

中国のCO₂削減目標を考える

INDC 目標ベースのエネルギー需給と省エネルギーの役割を展望する

地球環境ユニット 省エネルギーグループ 研究主幹 沈 中元

はじめに

中国政府は6月30日、2030年までの温暖化ガスの排出削減の約束草案（INDC¹）を国連気候変動枠組条約事務局に正式に提出した。草案の主な数値目標（以下 INDC 目標とする。）は以下のとおりとなっている。

- 1) 2030年頃までにCO₂排出量をピークアウトし、出来るだけ早い時期にこれを実現すること
- 2) GDP当たりのCO₂排出量（以降CO₂原単位とする。）を2005年比60～65%低下すること
- 3) 一次エネルギー消費に占める非化石燃料の比率（以降非化石燃料比率とする。）を20%程度に向上すること
- 4) 2005年比で森林ストック量を45億m³増加すること

目標の達成の主な対策としてエネルギー供給の燃料転換と省エネルギーの進展が考えられるが、果たして同 INDC 目標の達成に中国政府はどのような対策を想定しているのか、そして目標達成の時にどのようなエネルギー需給構造になるのか、いくつか興味深い点がある。

1. INDC 目標ベースのエネルギー需給構造を展望するに当たって

弊所が発表した「アジア・世界のエネルギーアウトルック」(2014年)(以降アウトルック 2014 とする)では、レファレンスケースと技術進展ケースの2つのシナリオを想定し、世界のエネルギー需給見通しを予測した。アウトルック 2014における中国に関する需給見通しを INDC 目標と比較すると、CO₂ 排出量ピークアウト時期に関しては、レファレンスケースで 2040 年以降、技術進展ケースで 2020 年前後と予測しており、INDC 目標の 2030 年前後をその範囲に含む形となっている。一方、CO₂ 原単位の低下に関しては、レファレンスケースで 57.9%、技術進展ケースで 70.5%と予測しており、INDC 目標の 60～65%をその範囲に含んでいる（表1）。

一方、非化石燃料比率に関しては、アウトルック 2014 のそれが INDC 目標のそれよりも低い。アウトルック 2014 では IEA (International Energy Agency) のエネルギー統計を利用し、原子力や水力発電の熱量換算係数、さらに非商業用エネルギーの取り扱いなどに関して中国の国内統計と異なっているため、厳密な比較が困難であるが、アウトルック

¹ Intended Nationally Determined Contributions :

2014の技術進展ケースでも INDC 目標より数ポイント低い可能性がある²。

表1 INDC 目標とアウトルック 2014 年の比較 (2030 年)

指標	INDC 目標	弊所・アウトルック 2014	
		レファレンス ケース	技術進展 ケース
CO2 排出量ピークアウト時期	2030 年前後	2040 年以降	2020 年
CO2 原単位の低下(2005 年比)	60~65%低下	57.9%	70.5%
非化石燃料比率(*)	20%程度に向上	14.7%	19.4%

注(*)直接比較ができない。詳細は脚注を参照されたい。

前述の通り、INDC 目標は概ねアウトルック 2014 が見通した範囲の中に収まっているが、アウトルック 2014 の2つのケースの幅が広いいため、INDC 目標ベースのエネルギー需給構造を直接考察するのは困難に思われる。

一方、IEA が発表した「World Energy Outlook 2014」でも、中国の CO2 排出量のピークアウト時期に関して、「Current Policies Scenarios」では 2040 年以降、「New Policies Scenarios」では 2035 年以降となっている。また、原子力等の非化石燃料の導入のほか、天然ガスに関する導入に関する見通しも中国の INDC 目標を大きく下回っているため、INDC 目標ベースのエネルギー需給を窺うことができない。

本稿では、中国がその INDC を実現した時のエネルギー需給構造を当研究所のアウトルックとは別に、INDC シナリオでの非化石燃料導入・燃料転換と省エネルギーの進展を想定することにより、展望したい。

2. 今後の非化石燃料導入・燃料転換等について

中国政府は INDC の提出にともなって、非化石燃料の導入に関して、一次エネルギー消費に占める比率を 20%程度に向上させることを目標の1つとしているほか、個別の非化石燃料に関して具体的な目標数値を示した(表2)。

