

第7章

省エネルギーの可能性と効果

沈 中元

はじめに

中国は2003年から経済成長が加速したことに伴い、エネルギー需要が急速に増大している。2008年に一次エネルギー消費は前年比4.5%増の石油換算18億3000万トンに達し、そのうち石炭消費は原炭換算で27億4000万トン（石油換算13億トン、シェア72%）になった。エネルギー消費の急増はエネルギー供給不足を招いただけではなく、石炭を中心とした化石燃料の大量消費により、環境汚染が悪化している。さらに、CO₂の大量排出で地球温暖化問題が一層懸念されるようになった。これらの問題が深刻化する中、中国における省エネルギー取り組みは問題への中核的な解決策として注目を集めている。

本章は、中国の省エネルギーの可能性がどの程度のものなのか、効果はどれほど期待できるのかを定量的に分析し、中国の省エネルギーに向けた取り組みはどのように持続可能な成長に寄与できるのかを解明したい。

本章の構成は以下のとおりである。まず、第1節で改革・開放以降の省エネルギー政策の歴史を概観したのち、第2節でエネルギー消費効率の推移と国際比較をおこなう。第3節～第6節では部門別のエネルギー消費動向と省エネルギーの可能性を具体的に論じる。部門としては、鉄鋼業、自動車利用、電力産業、民生をそれぞれの節で取り上げる。また、省エネ

ギーの可能性を定量的に把握するため、省エネルギー先進国である日本を比較の基準とする。その後、第7節で省エネルギー活動の効果の試算ならびに日本からの学習の可能性を論じ、最後に結論を述べる。

第1節 中国の省エネルギー政策

中国の省エネルギー政策の歴史を振り返ると、1978年以前は計画経済の体制の下、エネルギーを含めた物資の需給は国によって決められていた。この間、エネルギーの生産と消費がともに低水準に推移していたことが特徴であり、省エネルギーは「節約」という「伝統美德」として位置付けられていた。

省エネルギーの取り組みが実質的に始動したのは1980年以降である。改革開放政策により、経済が成長軌道に乗り、石炭・石油・電力を中心にした慢性的なエネルギーの供給不足が発生した。こうした中、1980年に政府は「(エネルギーの)開発と省エネルギーをともに強化し、目下省エネルギーを優先する」という、エネルギー政策の方針転換を行った。1986年の「省エネルギー管理暫定条例」の公布はこの時期における代表的な省エネルギー措置であった。こうした省エネルギーの取り組みにより、エネルギー需給が緩和し、GDPあたりのエネルギー消費が大きく低下した。

しかし、1998年以降、アジア金融危機が発生し、経済成長率が10%台から7%台に低下したことでエネルギー需給が緩和されたことと相まって、石炭と電力の供給過剰が生じた。石油も石油価格の下落で安価かつ潤沢に供給されるようになった。こうしたエネルギー需給情勢の逆転の影響を受けて省エネルギーの取り組みは停滞に転じた。1997年に「省エネルギー法」がようやく制定されたものの、法律を実施するための細則の制定までには至らなかった。また逆に各地方政府や企業に設置されていた省エネルギー部署は改廃されるようになった。

ところが2003年からはエネルギーを取り巻く情勢は再び大きく変化した。SARSの反動で、すなわち地方政府が既定の経済成長の目標を実現す

るために経済刺激政策を全面的に打ち出した結果として、経済が過熱に転じ、エネルギー需給が全面的に逼迫した。この年、電力不足は22省に広がり、石炭不足は石炭最大生産地である山西省にまで拡大した。また原油の輸入量も30%増加し、輸入依存度が36%に上昇した。同じ年、国際原油価格が高騰し、石油輸入のためのコストが急増することとなった。エネルギー問題に加えて国内の環境汚染問題への懸念がSARSを契機に一段と高まり、さらには地球温暖化問題に関する懸念も次第に高まるようになったことで、省エネルギー機運は一気に高まった。

2003年以降、中国政府はさまざまな省エネルギー対策を打ち出した(表1)。そのなかでは、2004年に発展改革委員会が制定した「省エネルギー中長期特別計画」、2006年に全人代が採択した第11次五カ年計画期間中GDPのエネルギー消費原単位を20%低下させる省エネルギー目標、2007年に発展改革委員会などが制定した「GDP原単位に関する評価等三方案」という三つの政策が特に重要な施策として考えられる。

今回の省エネルギー関連の取り組みは中央政府が強く推し進めているのが特徴である。ただし、中央政府の強い省エネルギーへの意志は必ずしも地方政府に伝わっていないのが現実である。その背景には、地方政府は改革開放以来の「経済優先」という政策路線から容易に脱出できないという構図が存在する。この意味で、2007年に発展改革委員会などが制定した「GDP原単位に関する評価等三方案」は「経済優先」の社会的志向を根本的に変えようとする重要な具体策となっている。同「方案」は省エネルギーの数量目標を幹部の人事評価に導入するとともに、「問責制度」と「一票否決制度」を導入した。この方案が公表されてからまもなく、地方政府と企業の省エネルギー取り組みは明らかに活発になってきた。

