

低炭素時代の我が国産業の国際競争力維持  
に関する調査研究報告書

平成 21 年 3 月

財団法人 国際経済交流財団  
委託先 富士通 株式会社



この事業は、競輪の補助金を受けて  
実施したものです。  
<http://ringring-keirin.jp>





## 当該事業結果の要約

2007年2月、国際連合の気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第4次報告書は、1906年から2005年の100年の間に、地球の平均温度が0.74℃上昇していると指摘し、人間活動により温暖化が起こっているとほぼ断定している。対策をとらなければ、20世紀末比で今世紀末には最大6.4℃上昇すると警告している(IPCC 2007)。それを受け、2013年以降の温室効果ガス削減に関する国際枠組みであるポスト京都議定書に関する議論も活発化しつつある。2007年1月には、EUは独自に、2020年に向けて、温室効果ガスを1990年比で少なくとも20%の削減をすると宣言している。2007年5月には、日本国政府も2007年6月にドイツで開催されたG8に向けて、安倍元首相が「美しい星50」戦略を提案している。その中で安倍元総理は、ポスト京都枠組みに関連して、2050年までに全世界で50%の削減を達成する、米国、中国、インドなど主要排出国全てが参加する枠組み作りを目指すことを提案している。しかし、その具体的な中身は提示されておらず、京都議定書の約束期間の終了した後、つまり2013年以降の具体的な世界の枠組みの制度設計は五里霧中と行ってよい。

本研究では、まず、一部の国・地域に対してのみ温室効果ガス削減義務を課す枠組み(いわゆる京都タイプ)に関して評価を行う。次期枠組みとして、本研究は京都議定書とは異なり全ての国が参加する枠組みとして世界排出量取引制度を取り上げる。各国へのクレジットの配分方法で、気候変動枠組条約(United Nations Framework Convention on Climate Change)の第3条1項の「共通だが差異のある責任(Common but Differentiated Responsibilities (CBDR))」の原則を実現する。配分方法としては、一人当たり、GDP当たり、一人当たり累積排出量、一人当たりとGDP当たりのハイブリッド、が各国において同じくなる方式を用いた。配分方法の違いによって、各国・地域がクレジット売買によって得る(もしくは、支払う)収入は異なる。しかし、クレジット配分の違いによる影響は比較的軽微であった。

ただし、以下の点に関して注意が必要である。本研究で用いた一般均衡モデルでは、低炭素技術への移行は、経済成長の源流である技術進歩及び投入財のエネルギー強度の高いものから低いものへのシフト(つまり、石炭からガスへの燃料転換や省エネ機器の導入等)によって再現されている。非常に重要な点は、本研究で用いたシミュレーションでは、こういった低炭素技術は、各国へ自由に移転するものと仮定しており、企業が化石燃料に依存した生産構造からクリーンエネルギー主導の生産体制へ移行することを決めた場合には、ノウハウを含み全ての技術移転が何ら妨げなく行われると仮定していることである。

しかし、現実には技術移転には多くの障害がある。技術移転の障害を特定し、そのための適切な対応なしには、費用負担が単に増大し、生産量を低下することによって温室効果ガスを下げることになりかねない

また、本研究では国際枠組みに注目しているが、各国国内での削減枠組みでは削減が効

率的に行われることを前提としている。つまり、最も安い削減策から実行されると仮定している。しかし、実際には各国異なる国内政策を導入することは十分に考えられる。どの国内政策を導入するかによって、地球規模で見た経済影響、温室効果ガス削減効果は大きく異なる可能性がある。仮に排出権売却で得た収入をエネルギー補助金などに使用した場合には大きく温室効果ガス削減の効率性を低減させる可能性がある。

## 目次

### 当該事業結果の要約

1. 序 .....	1
2. ポスト京都枠組み.....	2
2.1. 共通だが差異のある責任 .....	2
2.2. 途上国を取り巻く環境の変化.....	3
2.3. 世界排出量取引制度.....	4
3. 動学一般均衡モデル.....	4
4. シミュレーション.....	10
4.1. 京都議定書の限界 .....	11
4.2. 世界排出量取引.....	17
4.2.1. 一人当たり配分.....	18
4.2.2. 排出権配分方法間比較.....	23
4.3. 国際排出量取引の有効性 .....	26
5. 技術の役割 .....	27
6. 結論 .....	27

### 参考文献

### 別添資料

## 1. 序

2007年2月、国際連合の気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第4次報告書は、1906年から2005年の100年の間に、地球の平均温度が0.74℃上昇していると指摘し、人間活動により温暖化が起こっているとほぼ断定している。対策をとらなければ、20世紀末比で今世紀末には最大6.4℃上昇すると警告している(IPCC 2007)。それを受け、2013年以降の温室効果ガス削減に関する国際枠組みであるポスト京都議定書に関する議論も活発化しつつある。2007年1月には、EUは独自に、2020年に向けて、温室効果ガスを1990年比で少なくとも20%の削減をすると宣言している。2007年5月には、日本国政府も2007年6月にドイツで開催されたG8に向けて、安倍元首相が「美しい星50」戦略を提案している。その中で安倍元総理は、ポスト京都枠組みに関連して、2050年までに全世界で50%の削減を達成する、米国、中国、インドなど主要排出国全てが参加する枠組み作りを目指すことを提案している。しかし、その具体的な中身は提示されておらず、京都議定書の約束期間の終了した後、つまり2013年以降の具体的な世界の枠組みの制度設計は五里霧中と行ってよい。

2007年にインドネシアのバリ島で開催されたCOP13(気候変動枠組条約第13回締約国会議)においては、2009年を目処に2013年以降の枠組み(いわゆるポスト京都枠組み)の合意を目指すこととなっており、北海道洞爺湖サミットにおいてもこのバリ行動計画を支持することとなった。現在の京都議定書のように、先進国には削減目標を課し、途上国には自主的削減を促す枠組みでは、環境面では単に急速な経済成長による排出量の増加が見込まれる途上国の削減が自主的なものに留まるのみならず、炭素リーケージが生じ、その削減効率性を大きく損なう。また、経済側面では、削減目標を持つ先進国にのみ過度なコスト負担を強いる危険性がある。

以上の問題意識より、本研究ではまず、京都議定書タイプの枠組みの問題点を明らかにするとともに、昨今話題になっている次期枠組みとしての世界排出量取引制度の温室効果ガス削減枠組みとしての有効性を評価する。

## 2. ポスト京都枠組み

### 2.1. 共通だが差異のある責任

2008年12月1日～12日の日程で、ポーランドのポズナン（Poznan）で気候変動枠組条約第14回締約国会議（COP14）が開催された。前回、バリで開催されたCOP13では、京都議定書以降の枠組みを2009年を目処にまとめること等を示したバリ行動計画が採択されるなど、メディア等で大きく取り上げられた。それに対して今回のCOP14は、COP13とバリ行動計画最終年に開催されるCOP15の間の会議、新米大統領選就任前、金融危機等により、メディアの注目度は低かった。また、会議自体に関しても、中長期目標の設定など重要テーマの大半が先送りされた（「エネルギーと環境」、2008年12月18日）との指摘があるなど、バリ行動計画の進捗確認といった意味合いが強かった。

COP15へ向けてもっとも重要な議題の一つである京都議定書（2008～2012年）以降の枠組みであるポスト京都枠組みに関しては、本会議では大きな議論の進展はなかったが、サイドイベント等では活発な提案活動がなされた。

今回のCOP14で明確に共有された考え方は、気候変動枠組条約（United Nations Framework Convention on Climate Change）の第3条1項の「共通だが差異のある責任（Common but Differentiated Responsibilities (CBDR))」の原則をどのように解釈するかが今後の枠組み作りにおいて重要な論点となる点である。京都議定書では、先進国に対して削減目標を課し、途上国は自主的削減とすることにより、この原則を実現した。しかし、多くの研究者が指摘しているとおり、京都議定書のように急速に温室効果ガス排出量が増加し、さらに削減費用の低い削減可能な途上国での削減なしでは、気候安定化に十分な削減は不可能である。また、京都議定書では、削減の義務のある先進国から義務のない途上国への生産拠点の移転等による炭素リーケージが発生する。

京都議定書においては、先進国に対して数値目標、途上国に対して自主目標を設定することによってこの原則を実現していたが、すでに指摘したように、既に先進国の排出量を凌駕し今後の排出量伸びの多くは途上国で発生することを考慮すると、途上国での削減なしに、気候安定化に十分な削減は不可能である。京都議定書においては、途上国での削減を目的にクリーン開発メカニズム（Clean Development Mechanism）を認めているが、CDMのようなプロジェクト単位でのアプローチでは、認証作業など手続きに費用がかかり、効率的な削減は難しい（Aldy and Stavins, 2008<sup>1</sup>）。

「共通だが差異のある責任」の原則を維持しつつ各国が参加できる次期枠組みの検討が求められている。

---

<sup>1</sup> Aldy, Joseph E. And Robert N. Stavins (2008), “Lessons for the International Policy Community”, Architectures for Agreement.