例えば、2020 年までに一次エネルギー消費に占める非化石燃料比率と天然ガスの比率をそれぞれ 15%程度と 10%以上に向上させ、風力と太陽光発電の導入量をそれぞれ 2 億 kW と 1 億 kW に引き上げるとしている。また、2030 年までの個別の対策目標に関しては、政府関連の複数機関の解説によると、非化石電源を 2030 年にかけて年平均 5,570 万 kW 新規に導入し³、2030 年に原子力の設備容量を最大 1.5 億 kW まで導入する必要がある⁴として

²中国では水力、原子力、再生可能エネルギー発電を一次エネルギーに換算する際、火力発電の平均効率を基準にするのが一般的であり、また非商業用エネルギーを含んでいないため、IEA 統計ベースのアウトルック 2014 と直接比較するのが困難である。例えば、2010 年において、IEA 統計ベース(アウトルック 2014)の同比率は、中国の換算方法より 3 ポイント程度高い。

³「国家気候変動戦略研究と国際合作センター」(中国 NCSC)

<http://www.ipcc.cma.gov.cn/Website/index.php?ChannelID=72&NewsID=1844>

いる。とりわけ、実行可能性に触れていないながらも、風力発電と太陽光発電の導入規模はそれぞれ3～4億kWを想定しているのが注目される（表2の★の数値）。

このように、中国政府は目標達成のため、石炭からガスへの積極的な転換を行うほか、原子力、新エネルギー、再生可能エネルギーの利用を大幅に促進する方針を見せている。とりわけ、導入規模の大きさをみると、アウトルック2014の進展ケースやIEAの「New Policies Scenarios」を上回っているのが特徴である。

表2 非化石燃料導入・燃料転換等に関する目標

実績値部分		
	2014年	2005年比
水力発電	3.0億kW	2.57倍
風力発電	9,581万kW	90倍
太陽光発電	2,805万kW	400倍
原子力	1,988万kW	2.9倍
目標値部分		
	2020年	2030年
非化石燃料比率	15%程度に向上	20%程度に向上
天然ガスの比率	10%以上に向上	15%程度に向上(★)
風力発電	2億kW	3～4億kW(★)
太陽光発電	1億kW	3～4億kW(★)
地熱利用	3,500万toe	—
水力発電		4.5億kW(★)
原子力発電		1.2～1.5億kW(★)
非化石電源計		13億kW(★)

出所) INDC等の資料による整理。ただし、★は何建坤(脚注4)による。

3. 今後の省エネルギーについて

対照的に省エネルギーに関しては、INDC目標関連の数値がほとんど発表されていない。本分析はINDC目標ベースのエネルギー需給を展望するために、以下2つの側面において、今後の省エネルギーを分析する。

まず、産業構造の改善による原単位の改善、すなわちマクロ経済ベースの省エネルギーに関しては、中国政府は一貫して第3次産業のウェイトを引き上げようとする産業政策を採っている。しかし、過去数10年間において工業化過程が急速に進み、第2次産業のウェイトは1990年に34.8%であったが、2010年に46.2%に上昇した。近年ようやく年平均1ポイントほど低下するようになり、2014年に42.6%に低下した。中国国務院発展研究センター・趙晋平(2010)⁵は中国の工業化過程が後期に向かっていると見て、同指標が2030