第2節 中国のエネルギー消費効率

エネルギー消費効率の指標としてGDPあたりのエネルギー消費量がよく利用されている(図1)。中国のエネルギー消費効率が低いといわれて

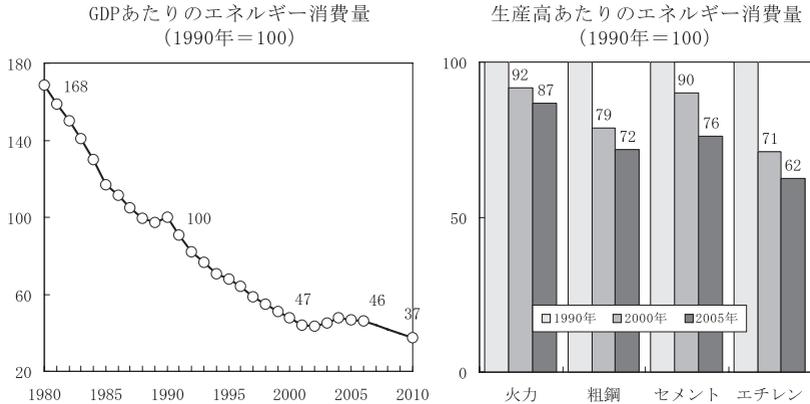
表 1 中国における最近の省エネルギー政策

年	制定部門 [共同制定部門]	省エネルギー政策と主な内容
2004年	国家發展改革委員会	「省エネルギー中長期特別計画」、初の省エネルギー計画として分野別の省エネルギー目標と対策が制定
2004年	国家品質監督檢驗檢疫総局 [国家標準化管理委員会]	「乗用車燃料消耗量限值」、初の乗用車燃費基準として制定
2005年	国家發展改革委員会 [国家品質監督檢驗檢疫総局]	「ラベリング管理方法」、冷蔵庫と空調を対象に実施
2005年	建設部 (旧。現在：住宅・都市建設部)	「新築住宅省エネルギー強化に関する通知」、50～65%の省エネルギー設計基準を実施
2005年	全国人民代表大会常務委員会	「再生可能エネルギー法」、風力やバイオマス等の利用を促進
2006年	全国人民代表大会	「第11次五カ年計画」、5年間20%省エネルギー目標を国家目標にするとともに、「環境友好・資源節約」社会の建設を基本国策に
2006年	財政部	「消費税」の税率の改正、小型車の優遇と石油製品の対象拡大等
2006年	科学技術部	「省エネルギー技術政策大綱」、省エネルギー重点分野を明確に
2007年	國務院	「省エネルギー・排出削減総合工作方案」、産業構造改善や分野別省エネルギー方針を策定
2007年	国家發展改革委員会 [建設部 (旧)]	「都市熱供給価格管理方法」、熱供給制度を改革
2007年	全国人民代表大会常務委員会	「省エネルギー法」の改正、省エネルギー対象の拡大と省エネルギー責任制度の明確化
2007年	国家發展改革委員会	「GDP原単位に関する評価等三方案」、幹部人事評価に目標を導入
2008年	中央機構編制委員会弁公室	「国家省エネルギーセンター」設立許可、省エネルギー政策の研究や省エネルギー宣伝等
2008年	國務院	金融危機への対策として省エネルギーが中心に十大プロジェクトが起動

(出所) 各種資料による筆者整理。

いるのは、中国のそれが日本の6.6倍、OECDの3.1倍も大きいためである。各国の物価水準の影響を取り除いた購買力平価 (PPP) のGDPあたりのエネルギー消費量で比較しても、中国は日本またはOECDより50%大きい (いずれも2005年時点の比較)。さらに、生産物物量ベースの生産高あたりのエネルギー消費量で比較した場合、中国は日本より35%大きいと

図1 エネルギー消費効率の推移



(出所) 中国国家统计局[2008a, 2008b], 史丹[2007]等より筆者作成。

計測されている(沈[2003])。

他方、これまでのエネルギー消費効率の推移をみると、GDPあたりのエネルギー消費量が少なくとも2000年までは急速に低下してきたことが観測されている。その後、GDPあたりのエネルギー消費量の低下が鈍化に転じたが、エネルギー多消費産業の物量ベース(キロワット時やトンあたり)のエネルギー消費原単位は引き続き減少を続けている。

すなわち、2003年以降に観測されたGDPあたりのエネルギー消費量の停滞は主に産業構造の変化によるものと考えられる。事実として、2003年以降、第2次産業、特に重化学業の増大が顕著であった。例えば、2003年のGDPに占める第2次産業のウェートは2002年比で1.2ポイント増の46%に増加したと同時に、製造業に占める重化学業のウェートが3ポイント増の66%に増加した。特に代表的なエネルギー多消費産業の粗鋼の生産量は前年比22%増加で、GDPの伸び率10%より2倍以上の伸びを示した。一方、コインの表裏関係のように、2003年以降比較的エネルギー消費の少ない第1次産業と第3次産業のウェートが減少に転じた。その結果、GDPあたりのエネルギー消費量が増加する結果となったのである。

以上の分析から次のようなことがいえよう。第一に、これまでは中国のエネルギー消費効率は大きく改善してきた。第二に、先進国と比較すると中国のエネルギー利用効率が低く、省エネルギーポテンシャルは大きい。第三に、近年、主要なエネルギー多消費産業において省エネルギーが明らかに進展しているにもかかわらず、全体のエネルギー消費効率が改善していない。これは産業構造が「悪化」（エネルギー多消費型）になっていることを示唆している。

以下、産業の代表として鉄鋼業、運輸の代表として自動車、エネルギー転換部門の代表として発電、そして家庭と業務からなる民生部門を対象に、それぞれの省エネルギーの可能性を定量的に分析する。そして各部門の省エネルギー量に基づいて中国全体の省エネルギー効果を評価する。

第3節 鉄鋼業における省エネルギー可能性

1. 鉄鋼業のエネルギー利用状況

中国の鉄鋼業はエネルギー消費量の最も多い産業部門である。鉄鋼業のエネルギー消費量は2005年に石油換算2億1000万トンとなり、一次エネルギー消費量の13%、最終エネルギー消費の19%、製造業の32%を占めている（中国国家统计局[2006]）。

中国鉄鋼業は1980年代から省エネルギーに向けた取り組みを開始した結果、1990～2003年までの13年間でエネルギー効率が35%改善した。しかし、2000年以降中小製鉄所が急速に増加したため、エネルギー消費効率の改善は鈍化した。

2000年に中国重点企業の粗鋼生産のエネルギー消費原単位⁽¹⁾は781kgsc/トン（kgsc=キログラム標準石炭、1キログラム標準石炭=0.7キログラムの石油、以下同様）（中国发展改革委員会[2004]）とされている。全国平均のエネルギー消費原単位は重点企業より約23%（『中国鋼鉄工業年鑑』編集委員会[2001]）悪いとされているため、約961kgsc/トンと推

