

中国における石油代替燃料の導入とその評価¹

ジョンユエ
張悦 *・CHEW CHONG SIANG **

1. はじめに

中国は、近年目覚ましい経済成長を遂げ、庶民の自動車保有台数が増加するなど、石油の消費と輸入が急増している。一方で、深刻な大気汚染が引き起こされるなど、環境保護対策や石油備蓄建設を含むエネルギー安全保障問題への対応が迫られている。同時に、国際石油価格の高騰を受け、中国政府は国内における省エネルギーの強化、石油備蓄の建設、石油代替燃料の促進等、相次いで対策を打ち出している。

本論文は、特に石油代替燃料に焦点を当て、石油代替燃料促進の背景と政策を概観し、バイオ資源と石炭を起源とする石油代替燃料の開発・導入動向等を調査する。また、各関連機関の議論および政策制定プロセスの把握につとめ、中国における石油代替燃料促進政策を評価し、その課題を考察する。最後に、今後の中国における石油代替燃料導入の方向性とそれによる中国及び国際石油市場への影響を検討する。

2. 石油代替燃料を促進する背景

中国は市場経済を導入して以来、長年に亘り経済成長が続き、エネルギー消費も増加し続けている。2005年の一次エネルギー消費量は、石油換算で年間15.5億トンに達し、そのうち石油消費量が3.4億トンで、全体の22%を占めている(図1参照)。一方、中国国内の原油生産量は、ここ15年間ほぼ横ばいとなっており、2005年では1.8億トンに止まっている。拡大し続ける旺盛な石油需要に対応するために、石油輸入量が急増し、2005年の輸入量では1.5億トンを超え、石油輸入依存度は47%までに拡大している。他のエネルギーについても、現在のところ、石炭については依然として純輸出を維持しているが、2006年には広東省でLNG輸入が開始され、中国は天然ガスの輸入国にも転じた。

更に、石油の消費を見ると、2005年における中国の石油消費量の約4割、1.3億トンは輸送部門で消費されており、2004年の道路輸送分野の石油需要の増分は1,000万トンを超えている。さらに、このような石油消費量の増加に大きな影響を与える自動車販売が、2006年に770万台に達し、前年比25%増となった。このような化石燃料消費の拡大に伴い、大気汚染を始めとする環境への負荷が深刻化している。

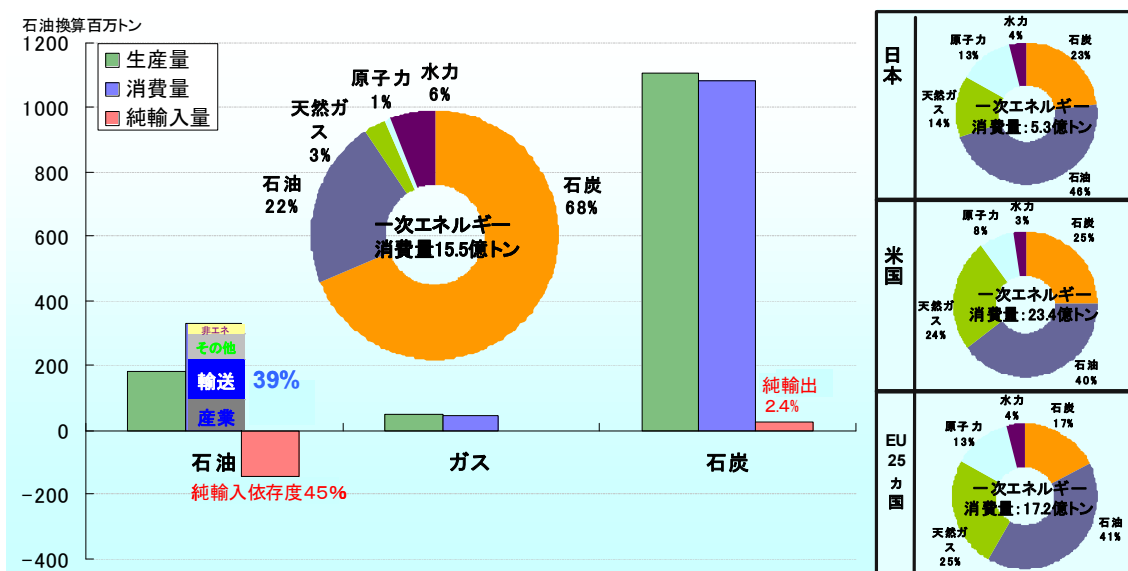
¹ 本稿は2007年1月25～26日に開催された「第23回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス」で発表した論文を加筆・修正したものである。