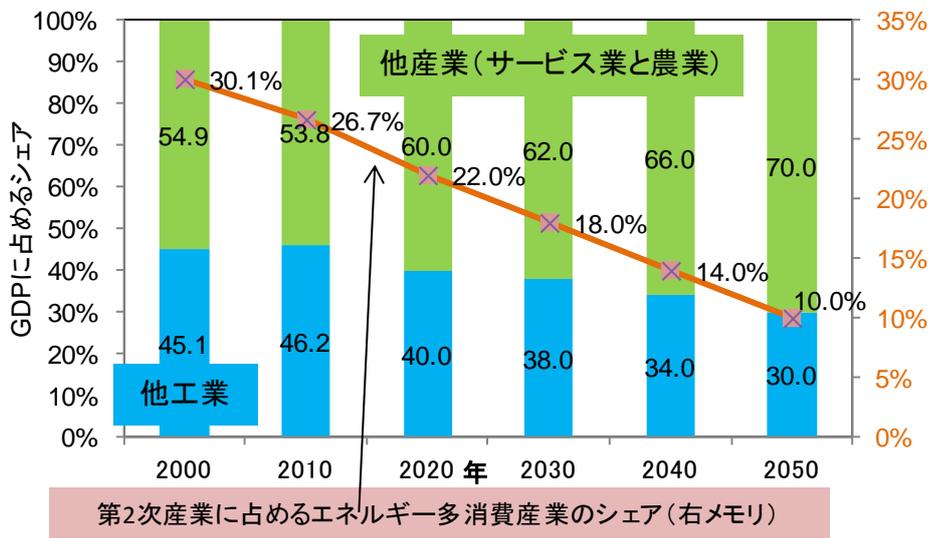
⁴ 「国家気候変化専門家委員会」の何建坤副主任

<http://theory.people.com.cn/n/2015/0702/c40531-27241483.html>

⁵ 中国国務院発展研究センター対外経済研究部部長(2010)「2010-2030年中国产业结构变动趋势分析与展望」、http://www.esri.go.jp/jp/prj/int_prj/2010/prj2010_03_04.pdf

年に38.6%～45.5%に低下すると試算している。本分析でも、工業化の成熟化の影響を受け、その低下のトレンドは今後も継続すると見る。具体的には、同ウェイトが2030年に38.0%に低下すると想定する（図1）。

図1 産業構造の想定



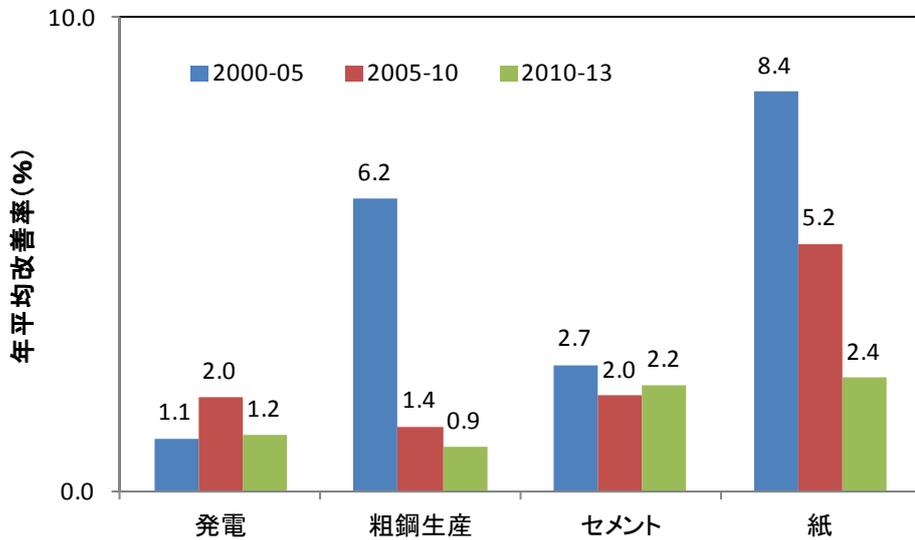
この内、エネルギー消費に影響の大きいエネルギー多消費産業（本分析では鉄鋼、セメント、化学の3産業とする）に関しては、都市化と住宅の新規建設の鈍化などにより鉄鋼やセメント生産が大きく伸びず、エネルギー多消費産業が第2次産業に占めるウェイトも同時に低下すると想定する。同ウェイトは2000～2005年では2.3ポイント低下、2005～2010年では1.1ポイント低下したが、本分析では、2030年にかけて5年平均2ポイント程度の低下を想定する（図1）。

次に、各最終消費部門における省エネルギーを分析する。周知の通り、中国政府は第11次5カ年計画期間中（2005～2010年）の省エネルギー目標としてGDP当たりのエネルギー消費量（以下エネルギー原単位とする。）を20%低下するとしたが、結果として19.1%低下に留まり目標未達成であった。中国政府はこうした結果を踏まえて、第12次5カ年計画期間中（2011～2015年）で同目標を16%に引き下げた。また、個別の産業における最近のエネルギー利用率の改善の動向（図2）をみて分かるように、最近のエネルギー効率の改善は鈍化を見せている。

