

「パリ協定」が求める理想と主要排出国・地域が計画する削減策の現実

～高まる気候変動リスク、解決には排出増と経済成長のデカップリングを進める各国・地域の強い意志が必要～

大澤 秀一

要約

地球温暖化に伴う気候変動リスクが社会問題として認識される中、2015年末に開催されたC O P 21において「パリ協定」が採択された。初めて全ての国が温室効果ガスの削減に取り組む公平な枠組みとして、2021年からの実効ある実施が期待されている。

同協定は実質的に世界全体のエネルギー起源二酸化炭素排出量の大規模な削減を目指しており、各国・地域はエネルギー政策と整合する削減目標を誓約して、そのための措置を講じることが義務付けられた。中期目標（2030年前後）に向けた国内措置については、天然ガス等の有望なエネルギー資源を持つ国が積極策に出る一方、石炭等に依存した経済開発に取り組まざるを得ない新興国や、エネルギー自給率が低く資源の選択肢が乏しい国・地域は守勢に回る状況が見られる。

各国・地域には自国・地域のエネルギー資源や削減技術等を活かしてデカップリングを進める強い意志が求められている。さらに、パリ協定が掲げる理想と現実のギャップを少しでも埋めるために、世界全体の排出削減につながる枠組みを国際協力で磨き上げていく必要がある。

目次

はじめに

1 章「パリ協定」の意義

2 章 顕在化する気候変動リスク

3 章 排出量と経済成長のデカップリング

4 章 主要排出7カ国・地域のエネルギーミックスと排出量

まとめ ～「パリ協定」を実効ある国際枠組みとするために～

はじめに

2015 年、気候変動問題の解決につながる 2 つの変化が報告された。

一つ目は、2014 年の世界全体のエネルギー起源 CO₂ 排出量が前年水準で停滞したにもかかわらず、およそ 3 % の経済成長が達成されたことである¹。多くの国で再生可能エネルギーの導入とエネルギー使用の効率化が進んだことでエネルギー需給構造が変化し、排出量の増加と経済成長の関係が初めて分離（「デカップリング」）したことになる。

二つ目は、年末に開催された U N F C C C C O P 21（国連気候変動枠組条約第 21 回締約国会議）において、実効が上がらない京都議定書に代わり、「パリ協定」が採択²されたことである。エネルギー起源 CO₂ 排出量の半分以上を占める米国、中国、インドを含む、全ての国が初めて揃い踏みする枠組みであり、今後、デカップリングの進展を後押しする枠組みとして機能することが期待されている。

しかしながら、パリ協定については、各国が掲げる削減目標は努力義務でしかないことから、世界全体の温室効果ガス（G H G）排出量をもくろみ通りに削減される見通しは立っていない。

本稿では、パリ協定と同協定に大きな影響を持つ I P C C（気候変動に関する政府間パネル）における議論を整理した上で、主要排出 7 カ国・地域（中国、米国、E U、インド、ロシア、日本、ブラジル）のエネルギー政策と、整合するエネルギー

起源 CO₂ 削減策の現状と課題について考える。

1 章 「パリ協定」の意義

1. 気候変動に関する国際条約の沿革

国際社会は、気候変動問題を科学的に検証している「気候変動に関する政府間パネル」³（I P C C：Intergovernmental Panel on Climate Change）等の報告を受け、1992 年に「国連気候変動枠組条約」（U N F C C C C：United Nations Framework Convention on Climate Change）を採択（1994 年発効）し、大気中の G H G 濃度を安定化させることを目的に気候変動対策に取り組んでいくことで合意した。I P C C の報告は科学的な確実性を完全に保証するものではないが、技術的、社会経済学的な視点も持つ最も包括的な評価とされるため、現在においても気候変動に関係する政策立案者に大きな影響力を持っている。

U N F C C C の締約国会議（C O P）は 1997 年に「京都議定書」を採択（2005 年発効）し、先進国は第一約束期間（2008 ～ 12 年）に G H G 排出量を 1990 年の水準から少なくとも 5 % 削減する義務を負い G H G の排出削減に取り組んだ。しかしながら、世界最大の G H G 排出量（2012 年）を持つ中国やインド（排出量 4 位）等の新興国（途上国）に削減義務が課されなかったことに加え、公正な国際競争を妨げるとの理由から米国（同 2 位、1997 年採択時は最大排出国）とカナダ（同 11 位）が相次いで脱退したことから、世

1) IEA News, "Global energy-related emissions of carbon dioxide stalled in 2014", 13 March 2015

2) UNFCCC, "Adoption of the Paris Agreement. Proposal by the President.", 12/12/2015

3) I P C C は、1988 年に国連環境計画（U N E P）と世界気象機関（W M O）により設立された組織。

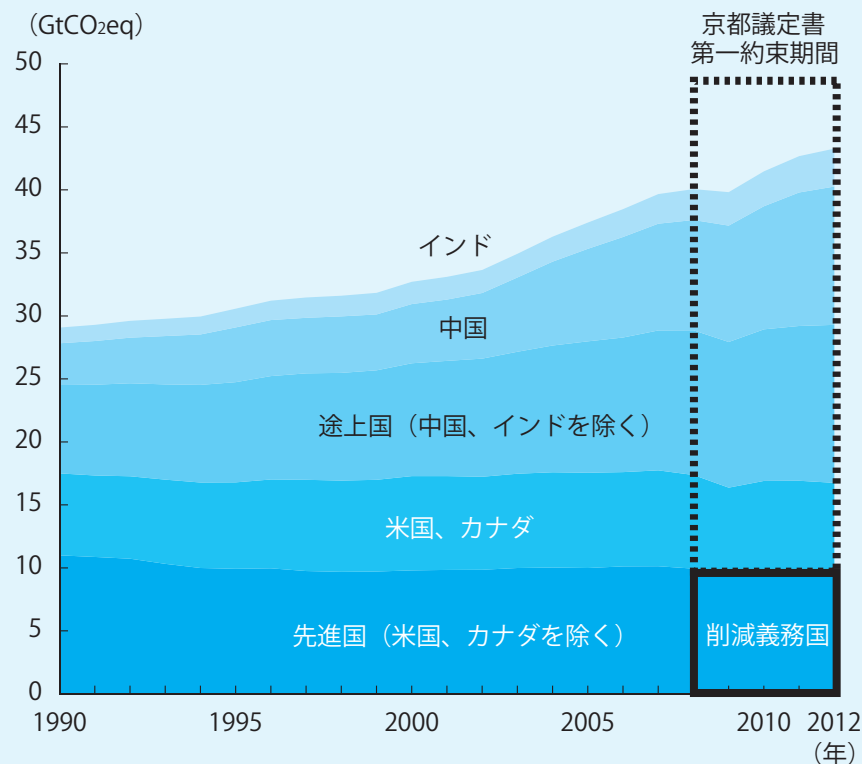
界全体のG H G 排出量は 32% 増加（1997 年比）して 43 GtCO₂eq（G は、10 億の単位、CO₂eq（二酸化炭素換算）は、各 G H G の温暖化効果を二酸化炭素に換算したもの）に達する結果を招いた（図表 1）。米国とカナダを除く先進国は国別に割り当てられた削減目標を達成したものの、京都議定書（第一約束期間）は実効性の乏しい枠組みとして終了した。

京都議定書は現在、改訂を経て第二約束期間（2013～20 年）にある。しかしながら、今度はロシア（排出量 5 位）と日本（同 8 位）が米国

と同様の理由で削減目標の設定を見送ったことから、現在は E U（排出量 3 位、28 カ国合計）と豪州（同 13 位）等のみで運用されており、実効性は第一約束期間よりも後退している状況にある。なお、2013～20 年まで削減義務等を持たない U N F C C C 締約国は、「カンクン合意」⁴（2010 年採択）という国際合意の下で 2020 年に向けて別途、G H G 排出削減に取り組んでおり、他の排出国が気候変動問題に対して無為無策でいるわけではない。

