

2015年1月30日 全12頁

# 国際環境協力で進める地球温暖化対策

## 環境エネルギー技術で地球全体の GHG 排出量削減に貢献

環境調査部 主任研究員 大澤秀一

### [要約]

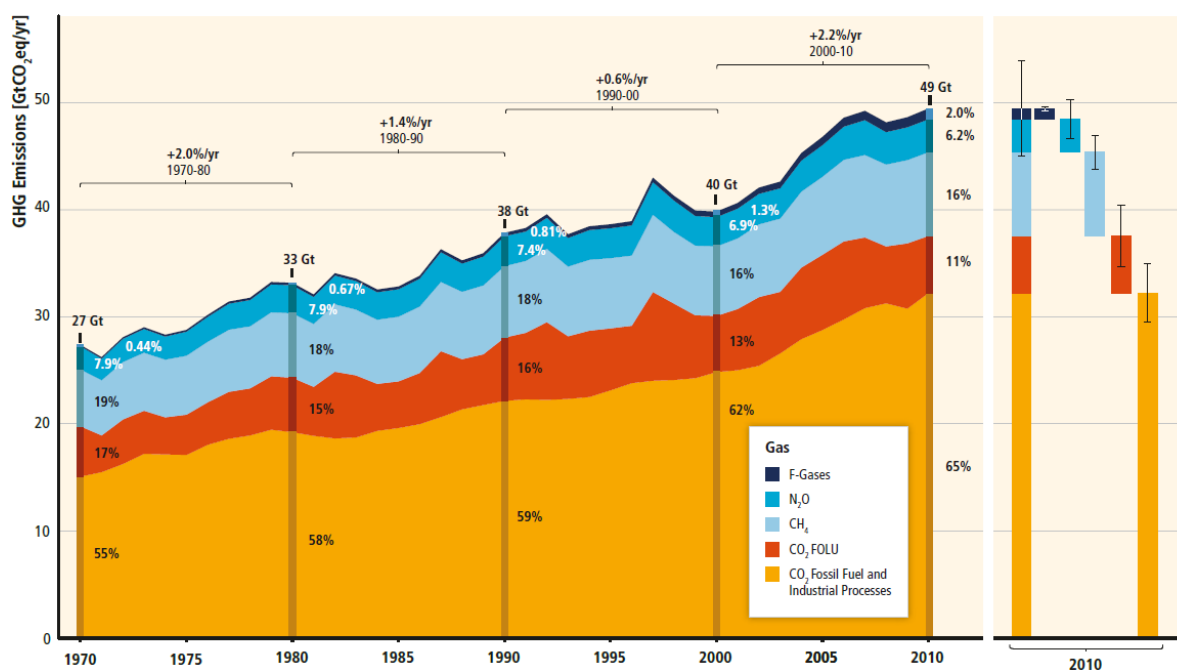
- ベースラインシナリオでは、世界全体の温室効果ガス（GHG）の排出量は燃料燃焼等起源の二酸化炭素の増加によって今後も大きく増加していくことが予測されている。地球温暖化をこのまま放置すれば、我々の日常生活や経済活動の広い範囲が不可逆的で非常に厳しい状況に陥る可能性があるとして指摘されている。日本も世界で5番目に GHG 排出量が多い国として、今後の地球環境の保全に大きな責務と役割を担っている。
- 2℃目標の達成に向けて重要なのは、今後、更に排出量の増加が見込まれる途上国における緩和策である。すなわち、削減コストが安く削減ポテンシャルの大きな途上国で先進国が有する優れた低炭素技術等を実施することが効果的と考えられる。国際環境協力を促進するには事業者インセンティブを付与する資金スキームの構築が重要な課題の一つである。日本は国連気候変動枠組条約（UNFCCC）で議論する傍ら、二国間クレジット（JCM）の運用に戦略的に取り組み始めている。JCM を活用した省エネや再生可能エネルギー分野における実績作りは、UNFCCC の議論にも好影響を与えると考えられるため、今後の進捗が期待される。
- 国が革新的技術を核にした環境エネルギー関連市場のビジョンを描くことは、事業者の中長期的な投資環境の整備に重要と考えられる。日本の官民一体となった取り組みは始まったばかりだが、世界の緩和策を牽引し、世界全体の CO<sub>2</sub> 排出量の削減につながることに期待する。

### 1. CO<sub>2</sub> 排出量は最近 40 年間で急増

地球温暖化の原因の一つである人為起源の[温室効果ガス](#)（Greenhouse-Gas: GHG）の年間排出量が増加を続けている。気温上昇は想定を超える気候変動を引き起こし、各地で洪水や海岸浸食、干ばつなどの気象災害をもたらしている。専門家は、地球温暖化をこのまま放置すれば、我々の日常生活や経済活動の広い範囲が不可逆的で非常に厳しい状況に陥る可能性があるとして指摘している。日本は世界で5番目に排出量が多い国として、今後の地球環境の保全に大きな責務を負っている。本稿では、GHG の排出状況や国・地域別の特徴等を整理した上で、地球全体の CO<sub>2</sub> 排出量削減における日本の役割について考えてみたい。