* (財)日本エネルギー経済研究所 戦略・産業ユニット 国際動向・戦略分析グループ 研究員

** (財)日本エネルギー経済研究所 戦略・産業ユニット 新エネルギー技術・石炭グループ 研究員

国際エネルギー機関（IEA）の見通し²によると、2030年までに中国の石油生産量は1.4億トンにまで減退する。これに対して、今後の石油消費量は7.6億トンに拡大し、石油純輸入量は6.2億トンに達し、石油輸入依存度は80%を超えると共に世界最大の石油輸入国になると見込まれている。

図1 中国の2005年における一次エネルギー需給



出所：BP 統計（2006年版）

3. 石油代替燃料に関する政策

このような状況の中で、中国政府は石油消費量と輸入依存度を抑制する戦略の1つとして、輸送部門と産業部門における石油代替燃料の促進を積極的に取り込むこととなった。2006年3月から実施されている「第11次5ヵ年計画」では、石油代替燃料について明確な指針が明記されている。それは、石炭液化・ガス化技術を発展させ、バイオ燃料の導入を拡大すること、石油代替燃料として促進していくことである。また、工業プロセスからの副産ガスを原料にメタノールやDMEの生産を促進することも明記されている。

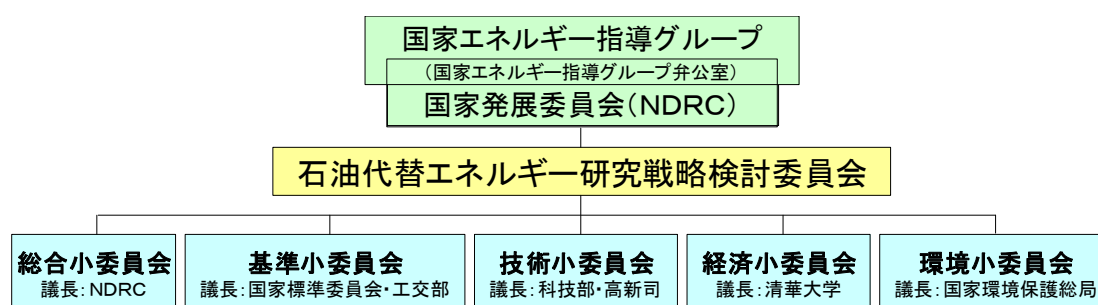
バイオ燃料について、「再生可能エネルギー中長期計画」（2006年5月）の中でより具体的な政策が明記されている。まず、バイオエタノールは2010年までに年間200万トン、2020年までに1,000万トン、バイオディーゼルは2010年までに20万トン、2020年までに200万トンと生産目標を設定している。これらの目標を達成するために、補助金政策や税制優遇など多くの奨励政策が盛りこまれた。

なお、2005年12月、国务院の指示で、国家发展改革委员会は、「石油代替エネルギー研究戦略検討委員会」（図2参照）を立ち上げ、今後の石油代替エネルギーの発展方針を決め

² IEA 「World Energy Outlook 2006」

るために各関係者を集め、審議を行った。2006 年末に委員会の研究成果や政策措置についての提案などが中央政府に提出された。しかし、同委員会の研究の結論が明らかにされず、全体像が見えない状況にある。

図 2 「石油代替エネルギー研究戦略検討委員会」の構成



出所：各資料より筆者作成

4. 中国における石油代替燃料導入の現状

4.1 バイオ燃料を石油代替燃料として導入

(1) 背景

拡大し続ける自動車用石油需要に対応するために、環境面で優れているバイオ燃料の導入は石油代替または環境改善において重要な意味を持つ。こうした中国政府のバイオ燃料への取り組みであるが、古い在庫食糧を処理することと廃食油を回収することを契機に始まっていた。

