

製造業における省エネルギー投資費用の生産関数を用いた評価

— 鉄鋼、化学、窯業土石、紙・パルプ、非素材系における
資本とエネルギーの限界代替率 —

計量分析ユニット 需給分析・予測グループ 主任研究員 柳澤 明

1. はじめに

原油をはじめ各種エネルギー価格が高止まっている。新興国による急速なエネルギー需要の増大がエネルギー資源制約に対する不安感を呼び起こしている。一方で、京都議定書第一約束期間が目前となっており、目標達成のために残された短期間での厳しい対応が迫られている。いずれも、一層の省エネルギーを要請するものである。

わが国の製造業は、石油危機以降、積極的に省エネルギーを進めてきた。その効果もあり、製造業はかつて最終エネルギー消費の6割を占めていたが、現在では4割にまで構成比を下げている。しかし、依然として最大の最終エネルギー消費部門であり、経済・産業活動の拡大により近年のエネルギー消費量は第一次石油危機時を上回るようになってきている。製造業の省エネルギー対策の状況は「乾いたゾウキンをさらに絞る」とも言われるが、やはり製造業に一層の省エネルギーを期待する向きも多い。

本稿では、製造業における省エネルギー対策の1つの柱である、省エネルギー設備の導入について、その費用対効果を定量的に評価した。評価においては、エネルギー経済の視点から、資本によるエネルギーの代替としてマクロに分析を行った。また、得られた省エネルギー率(資本とエネルギーの限界代替率)について、日本経済団体連合会の「温暖化対策 環境自主行動計画」との比較や投資回収年数での評価を行った。さらに総合資源エネルギー調査会需給部会の「2030年のエネルギー需給展望」(2005年3月)を参照したケーススタディを行った。

2. 対象、手法、データ

前述の通り分析の対象範囲は製造業であり、業種区分として、エネルギー多消費産業である鉄鋼、化学、窯業土石、紙・パルプの素材系4業種と、それ以外の非素材系の計5業種に類別し、分析を行う。

手法としては、生産関数を通じ各業種の生産活動をマクロに捉えたうえで、分析・評価を行う。その際、長期的な均衡関係と中期における均衡値への調整過程を区別し、後者のパラメータより各業種の限界代替率を推計する。

また、分析は原則として2つの基本方針に沿って行う。

- ・生産関数を直接推計し、パラメータを得る。

利益最大化行動、費用最小化行動を仮定した双対費用関数は用いない。

- ・エネルギー経済分析の立場から、物量あるいはこれに準じる指標で評価する。

生産=生産指数、労働=人・時間、エネルギー=石油換算トン(toe)

生産のための投入要素としては、資本、労働、エネルギーを考慮する。データの出所は以下の通りである。

生産

鉱工業生産指数、付加価値ウェイト、2000年基準

出所: 経済産業省「鉱工業生産・出荷・在庫指数」

資本

全企業資本ストック、取付ベース、2000年評価

出所: 内閣府「民間企業資本ストック」

稼働率、2000年基準

出所: 経済産業省「鉱工業生産・出荷・在庫指数」

資本の平均経過年数(ヴィンテージ)

出所: 内閣府「民間企業資本ストック」より推計

労働

労働者数⁽¹⁾

総実労働時間数

出所: いずれも厚生労働省「毎月勤労統計調査」

エネルギー

最終エネルギー消費量

出所: 日本エネルギー経済研究所「エネルギーバランス表」

3. 生産関数の長期均衡式の推計

まず、生産水準と投入要素の長期均衡関係を表す生産関数を推計する。関数形としてはヒックス中立的技術進歩などを表すタイムトレンドを含むコブ・ダグラス生産関数を採用する⁽²⁾。すなわち基本形は、

$$Q_t = e^{\beta_0} K_t^{\beta_K} L_t^{\beta_L} E_t^{\beta_E} e^{\beta_T T_t}$$

$$\log Q_t = \beta_0 + \beta_K \log K_t + \beta_L \log L_t + \beta_E \log E_t + \beta_T T_t \quad (1)$$

である。ここで、

⁽¹⁾ GDPなどの生産関数を対象にする場合は、労働投入としてカバレッジの広い総務省「労働力調査」の就業者数を用いることが多い。しかし、「労働力調査」では業種別の就業者数を把握できないため、本稿では厚生労働省「毎月勤労統計調査」の労働者数を用いる。

⁽²⁾ より仮定の緩いトランスログ生産関数による推計も試みたが、投入要素の限界生産力は正值という条件を満足しない推計結果が散見されたため、最終的にコブ・ダグラス関数を採用した。

Q : 生産水準, K : 資本, L : 労働, E : エネルギー, T : タイムトレンド

である。また、2002年度以前と2003年度以降とで全企業資本ストックのデータに断層が認められるため、必要に応じ2002年度以前の期間を表すダミー変数 $DUM8602$ も説明変数に加える。推計において、生産関数が一次同次であるとの仮定 ($\beta_K + \beta_L + \beta_E = 1$) は置かない。