表2 中国重点企業の省エネルギー技術の普及状況

	中国	日本
高炉容積 3000 立方メートル以上の炉数比率(*)	2% (2005 年)	68% (2003 年)
高炉ガスの回収率(**)	70%程度 (2006 年)	ほぼ 100% (2006 年)
コークス炉ガスの回収率(**)	60%程度 (2006 年)	ほぼ 100% (2006 年)
CDQ 普及率 (生産量ベース)(***)	35% (2005 年)	90%程度 (2006 年)
TRT 普及率 (能力ベース)(***)	52% (2005 年)	100% (2006 年)

(注) CDQ=コークス乾式消火設備；TRT=炉頂圧回収タービン発電設備

(出所) (*)中国鋼鉄工業協会情報部[2005]。(**)ヒアリング調査。(***)2006年10月中国鋼鉄工業協会環境保護と省エネルギー工作委員会第4次年会における中国鋼鉄工業協会副会長呉建常の講演資料。

定できる。一方、同時期の日本の平均は705 kgsc/トン(日本鉄鋼連盟[2003]と日本鉄鋼協会[2002]の平均)であったため、エネルギー消費原単位は中国重点企業が日本より10.7%高く、中国全国平均が日本より36.2%高いと推定できる。環境対策や統計基準の差異があるため、厳密に日本と比較するのが困難であるが、中国重点企業の省エネルギー技術の普及状況を比較すると、中国鉄鋼業における省エネルギー可能性は大きい(表2)。

2. 鉄鋼業の省エネルギー可能性

中国政府は鉄鋼業における省エネルギーの重要性を認識し、2004年に発表した「省エネルギー中長期特別計画」のなかで、粗鋼生産のエネルギー消費原単位を2000年から2010年までに11%、2020年までに18%改善する目標を打ち出した。この目標を実現するために、政府は2005年に「鉄鋼産業発展政策」を発表し、鉄鋼業の省エネルギーの取り組みを強化した。その内容として、①小規模製鉄所の淘汰、②鉄鋼業のM&Aの加速、③省エネルギー技術の普及、となっている。

乱立する中小規模の製鉄所を淘汰すると、大きな省エネルギー効果が期待できる。少なくとも、2000年における全国平均と重点企業のエネルギー消費原単位の差180kgsc/トンは省エネルギー効果として期待できるであろう。鉄鋼業のM&Aについては、政府の目標として上位10社の生産シェアが2010年に50%以上、2020年に70%以上に引き上げるとされている。

表3 鉄鋼業における主な省エネルギー技術による省エネルギー効果

	2000年実績 (%) ①	目標値(日本参照) (%) ②	エネルギー原単位 (メガカロリー/トン) ③	省エネルギー量 (メガカロリー/トン) ④=(②-①)×③
TRT	5	97	136	125
CDQ	5	90	43	37
CC	83	98	350	53
転炉ガス回収率	10	100	250	180*

(注) (1) TRT = 炉頂圧回収タービン発電設備; CDQ = コークス乾式消火設備; CC = 連続铸造設備。

(2) *電炉の比率は20%とする。

(出所) 2000年実績は田中ほか[2005], 『中国鋼鉄工業年鑑』編集委員会[2001]等により。予測値は筆者想定。

この目標が実現すれば、重点企業の平均生産規模が1590万トンに上昇することが見込まれる。これはおよそエネルギー消費原単位を77kgsc/トン減少できる省エネルギー効果である。

省エネルギー技術の普及という観点については、TRTやCDQなど省エネルギー技術を積極的に導入するという対策が重要である(表3)。表に示したとおりに四つの代表的な省エネルギー技術を導入すると、エネルギー消費原単位は56kgsc/トン改善することが見込まれる。

上記の省エネルギー効果は2000年実績の技術水準を基に計算した。中国鉄鋼業における全体の省エネルギー効果として、エネルギー消費原単位が2000年の961kgsc/トンから648kgce/トンに改善できるということになる。省エネルギー率として示せば2000年に対して33%、2005年に対して28%の省エネルギーが見込まれるということになる。

第4節 自動車分野における省エネルギー可能性

1. 中国のモータリゼーションと石油消費

中国では、高い経済成長を背景に、モータリゼーションが急速に進展している。1990年から2005年にかけての15年間、中国の自動車保有台数

は約6倍増加して3200万台に達した。2009年以來中国の自動車販売台数が6カ月連続でアメリカを抜いて、中国は世界一の自動車市場となった。モータリゼーションの進展が追い風となって、石油消費は顕著に増加した。原油消費量は1990年に1億1800万トンであったが、2008年に3億8000万トンに増加した。中国は1996年から原油純輸出国から純輸入国に転じ、わずか12年間で輸入依存度が50%に上昇した。2030年に中国の自動車の普及台数が2億3000万台と予測されているため（沈[2006a]）、自動車分野におけるエネルギー消費がさらに増加する見通しである。

2. 燃費改善の可能性

中国乗用車の燃費水準は、平均排気量が1650ccであり、NEDCモード⁽²⁾の平均燃費が9.1リットル/100キロメートル（中国汽車技術研究中心[2003]）と報告されている。これに対して、日本では平均排気量が1616ccであり、10・15モードという日本の燃費計測方法で平均燃費が13.5キロメートル/リットル（(財)日本エネルギー経済研究所[2006]）となっている。日本の平均燃費を排気量1650ccのNEDCモードに変換した場合6.1リットル/100キロメートルとなる。すなわち、乗用車100キロメートルあたりの走行に中国は日本より3リットルのガソリンを多く消費している。中国が日本並みの燃費水準に達した場合、33%の省エネルギーが実現できるという計算になる（沈[2006b]）。

