

中国のセメント産業における エネルギー消費原単位の変動要因分析

星 野 優 子

途上国におけるエネルギー需要の抑制策としてのエネルギー価格制度改革の実効性を検討するため、中国のエネルギー多消費産業であるセメント産業に焦点を当て、エネルギー消費原単位の変動要因分析を行った。1980-2009年間を対象とした分析の結果、エネルギー消費原単位の低下要因の約2/3は、生産規模拡大による規模の経済性効果で、残る1/3はエネルギー価格上昇にともなう不可逆的な価格効果であった。日本の高度経済成長期を対象とした同様の分析結果と比較すると、中国では、規模の経済性効果が十分に発揮される以前に、エネルギー価格の上昇が開始した可能性がある。

keywords：中国、セメント産業、エネルギー消費原単位、エネルギー価格、要因分解

目 次

1. はじめに
2. 中国のセメント産業の特徴
3. 中国のセメント産業におけるエネルギー原単位の要因分解
 - 3.1 要因分解のための分析枠組み
 - 3.1.1 価格弾力性の非対称性と価格誘発的技術進歩
 - 3.1.2 分析の手順
 - 3.2 セメント産業のエネルギー需要関数
 - 3.2.1 要因分解に用いた先行研究
4. エネルギー消費原単位の要因分解
5. まとめ

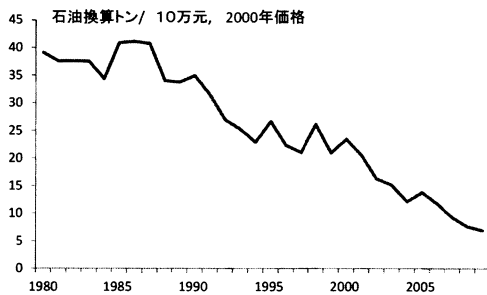
1. はじめに

途上国のエネルギー需要の急増による、地球環境問題や国際経済への影響が懸念されている。2009、2010年のG20サミットでは、化石燃料補助金制度の改革が論点の一つに挙げられ、途上国での化石燃料補助金の削減による、価格効果を通じた需要抑制への期待が高まっている（IEA, OPEC, OECD, World Bank (2009)）。しかし、エネルギー価格の上昇による需要の削減効果に関しては、先進国を対象とした実証研究に比べて、途上国を対象とした研究は十分ではない。

Hang 他（Leiming Hang and Meizeng Tu,

2007）によれば、中国のエネルギー価格制度改革は、1980年代に開始されて以降、漸次進められている。特に、経済開放が始まった1993年以降、エネルギー価格制度改革も本格化したことから、電力、石油、天然ガス価格の上昇が顕著にみられる。石炭については、民間企業の参入増加とともに、価格統制は徐々に弱められ、1996年までに価格は完全に自由化された。2000年になると、発電用の石炭需要の急増から、石炭価格は急上昇した。石油については、国際価格との連動性を図るために、1998年に基準価格制度が導入された。しかし、国際価格の変動が想定を超えたため、連動方式の変更などの漸次的な自由化が、継続的に行われている。電力については、1993年以降、発電インフラへの投資誘因を高める狙いで、投資回収を考慮した価格設定ができるように改められた。しかし、石油、石炭に比べると、依然として政府による電力価格への関与は強い。

ところで、途上国のエネルギー需要の増加は、工業化による経済発展期に一般的に観察されることであり、脱工業化が進む先進国の生産を代替するという側面からみれば当然の帰結である。重要なのは、途上国でのエネルギーの効率的な利用をどのように促すか、という点である。そこで参考にされるのが、エネルギー消費原単位である。エ



データ出典: IEA, 中国統計年鑑

図1 セメント産業のエネルギー消費原単位

エネルギー消費原単位は、エネルギー消費を生産規模で除したものである。この値が低下することは、同一規模の生産を、より少ないエネルギー投入で達成できることを意味するため、しばしば省エネの指標として参照される。中国政府は、第11次五か年計画に引き続き、第12次五か年計画においても、エネルギー消費原単位の削減目標を設定している。それによると、2015年のエネルギー消費原単位は、2010年比で16%低下させることを目標としている。