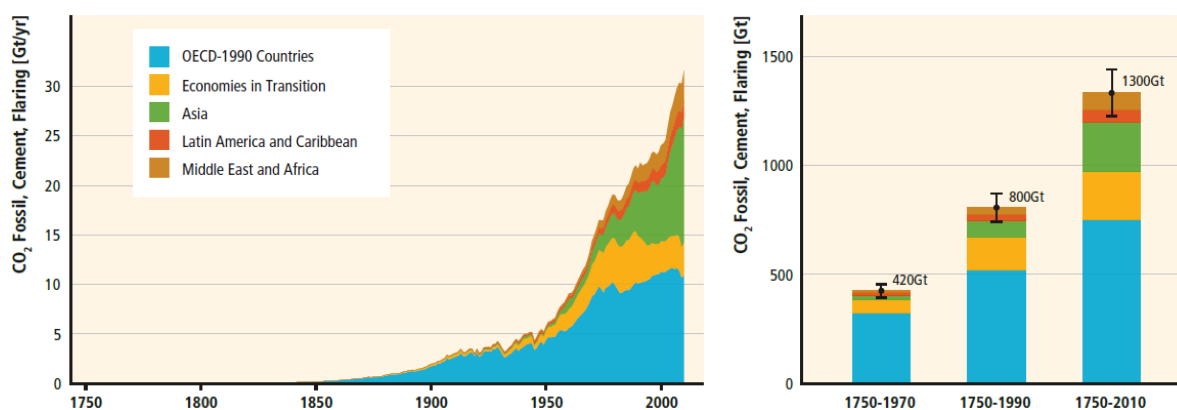
GHGの年間排出量は増加を続けており、2010年には約49ギガトン二酸化炭素換算量（ギガは10億、GtCO<sub>2</sub>eq）に達した（図表1）。増加しているGHGの中で、特に排出量が多いのは、石炭・石油・天然ガスをエネルギー資源として燃焼する時や、セメント等の製造プロセスから排出される二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）（以下、燃料燃焼等起源CO<sub>2</sub>）である（図表1、CO<sub>2</sub>（橙色））。燃料燃焼等起源CO<sub>2</sub>の年間排出量は最近40年間（1970～2010年）で約15 GtCO<sub>2</sub>/年から約32 GtCO<sub>2</sub>/年へと倍増し、年間GHG排出量の65%を占めている。2010年までの累積排出量は1,300 GtCO<sub>2</sub>となっており、最近40年間の累積排出量（880 GtCO<sub>2</sub>）は、過去220年間（1750～1970年）の累積排出量420 GtCO<sub>2</sub>の倍以上に相当している（図表2右図）。

図表1 人為的な温室効果ガス排出量の推移（1970～2010年）



(出所) IPCC “Climate Change 2014 Mitigation of Climate Change”

図表2 燃料燃焼起源等のCO<sub>2</sub>排出量の推移（1750～2010年）



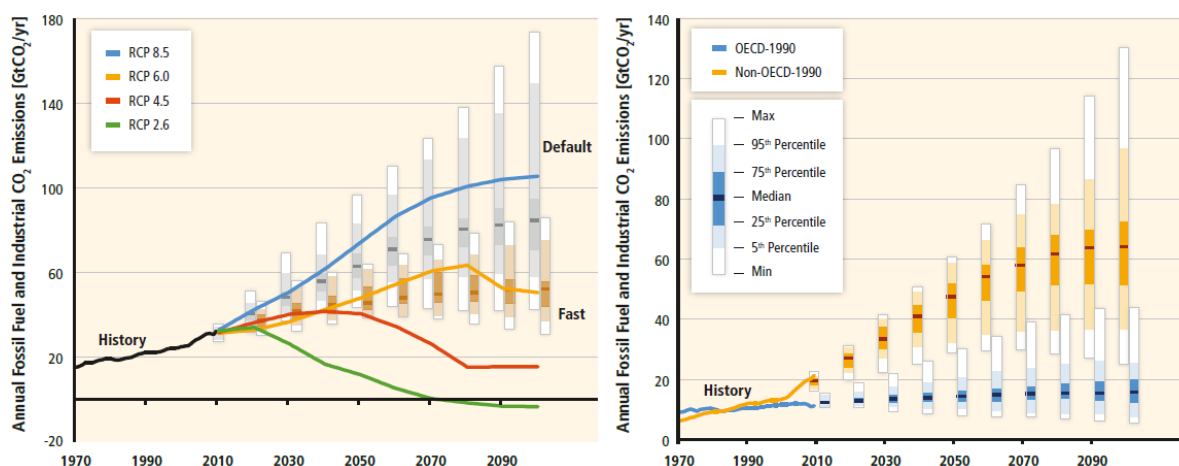
(出所) IPCC “Climate Change 2014 Mitigation of Climate Change”

燃料燃焼等起源 CO<sub>2</sub> 排出量の内訳を国・地域別で見ると、1970 年までは OECD-1990（1990 年当時の OECD 加盟国<sup>1)</sup>）がその多くを占めていたが、1970 年以降はアジアを中心に、ラテンアメリカ・カリブ、中東・アフリカ地域の排出量が増加している（図表 2 左図）。1990 年は、ソ連の崩壊やアジア地域の急激な経済成長、また自由貿易体制の導入などの社会的・経済的要因が GHG 排出量に大きな影響を与えた節目の年である。今日では、非 OECD-1990 の年間排出量は OECD 諸国を超え、累積排出量（1750～2010 年）もほぼ同量にまで迫っている（図表 2 右図）。

## 2. 更に増加が見込まれる途上国の排出量

燃料燃焼等起源 CO<sub>2</sub> 排出量の将来見通しについては、現在、各国が取り組んでいる地球温暖化対策に追加的な緩和策（GHG の排出を削減あるいは吸収して地球温暖化を防止する政策）を加えないと想定した場合、2050 年には 60 GtCO<sub>2</sub>（中位値）を超え、その後も増加し続けると予測されている（図表 3 左図、Default（灰色））。このような現政策下での将来見通しは“ベースラインシナリオ”と呼ばれるが、この場合、世界平均地上気温は 1986～2005 年平均の基準から 2046～2065 年に平均 1.3～2.0℃、2081～2100 年に平均 2.2～3.7℃上昇する可能性が高いと予測されている<sup>2)</sup>。付け加えると、1986～2005 年の世界平均地上気温は工業化以前からすでに 0.61℃上昇しているという<sup>3)</sup>。