一方、貨物車の燃費については中国の平均等速燃費（100キロメートル/時）で34.2リットル/100キロメートルであるのに対して、日本の平均等速燃費（60キロメートル/時）で18.7リットル/100キロメートルであり、目安として両者の差は乗用車以上であると推測される（沈[2006b]）。

日中両国の燃費の差は自動車燃費改善技術の導入の差を反映している。2004年の販売ベースで上位15車種の燃費技術の導入状況を調査すると、燃費改善技術の導入は一部の中・高級自動車に限られている。導入されている燃費改善技術を見ると、その多くが電子制御式燃料噴射技術の一種であるMPI（マルチ・ポイント・インジェクション）という技術である。

この技術は三元触媒技術とともに誕生したものであり、日本では一般的に使われている。

一方、日本では、自動車燃費技術を改善するために、エンジン技術として可変バルブタイミング機構、インタークーラー、リーンバーン、高圧噴射、可変圧縮比、ローラーカムフォロワー、低摩擦エンジンオイル、アイドリングストップ装置、過給機追加、電子制御式燃料噴射、筒内直噴、HCCI（均質圧縮点火）、ミラーサイクル、大量 EGR（排気再循環）システム、ピストンとリングの摩擦低減、気筒休止（可変気筒）など、主要な技術だけでも 20 種類近く採用されている。その他、車輛の軽量化（部品軽量化、軽量材料採用拡大、ボディ構造の改良）、補機駆動、駆動系、走行など自動車燃費にかかわる各方面でさまざまな技術を開発・導入している。

燃費技術の導入を促進するには、排ガス規制の強化や石油製品の品質改善も欠かせない。排ガス規制の強化はエンジン燃焼技術を促進する効果がある。日本の自動車メーカーは 1978 年に強化された排ガス規制に対応するために、電子制御式燃料噴射技術を開発したため、結果として燃費も飛躍的に向上した。

多くの燃費改善技術の導入には、石油製品の高い品質が求められる。代表的な燃費改善技術である直噴技術、リーンバーン技術、タービン増圧技術、コモンレール噴射技術、排気ガス再循環技術などについては、いずれも燃料の低硫黄含有量と低多環芳香族炭化水素含有量が求められる。中国における燃費技術の導入を促進するには、現在の石油製品の品質を早い段階で向上させる必要がある。

3. 自動車の小型化

自動車の排気量は自動車の燃料消費に影響する重要な要素である。中国では人気の排気量は 1.6 リットルであり、2003 年の平均販売排気量は 1.67 リットルであった。これに対して、日本の平均排気量は 2004 年度保有ベースで 1.62 リットル、2003 年度販売ベースで 1.46 リットルであり、中国の方が大きい。平均排気量が 100cc 低下すると、燃費はおおむね 0.3 リット

ル/100キロメートル改善されると推定されている。中国の自動車小型化の目標として、平均排気量を日本の1980年代の平均排気量1.5リットル程度まで低下させると、燃費は約0.45リットル/100キロメートルの改善が期待できる。省エネルギー率に換算すると、約6%である。2030年における乗用車の比率から自動車全体の省エネルギー効果を計算すると省エネルギー率は5%となる。

小型車を普及させるためには、小型車の品質向上と普及促進政策が必要である。日本では、軽自動車は普通車に対して税制上、車輛取得税が60%、自動車重量税が23%、自動車税が82%の税負担率で優遇されている。中国では、唯一傾斜税率となっている自動車消費税が60%程度の負担率の優遇を受けることができるに止まっている。

4. 軽油乗用車の適宜普及

中国は軽油貨物車が一定程度普及しているが、軽油乗用車については日本ほど普及していない。その理由は、一つは軽油車の排ガス問題が懸念されているため、もう一つは中国の軽油需要がさらに逼迫することが懸念されているためである。しかし、軽油車はガソリン車より効率がおおよそ20%高いため、軽油車も適宜普及することが望ましい。新しい「自動車産業政策」でも「軽油乗用車の比率を徐々に高めていく」方針を明確にしている。中国国務院研究中心産業経済研究部の最近（2006年4月）の研究によると、現在では軽油乗用車の比率が0.2%であるが、2020年に30%へと引き上げるべきと主張している。仮に、この目標が2030年に実現されると、平均燃費を5%向上できると試算される。

5. ハイブリッド技術の導入

ハイブリッド技術は、革新的な燃費向上技術として中国でも普及する可能性が高い。中国は1996年から「863プロジェクト」を中心にハイブリッド自動車の技術開発を積極的に進めている。最近では、政府の各種エネ

ギー・自動車産業関連の政策はいずれもハイブリッド自動車の促進を鮮明に打ち出しており、自動車メーカーも積極的にハイブリッド車の開発に取り組んでいる。2030年に中国において最大で50%のハイブリッド車普及率に達すると想定すると、14%の省エネルギー効果があると試算される。

上記の分析をまとめると、自動車の燃費改善のポテンシャルは2030年までに約48%と推定できる。

第5節 電力産業における省エネルギー可能性

1. 電力産業のエネルギー利用効率

中国は建国以来これまでの約50年の間、電力を中心にしたエネルギー供給不足が慢性的に続いていた。1985年に「電源の開発者が電力の使用者、利益の享受者になる」という優遇政策を制定し、民間資本の電源開発への参入を促進する方針に転換した。そのため1990年代の後半に入ると逼迫していた電力需給は緩和に転じはじめ、特に1998年になるとついに供給余剰が発生することとなった。しかし、2003年以降、経済の過熱と電力価格制度の改革の問題から再び供給不足に陥った。

日中両国の電力産業のエネルギー利用効率を比較すると、発電効率、所内消費率、送配電損失率のいずれにおいても中国のエネルギー利用効率の方が低いことがわかる（表4）。

その原因として次のような問題点が考えられる。

第一に、高い石炭発電のシェア。中国の石炭発電のシェアが非常に高い

表4 日中電力産業における効率の比較（2005年）

	中国	日本
発電端効率（%）	35.8（石炭）	40.3（石炭）
所内消費率（%）	6.8（石炭）	4.4（火力平均）
送配電損失率（%）	7.1（全平均）	5.1（全平均）