各業種の生産関数の長期均衡式推計結果は以下の通り。係数の下の()内は t 値である。

鉄鋼

$$\log Q = -8.73314 + .380396 * \log K + .049282 * \log L + .620917 * \log E - .190805 * DUM8602$$

(-3.85) (2.80) (.67) (2.39) (-5.69)

推計期間: 1986-2005, $R^2 = .769$, 標準誤差 = .029129, ダービン・ワトソン比 = 1.432

化学

$$\log Q = -15.1398 + .246216 * \log K + .136456 * \log L + .574807 * \log E + .004155 * T$$

(-1.60) (1.72) (.82) (3.33) (.85)

$$+ .007725 * DUM8602$$

(.54)

推計期間: 1988-2005, $R^2 = .967$, 標準誤差 = .014525, ダービン・ワトソン比 = 1.563

窯業土石

$$\log Q = 7.71914 + .412489 * \log K + .262182 * \log L + .410830 * \log E - .007760 * T$$

(.93) (3.68) (1.90) (2.97) (-1.87)

推計期間: 1986-2005, $R^2 = .974$, 標準誤差 = .022750, ダービン・ワトソン比 = 1.298

紙・パルプ

$$\log Q = -22.4292 + .336664 * \log K + .190907 * \log L + .411545 * \log E + .008320 * T$$

(-2.24) (4.03) (.56) (3.03) (1.83)

$$- .040341 * DUM8602$$

(-1.35)

推計期間: 1986-2005, $R^2 = .938$, 標準誤差 = .021999, ダービン・ワトソン比 = .876

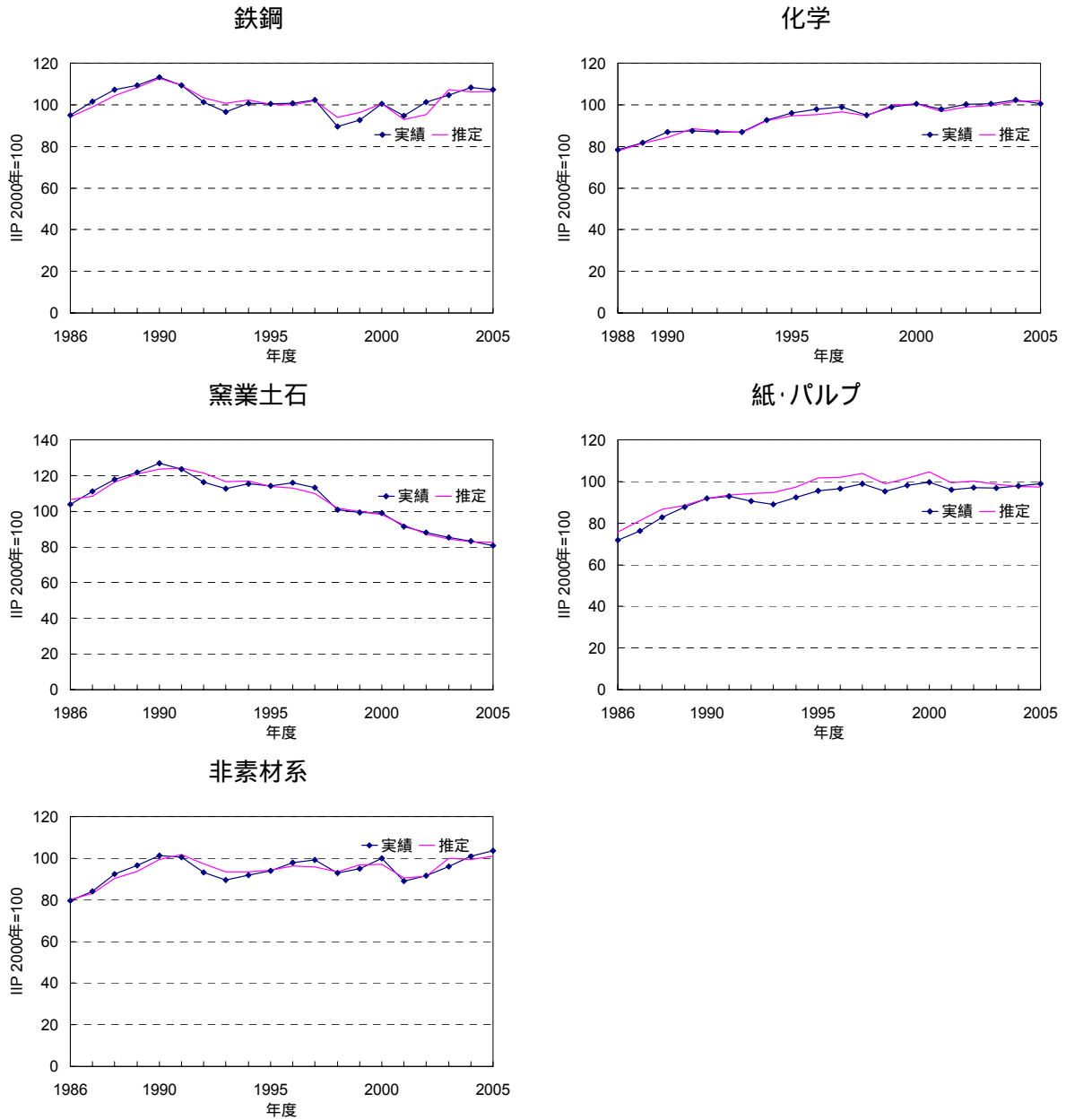
非素材系

$$\log Q = -11.3176 + .286794 * \log K + .488228 * \log L + .546138 * \log E - .086281 * DUM8602$$

