

平成 28 年度二国間クレジット取得等インフラ整備調査事業
(JCM関係国における削減努力・効果の透明化に関する調査)

報告書

2017 年 3 月
(一財) 日本エネルギー経済研究所

はじめに

2015年11月末～12月にかけてフランスのパリで行われたCOP21では、全ての国が参加する新たな国際枠組みであるパリ協定が採択された。現在までに、途上国を含む約190か国から約束草案が提出されている。

途上国の多くはBAU（通常通り）と比較して、「一定量」の排出量削減を行うことを約束しているが、BAUラインが不透明であり、2030年が到来した時、一定量の削減が行われたか否かの判断は、BAUの「仮定」に左右される。BAUの仮定には幅があり、削減努力が不透明となれば、途上国の約束は温暖化対策につながらないため、BAUラインの不透明幅を狭くし、削減努力のうち発電、産業セクターを中心に透明化を図り、それを支援していく必要がある。

このような削減努力を実現するのに、日本は、二国間クレジット制度（JCM）プロジェクトを通じて、環境技術・製品・インフラを普及することにより貢献することができる。これを進めるため、「長期地球温暖化対策プラットフォーム」の下に「海外展開戦略タスクフォース」を設置し、我が国の有する技術等を活かして、世界全体での排出削減に貢献するための方策を議論し、論点の整理を行っている。また、JCM案件の大型化のため、JCM制度の改善の可能性も、併せて検討していく必要がある。

以上を踏まえ、本調査は、JCM関係国主要10か国における積み上げ削減ポテンシャルの調査（透明化）を行うとともに、各国の1仮想JCMプロジェクト（発電など大型、かつ同国で代表的なもの）につき、NDC（Nationally Determined Contribution：各国が定める貢献）に沿った削減効果とJCMクレジット量を算出し明示化することを目的に調査を行った。

本調査が、途上国における地球温暖化対策の推進や削減努力への支援、我が国の有する技術等を活かした世界全体での排出削減への貢献に資すれば幸甚である。

2017年3月

（一財）日本エネルギー経済研究所

目次

第1章	JCM 関係国主要 10 か国における積み上げ削減ポテンシャルの調査（透明化）	4
1.1.	概要	4
1.1.1.	削減ポテンシャル計算結果の概要	4
1.1.2.	各国の目標と BAU の分析	15
1.2.	部門別排出削減ポテンシャル	20
1.2.1.	発電部門	20
1.2.2.	産業部門	28
1.2.3.	その他セクター	35
1.2.4.	運輸部門	42
1.2.5.	CCS	50
1.3.	BAU の幅の透明化	52
第2章	仮想プロジェクトの予想排出削減量の試算/方法論の共通化	55
2.1.	仮想プロジェクトの想定技術	55
2.2.	試算の前提及び情報源	57
2.3.	試算結果	58
2.4.	各国間での方法論の共通化	68

第1章 JCM関係国主要10か国における積み上げ削減ポテンシャル の調査（透明化）

1.1. 概要

1.1.1. 削減ポテンシャル計算結果の概要

1.1.1.1. JCM関係国を含む主要10か国における削減ポテンシャルの調査

JCM関係国を含む主要10か国の調査対象部門について、削減ポテンシャルを積み上げ、BAUケースと政策ケースを比較して、目標への寄与を検討した（各調査対象部門の詳細については1.2参照）。時点については、INDCとの比較のため2030年と、CCSを念頭に2050年での削減ポテンシャルを検討した。

- ・ 調査対象国
 - アフリカ（エチオピア、ケニア）
 - 中東（イラン、サウジアラビア）
 - 中南米（チリ、メキシコ）
 - アジア（バングラデシュ、インド、インドネシア、ベトナム）
- ・ 調査対象部門
 - 発電部門（火力、再エネ（地熱、太陽光、風力および水力））
 - 産業部門
 - 運輸部門
 - 民生部門
 - CCS

なお、バングラデシュ、エチオピアおよびケニアの運輸部門および2050年の発電部門は、データの制約のため算定していない。

（削減ポテンシャルの計算方法）

次が削減ポテンシャルの計算方法である（詳細は1.2参照）。

表 1.1-1 削減ポテンシャルの計算方法

削減ポテンシャルの計算方法	
発電部門(火力)	BAT技術への置換えによる効率改善からCO2排出削減量を推計
発電部門(再エネ)	エネ研アウトLOOKを参考に削減ポテンシャルを計算 2014年から2030年にかけての発電量増加に2014年の排出係数をかけて計算
産業部門	BAUケースは、現状の原単位から改善しないと想定 努力ケースは、経済成長とともに改善した原単位を想定
運輸部門	道路部門のみを対象 燃費対策の実施による1台当たりエネルギー消費の減少から試算 経済成長に伴い普及台数は増加(1台当たりのエネルギー消費減少を考慮)
民生部門	BAUケースは、1人当たりCO2排出量が経済成長とともに増加 努力ケースは、1人当たりCO2排出量が現状維持
CCS	2030年以降に運転開始する火力発電所全てにCCS設備が導入されると仮定して、それら発電所からの排出量をCCSによる削減量とした その排出量の累積がCCS貯留ポテンシャル(Global CCS Institute, 2016, <i>Global Storage Portfolio</i> の推定資源量による)を超える場合、その上限をCCSによる削減量とした

基本的な考え方は、原単位の改善に、将来の2030年、2050年時点の活動量を掛けて削減ポテンシャルを計算するという方法による。

CCSについては、2030年以降に運転開始する火力発電所にCCSが導入されると仮定して、そこからの排出量がCCSに貯留されることを前提としている。ただし、CCSの貯留ポテンシャルが今まであまり考慮されてこなかったことから、グローバルCCSインスティテュートが出している推定資源量との比較でCCSのポテンシャルをここでは求めている。つまり、火力発電所から出るCO₂よりも貯留ポテンシャルが小さい場合には、貯留ポテンシャルを上限として記載している。ただし、貯留ポテンシャルは調査途上であり、これから調査が進むとその貯留ポテンシャルも増えていく可能性がある。

(各国のINDC目標)

次は、各国のINDC目標である。

表 1.1-2 各国の INDC 目標

	タイプ	削減水準(%)	参照点	目標年	対象セクター・ガス
バングラデシュ	BAU比排出量目標	5(12MtCO ₂ e、条件なし) 15(36MtCO ₂ e、条件つき)	BAU (234MtCO ₂ e)	2030年	電力、運輸、産業
チリ	基準年比対GDP原単位目標	30(条件なし) 35~45(条件つき)	2007年	2030年	CO ₂ 、CH ₄ 、N ₂ O、HFC、PFC 森林等を除く
エチオピア	BAU比排出量目標	64(255MtCO ₂ e)	BAU (400MtCO ₂ e)	2030年	CO ₂ 、CH ₄ 、N ₂ O 農業、森林、運輸、電力、 産業および建築物
インド	基準年比対GDP原単位目標	33~35	2005年	2030年	
インドネシア	BAU比排出量目標	29(条件なし) 41(条件つき)	BAU (2,869MtCO ₂ e)	2030年	CO ₂ 、CH ₄ 、N ₂ O 森林等を含む
イラン	BAU比排出量目標	4(条件なし) 12(条件つき)	BAU	2030年	
ケニア	BAU比排出量目標	30(条件つき)	BAU (143MtCO ₂ e)	2030年	CO ₂ 、CH ₄ 、N ₂ O 森林等を含む
メキシコ	BAU比排出量目標	22(条件なし) 36(条件つき)	BAU (1,111MtCO ₂ e)	2030年	
サウジアラビア	BAU比排出量目標	130MtCO ₂ e	BAU	2030年	
ベトナム	BAU比排出量目標 (基準年比対GDP原単位目標)	8(条件なし)、25(条件つき) (20(条件なし)、30(条件つき))	BAU (787.4MtCO ₂ e) (2010年)	2030年	工業プロセスを除く

今回は 10 カ国を調査対象国として取り上げたが、各国それぞれで目標のタイプが異なり、BAU 目標が 8 カ国、基準年比の原単位目標が 2 カ国ある。削減水準についても、パーセントで記載している国や、絶対量での削減量を記載している国もある。対象セクター・ガスも、それぞれの国で異なっている。

(各国の BAU から目標への削減量)

目標に向けた BAU からの削減量を、絶対量で比較したのが次の表である。

表 1.1-3 各国の BAU から目標への削減量

単位: MtCO₂e

	排出量実績		2030年BAU	2030年目標 条件なし	2030年目標 条件付き	BAUからの 削減量	備考
	年	年					
バングラデシュ	30	2005	234	222	198	12 ~ 36	
	64	2011					
チリ	110	2013	142	128	100	14 ~ 42	2030年BAUはエネ研レファレンスケース
エチオピア	150	2010	400	145		255	
インド	1,593	2005	8,762	5,869	5,694	2,893 ~ 3,068	2030年BAUは2005年の原単位で固定したもの
	2,199	2010					
インドネシア	1,455	2012	2,869	2,037	1,693	832 ~ 1,176	
イラン	491	2000	987	948	869	39 ~ 118	2030年BAUはエネ研レファレンスケース
ケニア	48	2013	143	100		43	
メキシコ	665	2013	1,111	867	711	244 ~ 400	
サウジアラビア	526	2010				130	
ベトナム	247	2010	787	724	591	63 ~ 197	
合計						4,526 ~ 5,465	

排出量実績は、国連に出されたデータで INDC の対象になっているセクターの排出量を記載している。2030年 BAU は、基本的に INDC に書かれている BAU を記載している。一部、BAU が書かれていない国は、エネ研アウトルックのデータ等を使って計算している。2030年目標は、条件なし目標および条件つき目標の削減水準パーセントに応じて計算をした。2030年 BAU から目標値を引いて出したものが、BAU からの削減量になる。

ここから見て取れるところは、BAU からの目標への削減量が、10 カ国で 45 億～55 億トンあるということである。これに対して日本は技術で貢献でき、日本の排出量の 3 倍から 4 倍のチャンスがある。さらに、BAU からの削減量の中の幅は、条件なしの目標と条件つきの目標との差であり、資金援助の部分であるが、ここに対しても資金を通じた日本の貢献があり得、その規模は 9 億トンである。

(2014 年のエネルギー起源 CO₂ 排出量)

次は現状のエネルギー起源 CO₂ 排出量である。

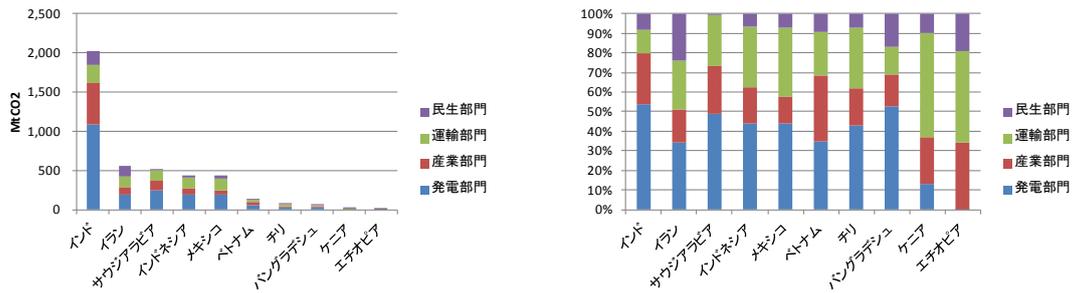


図 1.1-1 2014 年のエネルギー起源 CO2 排出量

出所) IEA, CO2 Emissions from Fuel Combustion

左側の排出量の絶対量を見ると、インドが調査対象国として取り上げた国の中では排出量が大きいこと、右側の内訳をみると、発電部門が大きく、また、ケニア、エチオピアといった国では運輸部門が大きいことに特徴がある

1.1.1.2. 2030 年の削減ポテンシャル

ここからは、削減ポテンシャルの結果を示す。

(国別部門別削減ポテンシャルと削減目標)

最初に、国ごとの削減ポテンシャルを示す。

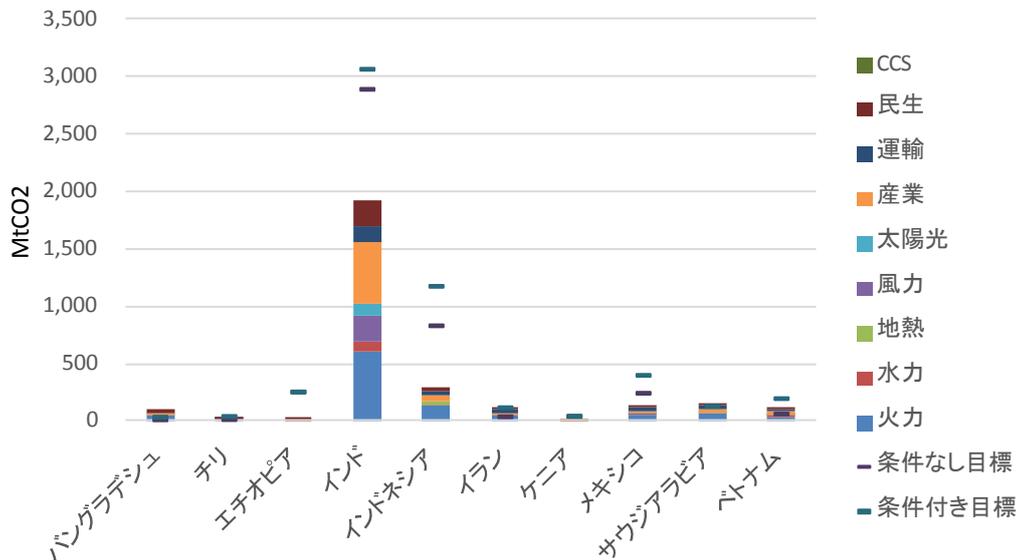


図 1.1-2 国別部門別削減ポテンシャルと削減目標

削減ポテンシャルは 10 か国の総計で 28.57 億トンで、削減ポテンシャルでも日本の排出

量の 2 倍程度ある。国ごとの削減ポテンシャルは、インドが大きく、インドネシアが続いている。この大きなインドのポテンシャルの内訳を見てみると、風力、太陽光などの再生可能エネルギーも 1 億～2 億トンという数字でポテンシャルが示されている。

前に計算した削減目標と削減ポテンシャルとの関係については、削減目標量が削減ポテンシャルに対して多い国や、逆に削減目標量が緩い国が見られる。これについては、一方で各国の目標の立て方が関係していると思われるが、もう一方で、インドネシアなど、森林セクターが削減ポテンシャルの計算で抜けてしまっていることも考慮しなければならない。

(国別部門別削減ポテンシャル)

次の図は、各国における各部門の割合を示したものである。

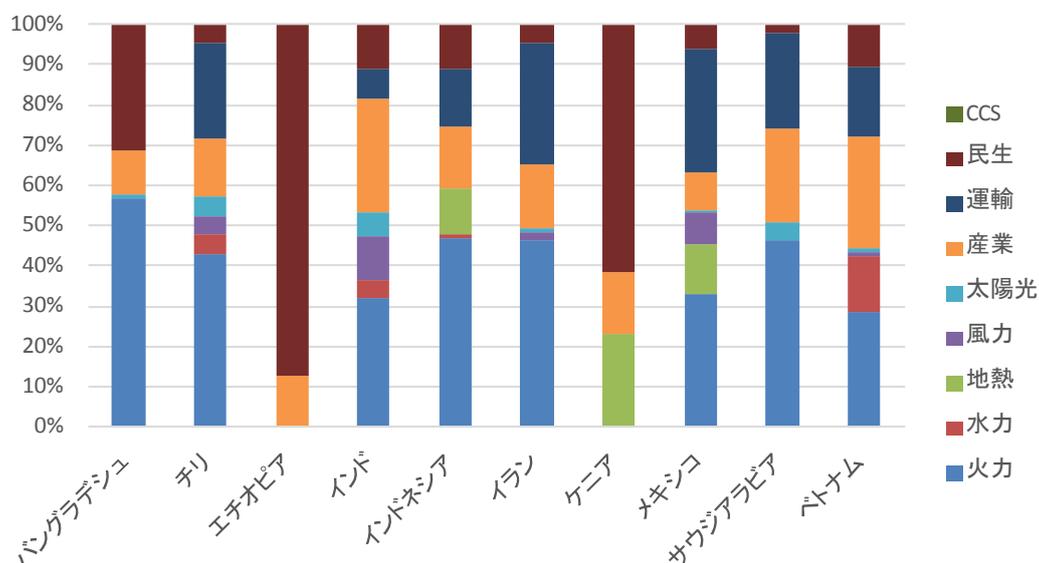
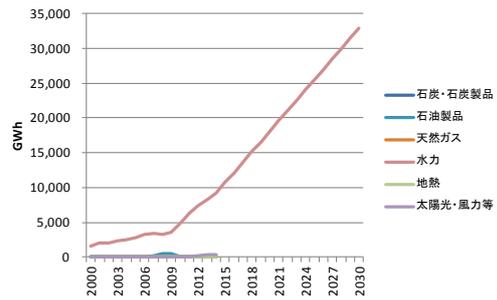
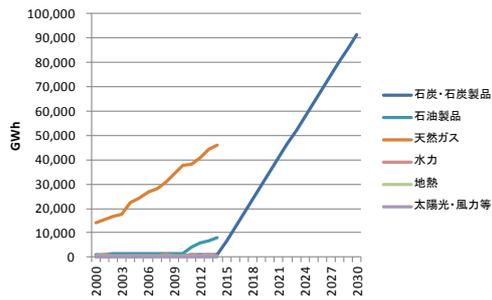


図 1.1-3 国別部門別削減ポテンシャル

これを見ると、火力発電と、4 種類の再エネ発電で各国の半分ぐらいの削減ポテンシャルがある。これを細かく見ていくと、ケニアやメキシコで地熱のポテンシャルがその国の中で大きな割合を占めており、ベトナムでは水力のポテンシャルが大きく出てきている。

(バングラデシュ・エチオピア・ケニアの発電部門)

バングラデシュ、エチオピアおよびケニアについては、発電電力量の想定を次のように置いている。

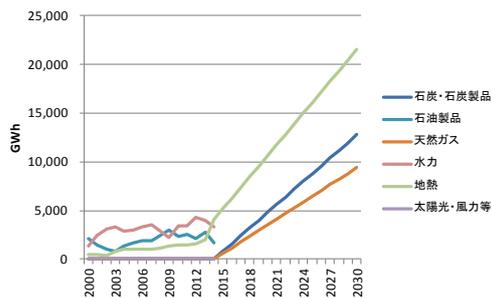


水力		削減ポテンシャル (MtCO ₂)
排出係数 (tCO ₂ /MWh)		
2014年	0.001	0
ディーゼル発電	0.800	19

注) 電力マスタープランを参考に、2030年でガス火力は現状維持、石炭火力はその倍と想定

注) INDCでの近隣諸国への電力の輸出 19MtCO₂との記載から、少なくともその分は発電量が増加すると想定

バングラデシュ



地熱		削減ポテンシャル (MtCO ₂)
排出係数 (tCO ₂ /MWh)		
2014年	0.171	3
ディーゼル発電	0.800	14

注) 2015年の国別報告書での2030年で地熱 21,555、石炭 12,783、ガス 9,383GWhとの記載に基づき想定

エチオピア

ケニア

図 1.1-4 バングラデシュ・エチオピア・ケニアの発電量想定

再エネ発電も火力発電も、現状から数倍という形で発電量が伸びていくという想定になっている。ただ、削減ポテンシャルの計算では2014年の排出係数を使っており、例えば、エチオピアは発電量がほとんど水力のため排出係数が0.001であり、また、ケニアも地熱が大きいことから、削減ポテンシャルが過少推計されている可能性がある。水力発電や地熱発電がなかった場合、火力発電が代替していたと考えて計算すると、

エチオピアの水力などは 1,900 万トン、ケニアの地熱については 1,400 万トンといった削減ポテンシャルがあるとも言える。

(部門別国別削減ポテンシャル)

次の図は、部門別のポテンシャルである。

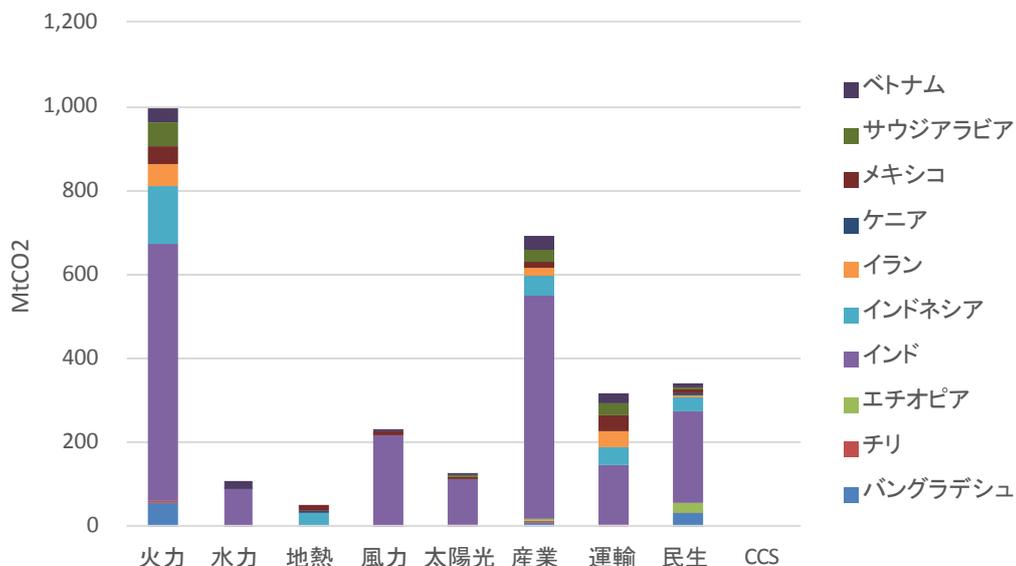


図 1.1-5 部門別国別削減ポテンシャル

火力が大きく、次に産業が大きい。再エネを合計すると産業に近い水準になる。また、運輸部門は各国に広くポテンシャルが広がっていること、地熱についてインドネシアのポテンシャルが大きいことがわかる。

1.1.1.3. 2050 年の削減ポテンシャル：CCS を中心に

ここでは、2050 年断面の削減ポテンシャルを示す。基本的に 2030 年と 2050 年はそれほど傾向が変わらないため、CCS を中心に示したい。

(部門別国別削減ポテンシャル)