## 2.2. 途上国を取り巻く環境の変化

「共通だが差異のある責任」の原則の実現には、数多くの提案がなされている。例えば、2008年12月8日COP14のサイドイベントでは中国社会科学院の研究者が「炭素バジェット提案 (Carbon Budget Proposal)」を提案した。この提案は、世界排出量取引を導入し世界排出量を2050年までに50% (2005年比) 削減することを目標としている。スターン・レビューで有名なLSE (London School of Economics and Political Science) のスターン教授 (Nicholas Stern) は最近の論文で、世界排出量取引制度を、1) 排出量の管理が可能となる、2) 削減コストが低下する、3) 途上国に対して低炭素開発のための資金フローを生み出すことが出来る、としその有効性を認めている。今回のCOP14では、先進国側が主張する2050年までに全世界排出量半減の長期目標に関しては、途上国側は最後まで反対の姿勢を崩さなかった (「エネルギーと環境」、2008年12月18日) が、研究者レベルではあるが、2050年までに半減を前提としたポスト京都枠組みの提案が中国サイドから提案されたのは、大きな変化と言えよう。この背景は、次のように考えられる。IPCCの第4次評価報告書では、先進国に対して気候安定化を実現するための削減目標が定量的に示されているが、途上国に対しては定性的な記述 (例えば、現状維持 (BAU: Business-as-usual) からの大幅な削減) に留まっている。オランダ環境評価庁 (Netherlands Environmental Assessment Agency) の Michael den Elzen が、途上国の削減量を定量的 (例えば、BAU(Business-as-usual)から15-30% (450ppm CO<sub>2</sub>-eq) 削減) に示した論文を発表 (図表1) するなど、途上国の削減責任を明確にする動きが出始めている。事実、EUは、AWG-KP (Ad Hoc Working Group on Further Commitments for Annex I Parties under the Kyoto Protocol)において、途上国はBAUから15-30%の削減の必要性を説いた。また、オバマ新政権誕生により、米国から中国など途上国へも削減を求める可能性がある。今まで、削減を行うのは先進国の役割であることを前提とした議論が主であったがために、ポスト京都枠組みの提案の多くは先進国から行われていたが、今回の中国サイドからの提案は過剰な削減義務を負うことに対する牽制とも考えられる。



図表 1 明確になる途上国削減責任

シナリオカテゴリ	地域	2020年	2050年
450ppm	Annex	-25~-40%	-80~-95%
	Non-Annex	BAUからの大幅な削減	BAUからの大幅な削減
550ppm	Annex	-10~-30%	-40~-90%
	Non-Annex	南アメリカ、中東、東アジアでのBAUからの削減	ほぼ全ての国でのBAUからの削減
650ppm	Annex	0~-25%	-30~-80%
	Non-Annex	BAU	南アメリカ、中東、東アジアでのBAUからの削減

(出典) IPCC 4AR (2007)、(注)削減の基準年は、1990年

途上国は、2020年までにBAU (Business-as-usual)から、15~30%の削減を行う。(AWG-LCA WSでの、EUの発表。Den Elzen, Hohne (2008))

### 2.3. 世界排出量取引制度

京都議定書の問題点として、1) 米国、中国、インドなどの排出国が参加していない、2) 絶対量での排出量の管理ができないことを挙げることができる。この二つの問題点の解決策として、前述のスターン教授 (Sir. Nicholas Stern<sup>2</sup>) は、世界排出量取引制度の有効性として、以下の3点を挙げている。

- 温室効果ガスの排出の絶対量に規制をかけることにより気候変動によるリスクを管理できる (効果性 (Effectiveness))。
- 削減活動費用を低下する (効率性 (Efficiency))
- 低炭素活動のための途上国への資金フローが発生する (平等性 (Equity))

本研究では、特に世界排出量取引制度に注目をし、複数の排出権配分方法に関して、評価を行った。

### 3. 動学一般均衡モデル

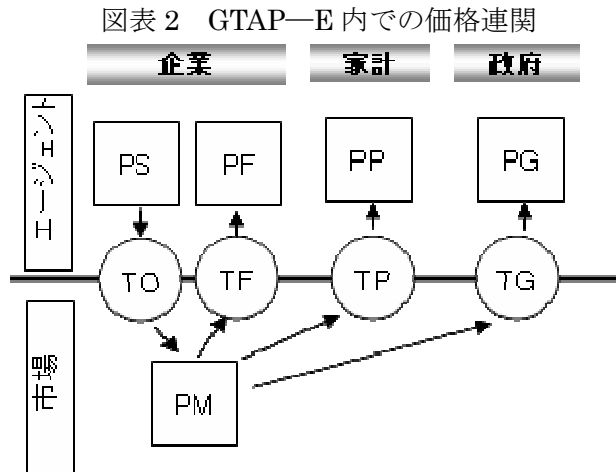
本研究では、温暖化関連研究において広く使われている一般均衡モデルである GTAP-E をベースに開発を行う。今回用いる一般均衡モデルの解説は、伴、濱崎、岡川 (2004)<sup>3</sup>に

<sup>2</sup> Stern, Nicholas (2008), "Key Elements of A Global Deal on Climate Change".

<sup>3</sup> 伴、濱崎、岡川 (2004)、「経済モデルによる分析」、「エネルギー使用合理化取引市場関連調査 (排出量取引市場効率化実証等調査)」(東京工業品取引所、平成 16 年 3 月) 第 5 章

詳しい。

簡単にではあるが、以下モデル内における排出クレジットの扱いに関して説明を行う。図表 2 は、GTAP-E モデル内での価格連関を示している。価格には、市場価格とエージェント価格があり、エージェント価格と市場価格は税によって結ばれる。



式で表すと以下のようなになる。

$$PS_{i,r} = PM_{i,r} \times TO_{i,r} \tag{1}$$

$$PF_{i,j,r} = PM_{i,j,r} \times TF_{i,j,r} \tag{2}$$

$$PP_{i,r} = PM_{i,r} \times TP_{i,r} \tag{3}$$

$$PG_{i,r} = PM_{i,r} \times TG_{i,r} \tag{4}$$

$PS_{i,r}$  : 地域  $r$  における財  $i$  の供給価格

$PF_{i,j,r}$  : 地域  $r$  における  $j$  産業が購入する財  $i$  の価格

$PP_{i,r}$  : 地域  $r$  における財  $i$  の家計購入価格

$PG_{i,r}$  : 地域  $r$  における財  $i$  の政府購入価格

$PM_{i,r}$  : 地域  $r$  における財  $i$  の市場価格

$TO_{i,r}$  : 地域  $r$  における生産財  $i$  への税力<sup>4</sup>

$TF_{i,j,r}$  : 地域  $r$  における  $j$  産業が購入する財  $i$  への税力

$TP_{i,r}$  : 地域  $r$  における財  $i$  の家計購入への税力

$TG_{i,r}$  : 地域  $r$  における財  $i$  の政府購入への税力

式 (1) ~ 式 (4) を変化で示すと以下のようになる。小文字は変化率を示している。

$$ps_{i,r} = pm_{i,r} + to_{i,r} \quad (5)$$

$$pf_{i,j,r} = pm_{i,j,r} + tf_{i,j,r} \quad (6)$$

$$pp_{i,r} = pm_{i,r} + tp_{i,r} \quad (7)$$

$$pg_{i,r} = pm_{i,r} + tg_{i,r} \quad (8)$$

GTAP-E 内では、企業、家計、政府が市場からエネルギーを購入する際に、排出クレジットを保有（つまりクレジット価格を負担）しなければならないとしている。負担する費用は、購入するエネルギーの炭素含有量に比例する。よって、モデル内では、以下の式のようにクレジット価格負担を盛り込む。

$$tf_{i,j,r} = CTAX \times A_{i,r} \quad (9)$$

$$tp_{i,r} = CTAX \times A_{i,r} \quad (10)$$

$$tg_{i,r} = CATX \times A_{i,r} \quad (11)$$

$CTAX$  : 排出クレジット価格 (US\$/トン・炭素)

$A_{i,r}$  : 地域  $r$  におけるエネルギー  $i$  の平均炭素含有量 (トン・炭素/US\$<sup>5</sup>)

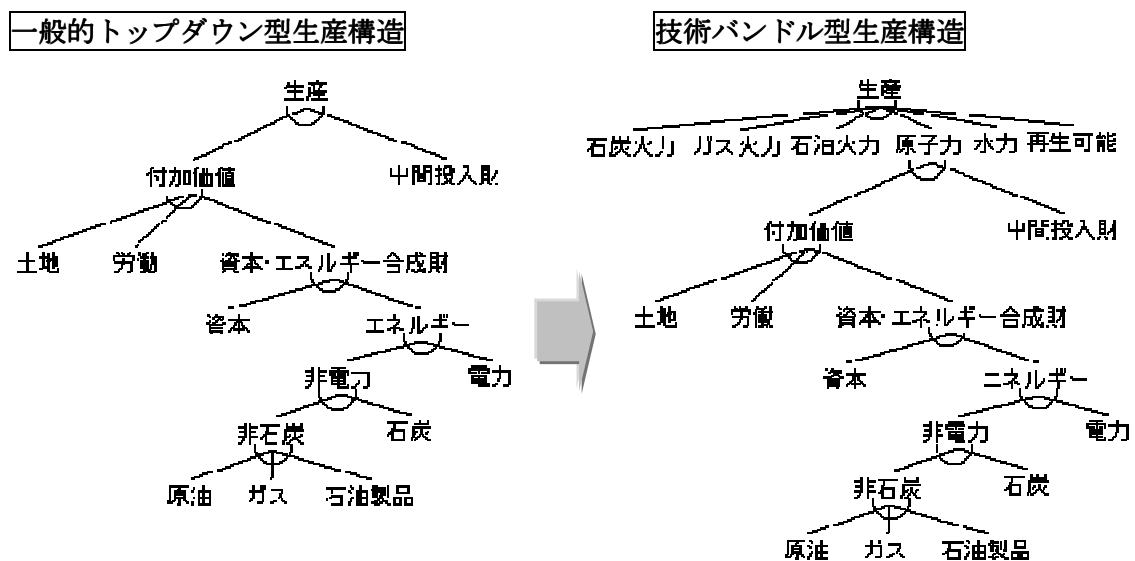
<sup>4</sup> 税力 (power of tax) は、税率に 1 を加えたものである。つまり、