(2) バイオエタノール

中国の食糧生産は、1990 年代頃から豊作が続き、生産過剰により食糧備蓄量が増加した。食糧備蓄は補助金制度で行われているため、その過剰な食糧備蓄は、行政機関にとって重い財政負担となっており、劣化した在庫食糧をエタノール燃料の生産に利用することとなった。2005 年、中国の自動車用バイオエタノール燃料の生産量は約 102 万トン³であり、ブラジルと米国に次ぎ世界第 3 位となっており、同年のガソリン消費量 5,210 万トンのうち約 2 割が E10⁴でカバーされている。現在 5 省（黒龍江省、吉林省、遼寧省、河南省、安徽省）と 27 市（湖北省 9 市、河北省 6 市、山東省 7 市、江蘇省 5 市）で E10 を実施しているが、今後では北京、上海などの主要都市に拡大すると見込まれている。

さらに、「エタノール及び自動車用エタノールの第 11 次 5 ヶ年発展計画」（2006 年末）

³ F.O.Lichts の統計資料によると、自動車用バイオエタノール燃料を含め、2006 年中国のエタノールの総生産量は 385 万 kl である。

⁴ E10：10%のバイオエタノール燃料と 90%のガソリンを混合する燃料のこと。

を策定し、2010年までにバイオエタノールの生産目標を前述の「再生可能エネルギー中長期計画」の目標値の年間200万トンから500万トン⁵に引き上げている。

(3) バイオディーゼル

2005年におけるディーゼルの消費量はガソリン消費量の2倍の11,700万トン⁶となっている。一方、中国における同年のバイオディーゼルの生産量は僅か6万トンである。約20の小規模生産会社があり、いずれも年間生産能力は3,000トン以下である。なお、中国政府によるバイオディーゼルの生産目標は2010年までに20万トンと低く設定されており、その背景としては原料の調達と技術開発がエタノールよりも遅れていることが考えられる。

現在バイオディーゼルは、主に廃食油を原料に中小企業によって生産されているが、今後はジャトロファ（Jatropha）や菜種等の油糧作物を原料に生産を拡大していく見通しである。政府はバイオ燃料の導入を拡大する方針で補助金制度を整備しており、供給側企業の増産インセンティブも高まっていることから、上記の目標は上方修正される可能性もある。

4.2 石炭を原料とする石油代替燃料の導入

(1) 背景

石炭資源は今日まで中国の経済発展を支えてきた。これからの経済発展も石炭なしには語れない。中国は、石炭の純輸出国であり、その2005年末の石炭資源の確認埋蔵量は世界全体の12.6%を占めている（図3参照）。石炭資源は主に中部地域に分布しており、山西省、陝西省と内蒙古自治区が中国の石炭生産の主な地域である。

一方、これらの石炭生産地域を中心に、煤煙による大気汚染、またはコークス炉ガス、炭層ガス、低品質・高硫黄分の石炭資源の浪費が常に問題視されてきた。よってこれらの石炭資源を有効利用し、新規産業を育成し、環境負荷を改善すること等を目的に、石炭を原料とする石油代替燃料の生産が進められている。

(2) 石炭液化(CTL)

CTLは、未利用石炭資源が豊富にある中国にとって、石油代替燃料として重要な選択肢である。現在、中国において、CTL技術は石炭を原料とする石油代替燃料の中で最も早く実現できかつ有望な選択肢であると見られており、直接液化と間接液化が共に進められている。

