

2016年5月20日 全8頁

# パリ協定、主要7カ国・地域の経済成長とCO<sub>2</sub>排出増のデカップリングが鍵

## 各国固有のエネルギーミックスと低炭素化を切り口にした類型化

経済環境調査部 主任研究員 大澤秀一

### [要約]

- 気候変動対策の国際枠組みとして採択された「パリ協定」の署名が始まった。正式な発効は予断を許さないが、同協定が実施されれば、締約国は国際誓約した温室効果ガス（GHG）の排出削減に係る中期目標の達成に向けた対策を講じる義務が生じる。締約国は開発と調和を図ることを迫られるが、工業国においては、経済を支えるエネルギーミックスの低炭素化等を通して、エネルギー起源二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）等の削減に取り組むことになる。
- 本稿では、締約が見込まれる7つの主要排出国・地域（中国、米国、EU、インド、ロシア、日本、ブラジル）における経済水準と排出水準のこれまでの推移から、現状ではどの国・地域においても、環境（排出削減）と経済の調和が図られていないことを確認する。
- 各国固有の資源エネルギー事情を照らすエネルギーミックスに対して、再生可能エネルギーや原子力といった低炭素エネルギーを切り口にして類型化を行った。中国は「石炭型」、米国とロシアは「天然ガス型」、ブラジルは「再エネ型」、EUは「国際連携型」、インドと日本は「孤立型」に分類された。
- EUとブラジルは排出水準においては、他国をけん引することにより、地球温暖化対策において重要な役割を果たすことが期待される。一方、国内の化石エネルギーに依存する中国、米国、ロシアにおいては低炭素化率の改善が低水準にとどまることが想定される。日本は独特の立場に置かれており、技術革新を柱とした政策措置の実施を計画している。
- 各国が経済成長とCO<sub>2</sub>排出増を高い水準でデカップリングさせるのは容易ではないものの、それぞれが固有の資源エネルギー事情に照らした独自の方法で取り組み、世界全体の排出水準を少しでも早く低減させることが望まれる。

## はじめに

2016年4月、2020年以降の気候変動対策の国際枠組みとして採択された「パリ協定」の署名が始まった。正式な発効は予断を許さないが、同協定が実施されれば、締約国は国際誓約した温室効果ガス（GHG）の排出削減に係る中期目標（2025年あるいは2030年）の達成に向けた対策を講じる義務が生じる。その際、締約国は開発と調和を図ることを迫られるが、工業国においては、経済を支えるエネルギーミックスの低炭素化等を通して、エネルギー起源二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）等の削減に取り組むことになる。本稿では、締約が見込まれる7つの主要排出国・地域（中国、米国、EU、インド、ロシア、日本、ブラジル）における経済水準（一人当たりGDP）と排出水準（一人当たり二酸化炭素（CO<sub>2</sub>））のこれまでの推移から、現状ではどの国・地域においても、環境（排出削減）と経済の調和が図られていないことを確認する。その上で、再生可能エネルギーや原子力といった低炭素エネルギーを切り口にして、各国固有の資源エネルギー事情を照らすエネルギーミックスを類型化し、各国がそれぞれ独自の方法で排出水準の低減に取り組む様子とその特徴を整理する。

### 1. パリ協定の発効は予断を許さない

国連気候変動枠組条約（UNFCCC）のCOP21（第21回締約国会議）で採択された「パリ協定」<sup>1</sup>は、2016年4月22日から1年間、署名期間に入った。初日の署名式（於：ニューヨーク国連本部）にはわが国を含めて175の国・地域<sup>2</sup>の代表者が参加および署名した。今後、各国政府は締結に向けて議会の承認を求めていくことになる。政府と議会がねじれ状態にある米国のようにパリ協定を行政協定（議会の承認が不要）として締結をもくろむ国があるが、日本政府は、国民の同意を得ることが重要な国会承認条約と考えており、次期国会以降で同協定の承認案を提出すると見込まれている。