図表 3 燃料燃焼等起源の CO<sub>2</sub> 排出量見通し



(出所) IPCC “Climate Change 2014 Mitigation of Climate Change”

ベースラインシナリオを OECD-1990 と非 OECD-1990 に分けると、今世紀末まで OECD-1990 からの排出量はほぼ横ばいなのに対し、非 OECD-1990 からの排出量は著しく増加し、総排出量の増加分のほぼすべてを占めると予測されている（図表 3 右図、青色が OECD-1990、橙色が非 OECD-1990）。OECD-1990 は 1990 年以降、GHG 排出を含む環境負荷の増加率が概ね経済成長率を

<sup>1)</sup> オーストリア、ベルギー、デンマーク、フランス、ドイツ、ギリシャ、アイスランド、アイルランド、イタリア、ルクセンブルク、オランダ、ノルウェー、ポルトガル、スペイン、スウェーデン、スイス、トルコ、イギリス、米国、カナダ、日本、フィンランド、豪州、ニュージーランドの 24 か国。

<sup>2)</sup> 図表 3 左図のベースラインシナリオの濃い灰色部分における世界平均地上気温。

<sup>3)</sup> IPCC “Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability”

下回る相対的デカップリング（切り離し）の状態にあり、今後も再生可能エネルギーの安定的な導入と省エネ等の政策が維持されるのであれば排出量は横ばいで推移すると予測されている。一方、非 OECD-1990 は、引き続き経済開発を進める必要に迫られるため、化石資源を大量に消費する2次産業などへ主要産業が移行することがCO<sub>2</sub>排出量の増加につながると予測されている。

非 OECD-1990 の排出量が増加する要因には自由貿易体制の進展も挙げられる。サプライチェーンが世界各地に広がることで、エネルギー集約型及び資源集約型産業が OECD-1990 から非 OECD-1990 へ移転されることによる排出量の増加効果である。他国へ炭素排出源が漏れる（カーボン・リーケージ）動きは 2000 年以降から著しく増加していることが報告されている<sup>4</sup>。貿易財に体化した CO<sub>2</sub> 排出量の純輸入量は、国内排出量に対して日本は 38%、英国は 44%、米国は 20% に及ぶという（2005 年時点）。一方、移転先の一つである中国の国内排出量の 27% は輸出に誘発されたものであると推計されている（2004 年時点）。

### 3. “2℃目標” を目指して

国連気候変動枠組条約（UNFCCC）締約国（195 개국及び欧州連合）は、ベースラインシナリオとは異なるシナリオを目指して行動することで合意している。図表 3 の RCP2.6（緑線）がそれに該当するシナリオの一つで、2030 年前に排出量がピークアウトし、2050 年までに少なくとも 1990 年比で半減した後、今世紀末頃にはゼロあるいはマイナスになる。2050 年に半減するためには、先進国（UNFCCC の規定する附属書 I 国<sup>5</sup>）の GHG 年間排出量が途上国（非附属書 I 国）を下回っている現在の状況からすると、先進国がゼロ排出を前倒しで達成したとしても、途上国は排出量を今以上に増やせないことになる。IPCC では、追加的な地球温暖化対策を先延ばしすれば、ベースラインシナリオを RCP2.6 に近づけるための技術的、経済的、制度的課題は増えてしまうと推論されている<sup>6</sup>。

目標とするシナリオは、世界平均地上気温の上昇を産業革命以前（地球温暖化がおきる前）から 2℃未満とする目標から導かれたものである。“2℃目標”は IPCC 第 3 次評価報告書に基づき、欧州連合（EU）が当初、定めたものだが、G8 北海道洞爺湖サミット（2008 年 7 月）などの国際交渉を経て、UNFCCC 第 16 回締約国会議（COP16、カンクン／2010 年 12 月）のカンクン合意で採択されるに至った。2℃目標は地球温暖化対策の経済学的評価や英国の行動目標を分析した“スターン・レビュー”<sup>7</sup>でも分析され、気温上昇が 2℃を超えると被害額が対策コストを大きく上回ることや、対応の先送りは対策コストを上昇させることなどが報告されている。

IPCC では、2℃目標を達成するための燃料燃焼、セメント及び土地利用の変化を含む累積 CO<sub>2</sub>

<sup>4</sup> 星野優子、杉山大志、上野貴弘「貿易に体化した CO<sub>2</sub> 排出量 ―日本・中国・米国・英国の国際比較―」電力中央研究所 研究報告書（2009 年 5 月）。

<sup>5</sup> 1990 年当時の OECD 加盟国と、ロシア、ポーランドなどの市場経済移行国などを加えた 43 の国・地域。

<sup>6</sup> 環境省報道発表資料「[気候変動に関する政府間パネル \(IPCC\) 第 5 次評価報告書統合報告書の公表について \(お知らせ\)](#)」(2014 年 11 月 4 日)

<sup>7</sup> Stern, N. “The Economics of Climate Change: The Stern Review.” Cambridge: Cambridge University Press. (2007). あるいは環境省ウェブサイト「[気候変動の経済学 Executive Summary](#)」2007 年 2 月。

排出量の上限量も推計している。上限量を予算にたとえてカーボン・バジェットと呼ぶが、CO<sub>2</sub>以外のGHGもCO<sub>2</sub>と同等の排出削減シナリオをたどると仮定すると、地球温暖化を66%を超える確率で1861～1880年の平均から2°C未満に抑えるには、同期間以降の累積CO<sub>2</sub>排出量を約2,900 GtCO<sub>2</sub>に制限する必要があるとされている<sup>8</sup>。2011年までに1,890 GtCO<sub>2</sub>（図表2の累積CO<sub>2</sub>排出量1,300 GtCO<sub>2</sub>に、開墾や伐採など人為的な土地利用の変化を加えた数値）のCO<sub>2</sub>が既に排出されているので、残高は1,010 GtCO<sub>2</sub>になる。今後、追加的な緩和策を加えない場合、2040年頃には予算を使い果たしてしまう可能性がある。