⁵ 両目標値の発表時期は半年間しか離れていないが、関連行政機関からこのような政策目標変更の理由等についての説明は行われていない。

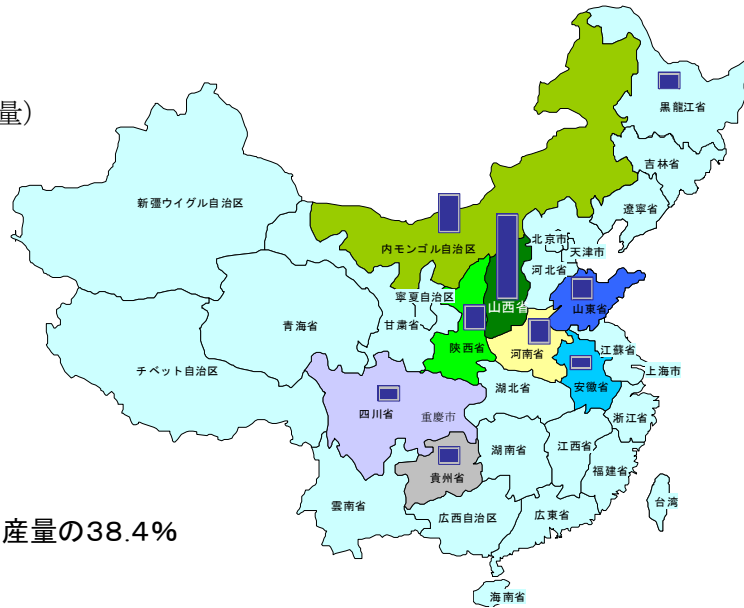
⁶ 劉克雨、“中国の石油需給動向と安全保障戦略”、2007年2月9日の発表によると、中国2005年のディーゼル消費量のうち、自動車（ディーゼル車と農業用トラック）燃料として消費されるシェアは41.4%（4,845万トン）となっている。

図3 中国の石炭資源の分布

(2005年における地域別生産量)

山西省	55,000	26%
内モンゴ	24,900	12%
陝西省	15,500	7%
河南省	15,000	7%
山東省	13,800	6%
貴州省	10,500	5%
黒龍江	9,700	5%
四川省	8,200	4%
安徽省	7,900	4%
全国	213,000 万トン	

→ 世界生産量の38.4%



出所：中国国家安全生産監督管理総局

代表的な直接液化プロジェクトは、石炭大手企業である神華集団公司を主体に内モンゴ自治区のオルドス市における神東炭鉱で計画されている。同プロジェクトは2期に分けて実施され、2004年に着工、2007年に年間108万トン、最終的に年間500万トンの生産規模へ拡大する計画である。一方、間接液化プロジェクトでは、2006年に神華集団公司に買収された寧夏石炭と陝西省を主体とする2つのプロジェクトが、それぞれの2010年の年間生産能力を300万トンと予定しており、最終的にそれぞれ500万トンまで拡大するよう計画している。

しかし、CTL プロジェクトは莫大な投資が求められ、生産プロセスにおける電力と水の消費量が多く、環境負荷も高いと考えられている。中国政府はCTLを促進する一方、年間生産能力300万トン以下の中小規模のCTLプロジェクトの承認を禁止する方針を打ち出している。

(3) メタノール

石油代替燃料としてのメタノールの研究開発と実証試験は、主に山西省が主体で80年代から進めている。「第10次5ヵ年計画」(2001~2005年)期間中に科学技術部は「清潔汽車行動計画」(2003)を打ち出し、その一貫として山西省では計25台のM100(100%のメタノール)の公共バス(太原市、901路線)が実証試験として導入され、現在も運転が続いている。その他、計4社の公共バス会社が一部のバスをM85以上の混合率で運転し、太原市では、M15の改造タクシーが約300台、フレキシブル・フューエル・ビークル(FFV)の改造タクシーが110台導入されている。また、陝西省、河南省、内モンゴ自治区、新疆自治区などの石炭生産地域においても幾つかのメタノール実証試験が実施されている。

しかし、中国の専門家はメタノール自動車の推進について慎重である。現段階では、自動車内部の燃料配送系統・エンジンの改造の必要性、低温起動、排ガス、安全管理など未解決の技術問題があり、政府はこれらの問題の中でも、特にホルムアルデヒドの排出問題を憂慮し、現時点では、メタノールについて、明確な姿勢を明らかにしていない。しかしながら、石炭資源が豊富である中国にとって、メタノール燃料は重要な選択肢の一つであることには変わりがないと考えられる。

(4) DME

メタノールと比べ、中国政府はDMEについては、明確な支持と具体的な発展計画を示している。2006年7月、国家発展改革委員会は「DME産業発展討論会議事録」を各地方政府に通達し、今後、石炭を原料にDME生産を大型化する方針を指示した。初期段階のDME導入は主に民生部門のLPG燃料代替として経済力のある沿海地域で導入する計画である。

一方、自動車の代替燃料としてのDME利用実験は、上海交通大学と西安交通大学が主体となって進めており、2006年に山東省臨沂市と上海市でのDMEバス試験運転を実施した。上海市は、2010年の上海万博に向けて導入量を1,000台にまで拡大する計画を発表した。