同協定の発効は、世界総排出量の55%以上を占める55カ国以上の国が締結した日の後30日目の日に生じる。55%という数値は高いものではないが、排出大国が締結を条件にして利益誘導する等の影響力を避ける狙いで定められた妥当な閾値と考えられている。仮に、三大排出国（中国、米国、インド）が締結を見送っても、残りの国が締結すれば発効することになる<sup>3</sup>。ただし、現在の京都議定書が実効性を失っているように<sup>4</sup>、主要国の一部が不参加を決めたことで、公平性が失われたとして参加を見送る国が続出することも想定されるため、予断は許さない状況にある。

<sup>1</sup> 外務省「[パリ協定（仮訳文）](#)」平成28年4月25日

<sup>2</sup> UNFCCC Announcement、「[List of 175 Signatories to Paris Agreement](#)」2016/4/22

<sup>3</sup> 三大排出国のGHG排出量（2012年）が占める割合は約41%。

<sup>4</sup> 米国は、新興国が削減義務を持たない条約は公平性に欠けるとして京都議定書を締結したことはない。カナダは京都議定書を一度は締結したものの、その後、同様な理由から2012年に12月に脱退した。日本、ロシア、ニュージーランドは京都議定書第一約束期間（2008～2012年）には参加したものの、第二約束期間（2013～2020年）には、同様な理由から参加（締約は維持）していない。

## 2. 各国の中期目標

各国は、パリ協定の採択前後に GHG の削減に係る中期目標（2025 年あるいは 2030 年）を国際誓約し、UNFCCC 事務局に登録した<sup>5</sup>。図表 1 は、本稿で取り上げる主要排出 7 カ国・地域の内容で、GHG の大宗を占めるエネルギー起源 CO<sub>2</sub> 排出量（2013 年）とそれが世界全体に占める割合についても併記した。

先進国の多くは総排出量の削減が担保される削減率の形式を取るものの、目標年や基準年が統一されていない。また、新興国においては、ほとんどの国が、GDP 当たり CO<sub>2</sub> 排出量や BAU（成り行き）に対する削減率としており、経済規模の拡大と総排出量の増加が連動（カップリング）することを前提にしている。しかしながら、このような事態は、パリ協定への参加の普遍性を優先させるために、各国の異なる事情と能力に基づく自主性を尊重した結果であり、想定されていたことである。なお、締約国は削減目標の達成に向けた措置を講じる義務はあるが、目標そのものの達成義務はなく、達成できなくても罰則はない。

UNFCCC 事務局は、削減目標の形式が統一されていないことよりも、各国の削減目標による排出量の総和が、世界の長期目標の達成に必要な排出量を大きく超過していることの方を問題視している<sup>6</sup>。パリ協定に盛り込まれた長期目標は、今世紀後半に人為的な GHG の排出と吸収源（植林と CCS<sup>7</sup>）による除去が均衡すること、すなわち実質ゼロ排出となる状態を達成することである。産業革命前からの気温上昇を 2℃未満に抑えるシナリオの最終目標であることから、“2℃目標”とも呼ばれている。解決策の一つとしては、各国が 5 年ごと（初回は 2020 年）に目標を高めることを強く推奨するパリ協定の仕組みが挙げられる。削減目標の評価や改善プロセスにおいてピア・プレッシャー（他国からの目標引き上げ圧力）が働けば、各国の野心得（長期目標との整合性）が高まると期待されている。

図表 1 主要排出国の中期削減目標

国名	中期削減目標	エネルギー起源CO <sub>2</sub> 排出量 (百万t、2013年)	全体に占める割合 (%)
中国	2030年までにGDP当たりCO <sub>2</sub> 排出量を60-65%削減（2005年比）	8,977	27.9%
米国	2025年までに26-28%削減（2005年比）	5,120	15.9%
EU	2030年までに少なくとも40%削減（1990年比）	3,340	10.4%
インド	2030年までにGDP当たりCO <sub>2</sub> 排出量を33-35%削減（2005年比）	1,869	5.8%
ロシア	2030年までに25-30%削減（1990年比）	1,543	4.8%
日本	2030年度までに26%削減（2013年度比）	1,235	3.8%
ブラジル	2025年までに37%削減（2005年比）	452	1.4%

（出所）エネルギー起源 CO<sub>2</sub> 排出量は、IEA “CO<sub>2</sub> Emissions from Fuel Combustion 2015-Edition” より大和総研作成

<sup>5</sup> UNFCCC ウェブサイト、“[INDCs as communicated by Parties](#)” 2016 年 4 月 28 日