このような状況の下、U N F C C C はカンクン

図表 1 世界の G H G 排出量の推移



（注）G（ギガ）10億単位、CO₂eqは全てG H Gを二酸化炭素換算
（出所）World Resources Institute, "CAIT Climate Data Explorer"から大和総研作成

4) 参考資料として、白戸千啓「C O P 16 の概要及び C O P 17 に向けての我が国の課題」、『立法と調査』316 号（平成 23 年 5 月 1 日）。

合意の翌年に特別に作業部会を設置して京都議定書に代わる、全ての国・地域が参加する公平な新しい国際枠組み作りに取り組んできた。多くの国の合意形成にはずみをつけたのは、2014年11月の気候変動に関する米中共同声明⁵であった。オバマ大統領は気候変動問題を材料にレガシー（任期最後の成果）づくりに動いたことと、中国が国内の大気汚染問題の解決につながるCO₂排出削減対策を迫られたことが背景とされる。そして、2015年末に開催されたCOP21では、フランス（議長国）を中心とするEUの運営努力もあり、これまで先進国の歴史的責任を追及してきたインドや南アフリカ等の途上国（新興国）からも同意を得て、全ての国・地域が参加する2020年以降の新たな国際枠組みとして「パリ協定」が採択された。今後は2016年4月22日の署名式典を経て、GHG排出量の55%以上を占める55カ国・地域が批准・発効する見通しで、UNFCCCは新たなステージに移行することになる（図

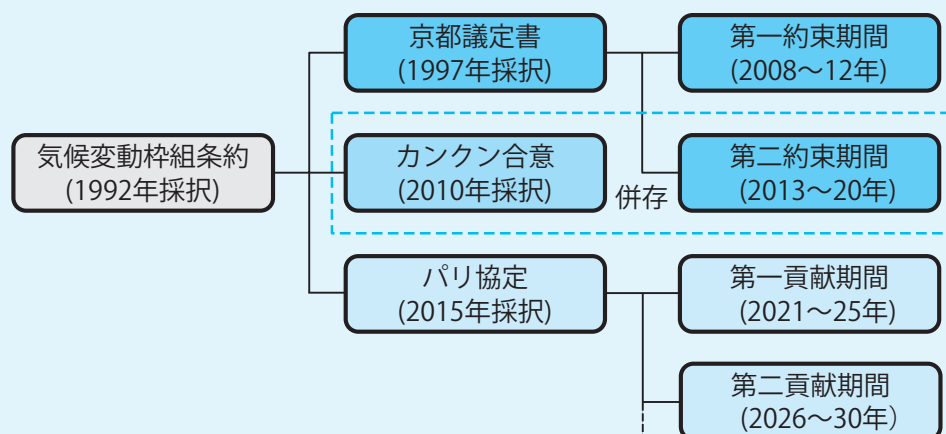
表2）。

2. 「パリ協定」の緩和規定

パリ協定は全部で29条からなり、気候変動対策としては緩和（排出削減のための取り組み）と適応（被害を軽減・防止するための取り組み）に、損失と被害（適応範囲を超える被害）も加えて網羅的に規定されている。公平性を担保するために、先進国と途上国の役割を明確に区別する表現は避けられており、各国の事情に照らして能力相応の対策に取り組むこととしている。ただし、各種対策に必要な資金や技術、能力開発等の実施手段等については、先進国は途上国に対して責任を持つて役割を果たすことが明記されている。図表3に本稿で取り上げるパリ協定の目的と緩和に係る規定の一部を紹介する。

図表3の【長期気温目標】は、世界平均気温の上昇を産業革命前に比べて2℃未満に抑える、いわゆる“2℃目標”と呼ばれるものである。同目

図表2 気候変動に関する国際条約



（出所）大和総研作成

5) The White House, “U.S.-China Joint Announcement on Climate Change”, November 11, 2014

標は、気候安定が図られるとして I P C C により繰り返し評価されてきたものである。より野心度の高い目標として 1.5℃が加えられたのは、気候変動の影響に脆弱な小島嶼国等が、先進国に対して求めている損失と被害の補償問題を取り下げる代わりに盛り込まれたものである。1.5℃を実現するための排出シナリオ等はこれまで詳細に検討されたことはないため、C O P 21 決定⁶で I P C C に対して 2018 年までに特別報告書を作成するように求めている。

次の【長期排出目標】とは、2℃目標のために今世紀後半に人為起源の G H G 排出量と、吸収源（植林や森林経営等）の除去量を平衡させて実質ゼロにするものである。I P C C によれば、実質ゼロに至る排出シナリオは複数あるとされるが、一つの目安として 2050 年までに G H G 排出量を半減（先進国は 8 割減）することが必要とされる。長期気温目標と長期排出目標は現在からみると非常に野心的なものであるが、いずれにしろ、196 の U N F C C C 締約国が不退転の決意を持って低

炭素社会に臨むことを覚悟したことを意味する。

最後の【緩和】に係る貢献（削減目標）については、世界の排出量の半分を占める米国、中国、インドを含む全ての国の参加の普遍性を求めた代償として、削減目標は自主的に決定することになった。また、目標そのものの達成も法的拘束力の範囲から外れる結果となった。その代わりに実効性を求める仕組みとして、締約国は 5 年ごとに従前よりも強化した削減目標を提出することになり、国際的なピアレビューを受けることが義務付けられた。パリ協定に有効期間は定められていないため、締約国は長期にわたり削減目標の提出と強化を繰り返し行うことになる。

各国はパリ協定の採択に先立ち、U N F C C C に対して 2025 年あるいは 2030 年に向けた排出削減目標を提出している（図表 4）。先進国の削減目標は排出量そのものの削減率を誓約しているものがほとんどだが、中国やインドは G D P 当たりの CO₂ 排出量の削減率を掲げており、総量削減を明確に約束したものとはなっていないことに

図表 3 気候変動に関する国際条約

【長期気温目標】締約国の共通の長期気温目標として、世界平均気温の上昇を産業革命前に比べて 2℃未満に抑える。また、1.5℃に抑えるような努力を追求する。（第 2 条 1 項 (a)）

【長期排出目標】上述の長期気温目標を達成するために、世界の G H G 排出量を可及的速やかにピークアウトさせる。今世紀後半には、人為起源の G H G 排出量と、吸収源の除去量を平衡させる。（第 4 条 1 項）

【緩和】全ての締約国が自主的に目標と対策を決めた貢献（削減目標）を策定し、5 年ごとに、従前よりも強化した目標を提出すること。その際には、実効性を促すため、透明性を強化した形で、共通かつ柔軟な方法で約束草案の進捗を報告し、検証を受けること。なお、報告には長期目標の達成に向けた世界全体の進捗状況（グローバル・ストックテイク）を考慮しなければならない。（第 4 条 2、3、9、第 13 条、第 14 条）

（出所）U N F C C C , “Paris Agreement”（2016 年 3 月 9 日閲覧）から大和総研記

6) C O P 21 決定には、パリ協定を 2020 年以降に実施するために必要な詳細事項（資金支援、技術移転、市場メカニズム）が記されている他、中央政府主導で進められる気候変動対策を補完するため、非政府主体（地方公共団体、民間セクター、金融機関、市民社会組織等）の行動促進と規模拡大を招請することも盛り込まれている。

図表 4 主要排出国の中期目標

国名	削減目標
中国	2030 年に GDP 当たり CO ₂ 排出量で▲ 60%～▲ 65% (2005 年比)
米国	2025 年に▲ 26%～▲ 28% (2005 年比)、▲ 28%に向けて最大限努力
E U	2030 年に▲ 40% (1990 年比)
インド	2030 年に GDP 当たり CO ₂ 排出量で▲ 33 ～ 35% (2005 年比)
ロシア	2030 年に▲ 25%～▲ 30% (1990 年比)
日本	2030 年に▲ 26% (2013 年比)
ブラジル	2025 年に▲ 37% (2005 年比)