#### 4. 先進国と途上国の相互協力が必要

経済のグローバル化によるカーボン・リーケージの存在を前提にすると、地球全体の排出量を削減するためには、一国や一地域で閉じた議論をしても実効性は低く、優れた環境技術を削減可能量の大きな排出源に対して活用する方が効果的である。削減費用と削減可能量を国際比較した研究によると、先進国は優れた環境技術を有しているものの、途上国の方が安価に削減できる量が多いことが明らかにされている<sup>9</sup>。技術の導入状況やエネルギー効率が2005年時点の状態で固定されたまま将来にわたり推移すると想定した場合（ベースラインシナリオ）、2020年排出量からのGHG削減可能量は、途上国では省エネ効果なども大きいため、0ドル/tCO<sub>2</sub>eq以下の削減可能量が合計16 GtCO<sub>2</sub>eqあり、20ドル/tCO<sub>2</sub>eq以下の削減可能量も合計23 GtCO<sub>2</sub>eqと試算されている。先進国も自国の排出量の削減に取り組む必要があるが、費用対効果は相対的に小さなものになる。例えば、日本が1990年比で25%削減しようとするれば、476ドル/tCO<sub>2</sub>eqのコストがかかる緩和策まで実施する必要があるとされている。

先進国と途上国の相互協力は政府間あるいは事業者間の合意でも可能だが、地球全体の排出削減量を適正に計測する観点から、また、国際社会における各国の貢献度を客観的に評価する観点からも、できるだけUNFCCCなどの国際機関が定める一定のルールの下で行われることが望ましいと考えられる。UNFCCCでは、附属書II国（OECD-1990およびEU）が他の締約国に対して技術、ノウハウ、資金等を提供し、能力開発や技術開発等についても支援することが努力目標として記されており、すでに目的（緩和策や適応策等）と内容（資金、技術、ノウハウ、有償、無償、市場メカニズム等）に応じて複数の制度が設置・運営されている。

主要な資金メカニズムの一つはUNFCCC発足当時から運営されている、地球環境ファシリティー（Global Environmental Facility: GEF）<sup>10</sup>で、地球温暖化を防止するためのプロジェクトに追加的な費用を、原則として無償提供している。しかし、拠出額に制限があることから、COP15（コペンハーゲン/2009年12月）では「先進国全体で2020年までに年間1,000億ドルを動員す

<sup>8</sup> IPCC「気候変動2013：自然科学的根拠」気象庁訳（2014年7月1日版）

<sup>9</sup> 秋元圭吾「排出削減に関するコスト面からの分析」経済産業省産業構造審議会環境部会地球環境小委員会政策手法ワーキンググループ（第5回）参考資料（平成22年9月13日）。

<sup>10</sup> GEF（1991年創設）は他の環境関連条約（生物多様性条約、国連砂漠化対処条約、残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約）と共通の資金メカニズムで、気候変動の他に、生物多様性、国際水域汚染、土壌劣化、オゾン層、残留性有機汚染物質に関するプロジェクトにも資金を提供している。



る」という長期資金目標が合意され、また COP16（カンクン／2010年12月）では既存の資金メカニズムを統合し、新たに「緑の気候基金（Green Climate Fund: GCF）」を設置することで合意された。GCFについては2014年12月までに27か国から合計で最大102億ドル（日本は議会の承認を前提に最大15億ドル）の拠出が表明され、初期資金のプロセスが開始されることになっている。なお、GEFやGCFの資金メカニズムと技術メカニズムを連携させる重要性についても議論が始められており、優れた技術を用いるプロジェクトへの優先支援等による効率的・効果的な地球温暖化対策が進められることが期待される。

市場メカニズムを活用した制度としては、京都議定書で規定されている京都メカニズムの一つとして「クリーン開発メカニズム」（Clean Development Mechanism: CDM）がある。CDMは、削減義務目標を持つ先進国（附属書I国）が、削減目標を持たない途上国（非附属書I国、ホスト国）において排出削減プロジェクトを実施し、先進国の貢献分に相当する排出削減量（Certificated Emissions Reduction: CER）を先進国の京都議定書の目標達成のための削減量に計上できる制度である。GHGの限界削減費用の低い途上国から高い先進国への削減量の移転を認めることで、世界全体で経済効率的に排出量が削減できる。これまで約7,600件のプロジェクトから約15.2億tCO<sub>2</sub>eq分のCERが発行されており<sup>11</sup>、日本政府が承認したプロジェクト777件でも、約1.6億tCO<sub>2</sub>eqの排出削減が見込まれている（2014年5月31日時点の予測値）。しかし、プロジェクトの審査やCERの認証プロセスが厳格であることから、手続きに時間を要してしまうことや、省エネのプロジェクトは、取組みそのものにコスト削減効果があるため、CDMを利用しなければプロジェクトの実施が不可能なこと（追加性）の証明が難しく、案件が形成しにくいといった課題は残されている。また、プロジェクト実施者の重要なインセンティブであるCERの取引価格も、京都議定書の約束期間が始まった当初は20ユーロを超えていたが、EU ETS（欧州連合排出量取引制度）で需給の緩みが長期化するなどの見通しから、2012年末に1ユーロを割り込み、低い状態が続いている<sup>12</sup>。

## 5. 日本が提案する新しいアプローチ

UNFCCCは国際協力による削減行動を強化するため、国連主導のCDMを補完するための新しい市場メカニズムの導入を議論している。様々なアプローチのための枠組み（Framework for Various Approaches: FVA）として各国が多様な提案を行っているが、日本はUNFCCCの下でホスト国とともに主導する、二国間クレジット（Joint Crediting Mechanism: JCM）制度を提案している（図表4）。CDMの課題を踏まえて提案されたJCMは、手続きの簡素化と省エネや再生可能エネルギーを含めた方法論の拡大を通して世界全体のGHG排出削減を実現し、UNFCCCに貢献していく意図を持って開発されたものである。