(-4.24) (2.05) (2.12) (2.26) (-3.20)

推計期間: 1986-2005, $R^2 = .824$, 標準誤差 = .027449, ダービン・ワトソン比 = 1.386

図1 生産関数の長期均衡式推計結果



4. 生産関数の中期調整過程式の推計(エラー修正モデル)

前節で示した生産関数は、生産水準と投入要素の長期の安定的な関係を示すものである。一方で、中期においては常に均衡が成立しているとは限らず、長期均衡関係からの乖離を縮小するように変動していると考えられる。この調整過程をエラー修正モデルで表現する。ここでは、長期均衡の(1)式での各変数をエラー修正型に変換した

$$\Delta \log Q_t = \gamma_0 + \gamma_K \Delta \log K_t + \gamma_L \Delta \log L_t + \gamma_E \Delta \log E_t + \gamma_C ECT_{t-1} \quad (2)$$

を採用する。ここで、

$$\Delta \log Q_t = \log Q_t - \log Q_{t-1}, ECT: \text{エラー修正項}$$

である。エラー修正項のデータとしては、長期均衡式での残差である

$$ECT_t = \log Q_t - \log \hat{Q}_t \quad (3)$$

を用いる。なお、 γ_c は「修正速度」であり、

$$-1 < \gamma_c < 0 \quad (4)$$

という関係が期待される。

各業種の生産関数の中期調整過程式推計結果は以下の通り。

鉄鋼

$$\begin{aligned} \Delta \log Q = & .008361 + .507463 * \Delta \log K + .208035 * \Delta \log L + .653111 * \Delta \log E \\ & (1.13) \quad (3.00) \quad (1.34) \quad (2.44) \\ & -.150622 * \Delta \text{DUM8602} -.520085 * ECT_{-1} \\ & (-3.24) \quad (-2.07) \end{aligned}$$

推計期間: 1987-2005, $R^2 = .836$, 標準誤差 = .022405, ダービン・ワトソン比 = 1.099

化学

$$\begin{aligned} \Delta \log Q = & .006175 + .449918 * \Delta \log K + .344078 * \Delta \log E -.009126 * \Delta \text{DUM8602} \\ & (1.45) \quad (3.62) \quad (2.52) \quad (-.65) \\ & -.852526 * ECT_{-1} \\ & (-3.16) \end{aligned}$$

推計期間: 1989-2005, $R^2 = .812$, 標準誤差 = .012577, ダービン・ワトソン比 = 1.589

窯業土石

$$\begin{aligned} \Delta \log Q = & -.007515 + .672768 * \Delta \log K + .321115 * \Delta \log L + .207105 * \Delta \log E \\ & (-1.29) \quad (6.39) \quad (2.40) \quad (1.52) \\ & -.669999 * ECT_{-1} \\ & (-3.21) \end{aligned}$$

推計期間: 1987-2005, $R^2 = .86$, 標準誤差 = .017246, ダービン・ワトソン比 = .931

紙・パルプ

$$\begin{aligned} \Delta \log Q = & .004877 + .576218 * \Delta \log K + .089343 * \Delta \log L + .214790 * \Delta \log E \\ & (.83) \quad (4.49) \quad (.39) \quad (2.62) \\ & -.026874 * \Delta \text{DUM8602} -.671116 * ECT_{-1} \\ & (-1.60) \quad (-3.23) \end{aligned}$$

推計期間: 1987-2005, $R^2 = .809$, 標準誤差 = .014080, ダービン・ワトソン比 = 1.342

非素材系

$$\Delta \log Q = .003863 + .598634 * \Delta \log K + .580287 * \Delta \log L + .284184 * \Delta \log E$$