(出所) UNFCCC, “Intended Nationally Determined Contributions(INDCs)” 2016.3.21

注意する必要がある。これらの削減目標を担保するエネルギー政策をみる前に、そもそもこうした国際枠組みが必要とされる背景の気候変動リスクと、パリ協定に盛り込まれた長期目標に関係するカーボン・バジェットについて簡単に触れておく。

2章 顕在化する気候変動リスク

1. 拡大する気象関連災害の被害額

近年は世界各地で高潮、豪雨、食糧不足、水不足、熱中症、生態系損失等の気候変動リスクが顕在化しており、社会問題として挙げられている。ひとたび大規模な災害につながれば、社会インフラが脆弱な開発途上国はもとより、相対的に堅牢とされる先進国においても甚大な被害が発生する状況が散見される。2000 年以降の主な気象災害を見ると、2005 年に米国南東部を襲ったハリケーン・カトリナの同年被害額は同国 GDP の 1.2% に及び、2011 年にタイ中部で発生した河川洪水の同被害額は同 4.4% に及んだ（図表 5）。莫大な被害額は経済成長や持続可能な開発の妨げになりかねないため、エネルギー起源 CO₂ に代表される GHG の排出削減を通して、人為起源の気候変

動リスクの低減あるいは回避に取り組むことが多くの国において喫緊の課題となっている。

2. 2℃目標とカーボン・バジェット

人為起源の気候変動に関する気象研究や影響のリスク、またその対策技術等については、1988 年から IPCC によって継続的に評価されている。IPCC は科学研究の知見を評価し、気候変動の主要因が人間活動から排出される GHG によって大気中の各種の GHG 濃度が高まり、地球温暖化を引き起こしていることを明らかにしてきた。また、気温上昇に伴い気候変動リスクの重大性や可能性が高くなり、産業革命前からの気温上昇幅が 2℃を超えると不可逆的な悪影響のリスクが高まること等を報告してきた。

最新の IPCC 第 5 次評価報告書⁷⁾の代表的な報告例は、気温上昇と人為起源の GHG 累積排出量との正の相関を示したことである。図表 6 は気温上昇と GHG 年間排出量の 3 分の 2 を占める CO₂ 累積排出量の関係を示したものである。CO₂ 以外の GHG（メタン、一酸化二窒素、フロン等）の効果についても CO₂ と同等に考慮されている。この図表から、気温上昇を 66%超の確率で 2℃

7) IPCC, 「気候変動 2014: 気候変動に関する政府間パネル第 5 次評価報告書統合報告書 政策決定者向け要約」(文部科学省、経済産業省、気象庁、環境省が 2015 年 3 月 31 日公表)

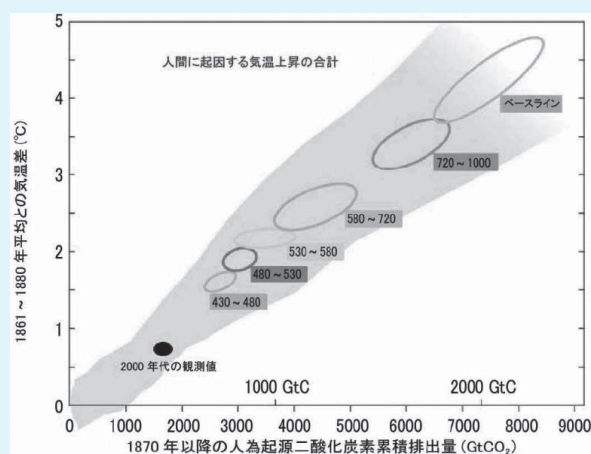
図表5 2000年以降における主な気象関連災害

年	災害種	国名	死亡者数 (人)	被災者数 (人)	被害額 (百万ドル)	GDP (PPP) (10億ドル)	被害額/ GDP (%)
2003	熱波	イタリア	20,089	0	4,400	1,762,931	0.2
2003	熱波	フランス	19,490	0	4,400	1,847,723	0.2
2003	熱波	スペイン	15,090	0	880	1,141,360	0.1
2003	熱波	ドイツ	9,355	0	1,650	2,603,223	0.1
2004	ハリケーン	米国	122	5,070,000	53,063	12,274,925	0.4
2005	ハリケーン	米国	1,852	830,000	157,530	13,093,700	1.2
2007	サイクロン	バングラデシュ	4,275	8,978,766	2,300	319,719	0.7
2008	ハリケーン	米国	144	2,300,400	38,540	14,718,575	0.3
2008	極端冬季 気象条件	中国	145	77,000,000	21,100	10,031,743	0.2
2008	サイクロン	ミャンマー	138,366	2,420,000	4,000	151,145	2.6
2010	河川洪水	中国	1,911	140,194,000	18,171	12,357,020	0.1
2010	熱波	ロシア	55,736	0	400	3,031,008	0.0
2010	干ばつ	ソマリア	20,000	4,000,000	0	n.a.	-
2011	河川洪水	タイ	813	9,500,000	40,000	913,511	4.4
2011	対流性暴風雨	米国	590	18,593	27,000	15,517,925	0.2
2012	ハリケーン	米国	64	77,001	52,210	16,155,250	0.3
2012	干ばつ	米国	0	0	20,000	16,155,250	0.1
2013	河川洪水	中国	637	7,684,030	16,599	16,585,004	0.1
2013	台風	フィリピン	7,415	17,944,571	10,137	642,795	1.6
2013	河川洪水	インド	6,373	1,419,473	1,360	6,796,134	0.0

(注) 2000年以降の気象関連災害で死亡者数と被害額のそれぞれ上位10件、計20件を抽出

(出所) GDP (PPP) はIMF “IMF World Economic Outlook Database (October 2015 Edition) ”、その他はルーベンカトリック大学災害疫学研究センター“国際災害データベース”から大和総研作成

図表6 気温上昇と二酸化炭素累積排出量の関係



(注) 薄い灰色帯は、多様な排出シナリオが示す過去から2100年までの気温上昇とCO₂累積排出量の関係範囲。

黒楕円は、2005年までに観測されたCO₂累積排出量に対する2000～2009年の年平均気温上昇量。

楕円域は、1870～2100年のCO₂累積排出量に対する2100年における人為起源の全気温上昇量

(出所) IPCC第5次評価報告書「気候変動2014 統合報告書 政策決定者向け要約」
文部科学省、経済産業省、気象庁、環境省訳

未満に抑えるには、1870 年以降の人為起源の CO₂ 累積排出量を 2,900 GtCO₂ にとどめて大気中の CO₂ 濃度を 430 ～ 480 ppm（parts per million、100 万分の 1）に安定化すれば達成できる可能性が示されている。許容される CO₂ 累積排出量の上限を炭素予算（カーボン・バジェット）と呼ぶが、2011 年までに 1,890 GtCO₂ が既に消費されており、残りのバジェットは 1,010 GtCO₂ となる。2012 年の CO₂ 年間排出量が 32.6 GtCO₂ なので、単純計算するとおよそ 30 年後（2042 年頃）には費消されてしまう計算になる。カーボン・バジェットを守るためには、年間 CO₂ 排出量の 8 割強がエネルギー起源 CO₂ であることから、国際社会は、速やかに石炭、石油、天然ガス等の化石燃料の排出削減に取り組むことが望ましいと考えられる。

3 章 排出量と経済成長のデカップリング

1. 経済と結び付いた環境政策の方向性

気候安定のためには G H G（特にエネルギー起源 CO₂）排出量の削減に是々非々で取り組むことが望ましいが、実施には各国の経済を支えるエネルギー政策との両立が必要であることも重要な視点である。以下に、世界のエネルギー起源 CO₂ 排出量の 70% を占める主要排出 7 カ国・地域（中国、米国、E U、インド、ロシア、日本、ブラジル〈排出量順〉）を中心に現状と見通しを考える。

