

中国におけるエネルギーモデルの転換とグリーン発展*

戴 彦徳, 薛 進軍

Through more than three decades of high growth on its way to becoming the second largest economy in the world, China has driven a rapid increase in world energy demand. Primary energy consumption in China grew rapidly, from 570 million tonnes coal equivalent in 1978 to 4.26 billion tonnes coal equivalent in 2014. However, the model of high-carbon energy consumption, with coal as the main energy source, has caused global problems such as large emissions of greenhouse gases and destruction of the natural environment. In China today, as the dependence on imports of petroleum and natural gas has been rising steadily, these energy issues are a major impediment to sustainable development. To realize its economic development goals, China must shift its development mode from a high-energy consuming, high-carbon and high-pollution economy to a low-energy consuming, low-carbon and low-pollution economy. Therefore, it is critical to improve the efficiency of energy use, promote the development of clean and low-carbon energy, as well as encourage green consumption among citizens.

Keywords: Energy consumption, Energy supply and demand, Energy model change, Green development, Low-carbon energy, China

I. はじめに

改革開放以降、約三十年間にわたって中国経済は高度成長を遂げ、GDPは1978年の3650.2億元から2010年の40.9兆元まで急速に成長し、GDP年平均成長率は10%を超えている。「第十二次五カ年計画」

の実施以来、中国は徐々に経済発展における「新常态」に転換し、GDP成長率は多少緩やかになっているとはいうものの、2010-2014年の間では、年平均7.6%の高い成長率となり、はるかに世界平均レベルを上回り、2014年のGDPは63.6兆元に達している。(図1を参照)

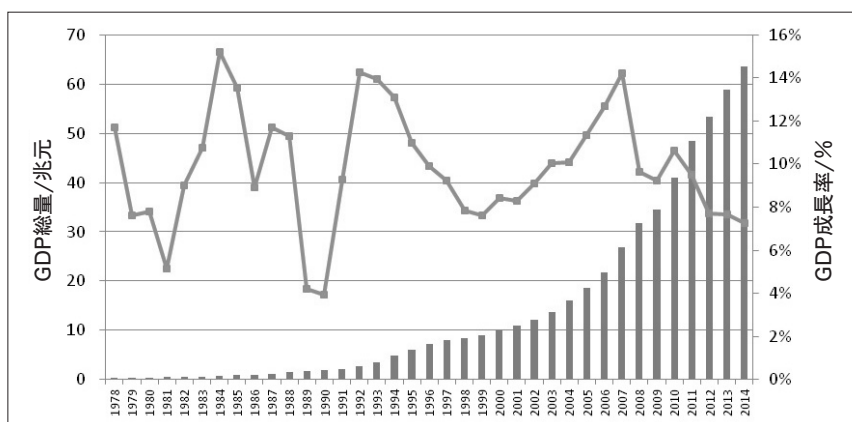


図1 中国GDPの推移

資料出所：中国国家统计局『中国統計年鑑2015』。

*この論文は2015年10月29日名古屋大学で開催された国際シンポジウム『中国・日本と激変するアジア経済』での講演原稿に基づいて修正したものである。

経済の急速で継続的な発展は、エネルギー需要も急速に成長させ、エネルギー消費量は1978年の5.7億石炭換算トンから2010年の36.1億石炭換算トンまで増え、年間平均成長率は6.78%におよんでいる。特に「第十次五カ年計画」から「第十一次五カ年計画」までの間にエネルギー消費は急速な発展を遂げ、「第十次五カ年計画」の五年間において、エネルギー消費の増分は、それまでの二十年間分の増加総量を上回り、2005年に一次エネルギー消費総量は、2000年より61.2%増加した。また、「第十一次五カ年計画」期間内において、中国政府が省エネ・排出削減に力を入れた状況下において、エネルギー利用効率は継続的に改善した。GDPは依然として10%以上の高成長を遂げており、各年度において依然エネルギー消費量は約1.8億石炭換算トン増加した。「第十二次五カ年計画」に入ってから、経済成長率は緩やかになり、エネルギー需要の成長圧力も多少緩和されたものの、2010-2014年のエネルギー消費の年平均増加率は4.25%であり、依然として同期間中の世界全体の増加率1.6%を上回っている。さらには、各年度におけるエネルギー消費の増加量は依然巨大で、同期間中の年間平均増加量は1.6億石炭換算トンにおよんでいる。2014年のエネルギー消費総量は、すでに42.6億石炭換算トンにおよんでおり、世界一のエネルギー消費大国となっている。(図2を参照)

一方で、大量のエネルギー消費や石炭をメインとする高炭素エネルギー消費モデルは、自然環境の破壊と温室効果ガスの大量排出等の環境問題を招き、国際問題となっている。中国にとって石油、天然ガ

スの対外依存度の継続的な上昇などの問題は持続可能な発展の大きな阻害要因になっているので、これからの中国が既定の経済発展目標を実現するためには、量的成長より高品質・高収益型の経済発展方式への転換をするべきである。そのため、エネルギーの利用効率を高め、クリーンな低炭素エネルギーの利用を促進し、市民のグリーン消費などの行動転換を進める必要がある。

本稿は四節で構成する。第二節では中国におけるエネルギー生産と消費の現状を分析する。第三節は中国のエネルギー開発に直面している問題を指摘する。第四節は中国のグリーンエネルギーの発展を紹介する。第五節は簡単な結論を述べる。

II. 中国におけるエネルギー需給の現状

1. 中国におけるエネルギーの消費

1.1 石炭依存のエネルギー消費構成

中国の一次エネルギー消費は石炭がメインであり、一次エネルギー消費総量に占めるシェアの70%前後を維持している。近年はこのシェアは多少低下したものの、2014年でも依然として66%を占めている。石油、天然ガスなどの比較的に炭素排出の少ないエネルギーや原子力発電、水力発電、風力発電などのグリーンエネルギーは34%にとどまっている。世界の一次エネルギー消費構成を見渡すと、各国は次第に石炭から石油へ転換し、低炭素の天然ガスや原子力発電、水力発電、風力発電などのグリーンエネルギー利用の方向に向かっている。図3、ならびに表

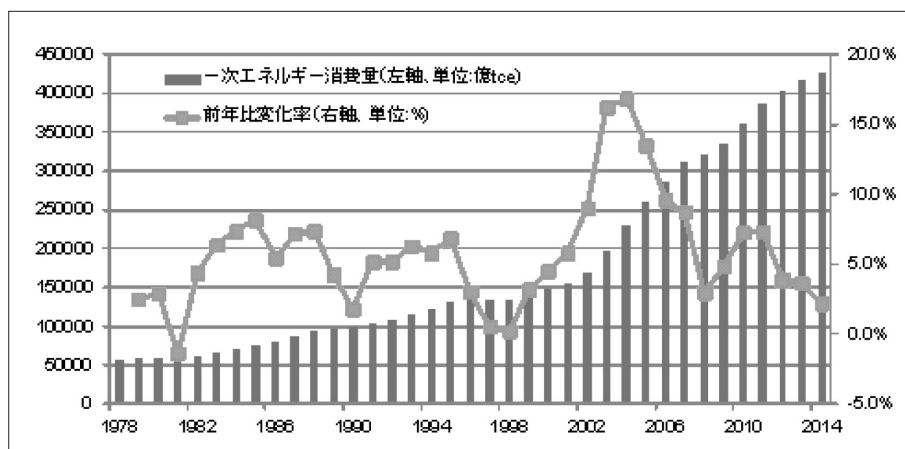


図2 中国における一次エネルギー消費の現状

資料出所：中国国家统计局『中国統計年鑑2015』。

1によると、2011年に、世界の一次エネルギー消費構成において、石炭は29%にとどまり、中国を除くとこの比率はさらに低下して、現在20%前後となっている。一方、石油と天然ガスは世界の一次エネルギー消費の主流で、それぞれ31.7%、21.4%を占めており、原子力発電、水力発電などのグリーンエネルギーは17.9%を占めている。この「石炭をメインとする」一次エネルギーの消費構成は、中国の「豊富な石炭、少ない石油、不足のガス」という資源賦存によるもので、著しい「低品質型」エネルギーの消費構成を見せている。これは中国のエネルギーの利用効率の低下、深刻な環境汚染、生産における高いエネルギーコスト、弱い市場競争力を招く根本的な原因と思われる。

1.2 工業生産に集中する最終エネルギー消費

中国は依然として工業化の段階にあるため、エネルギー消費の最終的な流れは、先進国と比べると大きく異なる。2011年において、中国の最終エネルギー消費の54.6%が産業用であり、民生用¹⁾と交通用エネルギー消費は合計36.5%にとどまっている。最終エネルギー消費において、半分以上は鉄鋼、建材、化学工業などの基礎原材料の加工や製造に用いられ、一般市民の衣、食、住や外出に用いる消費は比較的に少ない。これも、中国が位置している初期・中期の発展段階を客観的に反映している。逆に、先進国では百年以上の工業化発展を経て、その都市化、工業化は完成しており、最終エネルギー消費における産業用エネルギー消費は大きく減少し、大部分は民

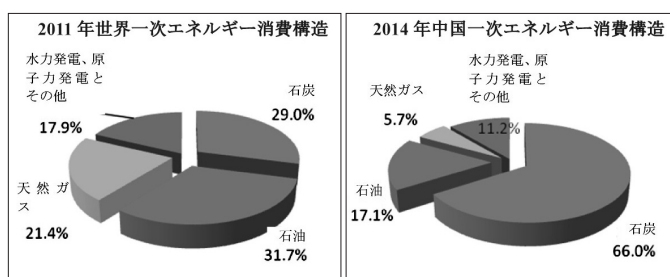


図3 一次エネルギー消費構成の国際比較

資料出所：EDMC Handbook of Energy & Economic Statistics in Japan、中国国家統計局『中国統計年鑑2015』。

表1 中国における一次エネルギー消費の構成

年度	一次エネルギー消費量 (万tce)	一次エネルギー消費総量に占める比率/%			
		原炭	原油	天然ガス	水力発電、原子力発電、その他
2000	145531	69.2	22.2	2.2	6.4
2001	150406	68.3	21.8	2.4	7.5
2002	159431	68.0	22.3	2.4	7.3
2003	183792	69.8	21.2	2.5	6.5
2004	213456	69.5	21.3	2.5	6.7
2005	235997	70.8	19.8	2.6	6.8
2006	258676	71.1	19.3	2.9	6.7
2007	280508	71.1	18.8	3.3	6.8
2008	291448	70.3	18.3	3.7	7.7
2009	306647	70.4	17.9	3.9	7.8
2010	324939	68.0	19.0	4.4	8.6
2011	348002	68.4	18.6	5.0	8.0
2012	402138	66.6	18.8	5.2	9.4
2013	416913	66.0	18.4	5.8	9.8
2014	426000	66.0	17.1	5.7	11.2

