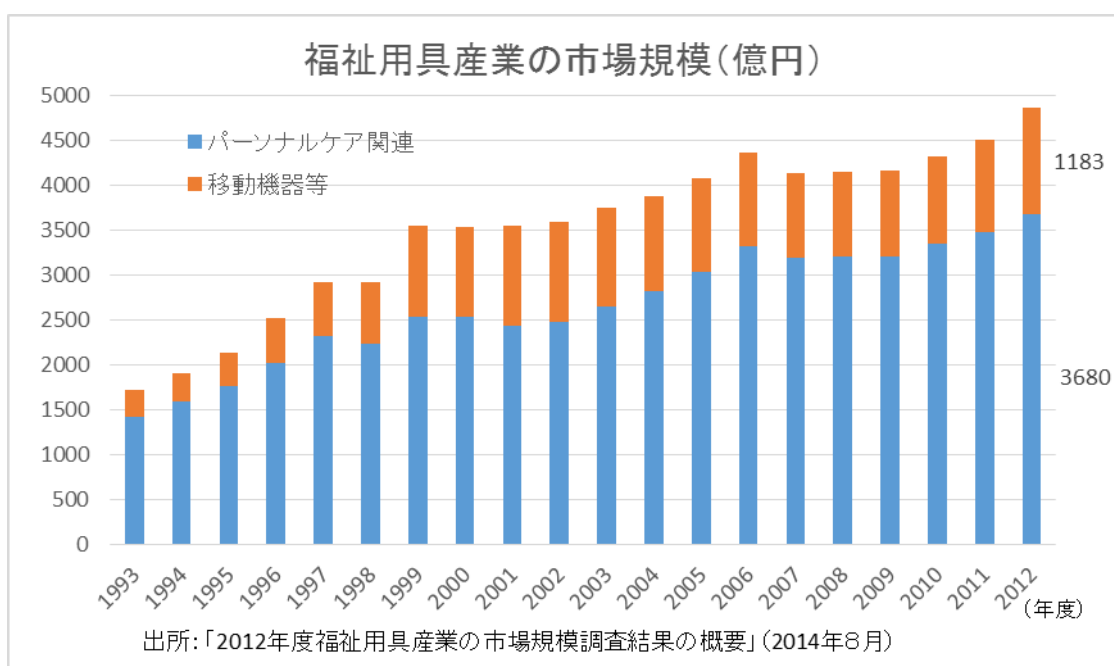
ベビーカーなど乳幼児用の補助機器とシルバーカーなど大人用の補助機器の需要をみるために、SG マーク(製品安全協会の定める安全性基準に適合したことを示すマーク)の認定実績を調べてみた(表6-1)。これによると、ベビーカーも3歳前後まで使用年齢が伸びていることから認定台数が増えているが、三輪車などは減っている。一方で、歩行車やシルバーカー、棒状つえなど大人用の歩行補助機器は認定台数が増えており、需要が増加している。

【表6-1】

SGマーク実績【2009年度から2013年度（4月～翌3月）】					単位：台
品名	2009	2010	2011	2012	2013
乳母車（ベビーカー）	378,041	467,440	429,100	423,550	528,700
幼児用三輪車	273,118	294,662	285,765	248,089	213,562
足踏み式自動車	2,000	2,000	0	500	300
乳幼児用合計	655,168	766,112	429,100	674,151	529,000
手動式車いす	82,511	98,000	117,100	97,150	95,336
ショッピングカート	87,121	100,967	69,292	115,307	89,684
歩行車		37,505	49,249	84,683	57,725
歩行補助車（シルバーカー）	385,451	359,378	317,731	392,090	334,223
棒状つえ	635,460	694,160	751,138	843,550	831,951
大人用合計	805,092	1,290,010	1,304,510	1,532,780	1,408,919
出所	： 一般財団法人製品安全協会				

福祉用具産業の市場規模調査により、福祉用具の市場動向をみてみる。福祉用具には、義肢・装具、パーソナルケア関連、コミュニケーション機器など多様な製品が含まれるが、ここでは紙おむつや入浴関連、排泄関連用品が含まれる「パーソナルケア関連」と、杖や歩行車、シルバーカーなどが含まれる「移動機器等」の出荷額を図に示す（図6-5）。図から分かるように、「パーソナルケア関連」と「移動機器等」の市場規模は20年間で約3倍になっている。

【図6-5】



超高齢社会を迎えて、今後は高齢者や要介護者の自立支援がますます重要になってくる。そのため、「新たな福祉用具」として「介護ロボット」の開発が進められている。また、「義肢・装具」の分野では、3D プリンターで体のさまざまなパーツを作製するというような技術革新も始まっている。

## 7. 結論

本稿では、先進国において経済成長を制約する重要な要因は、「既存のモノやサービスに対する需要は飽和する」という事実にあることを示したうえで、プロダクト・イノベーションの意義は「需要創出」にあることを示した。プロダクト・イノベーションの需要創出効果は、必ずしも TFP ではとらえることができない。両者は概念的に別のものである。かつては「需要の飽和」を重視した Pasinetti (1993, P.37-40)のような学者もいたが、今日ではそうした視点はメインストリームの経済学からはまったく消失している。しかし、日本経済をはじめ現実のマクロ経済の成長と停滞を理解するためには、「需要の飽和」とプロダクト・イノベーションの「需要創出効果」を無視することはできない。

本稿では、ケーススタディとして自動車とスマートフォン、高齢者用福祉用品を取り上げた。いずれも成長の基となっているのは「需要の伸び」である。新しいモノやサービスの中には、介護ロボットのように、市場に任せておくだけでは十分な成長が見込めないものもある。このような分野では、政府による「市場の創出」が重要な成長戦略の一つとなる。

## 参考文献

- Aoki M. and H. Yoshikawa (2002), “Demand Creation/Saturation and Economic Growth,” *Journal of Economic Behavior and Organization*, 48(2), 127–154.
- Brynjolfsson, E. and L. Hitt (2000), “Beyond computation: Information technology, organizational transformation and business performance,” *Journal of Economic Perspective*, 14(4), 23–48.
- Fisher J.C. and R.H. Pry (1971), “A Simple Substitution Model of Technological Change,” *Technological Forecasting and Social change*, 3, 75–88 (1971).
- Grossman, G. and E. Helpman (1991), *Innovation and Growth in the Global Economy*, Cambridge: MIT Press.
- Jorgenson (1988), “Productivity and Economic Growth in Japan and the United States,” *American Economic Review*, Vol. 78, No. 2, pp. 217–222.
- (2001), “Information Technology and the U.S. Economy,” *American Economic Review*, Vol. 91, No.1, pp.1–32.
- Keynes, J.M. (1936), *The General Theory of Employment, Interest and Money*, London: Macmillan.
- Pasinetti Luigi L. (1993), *Structural Economic Dynamics: A Theory of the Economic Consequences of Human Learning*, London: Cambridge University Press.
- Schumpeter J. A. (1934), *Theory of Economic Development*, Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Solow R. M., (1957) “Technical Change and the Aggregate Production Function,” *Review of Economics and Statistics*, Vol. 39, 312–320.
- 伊藤恵子・深尾京司(2001)「自動車産業の生産性:『工業統計調査』個票データによる実証分析」  
『RIETI discussion paper』.
- 日経 Automobile Technology (2005) 『カー・エレクトロニクスのすべて』(日経 BP 社).
- 日経 Automobile Technology (2007) 春号(日経 BP 社).
- 弘岡正明 (2003) 『技術革新と経済発展』、日本経済新聞出版社.