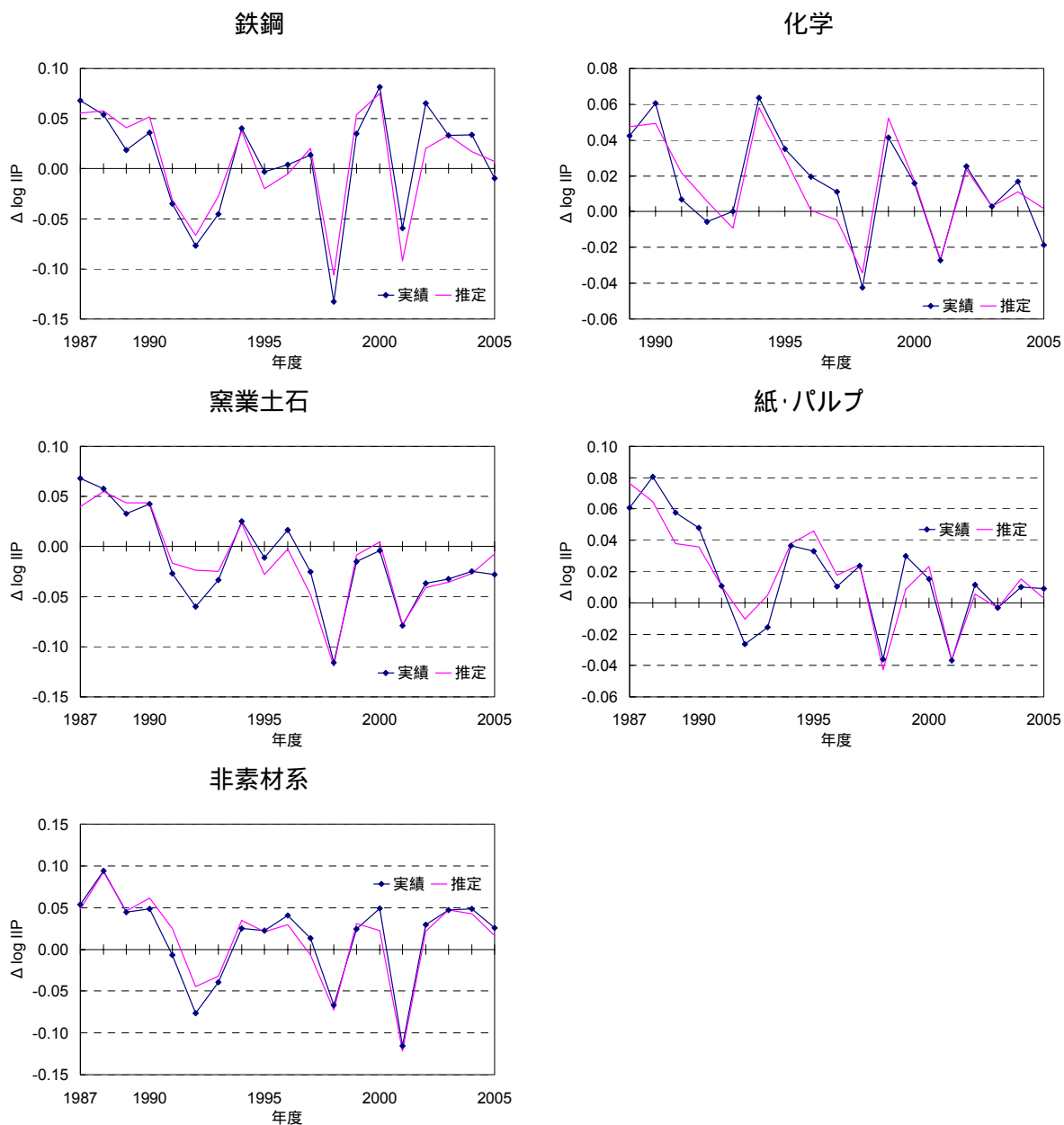
(0.35) (4.16) (1.21) (1.16)

$$- .037412 * \Delta \text{DUM8602} - .815748 * \text{ECT}_{-1}$$

(-2.00) (-4.05)

推計期間: 1987-2005, R²= .891, 標準誤差= .017392, ダービン・ワトソン比= .878

図2 生産関数の中期調整過程式推計結果



5. 資本とエネルギーの代替率

5.1 資本総体での評価

一般に、資本とエネルギーは短期的には補完関係にあるが、中長期的には代替関係にあるとされる。つまり、資本の深化によりエネルギーの節減を行うことができる。前節で得た生産関数の中期調整過程式のパラメータから、資本とエネルギーの中期的な代替率を算出し、代替関係を定量的に評価する。

まず、生産水準に対する各投入要素の中期的な弾力性を求める。エラー修正モデルの(2)式は、生産水準に関する均衡関係からの乖離が調整される様子を表している。この場合、各投入要素の弾力性は、パラメータ γ そのものではなく、 $\gamma^{0.5}$ で与えられる⁽³⁾。よって、生産水準に対する各投入要素の中期的な弾力性は表1の通りとなる。

表1 各投入要素の中期的な弾力性

							加重平均
		鉄鋼	化学	窯業土石	紙・パルプ	非素材系	
資本弾力性	$\gamma_K^{0.5}$	0.712	0.671	0.820	0.759	0.774	0.760
労働弾力性	$\gamma_L^{0.5}$	0.456	0.000	0.567	0.299	0.762	0.631
エネルギー弾力性	$\gamma_E^{0.5}$	0.808	0.587	0.455	0.463	0.533	0.546
IIPウェイト		440.3	1,216.0	432.6	316.7	7,493.6	

(注)加重平均はIIPウェイトによる。

ある生産水準を維持したまま、エネルギーの投入量を1%⁽⁴⁾減少させるために、その代替として必要となる資本の投入量が、資本とエネルギーの限界代替率 R である(労働の投入量は変化させないものとする)。すなわち、

$$R = \frac{\partial K}{\partial E} = \frac{\partial Q / \partial E}{\partial Q / \partial K} \quad (5)$$