資料出所：中国国家統計局『中国統計年鑑2015』。

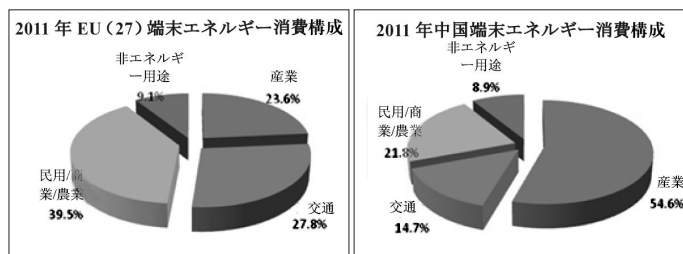


図 4 2011年中国と先進国との最終エネルギーの消費構成の比較

資料出所：EDMC Handbook of Energy & Economic Statistics in Japan。

生用や交通用エネルギーとして用いられている。2011年において、EU諸国の産業用エネルギー消費は、最終エネルギー消費の23.6%を占める一方、民生用と交通はそれぞれ39.5%、27.8%を占めており、基本的には産業、交通、民生という「3本柱」という構成が見せている。先進国と比べてみれば、中国の産業用エネルギーの消費が占めるシェアは顕著である。(図4を参照)

2. 中国におけるエネルギーの供給

図5は中国のエネルギー供給の実態を示している。それによると、2014年中国の一次エネルギー生産量は36億石炭換算トンに達しており、世界一のエネルギー生産大国となっている。現在では国内エネルギー資源をベースにするため、比較的に完備したエネルギー生産・供給体系が確立され、石炭火力を主体とした電力供給を中心に、石油・天然ガスと再生可能エネルギーを補充するというエネルギー供給体制が

形成されている。

一方で、中国は電力以外の各種一次エネルギー供給において輸入依存型の国となっている。特に原油輸入量は上昇し、原油の対外依存度は既に60%に達している。また、石炭と天然ガスも純輸入国になり、2014年の原炭輸入量は2.9億トン、天然ガス輸入量は583億立方メートルである。将来的にわたるエネルギー消費の増加により、石油、天然ガスの対外的依存度はさらに上昇し、中国は徐々に「国内に立脚しながら、海外に向けて、国内・海外という二つの市場に向ける」というエネルギー供給の道に乗り出している。

2.1 減少しはじめた石炭の生産と消費

2000年以降、中国の石炭生産と消費は、十余年の急速な成長を経て、2014年にはじめて減少した。2000-2013年の間に中国の石炭消費量は1.6倍も増加し、2000年の14.1億トンから2013年の36.1億トンまで急速に成長し、年間平均成長率は約7.5%となっ

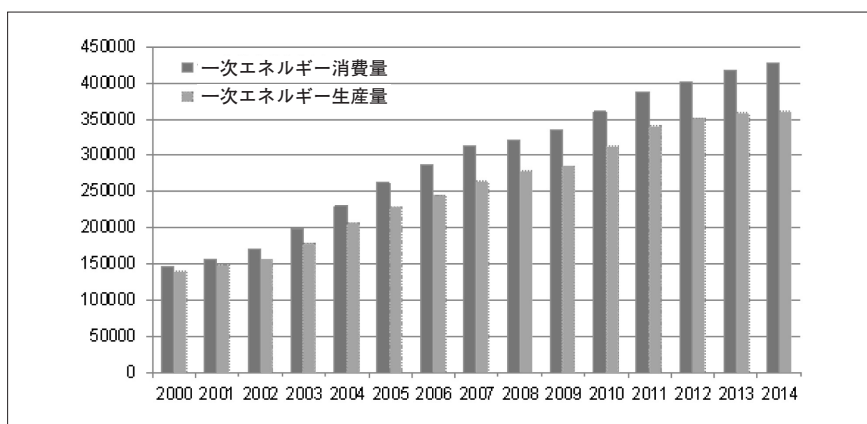


図 5 中国におけるエネルギーの生産と消費の現状
(単位：万石炭換算トン)

資料出所：中国国家统计局『中国統計年鑑2015』。

た。同時に、石炭生産量も2000年の13.8億トンから2013年の39.7億トンまで成長し、年間平均成長率は8.4%である。2014年に、経済成長が鈍化すると、中国政府が「脱石炭化」措置を講じた影響で、石炭の生産・消費量は、21世紀に入ってからのはじめて減少し、それぞれ2.5%、2.9%減った。(図6を参照)

国内の石炭需要の不振の影響を受けて、石炭輸入も減少傾向を見せている。2014年、石炭輸入量は2.9億トンで、前年比で10.9%下落した。輸出量は引き続き減少傾向が続き、2014年の石炭輸出量は574万トンで、2000－2014年の間の石炭輸入量は2.85億トンとなった。(図7を参照)しかし、世界的に見れば中国は依然として世界最大級の石炭生産・消費国であり、中国一カ国だけで世界の約半分の石炭消費量を占めている。BP統計データによると、2014年の石炭生産量と消費量は、それぞれ世界の46.9%、50.1%を占めている。

2.2 継続的に高まる石油の対外依存度

中国の原油需要の成長の勢いは依然強いものである。図8によれば、2014年に原油消費量は5.18億トンで、2000年より倍以上も成長し、2000－2014年の年間平均伸び率は6.6%で、現在では世界第2位の石油消費国となっている。中国国内の原油資源が少ないため、原油生産量の伸びは低く、2000－2014年の年間平均成長率は1.9%で、2014年の原油生産量は2.1億トンにとまっている。近年における中国の石油開発状況から見ると、中国国内の原油生産量は大幅な増加は見込めず、将来的な生産量は年2億トン前後に落ち着くと見られている。現在では、陸上の多数の主力油田は、採掘スピードが速く、それ以外の油田は採掘が難しいのが現状であり、特に大慶油田は、年間産出量が既に著しい下落の傾向を見せている一方、海上油田は大きな発展を遂げており、年間産出量は4000万トンを超えて大慶油田一つ分を産

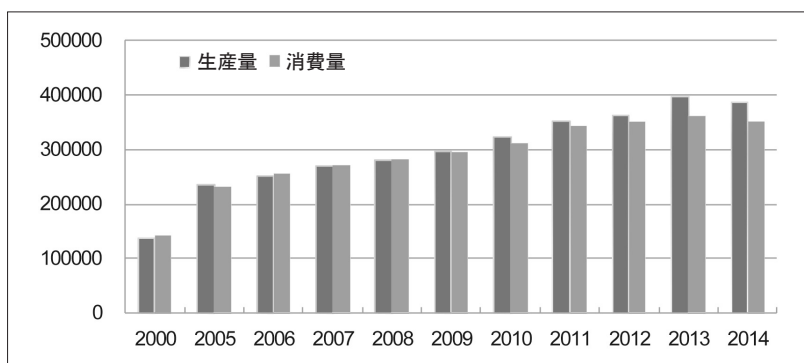


図6 中国における原炭の生産と消費の推移 (単位: 万トン)

資料出所: 中国国家统计局『中国統計年鑑2015』。

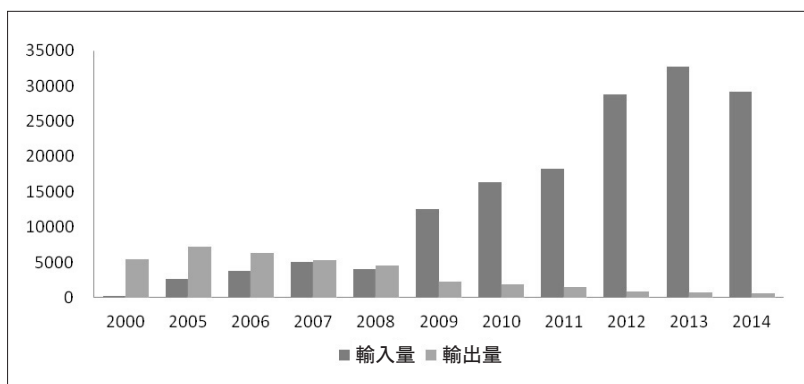


図7 中国における原炭の輸出入量の推移 (単位: 万トン)

資料出所: 中国国家统计局『中国統計年鑑2015』。

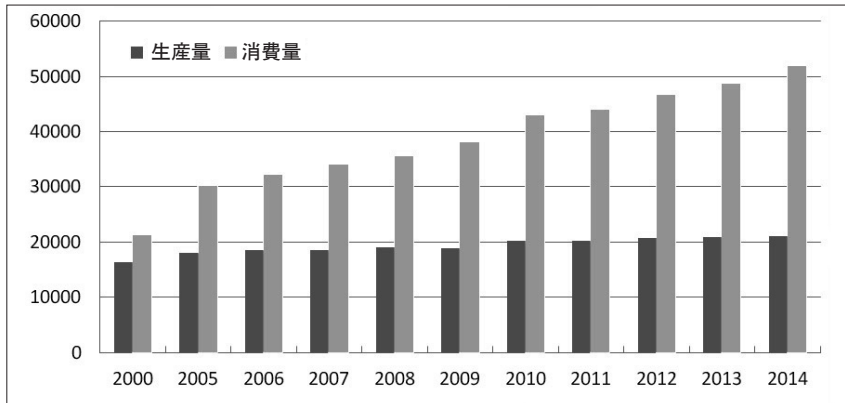


図 8 中国における原油の生産量と消費量 (単位：万トン)

資料出所：中国国家统计局『中国統計年鑑2015』。

出したことに相当する。

中国は現在、石油供給の半分以上を輸入に頼っている。図 9 をみると、中国は1993年より原油輸出国から原油輸入国に転換した以降、輸入量は上昇しつづけ、原油の対外依存度は大幅に上昇している。2014年に、原油輸入量は3.08億トンに及ぶ一方、輸出は60万トンで、原油の対外依存度は60%に達している。原油輸入は主に中東、アフリカ、ロシア地域から来ており、総輸入量の80%以上を占めている。2014年では、サウジアラビアから4966.6万トン、アンゴラから4064.9万トン、ロシアから3310.7万トン、オマーンから2974.4万トン、イラクから2857.8万トン、イランから2746.3万トン輸入し、これら 6 カ国からの輸入量は総輸入量の68%を占めている。