（出所）中国電力企業聯合会[2006]、資源エネルギー庁[2006]「電力需給の概要2005」中和印刷株式会社。

ため、石炭発電はベースロード、ピーク調整、周波数調整といった三つの役割を同時に担うことを強いられている。その結果として、発電効率が低下し、所内消費率が上昇した。

第二に、小規模な発電設備平均容量。中国では1基あたりの発電設備の平均容量は2005年時点でも6万2000キロワットにすぎないため、発電熱効率が非常に低い。

第三に、不安定な石炭品質。石炭品質が不安定なため、ボイラーの燃焼効率が低下し、選炭・配炭など石炭処理のエネルギー消費量も増加している。

第四に、技術の欠如。運転技術上の原因で、中国では計画外の停止が多発していると報告されている。また、設備技術を見ても電気式ポンプが蒸気式より多い、遠心力式送風機が軸式より多いことで、いずれも消費効率が2割以上の差があると指摘されている。

第五に、高圧送電のシェアが低いなどの原因で送電ロス率が高い。

2. 電力産業の省エネルギー可能性

中国の電力産業における今後の省エネルギー対策や動向を表のように想定したい(表5)。

それぞれの省エネルギー効果は、実績値からの因果関係、理論知識、またはこれまでのトレンドに基づいて試算すると、発電効率(石炭発電)は42.5%に向上するのに加え、所内消費率は4.2%に減少し、送配電損失率は4.7%に低減できるという想定となる。ちなみに、発電効率への各影響要素のうち、平均規模の拡大と高温高圧化への技術進歩による省エネルギー効果が80%以上を占めている。

表5 電力産業の省エネルギー対策

分類	影響要素	省エネルギー対策の内容
発電効率関係	単機規模の拡大 高温・高圧へ 効率順で稼働 電源構成の改善 日常運転管理の強化	2005年平均の6万キロワットから35万キロワットへ向上 超高圧→亜臨界→超臨界 効率の高い発電設備が優先的に稼働 原子力、ガス火力の進展 現場の省エネルギー活動の強化
所内消費率関係	単機規模の拡大 ポンプ効率の改善 送風機効率の改善 石炭発熱量の維持 日常運転管理の徹底 電源構成改善	単機規模を拡大し所内消費率を減少 電気式から蒸気式へ改造 遠心力式から軸式へ改造 選炭率の向上 現場の省エネルギー活動を強化 原子力、ガス火力の進展で負荷平準化を図る
送配電関係	高圧送電 低抵抗送電線使用 送電最適化技術応用 高効率変圧器	110/220キロボルトから220/500キロボルトへ向上 都市部と農村部の送電網の改造 運転技術力の向上 30%以上の高効率省エネルギー変圧器を導入

(出所) 筆者想定。

第6節 民生部門における省エネルギー可能性

1. 民生部門におけるエネルギー消費の現状

近年、民生部門のエネルギー消費は急速に増大している。統計によると、2000年家庭部門のエネルギー消費量は石油換算7900万トンであったが、2005年に約44%増の1億1400万トンとなった。5年間の増加は3500万トンであったが、そのうち、約3分の2は都市部の増加によるものであった。所得水準の向上による家電製品の普及、住居面積の増加、都市人口の増加などが原因であった。一方、同期の業務部門のエネルギー消費量は4300万トンから47%増で6300万トンに上昇した。都市部人口の増大で病院、学校、ホテル、商店、娯楽施設など公共施設が増加するとともに、オフィスビルの急拡大を代表にサービス業が拡大していることが原因であった。

2. 民生部門における省エネルギー取り組み

中国の民生部門では主に四つの省エネルギー取り組みが行われている。

(1) 建築物の省エネルギー基準

中国初の建築物の省エネルギー基準は1986年に建設部が制定した「民用建築省エネルギー設計基準（熱供給住宅建築部部分）」である。その内容は中空レンガの使用禁止や熱供給システムの改善などの対策で、従来のエネルギー消費より30%省エネルギーするというものであった。1995年に建設部は建築物省エネルギーの第2段階として、上記の省エネルギー基準を改定し、省エネルギー率を30%から50%に引き上げる方向で基準を強化した。そして第3段階として、65%の省エネルギーが目標となっている。2005年からは、北京や天津など、一部の大都市はこの第3段階の省エネルギー目標達成を目指して実施を開始している。

(2) エネルギー効率基準とラベリング制度

1989年に中国は「空調エネルギー消費基準値とエネルギー効率レベル」という国家基準を制定し、はじめてエネルギー効率基準を家電製品に適用した。2005年3月に「エネルギー効率ラベリング管理方法」が制定され、空調と冷蔵庫を対象にしたラベリング制度が導入、現在その対象機器が拡大している。

中国のラベリング制度はエネルギー消費効率を5級（段階）に分けている。例えば、空調のCOP⁽³⁾は1級3.4, 2級3.2, 3級3.0, 4級2.8, 5級2.6となっている。ちなみに、5級の2.6は1989年の2.4から引き上げたものであり、2009年にはさらに3.2に引き上げる予定である。こうした省エネルギー基準の強化の効果は既に現れ始めている。例えば、ラベリング制度の導入で空調メーカー数は従来の150社から96社に減少した。技術力のない企業が淘汰された形となったといえよう。

(3) 熱供給制度の改革

北部地域では冬季の熱供給が義務付けられている。この制度は長年にわたって福祉制度の性格を持ってきた。熱供給に支払う料金制度は住宅面積に従量しており、なおかつ居住者の勤務先がしばしば肩代わりしている。料金制度を改革すれば30%の省エネルギーが可能とされている。2007年、建設部は「都市熱供給価格管理方法」を制定し、10月から実施した。改革の主な内容は熱供給価格に「基本料金」と「従量料金」を導入するものである。