<sup>5</sup> エネルギー市場価格 1US\$ 当たりに含まれる炭素含有量。物量ベースのエネルギーデー

ただし、二酸化炭素排出の対象となる購入エネルギーは、原油（OIL）、石油製品(P\_C)、ガス(GAS)、石炭(COL)であり、電力(ELY)は対象とならない。発電に起因する二酸化炭素排出による費用は発電部門(ELY)で費用負担を行う。ただし、GTAP-E内では、生産投入財の価格変化はそのまま生産財価格へ転嫁されるため、電力使用に関しては間接的ではあるが、費用負担が生じる。また、原油産業(OIL)での原油(OIL)購入、石油製品部門(P\_C)での石油製品(P\_C)、原油（OIL）の購入、ガス部門(GAS)でのガス(GAS)購入、石炭部門(COL)での石炭(COL)購入は、二酸化炭素排出量算出におけるダブルカウントを避けるために費用負担の対象外としている。

また、本研究では、発電部門においてボトムアップ要素を導入<sup>6</sup>し、電源種別毎のエネルギー効率の変更を可能なものとする（図表 3）。

図表 3 トップダウン型と技術バンドル型生産構造比較



本研究では、2001～2020年を対象にシミュレーションを実施する。しかし、最新の世界データベースはGTAPデータベース第6版であり、その基準年は2001年である。多くの研究においては、静学モデルを使用し、今後も2001年のバランスが維持されると仮定しシミュレーションを実施する。しかし、2020年と2001年では、その経済構造は大きく変化していると思われ、また中国、インドといった急速な経済成長を遂げている途上国の温室

タは、IEA「エネルギーバランス表」等を用いて価格データに変換されている。  
<sup>6</sup> 一般的には、これを技術バンドルアプローチ呼び、トップダウンモデルの利点である、経済マクロ評価を維持しつつ、ボトムアップの利点である詳細な技術の評価を可能とする。

効果ガス排出への影響を考慮することが出来ない。そこで本研究では、静学一般均衡モデルの動学化を行い、2020年までの世界の姿を推計した。2020年までの推計には、IMFのWorld Economic Outlook Database (April 2008)のGDP及びPopulationデータを利用する。2005年までは実績データ、2006年以降は予測値を用いる。

本研究では、GTAPデータベース6版<sup>7</sup>を用いて、図表4及び図表5に示す国・地域区分及び産業区分に基づき分析を行う。

図表4 国・地域区分

	説明
CHN	中国
IND	インド
JPN	日本
USA	米国
CAN	カナダ
EU15	EU15
RUS	ロシア
RoA1	その他附属書国
RoW	その他

<sup>7</sup> 2001年を基準としたデータベース

図表 5 産業分類

	説明
AGR	農業
COL	石炭
OIL	原油
GAS	ガス
P_C	石油製品
ELY	電力
I_S	鉄鋼
NFM	非鉄金属
MIN	鉱物製品
PPP	紙・パ・出版
CRP	化学・ゴム・プラスチック
MNF	その他製造業
TRP	運輸
SER	サービス

#### 4. シミュレーション

本シミュレーションでは、大きく分けて1) 京都タイプ（一部の国に対してのみ基準年からの削減率を設定する制度）、2) 世界排出量取引制度、の2種類のシミュレーションを実施する。世界排出量取引制度に関しては、i) 一人当たり排出量、ii) GDP 当たり排出量、iii) 一人当たり累積排出量、iv) GDP と一人当たりのハイブリッド<sup>8</sup>、の4種類の排出権配分方法を用いる。

次期枠組みにおいて、先進国及び途上国がどの程度の削減を行う必要があるのかは、現在の交渉において非常に重要である。IPCC の第4次評価報告書では、図表6に示すとおり附属書I国と非附属書I国に分類し必要な削減を示している。しかし、途上国に対する記述はすべて、BAU からの削減を示している。BAU の設定には、経済成長予測など多くの不透明な点が存在し、どの BAU を設定するかによって実際の削減率は大きく異なる。また、BAU からの十分な削減 (Substantial Deviation from the Base) に関しても、定量的な表現ではなく、実際にどの程度の削減活動が必要かに関しては不透明である。

図表6 2020年における各排出シナリオでの附属書I国・非附属書I国での削減

シナリオ・カテゴリー	地域	2020
A- 450 ppm CO <sub>2</sub> -eq	附属書国	-25~-40%
	非附属書国	南アメリカ、中東、東南アジア、中央計画アジア国の BAU からの十分な削減
B- 550 ppm CO <sub>2</sub> -eq	附属書国	-10~-30%
	非附属書国	南アメリカ、中東、東アジアでの BAU からの削減
C- 650 ppm CO <sub>2</sub> -eq	附属書国	0~-25%
	非附属書国	BAU

(注) 1990年比

(出典) IPCC 第4次評価報告書

本研究では、den Elzen and Hohne (2008)<sup>9</sup>の研究を参考に、450ppm 安定化シナリオを例にシミュレーションを実施した。ただし、目標とする温室効果ガス濃度、削減目標に関

<sup>8</sup> 各国地域への排出権配分方法として、全世界で許容される排出量を、半分は人口割合で、半分は GDP 割合で各国・地域に配分を行う。

<sup>9</sup> Den Elzen, Michel and Niklas Hohne (2008), “Reductions of Greenhouse Gas Emissions in Annex I and Non-Annex I Countries for Meeting Concentration Stabilisation Targets”, *Climatic Change* (2008) 91: 249-274

しては、国際的に合意されておらず、あくまでも本シミュレーションで仮定する 450ppm 及びそれに対応する den Elzen の削減目標は、一例にすぎないことに留意していただきたい。

図表 7 全世界排出量目標

CO2 濃度	全世界排出量目標
450ppm	+25
550ppm	+40
650ppm	+50

(注) 1990 年比

(出典) den Elzen and Hohne (2008)を基に一部加工

#### 4.1. 京都議定書の限界

国連気候変動枠組条約 (UNFCCC) 第 3 条 (Article) において、「共通だが差異のある責任 (Common but Differentiated Responsibilities)」の原則が採択され、各国の事情に応じた削減への取り組みの必要性が提示された。しかし、「共通だが差異のある責任」の原則に関しては、共有の定義は存在しない。現在の枠組みである京都議定書では、「共通だが差異のある責任」の原則を、先進国に対しては削減数値目標の設定、途上国に対しては、数値目標を設定しないことによって実現した (Aldy and Stavins (2008))。

ここでは、先進国には数値目標、途上国には自主的削減を促す京都議定書タイプの枠組みの有効性を、動学一般均衡モデルを用いて、経済、環境の両面より評価を行う。

2007 年に開催された気候変動枠組条約第 13 回締約国会議 (COP13) において、EU は先進国は 2020 年までに 1990 年比 25~40%削減する必要性を訴えたが、この考え方は京都議定書で採択されている「共通だが差異のある責任」の原則を踏襲するものである。ここでは、EU 提案でも最も厳しい 2020 年に 1990 年比 40%削減を先進国が達成し、削減活動は 2008 年から開始すると仮定した。削減を行う先進国は、日本、EU15、米国、カナダ、ロシアとする。ただし、先進国間の国際排出量取引、クリーン開発メカニズム (CDM(Clean Development Mechanism)) は行わないとする。各国国内での削減活動に関しては、経済効率的に行われると仮定する<sup>10</sup>。

図表 8 は、現状指示ケース (BAU シナリオ) と先進国が削減を行ったケースの全世界排出量の変化を示している。先進国が 2020 年に 1990 年比 40%排出量を削減することにより、排出量は BAU 比で 23.2%低下する。2008 年の世界経済フォーラム年次総会 (通称、ダボ

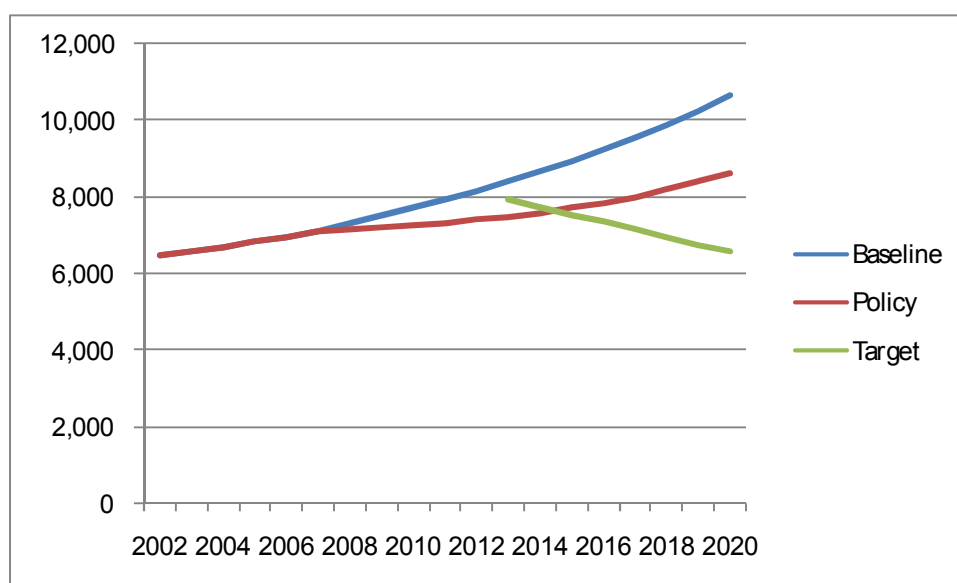
<sup>10</sup> 安い削減策から実施される。つまり、国・地域内での各経済主体の限界削減費用は同じくなる。しかし、国内での温室効果ガス削減策によって、温室効果ガス削減効果及び経済影響は大きく異なる。