2010年時点での中国の産業部門のエネルギー需要は、中国全体の47%であり、セメントを含む窯業土石産業（これ以降ではセメント産業と呼ぶ）は、その産業部門のエネルギー需要の22%を占める。セメントは、経済成長期にある中国において国内のインフラ建設に欠かせないことから、経済成長が加速した2000年以降、同部門のエネルギー需要、CO₂排出量はともに急増している。IEA (1999) による、業種別のエネルギー消費原単位の国際比較によれば、セメント産業では、中国はインドとほぼ拮抗しており、日本より約6割大きく、省エネの余地は大きいと考えられる。

図1は、中国のセメント産業について、実質生産額あたりのエネルギー消費量の推移をみたものである。エネルギー消費原単位の低下傾向は、1980年代後半や1990年代後半に、一時鈍化したものの、長期的には継続している。2009年時点のエネルギー消費原単位は、1990年比で約8割減となっている。先にみたように、セメント産業は中国のエネルギー消費量全体の1割を占めているこ

とから、マクロの目標達成の成否を考えるうえでも、同産業のエネルギー消費原単位の低下は重要となる。

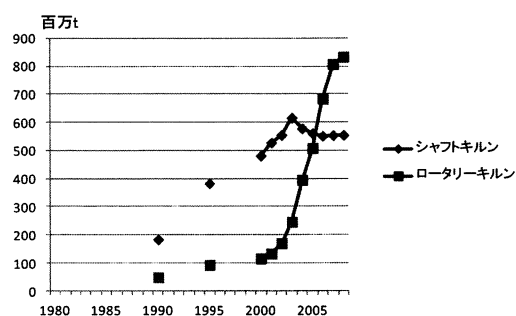
そこで、本稿では、中国のセメント産業を対象として、そのエネルギー消費原単位の変動要因を分析する。星野優子 (2013)、Hoshino (Yuko Hoshino, 2013) は、途上国のセメント産業を含む産業部門におけるエネルギー需要の抑制政策として、エネルギー価格制度改革の有効性を検証することを目的とした分析である。前者は、日本の1955年以降の高度経済成長期を含む長期間を分析対象とすることで、発展途上にある途上国への示唆を得ようとしたものである。また、後者は、星野 (2013) と同様の分析枠組みを、日本、韓国、中国の3か国のエネルギー集約産業に適用したものである。これらの分析結果からは、後述するように、エネルギー需要の価格弾力性が、上昇時、下降時で異なる非対称性があることが確認されており、国際間比較からは、中国の価格弾力性が比較的大きいという結果を得ている。しかし、いずれの分析もエネルギー需要の価格弾力性の推計にとどまっているため、エネルギー消費原単位が、過去にどのような要因で変化してきたのか、そのなかで価格要因はどの程度の影響を及ぼしたのか、といったことは明らかにされていない。

本稿では、中国のセメント産業に焦点をあて、エネルギー消費原単位の変化について、星野 (2013)、Hoshino (2013) の結果に、後述するエネルギー価格の非対称性を利用した要因分解の方法を適用して、これらの点を明らかにしたい。以下では、まず、中国のセメント産業の特徴を整理する。次に、エネルギー需要の価格弾力性の非対称性を利用した、エネルギー消費原単位の要因分解手法を提示し、これによって、原単位変動の価格要因を、エネルギー価格に誘発された不可逆的な価格要因と、可逆的なエネルギー価格要因とに分けられることを示す。次に、星野 (2013)、Hoshino (2013) の推計手法と推計結果を整理し、それを用いた変動要因分解の結果を示す。最後に、中国のセメント産業の特徴を踏まえ、その要因分解の結果から得られた示唆をまとめる。