中国では2003年にエネルギー供給不足、原油価格の高騰、環境汚染問題の深刻化などが同時に発生したが、中国政府はこれを契機に、省エネルギー法を改正し、省エネルギー目標の策定と割り当てを実施するなど、様々な政策を打ち出して省エネルギーを大きく前進させた。しかし、長期的に有効な省エネルギー制度の構築はまだ課題として残っている。例えば今年5月に中国財政部は、2009年から2012年にかけて構築してきた5つの支援制

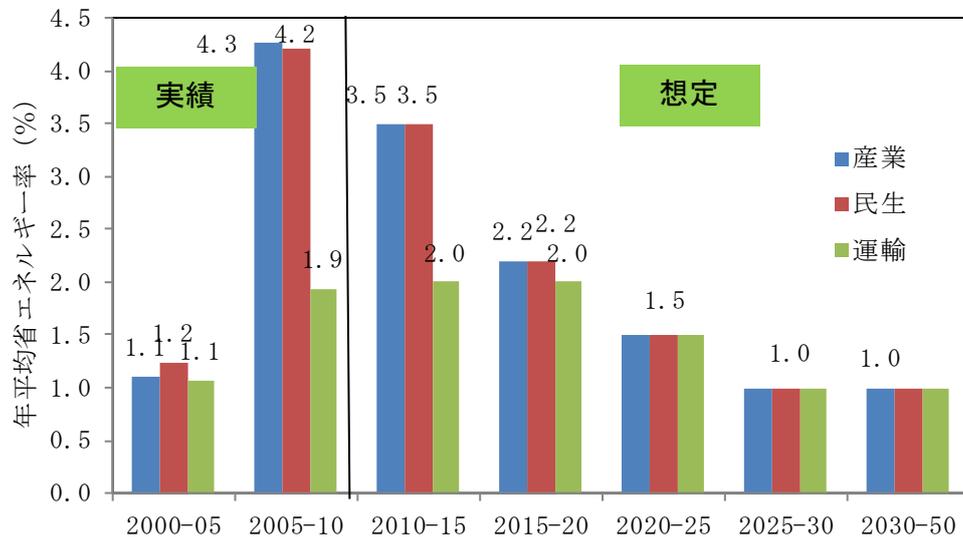
度⁶を一気に廃止した。後継制度が未定のため、今後の省エネルギー進展に不確実性を増したと言える。

図2 最近のエネルギー利用効率の改善の動向（2000～2013年）



出所) 中国能源研・白泉博士 (2015年) の発表資料による。

図3 最終消費部門における省エネルギーの想定



注) 省エネルギー率の定義⁷は脚注を参照されたい。

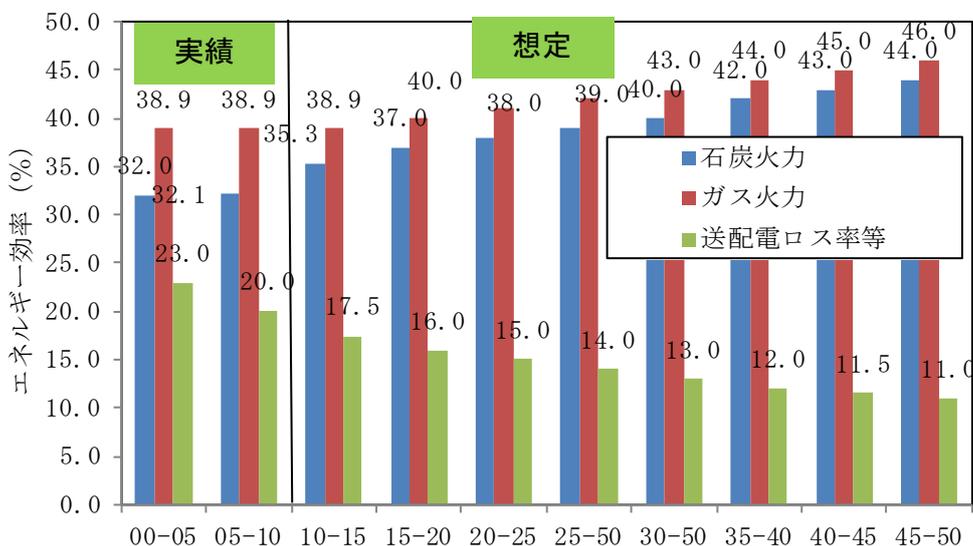
⁶ 「省エネルギー・排出削減の補助金に関する管理暫定方法」(2015)の通達によると、「省エネルギー技術革新」(2011年)、「低効率生産能力の強制廃止」(2011年)、「工業企業におけるエネルギー管理センターの構築」(2009年)、「エネルギーサービス起業(ESCO)」(2010年)、「建築物の省エネルギー改築」(2012年)の5制度が廃止。