次が部門別に見た 2050 年の削減ポテンシャルである。

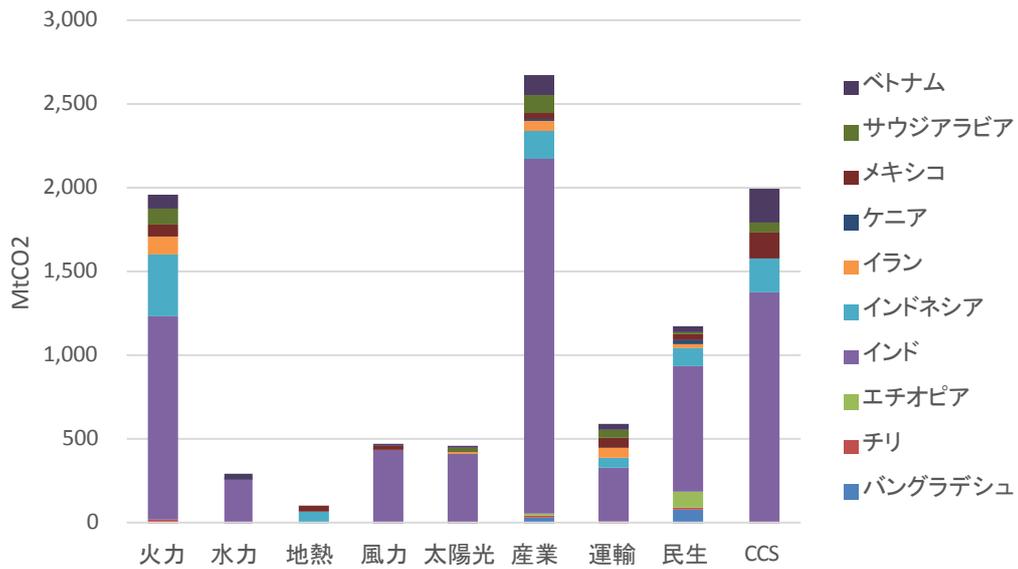


図 1.1-6 部門別国別削減ポテンシャル

火力、産業が大きいのは 2030 年と同じ傾向だが、CCS が大きな削減ポテンシャルを示している。CCS の中でも、特にインドの CCS の削減ポテンシャルが非常に大きく、CCS を進めていくことが非常に重要になると考えられる。

(国別部門別削減ポテンシャル)

国別の削減ポテンシャルを見たのが次の図である。

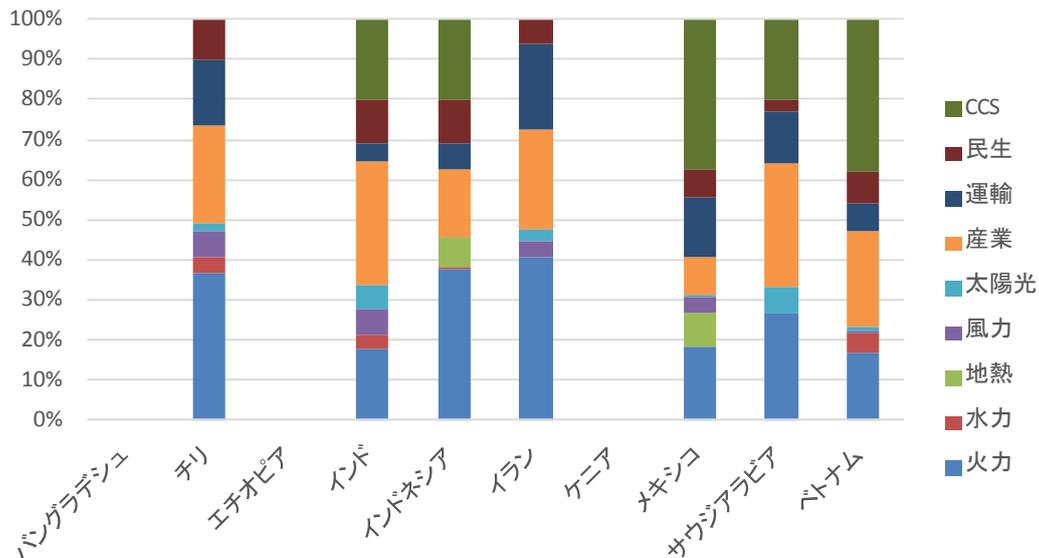


図 1.1-7 国別部門別削減ポテンシャル

この図は、それぞれの国で削減ポテンシャルがその地域の資源賦存状況に応じて様々だということを示している。CCSに着目すると、ベトナム、メキシコ、サウジアラビア、インドネシア、インドで、各国の削減ポテンシャルに占める CCS の割合が大きい。

1.1.1.4. まとめ

最後にまとめとして4点ほど挙げる。

まず、対象10カ国の合計で、BAUからの目標への削減量は34億～43億トン、2030年の削減ポテンシャルが29億トンあり、この部分について、日本は貢献していく努力をしていかなければいけない。その量は、日本国内の排出量の2～3倍の大きさに相当する。

削減ポテンシャルの部門別で、火力発電と産業が大きい、再エネも大きくなっている。火力と再エネで削減ポテンシャルの半分を占めている。

そして、各国の資源賦存状況に応じて、再エネ、特に風力、太陽光、地熱、水力といった削減ポテンシャルが各国に見られる。こういった分野に、いかに地域のニーズに応じて入っていくかが、今後の課題と思われる。

最後に、CCSについては、2050年断面では非常に大きい削減ポテンシャルになる。インド、ベトナム、メキシコなどでのポテンシャルが大きいことから、取り組みが期待される。もちろんCCSには様々な法制度の構築や、前述した貯留ポテンシャルの探査などがなかなか進んでいないという課題があり、そういった課題への対応も含めてCCSに取り組んでいく必要がある。

表 1.1-4 総括表

MtCO2		発電						産業	運輸	民生	CCS	ポテンシャル合計	BAUからの削減目標
		化石燃料		再エネ									
		石炭	天然ガス	水力	地熱	風力	太陽光						
バングラデシュ	2030	47	7	-	-	0	1	10	-	30	-	95	12~36
	2050	-	-	-	-	-	-	31	-	86	-	117	-
チリ	2030	9	0	1	0	1	1	3	5	1	-	21	14~42
	2050	17	1	2	0	3	1	12	8	5	0	49	-
エチオピア	2030	-	-	0	0	-	-	4	-	27	-	31	255
	2050	-	-	-	-	-	-	16	-	102	-	118	-
インド	2030	555	54	87	0	215	112	534	143	216	-	1916	2893~3068
	2050	1021	192	257	0	430	411	2116	324	747	1377	6875	-
インドネシア	2030	115	23	3	33	0	0	45	43	32	-	294	832~1176
	2050	322	56	5	71	0	2	169	64	108	200	997	-
イラン	2030	1	51	0	0	2	1	18	34	5	-	112	39~118
	2050	1	100	0	0	10	8	62	53	15	0	249	-
ケニア	2030	-	-	-	3	-	-	2	-	8	-	13	43
	2050	-	-	-	-	-	-	7	-	35	-	42	-
メキシコ	2030	21	21	-	16	10	1	12	39	8	-	128	244~400
	2050	43	32	-	35	16	2	40	61	29	153	411	-
サウジアラビア	2030	-	61	0	0	0	6	31	31	3	-	132	130
	2050	-	92	0	0	0	22	105	44	9	69	341	-
ベトナム	2030	27	6	16	0	1	1	32	20	12	-	115	63~197
	2050	74	13	25	0	3	5	121	36	40	194	511	-

1.1.2. 各国の目標と BAU の分析

1.1.2.1. 各国の INDC 目標と BAU

各国の INDC 目標は次のとおりである。BAU 比排出量を目標にしている国と基準年比対 GDP 原単位を目標としている国がある。BAU 比排出量を目標にしている国でも、BAU 排出量を明記している国とそうでない国がある。なお、国ごとに、対象セクター・ガスが異なることに注意する必要がある。

表 1.1-5 各国の INDC 目標

	タイプ	削減水準(%)	参照点	目標年	対象セクター・ガス
バングラデシュ	BAU比排出量目標	5(12MtCO ₂ e、条件なし) 15(36MtCO ₂ e、条件つき)	BAU (234MtCO ₂ e)	2030年	電力、運輸、産業
チリ	基準年比対GDP原単位目標	30(条件なし) 35~45(条件つき)	2007年	2030年	CO ₂ 、CH ₄ 、N ₂ O、HFC、PFC 森林等を除く
エチオピア	BAU比排出量目標	64(255MtCO ₂ e)	BAU (400MtCO ₂ e)	2030年	CO ₂ 、CH ₄ 、N ₂ O 農業、森林、運輸、電力、 産業および建築物
インド	基準年比対GDP原単位目標	33~35	2005年	2030年	
インドネシア	BAU比排出量目標	29(条件なし) 41(条件つき)	BAU (2,869MtCO ₂ e)	2030年	CO ₂ 、CH ₄ 、N ₂ O 森林等を含む
イラン	BAU比排出量目標	4(条件なし) 12(条件つき)	BAU	2030年	
ケニア	BAU比排出量目標	30(条件つき)	BAU (143MtCO ₂ e)	2030年	CO ₂ 、CH ₄ 、N ₂ O 森林等を含む
メキシコ	BAU比排出量目標	22(条件なし) 36(条件つき)	BAU (1,111MtCO ₂ e)	2030年	
サウジアラビア	BAU比排出量目標	130MtCO ₂ e	BAU	2030年	
ベトナム	BAU比排出量目標 (基準年比対GDP原単位目標)	8(条件なし)、25(条件つき) (20(条件なし)、30(条件つき))	BAU (787.4MtCO ₂ e) (2010年)	2030年	工業プロセスを除く

出所) 各国 INDC から作成

各国 INDC における BAU 排出量に関する記載をまとめると、次のようになる。ケニア以外では、BAU 予測の方法論の詳細が示されていないのが現状である。

表 1.1-6 各国 INDC における BAU 排出量に関する記載

国名	2030年BAU排出量 (MtCO ₂ e)	特記事項
バングラデシュ	234	・分析の詳細は環境・森林省のウェブサイト公表中としている(まだ公表されていない)。 ・電力、運輸、産業の部門ごとのBAUシナリオ排出量を示している。
チリ	該当せず (原単位目標)	—
エチオピア	400	農業、電力、産業、森林、運輸、その他別にBAU排出量を記載している。
インド	該当せず (原単位目標)	—
インドネシア	2,869	エネルギー、廃棄物、工業プロセス・製品使用、農業、森林別にBAU排出量を記載している。
イラン	記載なし	なし
ケニア	143	BAU予測の方法論は、第2回国別報告書に詳細に記載している。
メキシコ	1,111	2020年、2025年、2030年のベースライン排出量を記載している。
サウジアラビア	記載なし	石油輸出入による経済の多様化シナリオと、石油、ガスおよび鉱物などの自国資源の利用による国内の産業化の加速化シナリオをもとにベースラインを作成している。
ベトナム	787.4	2020年、2030年のBAUシナリオ排出量を記載している。

出所) 各国 INDC から作成

1.1.2.2. 各国の BAU から目標への削減量の試算

各国の BAU から目標への削減量の試算を行った。

2030 年 BAU 排出量は、原則として INDC 記載の BAU 排出量を用いた。原単位目標の国および BAU 排出量が INDC に記載されていない国については、エネ研アウトルックの 2030 年レファレンス排出量を用いた。ただし、インドの BAU 排出量については、2014 年の GDP 当たり GHG 排出原単位で固定したものに 2030 年の GDP 予測値をかけて求めている。

2030 年の目標値については、対 BAU 目標の国については BAU 排出量に削減水準 (%) をかけて求め、原単位目標の国については基準年の原単位に削減水準 (%) をかけて求めた。

各国の BAU から目標への削減量を、2030 年 BAU 排出量から 2030 年の目標値を引いて求めたものが次の表である。

表 1.1-7 各国の BAU から目標への削減量

単位: MtCO₂e

	排出量実績		2030年BAU	2030年目標 条件なし	2030年目標 条件付き	BAUからの 削減量	備考
	年	年					
バングラデシュ	30	2005	234	222	198	12 ~ 36	
	64	2011					
チリ	110	2013	142	128	100	14 ~ 42	2030年BAUはエネ研レファレンスケース
エチオピア	150	2010	400	145		255	
インド	1,593	2005	8,762	5,869	5,694	2,893 ~ 3,068	2030年BAUは2005年の原単位で固定したもの
	2,199	2010					
インドネシア	1,455	2012	2,869	2,037	1,693	832 ~ 1,176	
イラン	491	2000	987	948	869	39 ~ 118	2030年BAUはエネ研レファレンスケース
ケニア	48	2013	143	100		43	
メキシコ	665	2013	1,111	867	711	244 ~ 400	
サウジアラビア	526	2010				130	
ベトナム	247	2010	787	724	591	63 ~ 197	
合計						4,526 ~ 5,465	

出所) 各国 INDC から作成

1.1.2.3. BAU 設定に関連した議論

BAU 設定に関連した議論は、国連気候変動枠組条約の多国間協議において、2020 年より後の目標についてはパリ協定特別作業部会の「パリ合意の緩和セクションに関するさらなるガイダンス」の非公式協議で議論が行われており、2020 年までの目標については途上国が提出する隔年進捗報告書の国際的協議・分析で国別に議論が行われている。結果的には、第 22 回国連気候変動枠組条約締約国会議 (COP22) では BAU 設定に関連した議論はほとんど行われなかった。

パリ協定特別作業部会の「パリ合意の緩和セクションに関するさらなるガイダンス」の非公式協議では、各国が定めた貢献 (NDC) の特質、NDC の明確性、透明性および理解を促進するための情報、締約国の NDC の算定に関して議論が行われており、BAU 設定も対象に含まれる。(BAU 設定を含む)「情報」に関しては、共通の情報要素を求めることは、NDC の裁量的、任意的および自主的性質に反すると述べた締約国もあった。今後の作業は、締約国による意見提出や 2017 年 5 月の補助機関会合の際に開かれるラウンドテーブルによって進められることとなった。

国際的協議・分析は、技術専門家による技術分析と実施に関する補助機関会合の下でワークショップの形で開かれる促進的意見共有 (Facilitative Sharing of Views: FSV) からなる。COP22 では、第 2 回の促進的意見共有が行われ、調査対象 10 か国のうち、メキシコが対象となったが、BAU 設定に関連した議論は行われなかった。なお、調査対象 10 か国

のうち、チリとベトナムが第 1 回促進的意見共有を終えており、インドとインドネシアは隔年進捗報告書を提出済みである。このうちベトナムは技術分析の際に、技術専門家チームから BAU 予測に用いられた方法論に関する情報がないと指摘され、BAU 予測に用いた方法論を提供している（エネルギー部門の緩和オプションの定量化については LEAP (Long range Energy Alternatives Planning) モデルが用いられている）。

1.1.2.4. 各国の BAU と目標の評価

各国の BAU 設定の厳しさの評価を試みる。

次の表は、2030 年の BAU および条件なし目標の GHG/GDP 原単位およびその原単位の基準年比年変化率を示したものである。ここで、基準年とは、各国が国連気候変動枠組条約に提出した国別報告書、隔年進捗報告書または INDC で、排出量が得られる直近年次である（表 1.1-7 各国の BAU から目標への削減量中の排出量実績参照）。

表 1.1-8 BAU および条件なし目標の GHG/GDP 原単位およびその基準年比年変化率

	GHG/GDP原単位 (2030年, トン/千ドル)		基準年比原単位年変化率 (%)		備考
	BAU	条件なし目標	BAU	条件なし目標	
バングラデシュ	0.552	0.525	0.303	0.032	
チリ	0.351	0.306	-1.254	-2.041	目標は原単位目標。2030年BAUはエネ研レファレンスケース。
エチオピア	3.148	1.133	-2.299	-7.164	
インドネシア	1.308	0.929	-1.482	-3.339	
インド	1.395	0.935	0.000	-1.589	目標は原単位目標。2030年BAUは2005年の原単位で固定したもの。
イラン	1.139	1.094	-1.070	-1.204	2030年BAUはエネ研レファレンスケース。
ケニア	1.004	0.703	-0.111	-2.185	
メキシコ	0.562	0.438	-0.162	-1.610	
サウジアラビア	0.838	0.707	-0.876	-1.710	2030年BAUはエネ研レファレンスケース。
ベトナム	2.145	1.973	0.033	-0.383	

出所) BAU 排出量は INDC。GDP はエネ研アウトLOOK、IEA, CO2 Emissions from Fuel Combustion および IMF, World Economic Outlook。GHG 排出量実績は国別報告書、隔年進捗報告書または INDC。

BAU の GHG/GDP 原単位とその基準年比年変化率をプロットしてみると、次の図のようになる。GHG/GDP 原単位が高く、基準年比年変化率が正または減少率が小さい右上の領域は BAU 設定が「緩い」国であり、それとは逆の左下の国は BAU 設定が「厳しい」国と

考えられる。GHG/GDP 原単位が高く、かつ、基準年比年変化率が正またはゼロの国としてはベトナムおよびインドがあり、基準年比年変化率が正の国としてはバングラデシュが挙げられる。エチオピアは、GHG/GDP 原単位は高いが、基準年比では大きく減少している。なお、左下の領域にあるチリ、イラン、サウジアラビアは BAU をエネ研アウトルックのレファレンスケースにより設定しており、エネ研アウトルックのレファレンスケースが厳しめである可能性がある。

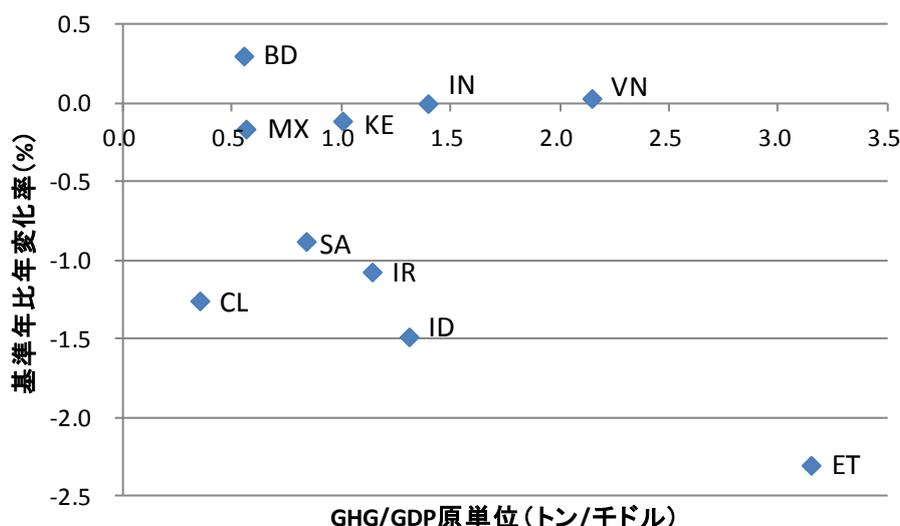


図 1.1-8 BAU の GHG/GDP 原単位とその基準年比年変化率

BAU を厳しめに設定しておいて、目標を緩く設定することも考えられるため、その両者の関係をプロットしたものが下の図である。左図の BAU 原単位と目標原単位はほぼ相関しており、目標を厳しく設定している国はエチオピア以外に見られない。右図の基準年比年変化率で見ると、エチオピア、ケニア、インドネシア等の目標設定が厳しいことがわかる。

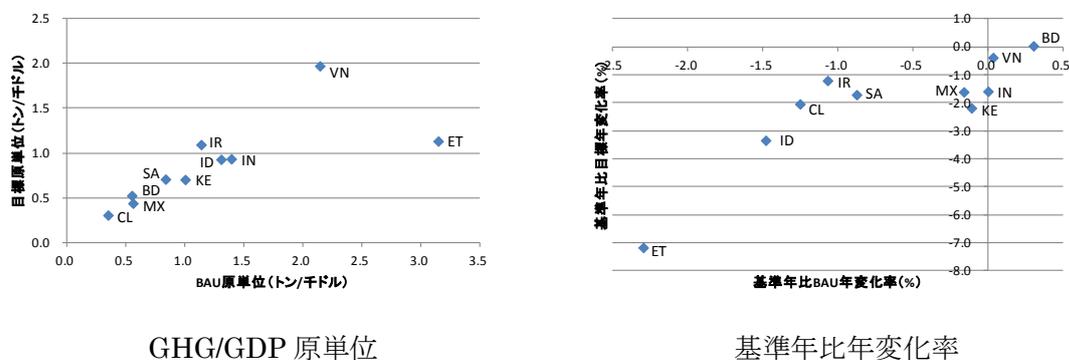


図 1.1-9 BAU と目標の比較

1.2. 部門別排出削減ポテンシャル

1.2.1. 発電部門

1.2.1.1. 火力発電

(1) 方法論

火力発電については、BAT技術への置き換えによるCO2削減ポテンシャルの算定方法は、次の通りである。

$$\text{CO2削減量} = \left[\text{発電量} \times \left[\frac{1}{\text{発電効率}_{\text{BAU}}} - \left[\frac{1}{\text{発電効率}_{\text{BAU}} \times (1 - \text{BAT代替率}) + \text{発電効率}_{\text{BAU}} \times \text{BAT代替率}} \right] \right] \right] \times \text{炭素係数}$$

数式化すると、

$$\text{CO2}_t = \left\{ \text{POWER}_t * \left[\frac{1}{\text{EFF}_{\text{BAU}}} - \left(\frac{1}{\text{EFF}_{\text{BAU}} * (1 - R) + \text{EFF}_{\text{BAT}} * R} \right) \right] \right\} * \text{COEF} \quad (1)$$

CO2_t : CO2削減ポテンシャル (2030年、2050年時点; 石炭、ガス)

POWER_t : 発電量 (2030年、2050年時点; 石炭、ガス)

EFF_{BAU} : BAUにおける発電効率 (2010年実績; 石炭、ガス)

EFF_{BAT} : BAT技術における発電効率 (USC、CCGT)

COEF : CO2排出係数 (石炭、ガス)

R : BAT技術に置き換わる比率 (2030年、2050年時点; 石炭、ガス)