<sup>6</sup> UNFCCC INDC Portal、“[Synthesis report on the aggregate effect of the intended nationally determined contributions](#)” 30 October 2015

<sup>7</sup> CCS (Carbon Dioxide Capture and Storage) は、CO<sub>2</sub> を回収して地中などに貯留することで、大気から除去すること。

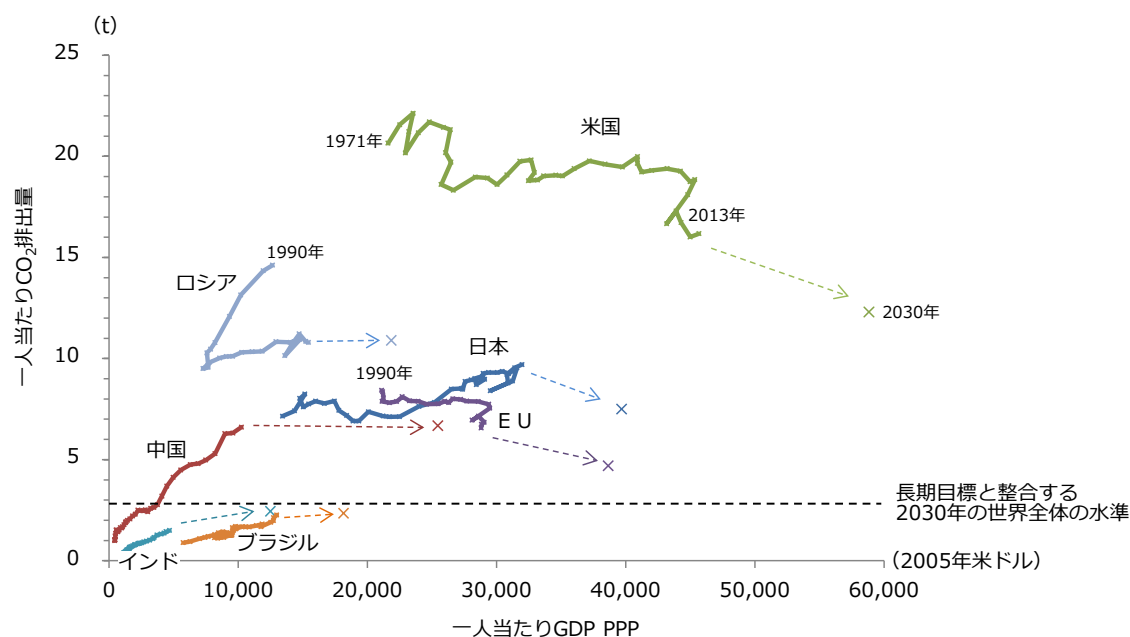
### 3. 経済発展と GHG 排出削減の調和状態

今日では、持続可能な開発のために、経済発展と GHG の排出削減の調和を図ることは国際的なコンセンサスである。特に、工業国においては経済成長と GHG 排出量の大宗を占めるエネルギー起源 CO<sub>2</sub>（以下、特に断らない限り「CO<sub>2</sub>」という）排出量の削減の両立が求められる姿である。調和を計る指標は、GDP 当たり CO<sub>2</sub> 排出量やエネルギー消費原単位（GDP 当たりエネルギー消費量）等いくつかあるが、本稿では国家間の公平性を最もよく表現することができる、一人当たり GDP（経済水準）と一人当たり CO<sub>2</sub> 排出量（排出水準）を用いて分析した。

一般に人口を一定とすれば、低炭素エネルギー（再生可能エネルギー等）の導入や省エネルギーの進展がまったくない場合、経済水準は排出水準に連動（カップリング）して上昇するため、これらの連動性が分離（デカップリング）している状態が、調和が図られていると判断できる。図表 2 は、7 つの主要排出国・地域（中国、米国、EU、インド、ロシア、日本、ブラジル）の 1971～2013 年（EU およびロシアは 1990 年以降）および 2030 年（IEA 推計値）における、排出水準（一人当たり CO<sub>2</sub> 排出量）と経済水準（一人当たり GDP PPP）の関係を図示したものである。各国の 2030 年の排出量は、各国の中期目標の裏付けとなる各種対策について実現可能性を加味して IEA が推定した推計値である。