ス会議)での福田前首相の講演の中で、10~20年の間に地球全体の温室効果ガス排出がピークアウトし、2050年には少なくとも半減しなければいけないことを主張した。確かに、23.2%の削減は大きな削減ではあるが、増加傾向を続けており、ピークアウトの達成には不十分であるといえる。また、気候安定化に十分な削減の達成は出来ていない。

図表 8 全世界排出量変化

(100 万トン・炭素)



(注1) 赤線 : BAU (Business-as-usual)シナリオ、青線 : 先進国削減シナリオ

(注2) Target は、den Elzen (2008)を基に作成した 450ppm 安定化シナリオ

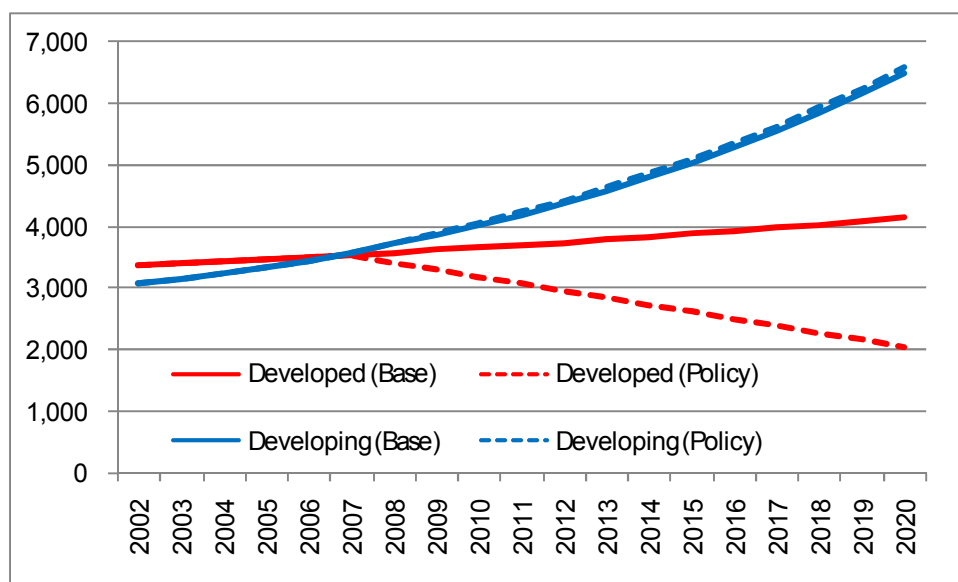
さらにより詳しく検討を行うために、全世界の排出量を先進国と途上国に分類する。まずは、BAU シナリオに注目する。先進国と途上国の BAU 排出量を比較すると、先進国の排出量は 2020 年には 22.4%増 (2002 年比) であるのに対して、途上国の排出量は 2020 年には 111.1%増 (2002 年比) と急速に増加している。また、2007 年には先進国の排出量を途上国が追い抜くことを考えると、途上国での削減なしには、全世界排出量のピークアウトは不可能である。先進国では、2020 年に 1990 年比 40%の削減を行うため 2020 年には 50.6%減 (BAU 比) と大幅な減少を達成する。しかし、途上国では、先進国が削減活動を行うことにより炭素リーケージ<sup>11</sup>が発生する (炭素リーケージ率<sup>12</sup>は、4.5%)。途上国に

<sup>11</sup> 炭素リーケージとは、京都議定書において削減目標を持つ国において温室効果ガスの削減活動を行った結果、削減目標を持たない国で排出量が増加することを指す。炭素リーケージが生じる原因としては次の二種類が考えられる。1) 削減目標を持つ国では、企業は省エネルギー対策など追加費用を負担する。その結果、エネルギー多消費型産業を中心に、削減目標の無い国へ生産がシフトする。2) 削減目標を持つ国において温室効果ガス削減活動を行うことにより、世界全体でのエネルギー需要の低下が化石燃料価格を低下させ、

削減義務が存在しないことと、炭素リーケージの発生により、全世界排出量のピークアウト達成が出来ない。

図表 9 先進国・途上国排出量変化

(100 万トン・炭素)



(注 1) 実線：BAU シナリオ、破線：先進国削減シナリオ

(注 2) 青線：途上国、赤線：先進国

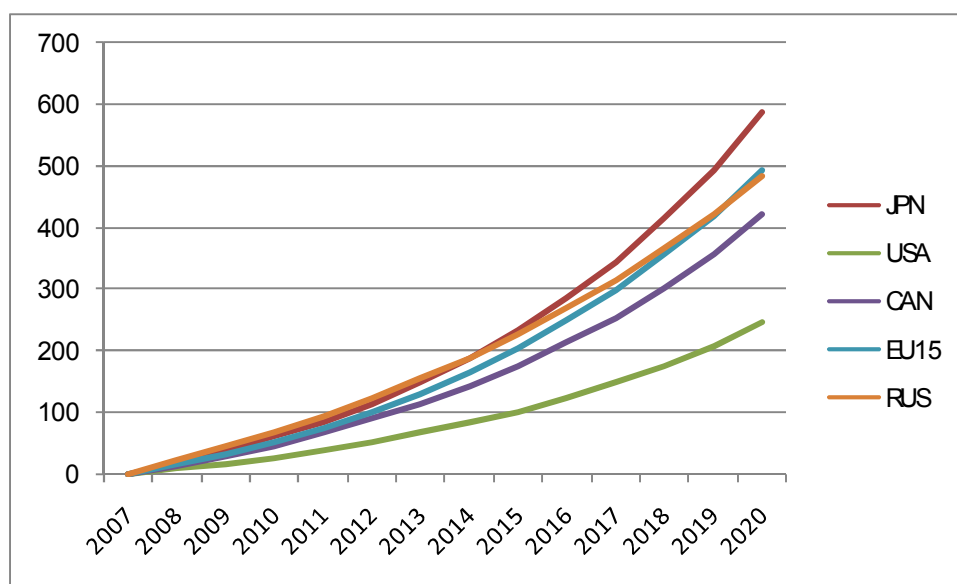
次に、経済の側面より、京都議定書タイプの枠組みの評価を行う。図表 10 は削減活動を行う各国・地域における温室効果ガス削減費用を示している。世界でも有数のエネルギー効率を誇る我が国での削減コストが非常に高い（2020 年時点で 587.0 ドル/トン・炭素）。最も低いのが米国で、2020 年時点の限界削減費用は 247.4 ドル/トン・炭素である。

削減目標を持たない国での省エネルギー対策の停滞、エネルギー多消費型経済構造への移行が生じる。

<sup>12</sup> 炭素リーケージ率は、削減目標を持つ国・地域で削減された量で、削減目標を持たない国・地域で増加した排出量を除したものである。ただし、本シミュレーションでは、エネルギー価格は一定としたため、先進国が削減活動を行うことによって生じるエネルギー価格の低下は考慮していない。よって、本シミュレーション結果は、炭素リーケージを過小評価している可能性がある。

図表 10 各国・地域の削減費用

(ドル/トン・炭素)

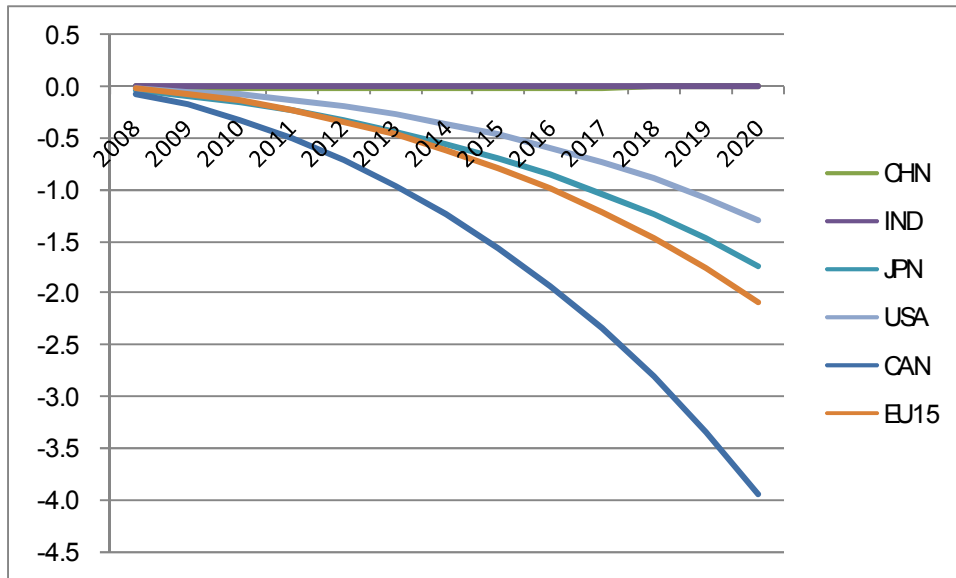


(注) JPN : 日本、USA : 米国、CAN : カナダ、EU15 : EU15、RUS : ロシア

図表 11 は、主要国・地域の GDP の変化を示している。削減義務のある、日本 (JPN)、米国 (USA)、EU (EU15) では、GDP が低下する。2020 年において、日本 (JPN)、米国 (USA)、EU (EU15) の GDP は、BAU からそれぞれ、1.7%、1.3%、2.1% 低下する。削減義務の無い中国、インドでは、GDP への影響はない。