2.3 増加しつづける天然ガス供給量

天然ガスは、中国の一次エネルギーの消費構成における比率はずっと小さいものであるが、近年その利用規模は大幅に拡大している。2014年の天然ガス消費量は、約1816億立方メートル前後で、2000年に比べ6倍以上も増加したが、一次エネルギー消費に占めるシェアは依然低く、当年度のエネルギーの消費総量の5.7%にすぎない。一方、天然ガス生産量は大幅に増加し、2014年は1301.6億立方メートルに及び、2000年の3.8倍まで増加し、2000－2014年の年間平均伸び率は11.8%となった。中国国内の一般天然ガス埋蔵量ならびに産出量は限界にきており、産出源はタリムガス田、西南ガス田、長慶ガス田という三大ガス田に集中しており、総産出量の60%以上を占めている。(図10を参照)

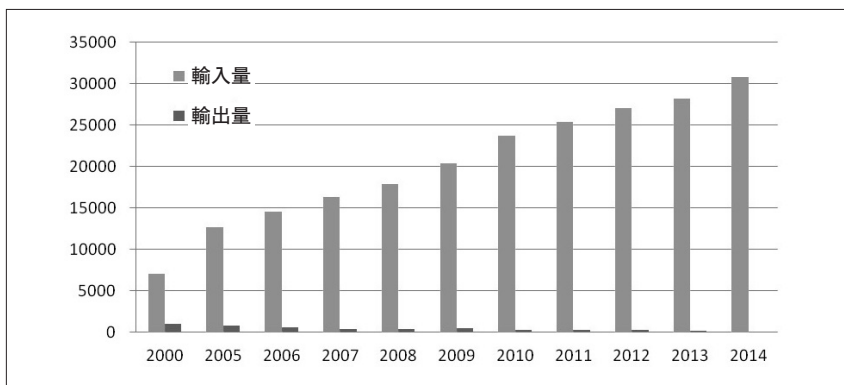


図 9 中国の原油輸出入量の推移 (単位：万トン)

資料出所：中国国家统计局『中国統計年鑑2015』。「2014年中国原油輸出入への総括」,
<http://www.wusuobuneng.com/archives/16440>。

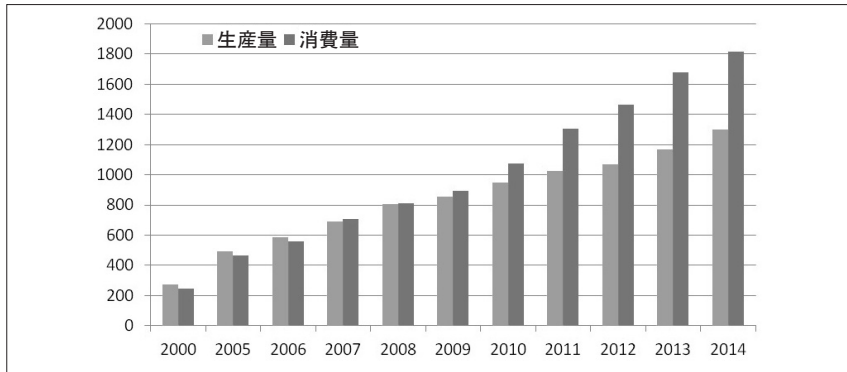


図10 中国における天然ガス生産量・消費量 (単位: 億立方メートル)

資料出所: 中国国家统计局『中国統計年鑑2015』。

天然ガスの輸入も増加している。2006年の広東大鵬LNGの操業開始は、中国の天然ガス輸入の始まりを象徴している。また、2010年に西気東輸の西段が建設完了、操業開始したことで、中国ははじめて都市ガスの輸入を開始した。2014年時点までに、中国はLNG 1985万トン、都市ガス313億立方メートル、計583億立方メートル²⁾を輸入した。現在では、中国は徐々に中央アジアやミャンマー、ロシアとの間で都市ガスや海上LNG、天然ガスでの輸入ルートを形成しており、中国とロシアの天然ガス配管が建設しているところ以外に、中央アジアやミャンマーの間で天然ガスの配管を建設し、さらには海上LNGの輸入国も拡大している。うち、2014年に中国からLNGを輸入した国は17カ国で、100万トン以上の輸入が5カ国で、輸入量はそれぞれカタールから674万トン (91億立方メートル)、オーストラリア

から381万トン (52億立方メートル)、マレーシアから299万トン (41億立方メートル)、インドネシアから255万トン (35億立方メートル)、イエメンから103万トン (14億立方メートル)である。配管天然ガスの輸入国はトルクメニスタンから255億立方メートル、ミャンマーから30億立方メートル、ウズベキスタンから24億立方メートル、カザフスタンから4億立方メートルである。(図11を参照)

2.4 飛躍的に成長した電力設備容量

2000年と比べると、中国の電力需要は大幅に増加し、電力消費量は2000年の1.3兆kWhから2014年の5.5兆kWhまで急速に成長し、年間平均伸び率は10.6%である (図12を参照)。電力需要の急速な成長を受けて、中国の電力業界は飛躍的に発展し、発電設備容量は2000年の3.2億kWから速やかに2014年の13.6億kWまで急速に成長し、年間平均成長は7435

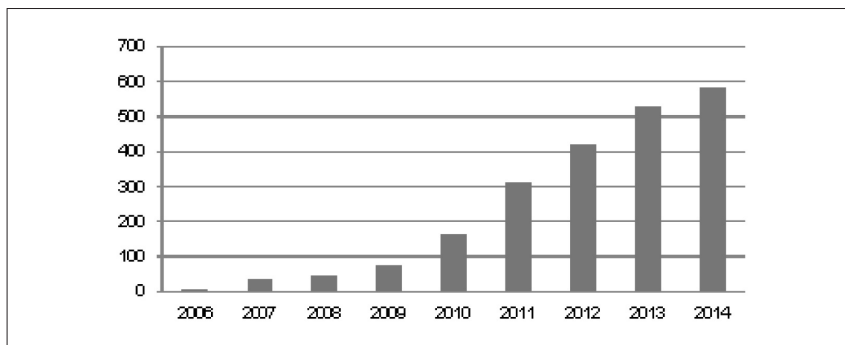


図11 中国の天然ガス輸入量の推移 (単位: 万トン)

資料出所: 中国国家统计局『中国統計年鑑2015』, 「2014年中国天然ガスの輸入総括」,
<http://www.wusuobuneng.com/archives/16453>。

万kWで、2013、2014年はさらに二年連続して新規追加した設備容量は 1 億kWを超えており、その増加分は欧州各国全体の設備容量に相当する。

一方で、国内のエネルギーの資源賦存条件に囚われているため、現在の中国の電源構成は依然として火力発電をメインにしているが、この比率は年ごとに低下の傾向を見せており、2014年では既に67.3%まで低下した。図13で現れているように、水力発電、風力発電、原子力発電などのグリーン電源設備が占める比率は上昇し、2000年の22.3%から2010年の32.7%まで増加した。近年、中国の電力産業は、持

続可能な発展の道を歩むことを堅持し、グリーン電力発展計画を制定し、大容量高パラメータ発電設備の汎用化を実現させ、グリーンエネルギーの電力設備全般に占める比率を高めようとしている。火力発電を最適化すると同時に、水力発電・原子力発電の発展、また再生可能エネルギーは急速に発展し、全体的にグリーン電力が占める比率は急速に向上している。将来における中国のグリーンエネルギー発展計画のもとで、水力発電、風力発電、原子力発電が占める比率は、さらに上昇する見込みである。

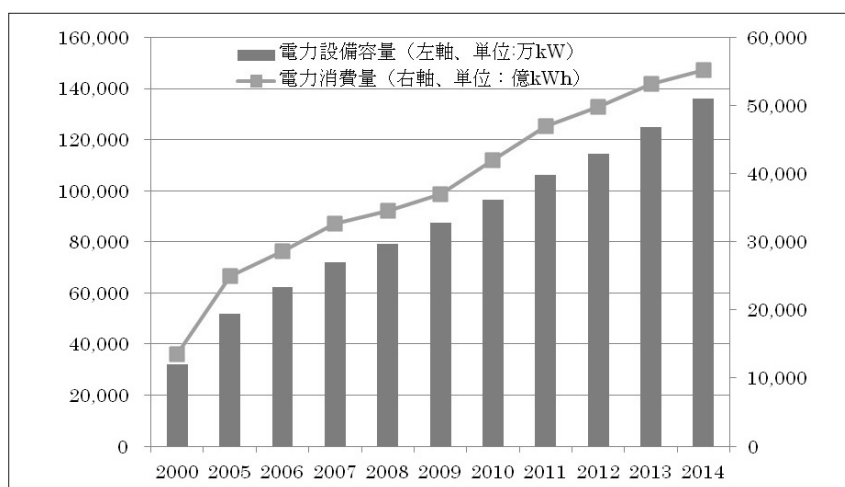


図12 中国における電力設備容量と電力消費

資料出所：中国国家统计局『中国統計年鑑2015』。

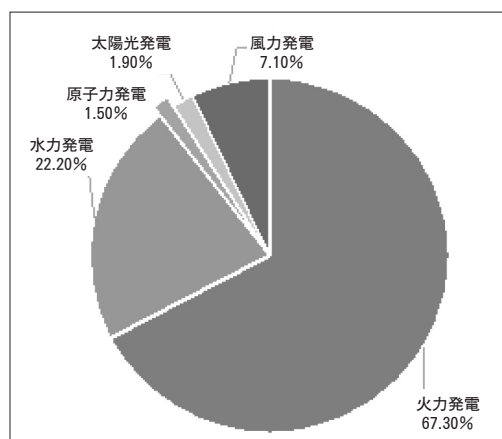


図13 中国の電力設備容量構成（2014年）

資料出所：中国国家统计局『中国統計年鑑2015』。

3. 中国におけるグリーンエネルギーの発展

中国のグリーンエネルギーの発展速度は速く、非化石エネルギーの利用量は2000年の9406万石炭換算トンから2014年の4.8億石炭換算トンまで急成長した。2014年の一次エネルギー消費に占める比率は11.2%まで上昇し、多くのグリーンエネルギーの消費量が世界一となっている。そのうち、水力発電総設備容量は3億kWを超えて世界一になり、世界の水力発電総設備容量の四分の一以上に占めている。原子力発電の発電規模は約2844万kW、太陽光熱温水器の利用量は約4.1億平米で、いずれも世界一である。風力発電の送電網に編入された新規追加設備容量は1981万kW、累計グリッド接続設備容量は9637万kWで、世界一となっている。

3.1 水力発電

水力発電は、現在では中国の再生可能エネルギーを支える柱であり、再生可能エネルギー総利用量の80%近くを占めている。中国は広大な河川を有し、地表を流れる水は豊富で、かつ落差も大きいので、水エネルギー利用に恵まれている。21世紀に入ってから中国の電力改革の推進により、水力発電は高度成長期に突入し、三峡ダムなどの大型水力発電プロジェクトは次々と操業開始している。2014年末の時点までに、全国の水力発電設備容量は3億kWを超え、2000年時点より2.8倍成長し、総設備容量は世界一となっている。(図14を参照)