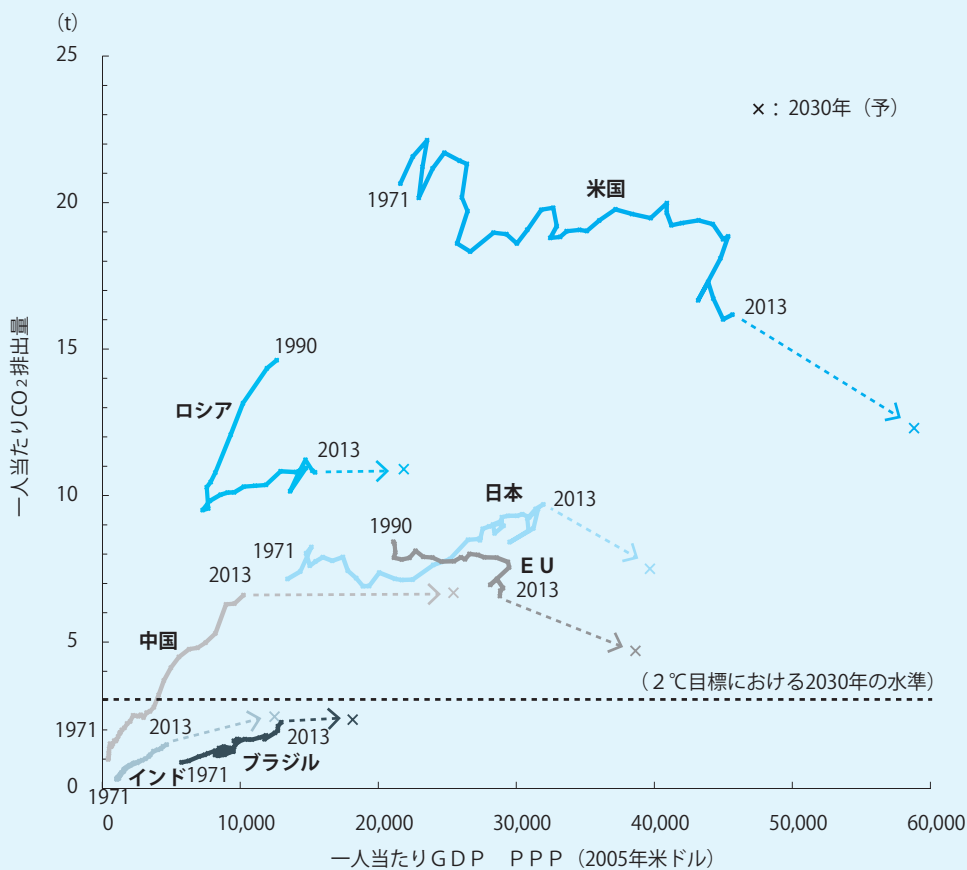
本稿の「はじめに」で述べた通り、排出量の増加と経済成長の関係はデカップリングすることが望ましい。エネルギーとの関係でいえば、一人当たり G D P が増加する中で、一人当たりエネルギー起源 CO₂ 排出量が減少する関係である。世

界全体では 2014 年に初めてデカップリングしたことがニュースになったが、主要排出 7 カ国・地域（中国、米国、E U、インド、ロシア、日本、ブラジル〈排出量順〉）で見ると、工業国として成熟した E U と米国のみがデカップリング状態にある（図表 7）。しかしこの 2 国・地域も、E U は欧州債務危機を背景に一時的に経済が減速状態にあり、米国も 2005 年以降、排出量変化は減少トレンドに入ったものの、排出量そのものは日本の 1.7 倍、E U の 2.4 倍もあり、課題はある。

一方、日本はいまだ排出量が増加傾向にあることからデカップリングにはなく、一人当たり CO₂ 排出量においても E U を上回る状態にある。新興国についてはカップリングの状態が依然、強い。2030 年の予想値については、2℃目標を守るために必要な 2030 年までの世界における一人当たりの排出量は 2.9 t／人の水準に近づく動きが見られるものの、インドとブラジルを除いては乖離が大きく、2℃目標を達成することが野心的な目標であることが分かる。

2. 低炭素エネルギーの普及拡大

I P C C はカーボン・バジェットを守るための手法として、エネルギー起源 CO₂ の効率的な排出削減技術と経済影響についても評価している。技術については、化石燃料を再生可能エネルギーや原子力等の低炭素エネルギーに転換することや、大規模植林や二酸化炭素回収貯留技術（C C S：Carbon Dioxide Capture and Storage）等の吸収除去技術等の普及が効率的であるとしている。低炭素エネルギーの導入規模については、一次エネルギー供給に占める割合（14.6%、2010 年）を 2030 年までに 24.5%、2050 年までに 60.0%、2100 年までに 90% 超に高める必要がある（図

図表7 主要排出7カ国のCO₂排出量とGDPの関係

(注) ロシアおよびEUは1990～2013年の推移。これ以外は1971～2013年の推移
 (出所) CO₂排出量は、IEA, "CO₂ Emissions from Fuel Combustion - 2015 edition", 2015、
 人口は、UN, "World Population Prospects: The 2015 Revision.", 2015、
 GDPは、IMF, "World Economic Outlook October 2015 Edition", 2015から大和総研作成

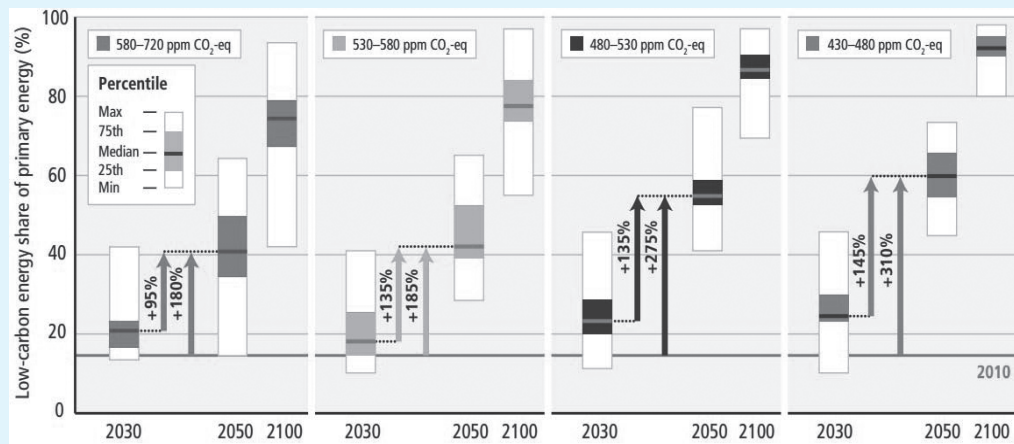
表8の最右端)。現時点(2013年)ではバイオマスエネルギーが普及しているブラジルが42%と大きく他を引き離している。次いで、EUとインドが27%で続く。低いのが中国(12%)と日本(6%)である。早急に再エネまたは原子力、あるいはその両方の導入拡大に取り組み、他の主要排出国に追いつかないと、公平性でバランスを欠く存在となる可能性がある。

この際の世界全体の経済影響については、技術

の導入時期等により大きな幅があるが、430～480 ppm CO₂eqの場合、ベースラインシナリオ(追加的な排出削減措置が講じられないシナリオ)に比べて2030年で1.0～3.7%(中央値は1.7%)、2050年で2.1～6.2%(同3.4%)、2100年で2.9～11.4%(同4.8%)それぞれ減少することになる。年率1.6～3.0%の消費拡大(2100年までに700%超(中央値)の拡大)を想定しているベースラインシナリオに対して、2100年までに0.04