図表 11 主要国・地域 GDP 変化

(%)



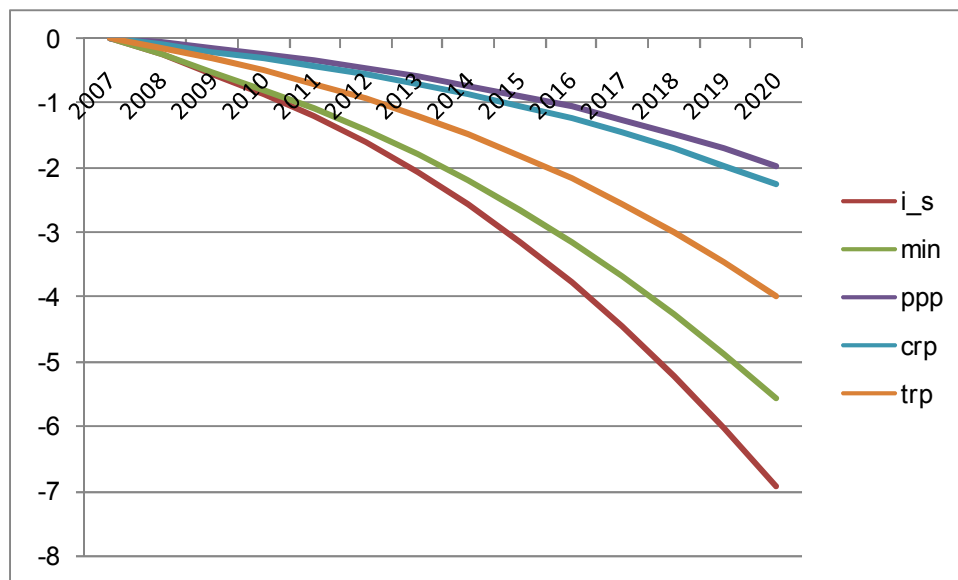
(注) BAU からの乖離を示す。

(注) JPN : 日本、USA : 米国、CAN : カナダ、EU15 : EU15

次に産業単位での影響に関して検討を加える。図表 12 は我が国の主要産業の生産量への影響を示している。特に鉄 (I\_S)、鉱物製品 (MIN) といったエネルギー多消費産業への影響が大きい。

図表 12 主要エネルギー多消費産業生産量変化

(%)



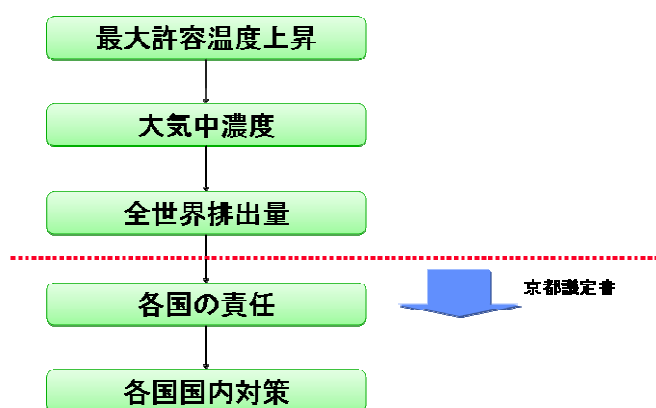
(注) I\_S (鉄鋼)、MIN (鋳物製品)、PPP (紙・パルプ・出版)、CRP (化学・ゴム・プラスチック)、TRP (運輸)

今まで見てきたように、そもそも先進国にのみ削減義務を課す京都議定書タイプ枠組みでは、気候安定化に十分な削減を全球で実現することは不可能であるばかりでなく、削減活動を行う国に対して大きな経済的負担（特に既に高度にエネルギー効率を高めた我が国の先行努力が逆に削減費用を増大させる枠組みとなっている）を課す結果となっている。

## 4.2. 世界排出量取引

図表 13 は、トップダウンでの温暖化対策枠組みの考え方を示している。まず、持続成長を達成する上で許容可能な温度上昇、そのために維持すべき大気中の温室効果ガス濃度、及び吸収源を考慮した全世界排出量の中長期シナリオ（例えば、2020、2050 年）を合意する。合意した排出量をベースに、「共通だが差異のある責任」の原則に則って、各国へ責任を配分するという考え方である。一方、京都議定書交渉においては、図表 13 に示すとおり、各国・地域のある基準年（1990 年）からの削減率から交渉を始めたがために、各国・地域による削減目標達成と気候安定化とは無関係な枠組みであるといえる。

図表 13 トップダウンでの温暖化対策枠組みの考え方

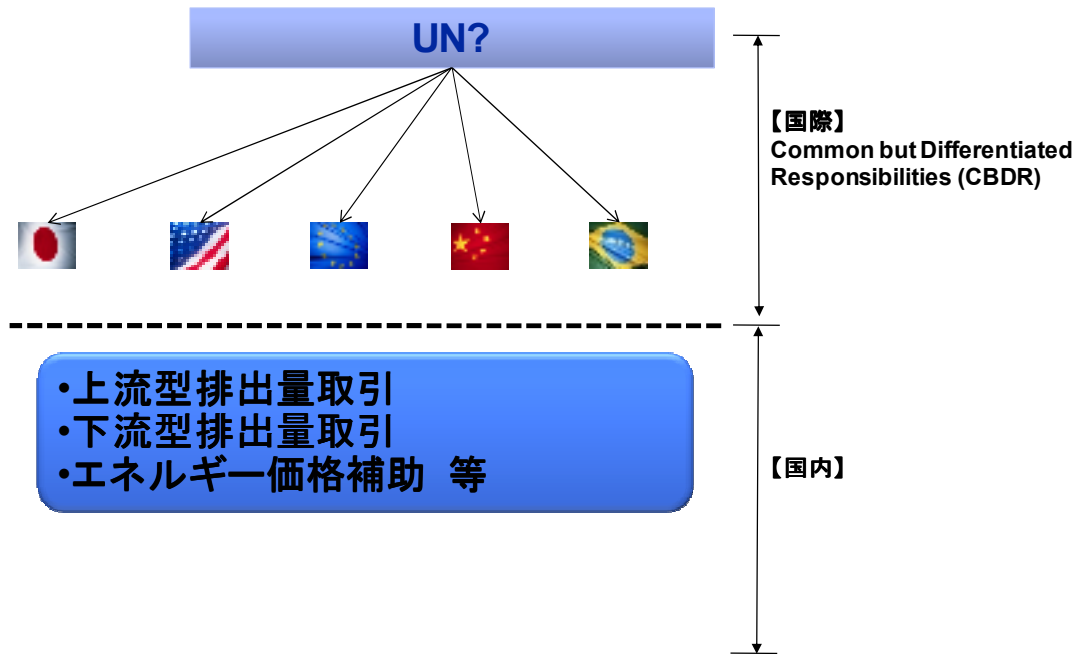


以上の問題意識より、ここでは京都議定書に代わる枠組みとして、世界排出量取引制度に関して評価を行う。世界排出量取引制度では、気候安定化を達成するために必要な“世界”排出量をコントロールすることが可能となる。本シミュレーションでは、一例として、den Elzen (2008)の 450ppm 安定化シナリオを一例として、450ppm シナリオを達成する<sup>13</sup>と仮定し、シミュレーションを実施した。

図表 14 は、本シミュレーションの考え方を示している。本シミュレーションでは、図表 14 の上半分、つまり国際排出量取引の各国への配分方法の違いに注目をする。排出権を配分した後は、上流型の排出量取引が導入されていることと仮定する。実際には、各国によって国内制度が異なるが、ここではその違いに関しては検討しない。

<sup>13</sup> 先ほども述べたが、このシナリオはあくまでも一例に過ぎず、国際的に合意を得られたものではないことに留意いただきたい。

図表 14 国際枠組み及び国内政策



#### 4.2.1. 一人当たり配分

一人当たり排出量で排出権の配分を行ったシミュレーション結果に関して検討を行う。ここでは、2013年に世界排出量取引制度が導入されるとし、全世界は2020年時点において、1990年比25%まで排出量を増加させることを許されると仮定した。各国・地域は2013年以降、毎年排出権の配分を受ける。各国・地域に配分される排出権は、各国の人口に比例して配分される。配分された排出権は国際取引が可能である。そのため、全世界共通の排出権価格が定まる。限界削減費用（Marginal Abatement Cost）の高い国は限界削減費用の低い国から排出権を購入する。そのため、全世界での排出量は、各国・地域に配分される排出権の総量と同じであるが、各国・地域に配分される排出権量と実際の各国・地域での排出量は異なる。