1.2.1.2. ・ BAU 発電効率

既存設備の発電効率 (BAU) は、数式 (2) で計算した。

$$\text{発電効率}_{\text{BAU}} = \frac{\text{発電量} + (\text{CHPの熱供給量} * \text{CHPの補正係数})}{\text{エネルギー投入量}} \quad (2)$$

数式化すると、

$$\text{EFF}_{\text{BAU}} = \frac{P + (H * S)}{\text{INP}} \quad (3)$$

EFF_{BAU} : BAUにおける発電効率 (2010年実績; 石炭、ガス)

P : 発電所からの発電量 (CHPを含む)

H : CHPからの熱供給量

S: CHP が熱を供給するにあたって効率が低下する際の補正係数。本算定では、0.175¹としている。

INP: 発電所 (CHP を含む) へのエネルギー投入量

1.2.1.3. ・ BAT 技術の想定²

石炭は USC (47.6%)、ガスは CCGT (59.3%) を想定した。

1.2.1.4. ・ 既設火力発電所の BAT 技術への置き換え

2010 年の既設火力発電所の BAT 技術への置き換え比率は、寿命を 30 年、10 年間で設備容量の 1/3 と増加分が BAT に更新されるというパターンを想定した。

1.2.1.5. ・ 各国の火力発電量見通し

2020 年、2030 年における各国の火力発電量は、エネ研アウトルックのレファレンスケースを参照している。

1.2.1.6. ・ データの出典

算定上参照した諸データやその出所は次の通りである。

データ	データの出典
発電量、燃料投入量実績	IEA, Energy Balances、IEA, CO2 Emissions from Fuel Combustion
USC 効率、CCGT 効率	IEA, ETP2008
発電量見通し	日本エネルギー経済研究所『アジア／世界エネルギーアウトルック 2016』
CO2 排出係数	IPCC 2006 Guidelines

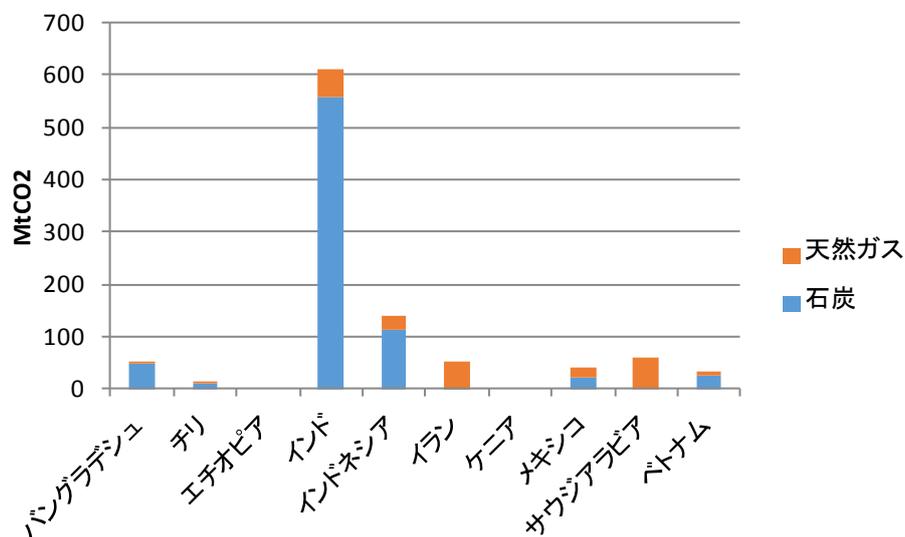
(2) 算定結果

2030 年の火力発電の排出削減ポテンシャルは、合計で 10 億トンである。そのうち、インドが 6.1 億トンと 6 割を占め、インドネシアが 1.4 億トンで続く。石炭火力発電の排出削減ポテンシャルが 7.8 億トン、天然ガス火力発電の排出削減ポテンシャルが 2.2 億トンである。天然ガス火力発電の排出削減ポテンシャルは、サウジアラビアやイランで大きい。

¹ Ecofys (2016). International comparison of fossil power efficiency and CO2 intensity – Update 2016 を参照した。

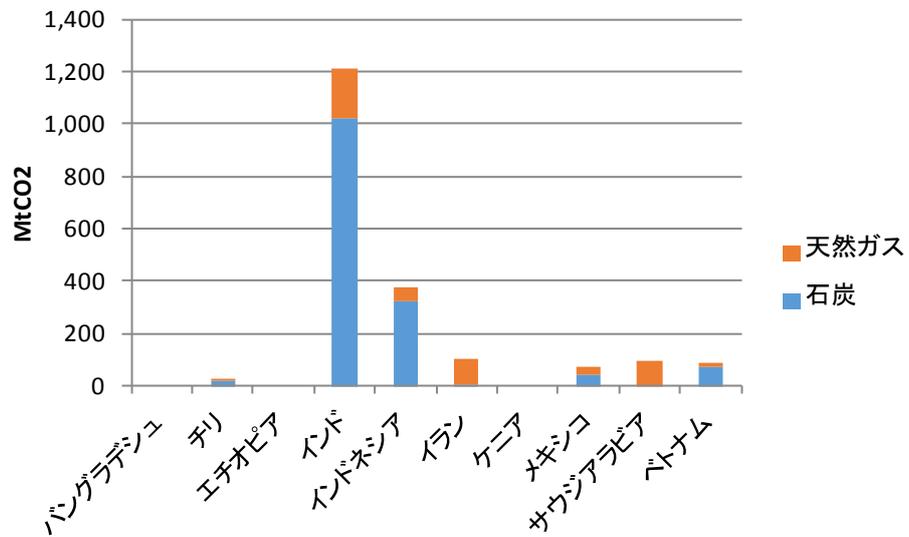
² BAT 技術の効率は Energy Technology Perspectives 2008 を参照した。

2050 年については、排出削減ポテンシャルの合計は 19.7 億トンになる。やはりインドが 6 割を占め、石炭火力発電が 3/4 を占める。



	バングラ デシュ	チリ	エチオピア	インド	インド ネシア	イラン	ケニア	メキシコ	サウジ アラビア	ベトナム	合計
石炭	46.9	9.3	0.0	555.4	114.8	0.7	0.0	21.0	0.0	26.9	775.1
天然ガス	7.0	0.4	0.0	54.3	22.8	51.5	0.0	20.7	61.4	6.1	224.3
合計	53.9	9.7	0.0	609.7	137.6	52.1	0.0	41.7	61.4	33.1	999.4

図 1.2-1 2030 年の火力発電の排出削減ポテンシャル



MtCO2											
	バングラ デシュ	チリ	エチオピア	インド	インド ネシア	イラン	ケニア	メキシコ	サウジ アラビア	ベトナム	合計
石炭		17.3		1021.1	322.3	1.2		43.0	0.0	73.7	1478.6
天然ガス		1.1		192.1	56.1	100.2		32.2	92.5	13.1	487.4
合計		18.4		1213.2	378.5	101.4		75.2	92.5	86.8	1966.0

図 1.2-2 2050 年の火力発電の排出削減ポテンシャル

1.2.1.7. 再生可能エネルギー発電

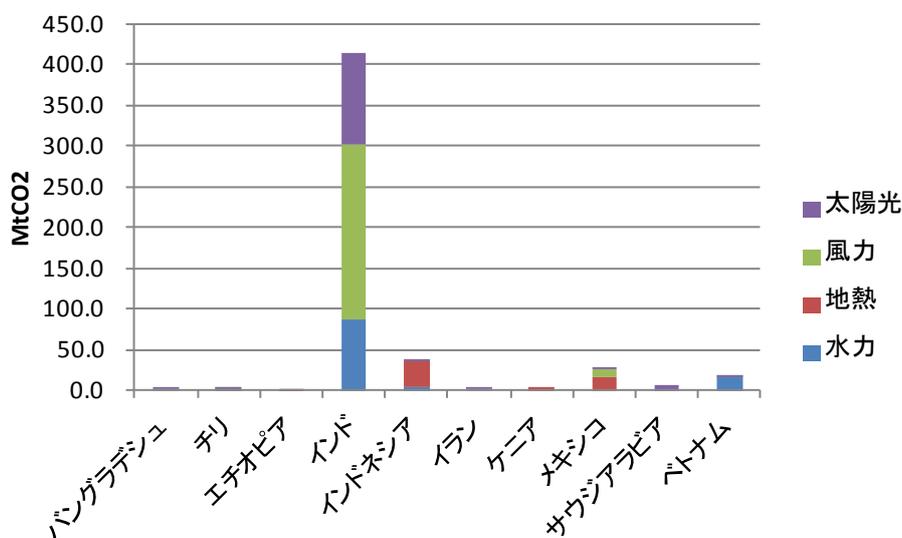
(1) 方法論

2014年から2030年・2050年の発電量増加に2014年の排出係数をかけて計算した（排出係数は2014年固定）。発電量は、エネ研アウトルック技術進展ケースを用いた。

(2) 算定結果

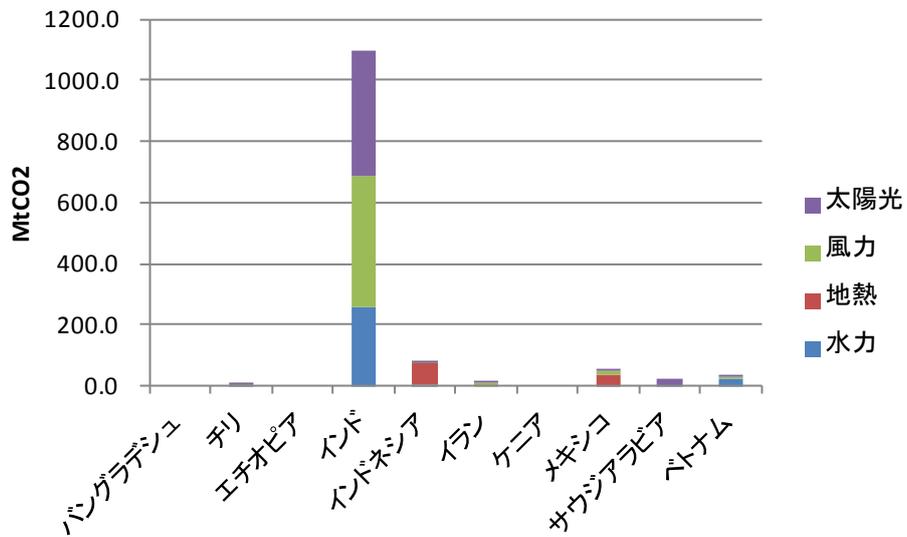
2030年の再生可能エネルギー発電による排出削減ポテンシャルは、合計で5.1億トンである。そのうちインドが4.1億トン（約8割）を占めている。風力が2.3億トン、太陽光が1.2億トン、水力が1.1億トン、地熱が0.5億トンである。地熱では、インドネシアの排出削減ポテンシャルが大きい。

2050年については、再生可能エネルギー発電の排出削減ポテンシャルは合計で13.1億トンである。インドが約8割を占めるのは2030年と同じである。世界全体で太陽光が4.5億トンと、風力の4.6億トンに匹敵するほど大きくなるのが2030年との違いである。



	バングラ デシュ	チリ	エチオピア	インド	インド ネシア	イラン	ケニア	メキシコ	サウジ アラビア	ベトナム	合計
水力	0.0	0.6	0.0	86.9	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	15.9	106.0
地熱	0.0	0.0	0.0	0.0	32.6	0.0	3.0	16.1	0.0	0.0	51.7
風力	0.4	1.4	0.0	214.9	0.1	1.6	0.0	10.2	0.0	0.8	229.4
太陽光	0.9	0.7	0.0	112.1	0.4	0.8	0.0	0.6	6.1	1.2	122.8
合計	1.3	2.7	0.0	413.9	35.8	2.4	3.0	26.9	6.1	17.9	509.9

図 1.2-3 2030年の再生可能エネルギー発電の排出削減ポテンシャル



MtCO2											
	バングラ デシュ	チリ	エチオピア	インド	インド ネシア	イラン	ケニア	メキシコ	サウジ アラビア	ベトナム	合計
水力		1.8		256.6	4.6	0.0		0.0	0.0	24.8	287.7
地熱		0.0		0.0	70.6	0.0		35.0	0.0	0.0	105.6
風力		3.5		430.0	0.5	9.7		16.3	0.0	2.8	462.8
太陽光		1.4		411.4	2.1	8.1		2.1	21.7	4.7	451.5
合計		6.6		1,097.9	77.8	17.8		53.4	21.7	32.3	1,307.6

図 1.2-4 2050 年の再生可能エネルギー発電の排出削減ポテンシャル

1.2.1.8. バングラデシュ、エチオピアおよびケニアの発電量

バングラデシュ、エチオピアおよびケニアの発電量についてはエネ研アウトックで得られないため、次のように想定した³。

(1) バングラデシュ

電力マスタープランを参考に、2030年でガス火力は現状維持、石炭火力はその倍と想定した。

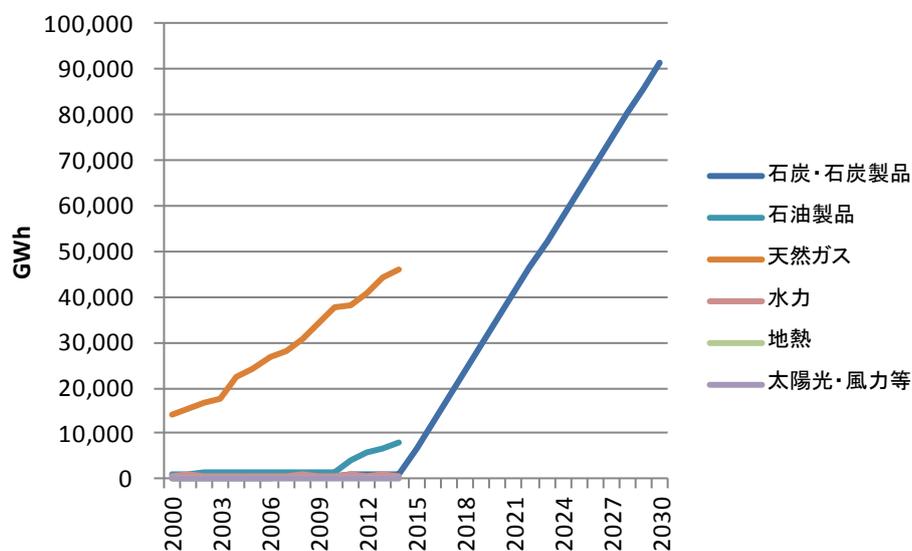


図 1.2-5 バングラデシュの発電量想定

(2) エチオピア

INDCでの近隣諸国への電力の輸出 19MtCO₂との記載から、少なくともその分は発電量が増加すると想定した。

³ 各国の情報の入手については、多国間協議の場で示唆を得た。

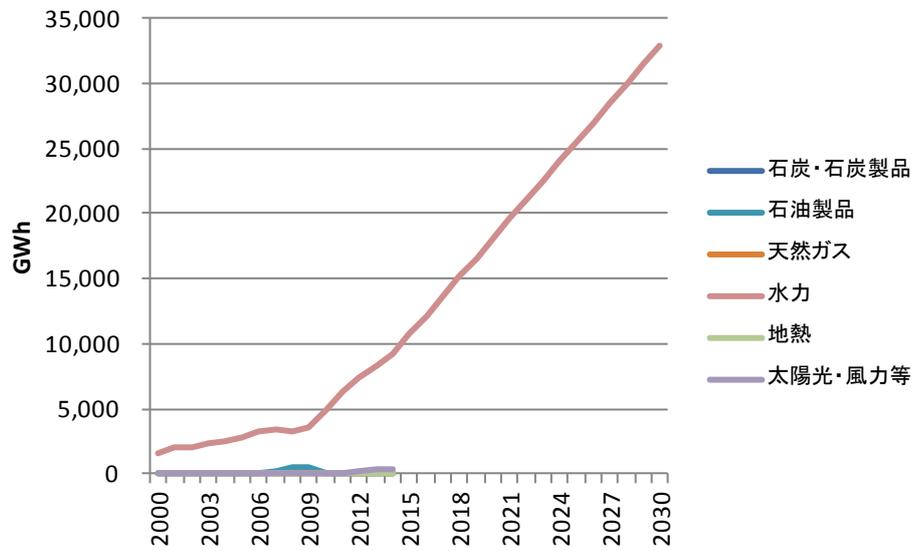


図 1.2-6 エチオピアの発電量想定

(3) ケニア

2015年の国別報告書での2030年で地熱 21,555、石炭 12,783、ガス 9,383GWhとの記載に基づき想定した。

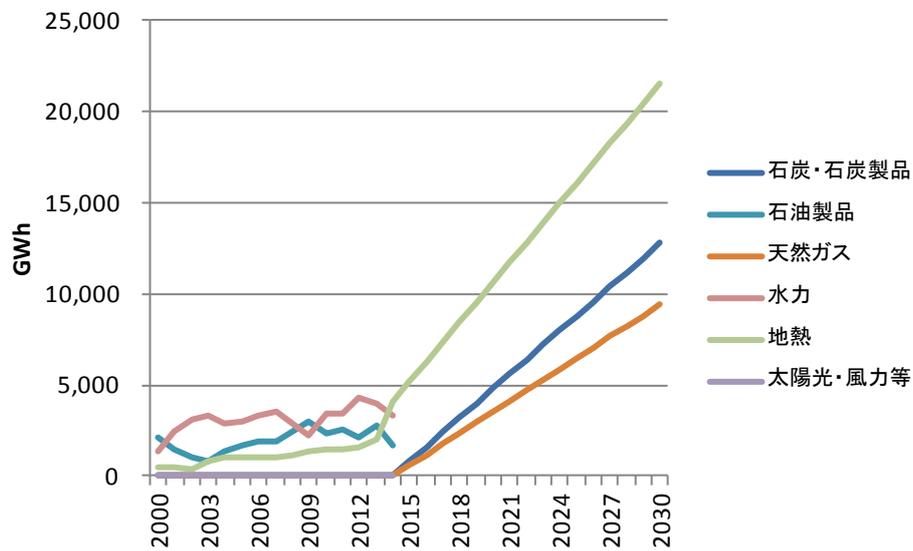


図 1.2-7 ケニアの発電量想定

1.2.2. 産業部門

1.2.2.1. 排出の特徴

2014 年の対象国における CO₂ 排出総量に占める製造業の割合は、最も大きいインドで約 57%、最も小さいメキシコで約 24%となっている。(下図の青の部分)

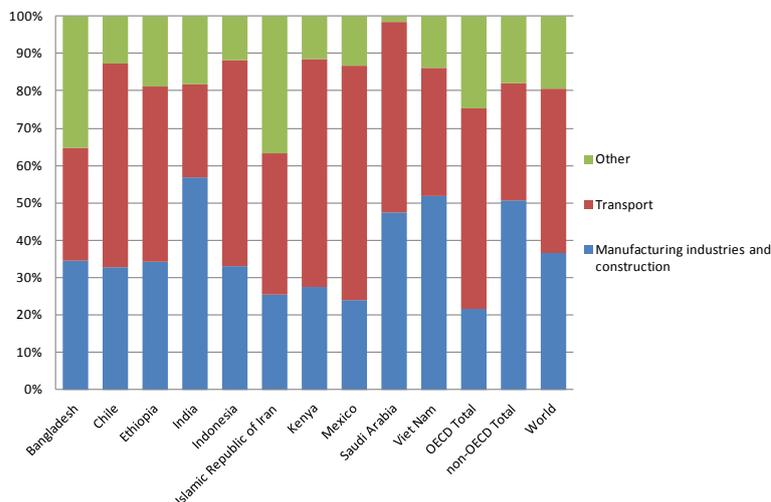


図 1.2-8 セクター別 CO₂ 排出量の内訳 (対象国、2014 年)

出所) IEA, "CO₂ Emission from Fuel Combustion" より作成

対象国の製造業部門からの CO₂ 排出量の内訳においては、その他部門からの排出量が多いことが特徴である。サウジアラビアにおいてはほぼ 100%、バングラデシュでは 80% 強、イランでは 80% 弱がその他セクターからの排出量となっている。

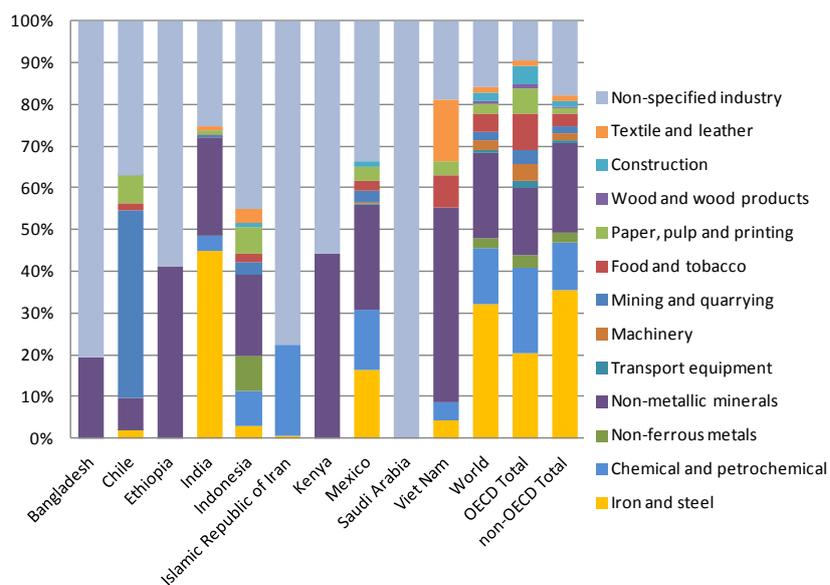


図 1.2-9 製造セクターにおける CO₂ 排出量の内訳

出所) IEA, "CO₂ Emission from Fuel Combustion" より作成

1.2.2.2. 計算の背景

先行研究（IEA）では、製造部門における指標の活動量としてはサブセクターの生産量を推薦しているが、1.2.2.1 で述べた対象国製造セクターの特徴に基づく、当該セクターでは主要製造業に分類が出来ないその他セクターが大きな割合を占めるため、本分析においては、IEA の研究においても、セクター活動量の候補として挙げられている付加価値を活動量として推計を試みることにした。