2. 中国のセメント産業の特徴

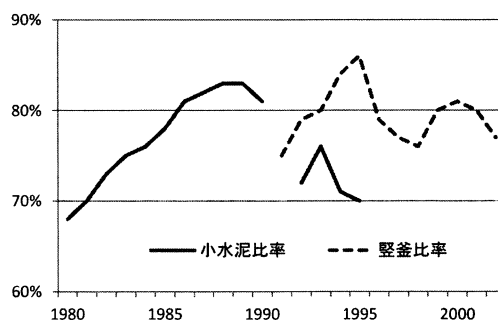
代表的なセメント（ポルトランドセメント）の製造工程は、原材料調合工程、焼成工程、仕上げ工程に分けられる。このうち、エネルギー投入の最も大きいのが、原材料調合と焼成工程である。中でも焼成工程のエネルギー消費は全工程の8～9割に達する。このため、これら工程における省エネは早くから検討されてきた。特に大きな進展となったのは、キルンと呼ばれる焼成用の炉の、シャフト式から回転式（ロータリー式）への転換、さらにSP、NSPと呼ばれるより高効率キルンへの転換である。日本においては、石油危機を受けた1970年代にNSPキルンの導入が本格化し、既にその普及率は100%に達している。一方の中国では、地方の中小規模の事業所の多くで、エネルギー効率の悪い旧式のシャフト式キルンが使われていた。2000年以降、省エネ政策の一環として、低効率の中小事業所の閉鎖や、ロータリー式キルンへの転換が急速に進められたが、NSPの普及率は2008年時点で6割にとどまっており、シャフトキルンによる生産の急減はみられない（図2）。経済成長に伴うセメント需要急増に対応するため、シャフトキルンが使い続けられていることがうかがえる。

中国のセメント産業の特徴は、最先端技術を持つ少数の大企業と、旧来の技術で生産を続ける多数の地方中小企業とに二極分解している点である。田島俊雄、朱蔭貴、加島潤他（2010）によれば、『二極分解のうちのひとつは、「大水泥（セメント）」と呼ばれる「大中型」セメント工場で、ここで作られたセメントは、必ずしも立地地域では流通せず、中央政府の物資部門で統一的に配分される。このため、地方の需要を満たすために、「小水泥（セメント）」と呼ばれる、建設が容易な竖窯式の小規模なセメント工場が作られた。文化大革命期、1980年代初頭、1992年以降にそれぞれ小型セメント工場の建設ラッシュがあった。竖窯は、設備費用が安価な反面、品質の低いセメントしかつけない、大規模化ができない、エネルギー効率が悪い、などの欠点があるとされるが、中国では、独自の技術改良、機械化が進んだ結果、多様な竖窯