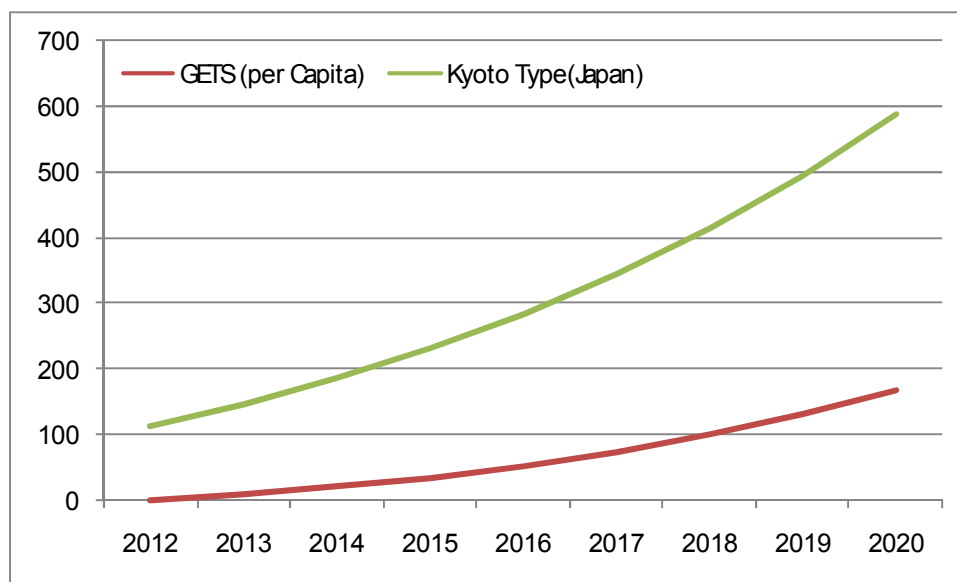
図表 15 は、世界排出量取引の排出権価格の変化を示している。2017年には73.8ドル/トン・炭素、2020年には168.2ドル/トン・炭素になる。この排出権価格は、各国：地域のエネルギー上流で負担し<sup>14</sup>、その収入は各国・地域の経済に一様（Lump-Sum）に還流する。すべてのエネルギー消費主体が、エネルギーの炭素含有量に応じて費用を負担する結果、企業は炭素強度の高い投入財（例えば、石炭など）から資本（省エネ機器や再生可能エネルギーの利用）、労働へとその生産構造をシフトさせる。一般家計部門においても、炭素強度の高い活動を控える（例えば、自家用車ではなく公共交通機関の利用）などの行動をと

<sup>14</sup> 欧州排出量取引制度とは異なり、カバレッジは100%である。よって、すべての主体において二酸化炭素削減のインセンティブが生じる。

ることとなる。

図表 15 排出権価格

(米ドル/トン・炭素)



(注) GETS (per Capita)が、世界排出量取引（一人当たり配分）の排出権価格、Kyoto Type (Japan)は、京都タイプの場合の日本の限界削減費用

GDP への影響であるが、国・地域によってその影響は異なる。この影響の違いは、経済のエネルギー効率及び貿易構造などによって異なる。エネルギー効率<sup>15</sup>の低い国はエネルギー効率の高い国以上に、排出権価格の影響を受ける。また、仮にエネルギー効率の低い国・地域が、エネルギー強度の高い財の輸出にその経済が大きく頼っている場合には、GDP への影響は拡大する。

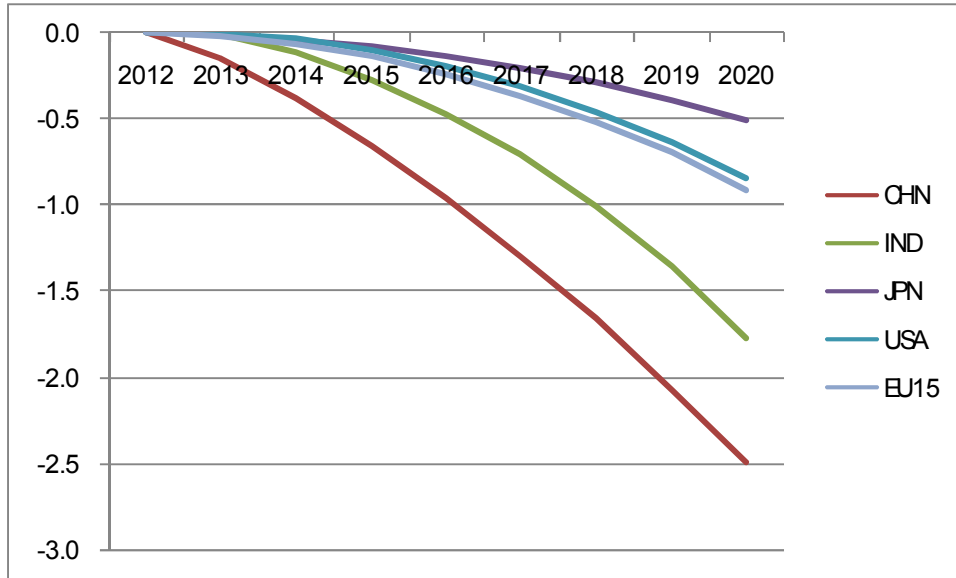
図表 16 は、主要国・地域の GDP への影響を示している。中国への影響が最も大きく、2020 年時点でベースラインから 2.5%低下する。インドが中国に続き、2020 年時点で 1.8%低下する。日本が最も GDP への影響は低く、2020 年時点で 0.5%の低下である。

<sup>15</sup> マクロでは一単位 GDP 生産に要するエネルギー量（もしくは、温室効果ガス排出量）、産業単位では財一単位生産に要するエネルギー量（例えば、鉄一単位生産に消費するエネルギー）



図表 16 主要国・地域 GDP 変化

(%)



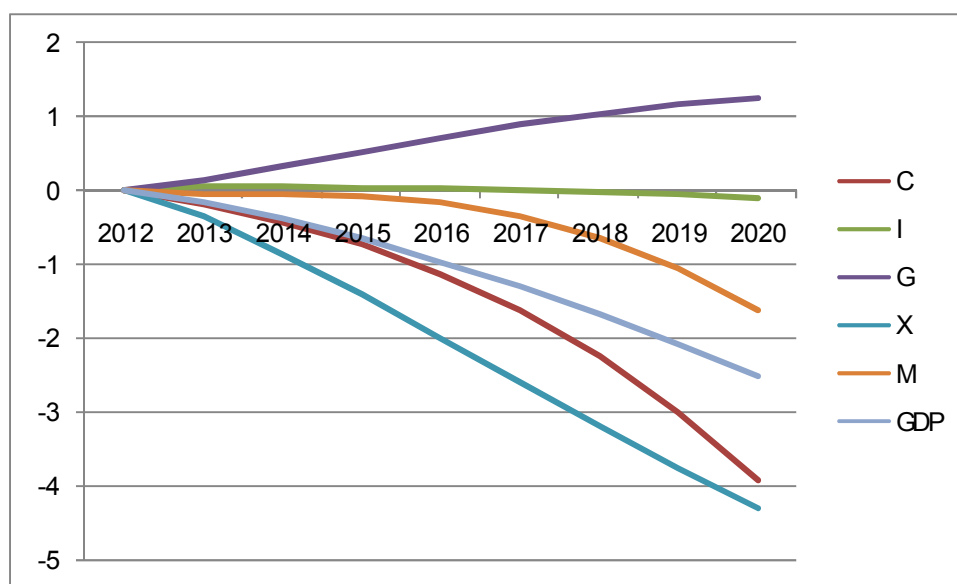
(注 1) ベースラインからのかい離

(注 2) JPN : 日本、USA : 米国、CHN : 中国、IND : インド、EU15 : EU15

中国の GDP の影響への影響に関してより詳細に検討を行う。図表 17 は、GDP を消費 (C)、投資 (I)、政府支出 (G)、輸出 (X)、輸入 (M) に分解したものである。大きく下がっているのは消費である。エネルギー効率の低い中国では、排出権価格によって消費者物価が上昇し、その結果実質消費が低下 (2020 年時点で 3.9%) している。また、輸出についても、エネルギー効率の低い中国産業は国際競争力が低下するとともに、全世界で消費が停滞する結果、2020 年時点で 4.3% 低下している。国内消費の落ち込み、輸出の落ち込みは輸入も減少させることとなり、1.6% (2020 年) 落ち込む。

図表 17 GDP 要因分解 (中国)

(%)



(注 1) C : 消費、I : 投資、G : 政府支出、X : 輸出、M : 輸入

(注 2) ベースラインからのかい離

図表 18 GDP 一単位あたりの温室効果ガス排出量

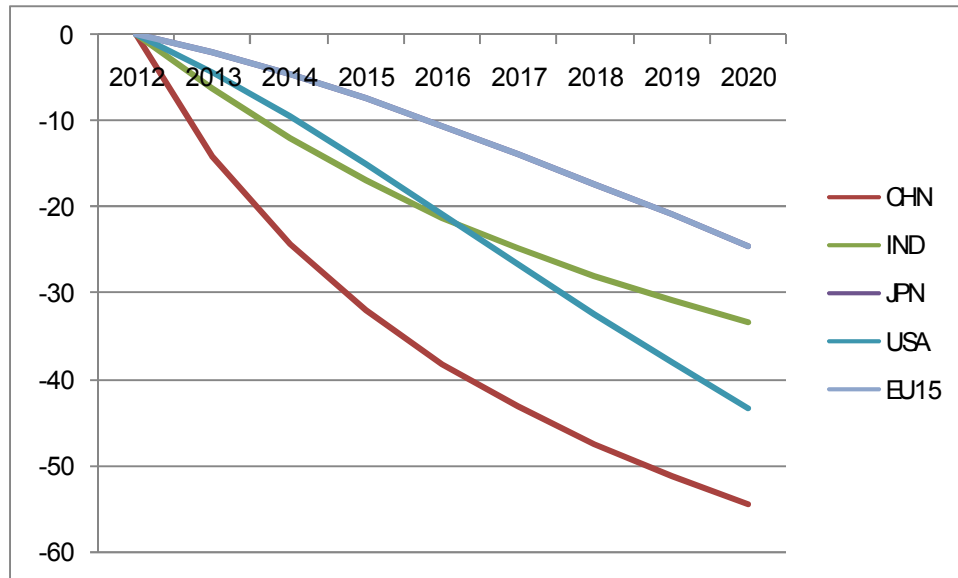
(炭素換算トン/2000年価格 100万米ドル)