(4) 公的機関の省エネルギー

1998年に「省エネルギー法」を広めるため、当時の経済貿易委員会などが軍隊、教育、医療、研究機関など公的部門が率先して省エネルギーに取り組むべきと提唱した。2004年の「省エネルギー中長期特別計画」の公表とともに、省庁の省エネルギーは10大省エネルギープロジェクトの1つとして重点化された。主な内容としては以下のとおりである、①省庁建築物の省エネルギー診断、省エネルギー改造、省エネルギー照明と機器の導入、②公用車の省エネルギー管理、③省エネルギー機器を優先にした政府調達、④エネルギー消費の政府財政の全額負担から一定範囲の負担へ変更、⑤第11次五カ年計画期間中20%の省エネルギーを目指す。

以上の分析に基づいて民生部門の省エネルギー可能性を試算すると、2030年に人口14億5000万人、都市化率60%、1人あたりの住宅面積（都市部）が37平方メートル、省エネルギー建築達成率53%（新築）などと想定した場合、民生の省エネルギー率は全体で26%と推定される。その内、熱供給の省エネルギー率は都市部では30%、農村部では9%、平均では21%と推定される。また、空調の省エネルギー率は42%と推定される。

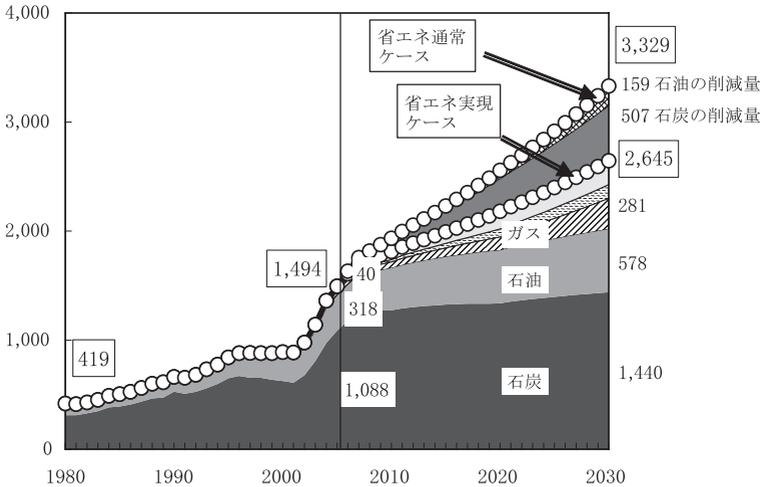
第7節 省エネルギー効果の評価と日本からの学習

1. 中国全体の省エネルギー効果の評価

中国の省エネルギーは、エネルギー需給緩和と環境保全という観点からその必要性が明らかである。また、部門別のエネルギー利用効率の状況からみてわかるように、いずれの部門も省エネルギーのポテンシャルが非常に大きい。さらに、政府が強い取り組み姿勢で省エネルギーに臨んでいるため、今後省エネルギーが確実に進展することも期待できる（図2）。

しかし、中国全体の省エネルギー効果を評価するには、個別部門の省エネルギーポテンシャルを単独に評価するだけでは全容がみえない。また、電力など最終消費部門で節約したエネルギーはエネルギー転換部門でいっ

図2 中国における省エネルギーの効果（石油換算百万トン）



(注) 主な前提条件として（伸び率は2005～2030年、数量は2030年の値）、①GDP成長率6.8%、②人口14億5000万人、③自動車保有台数2億2800万台、④粗鋼生産量5億1000万吨、⑤都市化率60%、⑥原油価格118ドル/バレル。

(出所) 実績値はIEA[2005] *World Energy Outlook 2005*, Paris: IEA-OECD, 予測値は筆者のモデルによる試算。

たん加工される過程があるため、個別部門が節約した省エネルギー量を単純に足し合わせても全体の省エネルギー効果とはならない。そこで筆者はエネルギー需給をトレンド的に予測するシミュレーション型の手法と、技術や政策を明示的に評価できる一般均衡モデルの手法を統合したモデルを用いて中国における全体の省エネルギー効果を評価することにした。

予測における主な想定としては、経済成長は穏やかに低下し、都市化やモータリゼーションは引き続き進むものとしている（詳細は図2を参照）。こうした想定のもと、仮に中国の省エネルギーの進展は現状維持とした場合（「省エネ通常ケース」とする。省エネルギーの進捗率はおおむね過去10数年と同程度と想定）、中国の長期エネルギー消費の見通しは一次エネルギー消費量が2005年に石油換算14億9000万トンであったのに対して、2030年には石油換算33億3000万トンに達すると試算される。これに対して、各部門の省エネルギー可能性が実現した場合（「省エネ実現ケース」とする。各部門で計られた省エネルギーポテンシャルが2030年までにおおむね実現すると想定）、一次エネルギー消費量は2030年に26億5000万トンに抑制できると試算される。このケースでは、中国のGDPあたりのエネルギー消費量は過去25年と同様に35%に低下する試算である。

二つのケースを比較すると、エネルギー消費の削減量は6億8000万トン（21%）に上り、そのうち、石炭は5億1000万トン（26%）、石油は1億6000万トン（22%）の減少となっている。さらに、省エネルギーの効果として、CO₂の排出量も炭素換算28億4000万トンから21億5000万トンに減少し、削減量6億9000万トン（24%）となる。中国の省エネルギーがもたらす効果が全体で非常に大きいことがわかる。

2. 日本の省エネルギー経験と日中省エネルギー協力

日本は省エネルギー先進国と称されている。GDPあたりのエネルギー消費量や個別産業のエネルギー消費原単位などの指標をみた場合、日本のエネルギー消費効率は他国と比べて明らかに高い。それでは中国が学ぶことのできる日本の省エネルギー経験にはどのようなものがあるだろうか。