中国の水資源量は非常に豊富であるが、地域的に

は西部に多く、東部に少ないという特徴がある。全国の水資源開発可能設備容量で西部地域は81.4%、中部地域は13.7%であるのに対し、経済発展が進み、電力負荷が大きな東部地域はわずか4.9%にすぎない。そのため、水力発電の開発において、東部市場を考慮した水力発電の「西電東送」を実行し続けなければならない。現在では、東部、中部地域の水力資源の大規模な開発は終了し、ほかの開発に切り替わっている。西部地域の広西、重慶、貴州などの省市もほぼ大規模な開発を終了したが、雲南、四川、青海、チベットなどの省市にはなお大きな開発のポテンシャルをしている。

アメリカ、日本などの先進国の80%以上の水エネルギー資源の利用率と比べると、中国の水エネルギー資源の利用率は40%未満とまだ低く、将来的な水力発電の発展にはまだ大きなポテンシャルを有している。現在、河川の特長、水系分布と開発条件などの自然状況により、中国は既に十三大水力発電拠点(怒江水力発電拠点、金沙江水力発電拠点、雅魯江水力発電拠点、大渡河水力発電拠点、烏江水力発電拠点、長江川上水力発電拠点、南盤江紅水河水力発電拠点、瀾滄江主流水力発電拠点、黄河川上水力発電拠点、黄河北主流水力発電拠点、湘西水力発電拠点、閩浙贛水力発電拠点、東北水力発電拠点)の開発に着手し、これら拠点の資源量は全国の半分以上となっている。(図15を参照)

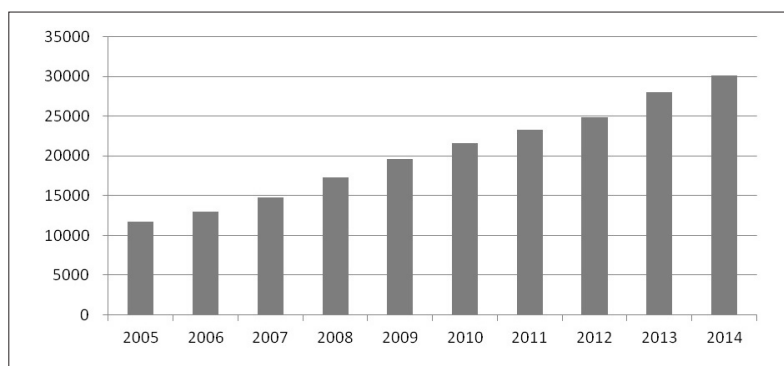


図14 中国における水力発電設備容量の推移 (単位: 万kW)

資料出所: 中国国家统计局『中国統計年鑑2015』, 中国電力企業連合会。

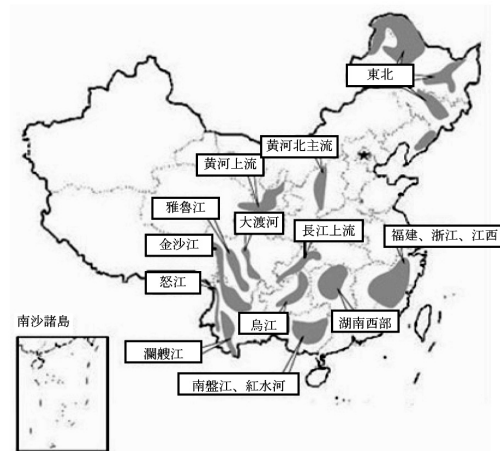


図15 中国の水力発電拠点

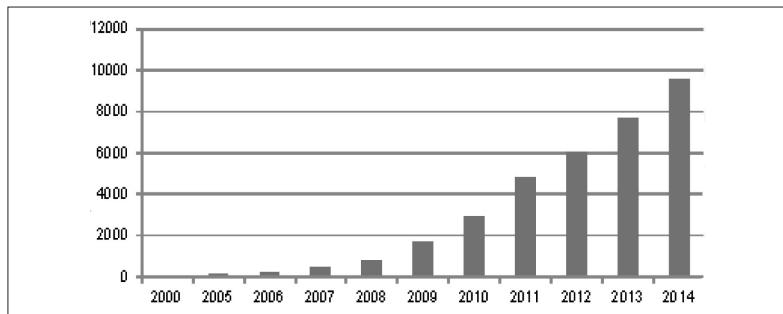


図16 中国における風力発電設備容量の推移 (単位: 万kW)

資料出所: 中国国家统计局『中国統計年鑑2015』, 国家再生可能エネルギーセンター。

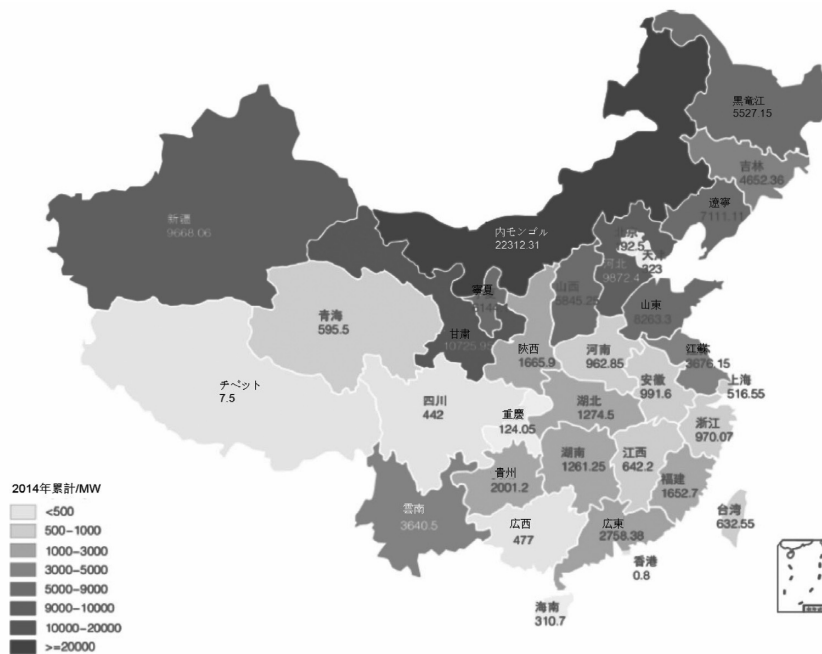


図17 2014年中国各省の風力発電累計設備容量

資料出所: 中国風力エネルギー協会。

3.2 風力発電

21世紀に入ってから、特に2005年「再生可能エネルギー法」が施行されて以来、中国の風力発電産業は飛躍的に発展し、規模も拡大している。2014年末の時点までに、中国の風力発電の大型グリッド接続による累計総設備容量は9637万kWに及び及んで、世界一となっており、2000年より290倍以上も増加した。年間平均成長率は50%で、特に2005年以降の設備増加率は世界一である。2014年の発電量は1534億kWhを超えており、既に火力発電、水力発電に次ぐ第三の電源となっている。（図16を参照）

中国の陸上風力発電は、主に「三北（東北、華北、北西）」地域や東南沿海地域に点在している。2008年以来、中国は内モンゴル、新疆、甘肅、河北、江蘇沿海地域で七か所に1000万kW級の風力発電拠点

の建設を計画した。このうち、三峡風力発電の一部が完成し、2014年時点で内モンゴル自治区の風力発電設備容量は2050万kWで、中国一の発電量として全国総設備容量の20%以上を占めている。また、海上風力発電も建設もスタートし、2014年の累計グリッド接続設備容量は44万kWである。（図17を参照）

3.3 太陽光発電

太陽光エネルギーの熱の利用や太陽光発電（Photovoltaics, PV）という二つの側面において、中国では熱利用の発展が速く、すでに世界最大級の太陽光熱温水器生産国であり消費国である。図18で示したように、2014年末の時点で、太陽光熱温水器の累計面積は約4.1億平米で、年間生産能力は5240万平米で、使用量と年間生産量は、世界全体の約半分以上を占めている。太陽エネルギー発電において、

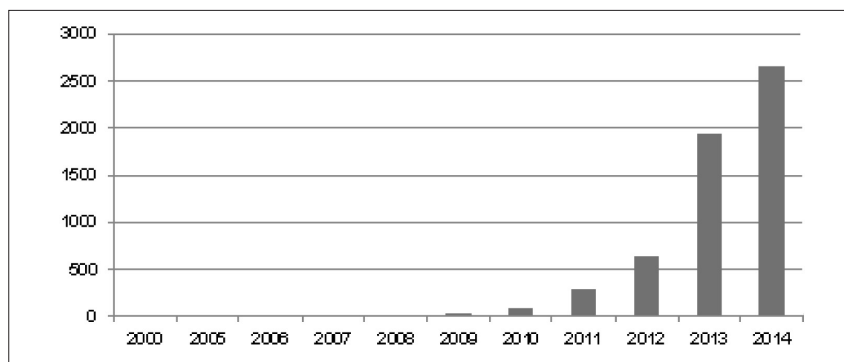


図18 中国の太陽光発電の累計設備容量 (単位：万kW)

資料出所：中国再生可能エネルギーセンター。

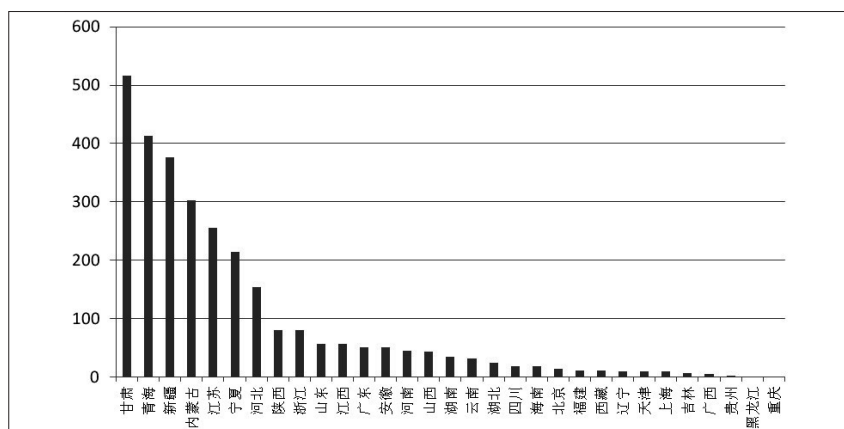


図19中国における省別太陽光発電の発電設備容量
(大型PV発電、分布式発電と光熱発電を含む、単位：万kW)