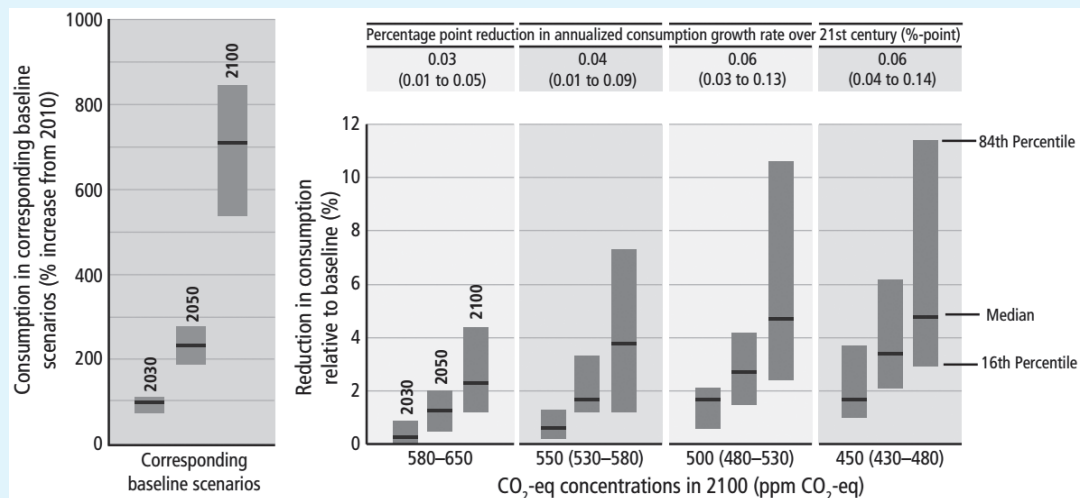
～0.14%ポイントの下振れリスクに相当する(図表9)。ただし、この推計は、技術の利用可能性や、実現は難しいと思われる世界統一炭素価格などの制度的な課題が全て克服され、なおかつ全ての国・地域が排出削減に速やかに取り組む理想的な条件の下での最小推計であることに留意する必要がある。

図表8 各々のGHG濃度に必要な各年における低炭素エネルギーが一次エネルギーに占める割合



(出所) I P C C “Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change” (Figure SPM.4) .

図表9 ベースラインシナリオの消費拡大率(左)と、各濃度における総緩和費用が消費に与える経済影響(右)



(出所) I P C C “Climate Change 2014 Synthesis Report Summary for Policymakers” (Figure SPM.13)

3. 世界全体のエネルギーミックスとCO₂排出量

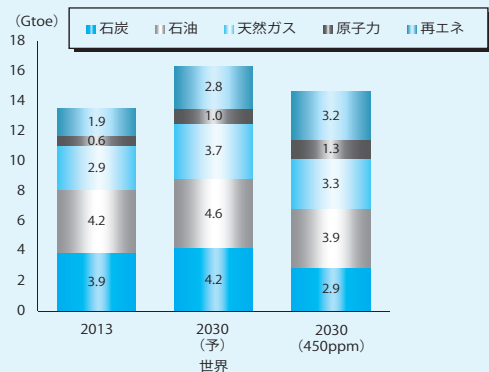
世界全体のエネルギーミックスとCO₂排出量の実績（2013年）と見通し（I E A〈国際エネルギー機関〉予測）を図表10-1、図表10-2に示す。2030年（予）については、これまで公表されている現在のエネルギー・環境政策に基づいて、実施される確度が高いとI E Aが判断した施策を前提とした予測数値である。2030（450ppm）は、今世紀後半にG H G濃度を450ppmに抑制して2℃目標を達成するのに必要な2030年までの数値である。

世界のエネルギー需要は、2030年に21%増加（2013年比）して、エネルギーミックスの石炭依存度は29%（2013年）から26%（2030年（予））に低下するものの、石油に次いで大きな割合を維持すると予測されている。再生可能エネルギーの割合は14%から17%に上昇するものの、各種化石燃料には及ばない。CO₂排出量については、減少するどころか逆に9%増加（2013年比）して

35 GtCO₂に達すると予測されている。2℃目標のためには、石炭利用を現政策よりも32%削減（2030年（予）比）すること等を通してCO₂排出量を29%削減（2030年（予）比、約10 Gt）する必要がある。

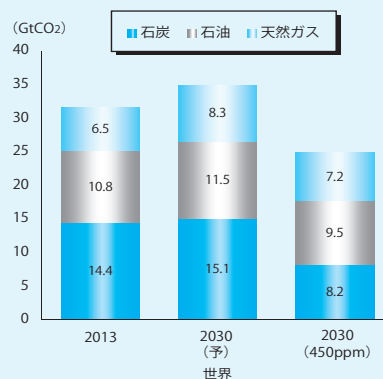
石炭需要が拡大するのは、ほとんどの国にある程度普遍的に存在する上、相対的に安価なことから、安全保障や経済効率性の面から利用価値が高いからである。一部地域で、石炭利用の制限につながる排出量取引制度等の経済的手法の導入あるいは計画が進んでいるが、国際競争力を維持できる天然ガス等の代替資源や大気汚染対策といった優先すべき政策課題が他にある場合等に限られているのが現状である。なお、CO₂を地中に埋め戻して除去するC C Sの技術開発が進められており、除去量や事業化時期は不明ながら、カーボン・バジェットの拡大につながれば、石炭を含めた化石資源の利用拡大につながる可能性はある。

図表10-1 世界のエネルギーミックス



（注）Gtoe（= Giga tonne of oil equivalent）は、原油換算トン
（出所）I E A, "World Energy Outlook 2015 Edition", 10 November 2015
から大和総研作成

図表10-2 世界のエネルギー起源CO₂排出量



（出所）I E A, "World Energy Outlook 2015 Edition", 10 November 2015
から大和総研作成

4章 主要排出7カ国・地域のエネルギーミックスと排出量

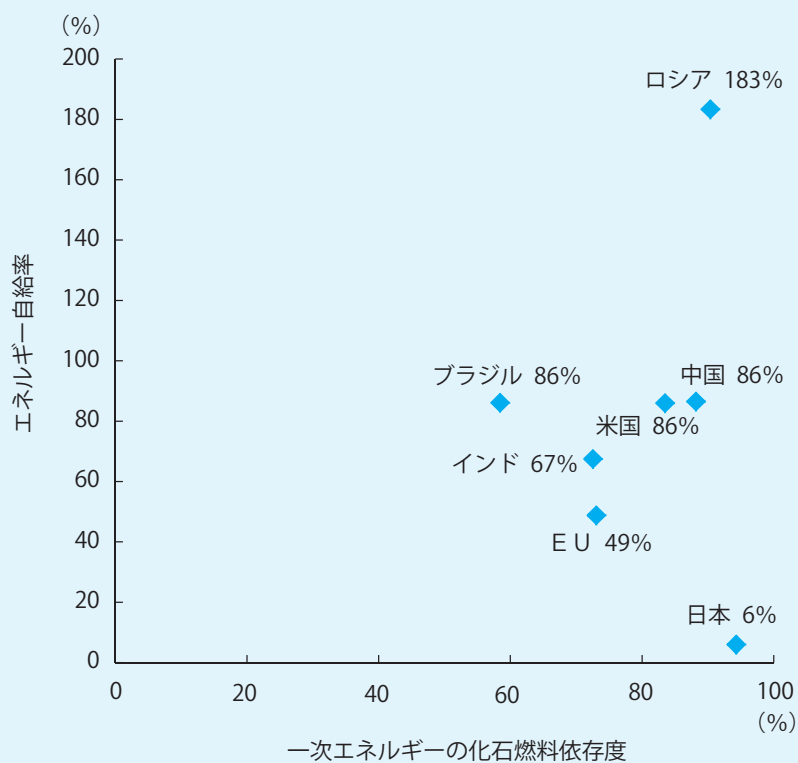
1. エネルギー自給率とエネルギーミックス

全ての国・地域のエネルギー政策における最優先課題は安全保障の確保である。100%以上であれば海外要因に左右されずにエネルギー供給ができる。100%以上はロシアのみであるが、エネルギー価格や為替の変動によって歳入に大きな影響を及ぼすリスクを抱えている。安全圏にいないの