結論を先に書くと、現時点で経済発展と CO<sub>2</sub> 排出削減が高水準で調和している国は見当たらない。だからこそ、パリ協定の採択が高く評価され、5 年ごとに目標を高める改善プロセスが実効性あるものとなることが期待されている理由でもある。

図表 2 主要排出国の排出水準と経済水準の関係



(注) ロシアおよびEUは1990～2013年の推移。他の国は1971～2013年の推移。

(出所) 1971～2013年までのCO<sub>2</sub>排出量(実績値)は、IEA “CO<sub>2</sub> Emissions from Fuel Combustion – 2015 edition”、2030年のCO<sub>2</sub>排出量(推計値)は、IEA “World Energy Outlook 2015”、人口は、UN “World Population Prospects, the 2015 Revision”、GDPは、IMF “World Economic Outlook October 2015 Edition” から大和総研作成

直近（2013年）の水準では、米国の経済水準が突出しているが、排出水準（16.2 t/人）も同時に他国を大きく引き離しており、また、米国の2030年の排出水準（12.3 t/人）も長期目標と整合する2030年の世界全体の水準（2.9 t/人）を4倍以上も超えている。このため、米国はデカップリング（図の右下に向かう推移）を実現しているとはいえ、絶対的な水準としては評価し難い状態にある。

EUは日本と経済水準はほぼ同一だが、排出水準は低く、1990年以降は緩やかなデカップリング状態を維持していた。しかし、2010年の欧州債務危機を契機に経済水準が低下し始めたため、最近では負のカップリング状態に陥っている。しかし、現在の環境・エネルギー政策を前提に経済水準が回復すれば再びデカップリング状態に戻る可能性があり、2030年に向けた経済の立て直しが望まれている。一方、日本は1980年代半ばからカップリング状態が継続しており、2030年の水準（7.5 t/人）を達成するには、早期に排出水準をピークアウトさせて、デカップリング状態に移行する必要がある。

ロシアについてはソビエト連邦の崩壊の影響を受けて負のカップリングが続いていたが、2000年以降はエネルギー関連産業が経済水準を引き上げた結果、緩やかなカップリング状態が続いている。その他の新興3国については、高い経済成長率を背景にこれまで一貫して強いカップリング状態が続いている。これらの新興国においては、2030年に向けても排出水準が改善される見通しにはなっていないが、ロシアと中国においては排出水準が横ばいで、インドとブラジルにおいては世界全体の水準をなおも下回ることが推定されている。

#### 4. 低炭素化を切り口にしたエネルギーミックスの類型化

工業国が排出水準を低下させるには、経済を支えるエネルギーミックスの低炭素化を通して、CO<sub>2</sub>を削減することが効果的であり、日本を含む多くの国が正面から取り組んでいる課題である。一般に、エネルギーミックスとは、電力、ガス、熱、石油製品等の最終エネルギー消費（需要）を充足する一次エネルギーの供給構成のことをいい、その低炭素化とは、石炭、石油、天然ガスといったCO<sub>2</sub>を大量に排出する化石エネルギーの比率を減じて、代わりにCO<sub>2</sub>をほとんど出さない再生可能エネルギーや原子力等の低炭素エネルギーの比率を高めることである。

しかし、エネルギー資源はその国の地理的要因をはじめ、政治的、経済的、技術的な背景から多種多様なため、国の数だけエネルギーミックスの低炭素化の方法が存在する。以下に、低炭素化を切り口にした主要7カ国・地域のエネルギーミックスを類型化し、パリ協定および上位の気候変動枠組条約の原則である「全ての締約国は、各国の異なる事情に照らした共通に有しているが差異のある責任及び各国の能力に関する原則を反映するように実施される」実態を明らかにしたい。データはIEA統計を用いた（図表3）。

エネルギーミックスを策定する前提として、エネルギーの安定供給（安全保障）を第一とすることは全ての国に共通するエネルギー政策の要諦である。安全保障はエネルギー自給率<sup>8</sup>で表

<sup>8</sup> エネルギー自給率＝一次エネルギー国内算出／一次エネルギー国内供給



され、100%超が理想だが、ここでは80%を閾値として用いることで、いずれかの国内エネルギー資源に依存できるグループと、分散型のエネルギーポートフォリオを取らざるを得ないグループに分けた（図表4）。