⁷ 産業部門の省エネルギー率は産業部門のエネルギー消費の伸び率から産業GDPの成長率を差し引いたも

こうした状況を踏まえて、本分析では、今後の省エネルギーについては、エネルギー効率は引き続き改善していくが、改善のペースが低下していくと想定する。具体的には、図3に示すように、産業部門においては、2000～2010年における実績省エネルギー率が年平均3.4%であったのに対して、2010～2030年においては年平均2.1%と想定する。民生部門においては同2.7%に対して同2.1%と想定する。運輸部門に関しては同2.1%に対して同1.6%と想定する。

一方、発電関連のエネルギー効率（発電端）については、石炭火力は2010年に35.3%であったが、2030年に40.0%に上昇、ガス火力は同38.9%であったが、2030年に43.0%に上昇と想定する。中国の発電効率は概ね2030年に現在の日本の水準に達するイメージである（図4）。

図4 発電関連のエネルギー効率の想定



注：送配電ロス率等には自家消費率を含む。

4. INDC 目標ベースのエネルギー需給構造

上記のように、今後の非化石燃料導入・燃料転換と省エネルギーの進展を想定すると、今後のエネルギー需給構造に関する展望ができるようになる。詳細なマクロ経済のフレームワークや試算用のモデルに関する解説は参考として付録を参照されたいが、試算結果を中心に得られたエネルギー需給構造を記述したい。

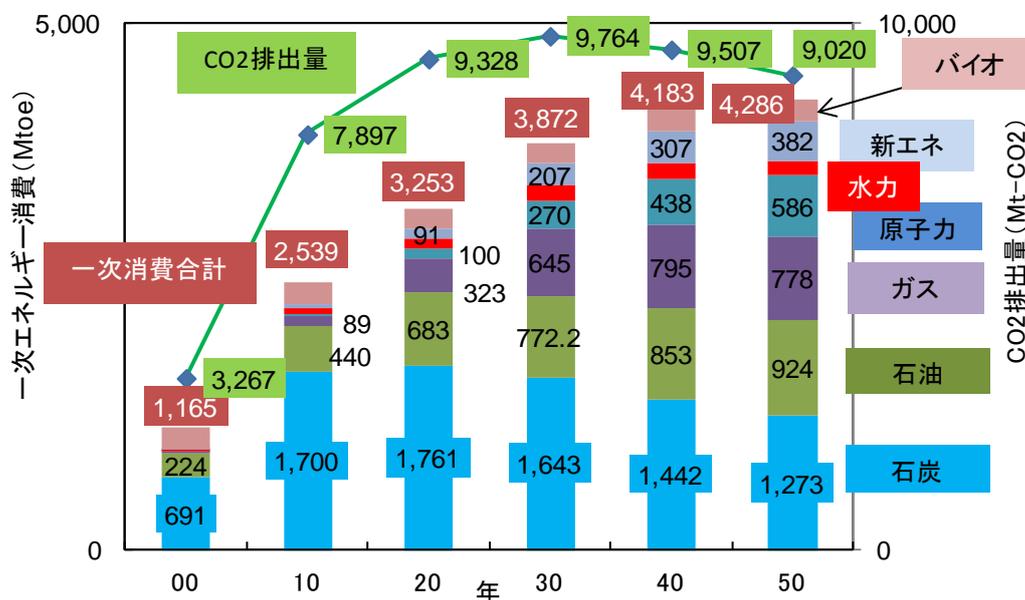
1) 一次エネルギー消費

図5に示すように、一次エネルギー消費は2010年に2,539Mtoeであったが、2030年に

のとして定義する。民生部門の省エネルギー率は民生部門のエネルギー消費の伸び率からGDP成長率と人口の伸び率の加重平均を差し引いたものとして定義する。運輸部門の省エネルギー率は運輸部門のエネルギー消費量から旅客輸送量の伸び率と貨物輸送量の伸び率の加重平均を差し引いたものとして定義する。