はEU（49%）と日本（6%）である。この状態では、輸入するエネルギーをえり好みすることはできず、調達リスクを管理するために、エネルギーの種類と調達先を分散させることが必要となる。ただし、EUはエネルギーを域内で融通するシステム（パイプラインや電力網）が完全ではないが整備されており、有事の際に孤立する可能性のある日本と事情は異なる（図表11）。

各国・地域のエネルギーミックスと排出量を議論する前に、エネルギー起源CO₂排出量を一次エネルギー供給と経済成長および人口に紐付けた

図表11 主要排出7カ国・地域のエネルギー自給率と化石燃料依存度



(出所) I E A, “Energy Balances of OECD Countries 2015 Edition”および
“Energy Balances of Non-OECD Countries 2015 Edition”から
大和総研作成

茅恒等式⁸を参考に、主要排出国・地域の現在の位置を確認しておく。排出量を減少させるには、炭素集約度（エネルギー起源 CO₂ 排出量／一次エネルギー供給）とエネルギー集約度（一次エネルギー供給／GDP）を減少させる必要となる。一人当たり CO₂ 排出量を含めて世界全体の水準を下回っているのはブラジルのみである（図表 12）。逆に、全ての要因を満たしていないのは中国ということになる。日本はエネルギー集約度（いわゆる省エネ）だけが進んでいる状態にある。現実には、GHG 排出量はエネルギー起源 CO₂ 以外に、非エネルギー起源 CO₂ や CO₂ 以外の GHG がおよそ 3 分の 1 を占めており、茅恒等式は全てを明らかにするものでしかないが、重要な指針

として利用されている。

それでは、次から、主要排出 7 カ国・地域それぞれのエネルギーミックスとエネルギー起源 CO₂ 排出量の実績と I E A の見通しについて図表に示し、要点を整理していく。

2. 米国、ロシア

米国は非在来型の、またロシアは在来型という属性は異なるが豊富な天然ガス資源を有しており、CO₂ 排出量が多い石炭から、より排出量が少ない天然ガスへの燃料転換が有望な削減策となり得る。

米国のエネルギーミックスにおいては、石炭からシェールガスあるいはシェールオイルへの燃料

図表 12 主要排出 7 カ国・地域のエネルギーおよび CO₂ 排出量に関する指標

	エネルギー 自給率 (%)	化石燃料 依存度 (%)	炭素 集約度 (t/toe)	エネルギー 集約度 (toe/ 千ドル)	一人当たり GDP (ドル)	一人当たり CO ₂ 排出量 (t)
中国	86	88	2.82	0.22	10,241	6.30
米国	86	83	2.33	0.15	45,665	16.09
E U	49	73	2.03	0.11	28,810	6.47
インド	67	73	2.43	0.13	4,677	1.50
ロシア	183	90	2.16	0.32	15,430	10.82
日本	6	94	2.69	0.11	31,967	9.62
ブラジル	86	58	1.55	0.11	12,982	2.26
世界全体	-	81	2.33	0.16	12,021	4.41

（出所）エネルギー自給率は、I E A、“Energy Balances of OECD Countries 2015 Edition”および

“Energy Balances of Non-OECD Countries 2015 Edition”、CO₂ 排出量および GDP PPP（2005 年ドル換算）は、I E A、“CO₂ Emissions from Fuel Combustion - 2015 edition”, 2015、人口は、U N、“World Population Prospects: The 2015 Revision.” から大和総研作成

8）茅恒等式によれば、CO₂ 排出量は、炭素集約度（CO₂ 排出量／一次エネルギー供給）、エネルギー集約度（一次エネルギー供給／経済規模）、一人当たり GDP（経済規模／人口）、人口の積で表現される。Kaya, Yoichi, “Impact of Carbon Dioxide Emission Control on GNP Growth: Interpretation of Proposed Scenarios.”, Paper presented to the IPCC Energy and Industry Subgroup, Response Strategies Working Group, Paris, (mimeo), 1990.

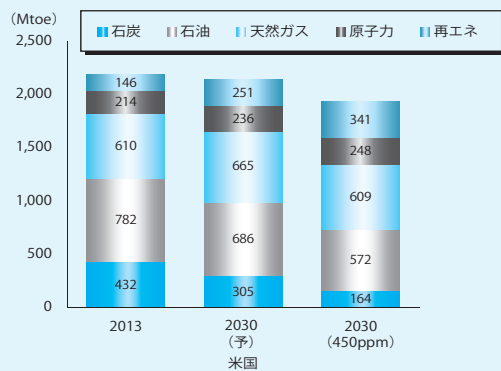
転換が削減策の柱となっている（図表 13-1、図表 13-2）。目標達成には発電分野における排出規制や運輸分野等で燃費規制を進める必要があるが、外部環境に左右されないエネルギー政策に裏打ちされた削減策に取り組める状況にある。ロシアも同様の策が選択できると考えられるが、豊富な森林資源による吸収除去を削減目標の前提としており、中期目標に向けたエネルギーミックスと削減策には表れていない（図表 14-1、図表 14-2）。

個別のリスクとしては、オバマ政権がこれまで積極的に進めてきた排出削減策が、政権が交代することで影響を受ける可能性があることや、ロシアにおいては、資源輸出に依存している国家財政が原油価格の低迷に引きずられて影響を受けること等が想定される。

3. 中国、インド

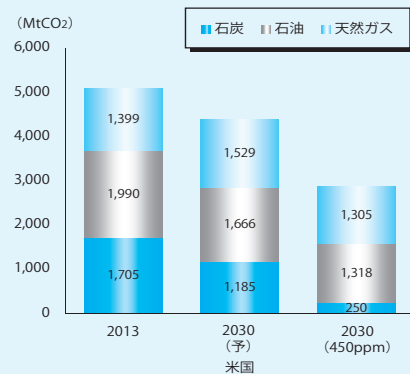
他方、米国と同様に高いエネルギー自給率を持ちながらも、旺盛なエネルギー需要を賄うために

図表 13-1 米国のエネルギーミックス



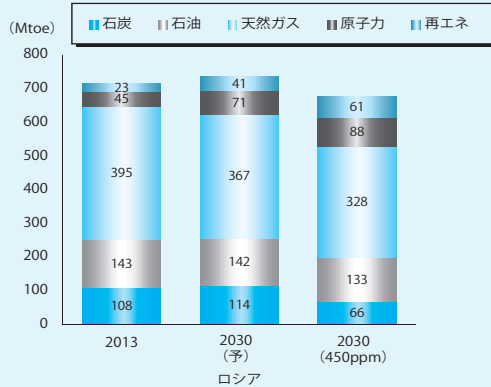
(注) Mtoe (= Mega tonne of oil equivalent) は、原油換算トン
(出所) I E A, "World Energy Outlook 2015 Edition", 10 November 2015
から大和総研作成

図表 13-2 米国のエネルギー起源CO₂排出量



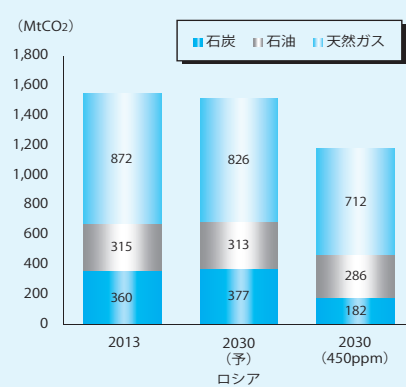
(出所) I E A, "World Energy Outlook 2015 Edition", 10 November 2015
から大和総研作成

図表 14-1 ロシアのエネルギーミックス



(出所) I E A, "World Energy Outlook 2015 Edition", 10 November 2015
から大和総研作成

図表 14-2 ロシアのエネルギー起源CO₂排出量



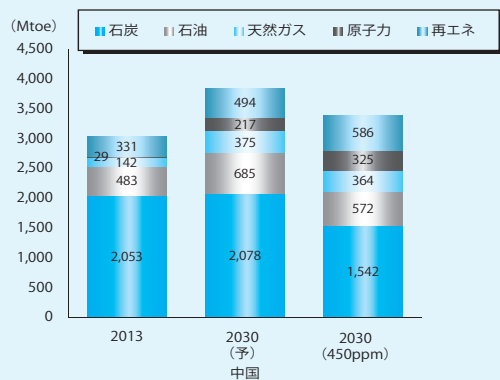
(出所) I E A, "World Energy Outlook 2015 Edition", 10 November 2015
から大和総研作成