2005年末時点で、山東省、寧夏自治区などの生産工場では年間130万トンの生産能力を達成し、現在全国で計画中の生産能力は合計で年間600万トンを超えていると言われている。中国政府は、DME投資の過熱化を抑制するため、今後石炭を原料にDMEを生産するプロジェクトに対して年間生産量規模100万トン以上のプロジェクトに限り許可を出す方針を決めている。

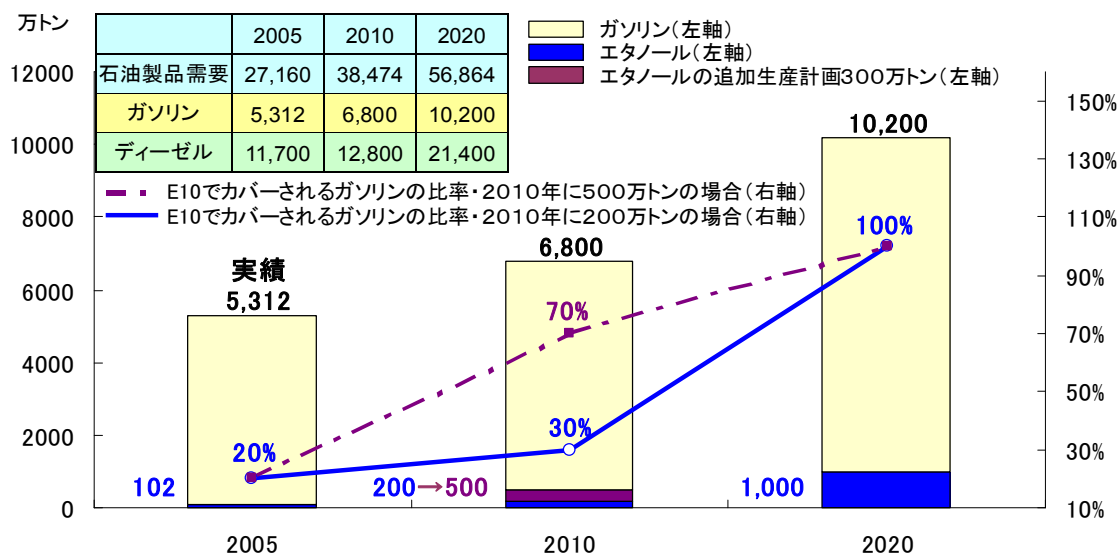
5. 石油代替燃料導入の見通し

5.1 バイオエタノールの市場規模の見通し

ここから中国の自動車用燃料として石油代替燃料の市場規模について考えてみる。弊所の見通しでは、中国のガソリンとディーゼルの需要量は、2010年にそれぞれ、6,800万トンと10,200万トン、2020年に1.02億トンと2.14億トンに達すると見込んでいる（図4参照）。この予測結果に基づき、前述の政府目標のように、2010年のバイオエタノール燃料の生産量が200万トンまたは500万トンに拡大する場合、E10を前提とすれば、ガソリン消費をカバーする比率は、2010年では30%~70%までに上昇することになる。

また、2020年のエタノール燃料の必要量を試算すると、E10の場合は、普及率100%を前提にすると、1,020万トンのエタノールが必要である。この結果は中国政府が目標としている2020年の1,000万トンの数値にほぼ合致している。

図4 エタノール導入によるガソリン消費の削減効果の見通し



出所：日本エネルギー経済研究所「アジア地域を中心とする世界の原油及び石油製品需給分析－平成18年4月石油産業体制等調査研究」見通しより作成

5.2 その他の石油代替燃料の市場規模の見通し

一方、2020年までに、ディーゼルの需要量が2.14億トンまでに拡大することに対して、バイオディーゼルの生産目標値は200万トンに止まっている。B5を前提に試算した場合、約20%のディーゼル消費をカバーすることができる。しかし、全てのディーゼル消費をカバーする場合、少なくとも1,000万トンのバイオディーゼルが必要である。