出所：Price 他(2009)の Table 1 より作成

図2 中国のキルンタイプ別生産量

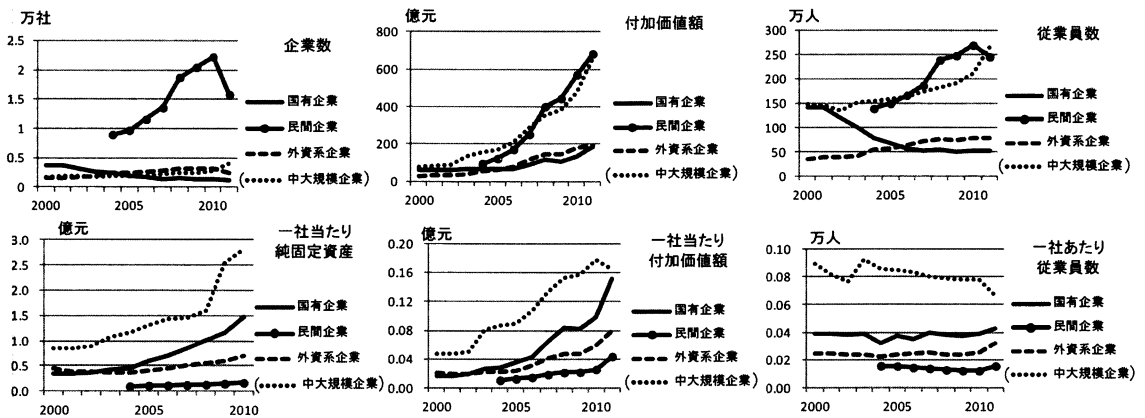


データ出所：田島他（2010）より作成

図3 小規模セメント工場のシェア

生産方式が生まれた。』（以上の『 』内の引用部分は、田島他（2010）を要約）（図3）。

図4は、中国統計年報から、企業形態別に見た中国の窯業土石産業の主要指標の推移である。窯業土石産業には、セメント以外の産業も含むことに注意が必要であるが、産業の大まかな特徴を捉えることはできると考える。ここでは、企業形態としては、国有企業、外資系企業、民間企業の3つに分けられており、このうち、比較的規模の大きな企業が、中大規模企業、として別掲されている。まず、企業数を見ると、圧倒的に民間企業が多く、2011年時点で、国有企業の13倍、中大規模企業の4倍の企業数に上っている。ところが、付加価値額、従業員数は、中大規模企業とはほぼ同程度であることから、1社あたりの付加価値額、従業員数は、全企業形態のなかで最も小さい。企業数は大きくても、1社あたりの規模は零細であることがわかる。特に顕著なのは、1社あたりの純



出所：中国統計年鑑より作成

図4 企業形態別にみた中国のセメント産業の主要指標の推移

固定資産額である。2010年時点では、中大規模企業の1社あたりの純固定資産額は、民間企業の約17倍の規模である。2000年代後半以降の中大規模企業での純固定資産額の急増は、図2で見たロータリーキルンのシェア拡大の動きとも合致する。以上から、田島他（2010）で指摘されている、中国のセメント産業の二重構造、大多数の小規模セメント工場と、少数の大規模セメント工場が併存する二重構造が、現在も継続していることを確認できる。こうした特徴を持つ、中国のセメント産業について、次節以降では、エネルギー消費原単位がどのような要因で変化してきたのか、そのなかでエネルギー価格要因は、どの程度寄与してきたのかについて、分析していきたい。

3. 中国のセメント産業におけるエネルギー原単位の要因分解

3.1 要因分解のための分析枠組み

3.1.1 価格弾力性の非対称性と価格誘発的技術進歩

第2次石油危機を契機として、多くの実証研究によって、エネルギー需要の価格弾力性には、上昇時と下降時とで異なる非対称性があることが観察された。価格弾力性の非対称性の主な要因としては、1) 省エネ関連の技術進歩への影響、2) 省エネ投資への影響、3) 消費者の期待価格への影響、4) 省エネ規制への影響、5) 省エネ習慣

の獲得、6) 生産要素間の代替、7) メニューコストの存在、などがあげられる。これらのうち、1)、2)、6) は、価格上昇に伴う省エネ技術開発や導入促進、代替エネルギーへの不可逆的シフトであり、エネルギー需要節約的な技術進歩と考えることができる。また、4)、5) は、価格下降時の需要増加（省エネのリバウンド効果）を小さくする効果を持つが、これも広義には、制度的・社会的意味においての省エネ技術の進歩と捉えることもできる。従って、価格弾力性の非対称性の多くは、価格変化によるエネルギー需要節約的な技術進歩への影響を捉えていると考えることができる。

ところで、Kumar 他 (Surender Kumar and Shunsuke Managi, 2009) は、エネルギー部門の生産性の変化を、効率性変化（キャッチアップ効果）と技術進歩率（生産可能性曲線のシフト）の2つに分解し、さらに技術進歩率を2つに分けて整理している。1つめは、外生的技術進歩率であり、多くのエネルギーモデルではAEEI (Autonomous Energy Efficiency Improvement) と呼ばれる。2つめは、内生的技術進歩率 (Endogenous Technology Change) である。エネルギー価格の上昇によって、技術進歩が促され、省エネ機器の開発やその普及が進むのであれば、この技術進歩は、「Price induced technology change (価格誘発的技術進歩)」と呼ばれる。そして、Griffin 他

(James M. Griffin, and Craig Schulman, 2005)によれば、非対称な価格弾力性は、内生的技術進歩としての価格誘発的技術進歩を捉えていることに他ならないと指摘している。