日本における省エネルギー経験のうち、普及促進策の多くは、1979年に制定された「省エネルギー法」を中心に展開されている。そのなかで、エネルギー管理士制度、エネルギー利用状況の定期報告制度、そしてトップランナー制度などが日本の省エネルギーを牽引するエンジンとしてしばしば紹介される。より抽象的に総括すれば、省エネルギー成功の原因としては、「ムチ」（規制と罰則）と「アメ」（目標と支援）の使い分けや、「官」（政府）と「民」（企業）の協力などもしばしば指摘されている。こうした見解はいうまでもなく貴重な見方であるが、中国に適した日本の経験として、筆者は次の2点を特に強調したい。

第一に、長期努力。日本の省エネルギーの歴史は「省エネルギー法」が制定される以前にも、1951年の「熱管理法」公布や1947年の「熱管理規則」公布、また、1942年の「全国熱管理委員会設置要綱」公布、1937年の商工省燃料局による燃焼指導の開始、1932年の大阪府における「汽缶士」免許制度の導入、1929年の大阪府立産業能率研究所による「燃焼指導部」設立と燃焼指導の開始、1920年の農商務省燃料研究所設立と燃焼研究活動の開始、さらに、1910年代に大阪府で「火夫（燃焼作業員）」養成事業が開始されるなど、約100年にわたって数々の省エネルギーが取り組まれてきた。既存の省エネルギーの取り組みのほとんどはその歴史を継承したものである。すなわち、今日の日本の省エネルギー水準は決して短期間で到達したものではなく、長期にわたって省エネルギー制度を徐々に構築し、省エネルギーの取り組みを不断に行ってきた成果である。

第二に、省エネルギー専門家集団の育成。日本の代表的な省エネルギー制度の一つとしてエネルギー管理士免許制度が「省エネルギー法」に定められている。しかし、この制度は1947年の「熱管理規則」の定めにより、既に熱管理士免許制度として創設されている。さらにさかのぼると、同制度のひな型ともいえる「汽缶士」や「火夫」の養成事業がより古い時代から既に行われていた。日本の省エネルギーの歴史は技術者の育成の歴史ともなっている。ここでは、熱管理士免許制度が実際に大量の技術者を育成した事実を強調したい。例えば、1947年から1970年までの24年間で熱管理士を合計1万6484人も育成した。

一方、省エネルギーが停滞した時期は、「工場で各企業の熱管理の成績・関心が悪く、熱管理も活発ではない」という状況であり、時代は戦時時期であったこともあり、「熟練せる汽缶士の応召」という問題も原因としてあった。また、「現在でも技術者の欠如で省エネルギーが進んでいない事業者が多い」と指摘されている（(財)省エネルギーセンターのヒアリング調査による）。これらの事例はまさに省エネルギーの取り組みにおける技術者の役割の重要性を示唆しており、したがって中国でもこうした省エネルギー知識に精通する専門家集団を早期に育成するのが極めて重要であることを示唆するものである。このためには中核となる人材の登用、省エネルギー教材の編集・出版・配布、予算の確保などの事業展開を省エネルギーの第一歩として歩み出すべきであると思う。

目下、中国ではさまざまな省エネルギーの取り組みが行われている。各政府部門が打ち出している省エネルギー政策は多い時には毎週のように公布されている。2007年には、エネルギー需給が非常に逼迫したが、その時でさえ小規模の製鉄所・発電所の閉鎖に手を緩めなかった。また、世界金融危機が中国を直撃した2008年でも、省エネルギープロジェクトを重要な景気回復政策として位置付けている。筆者としては、こうした中国の強い姿勢に感銘を受ける一方、多くの省エネルギー政策が一過性のものにすぎないとも冷静に受け止めざるをえない。長期的に有効な省エネルギー制度を構築するよりも、即効性のあるプロジェクトベースの省エネルギーの展開に傾倒しがちである印象である。こうした状況を踏まえ、改めて中国に有用な日本の省エネルギー経験として長期努力の必要性和省エネルギー専門家集団育成の重要性を特に強調したい。この二つの経験は普遍的経験として日本にもいえるだけでなく、中国にとって最も早急に取り入れるべきものと考えている。

一方、省エネルギー分野における日中両国の協力は既にさまざまな形で展開されている。歴史的に古いものもあれば、最近開始されたものもある。鉄鋼・自動車分野を代表として、民間分野で多くの協力関係が結ばれている一方、政府間の協力として多くのエネルギー政策の立案者や関係研究機関の専門家が中国から日本に招聘され、日本の省エネルギー制度や経験の

紹介が行われてきた。また、中国企業・団体・機関向けの「日中省エネルギー・環境協力相談窓口」を中国に設置し、日中省エネルギー・環境ビジネスネットワークの構築に向けた取り組みも開始されている。

日中省エネルギー協力は「環境保護・資源節約」という中国の国家基本政策に合致しているため、今後も一層加速する可能性があるが、目下重点的な協力分野として、筆者としては次の三点を挙げたい。

第一に、省エネルギー制度の設計と構築。中国にとっては、行政による強制的な指令だけではなく、省エネルギーインセンティブが機能するような自律的な省エネルギー制度の構築が急務となっている。このために、多くの日本の省エネルギー制度・経験をよりわかりやすく、より中国の実情にあった形で紹介・構築することが重要となっている。例えば、税制上・金融上・直接補助という三本柱となっている日本の省エネルギー補助制度がいかにして30年以上にわたってもなお安定した形で運営できているか、その仕組みと経験の紹介が望ましい協力の一例であろう。

第二に、省エネルギー専門家集団の育成。既に述べたように、日本で省エネルギーが進展してきた大きな要因の一つはさまざまな分野で省エネルギー専門家が活躍していたからである。こうした省エネルギー専門家集団を育成しないと、真の省エネルギーを期待できない。日本は蓄積してきた省エネルギー知識を整理して、中国の省エネルギー専門家集団の育成に協力することが重要である。例えば筆者が提案した100人から1000人規模の省エネルギー専門家育成プログラムは一大協力事業として日中政府間で展開すべきであろう（沈[2009]）。