現時点では、石炭を原料とする石油代替燃料の見通しに関する情報は錯綜しているが、中国国家発展改革委員会(NDRC)の計画によると、2020年までにCTL3,000万トン、DME2,000万トン、メタノール6,600万トンとの見通しも打ち出されている⁷。

6. 石油代替燃料の推進における課題の考察

6.1 エタノールの普及拡大を巡る課題

これまでは中国の自動車用バイオエタノールの利用拡大は順調に進んできたと言えるが、しかし今後の生産拡大に向けて多くの課題に直面している。まず、中国国内の研究によると、現在のように古い在庫食糧を原料とする場合、2010年までに年間600万トン規模のバイオエタノール生産が可能としているが、今後は生産原料の供給不足が起きる可能性がある。従って、今後、導入範囲の拡大に伴い、食糧供給に影響を与えないキャッサバ、砂糖キビ、高粱、サツマイモ等の主要食料ではない農作物やセルロース系廃棄物に原料がシフトすると思われる。

⁷ 東西貿易通信社「East& West Report」2006年12月19日P6

また、バイオエタノールの生産と導入の拡大に伴って、中国政府は自動車用バイオエタノールの生産に対する補助金を削減し、産業の自立化を促進しようとしている。その補助金は、2005年は1,883元であったが、2006年には1,628元、2007年には1,373元に減少し、2008年に廃止する予定であるという。既存の指定企業5社の生産体制では生産が間に合わず、数社の新規生産が承認される見通しである。こうした傾向が今後も続くと、自動車用バイオエタノール生産のコスト削減や競争力向上が課題となる。

また、バイオエタノールの普及拡大に伴って、自動車ハード面の課題も指摘されている。現在、中国は車の改造を行わずE10を導入しているが、日本の規格では、改造なしに適應できるのは、バイオエタノールの混合比率が3%までとなっている。3%を超える場合、腐食などの問題による車の損害・事故を引き起こす可能性があるとして指摘されている。今後、中国はE10対応車及びFFV車の開発・生産をバイオエタノールの普及拡大に向けて検討すべきだと思われる。

6.2 その他の代替燃料の生産拡大

一方、バイオディーゼルでは今後の需要規模が大きいため、それに相応する燃料基準の策定、生産体系の構築に向けて早急な対応が必要である。現在SINOPECがバイオディーゼルの燃料基準作成を主体的に進め、政府の審議を経て承認される見通しで、近いうちに本格的な導入拡大が期待できる。

CTLについては、現在神華集团公司を中心に南アフリカのサソール社と協力して石炭液化プロジェクトの建設を推進しているが、国際原油価格\$40~50/バレルが損益分岐点であるという。また、現在中国国内の石油製品価格は中央政府に統制され、国際石油市場における価格より低く抑えられているため、CTL製品の販売とプロジェクトの採算性に影響を与えている。なお、石炭液化燃料の生産は、ライフサイクルでのエネルギー消費が多いため、エネルギー効率の観点から有効的であるかどうか疑問が残る。

自動車用メタノールの普及にとっての最大の障壁は排ガスにおけるホルムアルデヒドの問題である。現時点では、山西省を中心に陝西省、内モンゴルなどの地域と連携し、M15以下又はM85以上の混合比率で、タクシーやバスを中心に本格導入に向け導入実験が積極的に進められているが、実証データの欠如により確立した技術の立証ができていない。そのため中国政府も本格導入に踏み切れないでいる。今後3~5年間も実験が続いていくと見られるが、技術上の突破がなければ、普及する可能性が低下する。

一方、DMEの普及は民生部門のLPGの代替エネルギーとして進められており、2004年、民生部門におけるLPG燃料の消費量1,350万トンに対して、DMEが10~20%程度混合されたという。今後のDME生産拡大によって混合比率が拡大するが、2010年におけるDMEの生産能力は1,600万トンに達成すると見込まれている。現在生産地の内蒙古から北京周辺地域に向けて3つの輸送パイプラインが計画されているが、供給システムの構築は今後の課題となっている。