石炭を中心とするエネルギーミックスを構成せざるを得ないのが中国とインドである。中国においては、今後、成長率の鈍化が見込まれているが、エネルギー需要は27%増加（2013年比）する中で、石炭依存度は54%と高止まりするため、CO₂排出量も15%増加（2013年比）する（図表15-1、図表15-2）。インドは今後、中国を上回る経済成長が見込まれていることから、2030年までにエネルギー需要が86%増加（2013年比）すると予測されている。エネルギーの石炭依存度

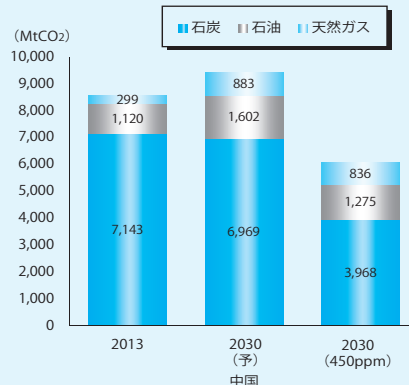
は48%（2030年（予））と高いため、CO₂排出量はほぼ倍増してしまう（図表16-1、図表16-2）。経済成長の途上にある中国とインドの両国にとって、CO₂排出量を早急に削減することは困難な課題であり、UNFCCCに登録した削減目標も他国と異なりGDP当たりのCO₂排出量を削減するとしている理由もここにある。

石炭依存度が高い両国にとってのリスクは、カーボン・バジェットを守るために将来的にCO₂の排出規制が強化された場合、化石燃料資源（特

図表15-1 中国のエネルギーミックス

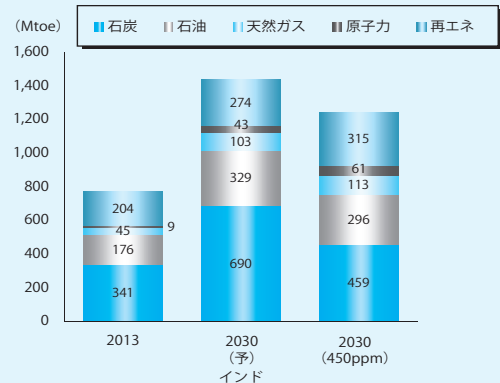


（出所） I E A, "World Energy Outlook 2015 Edition", 10 November 2015 から大和総研作成

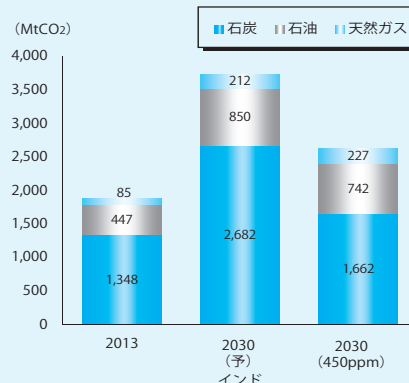
図表15-2 中国のエネルギー起源CO₂排出量

（出所） I E A, "World Energy Outlook 2015 Edition", 10 November 2015 から大和総研作成

図表16-1 インドのエネルギーミックス



（出所） I E A, "World Energy Outlook 2015 Edition", 10 November 2015 から大和総研作成

図表16-2 インドのエネルギー起源CO₂排出量

（出所） I E A, "World Energy Outlook 2015 Edition", 10 November 2015 から大和総研作成

に石炭)の経済価値が低下する可能性が示唆されていることである。

2℃目標を達成するには世界で確認されている3分の1の化石燃料資源しか燃焼できないとする指摘⁹がある。金融安定理事会(FSB)では、こうした資産を持つ企業の気候変動リスク等の情報公開基準の議論¹⁰が始まっており、化石燃料資源を利用する火力発電所等も座礁資産となる可能性があるため、先進国にも直接、影響するリスクとして捉える必要がある。

4. ブラジル

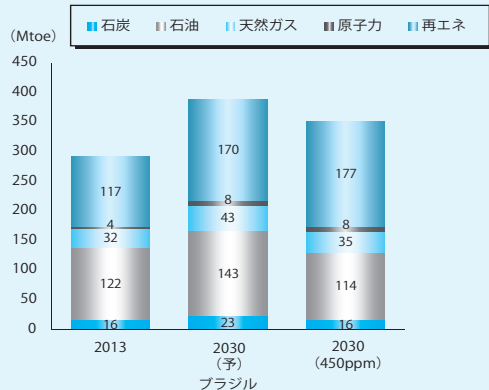
新興国の中ではブラジルも86%と高い自給率を持つが、カーボンニュートラルなバイオマス(バイオエタノール等)への依存度が40%(2013年)と高く、石炭依存度が同5%と低いことが特徴である(図表17-1、図表17-2)。2030年にはエネルギー需要が33%増加(2013年比)し、CO₂排

出量も20%増加するものの、バイオマス依存度を44%に引き上げる計画を持つ。なお、UNFCCCへの誓約目標は、同国のGHG排出量の6割以上を占める土地利用に伴う排出削減(再植林や森林減少の防止等)を含めたものである。

5. EU、日本

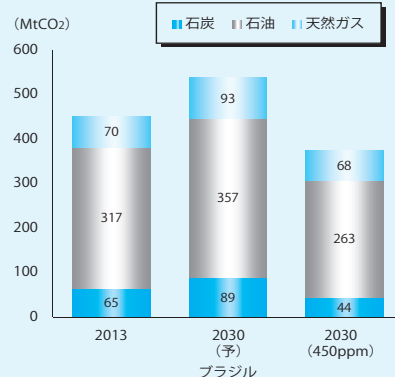
エネルギー自給率の低さが柔軟なエネルギーミックスの構築を妨げている国・地域としては、EUと日本が挙げられる。両国・地域とも特定のエネルギー資源に偏らないバランス型のエネルギーミックスを取らざるを得ない立場に置かれている。EUのエネルギー自給率は49%と安全圏にはないが、最近では、域内(北海)からの原油生産量が減少していることに加え、天然ガスの輸入先であるロシアとの関係悪化から、これまで以上にエネルギー自給率の向上に努めている。そのため、域内で調達できる再生可能エネルギーと原

図表17-1 ブラジルのエネルギーミックス



(出所) IEA, "World Energy Outlook 2015 Edition", 10 November 2015
から大和総研作成

図表17-2 ブラジルのエネルギー起源CO₂排出量



(出所) IEA, "World Energy Outlook 2015 Edition", 10 November 2015
から大和総研作成

9) IEA, "World Energy Outlook 2012", 2012

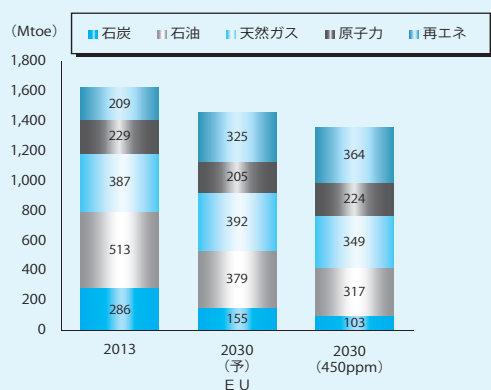
10) FSB Press Releases, "FSB to establish Task Force on Climate-related Financial Disclosures", 4 December 2015

子力の導入拡大がエネルギー政策の柱となっている（図表 18-1、図表 18-2）。再エネの導入に関しては国民負担の低減に向けて制度改革が続いており、また、排出量取引制度についても需給バランスの構造改革が進められており、達成に向けた課題は多い。