対象国の付加価値については世界銀行の世界開発指標（WDI：World Development Indicators）における製造業付加価値（Manufacturing, Value Added）⁴を用いて推計することとした。

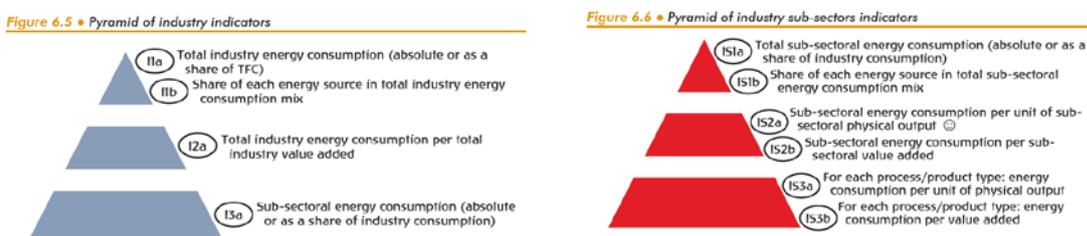


図 1.2-10 産業部門効率指標の概要

出所) IEA“Energy Efficiency Indicators: Fundamentals on Statistics”

⁴ 製造業（Manufacturing）は国際標準産業分類（ISIC）の Revision 3 のグルーピングに基づいている。ISIC Revision 3 における製造部門は Division 15-37 に分類される以下の業種。

- ・15 - Manufacture of food products and beverages
- ・16 - Manufacture of tobacco products
- ・17 - Manufacture of textiles
- ・18 - Manufacture of wearing apparel; dressing and dyeing of fur
- ・19 - Tanning and dressing of leather; manufacture of luggage, handbags, saddlery, harness and footwear
- ・20 - Manufacture of wood and of products of wood and cork, except furniture; manufacture of articles of straw and plaiting materials
- ・21 - Manufacture of paper and paper products
- ・22 - Publishing, printing and reproduction of recorded media
- ・23 - Manufacture of coke, refined petroleum products and nuclear fuel
- ・24 - Manufacture of chemicals and chemical products
- ・25 - Manufacture of rubber and plastics products
- ・26 - Manufacture of other non-metallic mineral products
- ・27 - Manufacture of basic metals
- ・28 - Manufacture of fabricated metal products, except machinery and equipment
- ・29 - Manufacture of machinery and equipment n.e.c.
- ・30 - Manufacture of office, accounting and computing machinery
- ・31 - Manufacture of electrical machinery and apparatus n.e.c.
- ・32 - Manufacture of radio, television and communication equipment and apparatus
- ・33 - Manufacture of medical, precision and optical instruments, watches and clocks
- ・34 - Manufacture of motor vehicles, trailers and semi-trailers
- ・35 - Manufacture of other transport equipment
- ・36 - Manufacture of furniture; manufacturing n.e.c.
- ・37 - Recycling

1.2.2.3. 計算方法

(1) 原単位

図 1.2-11 は 2014 年における世界の約 120 カ国の製造セクター GDP 排出原単位（製造業 GDP あたりの製造業 CO2 排出量）と経済水準（一人当たりの GDP）の関係を見ている図であるが、製造セクターの GDP 原単位は、経済成長と共に効率改善が進展する傾向があることがわかる。

そこで、将来の製造セクター付加価値あたり CO2 排出量水準については、説明変数を一人当たり GDP とし、120 カ国のデータから得られた回帰式を用いて算出することとした。なお、各国個々の事情に考慮するために、各国の 2014 年時点から成長曲線が開始するように係数の調整を行った。

以上の考え方に基づいて、2030 年、2050 年の製造セクター付加価値あたり排出量原単位（CO2/GDP）は以下の式 1 を用いて推計した。

式 1

$$\frac{\text{製造業 CO2}}{\text{製造業 GDP}} = \text{係数} \times \left(\frac{\text{GDP}}{\text{POP}} \right)^{\left(\frac{\text{切片}}{\text{調整項(2014年実績-2014年推計値)}} \right)}$$

POP（人口）予測：国連世界発展指標を引用

GDP 予測：国際通貨基金予測値（2021 年まで）を用いて推計

製造業 GDP：付加価値別のシェアは国連世界発展指標を引用

(2) CO2 排出量

2030 年、2050 年の BAU の CO2 排出量については上記でもとめた製造セクター付加価値あたり CO2 排出量（原単位）に GDP（活動量）を乗ずることで算出することとした。

式 2

$$\text{製造業 CO2} = \frac{\text{製造業 CO2}}{\text{製造業 GDP}} \times \text{製造業 GDP}$$

GDP 予測：国際通貨基金予測値（2021 年まで）を用いて推計

CO2/GDP（GDP あたり CO2 排出量）：式 1 より推計

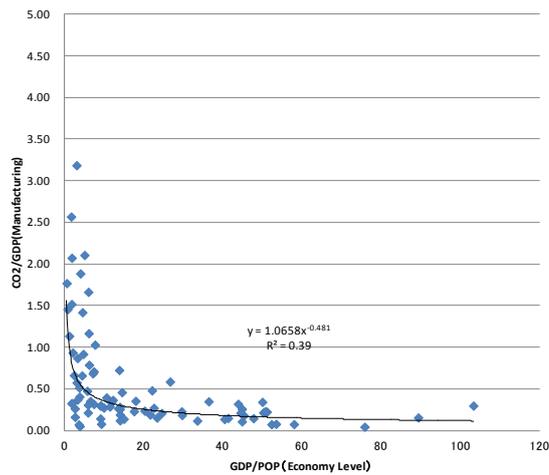


図 1.2-11 製造業 GDP あたり製造業 CO2 排出量と経済成長水準の関係

出所) IEA, "CO2 Emission from Fuel Combustion" より作成

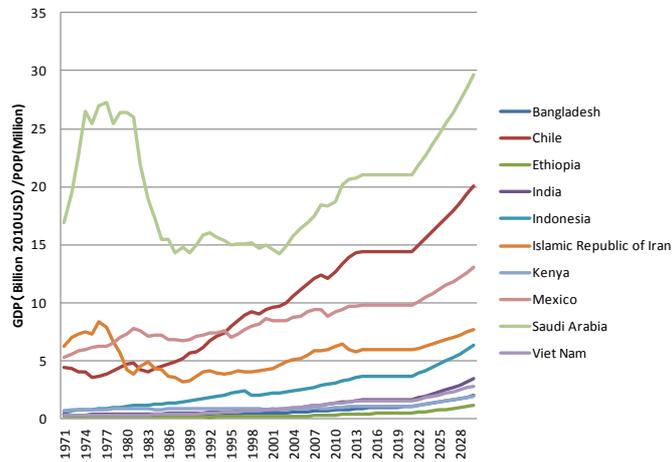


図 1.2-12 人口成長予測値

出所) United Nations より作成

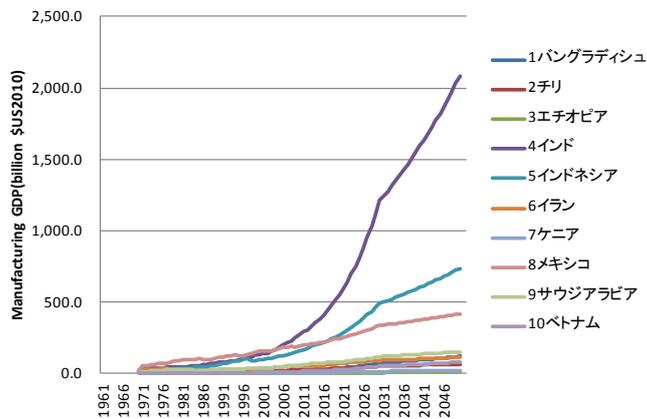


図 1.2-13 製造業 GDP 予測値

出所) International Monetary Fund より推計

1.2.2.4. 推計結果

(1) BAU：製造業付加価値あたり CO2 排出量

将来の BAU の製造業付加価値あたり CO2 排出量（原単位）は、経済成長とともに対象国全てで減少する。特に低所得国ほど改善率が高い傾向にある。

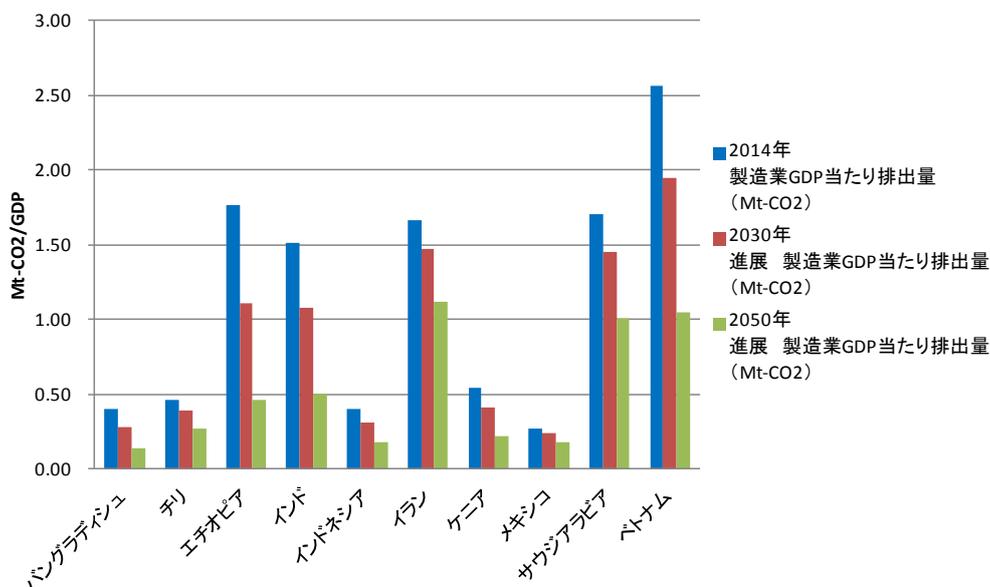


図 1.2-14 製造業の CO2 排出原単位（国別、年別、ケース別）

(2) CO2 排出量

CO2 排出量は、①で求めた製造業付加価値あたり CO2 排出量（原単位）に製造業付加価値の将来予測値を乗じることで算出した。2030年、2050年それぞれの BAU 排出量と努力ケース CO2 排出量も導出した。

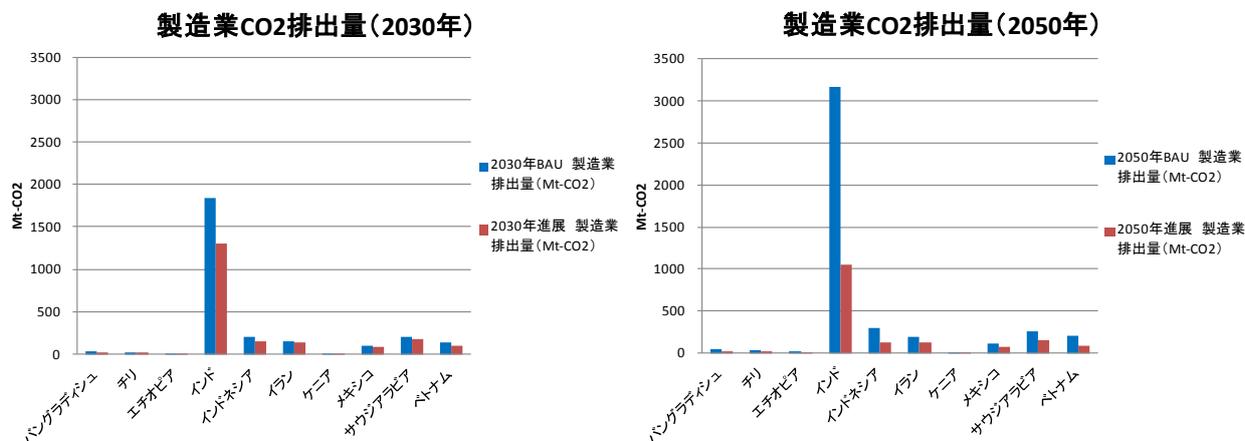
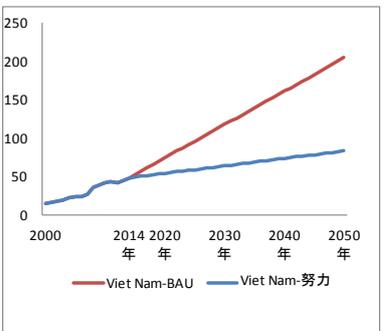
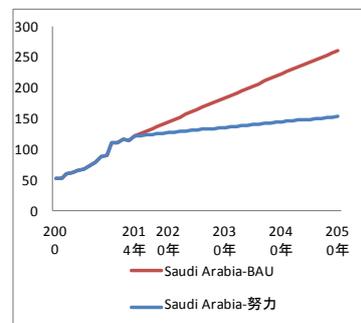
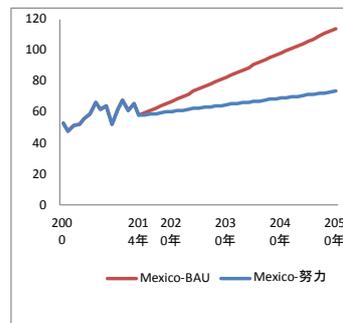
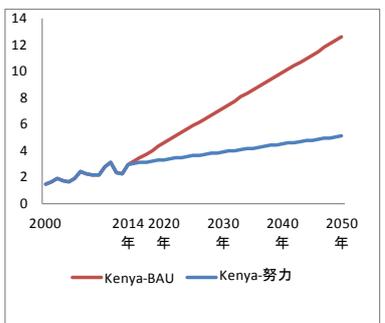
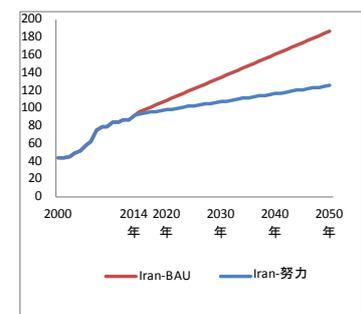
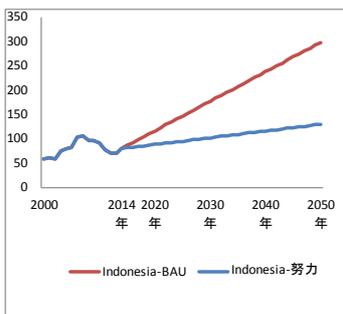
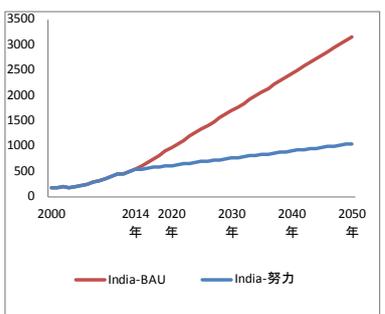
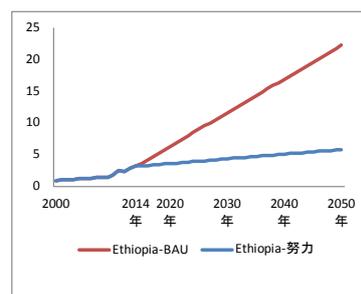
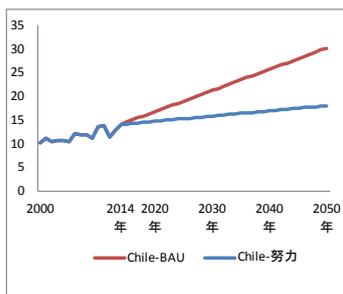
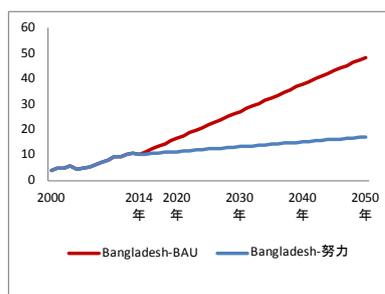


図 1.2-15 製造業の CO2 排出量（国別、年別、ケース別）

表 1.2-1 製造セクター削減ポテンシャル（国別）

	2014年 製造業GDP 当たり排出量 (Mt-CO2)	2030年 BAU 製造業 GDP当たり排 出量(Mt- CO2)	2030年 進展 製造業 GDP当たり排 出量(Mt- CO2)	2050年 進展 製造業 GDP当たり排 出量(Mt- CO2)	2014年製造 業排出量 (Mt-CO2)	2030年BAU 製造業排出 量(Mt-CO2)	2030年進展 製造業排出 量(Mt-CO2)	2050年BAU 製造業排出 量(Mt-CO2)	2050年進展 製造業排出 量(Mt-CO2)	2030年の製 造業排出量 削減ポテン シャル(Mt- CO2)	2050年の製 造業排出量 削減ポテン シャル(Mt- CO2)
Bangladesh	0.41	0.41	0.28	0.14	10	30	21	48	17	10	31
Chile	0.46	0.46	0.39	0.27	14	24	20	30	18	3	12
Ethiopia	1.77	1.77	1.11	0.46	3	12	7	22	6	4	16
India	1.52	1.52	1.08	0.50	533	1838	1304	3162	1046	534	2116
Indonesia	0.41	0.41	0.31	0.18	80	199	154	299	130	45	169
Islamic Republic of Iran	1.66	1.66	1.47	1.12	93	154	136	187	126	18	62
Kenya	0.54	0.54	0.41	0.22	3	8	6	13	5	2	7
Mexico	0.27	0.27	0.24	0.18	58	92	80	114	73	12	40
Saudi Arabia	1.71	1.71	1.45	1.00	122	202	171	262	154	31	108
Viet Nam	2.57	2.57	1.94	1.05	48	132	100	205	83	32	121



1.2.2.5. 分析結果について

2014 年時点において、最終消費セクター全体の CO₂ 排出量における産業部門の占める割合は、どの国においても大きな割合を占めている。さらに本分析で対象とした国は、経済成長とともに産業部門の拡大が予測されている。対象国における削減ポテンシャルの合計値は、2030 年で 6 億 9100 万トン、2050 年では 26 億 8300 万トンであり、特にインドの削減ポテンシャル量が 8 割弱と圧倒的に大きい。これは、足元（2014 年）の CO₂ 排出量が対象国合計排出量の 55%と大きいこと、2050 年までの経済水準の伸び率がエチオピアに次いで大きいことに起因している。

インドの産業サブセクターにおいては、エネルギー多消費産業である鉄鋼セクター、セメントセクターの伸びが予想される。また、削減ポテンシャルという観点からは、IEA が 2014 年に発表したエネルギー技術展望においても、インドの鉄鋼部門における鉄生産 1 トン当たりの削減ポテンシャルは、世界の主要排出国の中でもウクライナ、中国に次いで大きいという分析結果が発表されている（下図）。将来的な発展が見込まれる主要排出セクターにおいて最新技術導入やエネルギー管理ノウハウの支援を行うことによって、本推計によって導き出された削減ポテンシャルの現実化が可能となることが示唆されていると言える。

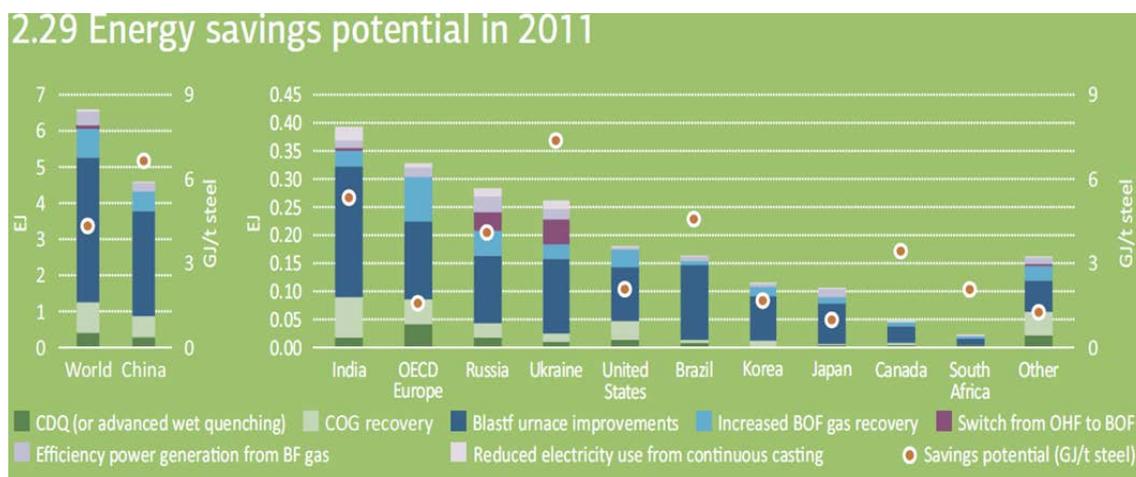


図 1.2-16 主要排出国の鉄鋼部門における削減ポテンシャル

出所) International Energy Agency, “Energy Technology Perspectives” 2014

1.2.3. その他セクター

1.2.3.1. 排出の特徴

2014年の対象国におけるCO₂排出総量に占めるその他セクターの割合⁵は、最も大きいバングラディッシュで約37%、最も小さいケニアで約12%となっている。(下図の緑の部分)

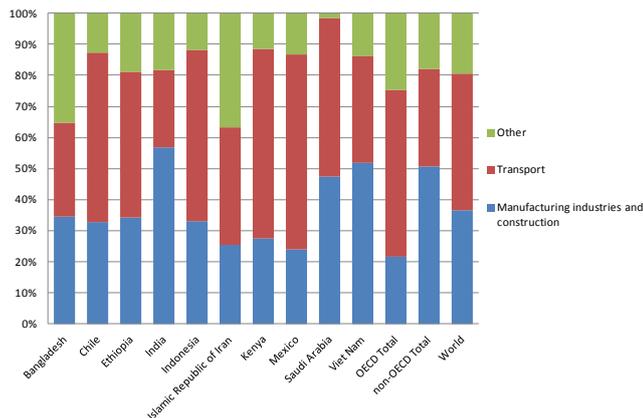


図 1.2-17 セクター別 CO₂ 排出量の割合

出所) IEA, "CO₂ Emission from Fuel Combustion"より作成

その他セクターにおけるCO₂排出量の内訳においては、対象国のどの国においても、家庭部門からの排出量が50%以上を占めている。サウジアラビアにおいてはほぼ100%が家庭部門からの排出量となっている。