であるが、上記のコブ・ダグラス型エラー修正モデルの場合は、弾力性を用いて

$$R = \frac{\gamma_E^{0.5}}{\gamma_K^{0.5}} \cdot \frac{K}{E} \quad (6)$$

により得ることができる。(6)式に基づく資本とエネルギーの限界代替率は図3の通りとなる。

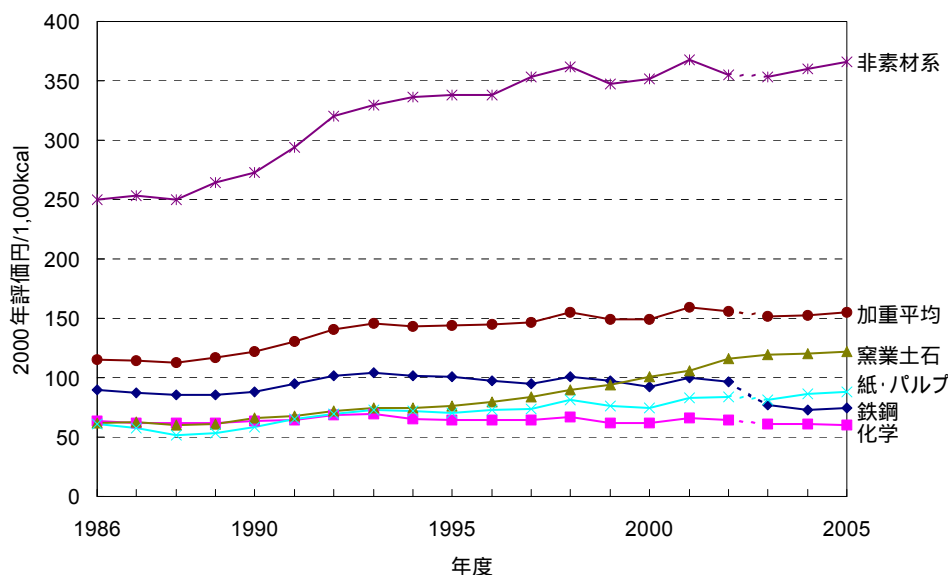
⁽³⁾ 例えば弾力性と γ_K の関係は、

$$\gamma_K = \frac{d(\log Q_t - \log Q_{t-1})}{d(\log K_t - \log K_{t-1})} \approx \frac{d(d \log Q_t)}{d(d \log K_t)} = \frac{d\left(\frac{dQ_t}{Q_t}\right)}{d\left(\frac{dK_t}{K_t}\right)} = \frac{-\frac{(dQ_t)^2}{Q_t^2} + \frac{d^2 Q_t}{Q_t}}{-\frac{(dK_t)^2}{K_t^2} + \frac{d^2 K_t}{K_t}} \approx \frac{\frac{(dQ_t)^2}{Q_t^2}}{\frac{(dK_t)^2}{K_t^2}} = \left(\frac{\frac{dQ_t}{Q_t}}{\frac{dK_t}{K_t}}\right)^2$$

$$\therefore \gamma_K^{0.5} \approx \frac{dQ_t/Q_t}{dK_t/K_t} \text{ (弾力性)}$$

⁽⁴⁾ 正確には1%ではなく dE である。

図3 資本とエネルギーの限界代替率



(注)加重平均はIIPウェイトによる。

素材系4業種の限界代替率は、2000年評価50～120円/1,000kcalという水準である。一方、非素材系では、250～370円/1,000kcalとかなり大きな値となっている。これは(6)式で K/E が大きいと限界代替率が大きくなることの反映である。実社会で評せば、資本集約的な非素材系業種では、高度な資本を利用していることから、資本でエネルギーを代替するには相対的にコストがかかる現実を裏付けるものである。

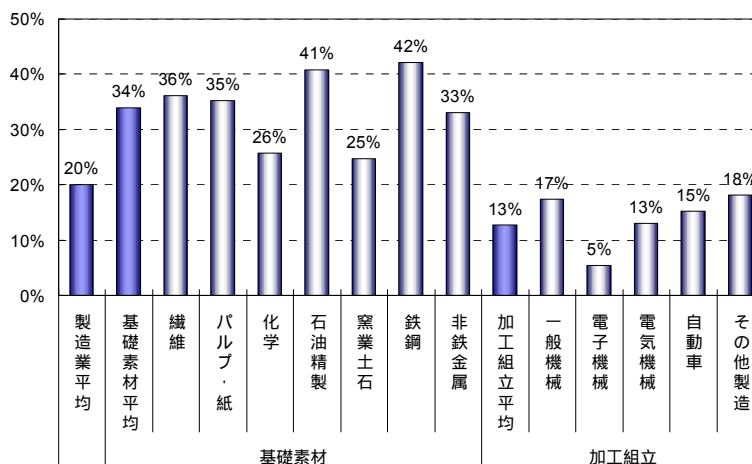
また、各業種とも時間の経過とともに資本を積み増しているが、資本が蓄積してくるにつれ、限界代替率が大きくなっていることも示されている⁽⁵⁾。換言すれば、資本導入による省エネルギーは年々高価になってきている。