日本政府はJCMを含むFVAについての議論に参加する傍ら、2013年度から国際的な将来枠組みが開始されるまでの期間（～2020年の見込み）の運用を始めている。2013年1月にモンゴル

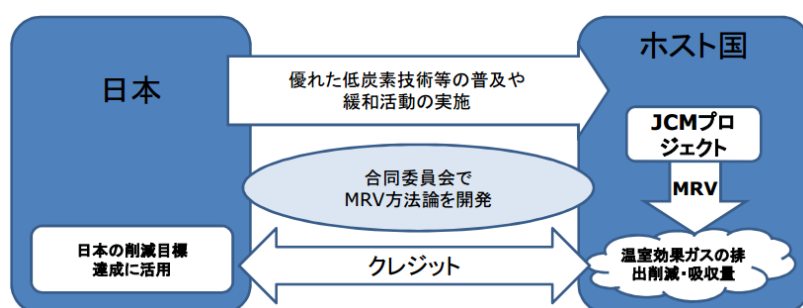
<sup>11</sup> 「[京都メカニズム情報プラットフォーム](#)」ウェブサイト（2015年1月8日現在）。

<sup>12</sup> 「[CER FUTURES](#)」ICE Futures Europaウェブサイト（2015年1月23日閲覧）。

と初めて署名したのを始めとして、これまで12か国（モンゴル、バングラデシュ、エチオピア、ケニア、モルディブ、ベトナム、ラオス、インドネシア、コスタリカ、パラオ、カンボジア、メキシコ）との間で二国間文書の署名が行われた。2016年までに署名国を16か国に増やすことを目指し、関係国と協議を続けている。

JCM 実証事業（経済産業省、NEDO）と JCM プロジェクト設備補助事業（環境省）に対しては、所管省庁から補助金が交付されている。本来、インセンティブは JCM のプロジェクトから発行されるクレジットを自身の削減目標の達成のために計上できることや市場での売却益だが、現在、日本は京都議定書に参加していないため法的拘束力のある削減目標が無い上に、今のところ市場取引はできない取り決めになっている。

図表 4 JCM の概要



（出所）新メカニズム情報プラットフォーム ウェブサイト

## 6. 二国間クレジット（JCM）の先行事例

JCM 実証事業の2014年度予算は60億円（2013年度は35億円）で、燃料燃焼起源CO<sub>2</sub>の排出削減のための設備費のほぼ全額が補助され、事業終了後に事業者が償却価格で買い取るものである。JCM プロジェクト設備補助事業の2014年度予算額は年間12億円かつ3か年（合計36億円、2013年度も同額）で、これも燃料燃焼起源CO<sub>2</sub>の排出削減のための設備・機器を導入する事業に対して、JCM クレジットの1/2以上を日本政府に納入することを条件に最大1/2の補助が受けられる。2013年度および2014年度に採択されたJCM実証事業及びJCM設備補助事業では、CDM 案件が形成しにくい省エネや再生可能エネルギーなどの分野の事業が広く採択されている（図表5）。

図表5 二国間クレジット実証事業及び設備補助事業一覧（2013年度、2014年度）

事業種別	国名	事業名	事業者名	分野	採択年度
J C M 実 証 事 業	ベトナム	ベトナム版V-BEMS開発によるホテル省エネ促進実証事業（Low Carbon Hotel（低炭素化ホテル）普及促進）	日比谷総合設備（株）、三菱UFJモルガン・スタンレー証券（株）	省エネルギー	2013年度
	インドネシア	インドネシア離島地域における薄膜太陽光発電の遠隔自動モニタリング検証	シャープ（株）	再生可能エネルギー	2013年度
	インドネシア	動力プラント（ボイラー、タービン設備）への運用最適化技術の適用	アズビル（株）	工場、省エネルギー	2013年度
	ベトナム	ベトナム 国営病院における省エネ/環境改善によるグリーンホスピタル促進事業	三菱電機（株）、三菱商事（株）、三菱UFJモルガン・スタンレー証券（株）	家電、省エネルギー	2013年度
	インドネシア	石油精製プラントの運転制御最適化による省エネルギー	横河電機（株）	プラント、省エネルギー	2013年度
J C M プ ロ シ エ ク ト 設 備 補 助 事 業	インドネシア	工場空調及びプロセス冷却用のエネルギー削減	荏原冷熱システム（株）	省エネルギー	2013年度
	インドネシア	インドネシアコンビニエンスストア省エネプロジェクト	（株）ローソン	省エネルギー	2013年度
	インドネシア	インドネシアにおけるコールドチェーンへの高効率冷却装置導入プロジェクト	（株）前川製作所	省エネルギー	2013年度
	インドネシア	飲料製造工場における冷温同時取出し型ヒートポンプ導入による省エネルギー事業	豊田通商（株）	省エネルギー	2013年度
	インドネシア	紡績工場の空調に係るエネルギー削減事業	荏原冷熱システム（株）	省エネルギー	2013年度
	カンボジア	スターリングエンジンを用いた小規模バイオマス発電	（株）プロマテリアル	バイオマス利用	2013年度
	パラオ	島嶼国の商用施設への小規模太陽光発電システム導入プロジェクト	バシフィックコンサルタンツ（株）	再生可能エネルギー	2013年度
	バングラデシュ	無焼成固化技術を使ったレンガの製造	日本テピア（株）	その他	2013年度
	ベトナム	ビール工場における総合的省エネルギー設備	（株）レノバ	省エネルギー	2013年度
	ベトナム	水産加工分野への高効率NH3ヒートポンプ導入プロジェクト	（株）前川製作所	省エネルギー	2013年度
	モンゴル	高効率型熱供給ボイラの集約化に係る更新・新設	（株）数理計画	省エネルギー	2013年度
	インドネシア	セメント工場における廃熱利用発電	JFEエンジニアリング（株）	再生可能エネルギー	2014年度
	インドネシア	パーム残渣バイオマス発電プロジェクト	清水建設（株）	再生可能エネルギー	2014年度
	インドネシア	無電化地域の携帯基地局への太陽光発電ハイブリッドシステムの導入プロジェクト	伊藤忠商事（株）	再生可能エネルギー	2014年度
	インドネシア	自動車部品工場のアルミ保持炉へのリジェネレーター導入による省エネルギー化	（株）豊通マシナリー	省エネルギー	2014年度
	インドネシア	省エネ型ターボ冷凍機を利用した工場設備冷却	荏原冷熱システム（株）	省エネルギー	2014年度
	ベトナム	卸売市場における有機廃棄物メタン発酵およびガス利用事業	日立造船（株）	再生可能エネルギー	2014年度
ベトナム	デジタルタコグラフを用いたエコドライブプロジェクト	日本通運（株）	省エネルギー	2014年度	