6.3 各石油代替燃料に直面する共通課題

まず、石油代替燃料の導入促進に向けては関係者の協力が不可欠である。中国政府は、石油代替燃料の導入は、中国の石油の安定供給や環境問題の改善などの面において大変有意義であると各関係者に呼びかけている。しかし、石油代替燃料の導入は、石油企業にとっては既得権益が減少し、大手自動車メーカーにとっても改造コストが発生するため、積極的な姿勢を示していない。一方、国営石油会社である CNPC と SINOPEC は、石油代替燃料が導入される場合に販売シェアを維持するため、それぞれバイオエタノールと CTL・メタノールの生産と販売に深く関わっている。また、中国最大の穀物会社である中糧会社と同最大の石炭会社である神華集団は、それぞれバイオエタノールと DME の生産を主導している状況である。このように各社は、石油代替燃料の市場を確保するために、石油代替燃料政策の制定を巡って利害を対立させている。上述した数社はいずれも中国有数の大手国営企業であるため、中央政府の政策設定に強い影響力をもっている。今後、石油代替燃料の円滑な促進のためには、上述の関係者の協力が重要である。

次に、石油代替燃料の導入に伴う流通分野の整備が重要である。現在、前述した石油代替燃料の中で、バイオエタノール燃料以外の燃料については基準が設定されていない。また、バイオエタノールの導入においては混合比率の検査体制が不十分だと見られ、バイオディーゼルの導入とメタノールの実験導入に関しても整備されていない。さらに、極端な例として、バイオエタノールを導入している河南省については、一部の地域でメタノールの実験も実施されている。これにより、バイオエタノールの混合ガソリンを使用する車とメタノールの混合ガソリンを使用する車の両方が混在することになる。これは、今後の石油代替燃料の推進において、消費者側の石油代替燃料に関する認識・理解の向上が重要であること、また流通分野での対応と管理の強化が重要な課題であることを示している。

最後に、中国政府による石油代替燃料の推進は、農作物と燃料の国際市場価格に影響を与える恐れがある。ちなみに、エタノールの原料農作物の輸入増加、または国内石炭需要の増加による輸出減少、いずれの現象も国際市場価格に与える影響は大きいと考えられる。

7. まとめ

上述した内容を考察した結果から、今後、中国の石油代替燃料政策の方向性と影響をまとめる。

中国にとって理想的なエネルギー代替政策は、再生可能エネルギーと化石エネルギーを両輪で促進していくことである。今後の 15 年間は、バイオ燃料の導入が加速し、石炭を原料とする液体燃料の開発が石油代替エネルギー政策の軸となる。バイオエタノール (E10) の導入は、原料確保が食糧供給体制に影響を与えないシステムの構築が重要な課題となり、セルロース系廃棄物などによるエタノール生産技術の開発が重要な鍵となる。一方、石炭液化燃料は、未利用石炭資源が豊富にある中国にとって石油代替燃料としての利用が重要な選択肢であり、石炭液化技術の開発により石炭液化燃料は飛躍的に発展する可能性が考えられる。

しかし、中国の資源の分布は地域によって不均衡であるため、各地域の資源賦存・分布、産業及びエネルギー需給の実態に基づいて、その地域にとって有効的な石油代替燃料を選択するような多角的な発展が推進されるべきであろう。なお、石油代替燃料の導入に際して、安全な生産・流通システムの構築や自然環境、国民の安全・健康への配慮が求められる。

一方、石油代替燃料の導入は石油需給の圧力及び大気汚染の現状を緩和する方法の1つであるが、その導入量は中国の石油需要の拡大量よりも遥かに少なく、効果が得られにくいと考えられる。従って、自動車産業における燃費の改善、省エネルギー政策、排気基準を厳しくするなど、総合対策が求められる。石油代替燃料の導入は中国および国際石油市場の安定に資すると期待されるが、目標以上の進展がないと、そのインパクトは限定的なものになるだろう。

参考文献

- 1) 俞珠峰；「中国の石油代替エネルギーの方向性と政策課題」（2007），IEEJ エネルギーセミナー「中国のエネルギー需給の動向、政策課題と日中協力のあり方」。
- 2) 沈中元；「中国の自動車分野における石油代替の可能性－石油代替の現状、政策、及び長期展望について」，（2006），IEEJ ホームページ。
- 3) CHEW CHONG SIANG；「中国の再生可能エネルギー中長期発展計画－バイオエタノール導入促進と今後の戦略的な展開－」（2006），IEEJ ホームページ。

お問い合わせ:report@tky.ieej.or.jp