5.2 省エネルギー資本での評価

ここまでは資本の中身を区別せずに、資本とエネルギーの代替率を見てきたが、全ての資本がエネルギー代替に寄与するとは限らない。例えば経済産業省「設備投資調査」(2006)によると、2005年度の設備投資のうち省エネルギーに資すると考えられる「更新、維持・補修」と「省エネ・新エネ」の構成比は、基礎素材業種で34%、加工組立業種で13%、製造業平均で20%となっている(図4)。

⁽⁵⁾ 2002～2003年度にかけての限界代替率の低下は、前述の全企業資本ストックデータの断層によっている。

図4 設備投資に占める省エネルギー関連の構成比(2005年度)



(出所)経済産業省「設備投資調査」より算出

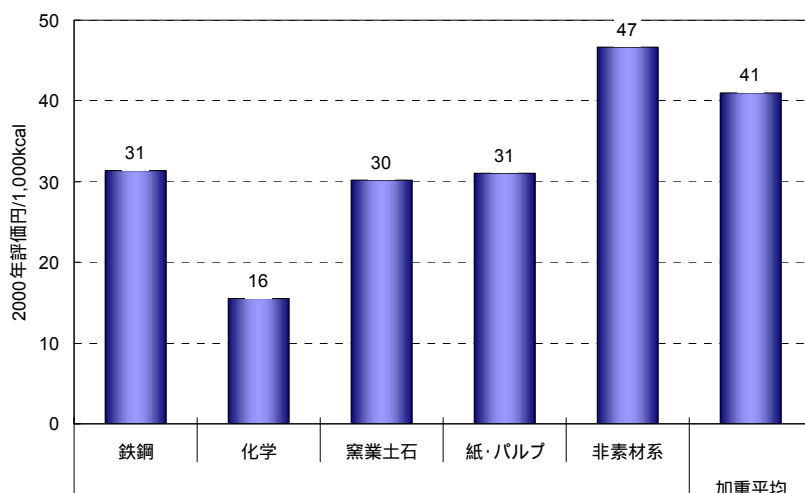
資本総体ではなく、省エネルギー資本とエネルギーの限界代替率 R^* は、(6)式で省エネルギー資本構成比 s を加味することにより、

$$R^* = \frac{\gamma_E^{0.5}}{\gamma_K^{0.5}} \cdot \frac{sK}{E} \tag{7}$$

と表すことができる。

しかしながら、資本ストックについては省エネルギー関連資本の構成比といったデータは存在しない。そこで大雑把ではあるが、足元のストックについても「設備投資調査」と同様の構成比を想定し、2005年度における限界代替率を評価すると2000年評価16～47円/1,000kcal、IIPウェイトによる加重平均では41円/1,000kcalと算定される(図5)。

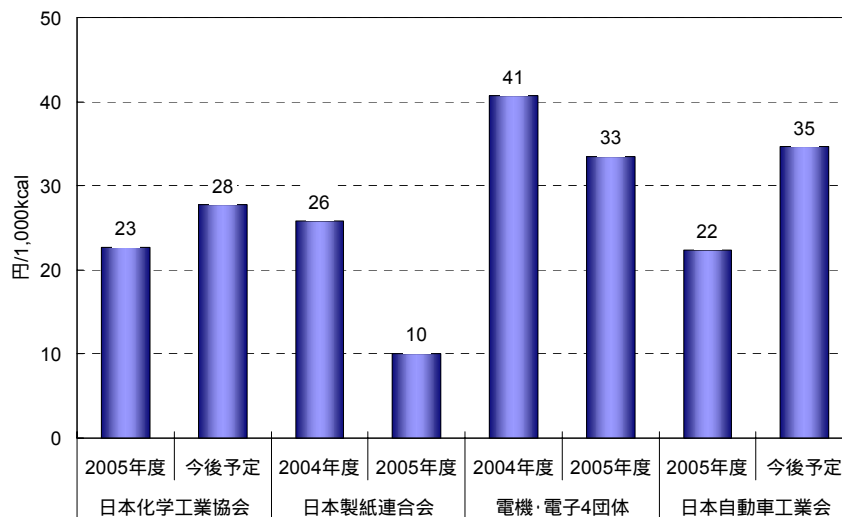
図5 省エネルギー資本とエネルギーの限界代替率(2005年度)



(注)加重平均はIIPウェイトによる。

これらの省エネルギー資本とエネルギーの限界代替率は、日本経済団体連合会の温暖化対策 環境自主行動計画における、省エネルギー設備投資額とその効果量から推計される代替率(図6)とほぼ同水準となっている⁽⁶⁾。

図6 日本経団連 環境自主行動計画における省エネルギー設備とエネルギーの代替率



(出所)日本経済団体連合会「温暖化対策 環境自主行動計画 2006年度フォローアップ結果」より算出

⁽⁶⁾ 環境自主行動計画では、制御方法・運用管理の改善、プロセスの合理化などによる省エネルギーも行っているため、各業種の省エネルギー費用単価は図6に示した値より小さい。