3,872Mtoeに増加し、年増加率は2.1%となる。石炭消費量は2015年以降ほぼ横ばいに推移し、遅くとも2020年にピークアウトする。また、石炭の比率が2010年に67.0%であったが、2030年に42.4%に低下する。石炭の代替エネルギー源として、天然ガスと非化石燃料の消費が大きく増加する。天然ガスのエネルギー消費は2010年に89Mtoeであったが、2030年に645Mtoeに増加する。同比率は3.5%から16.7%に増加する。非化石燃料として原子力は19Mtoeから270Mtoeに増加する。同比率は0.8%から7.0%に増加する。新エネルギーも大きく増加し、同比率は1.1%から5.3%に上昇する。一方、2030年に非化石燃料比率は21.0%（中国の換算方法に直すと20.1%）で、INDC目標数値を達成する。

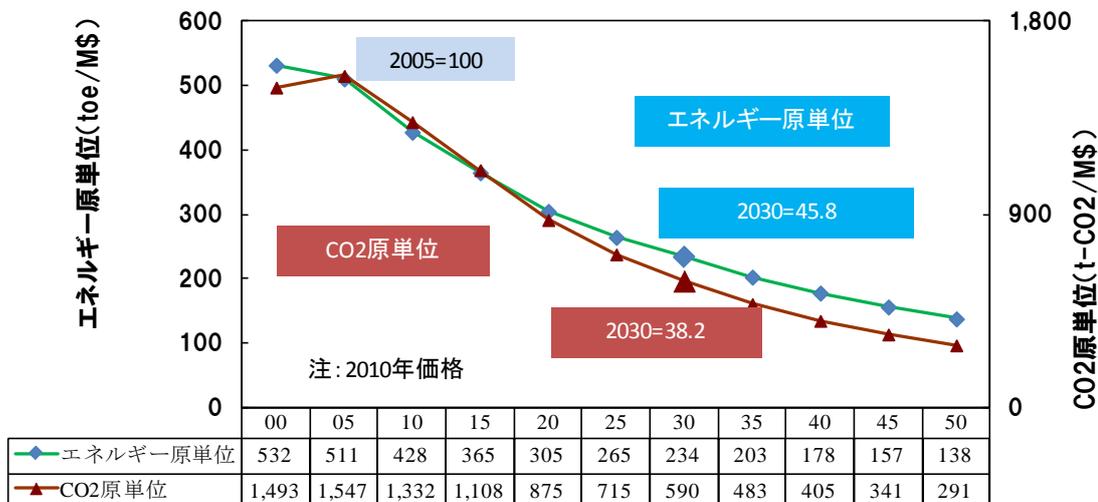
図5 CO2排出量・一次エネルギー需給構造の推移



2) エネルギー原単位

エネルギー原単位 (=GDP 当たりのエネルギー消費量) は、図6に示すように、2005年を100とした場合、2020年に59.7、2030年に45.8にそれぞれ低下し、2010~2020年と2020~2030年における年平均エネルギー原単位の改善率はそれぞれ3.3%と2.6%になる。参考として現在実施中の省エネルギー目標は年率3.4%である。

図6 GDPのCO2原単位とエネルギー原単位の推移(2000年~2050年)



3) CO2 排出量とピークアウト時期

CO2 排出量に関しては、2025~2030 年間でピークアウトし、ピークアウト時の排出量はCO2 換算 97.6 億トン程度であり、対 2005 年比で 1.8 倍になる (図 5)。

4) CO2 原単位

CO2 原単位 (=GDP 当たりの CO2 排出量) に関しては、2005 年に 1,547 (t-CO2/百万ドル) であったが、2020 年に 875 (t-CO2/百万ドル)、2030 年に 590 (t-CO2/百万ドル) にそれぞれ低下する。それぞれの区間における年平均CO2原単位の改善率は4.1%と3.9%となる。また、CO2 原単位は 2005 年比で 2020 年に 43.5%低下、2030 年に 61.8%低下し、INDC 目標範囲内にある (図 6)。