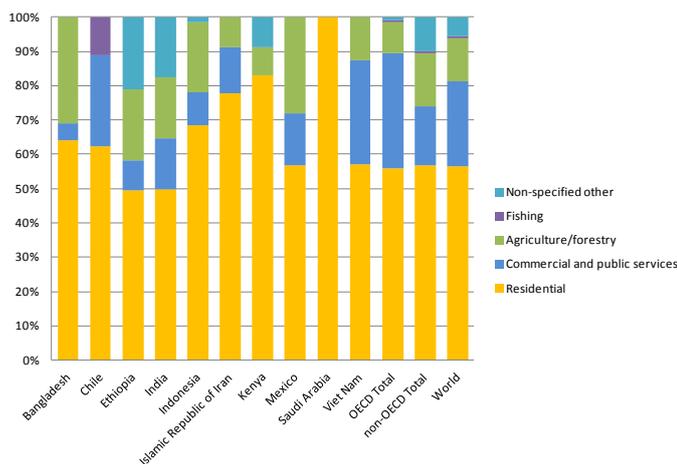


図 1.2-18 その他部門における CO₂ 排出量の内訳

出所) IEA, "CO₂ Emission from Fuel Combustion"より作成

⁵ その他セクターのCO₂排出量は、最終需要部門の総CO₂排出量から産業部門・運輸部門のCO₂排出量を差し引いた数字である。

1.2.3.2. 計算の背景

上記1で述べたその他セクターの特徴に基づくと、当該セクターにおけるCO₂排出量は、家庭部門が主要な排出源となる。このため、本分析では家庭部門を中心とした推計方法に焦点をあてる。

家庭部門排出量の指標としては、先行研究では世帯あたりCO₂もしくは人口あたりCO₂を使う文献が多く見られる。例えば、IEA（2014）では部門においては世帯数を活動量として採用することを推奨している。一方、先進国等のデータ整備の進んでいる地域では世帯数を活動量として採用することも可能であるが、本分析において対象とする国々では世帯数統計（および予測値）が整備されていない国もある。このため、本分析では、人口を活動量として推計を試みることにした。

Figure 4.5 • Pyramid of residential* indicators

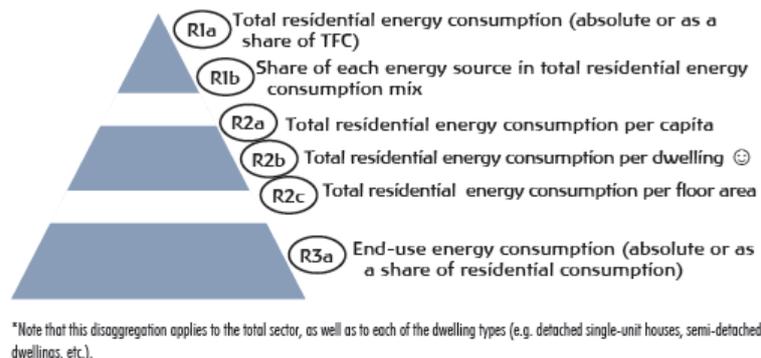


図 1.2-19 家庭部門効率指標の概要

出所) IEA“Energy Efficiency Indicators: Fundamentals on Statistics”2014

1.2.3.3. 計算方法

(1) CO₂/GDP 原単位

家庭部門のCO₂排出量は、経済成長と共に増加する傾向がある。下図は2014年における世界140カ国の一人あたりCO₂排出量と経済水準（一人あたりGDP）の関係を見た図である。家庭部門のCO₂排出量は、気象条件、生活様式にも大きく影響を受けるものの、傾向としては一人あたり排出量水準と経済成長が正の相関があることが見て取れる。そこで、将来のBAU一人あたりCO₂排出量は、説明変数を一人あたりGDPとし、140カ国のデータから得られた回帰式（対数）を用いて算出した。なお上記で述べた各国個々の事情に考慮するために、各国の足元（2014年）から成長曲線が開始するように係数の調整を行った。

以上の考え方にに基づき、2030年、2050年の一人あたり排出量原単位（CO₂/POP）と一人あたりGDP（GDP/POP）を用いた以下の式より推計を行った。

式 1

$$\frac{\text{CO2}}{\text{人口}} = \text{係数} \times \text{Log} \left(\frac{\text{GDP}}{\text{人口}} \right) + \text{切片} + \text{調整項}(\text{2014 年実績} - \text{2014 年推計値})$$

人口予測：国連世界発展指標を引用

GDP 予測：国際通貨基金予測値（2021 年まで）を用いて推計

(2) CO2 排出量

2030 年、2050 年の BAU の CO2 排出量については上記でもとめた一人あたり CO2 排出量に人口を乗ずることで算出することとした。

式 2

$$\text{CO2} = \frac{\text{CO2}}{\text{人口}} \times \text{人口}$$

人口予測：国連世界発展指標を引用

CO2/POP（一人あたり CO2 排出量）：式 1 より推計

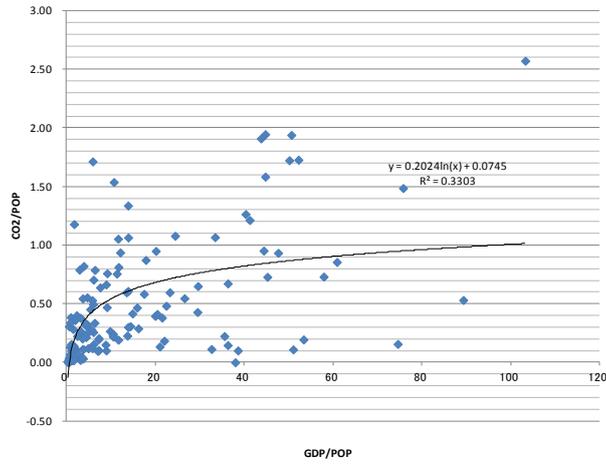


図 1.2-20 一人当たり CO2 排出量と経済成長水準の関係

出所) IEA, "CO2 Emission from Fuel Combustion" より作成

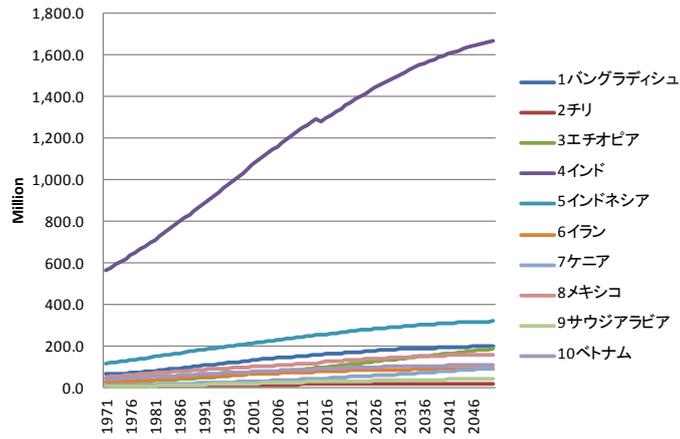


図 1.2-21 人口成長予測値

出所) United Nations より作成

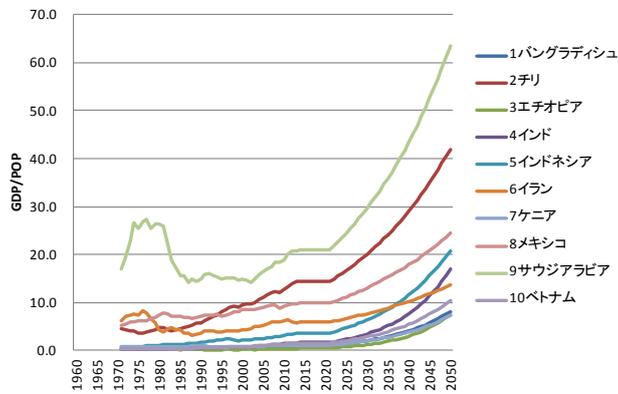


図 1.2-22 一人あたり GDP 予測値

出所) International Monetary Fund より推計

1.2.3.4. 推計結果

(1) BAU 一人あたり CO2 排出量

2030年、2050年ともに、BAUの一人あたりCO2排出量（原単位）は、殆どの国で増加する。これは経済成長とともに豊かになった結果であることが推測される。

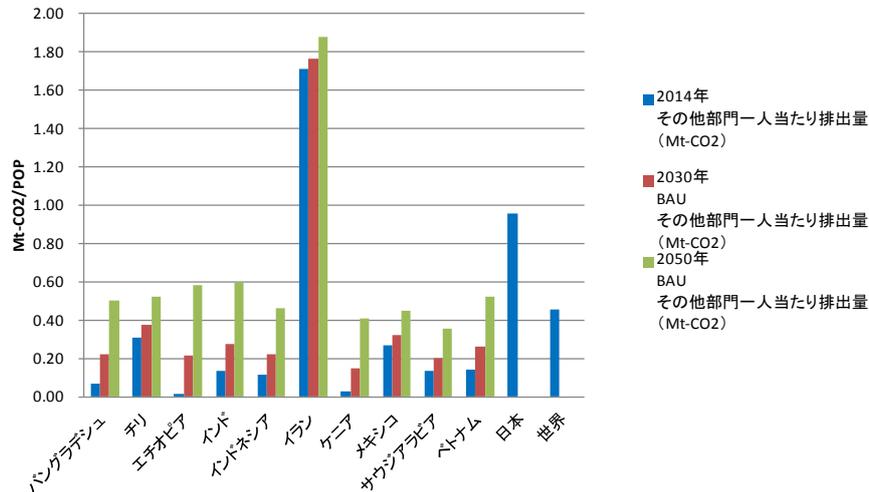


図 1.2-23 一人あたり CO2 排出量 (国別、年別、ケース別)

(2) CO2 排出量

将来のCO2排出量は、上記で求めた一人あたりCO2排出量（原単位）に人口の将来予測値（活動量）を乗じることで算出した。また、本試算ではCO2排出原単位について現状を維持するという努力ケースも推計し、2030年、2050年それぞれのBAU排出量と努力ケースCO2排出量を導出し、二つのケースの差分を削減ポテンシャルとした。

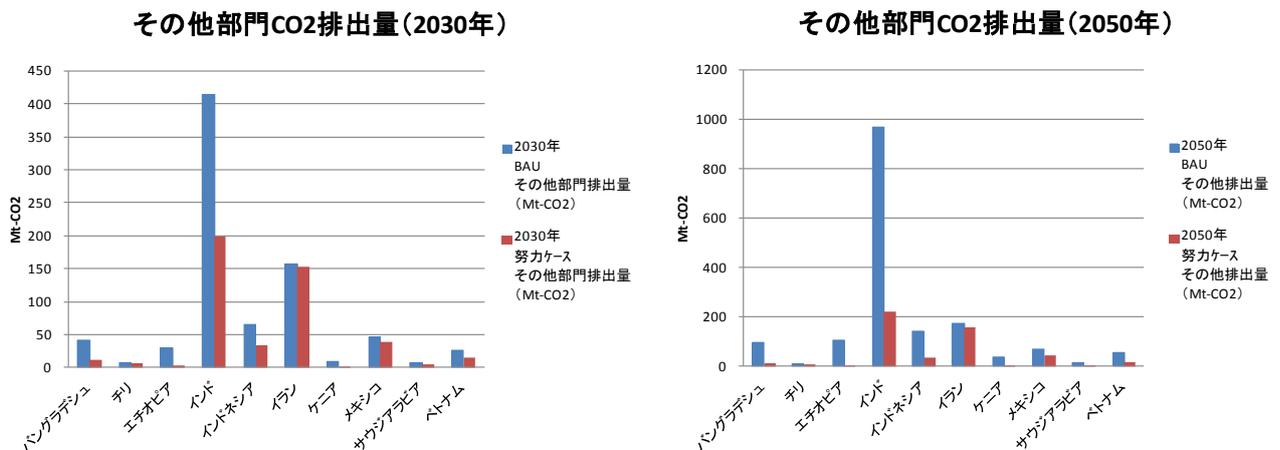
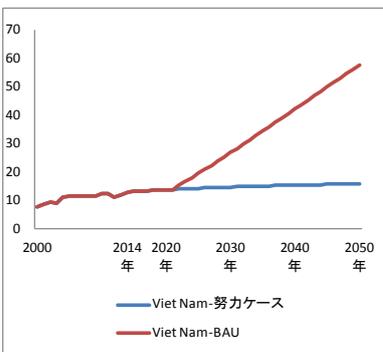
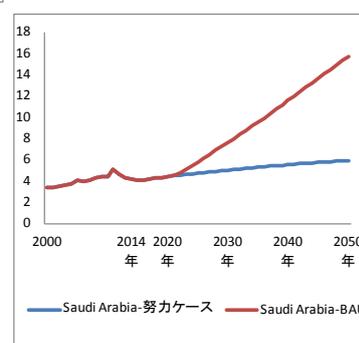
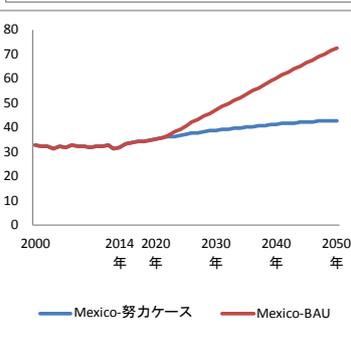
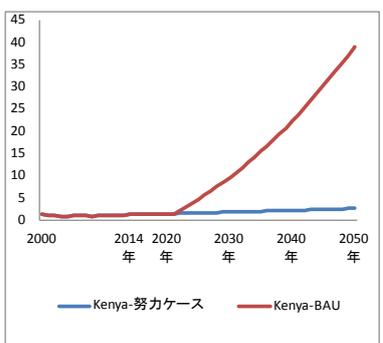
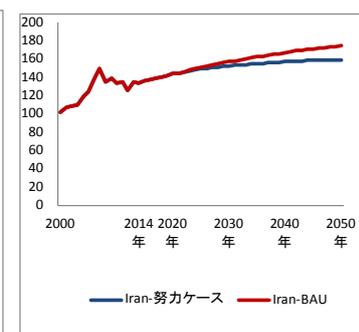
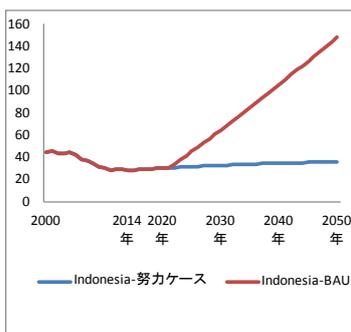
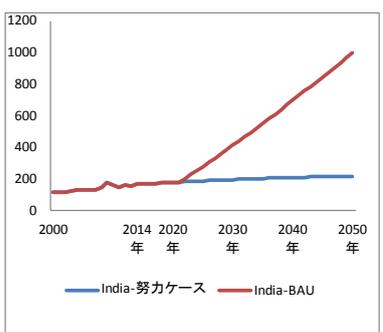
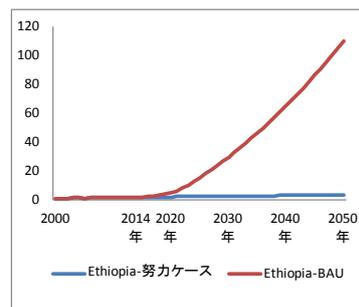
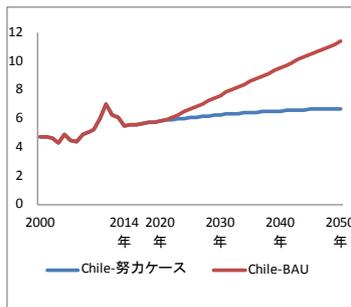
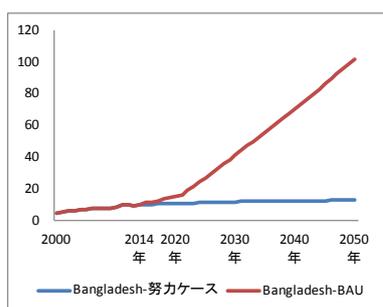


図 1.2-24 その他部門 CO2 排出量 (国別、年別、ケース別)

(3) その他セクター削減ポテンシャル (国別)

	2014年 その他部門一 人当たり排出 量 (Mt-CO2)	2030年 BAU その他部門一 人当たり排出 量 (Mt-CO2)	2050年 BAU その他部門一 人当たり排出 量 (Mt-CO2)	2014年 その他部門排 出量(Mt- CO2)	2030年 BAU その他部門排 出量(Mt- CO2)	2030年 努力ケース その他部門排 出量(Mt- CO2)	2050年 BAU その他排出量 (Mt-CO2)	2050年 努力ケース その他排出量 (Mt-CO2)	2030年 排出量削減ポ テンシャル (Mt-CO2)	2050年 排出量削減ポ テンシャル (Mt-CO2)
Bangladesh	0.07	0.22	0.51	10	42	12	99	13	30	86
チリ	0.31	0.38	0.52	6	8	6	11	7	1	5
エチオピア	0.02	0.22	0.58	2	30	2	105	3	27	102
インド	0.13	0.28	0.60	172	414	198	968	221	216	747
インドネシア	0.11	0.22	0.46	29	65	33	144	36	32	108
イラン	1.71	1.77	1.88	134	157	152	174	159	5	15
ケニア	0.03	0.15	0.41	1	10	2	37	3	8	35
メキシコ	0.27	0.32	0.45	32	47	39	72	43	8	29
サウジアラビア	0.13	0.20	0.36	4	8	5	15	6	3	9
ベトナム	0.14	0.26	0.52	13	27	15	56	16	12	40



1.2.3.5. 分析結果について

対象国におけるその他部門の CO2 排出量は、家庭部門が主要な割合を占めていることが特徴である。家庭部門のエネルギー消費の特徴として、経済成長とともに生活も豊かになり、ある程度の経済水準に到達するとその伸び方が緩やかになる（あるいは減って行く）ことが予測される⁶。他方で、特に家庭部門のエネルギー消費量については、気候、食、文化のあり方が大きく影響するため、各国がそれぞれに抱える背景事情をくみ取る必要がある。このため、本分析においては、上記で掲げる事項を勘案し、経済成長と一人あたり CO2 排出量の関係については各国それぞれの水準で改善していくという仮定を置いた。

対象国合計の削減ポテンシャルでみると、2030 年で 3 億 4200 万トン、2050 年では 10 億 7500 万トンである。最も大きい削減ポテンシャルはインドであり、ついでバングラデシュ、チリであった。インド、バングラデシュにおいては、現時点の家庭部門のエネルギーは薪等の再生可能エネルギーが大半を占めており、今後の経済発展とともに急速にエネルギーインフラが発展した場合は、化石燃料や電力に置き換わっていくことが予想される。特にまだ未開発の農村地帯の住居建設あるいは家庭用エネルギー消費機器が市場に大きく出回るタイミングで、我が国が保有する高効率白物家電技術やエネルギー寡消費型の都市開発を支援することができれば、本分析で推計された削減量の達成が現実味を帯びてくる⁷。他方で、こういったタイミングの見極めは難しく、また世界との競争も激しいことから、我が国政府は主要排出国との連携を深めるとともに、民間部門ではこれらの国のニーズに即した商品の提供を見据えた技術戦略が不可欠であると言える。

⁶環境クズネツ曲線と言う概念がある。これは、横軸に 1 人当たり平均所得を取り、縦軸に環境汚染の程度を取ると、1 人当たりの所得増加につれて初めは汚染が増大し、一定レベルに達した後、やがて低下に転ずる逆 U 字型の曲線を描く。この曲線を環境クズネツ曲線と呼び、所得水準の向上につれ、環境規制の技術や制度が整い、人々が環境をより重視するようになるので、経済活動が活発になっても環境汚染が相対的に減少すると解釈されている（出所：植田,2007）。

⁷インドでは、4 人に 1 人が電気を使用できない状態であり、特に貧しい地域などで電化されていない世帯が残っている。JETRO (2013) によれば、インドの発電能力は、2012 年 12 月現在 210.54GW で、2011-12 年の発電量は 855Twh。都市部の 92.7%、農村部の 55.3%が電化されているが、需要が供給を超えており、農村部では一人当たり電力消費量が非常に少ない状況にある。ほとんどの農村部は、一日に数時間しか電気の供給がなく、しかも途中で停電や電圧の低下が起きている。また、バングラディッシュにおいては、電力需要が日々増加していると報告されており、需要が供給を常に超えている状態であるため、人々はしばしば停電を強いられている。農村部では 42.49%の人々が電気を利用でき、都市部では 90.10%に上る。国全体の電化率は 55%である。照明と扇風機の次に、テレビが最も一般的な電化製品であると判明した。また、電気がない地域では、人々は灯油やバイオガス、太陽光発電などを利用している。（出所：JETRO,2013）

1.2.4. 運輸部門

1.2.4.1. 分析対象範囲

対象国における道路部門のエネルギー消費は運輸部門の大半を占めるため、道路部門を対象にエネルギー消費量の削減ポテンシャルを試算する。

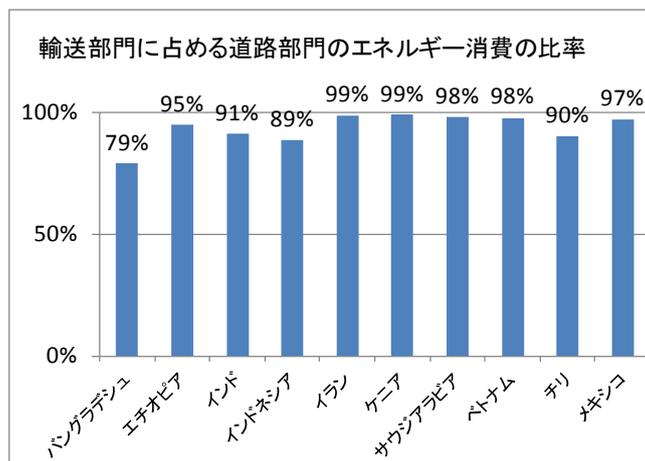


図 1.2-25 道路部門のエネルギー消費の比率

出所) Non-OECD Energy Balance Table, IEA(2016)

1.2.4.2. 世界の燃費の推移

GFEI の調査結果によると、2005~2013 年における世界の自動車燃費は OECD 諸国では年率 2.6%、非 OECD 諸国では 0.2%それぞれ改善した。OECD の燃費水準が顕著に改善し、非 OECD 諸国は燃費改善が進んでいないことが分かる。これは OECD 諸国において燃費規制が強化され、非 OECD 諸国においては燃費規制が十分に整備されていない結果と思われる。