得られた限界代替率を別の視点からの評価してみよう。省エネルギー設備への投資により、エネルギー節減ができる場合の投資回収年数を算定する。まず、算定基準となる2005年度における主要エネルギーのカロリー当たり価格は表2の通りである。

表2 主要エネルギーのカロリー当たり価格(2005年度)

(2000年価格円/1,000kcal)		
エネルギー	価格	備考
一般炭	1.16	輸入CIF
A重油	4.77	卸売価格
C重油	3.59	卸売価格
電力	16.76	10社、電力総合単価
都市ガス	4.42	3社、家庭用以外総合単価

(出所)日本エネルギー経済研究所「エネルギー・経済統計要覧」より算出

省エネルギー率は限界代替率41円/1,000kcal(加重平均)である⁽⁷⁾。仮に、割引率(金利)を年率2%とすると、投資回収年数は表3の通りとなる。

表3 投資回収年数

(年)	
一般炭	60
A重油	10
C重油	13
電力	3
都市ガス	11

電力は3年と、一般的な投資基準も満足しうる年数である。一方、石油、都市ガスは10～13年と、投資案件としては極めて厳しいと言え、一般炭についてはほとんど論外である。

なお、投資回収の年数が比較的長いということは、生産関数に代え、(静的)費用最小化行動を仮定して双対費用関数を推計することでは正しい分析ができない可能性があることを示している。

6. ケーススタディ — 総合資源エネルギー調査会 追加対策ケース

推計した生産関数、および省エネルギー資本とエネルギーの限界代替率を用い、総合資源エネルギー調査会需給部会「2030年のエネルギー需給展望」の追加対策ケース(以下、追加対策ケース)の費用評価を行う。手法としては、均衡状態にある趨勢的ケース(以下、BAUケース)⁽⁸⁾におけるエネルギー消費量を算定し、これと追加対策ケースとの差を省エネルギー

⁽⁷⁾ 現実には省エネルギー率は設備の種類、ひいてはエネルギーの種類に依存する。

⁽⁸⁾ 「2030年のエネルギー需給展望」のレファレンスケースではない。

一資本で代替する場合の費用を評価する。

BAUケースの前提となる経済フレームは、日本エネルギー経済研究所「わが国の長期エネルギー需給展望」(2006年4月)のレファレンスケースを参照し、表4のように想定する⁽⁹⁾。

表4 BAUケースの想定(2010年度)

	製造業					
	鉄鋼	化学	窯業土石	紙・パルプ	非素材系	
生産(IIP, 2000年=100)	105.7	107.8	79.7	103.9	115.5	112.1
資本(2000年評価10億円)	29,030	39,102	25,315	14,743	297,694	405,885
労働(100万人・時間)	392	725	357	296	10,882	12,652

BAUケースにおけるエネルギー消費量は、生産関数の長期均衡式である(1)式を、エネルギー投入に関する均衡関係式

$$\log E_t = -\frac{\beta_0}{\beta_E} + \frac{1}{\beta_E} \log Q_t - \frac{\beta_K}{\beta_E} \log K_t - \frac{\beta_L}{\beta_E} \log L_t - \frac{\beta_T}{\beta_E} T_t \quad (8)$$

に書き換えることにより得ることができる(表5)。

表5 BAUケースにおけるエネルギー消費量(2010年度)

	製造業					
	鉄鋼	化学	窯業土石	紙・パルプ	非素材系	
BAUケース	37,926	53,631	9,251	7,911	50,245	158,963

一方の追加対策ケースにおける2010年度の産業部門のエネルギー消費量は、2000年度比1.4%減と見通されている⁽¹⁰⁾。そこで、多少荒い想定ではあるが、製造業各業種におけるエネルギー消費量も2000年度比1.4%減になるものとして計算した結果が表6である。

表6 追加対策ケースにおけるエネルギー消費量(2010年度)

	製造業					
	鉄鋼	化学	窯業土石	紙・パルプ	非素材系	
追加対策ケース	37,390	52,873	9,120	7,799	49,535	156,717
対BAUエネルギー削減量	-536	-758	-131	-112	-710	-2,246

追加対策ケース達成に必要な2.2Mtoeのエネルギー削減を全て省エネルギー資本により行うことを考える。2010年度における各業種のエネルギー削減量と限界代替率より算定され

⁽⁹⁾ 「わが国の長期エネルギー需給展望」には業種別の労働投入が示されていない。団塊世代の退職などにより労働者数が減少することが予想されているが、一方で女性や高齢者の労働参加率上昇が期待されていることから、足元横ばいと見た。

⁽¹⁰⁾ 「2030年のエネルギー需給展望」は資源エネルギー庁のエネルギーバランス表に、「わが国の長期エネルギー需給展望」は日本エネルギー経済研究所のエネルギーバランス表に基づいており、絶対量での単純比較はできない。

る費用(追加資本)は2000年評価約7,800億円⁽¹¹⁾となる。これはBAUケースにおける2010年度の製造業資本ストック406兆円の0.2%に相当する。

この費用を1,000kcalあたりに換算すると35円/1,000kcal⁽¹²⁾に、二酸化炭素トンあたりに読み替える⁽¹³⁾と約15万円/t-CO₂という水準⁽¹⁴⁾になる。環境省「環境税の具体案」(2005)に示されている、税率2,400円/t-C (655円/t-CO₂)程度の環境税では、コストに厳しい製造業でも価格効果はあまり期待できないであろう。