5) 試算結果のまとめ

以上の結果を表 3 にまとめる。

表 3 INDC 目標ベースのエネルギー需給構造等

指標	単位	2010	2030	年伸び率
GDP	10億US\$ (10年価格)	5,931	16,539	5.3%
CO2排出量(*)	Mt-CO2	7,897	9,764	1.1%
GDP当たりのCO2排出量(**)	t-CO2/100万ドル	1,332	590	-4.0%
(対2005年低下率)	%	13.9	61.8	—
一次エネルギー消費量	Mtoe	2,539	3,872	2.1%
GDP当たりのエネルギー消費量	toe/100万ドル	428	234	-3.0%

石炭消費量	Mtoe	1,700	1,643	-0.2%
石油消費量	Mtoe	440	772	2.9%
ガス消費量	Mtoe	89	645	10.4%
原子力導入量 (***)	万kW	1,082	14,759	14.0%
風力発電 (***)	万kW	4,473	37,844	11.3%
太陽光発電 (***)	万kW	26	31,789	42.7%
非化石燃料比率	%	12.2	21.0	-
(中国換算方法)	%	(9.0)	(20.1)	-

(*)2005年は5,394、(**)2005年は1,547 (***) INDC 目標・関連解説を参考に想定。

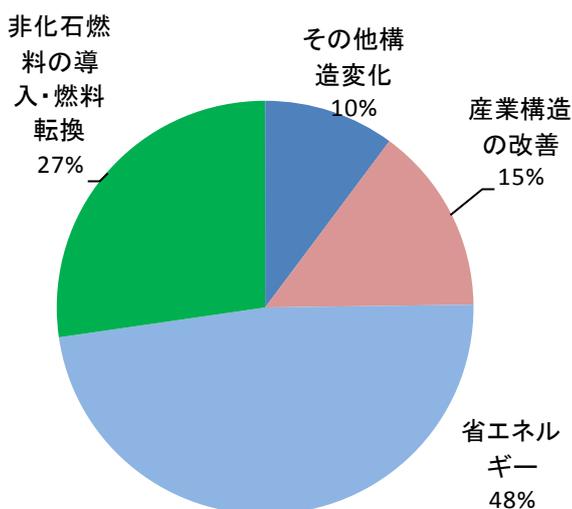
5. 考察

以上、中国の INDC 目標関連の情報を可能な限り利用してエネルギー需給構造を展望してみた。試算にあたって、非化石燃料の導入・燃料転換等に関しては比較的多くの情報を利用できたが、省エネルギーに関しては、過去の推移や現在の政策動向等を参考に想定した。その結果として INDC 目標が達成される1つのエネルギー需給構造を見ることができた。

当然のことながら、INDC 目標の達成には、様々な対策の組み合わせのオプションが存在するため、試算結果に対しては、幅を持って参照してほしい。例えば、今後の省エネルギーがさらに強化されれば、非化石燃料の導入をその分緩めることができる。

一方、中国の INDC 目標に対して様々な見方がある中、筆者としては、中国政府は非化石燃料の導入に明確かつ多大な期待を託しているのに対して、省エネルギーに対してはまだ十分に詰め切れていない印象を受ける。その背景には、中国の次期・第13次五カ年計画(2016~2020年)における省エネルギーに関する数値目標の策定は様々な不確定要素があるため、具体的な数値目標に関する形成がまだできていないことが窺われる。

図7 CO2原単位の低下に対する各対策の貢献度



しかし、省エネルギーはある意味で非化石燃料導入・燃料転換よりも重要な対策と考え

られる。例えば、上記の結果を各対策別に分析すると、CO₂ 原単位の低下に対して省エネルギーの貢献度は非化石燃料導入・燃料転換を大きく上回っている(図7)。その意味では、省エネルギーを一層促進することは、非化石燃料の導入目標を高めるよりも重要であろうと思われる。

一方、日本の「エネルギー基本計画」(2014年改正)では「徹底した省エネルギー社会の実現」として、2012年から2030年にかけてさらに35%の省エネルギー(年率2.4%)を実現する(「省エネルギー小委員会」2015年)という目標を掲げている。産業構造など国情が異なっている面もあるが、GDP当たりのエネルギー消費量を比較した場合、中国はまだ日本の4.5倍以上も高いことから、中国ではまだまだ省エネルギーの余地があると思われる。

従って、省エネルギーの重要性と可能性を考慮すると、INDC目標の達成に向けて省エネルギーの役割をより強調してもよいのではないと思われる。その意味で、筆者としてまず現在検討中の次期5カ年の省エネルギー目標に期待したいと思う。