次に、低炭素エネルギー自給率（一次エネルギーに占める再生可能エネルギーと原子力の合計割合）が世界の平均値（18.5%）を上回るグループとそうでないグループに分類した。さらに、再生可能エネルギー自給率（一次エネルギーに占める再生可能エネルギーの割合）が原子力自給率（一次エネルギーに占める原子力の割合）を上回れば、「再生可能エネルギー型（再エネ型）」のエネルギーミックスとし、下回れば「原子力型」とした。これを踏まえると、ブラジルが再エネ型に該当する。

一方、低炭素エネルギー自給率が世界平均を下回るグループにおいては、天然ガスと原油と石炭それぞれの自給率を比較し、最大のエネルギーが天然ガスの場合は「天然ガス型」、原油の場合は「原油型」、石炭の場合は「石炭型」とした。米国およびロシアが天然ガス型に、中国が石炭型にそれぞれ該当する。

分散型エネルギーポートフォリオのグループは、国外からのエネルギー調達リスク対策として二国間以上の国際連携による安定供給策が講じられていれば「国際連携型」、できなければ「孤立型」とした。EUは域内にパイプラインや送電網が整備されているので国際連携型に、他方、インドと日本は孤立型に該当する。

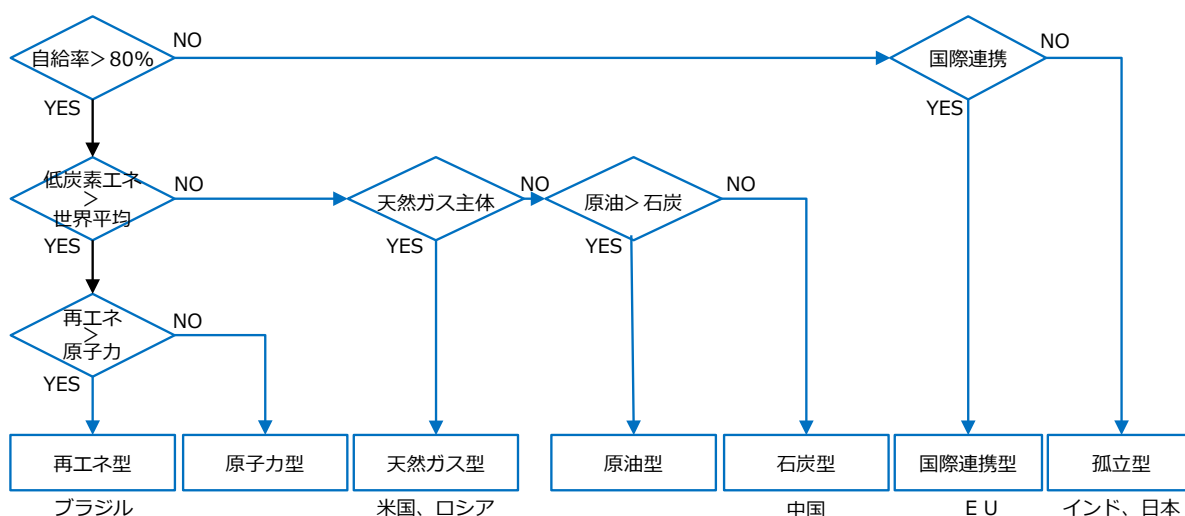
図表3 主要排出国のエネルギー指標

	中国	米国	EU	インド	ロシア	日本	ブラジル	世界
一次エネルギー国内算出 (Mtoe)	2,614	1,881	793	523	1,340	28	253	13,642
一次エネルギー国内供給 (Mtoe)	3,022	2,188	1,626	775	731	455	294	13,555
低炭素エネルギー国内算出 (Mtoe)	359	361	157	213	69	25	121	2,509
再エネ国内算出	330	147	72	204	23	22	118	1,863
水力	78	23	132	12	16	7	34	326
バイオマス、廃棄物	216	97	432	188	7	11	83	1,375
地熱、太陽光、その他	37	26	204	4	0	4	1	161
原子力国内算出	29	214	32	9	45	2	4	646
天然ガス国内算出 (Mtoe)	101	567	135	29	563	3	18	2,909
石炭国内算出 (Mtoe)	1,943	477	37	238	184	0	3	4,006
原油国内生産 (Mtoe)	210	476	229	43	524	1	110	4,216
エネルギー自給率	86.5%	86.0%	48.8%	67.5%	183.4%	6.1%	86.1%	100.6%