資料出所：国家再生可能エネルギーセンター。

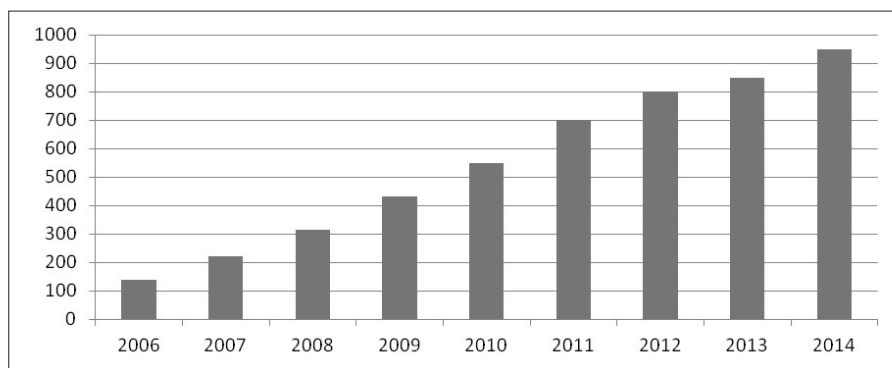


図20 中国におけるバイオマス発電累計設備容量 (単位: 万kW)

資料出所: 中国再生可能エネルギー協会。

近年設備容量も急速な成長を遂げており、2014年末の時点で、全国の太陽エネルギー発電のグリッド接続設備容量は2805万kWに及んでおり、前年比61%増である。

現在、中国の太陽光エネルギー発電は、PV発電をメインにし、うち大型PVの発電所グリッド接続設備容量は2338万kWで、分布式PV発電は467万kWである。大型PV発電所の主な立地地域と2014年のグリッド接続設備容量は、甘粛(517万kW)、青海(413万kW)、内モンゴル(284万kW)、新疆(271万kW)、寧夏(217万kW)で、北西地域に集中し、全国の大型地上PV発電所グリッド接続設備の70%以上を占めている。分布式PV発電は、電気使用負荷が高く、経済が進んでいる中東部に集中し、その主な地域と2014年のグリッド接続設備容量は、江蘇(85万kW)、浙江(70万kW)、広東(50万kW)、山東(38万kW)、湖南(29万kW)、河北(27万kW)、江西(26万kW)、安徽(1万kW)で、全国の分布式PV発電グリッド接続設備の75%を占める。また、太陽エネルギー発電も建設段階に入り、2014年末の時点までに、試験的な示範光熱発電所を6基建設し、総設備容量は1.38万kWである。近年、太陽光エネルギー発電設備容量は、急速な発展を遂げたものの、全国の総発電設備容量に占める比率は依然低く、2014年グリッド接続したPV発電設備容量は2.1%前後にとどまっている。(図19を参照)

3.4 バイオマスエネルギー

風力・太陽エネルギー利用における想像を超える急速な成長と比べると、中国のバイオマスエネルギー利用の発展スピードは相対的に緩やかなものであるが、発電・ガス精錬・液体燃料・固形成形燃料の利

用技術や利用規模などでは、いずれも大きな進展を見せている。

バイオマス発電は、2014年末の時点までに、全国の発電設備容量は約948万kWである。農林廃棄物を利用したバイオマス発電プロジェクトは、2006年からスタートしたが、収集地域が大きく、原料価格が高く、経済競争力が弱いなどの問題による制約を受けているため、資源としての利用可能性の限界、製品の経済性を考慮に入れなければならない。しかし、将来的には、主要穀物の生産地域や大型農場、森林地域などでは、バイオマスエネルギーは、重要な電力供給源となりうる。(図20を参照)

バイオマスガス精錬は、中国のメタンガス利用技術は比較的に成熟しており、発展も早く、特に家庭用メタンガスの市場と産業は一定規模をなしている。2014年末の時点までに、全国の年間生産メタンガスの総計は157億立方メートルにおよんでいる。

バイオマス液体燃料も、発展が非常に速く、燃料エタノールとバイオディーゼルなどは、重要な石油代替エネルギーとして、特に交通部門では実用化されている。2014年末の時点までに、燃料エタノールの年間生産能力は約210万トンで、バイオディーゼルの年間生産能力は約40万トンである。注意しておきたいのが、古米が徐々に消費され、とうもろこし価格の高騰に伴い、食料作物を原料にした大規模なバイオマス燃料生産において原料不足に直面していることである。よって、中国は現在では非食料燃料エタノールの発展を推進し、木芋を代表にする非食用芋類、スイートソルガム、リグノセルロースなどを原料にするバイオマス燃料を開発している。また、新世代の先進的なバイオ燃料の技術開発において、

国内企業もセルロース系エタノールの開発を加速化し、一部の企業では1000トン級セルロース系エタノールの中間試験装置を設置した。

3.5 原子力発電

諸外国と比べると、中国の原子力発電の発展は遅れているが、近年は発展のスピードがはやく規模も大きくなっている。図21、22によると、1991年12月に秦山原子力発電所がグリッド接続して発電開始したことで、中国ではじめて原子力発電が稼働し、2007年の「国家原子力発電発展特定計画（2005～2020年）」公布後に、原子力発電は大規模な発展の局面を迎え、一挙に世界でも建設中の原子力発電が多い国となった。しかし、2011年3月の日本の福島第一原子力発電所の事故は、世界の原子力発電の発展に大きな影響を与え、中国も直ちに原子力発電プロジェクトの審査承認を一時中止した。その後、原子力発電の安全性について検証したうえで、2012年10月に国务院常务会议で「原子力発電安全計画（2011～2020年）」と「原子力発電中長期発展計画（2011～2020年）」の決定を発表してから原子力発電

建設プロジェクトを再開し、しかも以前よりはよいスピードで推進している。その数は、2014年末の時点までに、中国で稼働中の原子力発電ユニットは22基に及び、総設備容量は2230万kWで、建設中の原子力発電ユニットは26基で、計2844万kWで、建設規模は世界最大である。

Ⅲ. 中国のエネルギー開発が直面する課題とその挑戦

1. エネルギー消費の持続的成長

21世紀に入ってから中国のエネルギー消費の急速な成長は、世界の予想を超えているが、現在の経済社会発展のファンダメンタルズ面やエネルギー消費レベルから見ると、エネルギー需要は、まだ転換点の段階にまだ到達していない。経済社会発展のファンダメンタルズ面から見ると、中国は既に世界二位の経済大国になっているが、経済発展レベルはまだ低く、2014年の一人当たりGDPは7591米ドル（世界銀行のデータで2014年購買力平価で計算した数字）

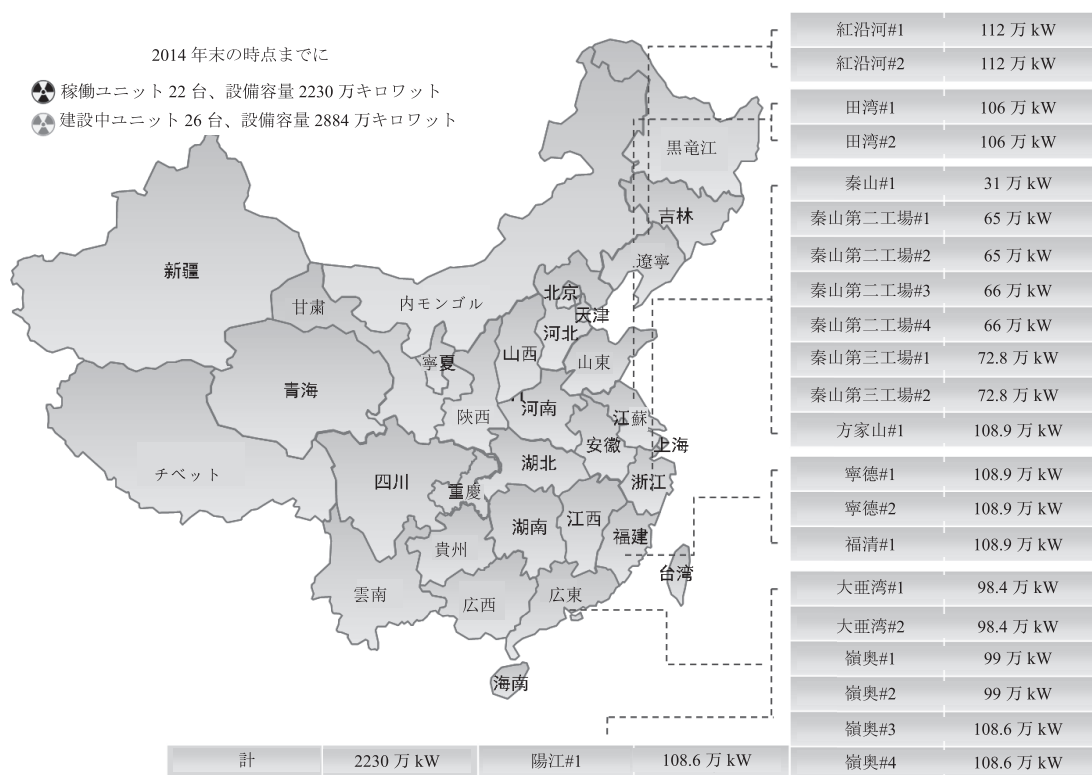


図21 稼働中の原子力発電ユニットの分布

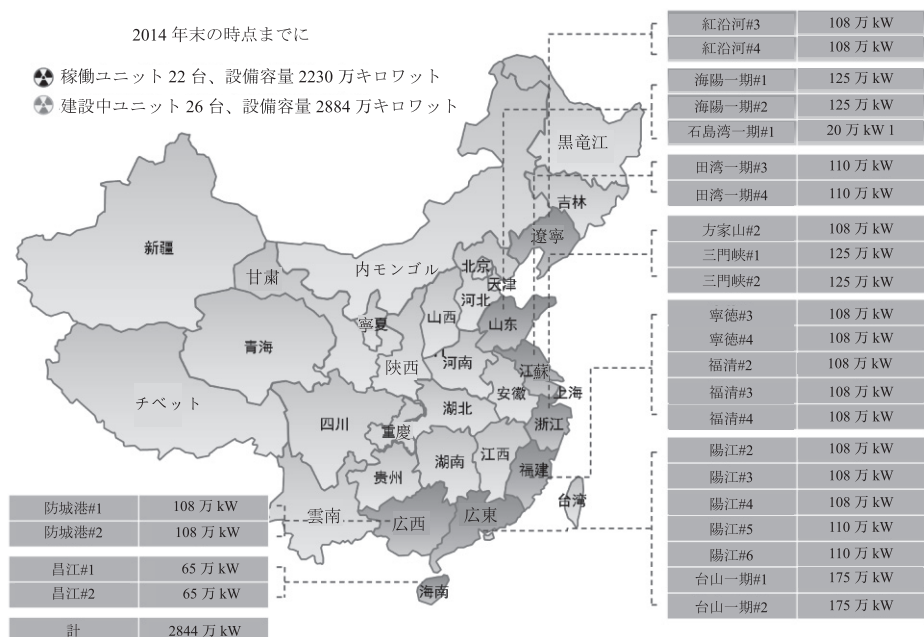


図22 建設中の原子力発電ユニットの地域分布

で、先進国の1/4にも達していない。自動車保有の総量は世界一であるが、千人当たりの保有量は約107台で先進国の五分の一に到達しておらず、世界平均レベルの70%である。都市化率は55%未満で先進国より30ポイントパーセント低い。かつ経済発展にも不均衡があり、中西部地域の一人当たりGDPは東南沿海地域の半分にも達していない。農村の一人当たり可処分所得は都市住民の40%しかない。世界銀行の基準によると、中国国内では一億人以上が貧困線以下の生活水準にある。未来の相当長い間において、経済を発展し、貧困を解消し、裕福を目指す