3.1.2 分析の手順

ここで、実質エネルギー価格を P 、上昇時の実質エネルギー価格の累積値を P^{INC} 、下降時の実質エネルギー価格の累積値を P^{DEC} とすると、Haas他(Reinhard Haas and Lee Schipper, 1998)から、これらは以下を満たす。

$$\ln P_t = \ln P_t^{INC} + \ln P_t^{DEC} \quad (1)$$

エネルギー需要関数を、産業部門における生産要素としてのエネルギー投入の要素需要関数として定式化する。次式において、 E はエネルギー需要、 X は生産額である。

$$\ln E_t = \mu_t + \alpha \ln P_t^{INC} + \beta \ln P_t^{DEC} + \gamma \ln X_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

上式において、 α は価格上昇時の価格弾力性、 β は価格下降時の価格弾力性を、 γ は生産規模弾力性に相当する。これらの推計パラメータを用いて、(2)式は次のように書き直すことができる。

$$\ln(E_t/X_t) = \mu_t + (\gamma - 1)\ln X_t + (\alpha - \beta)\ln P_t^{INC} + \beta \ln(P_t^{INC}P_t^{DEC}) + \varepsilon_t \quad (3)$$

(3)式右辺の第1項目 μ_t は、外生的技術進歩効果を示す。また、以下で示す(3)式右辺の第2項目は、規模の経済性効果を示し、生産規模効果と呼ぶ。(3)式右辺第2項目： $(\gamma - 1)\ln X_t$

以下で示す(3)式右辺の第3項目は、価格上昇によって不可逆的に起きる価格誘発的原単位削減効果を示す。以下では、不可逆的価格効果と呼ぶ。(3)式右辺第3項目： $(\alpha - \beta)\ln P_t^{INC}$

以下で示す(3)式右辺の第4項目は、(1)式より、 $\beta \ln P_t$ と同値である。価格の上昇時下降時ともに対称な反応によって起きる需要への影響を示す。以下では、可逆的価格効果と呼ぶ。(3)式右辺第4項目： $\beta \ln(P_t^{INC}P_t^{DEC})$

ところで、Greening他(Lorna A. Greening, David L. Greene, Carmen Difiglio, 2000)は、「省エネによってエネルギー支出が減少したことによる所得効果によって、逆にエネルギー消費が増加する効果」を省エネ政策におけるリバウンド効果と定義している。リバウンド効果に関する定義には幅があり、他にも様々なものがあるが、仮に(3)式では、価格上昇によって達成された省エネ効果((3)式第3項と第4項の合計)のうち、価格低下によって相殺される第4項が、省エネの価格効果についての「リバウンド効果」に相当すると考えられる。以下の分析では、星野(2013)、Hoshino(2013)の推計パラメータを用いて、中国と日本のセメント産業のエネルギー消費原単位の変動要因分析を行う。

3.2 セメント産業のエネルギー需要関数

3.2.1 要因分解に用いた先行研究

(1) 推計モデル

星野(2013)、Hoshino(2013)のモデルでは、価格弾力性の非対称性に加えて、トレンド項には、技術進歩要因のほか様々な要因が複合した非線形性なトレンドを仮定しており、以下に示す状態空間モデルとして定式化されている。モデルは、生産規模、価格、トレンドを説明変数とするエネルギー需要関数に相当する観測方程式と、時間に伴って変化するトレンド項を表す遷移方程式からなる。 E はエネルギー需要計、 X は実質生産額、 μ はトレンドの水準、 ϕ はトレンドの傾き、 ε 、 ζ 、 ρ 、 η 、 ω はそれぞれ正規分布に従う誤差項とすると、観察方程式は以下(4)式で、状態方程式は以下の(5)、(6)式で表せる。

$$\ln E_t = \mu_t + \alpha_t \ln P_t^{INC} + \beta_t \ln P_t^{DEC} + \gamma_t \ln X_t + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2) \quad (4)$$

$$\mu_t = \mu_{t-1} + \phi_t + \zeta_t \quad \zeta_t \sim N(0, \sigma_\zeta^2) \quad (5)$$

$$\phi_t = \phi_{t-1} + \rho_t \quad \rho_t \sim N(0, \sigma_\rho^2) \quad (6)$$

また、価格弾力性 α 、 β 、生産規模弾力性 γ は時変パラメータであり、 α に関する(7)式は β 、 γ 、についても同様に定義されている。ここで Δ^κ は κ 次の差分を示す。 $\kappa = 1$ の場合には、ラ