表 1.2-2 OECD と非 OECD 諸国の燃費推移の比較

		2005	2008	2011	2013
OECD average	average fuel economy (Lge/100km)	8.6	7.9	7.3	6.9
	annual improvement rate (% per year)	-2.7%	-2.6%	-2.6%	
Non-OECD average	average fuel economy (Lge/100km)	7.3	7.4	7.3	7.2
	annual improvement rate (% per year)	0.5%	-0.4%	-0.9%	
Global average	average fuel economy (Lge/100km)	8.3	7.7	7.3	7.1
	annual improvement rate (% per year)	-2.3%	-1.9%	-1.8%	
		-2.0%			

出所) International comparison of light-duty vehicle fuel economy: Evolution over 8 years from 2005 to 2013 <http://www.fiafoundation.org/media/45112/wp11-iea-report-update-2014.pdf>

世界主要国の実績燃費と燃費目標を見ると、OECD 諸国は大きくリードしていることが分かる。

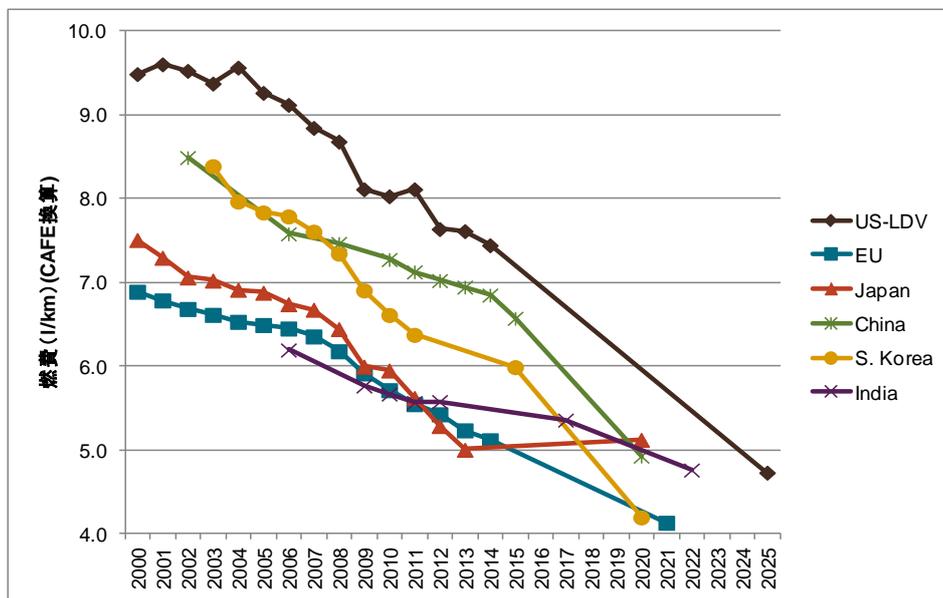


図 1.2-26 世界主要国の実績燃費と燃費目標の推移

出所) Data tables, ICCT (2015) <http://www.theicct.org/info-tools/global-passenger-vehicle-standards>

1.2.4.3. 日本の燃費

日本の燃費水準は世界のトップ水準にあり、新車販売ベースでは途上国に比べて効率が32%高い。日本の自動車省エネ技術の海外普及によって大きい省エネ効果が期待できる。

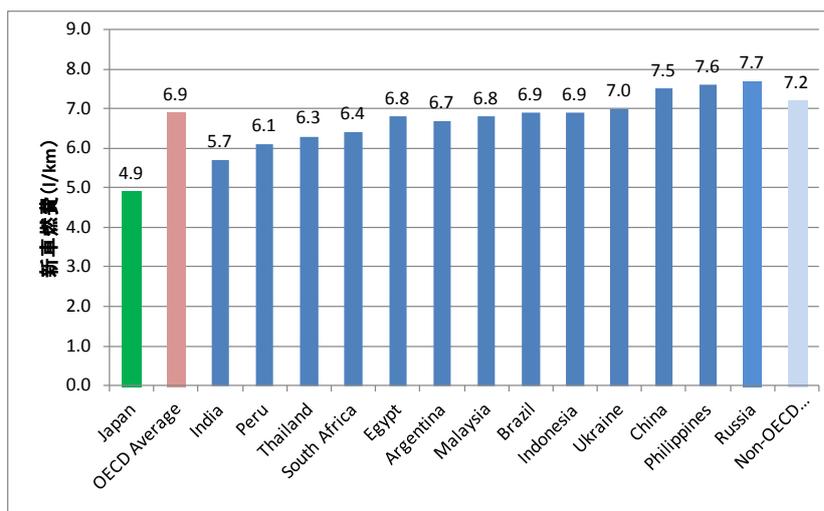


図 1.2-27 日本の燃費水準

出所) International comparison of light-duty vehicle fuel economy: Evolution over 8 years from 2005 to 2013 <http://www.fiafoundation.org/media/45112/wp11-iea-report-update-2014.pdf>

1.2.4.4. 自動車普及台数

経済成長と所得向上を背景に対象各国は自動車の普及が今後も大きく進むと予測される。

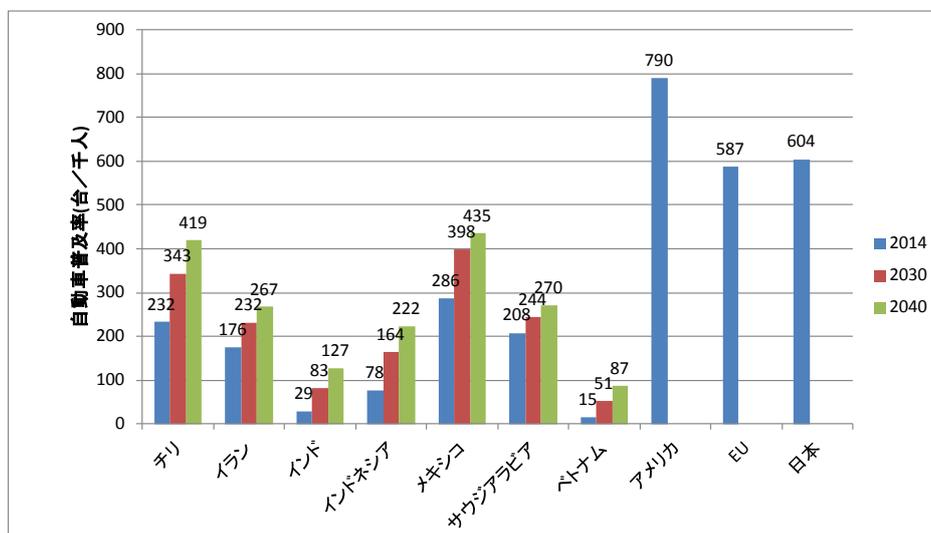


図 1.2-28 自動車普及台数の予測

出所) IEEJ エネルギーアウトルック 2016

1.2.4.5. 自動車のエネルギー消費の予測

その結果、自動車のエネルギー消費が増加すると考えられる。

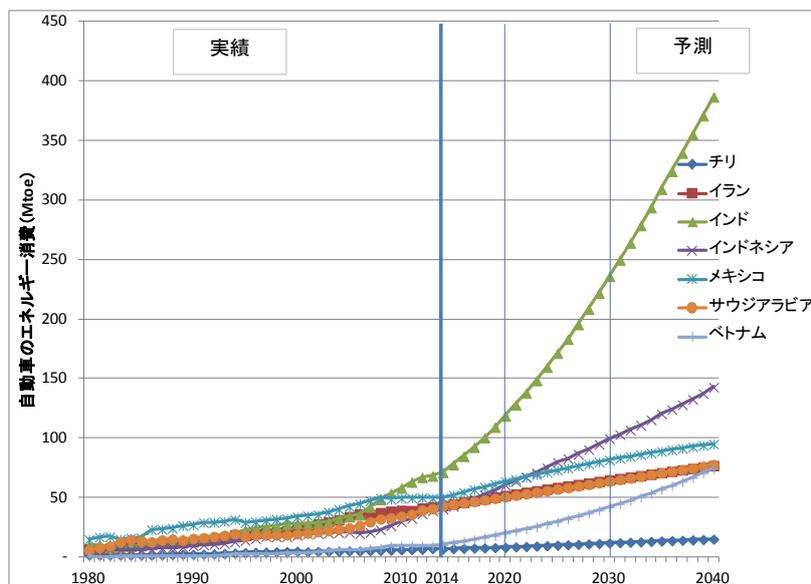


図 1.2-29 自動車のエネルギーの消費の予測

出所) IEEJ エネルギーアウトルック 2016 により試算 (2014年自動車一台当たりのエネルギー消費により試算)

1.2.4.6. 台あたりのエネルギー消費

自動車の普及増加を背景に、エネルギー消費の増加を抑えるには、一台当たりのエネルギー消費を抑さえる必要がある。対象国では、台あたりのエネルギー消費量が低下しているものの、高い水準にある（2014年）。

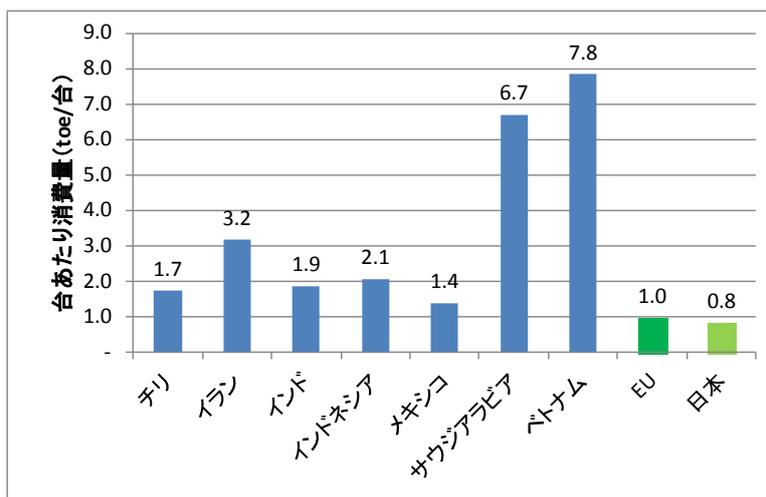


図 1.2-30 台あたりのエネルギー消費（2014年）

出所) IEEJ エネルギーアウトLOOK 2016 により試算

1.2.4.7. 台あたりのエネルギー消費量の低下率

対象国の台あたりのエネルギー消費量の低下率は高い（2004-2014）。前述したように、同期の非 OECD 諸国の燃費改善が少なかったもの事実である。従って、対象国の台あたりのエネルギー消費量の低下は、主として自動車普及率の増加によって自動車の利用率が低下したことや、道路交通状況が改善したことなどに持たされた結果と考えられる。

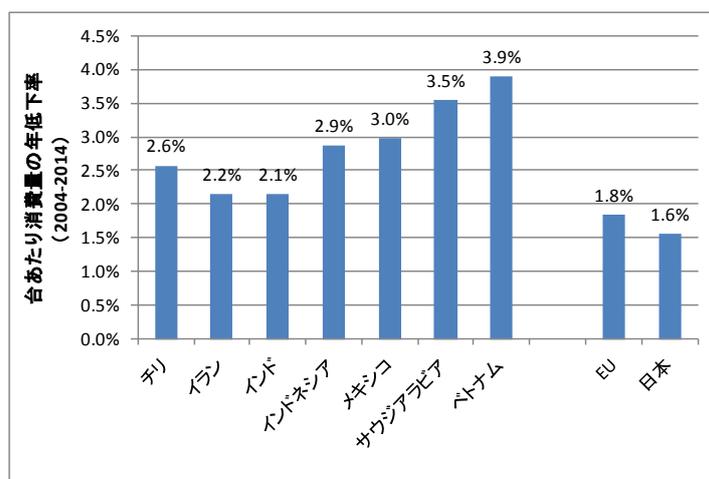


図 1.2-31 台あたりのエネルギー消費の低下率（年平均）

出所) IEEJ エネルギーアウトLOOK 2016 により試算

回帰分析を行った結果、ほとんどの対象国では自動車の普及率が台あたりのエネルギー消費量の減少率と正の相関にある。

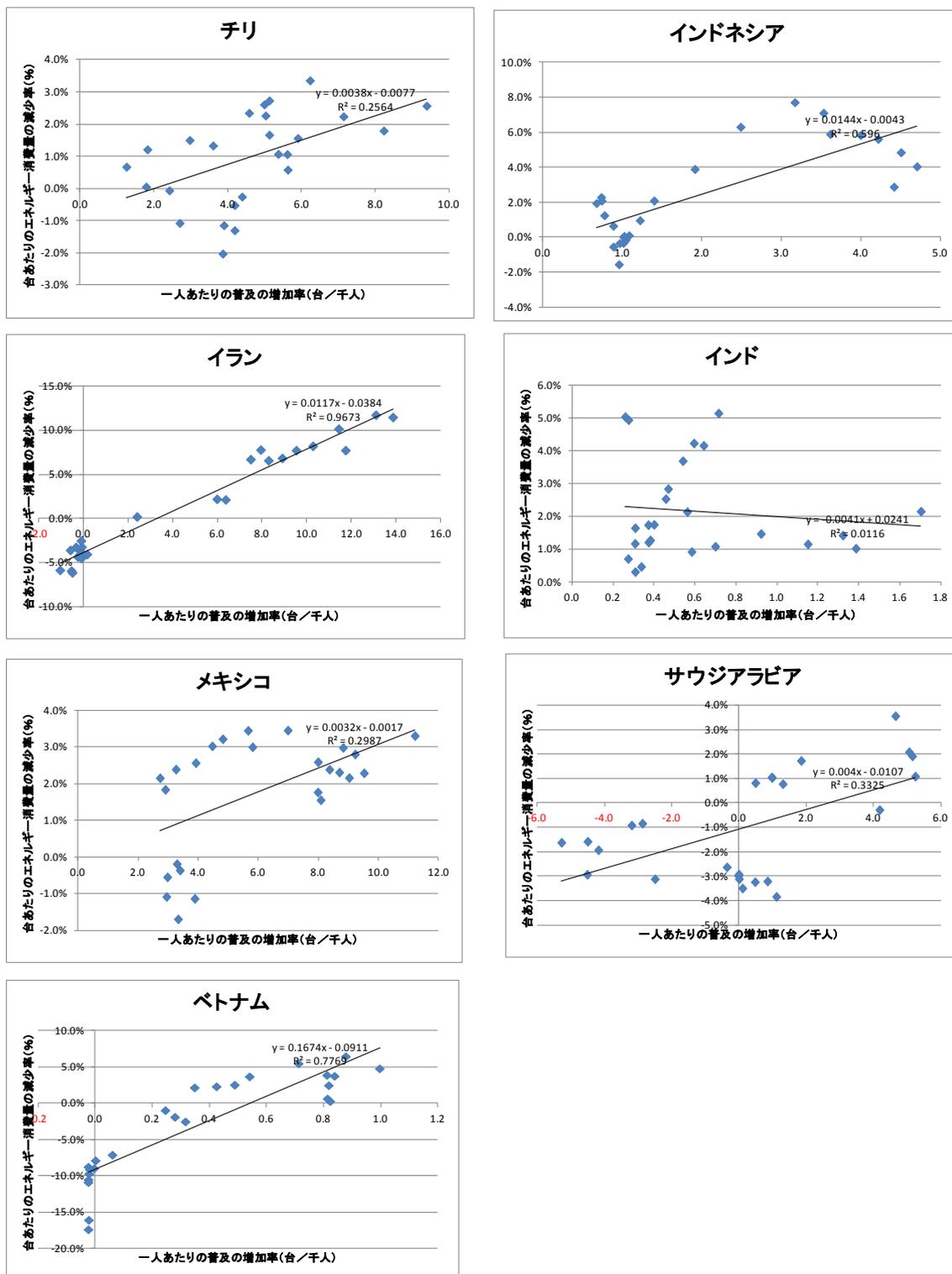


図 1.2-32 普及率と台あたりのエネルギー消費の関係

1.2.4.8. ケース設定

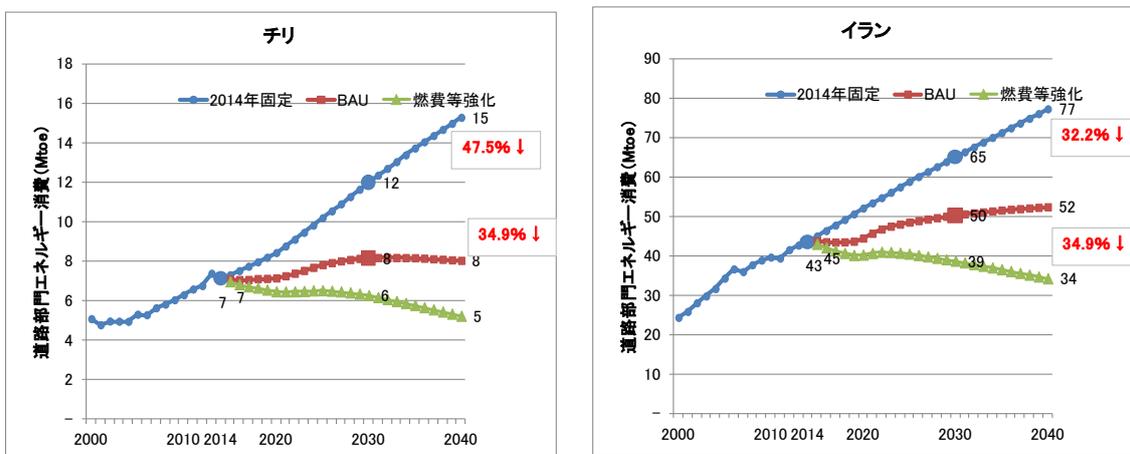
2040年までを時間軸にした場合、対象国において台あたりのエネルギー消費量の低下が今後もしばらく続くものと考えられる。本試算ではこれをBAUケースとする。

日本のように、自動車普及率が高いにもかかわらず、燃費改善策等を力強く取り込んでいる結果、台あたりのエネルギー消費の年低下率が1.6%（OECD諸国の平均は1.3%、（2004~2014年））を実現した。これは自動車燃費技術が低炭素エネルギー技術として削減ポテンシャルが大きいことが示唆されている。このことを参考に、対象国のBAUケースに同改善率を上乗せしたものを燃費等強化ケースとする。

1.2.4.9. 削減ポテンシャルの計算結果

削減ポテンシャルの計算結果は図1.2-33と表1.2-3に示す。対象国のエネルギー消費量がBAUに対して35%減少となった。削減量の大きい順では、インド324Mt-CO₂、インドネシア64Mt-CO₂、メキシコ61Mt-CO₂、イラン53Mt-CO₂、サウジアラビア44Mt-CO₂、ベトナム36Mt-CO₂、チリ8Mt-CO₂とそれぞれ計算される。

参考までに、台あたり消費量を2014年に固定した2014年固定ケースと比較した場合最大90%の省エネポテンシャルが試算される。



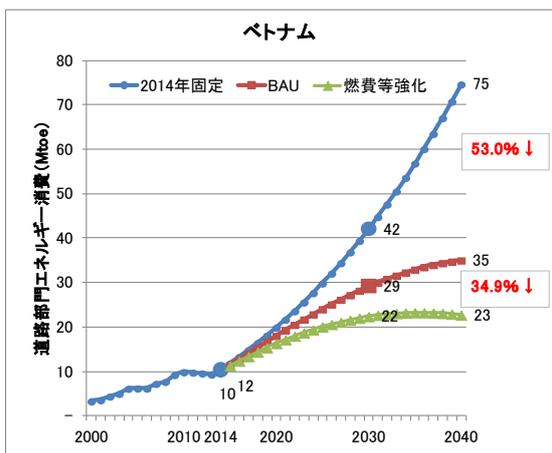
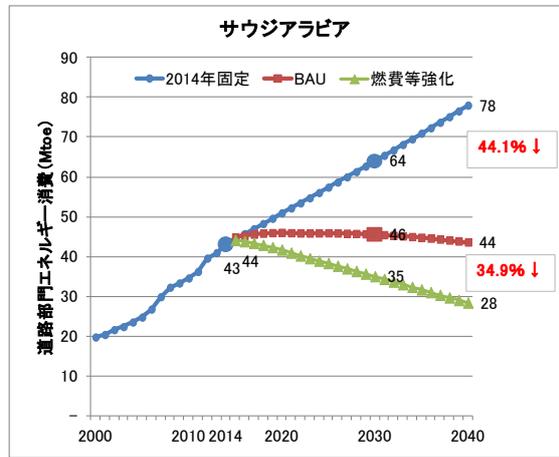
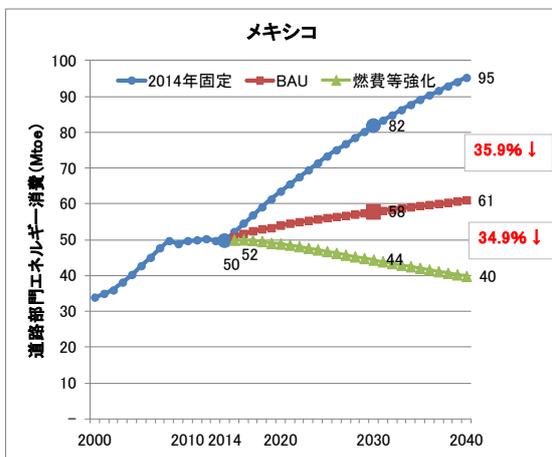
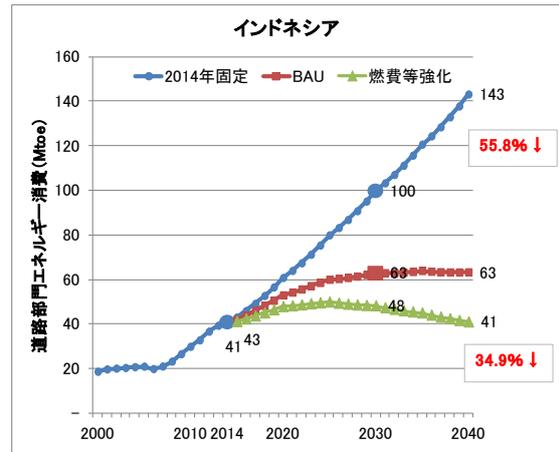
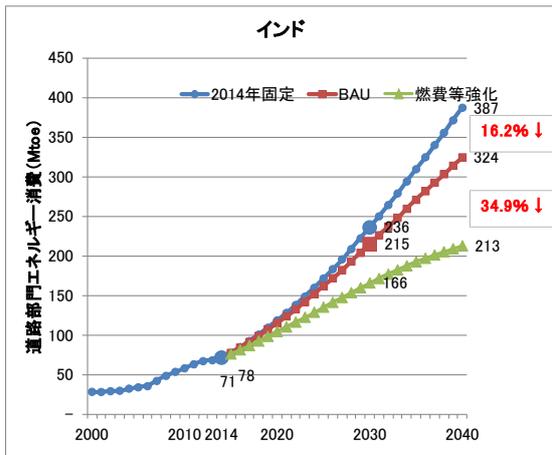