ことは依然として中国の重要課題である。これらの目標を実現するには、より多くのエネルギー生産と消費が必要と予測される。

一方で、エネルギーの消費から見ると、中国のエネルギー消費総量は大きいものの、先進諸国と比べると一人当たりレベルはまだ低い（図23を参照）。2014年の一人当たりエネルギー消費はわずか3.1石炭換算トン前後で世界平均より高いが、先進国の半分にも達していない。一人当たり電力設備容量は1kW前後で、米国の30%、日本の50%にも達していない。先進国が歩んできた道から見ると、生活レベ

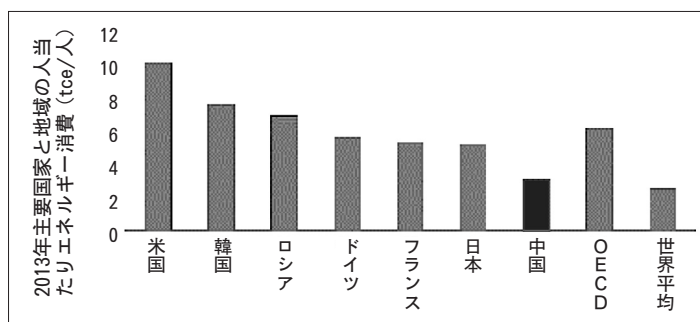


図23 2013年世界の主要国・地域の一人当たりエネルギー消費（単位：tce/人）

資料出所：中国再生可能エネルギー協会。

ルが質の高いレベルまで到達するには、一人当たりのエネルギー消費量は4トン強で、一人当たりの有効設備容量は1.5kW以上にしなければならない。将来的には、2050年までの既定の経済発展目標を実現するには、経済は持続的に成長し、エネルギー需要も倍増が予測される。

2. 石炭依存によるエネルギー浪費型経済構造と環境制約

巨大なエネルギーの消費総量と長期的に石炭をメインにするエネルギー消費構成は、エネルギーの利用と環境保護との間の矛盾が次第に深刻化することになる。大気、淡水、土壌、海洋などの一般汚染は日増しに深刻化し、自然環境全般が不可逆的な破壊に直面している。特に石炭を中心とするエネルギー消費による大気汚染は深刻な問題として注目されている。

大気汚染は、中東部地域全般を席卷するヘイズ（微粒子による煙霧）問題が深刻で、中国人にとって青空を見上げることをぜいたくな願いにしている。中国環境保護部、気象局が公表したデータによると、2014年に全国で13回にわたって、広範囲にヘイズが発生した。特に、中東部の大部分の地域では2014年2月の一週間連続でヘイズが発生し、被覆面積は11の省（区、市）、207万平方キロにおよんでいる。全国で空気品質新基準に基づくモニタリングを展開し

ている161箇所の地級とその他の都市（新基準第一段階、第二段階のモニタリング実施都市）のうち、基準を満たさなかった都市は90%を超えている。うち、北京、天津、河北省という京津冀域はより深刻で、13箇所の地级以上の都市は基準を満たさず、前年度のPM2.5平均値は93マイクログラム/立方メートルにも上がっており、WHO基準値の12倍で、国内基準値の3倍になっている（中国環境保護部、2015）。

現在では中国の自然環境全般の悪化が日増しに複雑化し、環境汚染は、都市から農村へ移転し、人口の過密地域や経済発達地域から人口の過疎地域や経済未発達地域へ移転し、一般的汚染から非一般的汚染、有毒有害な汚染へ変化し、局所地域から広域地域へ拡大し、河川都市区間から流域へ拡大し、浅い層から深い層へと進行し、問題の形として圧縮型、積み重ね型、複合型、カップリング型という特徴を見せている。これらの生態系破壊や環境汚染の結果として、巨大な経済損失を与え、人々の健康を深刻に害するだけでなく、かつ社会的混乱まで発展するため、結果として公共安全や社会の調和を脅かす。

3. 高炭素エネルギー利用モデルと世界の気候変動交渉圧力

一般的な環境汚染だけでなく、国際社会に注目されている温室効果ガス排出による気候変動問題にお

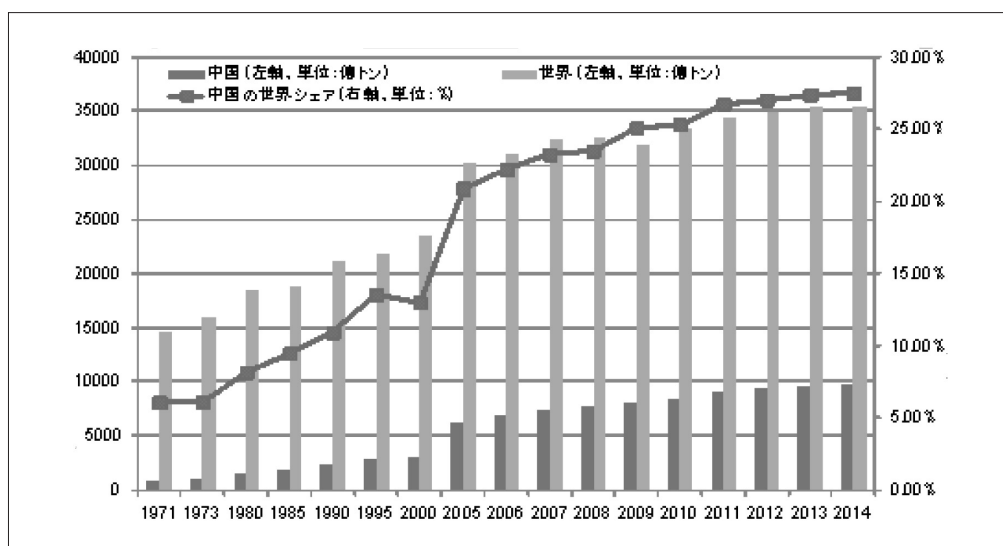


図24 中国の二酸化炭素排出量とその世界の総排出量に占める比率

資料出所：BP Statistical Review of World Energy 2014。

いて、中国は工業化プロセスにおける一人当たり累計炭素排出量は、先進国をはるかに下回るものの、その排出総量は米国やEUの合計に接近し、世界一の温室効果ガス排出大国となっている。一人当たりの排出量は世界平均レベルを超えたばかりでなく、一部のEU諸国の一人当たり排出レベルを超えている（図24参照）。各年度における排出増分は世界のトップであるので、中国は如何に排出削減するかを世界各国は注視している。

4. 長期的なエネルギー供給のひっ迫

中国国内のエネルギー資源状況から見ると（表2）、石炭資源は比較的豊富なものの、石油、一般天然ガス資源は相対的に不足している。2013年末の時点までに、中国における石炭の探査済埋蔵量は1145億トンで、世界の採掘可能埋蔵量の12.8%を占めている一方で、石油は24.7億トンで世界全体のわずか1%である。天然ガスは3.27万億立方メートルで世界全体の1.8%にすぎない。さらには、人口規模が大きい中国の一人当たりエネルギー資源の占有量は、世界平均値をはるかに下回っている。2013年末の時点までで、中国の一人当たり石炭占有量は84.1トン/人で世界の一人当たり水準の67%を占める一方で、石油は1.8トン/人で5.4%、天然ガスは2405立方メートル/人で9.2%を占めるにとどまっている。現在の産出量で計算すると、中国の石炭は採掘可能年数が31年、石油は12年、天然ガスは28年である。

また、中国のエネルギー資源の分布は、著しい地域分布の不均衡や資源地質の賦存条件が複雑などの問題が存在している。中国の石炭資源の90%は北方に分布し、経済が進んでいる東部地域は7%に過ぎない。石炭採掘の露天炭鉱は4%前後にとどまり、その他はすべて立坑採掘である。それらの採掘深度は深くし続け、平均採掘深度は既に600メートルに達し、一部の立坑は1000メートル以上になっている。

石油・ガス資源の地質条件も極めて複雑で、埋蔵が深く、探査開発技術が高く求められている。これはエネルギーの輸送や安全な供給のために巨大なプレッシャーを与え、未来のエネルギーの採掘の難易度やコストは絶えず上昇していることになる。

中国では現在のエネルギー消費レベルはまだ低く、未来の相当長い間において、エネルギーの需要の硬直的増加は変えることのできない事実である。長期的に見れば、国内エネルギーの供給プレッシャーは大きく、特に石油、天然ガスには構造的不足の問題が存在し続くので、中国の「国内に立脚する」エネルギーの発展戦略にとって、大きな課題だろう。

IV. 中国におけるグリーンエネルギー発展戦略

中国の巨大なエネルギー消費総量や石炭をメインとした高炭素エネルギー消費構成は、自然環境の破壊、世界の気候変動交渉、エネルギー資源供給などの面で中国に大きなプレッシャーをかけている。将来的に、今までの高炭素エネルギー消費モデルを継続したままで経済発展し、エネルギー需要が増加し続ければ、より大きなプレッシャーとなりうる。したがって、エネルギー利用効率を向上し、クリーンな低炭素エネルギーの利用を推進し、経済発展方式の転換を加速し、住民のグリーン消費を促進するなどの措置により、グリーンエネルギーの発展の道を歩まなければならない。

1. 需要モデルの転換：エネルギー利用効率の向上と消費総量の抑制

急速な成長を遂げたエネルギー消費量や石炭をメインにするエネルギー消費構成は、自然環境の悪化を招く主因である。しかし、より憂うべきことは、将来におけるエネルギー需要の持続的な成長を短期間に変えることは難しく、自然環境が受けるプレッ