表1 要因分解に用いたパラメータ推計値

| | | 価格弾力性 | | 生産規模弾力性 | | |
|----|----|-------|-------|---------|------|------|
| | | 価格上昇期 | 価格下降期 | 最大 | 最小 | 平均 |
| 短期 | 日本 | -0.14 | -0.03 | 0.37 | 0.36 | 0.36 |
| | 中国 | -0.61 | -0.10 | 0.30 | 0.10 | 0.21 |
| 長期 | 日本 | -0.22 | -0.05 | 0.60 | 0.58 | 0.59 |
| | 中国 | -0.61 | -0.10 | 0.30 | 0.10 | 0.21 |

注) 日本については星野(2013)、中国についてはHoshino(2013)より

ンダムウォークモデルに相当し、2次までが検討対象になっている。

$$\Delta^k \alpha_i = \eta_i, \quad \eta_i \sim N(0, \sigma_\eta^2) \quad (7)$$

(2) パラメータの推計結果

表1では、セメント産業におけるエネルギー需要の価格弾力性、生産規模弾力性について、日本と中国についての先行研究（星野（2013）、Hoshino（2013））の推計結果を整理、比較している。各推計値は、時変パラメータとして推計されているため、価格弾力性については価格上昇期、下降期別の平均値を、生産規模弾力性については、最大、最小、平均値を表示している。

表1をみると、日中両国ともに、価格上昇時の価格弾力性は、下降時の弾力性よりも大きな値が推計されている。また、中国の価格弾力性は、短期、長期ともに、日本の価格弾力性よりも大きく、価格上昇期の長期価格弾力性は、日本の3倍弱である。生産規模弾力性については、日本では、期間中はほぼ一定の値として推計されている。これに対して、表には示していないが、中国の生産規模弾力性は、期間中ゆるやかな上昇傾向にあり、最小の0.1から最大の0.3まで変化している。長期の生産規模弾力性は日本よりも小さく、平均で0.21である。中国では、日本よりも規模の経済性効果が大きく、また、この規模の経済性効果は非常に緩やかに日本水準に近づきつつあるといえる。

4. エネルギー消費原単位の要因分解

中国のセメント産業を対象に、過去のエネルギー消費原単位の変動に、どのような要因がどの程度、寄与したのかを分析するために、表1に整理した先行研究での推計パラメータ、及び式（3）

表2 エネルギー消費原単位の要因分解

| | 外生的技術 進歩効果 | 不可逆的 価格効果 | 可逆的 価格効果 | 生産規模 効果 |
|---------|---------------|--------------|-------------|------------|
| 1980-84 | -0.010 | -0.001 | -0.007 | -0.027 |
| 1985-89 | 0.021 | -0.010 | 0.013 | -0.027 |
| 1990-94 | -0.011 | -0.012 | -0.009 | -0.046 |
| 1995-99 | -0.010 | -0.035 | -0.010 | 0.037 |
| 2000-04 | 0.008 | -0.030 | -0.010 | -0.068 |
| 2005-09 | -0.004 | -0.030 | -0.010 | -0.068 |
| 全期間 | 0.000 | -0.020 | -0.002 | -0.041 |

のモデルを用いて要因分解を行った。表2、図5にその結果を示す。中国のセメント産業のエネルギー消費原単位の低下に最も大きく寄与しているのは、生産規模効果である。期間別にみると、1990年代前半は、経済開放が開始された時期であり、セメント需要の急増に迎え増産が行われた。1990年代後半は、アジア通貨危機による需要の減少に加え、石炭を始めとする産業構造調整政策の影響を受け、生産規模が伸び悩んだ。このため、生産規模効果は全期間で唯一、プラス（原単位を上昇させる）に寄与している。2000年以降は、インフラ需要の拡大から生産規模が急増した時期にあたり、生産規模効果はこの時期に最大になっている。