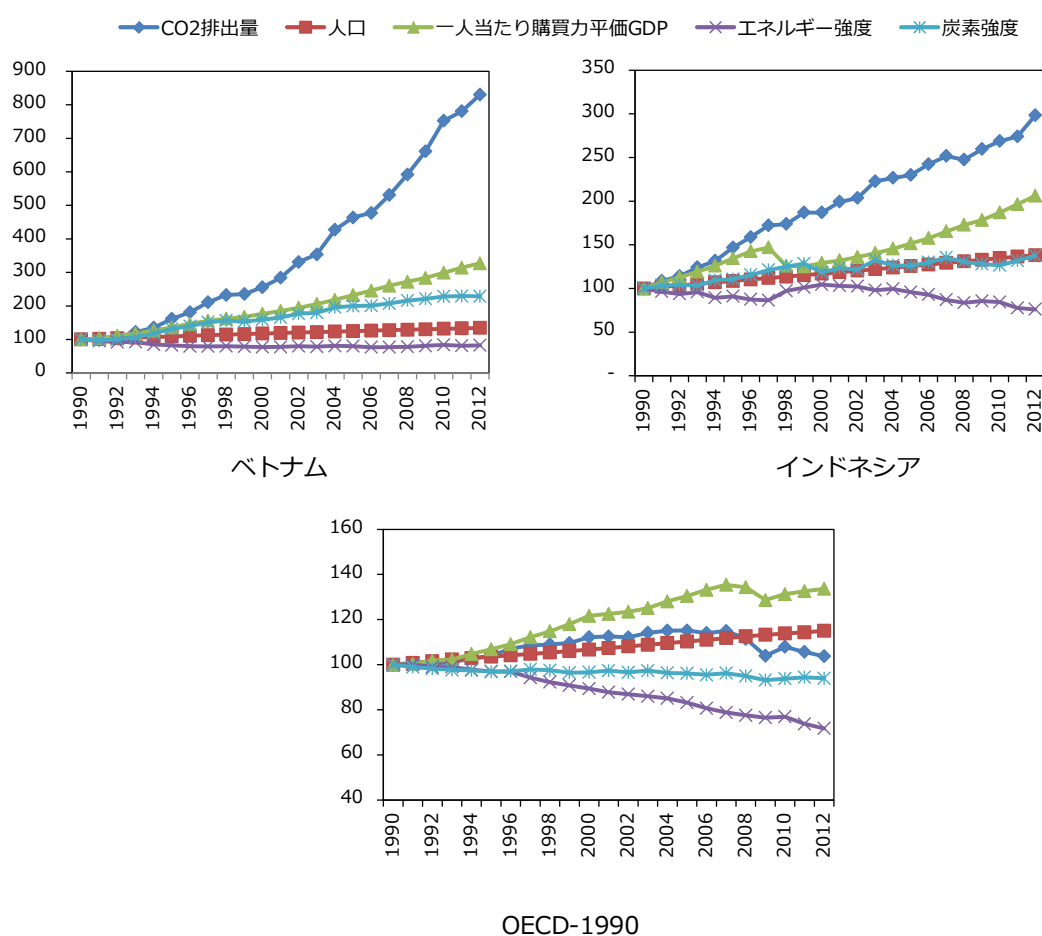
（出所）経済産業省、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）、公益財団法人地球環境センター（GEC）のウェブサイトから大和総研作成



事業のホスト国としては、日本と経済協力で結びつきが強いベトナムとインドネシアが先行している。これら二国は資源集約型産業などを主要産業としていることもあり、燃料燃焼起源 CO<sub>2</sub> の排出量は 1990 年からベトナムは約 8 倍、インドネシアは約 3 倍にも増大している。茅恒等式<sup>13</sup>に基づいて、両国および OECD-1990 それぞれの燃料燃焼起源 CO<sub>2</sub> 排出量 (C) を、人口 (P)、一人当たりの購買力平価 GDP (2005 年米ドル、G/P)、エネルギー強度 (GDP 当たりの一次エネルギー供給量、E/G)、炭素強度 (一次エネルギー供給量当たりの CO<sub>2</sub> 排出量、C/E) の 4 つの駆動要因に分解したときの 2012 年までの推移 (1990 年を 100 とする) を図表 6 に示す。

$$C = P (G/P) (E/G) (C/E) \dots\dots\dots \text{茅恒等式}$$

図表 6 ベトナムとインドネシアの CO<sub>2</sub> 排出量の駆動要因の推移 (1990 年=100)



(出所) IEA, “CO<sub>2</sub> EMISSIONS FROM FUEL COMBUSTION HIGHLIGHTS 2014 EDITION” から大和総研作成

ベトナムとインドネシアの CO<sub>2</sub> 排出量の増加率は、一人当たりの購買力平価 GDP の変化率(経済成長率)を大きく上回っている。図表 6 の下段に示されている OECD-1990 のように、相対的デカップリングの状況に移行するには、人口を所与のものとするなら、エネルギー強度と炭素強

<sup>13</sup> Yamaji, K., Matsuhashi, R., Nagata, Y. Kaya, Y., “An integrated system for CO<sub>2</sub>/ Energy / GNP analysis: case studies on economic measures for CO<sub>2</sub> reduction in Japan.” Workshop on CO<sub>2</sub> reduction and removal: measures for the next century, March 19, 1991, International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria.