表2 中国2013年化石エネルギー産出量と採掘可能埋蔵量

	生産量	世界排出量	採掘可能埋蔵量	世界のランク名	採掘・埋蔵
石炭（億トン）	36.5	1	1145	3	31
石油（億トン）	2.07	4	25	14	11.9
天然ガス （億立方メートル）	1071.5	7	32722	13	28

資料出所：中国統計局，BP Statistical Review of World Energy 2014

シャーは増加する一方である。近年、経済情勢が悪化し、経済成長が緩やかになることでエネルギー需要の成長率は緩やかになったが、先進国が歩んできた歩みから見ると、工業用エネルギー消費はピークを到達した後でも、建築・交通・民生部門はまだ急速に成長していく。この「一つの解消、三つの上昇」によって、最終的にエネルギー需要の増加は、これまでと大きく変わらないだろう。また、発展段階から見ると、将来的な都市化プロセスは絶えず加速化し、鉄道、道路、空港などのインフラ需要は大きくなる。特に中国は、地域間の不均衡な発展が存在し、中西部の一部の立ち遅れた地域は、依然として発展の初期段階にあり、全面的にゆとりのある社会を建設する段階的目標を実現するためには、それらの地域は発展を加速化しなければならない。特に2013年、習近平・国家主席は経済発展を推進する「一带一路」という戦略構想を提唱し、「新シルクロードの経済ベルト」の北西沿線の陝西、甘肅、青海、寧夏、新疆の五省と、西南沿線の重慶、四川、雲南、広西の四省を含む大部分の西部地域は、インフラ建設のブームを迎えることになり、エネルギー需要も持続的に増加している。

将来的には、2050年までに中国の人口は14億人を超え、政府の経済発展目標を実現するとGDPは44兆米ドル（2010年価格換算）を超え、一人当たりGDPは約3.2万米ドルとなる。その場合、中国のエネルギー需要が、現在のOECD諸国の一人当たりエネルギー消費と同じぐらいの水準（2011年人当たり6.2石炭換算トン）であったとしても、総量では90億石炭換算トンまで接近する。仮に、世界的にもエネルギー経済効率が高い日本やドイツの一人当たりエネルギー消費レベル（2011年日本の5.6石炭換算トン）でいったとしても、80億石炭換算トンに接近する。このようなエネルギー需要は、間違いなく自然環境により大きなプレッシャーを与えることになる。再生可能エネルギーと化石エネルギーを簡単に代替できない現況において、有効な措置を講じて、エネルギーの消費総量を抑制しなければならない。ドイツ生態系経済学者のWei boleは、その著作の『5倍級--資源消費を削減し、グリーン経済をモデルチェンジする』において、現在の世界水準の技術や手段を活用すれば、資源生産性を5倍向上させ、資源消費を80%減少し、人類における社会福祉を向上させる基礎をつくることができるとしている。中国の場合は、改革開放以来の粗放型発展モデルがエネ

ルギー利用の大規模な浪費を招いた一方、現在は巨大な省エネポテンシャルを有しており、エネルギー効率を向上することで、著しくエネルギー需要を削減させることができる。国家発展改革委員会エネルギー研究所、米国ローレンス・バークレー国家実験室、米国ロッキー研究所が共同で結成したプロジェクトチームの研究によると、2050年までに、エネルギーの利用効率を向上し、産業構成を調整するなどの一連の措置を通じて、既定の経済発展目標を実現する前提で、一次エネルギーの消費総量を50億石炭換算トン以内に抑えることは可能であると試算している。この目標が実現でき、かつ再生可能エネルギーの比率を大幅に向上させることができれば、主要汚染物の排出総量を現在の千万トン級から百万トン級に低下できるのと同時に、温室効果ガス排出も大幅に削減し、さらには良質な自然環境という発展目標を実現できる。したがって、将来において、大いにエネルギーの利用効率を高め、エネルギーの消費総量を抑えなければならない。

過去十数年間において、中国の省エネ対策は著しい効果を収め、エネルギーの利用効率は大幅に向上したが、中国社会には全体として大きな省エネポテンシャルを有する。関連研究によると、2020年までに鉄鋼、セメント、石油化学、化学、非鉄金属、電力などの産業における実行可能な生産技術による省エネのポテンシャルは、4億石炭換算トン以上である。中国全体で技術的に実行可能で、経済的にも合理的な省エネのポテンシャルは、6億石炭換算トンにも達している。また、世界的に気候変動を対処する背景で、新ラウンドの産業革命が台頭し、省エネ技術は絶えず進化し、将来的に情報、通信、スマート制御などの技術の元で、工業生産は局所的、単一的工程の省エネ最適化からフルコース、システムだった最適化へと転換する。インターネット、モノのインターネットなどの新世代情報技術は、エネルギーの生産、保管、輸送、使用状況についてリアルタイムでモニタリングし、最終的にはベストな利用モデルを構築する。工場でモジュールを作っておくことで製造プロセスの90%を達成し、次に現場で作っておくモジュールを設置する建築技術は、建築施工の省エネ、炭素削減を実現する。「建築一体化」の省エネ設計は、既存の建物について大きな省エネを実現する。交通輸送のエネルギー使用方式は、徐々にクリーン化、多元化、電気化へと転換する。自動運転、車のインターネット技術は、交通輸送効率を最

適化する。言わば、工業、建築、交通などの各分野の省エネ技術の開発と水平展開は、絶えず加速化することが見込まれ、さらには省エネのポテンシャルを絶えず開拓する。将来的には、省エネ、排出削減に力を入れ、省エネを石油、天然ガス、石炭、非化石エネルギーに次ぐ「五番目のエネルギー」の開発、先進省エネ技術の水平展開、エネルギー効率の向上し、省エネポテンシャルの掘り出すことにより、未来のエネルギー需要の急速な成長に対処し、エネルギー消費総量を抑えることは可能である。

2. 供給モデルの転換：エネルギー供給の低炭素化とクリーンエネルギーの育成

2050年までエネルギー消費構成が変わらなければ、石炭消費のエネルギー消費に占めるシェアは60%以上である。この場合、たとえエネルギー効率を向上することでエネルギー消費総量を50億石炭換算トン以内に抑えても、石炭消費量は30億石炭換算トンを超え、2014年実績より10%近く高くなる。低質、高炭素エネルギーの消費は依然増加し、一般汚染物と温室効果ガス排出源は増加する一方で、末端の排出抑制だけでは、主要汚染物排出の大規模な削減は見込めない。将来的には、化石エネルギーよりもクリーンで、低炭素の天然ガス、もしくは炭素フリーの原子力や再生可能エネルギーの供給を推進することで、クリーンエネルギーの消費比率を高め、エネルギー利用のグリーンな発展を推進する必要がある。

近年、中国のエネルギー供給モデルは、クリーンで、低炭素化へと発展し、天然ガス、原子力エネルギーと再生可能エネルギーの利用量は急速な成長を遂げたが、一次エネルギーの消費に占める比率は依然低いものである。2000-2014年に、天然ガスの消費量は245億立方メートルから1816億立方メートルまで成長し、6.4倍増加した。原子力発電設備容量は210万kWから1988万kWまで成長し、8.5倍増加した。水力発電設備容量は7935万kWから3億kWまで成長し、2.8倍増加した。グリッド接続済の風力発電設備容量は、32.9万kWから9637万kWまで成長し、290倍以上増加した。グリッド接続済の太陽エネルギー発電設備容量は、2805万kWまで増加した。だが、一次エネルギー消費に占める比率を見ると、2014年の天然ガス、原子力発電、水力発電、風力発電、太陽エネルギー発電などの低炭素エネルギー供給は、エネルギー供給総量の16.9%しか占めていない。

40億トン近くの石炭消費量と比べると、現在のクリーンエネルギーの利用規模はまだ小さく、将来の発展にはポテンシャルを有する。資源から見ると、クリーンで低炭素のエネルギー埋蔵量は非常に潤沢である。天然ガスは、一般天然ガスの埋蔵量が相対的に少ないものの、それ以外の埋蔵量は相当なものである。世界エネルギー研究所（WRI）の2014年の研究によると、シェールガスの埋蔵量は30万億立方メートル以上に及んでおり、世界一である。また、絶えず強化されてきた国際エネルギーとの提携も、海外ガス田の拡大によって有利な要素を提供した。特に「一帯一路」という戦略構想における新シルクロードの経済ベルト沿線地域の天然ガスなどの資源は極めて豊富である。うち、2014年の時点で、カザフスタン天然ガスの埋蔵量は1.5万億立方メートル、トルクメニスタンは17.5万億立方メートル、ウズベキスタンは1.1万億立方メートルである。また、再生可能エネルギーでは、中国の資源は極めて豊富である。中国国家统计局のデータによると、中国全国の水エネルギー資源の理論上の蓄積量は6.9億kWで、70m級の風力発電出力密度は150ワット/平米以上の陸上風力エネルギー資源の技術的開発可能量は約72億kW、近海で水深5~25m以内に建設される高さ100m級の風力発電技術の開発可能な量は約1.9億kW、水深は25-30m以内の風力発電技術の開発の可能量は約3.2億kWである。全国の三分の二以上の国土面積の年間日照時間数は、2200時間を超えており、平均して各年度において国土面積に輻射する太陽光エネルギー容量は1.7兆石炭換算トンに相当する。現在、中国の農業廃棄物や林業余剰物などが資源化可能で、利用できる各種バイオマス資源は4.6億石炭換算トンを超えている。全国の主要盆地の地熱資源で標準石炭に換算すると8530億トンに及んでおり、年間利用可能量は6.4億石炭換算トンである。豊富なクリーンエネルギー資源は、エネルギー供給モデルをクリーンで低炭素なものへと発展することを加速化させるためには、保障・補助を充実させることである。もし2050年にエネルギー消費総量が50億石炭換算トン以内に収める目標を実現できれば、クリーンで低炭素エネルギーの利用比率は、50%前後まで上げることは可能である。将来においてエネルギー消費総量を抑制する基礎の上で、高比率再生可能エネルギーを発展し、化石エネルギーへの依存、特に石炭への依存を削減し、根本から一般汚染物や温室効果ガスの排出を削減することが可能になる。