中国	734
インド	497
日本	68
米国	145
カナダ	180
EU15	104
ロシア	1,208

図表 19 は、主要国・地域の排出量変化を示している。限界削減費用の低い国で削減が最も行われ、特に、中国での削減が進む。

図表 19 主要国・地域排出量変化

(%)



(注 1) ベースラインからのかい離

(注 2) JPN : 日本、USA : 米国、CAN : カナダ、EU15 : EU15

(注 3) 日本と EU はほぼ同じ削減率である

図表 20 は、排出権売買によるお金の流れを示している。主要国ではインド、中国のみが、排出権売却によって収入を得ている。インドは全世界に占める人口が 16.8% (2005 年) であるのに対して、排出量はわずか 6.0% (2005 年) である。全世界の排出量は、2020 年に 1990 年比 25% 増加することが許されているが、これは BAU 比で 2020 年時点において 38.4% の削減が必要であることを意味する。つまり、各国・地域に配分される排出権量の総量も、全世界排出量の BAU 比で 38.4% 少ない排出権量が配分されることを意味する。この状況においても、インドには BAU 排出量以上の排出権が配分される (図表 21)。排出権の大量保有と低コスト削減ポテンシャルにより、排出権の売却が可能となる。

中国に関しては、インドと異なり、全世界に占める割合が、人口は 20.4% (2005 年)、排出量は 19.0% (2005 年) であり、排出量と人口の世界シェアは非常に近い。すでに述べたとおり、全世界で BAU 比 38.4% の大幅な削減を行う必要があり、中国には BAU 排出量と比較すると非常に少ない排出権しか供給されない。その結果、中国では非常に安い削減が可能であるとはいえ、インドと比較すると排出権売買による収入は少ない。しかし、BAU シナリオでは中国は高い経済成長を維持すると仮定しており、BAU のシナリオ設定によってこの結果は大きく変わることは留意する必要がある。

図表 20 主要国の排出量取引売買累積額（2020 年）

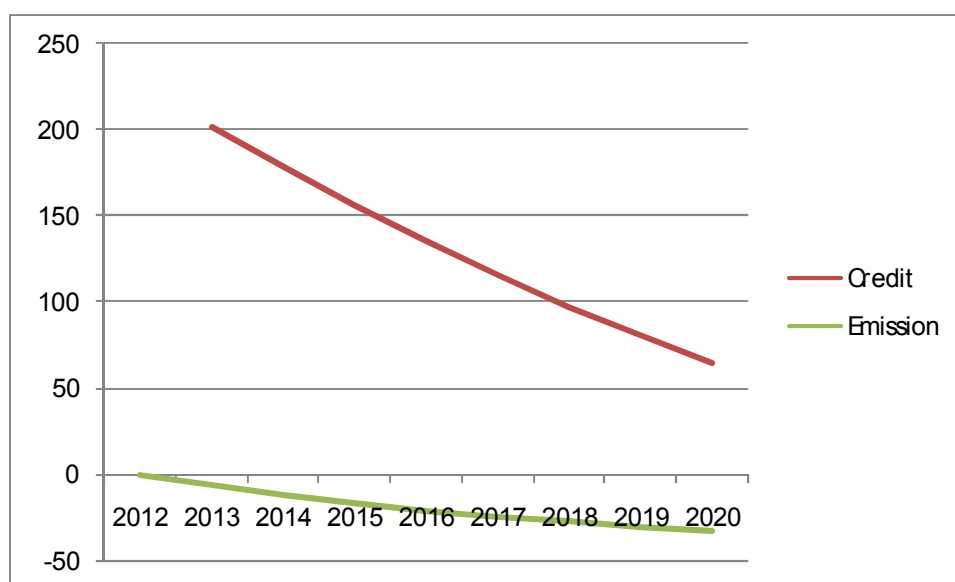
(100 万ドル)

中国	40,548
インド	112,117
日本	-16,228
米国	-125,378
カナダ	-13,417
EU15	-58,121
その他(含むアフリカ)	183,268

(注) 2013～2020 年の累積

図表 21 温室効果ガス排出量及び排出権量（インド）

(%)



(注 1) Credit : 排出権、Emission : 実際の排出量

(注 2) BAU での排出量比。排出権はプラスであるため、BAU よりも多くのクレジットが配布されている。つまり、ホットエアが存在することを示している。

#### 4.2.2. 排出権配分方法間比較

ここでは、世界排出量取引制度の配分方法の違いによる影響を評価する。図表 22 は、GDP への影響を示している。先進国と比較すると途上国の影響が大きいのが特徴である。特に中国に関しては、途上国の中でも影響が大きい。排出権の配分方法による影響が大きな国はインドであり、一人当たりでは-1.2%、GDP 当たりでは-2.4%、一人当たり累積では-0.2%、

ハイブリッドでは-1.9%である。これは、排出権配分方法によるインドのクレジット売買による収入に違いがあるためである。一人当たり累積の場合が最も排出権売却収入が大きく204,713 百万ドルである。GDP 当たりでの配分では逆に購入する必要があり、44,858 百万ドルの支出となる。GDP への影響はこの排出権売買による資金の移動による影響が大きい。先進国に関しても排出権配分方法によって GDP は多少異なるが、インドほど大きなものではない。日本に関しては、ほぼ変化がなく、米国も排出権配分が一人当たり及び一人当たり累積で他の配分方式よりわずかに 0.1%悪化するにすぎない。

図表 22 GDP 変化 (2020 年)

(%)

	一人当たり	GDP 当たり	一人当たり累積	ハイブリッド
中国	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5
インド	-1.2	-2.4	-0.2	-1.9
日本	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
米国	-0.9	-0.8	-0.9	-0.8
カナダ	-1.7	-1.4	-1.9	-1.5
EU15	-0.9	-0.6	-1.1	-0.8
その他 (含むアフリカ)	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5

図表 23 は排出権売買による収入を示している。排出権配分方法により、排出権売買による資金移転は大きく異なる。まずは、一人当たり配分の場合であるが、途上国は排出権の販売者で先進国が購入者となる。ここで注目すべきは中国であるが、排出権の売却収入はインドと比較すると小さい。図表 24 は、主要国の世界に占める GDP、人口、CO2 排出量のシェアを示しているが、中国はすでに人口は世界全体の 20.4%を占めるが、排出量に関しても 2005 年に 19.0%で 2020 年には 22.2%を占めると予想されている。本研究では 450ppm での安定化を目指すことを仮定しており、全世界の排出量は、2020 年に 1990 年比 25%増加することが許されているが、これは BAU 比で 2020 年時点において 38.4%減が必要である。

次に GDP 当たり配分であるが、これは GDP 当たりのエネルギー効率の高い国に対して排出権が多く配分されることとなる。一人当たりとは異なり、先進国に多くのクレジットが与えられることになる。日本、米国、カナダ、EU では排出権売却による収入を得る結果となった。日本を例にとると、日本の全世界に占める GDP は 13.7% (2005 年) であるのに対して、排出量は 4.7% (2005 年) に過ぎない。全世界の排出量を BAU から大幅に低減

する必要があるとしても、日本に大量の余剰排出権が存在することとなる。一人当たり累積は、過去の排出に対しても責任を持つという、今まで途上国が主張してきた考えを反映している。すでに先進国は大量に排出を行ってきたため、現在経済成長途上にある途上国に多くの排出権が配布されることとなる。これは、一人当たり配分以上に途上国に排出権が供給されることを示している。よって、中国、インド、その他が得る排出権売却収入は他の配分方法と比較して非常に大きなものとなる。

ハイブリッドは、一人当たりと GDP 当たりの両方で排出権を配分するものであるため、排出権収入もまた、一人当たりと GDP 当たりの間の金額となる。

図表 23 排出権資金移転 (2020 年)

(100 万ドル)

	一人当たり	GDP 当たり	一人当たり累積	ハイブリッド
中国	40,548	-119,674	250,222	-41,056
インド	112,117	-44,858	204,713	32,559
日本	-16,228	107,540	-47,324	46,791
米国	-125,378	147,349	-365,483	13,458
カナダ	-13,417	4,982	-24,984	-4,051
EU15	-58,121	130,233	-222,540	37,805
その他 (含むア フリカ)	183,268	-88,658	380,313	44,788

(注) 2013~2020 年の累積金額

図表 24 主要国の世界に占める GDP、人口、CO2 排出量のシェア

	実質 GDP (2005)		人口 (2005)		CO2 排出量					
					2005		2020		2030	
	2000 年 十億ドル	%	百万人	%	炭素 百万トン	%	炭素 百万トン	%	炭素 百万トン	%
日本	4,993	13.7%	128	2.0%	341	4.7%	315	3.1%	297	2.5%
米国	11,046	30.4%	296	4.6%	1,599	22.0%	-	-	-	-
EU15	8,678	23.9%	387	6.0%	902	12.4%	-	-	-	-
中国	1,890	5.2%	1,305	20.4%	1,386	19.0%	2,225	22.2%	2,647	22.6%
インド	655	1.8%	1,080	16.8%	325	4.5%	601	6.0%	843	7.2%
世界	36,347		6,410		7,280		10,002		11,734	