図 1.2-33 削減ポテンシャル

表 1.2-3 削減ポテンシャル

	エネルギー消費量(Mtoe)								CO2削減量(対BAU)	
	2014年固定		BAU		燃費等強化		ポテンシャル(対BAU)		(Mt-CO2)	
	2030年	2040年	2030年	2040年	2030年	2040年	2030年	2040年	2030年	2040年
CHL	12	15	8	8	6	5	2	3	5	8
IRN	65	77	50	52	39	34	12	18	34	53
IND	236	387	215	324	166	213	49	112	143	324
IDN	100	143	63	63	48	41	15	22	43	64
MEX	82	95	58	61	44	40	13	21	39	61
SAR	64	78	46	44	35	28	11	15	31	44
VNM	42	75	29	35	22	23	7	12	20	36

1.2.4.10. 分析結果について

運輸部門のエネルギー消費は最終消費ベースではエネルギー消費の3割程度を占めている。近年新興国は顕著な経済成長を背景にモーターリゼーションが進み、運輸部門のエネルギー消費が他の部門を上回った比率で増加しており、地球温暖化対策の観点から最も重要なセクターとなっている。

本試算では、ICE エンジン技術をベースにした現在の自動車技術も今後も続くことを前提にしている。この場合自動車燃費技術を適切に導入し燃費水準を向上させれば、2040年時点インドだけでも324Mt-CO2を削減できる。従って、世界トップ水準にある日本の自動車の燃費技術をいかに海外に導入と普及させるかは重要な課題となっている。

一方、長期的な視点に立ってみると、今後は電気自動車や燃料電池自動車等次世代自動車の普及が急速に進む可能性がある。この上に自動運転技術をさらに加えると、自動車のエネルギー消費とCO2排出量を一層削減することができる可能性があるため、日本はこの分野においてリーダーシップを発揮するために引き続き自動車技術の研究開発を進めることが必要とされている。

1.2.5. CCS

(1) 方法論

2030 年以降に運転開始する石炭火力・天然ガス火力発電所全てに CCS 設備が導入されると仮定して、それら発電所からの排出量を CCS による削減量とした。

その排出量の累積が CCS 貯留ポテンシャル (Global CCS Institute, 2016, *Global Storage Portfolio* による推定資源量) を超える場合には、その上限を CCS による削減量とした。

(2) 算定結果

2050 年の CCS による排出削減ポテンシャルは、合計で 22.1 億トンである。インドが 13.8 億トンと 6 割を占め、インドネシア 2.0 億トン、ベトナム 1.9 億トン、イラン 1.8 億トン、メキシコ 1.5 億トンと続く。

表 1.2-4 2050 年の CCS の削減ポテンシャル

	MtCO ₂	
	発電所からの 排出量	削減 ポテンシャル
バングラデシュ		
チリ	40.0	40.0
エチオピア		
インド	1,377.3	1,377.3
インドネシア	521.4	200.0
イラン	181.4	181.4
ケニア		
メキシコ	152.9	152.9
サウジアラビア	68.6	68.6
ベトナム	193.9	193.9
合計		2,214.2

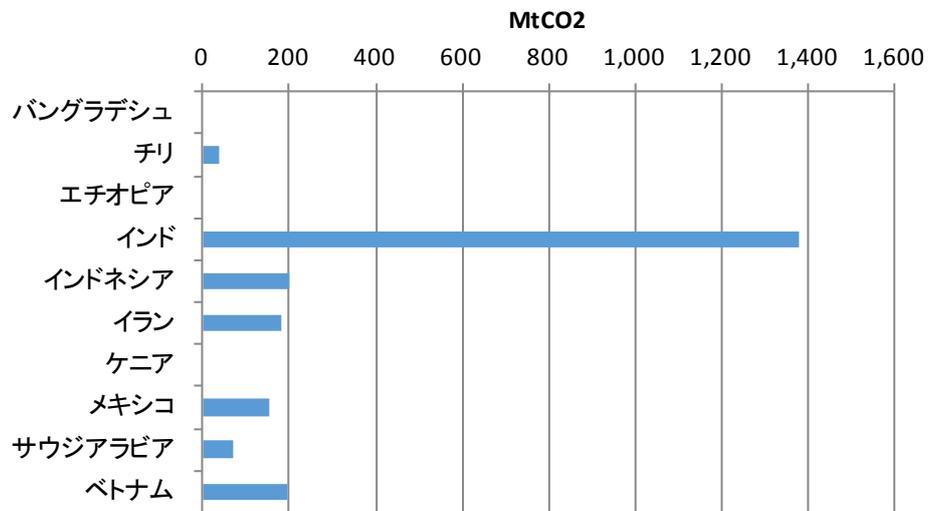


図 1.2-34 2050 年の CCS の削減ポテンシャル

1.3. BAU の幅の透明化

途上国の多くは BAU と比較して、「一定%」の排出削減を行うことを約束している。しかし、BAU の仮定には幅があり、BAU ラインは不透明である。2030 年時に、約束が達成されたかは、BAU の仮定に左右され、削減努力も不透明となる。削減努力のうち発電セクター分を、1.2.1.で検討した排出削減ポテンシャルを用いて透明化することにより、BAU ラインの不透明幅を狭くすることを試みた。

具体的には、次のように BAU の幅の透明化を行った（下図参照）。①BAU から目標までの削減量は、②BAU の幅により増減する。③発電部門の排出削減ポテンシャルを固定化したことで、④BAU からの削減量のうち不確実分を縮小することができる。⑤発電部門のポテンシャルの固定化により、その BAU からの削減量に対する割合に応じて BAU の幅も減少する⁸。

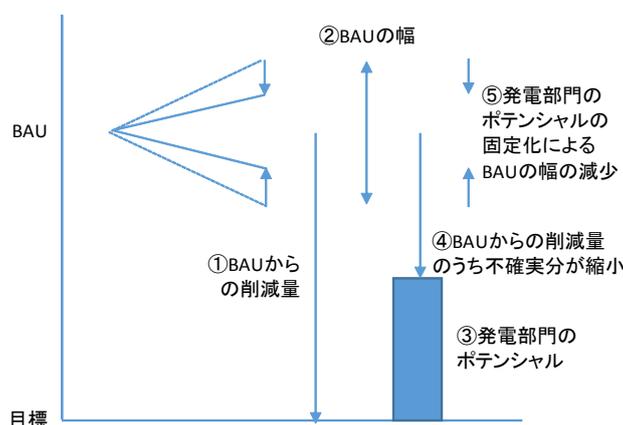


図 1.3-1 BAU の幅の透明化

⁸ 式で記述すると次のようになる。

$$BAU * RL * a = EG + Others$$

ただし、

BAU : BAU 排出量

RL : 削減水準 (%)

a : BAU 変動

EG : 発電部門の排出削減ポテンシャル

Others : 目標達成に必要な削減量 (発電部門のポテンシャルを除く)

a で整理すると、

$$a = (EG + Others) / (BAU * RL)$$

BAU、RL は定数であり、BAU 変動 a は、発電部門の排出ポテンシャル EG が固定されることにより、その分だけ変動幅が小さくなる。

BAU 幅の削減を、BAU からの削減量に対する発電部門の排出削減ポテンシャルの割合で求めたのが下表である。

表 1.3-1 BAU 幅の削減

	BAU からの削減量 (MtCO ₂ e)	発電部門の 排出削減ポテンシャル (MtCO ₂)	BAU 幅の削減 (BAU からの削減量に 対する割合)
バングラデシュ	12	55	4.60
チリ	14	12	0.89
エチオピア	255	0	0.00
インド	2,893	1,024	0.35
インドネシア	832	173	0.21
イラン	39	55	1.38
ケニア	43	3	0.07
メキシコ	244	69	0.28
サウジアラビア	130	68	0.52
ベトナム	63	51	0.81

バングラデシュ、イランについては、BAU から目標までの削減量を発電部門のポテンシャルが上回っており、両国の目標設定が厳しくないことを示している。一方、エチオピアは、発電部門の排出削減ポテンシャルが小さいため、BAU 幅を削減できなかった。残りの 7 か国については、発電部門の排出削減ポテンシャルを算定したことにより、BAU 幅を縮小することができた。BAU 変動分 1 に対して、チリは 0.89、ベトナムは 0.81、サウジアラビアは 0.52 下げることができたが、ケニアは 0.07、インドネシアは 0.21、メキシコは 0.28 しか下げることができなかった。

以下、バングラデシュ、イランを除く 8 か国について、BAU 幅が BAU から目標までの削減量であるとした場合の BAU 幅の削減を示す。

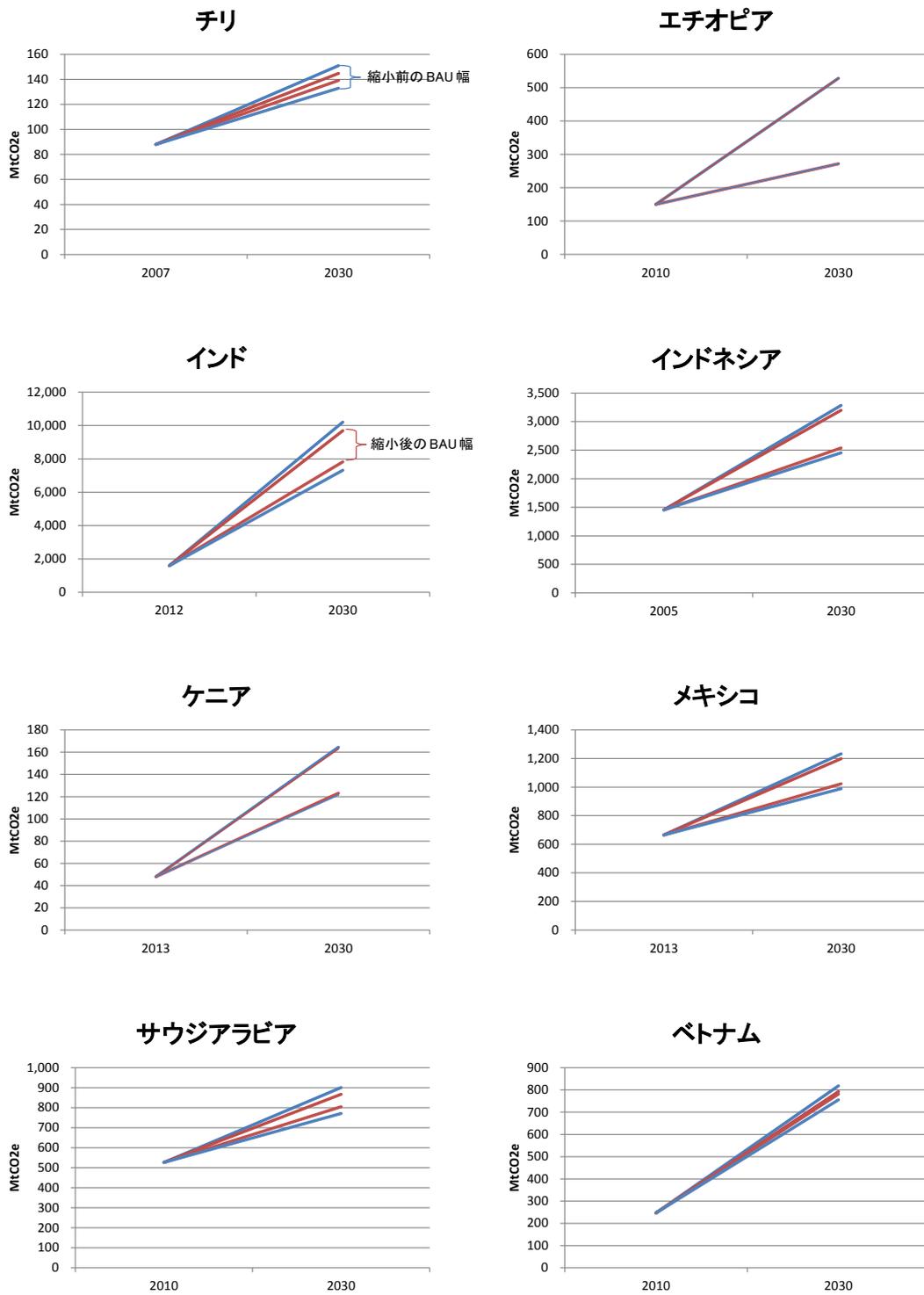


図 1.3-2 BAU 幅の削減

第2章 仮想プロジェクトの予想排出削減量の試算/方法論の共通化

2.1. 仮想プロジェクトの想定技術

日本政府は、Joint Crediting Mechanism (JCM) に関して 2010 年から、様々な取り組みをおこなってきた。その結果、本報告書執筆時 (2017 年 1 月) 時点で、17 カ国の途上国と実施に向けた文書に署名し、32 件の方法論が策定されるとともに、15 件のプロジェクトが登録されるに至った。このような成果が上がっている一方で、課題も指摘されている。登録済みのプロジェクトから得られる排出削減量が極めて小規模なものに留まっていること、導入される技術が省エネ技術に偏っていること等である。JCM の下で、より大きな排出削減量が得られるプロジェクトの実施が、今後の課題となっており、ここでは、各調査対象国毎に仮想プロジェクトを 1 件ずつ設定し、どれだけの削減量が得られるのか試算する。仮想プロジェクトで採用される技術については以下の基準で選定した。

- 日本政府が JCM プロジェクトの開発を支援するために、実施してきた実施可能性調査事業等で、事業の実施可能性調査が行われた事業の中でも、比較的、大きな排出削減量が期待できるもの
- 対象国に賦存する資源を活用する技術
- 今後の経済成長などを踏まえて活用が予想される技術

この基準を踏まえて、選定した技術について CDM の方法論等を参考としながら、どれだけの排出削減量が期待できるのか算定する。各調査対象国における仮想プロジェクトでの想定導入技術、参考とする CDM 方法論は次ページの表にまとめた。

表 2.1-1 仮想プロジェクトの想定導入技術と方法論

地域	国	想定される導入技術	参考とする CDM 方法論
アフリカ	エチオピア	地熱	ACM0002 (再生可能発電)
	ケニア		
中東	サウジアラビア	天然ガス火力	ACM0025 (天然ガス発電)
	イラン		
中南米	メキシコ	石炭火力	ACM0013 (高効率火力発電所)
	チリ		
アジア	バングラデシュ		
	ベトナム		
	インドネシア		
	インド		

2.2. 試算の前提及び情報源

試算にあたっては以下のような情報源を踏まえて想定技術の仕様、排出係数を想定し、予想される排出削減量を算出した。

○想定される導入技術の仕様

個々の試算に当っては以下に示す情報を踏まえて、想定される導入技術の仕様（定格出力、稼働率等）を決定した。

- a. 各国で実施されている JCM 事業の実現可能性調査報告書
- b. CDM での登録済みプロジェクトの情報
- c. その他の新聞報道、企業のプレスリリース等で発表されている対象国で導入が想定されている技術とその仕様。

○排出係数の想定

算定のために想定される排出係数を複数、設定した。その際に参照した情報源は以下の通り。

- a. 各国で実施されている JCM 事業の実現可能性調査報告書で示された排出係数
- b. CDM における登録済みプロジェクトで利用されている排出係数
- c. IPCC のデフォルト値
- d. IEA の統計値

○排出削減量の算定

上記の想定される複数の排出係数の中から最も高い排出係数と、最も低い排出係数の排出削減量を算出した。

2.3. 試算結果

上記のような前提と情報源を踏まえて以下のような試算結果が得られた。

①エチオピア（地熱発電）

プロジェクト発電量 (MWh)		169,944
ベースライン	ケロシン	0.863
C02 排出係数 (tC02/MWh)	ディーゼル	0.889
ベースライン排出量 (tC02)		146,628 ~151,114
プロジェクトの排出係数 (tC02/MWh)		0
プロジェクト排出量 (tC02)		0
リーケージ排出量 (tC02)		0
排出削減量 (tC02)		146,628 ~151,114

○想定される導入技術の仕様

地熱発電（定格出力 20MW、稼働率 97%）を想定。

○ベースライン排出係数

エチオピアについては水力発電が主要な電源となっており、グリッドの排出係数はゼロ。

オフグリッドの排出係数として以下の二つの燃料を想定。

- ✓ ケロシン利用
- ✓ ディーゼル利用

排出係数については IPCC のデフォルト値を踏まえて、発電機の効率を 30%の想定の下で設定。

○プロジェクト排出係数

再生可能エネルギープロジェクトであるためゼロ。地熱については、CH₄ の排出をプロジェクト実施後に計測することが求められているが、ここでは CH₄ の排出量を含めない。

②ケニア（地熱発電）

プロジェクト発電量 (MWh)		4,758,432
ベースライン CO2 排出係数 (tCO2/MWh)	ビルトマージン	0.683
	コンバインドマージン	0.678
	ケロシン	0.863
	ディーゼル	0.889
ベースライン排出量 (tCO2)		3,250,009~4,231,198
プロジェクトの排出係数 (tCO2/MWh)		0
プロジェクト排出量 (tCO2)		0
リーケージ排出量 (tCO2)		0
排出削減量 (tCO2)		3,250,009 ~4,231,198

○想定される導入技術の資料

地熱発電（定格出力 560MW、稼働率 97%）を想定。

○ベースライン排出係数

ケニアの CDM プロジェクトの排出係数を踏まえて、以下の排出係数を設定。

- ✓ ビルドマージン（最大値）
- ✓ コンバインドマージン（最大値）

さらに、オフグリッドの排出係数としてとして以下の二つの燃料を想定。

- ✓ ケロシン利用
- ✓ ディーゼル利用

排出係数については IPCC のデフォルト値を踏まえて、発電機の効率を 30%の想定の下で設定。

○プロジェクト排出係数

再生可能エネルギープロジェクトであるためゼロ。地熱については、CH₄ の排出をプロジェクト実施後に計測することが求められているが、ここでは CH₄ の排出量を含めない。

③サウジアラビア（高効率天然ガス火力発電）

プロジェクト発電量 (MWh)		21,952,000
ベースライン CO2 排出係数 (tCO2/MWh)	オペレーティングマージン	0.654
	コンバインドマージン	0.654
	天然ガス	0.421
	石油	0.714
ベースライン排出量 (tCO2)		14,356,608 ~15,683,860
プロジェクトの排出係数 (tCO2/MWh)		0.331
天然ガス消費量 (t)		2,699,016
天然ガスの CO2 排出係数 (tCO2/t)		2.693
プロジェクト排出量 (tCO2)		7,267,911
リーケージ排出量 (tCO2)		0
排出削減量 (tCO2)		7,088,697~8,415,948

○想定される導入技術の資料

高効率天然ガス火力発電(定格出力 2744MW、1600℃級 J 形、発電効率 61%、稼働率 75%)の導入を想定。

○ベースライン排出係数

サウジアラビアの CDM プロジェクトの排出係数を踏まえて、以下の排出係数を設定。

- ✓ オペレーティングマージン (平均値)
- ✓ コンバインドマージン (平均値)

さらに、IPCC のデフォルト値を踏まえて、以下の燃料の排出係数を設定

- ✓ 同種の燃料として天然ガス (発電効率 48%)
- ✓ 代替する燃料として石油 (39%)

○プロジェクト排出係数

0.331tCO2e/MWh。

④イラン（高効率天然ガス火力発電）

プロジェクト発電量 (MWh)		8,000,000
ベースライン CO2 排出係数 (tCO2/MWh)	ビルトマージン	0.646
	コンバインドマージン	0.669
	天然ガス	0.421
	石油	0.714
ベースライン排出量 (tCO2)		5,164,655 ~5,715,692
プロジェクトの排出係数 (tCO2/MWh)		0.331
天然ガス消費量 (t)		983,607
天然ガスの CO2 排出係数 (tCO2/t)		2.693
プロジェクト排出量 (tCO2)		2,648,656
リーケージ排出量 (tCO2)		0
排出削減量 (tCO2)		2,515,999 ~3,067,037

○想定される導入技術の資料

高効率天然ガス火力発電(定格出力 1000MW、1600℃級 J 形、発電効率 61%、稼働率 75%)
の導入を想定。

○ベースライン排出係数

イランの CDM プロジェクトの排出係数を踏まえて、以下の排出係数を設定。

- ✓ ビルドマージン (平均値)
- ✓ コンバインドマージン (平均値)

さらに、IPCC のデフォルト値を踏まえて、以下の燃料の排出係数を設定

- ✓ 同種の燃料として天然ガス (発電効率 48%)
- ✓ 代替する燃料として石油 (39%)

○プロジェクト排出係数

0.331tCO2e/MWh。

⑤メキシコ（高効率天然ガス火力発電）

プロジェクト発電量 (MWh)		7,120,000
ベースライン CO2 排出係数 (tCO2/MWh)	ビルトマージン	0.378
	コンバインドマージン	0.528
	天然ガス	0.421
	石油	0.714
ベースライン排出量 (tCO2)		2,691,360 ~5,086,966
プロジェクトの排出係数 (tCO2/MWh)		0.331
天然ガス消費量 (t)		875,410
天然ガスの CO2 排出係数 (tCO2/t)		2.693
プロジェクト排出量 (tCO2)		2,357,304
リーケージ排出量 (tCO2)		0
排出削減量 (tCO2)		334,056 ~2,729,663