3. エネルギー発展モデルの転換

改革開放以来、中国の粗放型経済発展方式は多くの不必要な浪費を招き、特に経済発展が輸出に依存して大量のエネルギーの間接的輸出、建築物の解体や重複建設による深刻な周期性浪費を招いた。まず、過去の三十数年間において、中国の経済成長は輸出に依存し、WTO加盟以来、世界の工場の役割は日増しに強くなり、「中国製」のローエンド製品は世界各地に出回っている。簡易な概算によると、各年度において直接、間接的に輸出しているエネルギーは全国エネルギー消費総量の20%以上を占めている。また、改革開放以来、中国は急速な発展というプロセスの中で、建設、淘汰、再建設、再淘汰という道を歩んでおり、このような「速度を重んじ、品質を軽んじ、目先のことしか注目しない」という発展モデルでは、富の蓄積が遅いだけでなく、周期性のエネルギーの浪費を招く。建築分野においては、世界には前年の新築建物が最も多い国であるが、中国は発展速度だけを追求し、科学的な計画が不足しているなどの原因により、「寿命の短い建物」が続出し、大量のエネルギーを無駄遣いしている。未来において経済発展方式の転換を加速し、経済発展の品質を向上し、エネルギーの間接的輸出や周期性の浪費を削減しなければならない。

現在、中国は経済モデルの転換に有利な時期にあり、一方で外貨準備は世界一で、経済規模は世界二位で、総合的な国力は著しく増強され、既に経済のモデルチェンジを実施する物質的な基礎と総合的実力を備えている。他方では、エネルギーの資源、環境、労働力、土地などの側面の優位性は次第に消えつつ有り、輸出市場では先進国と発展途上国の二重の競争に直面している。輸出指向型の発展方式はこれ以上継続できなくなる。未来において知識経済、ブランド経済、創意経済の発展に注目し、大いに輸出構成を調整し、「科学的発展をテーマにし、経済発展方式の加速化を主線にして、経済の長期的な穏やかな発展の加速化を促進する」戦略的布石に落としこむ。同時に、未来の都市建設プロセスにおいて、より計画の合理性、科学性に注目し、建築物の設計において弾力性や柔軟性を強調し、十分に長期的な利用用途の変動を考慮し、建築材料の使用において監督や審査を強化し、耐久材料の使用を強化し、「大規模建設・大規模解体」のやり方をやめ、建築物の耐用寿命を延命化し、周期性のエネルギーの浪費の回避に取り組む。

4. ライフスタイルの転換：住民のグリーン、低炭素生活の推進

近年来、住民の生活レベルが日増しに向上に伴い、益々多くの消費者は米国式のような所得水準以上の消費を追い求めはじめ、贅沢を特徴とする消費文化は、大排気量の自動車、大型住宅などの「浪費式消費」モデルを招き、これは間違いなく資源の大きな浪費となる。これだけでなく、消費者のこのような過剰消費マインドに合わせるため、多数の消費品は設計から生産まで過度な高級感のイメージより、一箱の月餅もその外箱のデザインは非常に豪華で、高級木材、皮革、金属、シルク、水晶などの過剰な材料で幾重にも包装し、必要以上の材料を使用している。そのため遥かに製品包装の基本的需要を超え、使えない大量な固形廃棄物ゴミを出すだけでなく、これらの贅沢な包装は、製造プロセスにおいて資源の大きな浪費を招く。しかし、中国では人口規模が大きく、人当たりの資源占有量は低いため、現在では7%の耕地、6%の淡水資源で世界の20%の人口を養い、多数の鉱産の人当たり資源の占有量は、世界平均レベルの半分までしか到達しておらず、人当たりの石炭、石油、天然ガスの採掘可能埋蔵量はそれぞれ世界平均レベルの67%、5%、9%となっている。このような「浪費式」の消費、生産理念が主流となる場合は、資源供給により大きなプレッシャーとなる。未来において、この消費モデルを改善するため、住民の消費モデルや消費品の生産モデルを誘導し、グリーン、低炭素消費を推進しなければならない。

将来的には、転ばぬ先の杖ということで、長期的な省エネ・環境保護の市民への啓発システムを立ち上げ、市民への省エネ・意識の転換を強化し、エネルギー効率の基準、識別表示、認証などの手段で、消費者にグリーンマークのついている製品を購入することを奨励し、住民消費の質的転換を誘発し、人々の生活消費方式を持続可能なエネルギー消費方式への転換を促せば、エネルギー需要の加速度的成長を緩やかにする。他方では、大いにグリーンサプライチェーンを展開し、消費品生産チェーンにおける中大型調達企業を軸に、その産業チェーン全般にある資金の優位性を、信用の優位性をもって、上流の供給企業で共同で省エネに参画させ、サプライチェーンにおける各段階の企業の省エネ資源を融合し、消費品のグリーン設計、グリーン工程計画、グリーン材料の選定、グリーン生産、グリーン販売などの達成を推進し、サプライチェーン全般の省エネ、グリー

ン化管理を実現する。

V. 終わりに

本稿は、中国の高度成長に伴うエネルギー消費のモデルを分析し、大量生産・大量消費の問題点を指摘したうえで、将来的な経済成長への障害および環境崩壊への影響について検討して、グリーン・低炭素の発展モデルへの転換を提案した。

特に、石炭依存型のエネルギー需給構造を分析し、それが中国の浪費型経済構造に繋がっていることが分かった。また、石炭を中心とするエネルギーの構造は国内外の環境問題を引き起こし、二酸化炭素の急増の原因となっている。したがって、エネルギー構造の転換は中国のエネルギー消費モデル転換の鍵であり、環境問題の改善と気候変動対策にも非常に大きな効果がある。

エネルギーモデルの転換には太陽光発電、水力発電、地熱などの再生可能エネルギーの発展は非常に重要である。中国では、規模として再生エネルギーの生産はいくつも世界一となっているが、その利用の効率、普及率はまだ高くない。また、政府指導・補助金推進のやり方は限界があり、市場主導の発展への転換も必要である。さらに、原子力発電は他の国より急増しており、中国の電力不足問題を解消する一方、その安全性と環境への影響は軽視できない。

エネルギーモデルの転換において最大の問題は技術である。かつて日本は石油危機以後、経済成長モデルを環境保全優先とする発展への転換をするとともに、環境技術の開発、省エネ製品の開発、高汚染・高炭素産業の廃止および海外移転、そして近年において地球温暖化対策の強化、低炭素社会の推進等により、産業も社会も家庭も環境保全・省エネの意識を高め、国際的な外部圧力より自主的な行動をとってきた。これに関して、中国は日本に学ぶことがあり、特に省エネ技術と環境教育には、学ぶ意義が大きい。これから中国は自力で技術を開発し、エネルギーモデルの転換や気候変動対策への貢献など、未来の持続可能な発展に進んでいくことが期待される。

エネルギーのモデルチェンジとグリーン発展は長期的なプロセスで、一朝一夕でできるものではない。したがって、全面的、系統だった推進をし、まず消費モデルにおいて、大いにエネルギーの利用効率を高め、エネルギーの消費総量を抑え、端末エネルギーの需要を減少するべきである。また、供給モデルに

おいて、エネルギーの供給モデルがクリーンで低炭素化への発展を加速し、クリーンでエネルギーの消費比率を高め、経済の高炭素エネルギーへの依存を低減する。さらに、発展モデルにおいて、速やかに経済発展方式を転換し、浪費型のエネルギー浪費を減らして、効率的にエネルギーを消費するべきである。最後に、生活モデルにおいて、市民の消費モデルの転換を誘導し、グリーン・低炭素の消費習慣とライフスタイルを推進する必要もある。

附記：著者の薛進軍は湖北経済大学の楚天学者と湖北省炭素排出権取引協同創新中心の首席科学者を務めている。

謝辞：この研究は全国銀行学術振興財団の助成金を受けて共同研究を行った研究成果の一部である。また、中国国家発展改革委員会・エネルギー研究所のポストドクター馮超氏、鈴鹿大学国際人間科学部・講師の渡邊聡氏に指摘とコメントを頂いたので、ここで謝意を申し上げる。

注

- 1) 民生用エネルギー消費には業務用、農業用、その他エネルギー使用が含まれている。
- 2) うちLNG輸入量は、1トンLNGが1380立方メートル天然ガスに相当する換算関係で換算したものである。

参考文献

(英語)

- The institute of energy economics Japan (2016), ED
EDMC Handbook of Japan's & World Energy &
Economic Statistics.
- Jinjun Xue and Quan Bai (2015), Low-carbon
Economy in Japan, Low-carbon Economy in
China, in Minyue Yan (ed.) *Handbook of Clean
Energy Systems*, Welly Press, pp.3840-3873.
- Jinjun Xue (ed.) (2013), *Green, Low-carbon
Development in China* (ed.), Springer.

(中国語)

- 戴彦德, 白泉 (2012), 中国「第十一次五カ年企画」省
エネ進展報告書. 北京: 中国経済出版社.
- 戴彦德, 呂斌, 馮超 (2015), 「第十三次五カ年企画」中
国エネルギーの消費総量抑制と省エネ. 北京理工大学
学報 (社会科学版), 2015(1):1-7.
- 国家統計局 (2014), 中国統計年鑑 (2014), 北京: 中国
統計出版社.
- 国家統計局 (2014), 中国エネルギーの統計年鑑 (2013),
北京: 中国統計出版社.
- 国家統計局 (2015), 2014年国民経済と社会発展統計公

- 報, 北京.
- 国家発展改革委員会エネルギー研究所 (2009), 中国2050年低炭素発展の道--エネルギーの需要並びに炭素排出情景分析. 北京: 科学出版社, http://www.stats.gov.cn/tjsj/zxfb/201502/t20150226_685799.html
- 中国環境保護部 (2015), 中国環境状況公報 (2014).
- 中国發展改革委員会能源局. 能源技術革命創新行動計劃 (2016)『中国能源報』2016-04-18。
- 盧安武 [米国] (2014), エネルギーの再編. 湖南: 湖南科學技術出版社.
- 戴彥德, 朱躍中 (2013), エネルギーを再編し, 持続可能な發展を実現する. 中国科学院刊, 2013(2): 239-246.
- ジェレミー・リーフキン [米国] (2012), 第三次工業革命. 北京: 中信出版社.
- Wei bole [ドイツ] (2010), チャーリー・ハーゲルフスキ. 五倍級--資源消費の削減, モデルチェンジグリーン經濟. 上海: 上海人民出版社.
- BP. Statistical Review of World Energy 2015. (2015).
- 龐名立 (2014), 2014年中国原油輸出入總括.
<http://www.wusuobuneng.com/archives/16440>
- 龐名立. 2014年中国天然ガス輸出入總括.
- 中国風力エネルギー協會 (2014), 2014年中国風力發電設備容量統計. http://www.360doc.com/content/15/0320/15/20625606_456712643.shtml ;
<http://www.wusuobuneng.com/archives/16453>
- 薛進軍 (編著) (2014, 2015, 2016), 中国低炭經濟發展報告, 社会科学文獻出版社.
- (中国国家發展改革委員会エネルギー研究所)
(名古屋大学大学院經濟學研究科)