低炭素エネ自給率	11.9%	16.5%	9.6%	27.5%	9.4%	5.4%	41.4%	18.5%
再エネ自給率	10.9%	6.7%	4.4%	26.3%	3.2%	4.9%	40.1%	13.7%
原子力自給率	1.0%	9.8%	8.1%	1.2%	6.2%	0.5%	1.3%	4.8%
天然ガス自給率	3.3%	25.9%	26.6%	3.7%	77.0%	0.6%	6.1%	21.5%
石炭自給率	64.3%	21.8%	12.5%	30.7%	25.2%	0.0%	1.1%	29.6%
原油自給率	7.0%	21.7%	14.1%	5.5%	71.7%	0.1%	37.5%	31.1%

(注) Mtoe (Million tonnes of oil equivalent) は石油換算百万トン。

(出所) IEA “Energy Balance of OECD 2015” および “Energy Balance of Non-OECD Countries 2015” から大和総研作成

図表4 低炭素エネルギーを切り口にしたエネルギーミックスの類型化



(出所) 大和総研作成

## まとめ

直近（2013年）のエネルギーミックスの低炭素化率で世界平均（19%）を上回るのは、EU、インド、ブラジルだが、2030年において世界平均（23%）を上回ると推定されるのは、EU、ブラジル、日本である（図表5）。特に、EUとブラジルは、パリ協定の長期目標と整合する2030年のあるべき世界平均（31%）を上回るとされており、排出水準において他国をけん引することにより、地球温暖化対策において重要な役割を果たすことが期待される。

一方、国内の化石エネルギーに依存する中国、米国、ロシアの2030年における低炭素化率は世界平均を下回る（米国は同水準）とされる。米国は既に経済水準と排出水準が調和するデカップリング状態にあることから、今後もこの傾向が維持されようが、排出水準が他国・地域と比較して高すぎることから、一層の低炭素化を通じた排出水準の低減に取り組むことが望まれる。経済成長と排出増の強いカップリング状態にある中国とインドについては、低炭素化を通して排出水準を出来る限り速やかにピークアウトさせる必要があるが、デカップリングを実現するには長い期間を要すると考えられる。パリ協定でも明記され、現在、具体的なメカニズムが議論されている先進国から開発途上国（新興国を含む）への技術移転（および削減分の先進国への移転）スキームの活用が強く望まれる。