#### 4.3. 国際排出量取引の有効性

次に、国際排出量取引を活発化することによりどのような影響が生じるのかを評価する。例として、各国・地域への排出権配分を一人当たりで行った場合を例に、国際排出量取引を実施した場合と実施しない場合のケースの比較を行う。国際排出量取引を行わないケースでは、3種類の国内政策のケースを考慮した。国内政策1では、上流型排出量取引を、国内政策2ではサービス業、農業を除くすべての産業で削減活動を行う、国内政策3ではサービス業、農業、発電を除くすべての産業で削減活動を行うものとした。まずは、国際排出量取引ありとなし（国内政策1）を比較すると、2020年時点で、GDPはそれぞれBAUから0.5%、1.7%低下する。このことから、国際排出量取引を行うことにより我が国への経済影響は軽減されることがわかる。国際排出量取引なしの場合の国内政策2及び3は、一般家庭を含めてすべての経済主体が削減活動を行うとは限らず、一部の産業でのみ削減が行われるケースを示している。この結果、削減活動が一部の産業に偏る国内政策2、3の場合は、2020年時点でそれぞれGDPが2.4%、6.1%と大幅にBAUから低下する。このシミュレーションはごく一例に過ぎないが、国内政策によって、大きく経済への影響が異なる

ことを示唆している。

図表 25 GDP 変化（日本）

(%)

	国際排出量取引あり	国際排出量取引なし		
		国内政策 1	国内政策 2	国内政策 3
日本	-0.5	-1.7	-2.4	-6.1

(注) BAU 比

## 5. 技術の役割

本研究で用いた一般均衡モデルでは、低炭素技術への移行は、経済成長の源流である技術進歩及び投入財のエネルギー強度の高いものから低いものへのシフト（つまり、石炭からガスへの燃料転換や省エネ機器の導入等）によって再現されている。本シミュレーションにおいて非常に重要な点は、こういった低炭素技術は、各国へ自由に移転するものと仮定しており、企業が化石燃料に依存した生産構造からクリーンエネルギー主導の生産体制へ移行することを決めた場合には、ノウハウを含み全ての技術移転が何ら妨げなく行われると仮定している点にある。

しかし、現実には技術移転には多くの障害がある。技術移転の障害を特定し、そのための適切な対応なしには、単に費用負担が増大し、生産量を低下することによって温室効果ガスを下げることになりかねない。

## 6. 結論

本研究では、京都議定書タイプの国際枠組みの評価を行うと共に、次期枠組みとして特に世界排出量取引制度を取り上げた。

まずは京都議定書タイプの枠組みの評価を行った。このシミュレーションでは、先進国が 2020 年に 1990 年比 40% 排出量を削減すると仮定した。2008 年の世界経済フォーラム年次総会（通称、ダボス会議）での福田前首相の講演の中で、10~20 年の間に地球全体の温室効果ガス排出がピークアウトし、2050 年には少なくとも半減しなければいけないことを主張した。しかし、本シミュレーションでは増加傾向を続けており、ピークアウトの実現には不十分であるといえる。

世界排出量取引であるが、LSE のスターン教授が指摘するように、全世界排出量を絶対量で管理できることに有効性がある。本研究では、den Elzen(2008)の研究をベースに気候安定化のための排出量の上限を決め、全世界許容排出量を 4 種類の配分方法 (i) 一人当たり排出量、ii) GDP 当たり排出量、iii) 一人当たり累積排出量、iv) GDP と一人当たりのハイ



ブリッド)で行った場合の評価を行った。排出権配分方法によって、排出量取引に伴う移転所得は大きく異なるが、本シミュレーション結果ではその影響はあまり大きくなかった。

ただし、本シミュレーションで注意すべき点として、削減を行う際の技術の取り扱いがある。本研究で用いた一般均衡モデルでは、低炭素技術への移行は、経済成長の源流である技術進歩及び投入財のエネルギー強度の高いものから低いものへシフト（つまり、石炭からガスへの燃料転換や省エネ機器の導入等）によって再現されている。非常に重要なものは、こういった低炭素技術は、各国へ自由に移転し、また企業が化石燃料に依存した生産構造からクリーンエネルギー主導の生産体制へ移行することを決めた場合には、ノウハウを含み全ての技術移転が何ら妨げなく行われると仮定している点である。しかし、実際には技術移転には多くの障害がある。技術移転の障害を特定し、そのための適切な対応なしには、費用負担が単に増大し、生産量を低下することによって温室効果ガスを下げることになりかねない。

## 参考文献

- Aldy, Joseph E. And Robert N. Stavins (2008), “Lessons for the International Policy Community”, *Architectures for Agreement*.
- Den Elzen, Michel and Niklas Hohne (2008), “Reductions of Greenhouse Gas Emissions in Annex I and Non-Annex I Countries for Meeting Concentration Stabilisation Targets”, *Climatic Change* (2008) 91: 249-274
- IPCC (2007), *Fourth Assessment Report*
- Stern, Nicholas (2008), “Key Elements of A Global Deal on Climate Change”.
- 伴、濱崎、岡川 (2004)、「経済モデルによる分析」、「エネルギー使用合理化取引市場関連調査 (排出量取引市場効率化実証等調査)」(東京工業品取引所、平成 16 年 3 月) 第 5 章

## 添付資料

### ● 京都議定書の限界

ここでは、4.1の京都議定書の限界の結果を示す。先進国（日本、EU15、カナダ、米国、ロシア）が2020年に1990年比40%の削減を行うことを前提としたシミュレーション結果である。

図表 A1 全世界排出量変化

(100万トン・炭素)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Baseline	8,374	8,635	8,916	9,216	9,538	9,883	10,251	10,644
Policy	7,335	7,388	7,470	7,578	7,709	7,865	8,045	8,250
Target	7,931	7,735	7,538	7,342	7,146	6,949	6,753	6,556

(注) Baseline : BAU (Business-as-usual)シナリオ、Policy : 先進国が1990年比40%削減を行ったケース、Target : den Elzen (2008) の450ppm安定化シナリオ

図表 A2 先進国・途上国排出量変化

(100万トン・炭素)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
先進国 (Base)	3,786	3,831	3,878	3,927	3,978	4,032	4,087	4,145
先進国 (Policy)	2,853	2,738	2,623	2,508	2,393	2,277	2,162	2,047
途上国 (Base)	4,587	4,804	5,038	5,289	5,560	5,851	6,164	6,499
途上国 (Policy)	4,636	4,858	5,097	5,355	5,632	5,930	6,250	6,594

(注) Base : BAU (Business-as-usual)シナリオ、Policy : 先進国が1990年比40%削減を行ったケース

図表 A3 各国・地域の削減費用

(ドル/トン・炭素)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
日本	149	188	233	285	344	414	494	587
米国	67	84	103	124	148	177	209	247
カナダ	115	143	176	213	255	303	359	423
EU15	131	165	204	248	298	355	419	492
ロシア	154	188	226	267	313	364	420	482

図表 A4 主要エネルギー多消費産業生産量変化

(%)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
鉄鋼	-2.1	-2.6	-3.1	-3.8	-4.5	-5.2	-6.0	-6.9
鋳物製品	-1.8	-2.2	-2.6	-3.1	-3.7	-4.2	-4.9	-5.6
紙・パ・出版	-0.6	-0.7	-0.9	-1.1	-1.3	-1.5	-1.7	-2.0
化学・ゴム・プラスチック	-0.7	-0.9	-1.1	-1.3	-1.5	-1.7	-2.0	-2.3
運輸業	-1.2	-1.5	-1.8	-2.2	-2.6	-3.0	-3.5	-4.0

- 世界排出量取引（一人当たり配分）

世界排出量取引を導入する場合のシミュレーション結果を示す。

図表 A5 排出権価格

(米ドル/トン・炭素)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
世界排出量取引	9	20	34	52	74	100	131	168
京都タイプ	149	188	233	285	344	414	494	587

(注) 世界排出量取引：一人当たり配分の場合の排出権価格、京都タイプ：京都タイプの  
場合の日本の限界削減費用。

図表 A6 主要国・地域 GDP 変化

(%)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
中国	-0.2	-0.4	-0.7	-1.0	-1.3	-1.7	-2.1	-2.5
インド	0.0	-0.1	-0.3	-0.5	-0.7	-1.0	-1.4	-1.8
日本	0.0	0.0	-0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.4	-0.5
米国	0.0	0.0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.5	-0.6	-0.8
カナダ	-0.1	-0.2	-0.3	-0.4	-0.6	-0.9	-1.2	-1.6
EU15	0.0	-0.1	-0.1	-0.2	-0.4	-0.5	-0.7	-0.9

(注) ベースラインからの乖離

図表 A7 GDP 要因分解（中国）

(%)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
消費	-0.1	-0.2	-0.3	-0.4	-0.6	-0.8	-1.0	-1.3
投資	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.1
政府	0.0	-0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.4	-0.5	-0.6
輸出	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3
輸入	-0.2	-0.4	-0.7	-1.0	-1.4	-1.8	-2.3	-2.7
GDP	0.0	0.0	-0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.4	-0.5

(注) ベースラインからの乖離

図表 A8 主要国・地域排出量変化

(%)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
中国	-14.1	-24.4	-32.1	-38.1	-43.1	-47.4	-51.1	-54.4
インド	-6.2	-12.0	-17.0	-21.2	-24.8	-27.9	-30.7	-33.3
日本	-2.1	-4.6	-7.5	-10.6	-13.9	-17.4	-20.9	-24.6
米国	-4.3	-9.4	-15.0	-20.8	-26.7	-32.4	-38.0	-43.4
カナダ	-2.8	-6.3	-10.3	-14.7	-19.3	-24.0	-28.9	-33.9
EU15	-2.0	-4.6	-7.5	-10.7	-13.9	-17.4	-21.0	-24.6

(注) ベースラインからの乖離

図表 A9 温室効果ガス排出量及び排出権量 (インド)

(%)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
排出権	202.0	178.6	156.5	135.7	116.2	98.0	81.0	65.2
排出量	-6.2	-12.0	-17.0	-21.2	-24.8	-27.9	-30.7	-33.3

(注) BAU 排出量比