終わりに

年末フランス・パリにおいて、国連気候変動枠組み条約第21回締約国会議(COP21)が開催され、2020年以降の世界の温暖化ガス削減の国際的枠組みが決められる予定となっている。中国は世界最大のCO₂排出国として、その約束草案の数値目標は各国の交渉と合意の形成に大きな意味を持つものと思われる。本稿は微力ながらも、こうした議論に資することを目的としたものであり、中国のINDC目標に対する理解が深まれば幸いに思う。

また、COP21の直前の10月には、中国共産党第18期中央委員会第5回全体会議が開催される予定となっている。その大会においては、中国の次期・第13次五カ年計画(2016~2020年)に関して党の方針と提案が示される見通しである。その際、温暖化ガス削減や低炭素社会の実現に係る重要な制度設計や数値目標などが示される可能性もある。筆者としては、こうした動向を深く注視し、関連分析を継続的に行っていききたい。

参考：モデル構造・マクロ経済フレームワークについて

1) モデル構造

モデルの構造は付図1に示す通りである。詳細な解説は省略するが、化石エネルギー源別の消費は多くの場合CES⁸(Constant Elasticity Of Substitution)関数を利用してエネルギー間の相対価格でそれぞれの需要を求めることとしている。また、輸送部門においては、部門別(道路、鉄道、水運、航空)の輸送需要について同様なCES関数を利用している。発電部門においては、自家消費・送配電ロス率、電源別効率、石炭・ガス以外の電源は外生値として想定している。石炭とガスはCES関数に基づいて計算している。

⁸要素間価格代替弾性値が一定の需要関数である。

付図1 モデル構造



注：点線は外生値を示す。

モデルは5年刻みで2010年を基準年に2050年まで計算している。また、モデルはエクセルベースで構築したものであるが、複雑な計算式にはマクロ計算モジュールを構築して全体モデルと同時決定する仕組みを構築している。人口、GDP、産業構造、エネルギー価格に関しては外生的に想定している。

2) マクロ経済フレームワーク

GDP、人口、エネルギー価格等は概ねアウトルック2014、またはアウトルック2014と同じソースを参照している。ただし、GDPに関しては、中国経済の減速がより鮮明となり、中国政府もこれを「新常态」としているため、本分析は、アウトルック2014年より幾分低く想定している。原油価格も足元の価格の低迷を反映して幾分低く想定した。

付表1 マクロ経済フレームワークに関する想定

		実績	想定				
	単位	2010年	2015年	2020年	2030年	2040年	2050年
GDP	B. US\$ (2010P)	5,931	8,036	10,663	16,539	23,481	31,048
	成長率 (%) (前期~)		6.3	5.8	4.5	3.6	2.8
人口	100万人	1,360	1,402	1,433	1,453	1,435	1,385
原油価格	US\$/bb1 (名目)	84	64	72	94	119	150

3) 感度分析

マクロ経済のフレームワークに関する想定は INDC 目標ベースの結果に影響を与える要因である。例えば GDP 成長率を高く想定すると、CO2 排出量のピークアウト時期が遅れ、ピークアウト時の排出量が増大する。本稿ではこうした感度分析に関する詳細な分析は展開しないが、参考として中国・国家気候変動戦略研究と国際合作センター (NSCS) が想定した GDP 成長率を本モデルに適用して試算を行った (付表 2)。

付表 2 GDP 成長率に関する感度分析

	年 単位	2020 (2016~2020)	2030 (2021~2030)	2040 (2031~2040)
本稿が想定したGDP成長率				
GDP成長率	(%)	5.8	4.5	3.6
CO2排出量	億トンCO2	93.3	97.6	95.1
NCSCが想定したGDP成長率 (*)				
GDP	成長率 (%)	7.0	5.5	4.0
CO2排出量 (本モデル)	億トンCO2	98.3	111.3	109.2
(NCSCの見通し) (*)	億トンCO2	(103.6)	(112.5~125.4)	(92.2~119.0)

(*) NSCS・張曉華ら (2015)、「中国能源」2015年7月号、「中欧米におけるポスト2020年気候変化行動目標に関する比較分析」

お問い合わせ: report@tky.iecee.or.jp