一方、日本はエネルギー自給率が危機的状況

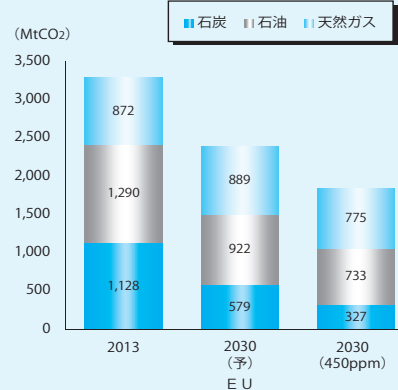
にあるが、原子力の再稼働が進まず、再エネについても電気料金の国民負担をこれ以上、増やせない状況にあるため、エネルギーミックスの低炭素化は見通せない状況にある（図表 19-1、図表 19-2）。安倍政権においては、国内対策としては省エネを進めるとともに、対外的には「攻めの地球温暖化外交戦略」¹¹としてイノベーションによる革

図表18-1 EUのエネルギーミックス



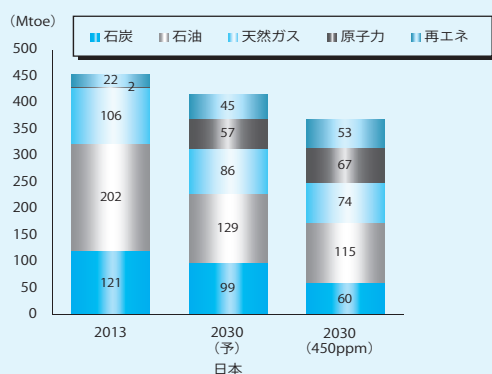
(出所) I E A, "World Energy Outlook 2015 Edition", 10 November 2015 から大和総研作成

図表18-2 EUのエネルギー起源CO₂排出量



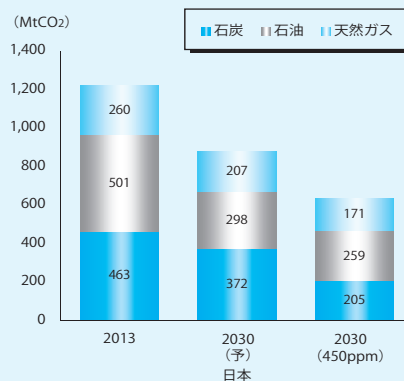
(出所) I E A, "World Energy Outlook 2015 Edition", 10 November 2015 から大和総研作成

図表19-1 日本のエネルギーミックス



(出所) I E A, "World Energy Outlook 2015 Edition", 10 November 2015 から大和総研作成

図表19-2 日本のエネルギー起源CO₂排出量



(出所) I E A, "World Energy Outlook 2015 Edition", 10 November 2015 から大和総研作成

11) 外務省 報道発表「『攻めの地球温暖化外交戦略』の策定」平成 25 年 11 月 15 日

新的削減技術の開発と、途上国への国際貢献を打ち出している。パリ協定においては、技術移転や市場メカニズムの制度設計が煮詰められていないため、どれだけ削減目標の基礎とすることができるかは今後の交渉によるが、追加的措置に頼らないで現政策の強化で乗り切る戦略である。

まとめ ～「パリ協定」を実効ある国際枠組みとするために～

先進国にのみ G H G 排出量の削減義務を課していた京都議定書に代わり、初めて全ての国・地域に削減措置を義務付けたパリ協定が採択されたことの意義は大きい。また、各国が長期目標を共有したことで世界全体の排出量が計画的に削減されていくことが期待される。ただし、各国が自主的に決定する削減目標は努力目標にすぎず、実効性を担保するための課題は多い。当面は、中期目標を長期目標と整合的な水準に引き上げる努力が各国に求められる。パリ協定においては、5年ごとに削減目標を強化することになっており、最初に行われる 2020 年の C O P における削減目標のレビューと登録が試金石になる。

G H G 排出量の過半を占めるエネルギー起源 CO₂ に関する各国・地域の削減目標は、各国・地域のエネルギー政策を反映するエネルギーミックスの裏づけが必要となる。エネルギーミックスの低炭素化は是々非々で取り組むことが理想だが、エネルギー安全保障の確保が前提条件である上に、再生可能エネルギーや原子力の導入にはコストや安全性等の課題があるため、中期的には CO₂

排出量が少ない石炭から天然ガス（あるいは石油）への燃料転換が有効な取り組みとなる。従って、天然ガス資源を豊富に持つ米国やロシア等の資源国は排出削減に積極的に取り組むことができる一方、中国やインド等の化石燃料（特に石炭）に依存して経済開発に取り組まざるを得ない国や、日本や E U 等のそもそもエネルギー自給率が低いためにバランス型のエネルギーミックスを保持しなければならない国は守勢に回る状況が見られる。

長期目標について付言すると、これまでの G H G 排出量の推移と今後のエネルギー起源 CO₂ 排出見通しから、達成が容易でないことはここで改めて言うまでもない。過度な削減措置が持続的な経済開発に影響を及ぼすことがないように、2℃目標を少し緩めて国際社会が受忍かつ実現可能な 2.5℃目標に修正することも検討すべきと意見する研究者¹²もいる。また、G H G 濃度と気温上昇の係数に幅（科学的不確実性）があることから、現行政策でも 2.5℃以内に収まる可能性が見込めるとする指摘¹³もある。国際社会がいったん、合意した長期目標は大いに尊重すべきだが、5年ごとに世界全体の進捗状況を評価する際には、現実解の一つとして再検討する価値はあろう。

パリ協定は 2021 年から実施される見込みだが、各国・地域は削減措置の実施に最大限に努力する一方で、現状を踏まえた上で議論を深め、世界全体の排出削減につながる枠組みを磨き上げる必要がある（図表 20）。例えば、主要排出国・地域が国内削減を進めることを前提として、G H G は世界のどこで削減しても効果は等しいので、環境先進国で導入されている低炭素エネルギーや省

12) 茅陽一「経済教室『地球温暖化と経済』」、日本経済新聞、2013 年 10 月 16 日

13) 秋元圭吾他「気候感度の最新知見からの 2℃目標と排出経路との関係、その約束草案への含意」地球環境産業技術研究機構、2015 年 4 月 22 日

エネ技術を途上国の排出削減に活用すれば費用対効果は大きい。あるいは、グローバルでセクター（発電、鉄鋼、セメント等の主要排出セクター）別に削減技術や削減水準を共有することは、公平性の点で途上国が取り組みやすいと考えられている¹⁴。こうした自主的な手法はパリ協定の実効性が自主努力によっている設計ポリシーとも整合している。

パリ協定が実効の上がる国際枠組み、つまり各国・地域が削減目標を繰り返し強化することで世界全体の排出削減につなげるには、それぞれの国・地域のエネルギー資源や削減技術等を活かして、排出増と経済成長のデカップリングを進めることが重要な条件となる。各国・地域が強い意志を持ち、経済と環境が両立する社会を目指していくことに期待したい。

図表 20 パリ協定の実効を上げるための諸課題

個別課題

- ・エネルギー自給率の向上に資する国内低炭素エネルギー資源の開発
- ・燃料転換による低炭素エネルギーポートフォリオの構築
- ・エネルギー利用効率の向上とエネルギー需要の削減
- ・CCSや大規模植林等の吸収除去技術の開発と普及
- ・排出増と経済成長のデカップリングの早期達成

全体課題

- ・個別削減目標の公平性を担保する多面的な評価指標の導入
- ・市場メカニズム（先進国と途上国間の技術および削減移転）の大規模活用に向けた制度設計
- ・セクター別アプローチの導入

（出所）大和総研作成

¹⁴⁾ 21 世紀政策研究所【提言】「ポスト京都議定書の枠組としてのセクター別アプローチ—日本版セクター別アプローチの提案—」、2008 年 3 月 11 日

[著者] _____

大澤 秀一（おおさわ しゅういち）



経済環境調査部
主任研究員
担当は、資源エネルギー、
排出権取引