度を改善していく必要がある。エネルギー強度は主にエネルギーの需要側が省エネなどを実施することで改善され、炭素強度は主にエネルギーの供給側が再生可能エネルギーの導入などによって低減することができる指標である。JCMは始まったばかりだが、今後、案件数の増加や大規模化によってこれらの指標が改善されていくと思われる。JCMの先行事業における実績作りはFVAの議論にも良い影響を与えると考えられることから、今後の進捗に期待したい。

## 7. 日本の環境エネルギー技術

日本は世界全体の温室効果ガス排出量の削減に貢献するため、COP19（ワルシャワ／2013年11月）で「攻めの地球温暖化外交戦略」を表明した<sup>14</sup>。GHG排出量を2050年までに世界全体で半減、先進国全体で80%削減を目指すために、イノベーション（技術革新）、アプリケーション（技術展開）、パートナーシップ（国際的連携）の三本柱をもって、技術で世界に貢献する外交を推進するとしている。技術の要は「環境エネルギー技術革新計画」（平成25年9月13日、総合科学技術会議決定）<sup>15</sup>に整理されており、短中期的（2030年頃まで）には既存技術の普及によって、中長期的（2030年頃以降）には今後開発する、より革新的な技術開発を普及させることによって、2050年にGHG排出量を半減させる目標の達成を目指している。

環境エネルギー技術革新計画では、「革新的技術」として37の技術を特定し、2050年における世界のGHG削減効果、技術の汎用性、世界全体での市場規模等を評価している（図表7）。技術の種類はエネルギーのサプライチェーンをほぼすべて網羅しており、技術の適応先も途上国のみならず新興国や先進国でも活用可能なものがリストアップされている。

これらの革新的技術の2050年の世界のGHG半減に対する寄与度も推計されている（図表8）。寄与度はベースラインシナリオにおける2050年の推計GHG排出量（約76 GtCO<sub>2</sub>eq）<sup>16</sup>から半減目標（約19 GtCO<sub>2</sub>eq）に至るまでの削減量（約57 GtCO<sub>2</sub>eq）に対する各技術の寄与度である。エネルギー効率が世界最高水準にある日本の高効率火力発電技術が活用可能な火力発電分野の寄与度は9%に及ぶ。また、日本の複数の自動車メーカーはハイブリッド自動車や燃料電池自動車などを世界に先駆けて市場投入しているが、これらの技術が活用できる運輸分野は7%とされている。さらに、本格的な普及は2030年以降と想定されるが、日本が開発実証段階で最先端にいる水素製造・輸送・貯蔵技術などを利用するエネルギー変換・貯蔵・輸送分野は7%と試算されている。日本には多くの技術分野で有力な事業者が存在していることから、国際的連携の環境整備が進めば、官民一体となって世界の緩和策を牽引していくことができると思われる。

<sup>14</sup> 外務省報道発表「[「攻めの地球温暖化外交戦略」の策定](#)」（2013年11月15日）

<sup>15</sup> 内閣府ウェブサイト「[環境エネルギー技術革新計画](#)」

<sup>16</sup> 公益財団法人 地球環境産業技術研究機構「RITE世界および日本のCO<sub>2</sub>・温室効果ガス排出見通し2014について」平成26年11月18日。

図表7 革新的環境エネルギー技術評価

## 技術報告の評価軸

世界の温室効果ガス削減効果(2050年)	◎: 10億トン以上、○: 3億~10億トン、△: 3億トン未満
技術の汎用性	全世界で通用する技術、主に途上国で有効な技術、主に先進国で有効な技術等
世界全体での市場規模	◎: 3兆円以上、○: 3,000億~3兆円、△: 3,000億円未満