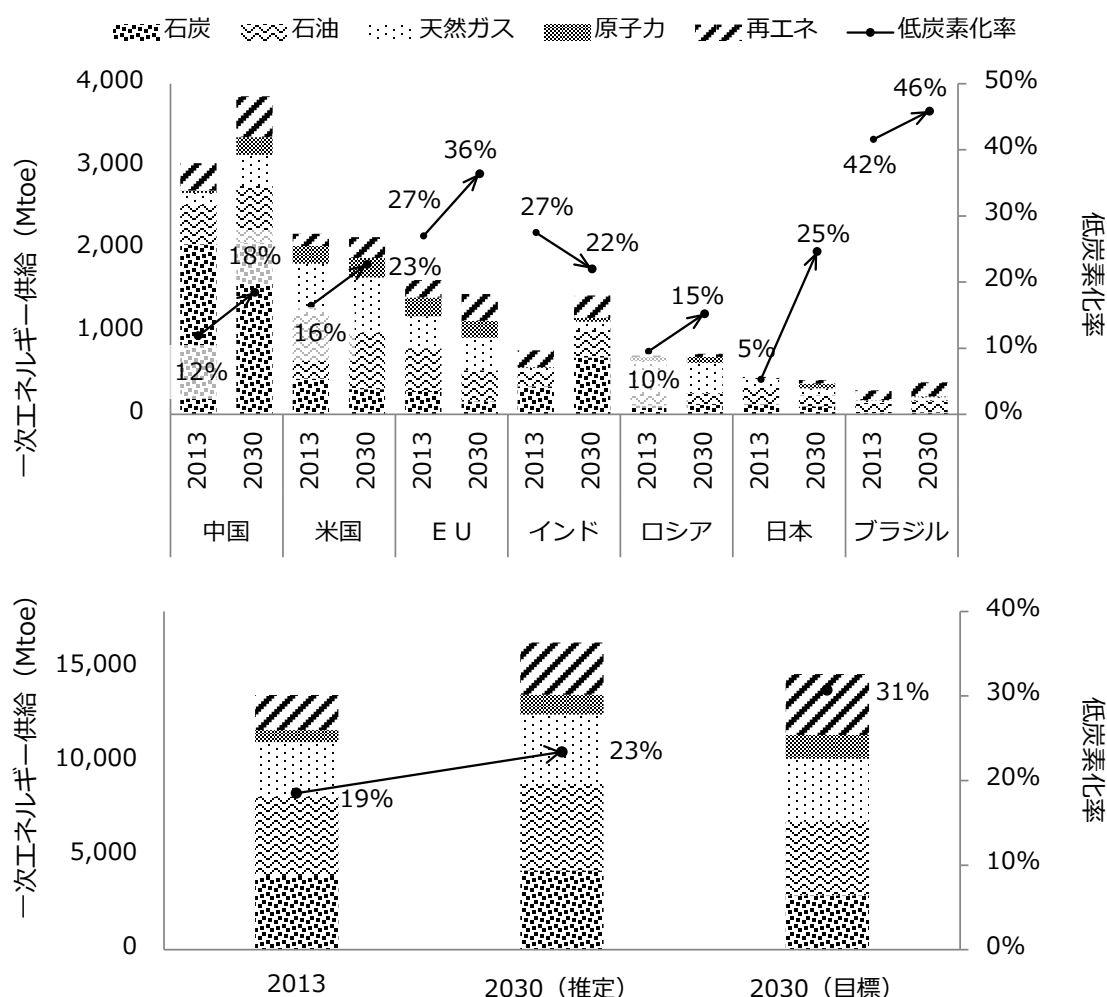
日本は低炭素エネルギーを切り口にしたエネルギーミックスの類型化から独特な立場に置かれていることがわかる。2030年におけるエネルギーミックスの低炭素化率は25%（政府計画は24.3%）<sup>9</sup>と世界平均を上回る水準が見込まれているが、達成には原子力の割合を東日本大震災前に匹敵する10%程度まで高める必要があり予断は許さない。政府はパリ協定の採択を踏まえ、技術革新をキーワードに据えた再エネ導入と省エネ推進の政策を実行して経済と環境の両立を

<sup>9</sup> 経済産業省「[長期エネルギー需給見通し](#)」平成27年7月16日

実現するとしている<sup>10</sup>。エネルギー政策で第一に優先される安全保障に立ち返れば、島しょ国の英国が率先して取り組んでいるように、近隣国（ロシア、韓国、台湾、中国等）との国際的なガスパイプラインや電力連系線も選択肢として挙げることができる。国際連携の広域化によって多様なエネルギー資源の利用可能性が高まれば、地域全体の効率化と低炭素化につながる事が期待できる。

パリ協定については締約国に中期目標の達成を義務付ける法的拘束力はないが、排出水準の低減に向けた努力を先送りすることはコストや気象災害の点から賢明とはいえない。各国が経済成長とCO<sub>2</sub>排出増を高い水準でデカップリングさせるのは容易ではないものの、それぞれが固有の資源エネルギー事情に照らした独自の方法で取り組み、世界全体の排出水準をできるだけ早期に低減させていくことが望まれる。

図表5 主要排出7カ国・地域（上）および世界（下）のエネルギーミックスと低炭素化率



(注) Mtoe (Million tonnes of oil equivalent) は石油換算百万トン。

(出所) IEA “World Energy Outlook 2015” から大和総研作成

<sup>10</sup> 2030年に向けたエネルギー戦略は「[エネルギー革新戦略](#)」（経済産業省決定）であり、より長期的なイノベーション戦略としては「[エネルギー・環境イノベーション戦略（案）](#)」（内閣府 総合科学技術・イノベーション会議とりまとめ予定）がある。