7. おわりに

製造業における省エネルギー資本とエネルギーの限界代替率は、2005年度で2000年評価16～47円/1,000kcal、加重平均では41円/1,000kcalと推計される。原油価格高騰によりエネルギー価格が上昇している眼下の情勢で評価しても、この限界代替率(省エネルギーコスト)はかなり高価である。BAUケースから「2030年のエネルギー需給展望」追加対策ケースまでのエネルギー削減を、省エネルギー投資のみで達成するには、約7,800億円の追加資本が必要となると算定される。

京都議定書目標達成計画では、製造業における設備導入による対策として高性能工業炉、高性能ボイラー、コジェネレーション、次世代コークス炉などが掲げられている。これらの新技術の普及促進は産業の育成という効果も期待できる。が、より経済的に目標を達成することを重視するならば、エネルギー管理の合理化、製造工程の改善、断熱、排熱回収など、相対的に廉価な省エネルギー対策も有効である。これらの対策を中小企業を含めた製造業全般において、一層充実する方策も考慮すべきであろう。

参考文献

- R. G. D. アレン(1980)、『現代経済学』、東洋経済新報社
伊藤浩吉(1983)、「トランスログ生産関数による代替の弾力性、価格の弾力性の計測」、エネルギー経済研究 1
得津一郎(1994)、『生産構造の計量分析』、創文社
奥島真一郎、後藤則行(2001)、「日本経済の生産・代替構造分析」、日本経済研究 42
経済企画庁(1983)、『エネルギー需給の計量分析』

⁽¹¹⁾ 中央環境審議会(2003)は、2010年にわが国のCO₂排出量を1990年比2%減とするために必要な追加投資額(2005～2010年)は、産業部門で6,079億円としている。また、日本経団連 環境自主行動計画での製造業の省エネルギー投資額は、約2,100億円(2005年度、公表団体分+日本鉄鋼連盟推定分1,000億円)である。

⁽¹²⁾ 2010年度エネルギー量をウェイトとする加重平均に相当することから、IIPウェイトを用いた図5の加重平均41円/1,000kcalより安くなっている。

⁽¹³⁾ 「2030年のエネルギー需給展望」追加対策ケースから計算した産業部門の二酸化炭素原単位2.3t-CO₂/toeを用いた。

⁽¹⁴⁾ この値を単純に排出権価格と比較し、高い安いの議論をするのは問題がある。排出権取得には毎年費用が発生するのに対し、資本は除却されるまで省エネルギーとなる、排出権取得は富の海外流出であるのに対し、資本蓄積は日本の経済活動に還流される、などによる。

- 経済企画庁(1985)、『年次経済報告』
- 経済企画庁(1999)、『年次経済報告』
- 後藤達也(2004)、「社会資本の生産力効果に関する分野別評価」、会計検査研究 30
- 坂野慎哉、黒田祥子、鈴木有美、蓑谷千風彦(2004)、『応用計量経済学III』、多賀出版
- 産業構造審議会・総合資源エネルギー調査会自主行動計画フォローアップ合同小委員会 中央環境審議会自主行動計画フォローアップ専門委員会 合同会議(2007)、参考資料1「各業種における地球温暖化対策の取組」、2007年2月22日
- 総合資源エネルギー調査会需給部会(2005)、『2030年のエネルギー需給展望(答申)』
- 中央環境審議会 総合政策・地球環境合同部会 地球温暖化対策税制専門委員会(2003)、資料2「地球温暖化対策税の税率とその経済影響の試算」、2003年7月25日
- 内閣府(2005)、『年次経済報告』
- 日本エネルギー経済研究所(2006)、『わが国の長期エネルギー需給展望』
- 日本エネルギー経済研究所(2007)、『エネルギー・経済統計要覧』、省エネルギーセンター
- 日本経済団体連合会(2007)、「温暖化対策 環境自主行動計画 2006年度フォローアップ結果」
- 室田泰弘(1984)、『エネルギーの経済学』、日本経済新聞社
- 室田泰弘(1984)、『エネルギー』、教育社
- 郵政省郵政研究所(2000)、「我が国の潜在成長率等に関する調査研究」
- Anindya Banerjee, Juan Dolado, John W. Galbraith and David F. Hendry (1993), “Co-integration, error correction, and the econometric analysis of non-stationary data”, Oxford University Press
- John Helliwell, Peter Sturm, Peter Jarrett and Gérard Salou (1986), “The supply side in the OECD’s macroeconomic model”, *OECD Economic Studies* 6
- Ayoe Hoff (2002), “The translog approximation of the constant elasticity of substitution production function with more than two input variables”
- C. W. Yang, M. J. Hwang and B. N. Huang (2002), “An analysis of factors affecting price volatility of the US oil market”, *Energy Economics* 24

お問い合わせ: report@tky.ieej.or.jp