○想定される導入技術の資料

高効率天然ガス火力発電（定格出力 890MW、1600℃級 J 形、発電効率 61%、稼働率 75%）の導入を想定。

○ベースライン排出係数

メキシコの CDM プロジェクトの排出係数を踏まえて、以下の排出係数を設定。

- ✓ ビルドマージン（平均値）
- ✓ コンバインドマージン（平均値）

さらに、IPCC のデフォルト値を踏まえて、以下の燃料の排出係数を設定

- ✓ 同種の燃料として天然ガス（発電効率 48%）
- ✓ 代替する燃料として石油（39%）

○プロジェクト排出係数

0.331tCO2e/MWh。

⑥チリ (IGCC)

プロジェクト発電量 (MWh)		3,508,380
ベースライン排出係数 (tCO ₂ /MWh)	ベースラインシナリオの技術	0.806
	トップ 15%	0.837
	トップ 15% (5年後)	0.806
	トップ 15% (10年後)	0.776
ベースライン排出量 (tCO ₂)		2,723,856~2,936,104
プロジェクトの排出係数 (tCO ₂ /MWh)		0.679
燃料燃焼量 (t)		1,016,451
熱量 (GJ/t)		26.2
化石燃料の CO ₂ 排出係数 (tCO ₂ /GJ) (下限)		0.0895
プロジェクト排出量 (tCO ₂)		1,816,966
排出削減量 (tCO₂)		211,275 ~363,393

○想定される導入技術の資料

高効率化石燃料火力発電 (IGCC) (定格出力 534MW、発電効率 48%、稼働率 75%) の導入を想定。

○ベースライン排出係数

同種の燃料の下で利用される技術を以下のように設定

- ✓ ベースラインシナリオの技術 (超臨界石炭火力発電のデフォルトの発電効率 40%を踏まえたもの)
- ✓ 同種の技術のトップ 15%の発電効率 (38.5%)
- ✓ 同種の技術のトップ 15%の 5 年後の発電効率 (38.5%から 1.5%改善)
- ✓ 同種の技術のトップ 15%の 10 年後の発電効率 (38.5%から 3%改善)

○プロジェクト排出係数

0.679tCO₂e/MWh。

⑦バングラデシュ (USC)

プロジェクト発電量 (MWh)		2,706,840
ベースライン排出係数 (tCO ₂ /MWh)	ベースラインシナリオの技術	0.806
	トップ 15%	0.921
	トップ 15% (5 年後)	0.968
	トップ 15% (10 年後)	0.926
ベースライン排出量 (tCO ₂)		2,180,360 ~ 2,491,840
プロジェクトの排出係数 (tCO ₂ /MWh)		0.724
燃料燃焼量 (t)		848,792
熱量 (GJ/t)		25.8
化石燃料の CO ₂ 排出係数 (tCO ₂ /GJ) (下限)		0.0895
プロジェクト排出量 (tCO ₂)		1,959,874
排出削減量 (tCO₂)		220,486 ~ 531,966

○想定される導入技術の資料

高効率化石燃料火力発電 (USC) (定格出力 412MW、発電効率 44.5%、稼働率 75%) の導入を想定。

○ベースライン排出係数

同種の燃料の下で利用される技術を以下のように設定

- ✓ ベースラインシナリオの技術 (超臨界石炭火力発電のデフォルトの発電効率 40%を踏まえたもの)
- ✓ 同種の技術のトップ 15%の発電効率 (35%)
- ✓ 同種の技術のトップ 15%の 5 年後の発電効率 (35%から 1.5%改善)
- ✓ 同種の技術のトップ 15%の 10 年後の発電効率 (35%から 3%改善)

○プロジェクト排出係数

0.724tCO₂e/MWh。

⑧インド (USC)

プロジェクト発電量 (MWh)		5,087,808
ベースライン排出係数 (tCO ₂ /MWh)	ベースラインシナリオの技術	0.806
	トップ 15%	0.895
	トップ 15% (5 年後)	0.859
	トップ 15% (10 年後)	0.826
ベースライン排出量 (tCO ₂)		4,098,229~4,553,588
プロジェクトの排出係数 (tCO ₂ /MWh)		0.724
燃料燃焼量 (t)		1,595,398
熱量 (GJ/t)		25.8
化石燃料の CO ₂ 排出係数 (tCO ₂ /GJ) (下限)		0.0895
プロジェクト排出量 (tCO ₂)		3,683,802
排出削減量 (tCO₂)		414,428 ~869,787

○想定される導入技術の資料

高効率化石燃料火力発電 (USC) (定格出力 660MW、発電効率 44.5%、稼働率 88%) の導入を想定。

○ベースライン排出係数

同種の燃料の下で利用される技術を以下のように設定

- ✓ ベースラインシナリオの技術 (超臨界石炭火力発電のデフォルトの発電効率 40%を踏まえたもの)
- ✓ 同種の技術のトップ 15%の発電効率 (36%)
- ✓ 同種の技術のトップ 15%の 5 年後の発電効率 (36%から 1.5%改善)
- ✓ 同種の技術のトップ 15%の 10 年後の発電効率 (36%から 3%改善)

○プロジェクト排出係数

0.724tCO₂e/MWh。

⑨インドネシア (USC)

プロジェクト発電量 (MWh)		6,570,000
ベースライン排出係数 (tCO ₂ /MWh)	ベースラインシナリオの技術	0.806
	トップ 15%	0.895
	トップ 15% (5 年後)	0.859
	トップ 15% (10 年後)	0.826
ベースライン排出量 (tCO ₂)		5,292,135~5,880,150
プロジェクトの排出係数 (tCO ₂ /MWh)		0.724
燃料燃焼量 (t)		3,173,698
熱量 (GJ/t)		16.7
化石燃料の CO ₂ 排出係数 (tCO ₂ /GJ) (下限)		0.0895
プロジェクト排出量 (tCO ₂)		4,756,975
排出削減量 (tCO₂)		535,160 ~1,123,175

○想定される導入技術の資料

高効率化石燃料火力発電 (USC) (定格出力 1000MW、発電効率 44.5%、稼働率 75%) の導入を想定。

○ベースライン排出係数

同種の燃料の下で利用される技術を以下のように設定

- ✓ ベースラインシナリオの技術 (超臨界石炭火力発電のデフォルトの発電効率 40%を踏まえたもの)
- ✓ 同種の技術のトップ 15%の発電効率 (36%)
- ✓ 同種の技術のトップ 15%の 5 年後の発電効率 (36%から 1.5%改善)
- ✓ 同種の技術のトップ 15%の 10 年後の発電効率 (36%から 3%改善)

○プロジェクト排出係数

0.724tCO₂e/MWh。

⑩ベトナム (USC)

プロジェクト発電量 (MWh)		3,942,000
ベースライン排出係数 (tCO ₂ /MWh)	ベースラインシナリオの技術	0.806
	トップ 15%	1.013
	トップ 15% (5年後)	0.945
	トップ 15% (10年後)	0.905
ベースライン排出量 (tCO ₂)		3,175,281~3,994,064
プロジェクトの排出係数 (tCO ₂ /MWh)		0.724
燃料燃焼量 (t)		1,620,612
熱量 (GJ/t)		19.7
化石燃料の CO ₂ 排出係数 (tCO ₂ /GJ) (下限)		0.0895
プロジェクト排出量 (tCO ₂)		2,854,185
排出削減量 (tCO₂)		321,096 ~1,139,879

○想定される導入技術の資料

高効率化石燃料火力発電 (USC) (定格出力 600MW、発電効率 44.5%、稼働率 75%) の導入を想定。

○ベースライン排出係数

同種の燃料の下で利用される技術を以下のように設定

- ✓ ベースラインシナリオの技術 (超臨界石炭火力発電のデフォルトの発電効率 40%を踏まえたもの)
- ✓ 同種の技術のトップ 15%の発電効率 (32.6%)
- ✓ 同種の技術のトップ 15%の 5 年後の発電効率 (32.6%から 1.5%改善)
- ✓ 同種の技術のトップ 15%の 10 年後の発電効率 (32.6%から 3%改善)

○プロジェクト排出係数

0.724tCO₂e/MWh。

2.4. 各国間での方法論の共通化

現在の JCM 方法論は国別に作成しているが、JCM 制度の効率的な運用のため、共通の方法論上の考え方を設定することが課題になっている。ここでは、方法論の共通化の観点から、国の発展度合いや技術に応じて排出係数を設定することを検討する。

(1) JCM における方法論共通化の必要性

最新の高効率石炭火力発電、高効率天然ガス火力発電、地熱、太陽光等の優れた技術を導入することで得られる排出削減量を適切に反映させるためには、排出削減量の算定の基礎となる排出係数の設定が重要な役割を担っている。排出係数は、各国の電源構成や電源開発計画が大きく異なるため、各国毎に排出係数を設定する必要があるが、それぞれの国の実情を反映させようとするれば、収集しなければならないデータが増えるとともに、計算式も複雑化し、結果として、方法論全体の利便性を損なうこととなる。

そのため、排出係数については、より簡易な方法により算定すること、あるいは予め一定の原則の下でデフォルト値を設定する方法などで、より方法論の利便性を高めることが求められている。

そこで、本調査では、より簡便に排出削減量を算定するため、予め決めた一定の原則の下で、デフォルト値等を活用しながら排出係数の設定方法を共通化することを検討する。その際に、具体的に排出係数の設定の際に、どのような問題があるのか、電源開発の進んでいない低開発国・低所得国への再生可能エネルギー導入の際の課題や、電力需要が急激に増加している（あるいは増加が予想される）途上国や新興国において再生可能エネルギーや高効率火力発電プロジェクトの導入にあたって指摘される問題について、既存の方法論の課題を踏まえて分析する。その上で、これらの課題を踏まえた上で、どのような解決策がありうるのかを検討する。なお、ここで検討の対象とする方法論は、CDM 方法論とする。JCM 方法論は、CDM 方法論に比較して、まだ数も少なく、対象国も限定されているためである。

(2) 既存の方法論の課題

①低開発国・低所得国における課題

基本的に低開発国・低所得国では電力の利用が進んでいない。このことは、電化率が低いことを示すだけでなく、電力の供給能力も十分に開発されていないこと、電源開発がすすんでいないこと、あるいは消費者に電力を供給するための送電網が十分に整備されていないことも意味する。

CDM の方法論では、再生可能エネルギーの導入によって得られる排出削減量は、既存の電源（火力発電所等）から供給される電力が、再生可能エネルギーに代替される前提で算定される。そのため、CDM の方法論の下では、代替される既存の電源の開発が進んでいない場合、再生可能エネルギー導入にあたって、想定される排出削減量を算定するために必

要とされる送電網の排出係数の算定が難しくなることを意味する。

特に、既に電源開発が進んでいる場合でも、水力発電が主要な電源となっている場合（場合によっては、既存の電源は全て水力発電である場合）もある。この場合、追加的に再生可能エネルギーを導入したとしても、既存の電源だけを考慮した排出係数であれば、排出係数はゼロとなり、排出削減量もゼロとなる。事実、上記の仮想プロジェクトの試算をおこなったエチオピアでは、既存の電源は水力発電となっており、CDMの方法論の基本的な考え方を踏襲すれば、エチオピアではどのような再生可能エネルギーを導入したとしても、得られる排出削減量はゼロとなる。

この点については、CDMの下でも解決すべき問題として認識され、その対策として **Suppressed Demand**（抑圧された需要）として位置づけ、特に低開発国における CDM 実施の際のベースライン排出量の算定にあたっては、ホスト国の特殊な事業を勘案することになっている。しかし、その適用にあたっては、複雑な手続きも必要とされており、それにより低開発国におけるプロジェクト開発を促進することが可能となるのか疑問は残る。そのため、低開発国における排出削減事業、特に再生可能エネルギーの導入を促進する観点から、排出係数の設定する際に、より簡素で利便性の高い方法が求められているのである。

②電力需要が増加している（あるいは増加が見込まれる）途上国・新興国での課題

途上国、新興国では経済成長に伴い、既存の電源だけでは電力需要が賅えず、追加的な電源開発が必要となる場合が多い。その際、経済性の高い石炭火力発電の導入が追加的な電源の候補となる。天然ガス等の他の化石燃料資源が賦存している場合でも、外貨獲得用に天然ガスを活用し、自国の電力需要は石炭火力発電によって賅おうとする場合もありうる。自国内に化石燃料資源が賦存しない場合は、安価な石炭を燃料とする石炭火力発電は、急増する電力需要を満たすための電源として、より重要な役割を担うこととなる。再生可能エネルギーの導入についても、その背景には電力需要の増加がある。石炭火力発電については、温暖化等の環境問題もあるため、石炭火力発電の導入だけではなく、再生可能エネルギーの導入によって増加する電力需要を満たすことも視野にいられている場合も多い。

このように電力需要の増加している（あるいは増加が見込まれる）途上国・新興国で再生可能エネルギーや石炭火力発電技術の導入が必要とされている一方で、CDM を活用する場合には排出係数の設定方法の課題に直面する。特に、高効率の石炭火力発電技術の導入にあたっては、方法論の適用そのものに厳しい条件（導入予定の燃料が、既にホスト国の電源の 50%程度を占めていること等）が設定されていることや、排出係数の設定にあっても、同種の燃料を利用した発電技術の現時点での最高水準のレベルの排出係数（プロジェクトのホスト国での同種の燃料を利用した発電技術のトップ 15%の水準）を踏まえ、更に技術の改善率などを考慮して算定することが求められるなど複雑な手続きが必要とされ

ている。このような排出係数の設定により、見込まれる排出削減量が小さくなるため、CDMを活用し、これらの高効率石炭火力発電技術を導入するインセンティブは失われてしまっているのが現状である。

再生可能エネルギーの導入にあたっては、別の課題がある。CDMの下で実施されているプロジェクトの大半は再生可能エネルギーのプロジェクトとなっているが、見込まれる排出削減量を決定する際の排出係数については、その算定に手間取る場合もある。特に、現状では、既存のグリッドの排出係数（オペレーティングマージン）と、既存のグリッドの中でも、最近、導入された施設あるいは今後、導入が見込まれる施設の排出係数（ビルドマージン）を踏まえ、コンバインドマージンと呼ばれる排出係数を算定する必要があり、個々の発電所の細かいデータが必要となる。

一部の国では、政府が定期的に国内の送電網の排出係数を設定し、公表している場合もある。この場合は、事業者は政府の公表した排出係数を利用し、排出係数を設定することができるが、そのような国は一部に限られている。政府などの公的な機関が設定しない場合は、事業者が自らデータ収集を行い、排出係数を設定する必要がある。国によっては、データが十分に揃っていない場合もあり、プロジェクト開発を円滑に進めるための障害となる場合もある。

CDMプロジェクトが最も多く登録されている中国においては、中国政府が、定期的に国内の送電網の排出係数を発表しており、このような公的機関からの支援もCDMプロジェクトが中国国内で多く開発された理由の一つと言えるかもしれない。しかし、全ての途上国政府に中国政府と同様に、自国内の送電網の排出係数を設定する能力がある訳ではなく、何らかの支援や対応が必要とされている。

(3) 方法論の共通化

このように、排出係数の設定にあたっては、課題もあり対応が求められている。ここでは、以下の表に示した排出係数の設定方法を共通化することで対応することを検討する。

表 2.4-1 排出係数の設定方法として考えられる方法

低開発国・低所得国での再エネプロジェクト	✓ ディーゼル代替（プロジェクトがなければ、最低限の生活水準確保のためにディーゼルによる発電が導入されていたと想定）
その他の途上国の再エネ	✓ 全電源平均
高効率火力発電プロジェクト	✓ 既存の同種の燃料の発電施設等の当該発電所が代替する電力の係数を踏まえたもの

出所) 日本エネルギー経済研究所作成

①低開発国・低所得国における排出係数

既に、述べたように低開発国・低所得国での排出係数の設定には難しい問題がある。つまり、再生可能エネルギーを導入するにあたって、そもそも代替すべき電源が十分に開発されておらず、あるいは既存の電源が水力発電のみである場合は、非常に小さい排出削減量しか見込めないこととなる（場合によってはゼロ）。

そのため、電源開発が進んでいない低開発国・低所得国について再生可能エネルギーを導入する際には、一律でディーゼル発電を代替すると想定し排出係数を設定することが問題の解決策となりうる。電源開発の進んでいない地域、国ではディーゼルやケロシンを利用した発電が行われている場合が多く、再生可能エネルギーの導入によって、これらの化石燃料発電を代替したと見做すのである。より排出係数の高いディーゼルを共通の排出係数と設定することで、より多くの排出削減量が見込まれ、事業者へのプロジェクト開発インセンティブとなることも期待できる。

この共通の排出係数の設定にあたっては、低開発・低所得の国の定義をどのようにするのか、このような排出係数の設定が認められる国をどのように決定するのが、今後の課題である。国全体の所得水準が低い場合と、国の中でも一部の所得水準が低い場合、さらに途上国では国内での電源開発についても大きなバラつきがあるため、一つの国の中でも、電源開発が進み、送電網が整備された地域と、まったく開発が進んでいない地域に分かれる場合もある。このような各国の固有の状況・条件をどのように配慮するかが課題である。

②途上国・新興国における排出係数の設定方法

上記のように途上国・新興国においては、今後の予想される経済成長に対応するために、新たな電源の確保が求められている。その際の追加的に得られる電源からの予想される排出削減量について、どのような排出係数の下で算定するかが課題となっている。

a.再生可能エネルギーの導入にあたっての排出係数

再生可能エネルギーについては、コンバインドマージンと呼ばれる排出係数を算定する必要があるが、このような排出係数を算定するためには、相応のデータが必要となる。政府が排出係数を設定する場合もあるが、事業者が自身でデータを収集することが求められる場合もある。そこで、より簡易な方法として全電源平均での排出係数の設定することが考えられる。この方法は、国際協力銀行が策定した J-MRV において採用されており、IEA 等の国際機関が発表したデータを踏まえて各国の排出係数を設定し、再生可能エネルギーの導入による排出削減量を算定しようとしている。

このような対応については課題も残る。まず厳密な排出削減量の算定の観点から見れば、全電源平均よりも CDM の下で利用されているようなコンバインドマージン等のより、厳密なデータを踏まえた排出係数の方が望ましい。ただ、途上国によっては、そのようなデータ整備が十分ではないことも多いことや、事業者の負担を軽減する観点から全電源平

均での排出係数の算定が求められているところである。

既に述べたように中国政府は、政府機関が国内の送電網の排出係数を発表しており、それを踏まえ、CDM プロジェクトを開発する事業者もプロジェクト開発を行ってきた。このようにプロジェクトのホスト国政府が自ら排出係数を設定し、定期的に更新していくことで、よりホスト国の実情に沿った厳密な排出削減量の算定が可能になる。そのため、現時点では、全電源平均を排出係数の設定方法として共通化するものの、今後はホスト国政府が自ら排出係数を設定することが可能となるような支援を行っていく必要がある。

b. 高効率火力発電技術の導入にあたっての排出係数

高効率火力発電技術の導入についても、排出係数の設定にあたって再生可能エネルギーと同様にデータ収集の課題がある。前出の J-MRV では、高効率火力発電技術の排出係数の設定にあたって、ホスト国における全電源平均あるいは、同種の燃料を利用した発電所の排出係数を活用するとしている。高効率火力発電技術の前提となっているのは、その技術が導入されない場合は、同種の燃料でより効率の劣る発電技術が導入されるという前提となっているため、後者の方法（同種の燃料を利用した発電所の排出係数の活用）もありうる。しかし、途上国によっては、同種の燃料を利用した発電所が存在しない場合がありうる。例えば、仮想プロジェクト（高効率石炭火力発電所）を試算したバングラデシュでは、既存の電源が天然ガス火力発電所のみであり、同種の燃料を利用した発電所が存在しない。そのため、CDM の方法論（ACM00013）を踏まえ、隣接するインドの数値を活用して排出削減量を算定している。

方法論の共通化は、手続きを簡素化することを目的としており、選択肢を設定するよりも、一つの排出係数を設定する方が望ましい。そのため、同種の燃料を利用した発電所が存在しない国でのプロジェクトも想定し、デフォルト値で超臨界発電の発電効率を設定し、それを共通の排出係数として設定する方法が考えられる。

ただ、このような形での共通化には課題も残る。長期的には、発電技術の改善により、今後、さらに効率の発電技術が途上国内にも普及していく可能性が高い。その際に、デフォルト値で設定した発電効率を更新せずに利用し続けていくことが妥当であるか疑問が残る。このような長期的な発電効率の改善について対応するためには、デフォルト値の更新を定期的に行うことが必要となるだろう。問題となるのは、更新の時期であり、頻度が多すぎれば、事業者にとっての利便性が下がるものの、あまりに頻度が少ない場合は、技術改善を十分に反映していると言えるかどうか疑問が残る。事業者にとっての利便性を確保しつつ、技術改善を十分に反映したデフォルト値の設定が、共通の排出係数設定に際しての課題である。

参考資料

丸紅株式会社 平成 27 年度エネルギー需給緩和型インフラ・システム普及等促進事業「イラン・イスラム共和国における発電所設置に係る事業実施可能性調査」 報告書 平成 28 年 3 月

日本エネルギー経済研究所 平成 22 年度地球温暖化対策技術普及等推進事業「インドネシアにおける高効率石炭火力発電設備導入の可能性とその効果」 報告書 平成 23 年 3 月

みずほ情報総研 平成 26 年度 JCM 実現可能性調査「20MW 級地熱発電」 報告書

プライスウォーターハウスクーパース株式会社 平成 25 年度二国間クレジット制度(JCM) 実現可能性調査「地熱発電事業」(ケニア) 報告書 平成 26 年 3 月

株式会社三菱総合研究所 平成 26 年度地球温暖化対策技術普及等推進事業（高効率発電技術の導入による JCM プロジェクト実現可能性調査） 報告書 2015 年 3 月

株式会社三菱総合研究所 平成 25 年度～27 年度成果報告書 地球温暖化対策技術普及等推進事業（MRV 適用調査）バングラデシュ国における CCGT 発電プロジェクトの MRV 適用調査事業 平成 27 年 8 月

IGES CDM Project Database (<http://www.iges.or.jp/en/cdm/report.html>)

IPCC 2006, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.

IEA World Energy Balances (2016 edition) 2016

株式会社国際協力銀行 株式会社国際協力銀行おん地球環境保全業務における温室効果ガス排出削減量の測定・報告・検証に係るガイドライン 平成 28 年 7 月