次に価格効果についてみると、1990年代後半以降は、エネルギー価格制度改革が本格化したことにより、不可逆的価格効果による、エネルギー消費原単位の低下への寄与度は高まっている。これに対して、可逆的価格効果の寄与は、それほど大きくないものの、期間を通してほぼ一定の寄与をしている。唯一、1980年代後半期間は、第2次石油危機以降の中東の原油価格急落の影響を受けた国際燃料価格低下の影響で、プラスに寄与している。また、同時期には、外生的技術進歩率の寄与もプラスである。国内のセメント需要の増加に対して、図4でみるように、効率の低い小規模セメント工場が多数参入し、そのシェアが上昇していることがこの要因として考えられる。

図6、7は、日本の1957年以降の長期間を対象にした要因分解の結果と、1955年以降のエネルギー消費原単位の推移である。日本の高度経済成長期にあたる1950年代後半から1960年代にかけて、エネルギー消費原単位の低下に最も大きく寄

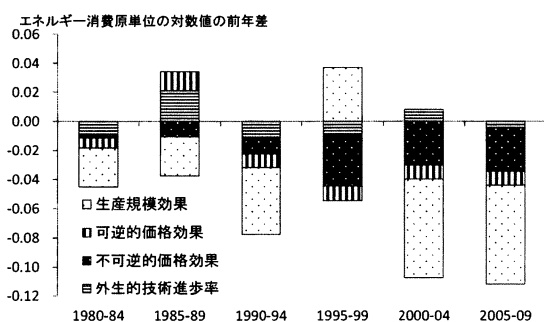


図5 エネルギー消費原単位の要因分解 (中国)



図7 日本の窯業土石産業の消費原単位

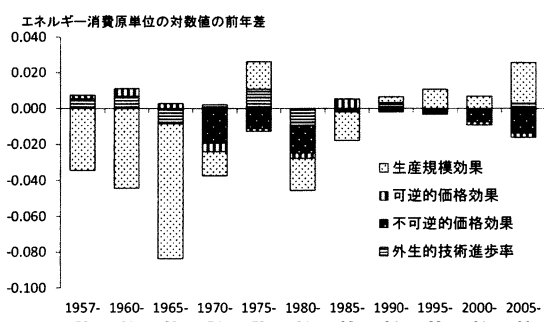


図6 エネルギー消費原単位の要因分解 (日本)

与したのは、生産規模拡大効果であったことがわかる。不可逆的価格効果が原単位低下に寄与するのは、2度の石油危機を挟む期間と、2000年以降の化石燃料価格の高騰期になってからである。

以上の分析結果から、現在の中国に対してどのような示唆が得られるかを考えたい。不可逆的価格効果の寄与度は、日本の高度経済成長期と比較すると、むしろ中国で大きい。エネルギー価格の上昇は、図4でみたような大企業を中心にした新型設備の導入を加速させることで、不可逆的な原単位削減効果をもたらしていると考えられる。一方で、中国では日本以上に規模の経済性が大きいものの、依然として少数の大規模企業と多数の小規模企業が併存する二重構造が続いている。規模の経済性のメリットを最大限に生かすためには、需要の拡大に対して、小規模セメント企業の新規参入で対応するのではなく、企業数の集約と1社当たりの規模拡大化が重要であると考えられる。