大分類	中分類	小分類	世界の温室効果ガス削減効果(2050年)	技術の汎用性	世界全体での市場規模	
生産・供給	火力発電	1. 高効率石炭火力発電	◎	全世界	◎	
		2. 高効率天然ガス発電	◎※1	全世界	◎	
	再生可能エネルギー利用	3. 風力発電	◎	適切な風況を有する国	◎	
		4. 太陽エネルギー利用(太陽光)	◎	全世界	◎	
		5. 太陽エネルギー利用(太陽熱)	◎	全世界	◎	
		6. 海洋エネルギー(波力、潮力、海流)	○	海岸線を有する国	○	
		7. 地熱発電	○	火山帯を有する国	◎	
		8. バイオマス利活用	◎	全世界	◎	
	原子力	9. 原子力発電	◎	全世界	◎	
	二酸化炭素回収・利用・貯留(CCS)	10. 二酸化炭素回収・貯留(CCS)	◎	全世界	◎	
		11. 人工光合成	※2	全世界	※2	
消費・需要	運輸	12. 次世代自動車(HV、PHV、EV、クリーンディーゼル等)	◎	全世界	◎	
		13. 次世代自動車(燃料電池自動車)	○	全世界	◎	
		14. 航空機・船舶・鉄道(航空機)	○※3	全世界	◎	
		15. 航空機・船舶・鉄道(船舶)	○※3	全世界	◎	
		16. 航空機・船舶・鉄道(鉄道)	△	全世界	◎	
		17. 高度道路交通システム	※2	全世界	※2	
		デバイス	18. 革新的デバイス(情報機器、照明、ディスプレイ)	◎※4	全世界	◎
	19. 革新的デバイス(パワエレ)		※2	全世界	△	
	20. 革新的デバイス(テレワーク)		※2	主に先進国	△	
	エネルギー利用技術	材料	21. 革新的構造材料	◎※5	全世界	◎
			22. エネルギーマネージメントシステム	◎	全世界	◎
		23. 省エネ住宅・ビル	◎※6	全世界	◎	
		24. 高効率エネルギー産業利用	○※7	全世界	◎	
		25. 高効率ヒートポンプ	○※8	全世界	◎	
	生産プロセス	26. 環境調和型製鉄プロセス	※2	全世界	※2	
		27. 革新的製造プロセス	◎※9	全世界	◎※9	
	流通・供給	エネルギー変換・貯蔵・輸送	28. 水素製造・輸送・貯蔵(製造)	※10	主に先進国	△
29. 水素製造・輸送・貯蔵(輸送・貯蔵)			※10	主に先進国	△	
30. 燃料電池			○	全世界	○	
31. 高性能電力貯蔵			※10	全世界	○	
32. 蓄熱・断熱等技術			△※11	全世界	○	
33. 超電導送電			△	全世界	○	
その他技術		34. 植生による固定	◎	全世界	◎	
		35. その他(メタン等)温室効果ガス削減技術	△	全世界	◎	
		36. 温暖化適応技術	※2	主に途上国	◎	
		37. 地球観測・気候変動予測	※2	全世界	※2	

※1; 石炭からガスへの転換、効率化が算定の対象となっている。

※2; 算定のための前提条件の設定が困難であることから、評価を行っていない。

※3; バイオ燃料による削減効果が、8(バイオマス利活用)の一部と重複する部分がある。

※4; 2.2(エネルギーマネージメントシステム)の削減効果と重複する部分がある。

※5; 航空機・船舶・鉄道技術の削減効果の一部と重複している。

※6; 2(高効率天然ガス発電)、5(太陽エネルギー利用(太陽熱))、2.2(エネルギーマネージメントシステム)の削減効果と重複する部分がある。

※7; 2(高効率天然ガス発電)、2.2(エネルギーマネージメントシステム)の削減効果と重複する部分がある。

※8; 高効率冷暖房設備のみの評価。

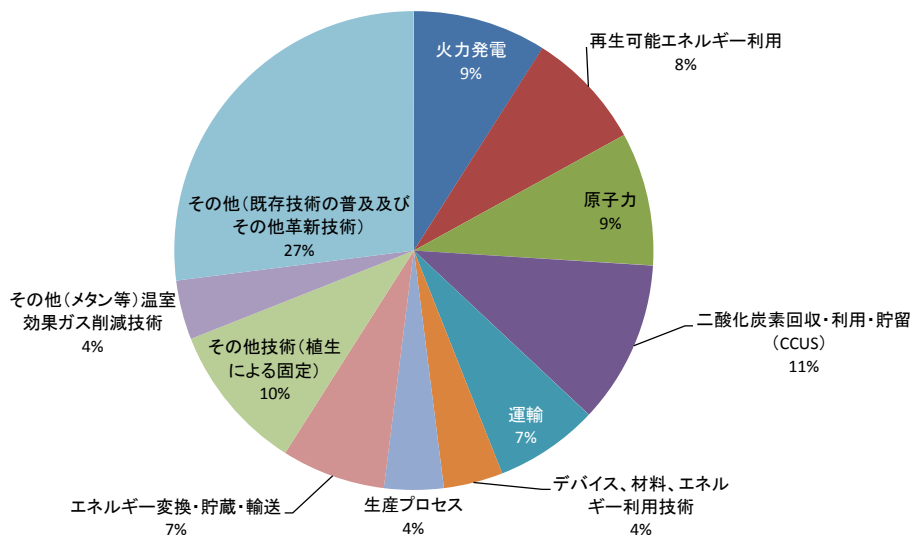
※9; セメント・化学分野を対象にした評価。

※10; 単独で効果をもたらすものではないため評価を行っていない。

※11; ビル断熱効果のみの評価。

(出所) 内閣府「環境エネルギー技術革新計画」(2013年9月13日)を基に大和総研作成

図表8 2050年世界の温室効果ガス半減に至る環境エネルギー技術別の寄与度



寄与度は公益財団法人地球環境産業技術研究機構 (RITE) の試算による。  
 (出所) 内閣府「環境エネルギー技術革新計画」(2013年9月13日)を基に大和総研作成

## 8. まとめ

現在、各国が取り組んでいる地球温暖化対策に追加的な緩和策を加えないと想定した場合、世界全体の GHG 排出量は燃料燃焼等起源の CO<sub>2</sub> の増加によって、今後も大きく増加していくことが予測されている。2°C目標の達成に向けて重要なのは、今後、更に排出量の増加が見込まれる途上国における緩和策である。削減コストが安く削減ポテンシャルの大きな途上国で先進国が有する優れた低炭素技術等を実施することが効果的と考えられる。国際環境協力を促進するには、先進国政府と事業者インセンティブを付与するスキームの構築が重要な課題の一つだが、日本は FVA の議論の傍らで、JCM の運用に戦略的に取り組み始めている。JCM を活用した省エネや再生可能エネルギー分野における実績作りは FVA の議論に好影響を与えられるため、今後の進捗が期待される。国が革新的技術を核にした環境エネルギー関連市場のビジョンを描くことは、事業者の中長期的な投資環境を整備する上でも重要と考えられる。日本の官民一体となった取組みは始まったばかりだが、世界の緩和策を牽引し、世界全体の CO<sub>2</sub> 排出量の削減につながることに期待する。