第三に、省エネルギー設備の導入。日本の省エネルギーにかかわる歴史は運転改善や操業管理などの省エネルギー活動が先行し、その後省エネルギー設備の導入で省エネルギーをさらに進展させた経緯がある。しかし、現在の中国は工業化の真っ最中にあるため、エネルギー多消費設備が大量に設置されるようになっている。エネルギー消費効率の低い設備が導入され、長期にわたって影響を及ぼしてしまうエネルギー・ロックを回避するため、省エネルギーの自主努力と並んで省エネルギー設備の導入も同時に行うことが必要となってくる。知的財産権保護などの問題をかかえながら

も、中国での省エネルギー設備の導入に日本が積極的な役割を果たすことが重要な協力内容であろう。

おわりに

中国では省エネルギーの機運が2003年から急速に高まりをみせている。2006年に「第11次5カ年計画」期間中の5年間で20%前後の省エネルギー目標の達成を国家目標にするとともに、「環境友好と資源節約」社会の建設を基本国策とした。これまでの省エネルギー取り組みの成果として2008年までの3年間でGDPあたりのエネルギー消費量は既に10%強の低下を実現している。既に分析してきたように、GDPあたりのエネルギー消費量や、粗鋼生産のエネルギー消費原単位、自動車の燃費水準、そして発電効率などのエネルギー消費効率の指標をみた場合、中国の省エネルギーポテンシャルは今後もまだ非常に大きいことが明らかとなった。的確な省エネルギー政策のもとで省エネルギーを進めた場合、2030年には年間の省エネルギー量は石油換算6億8000万トンに達することが可能と試算されている。

各国の状況が異なるため、日本の多くの省エネルギー経験をそのまま中国に適用することはもとよりできないが、100年の日本の省エネルギー歴史を振り返ると、長期にわたる省エネルギーへの取り組みと省エネルギー専門家集団育成の重要性が普遍的な経験として中国にも当てはまると考えられる。こうした経験を活かすことによって、短期的には中国の2010年までの「20%の省エネルギー目標」、中期的には2020年までの「40~45%のCO₂排出削減目標」に大きく貢献できるだけではなく、長期的には中国の経済・社会の発展を持続可能な成長軌道に載せることになるであろう。

〔注〕

- (1) 単位生産量、すなわち粗鋼1トンあたりのエネルギー（標準石炭）消費量を指す。
- (2) New European Driving Cycle の略語、ヨーロッパが用いる燃費計測の方法。
- (3) Coefficient of Performance の略語、消費されたエネルギーの何倍の仕事ができる

かを示す指標。

〔参考文献〕

〈日本語文献〉

- 小堀聡[2006]「戦時期・戦後復興期日本の熱管理運動・熱管理政策」、『大阪大学経済学』第56巻第2号、41-69ページ。
- 沈中元[2003]「中国の省エネルギー潜在力」、『エネルギー経済』第29巻第4号（秋季号）、1-14ページ。
- [2006a]「所得分布曲線を利用した中国のモータリゼーションの予測」、『エネルギー経済』第32巻第3号（6月号）、20-30ページ。
- [2006b]「中国の自動車分野における省エネルギーの可能性」、『エネルギー経済』第32巻第5号（10月号）、20-39ページ。
- 田中加奈子・佐々木宏一・工藤拓毅[2005]「効率化技術による二酸化炭素削減ポテンシャルの部門別評価—地球温暖化の国際枠組み構築のための評価指標の検討」、(財)日本エネルギー経済研究所ウェブサイト (<http://eneken.ieej.or.jp/index.html>, 2009年1月16日閲覧)。
- 電気事業連合会統計委員会[2006]『電気事業便覧 平成18年』オーム社。
- (財)日本エネルギー経済研究所[2007]『アジア/世界エネルギーアウトック 2007』(財)日本エネルギー経済研究所ウェブサイト (<http://eneken.ieej.or.jp/index.html>, 2009年1月16日閲覧)。
- [2006]『エネルギー・経済統計要覧 2006』(財)省エネルギーセンター。
- 日本鉄鋼連盟[2003]『The Steel Industry of Japan (2002)』日本鉄鋼連盟ウェブサイト (<http://www.jisf.or.jp/>, 2005年10月1日閲覧)。
- 日本鉄鋼協会[2002]『鉄鋼便覧第4版 CD-ROM』日本鉄鋼協会。

〈中国語文献〉

- 劉志平・蔣漢華[2002]「我国鋼鐵工業節能展望」、『中国能源』第24巻第9号（9月号）、19-23ページ。
- 沈中元[2009]「日本百年節能史及其对中国的啓示」、『国際石油経済』第17巻第5号（5月号）、45-53ページ。
- 史丹[2007]「中国的經濟結構增長速度与能源效率」、『国際石油経済』第15巻第7号（7月号）、7-15ページ。
- 中国電力企業聯合会[2006]『2005年全国電力工業統計年報』中国電力企業聯合会ウェブサイト (<http://www.cec.org.cn/>, 2009年1月16日閲覧)。
- 中国發展改革委員会[2004]『節能中長期專項規劃』中国發展改革委員会ウェブサイト (<http://www.ndrc.gov.cn/>, 2009年1月16日閲覧)。
- 中国鋼鐵工業協会信息部[2002]『中国鋼鐵統計 2002』北京：中国鋼鐵工業協会。
- [2005]『中国鋼鐵統計 2005』北京：中国鋼鐵工業協会。
- 『中国鋼鐵工業年鑑』編集委員会[2001]『中国鋼鐵工業年鑑』北京：中国鋼鐵工業協会。
- 中国国家统计局[2006]『中国能源年鑑 2005』北京：中国統計出版社。
- [2008a]『2007年国民經濟社会發展公報』中国国家统计局ウェブサイト (<http://>

www.stats.gov.cn/, 2009年1月16日閱覽)。
——[2008b]『中国統計年鑑(2007)』北京：中国統計出版社。
中国汽車技術研究中心[2003]「中国汽車燃料經濟性標準法規及政策研究」(委託研究報告書：會議配付資料)