5. ま と め

中国のセメント産業を対象に、エネルギー需要の消費原単位がどのような要因で変化してきたのか、その中で、価格要因はどのような影響を与えたのかを分析した。その結果、1980-2009年の全期間を通してみると、エネルギー消費原単位の低下要因の66%は、生産規模拡大による規模の経済性効果で、31%はエネルギー価格上昇にともなう不可逆的価格効果であった。これは、1955-2009年間の全期間平均でみた、日本についての分析ともほぼ同じ結果である。ところが、日本の高度経済成長期である1960年代までの期間と比較すると、規模の経済性要因の寄与は日本よりも小さく、逆に不可逆的価格効果の寄与は日本より大きい。中国においては、エネルギー価格の引き上げが、需要のリバウンドを起こしにくい不可逆的な需要抑制につながることを確認することができた。その一方で、中国のセメント産業では、本来はより大きな消費原単位の削減ポテンシャルを持つ規模の経済性効果を楽しむ以前に、エネルギー価格の上昇が本格化した可能性を指摘できる。

中国では、鉄鋼でも中小規模の企業が多数存在している。この存続理由について、小田潤一郎、秋元圭吾、和田謙一、長島美由紀、佐野史典(2012)では、1) 地方政府による地域経済保護、2) 安価な原材料・人件費・輸送制約、3) 低い参入障壁と激しい競争、不確実性の高さ、企業の技術意欲の向上を挙げており、セメント産業の場合と多くの共通点がある。従って、セメント産業においても、こうした中小規模の企業のはたしてきた役

割を考慮しつつ、エネルギー消費原単位の削減方策を考えることが重要であるといえる。

引用文献

- 1) Greening, Lorna A., David L. Greene, Carmen Difiglio (2000), "Energy efficiency and consumption—the rebound effect—a survey", *Energy Policy*, 28, 389–401.
- 2) Griffin, James M., Craig Schulman (2005), "Price Asymmetry: A Proxy for Energy Saving Technical Change?", *The Energy Journal*, 26, No.2, 1–21.
- 3) Haas, Reinhard, Lee Schipper (1998), "Residential Energy Demand in OECD-countries and the roles of irreversible efficiency improvements", *Energy Economics*, 20, No.4, 421–442.
- 4) Hang, Leiming, Meizeng Tu (2007), "The impacts of energy prices on energy intensity : Evidence from China", *Energy Policy*, 35, 2978–2988.
- 5) Hoshino, Yuko (2013), "Price Elasticity of Energy Demand in Energy-intensive Sector—Comparative Study of Japan, Korea and China", presented paper at 36th Annual IAEE International Conference in Daegu.
- 6) Hunt, Lester C., Guy Judge, Yasushi Ninomiya (2003), "Underlying trends and seasonality in UK energy demand : a sectoral analysis", *Energy Economics*, 25, 93–118.
- 7) IEA (1999), "The reduction of Greenhouse Gas Emissions from the Cement Industry".
- 8) IEA, "Energy Balance of OECD/Non-OECD Countries", 各年版.
- 9) IEA, "Energy Prices and Taxes", 各年版.
- 10) IEA, OPEC, OECD, World Bank (2010), "Anakysis of the scope of energy subsidies and suggestions for the G-20 Initiative", IEA, OPEC, OECD, World Bank joint report, 16 June 2010.
http://www.iea.org/weo/docs/G20_Subsidy_Joint_Report.pdf.
- 11) Kumar, Surender, Shunsuke Managi (2009), "Energy price-induced and exogenous technological change: Assessing the economic and environmental outcomes", *Resource and Energy Economics*, 31, 334–353.
- 12) Price, Lynn, Ali Hasanbeigi, Hongyou Lu, Wang Lan (2009), "Analysis of Energy-Efficiency Opportunities for the Cement Industry in Shandong Province, China", LBNL 2751E-Rev
- 13) 小田潤一郎, 秋元圭吾, 和田謙一, 長島美由紀, 佐野史典 (2012), 『中国における中小規模製鉄所の存続理由の考察』, 第31回エネルギー・資源学会研究発表会講演論文集11-5
- 14) 田島俊雄, 朱蔭貴, 加島潤 (2010), 『中国セメント産業の発展』, お茶の水書房
- 15) 中国国家统计局, 『中国統計年鑑』, 各年版
- 16) 星野優子 (2013), 『日本の製造業種別エネルギー需要の価格弾力性の推計—国際比較のための分析枠組みの検討—』, エネルギー・資源, 34, No.1