

IPCC 第5次評価報告書の概要 -第3作業部会(気候変動緩和)-

本資料はIPCC 第5次評価報告書のうち第3作業部会(WG3)が作成した政策決定者向け要約(SPM)、技術要約(TS)、報告書本文を基本とし、他に既存文献・資料を参考情報として作成しています。なお、資料中では各情報の出典を明示しています。

2015年 環境省
(2015年4月版)

目次

1. 序論

. はじめに	3
. 概要	4
. 気候変動に関する政府間パネル(IPCC)とは	5
. これまでの報告について	6
. AR5における「可能性」の定義	7
. AR5における「確信度」の表現	8

2. 気候変動への緩和のアプローチ

2. 気候変動への緩和のアプローチ	10
-------------------	----

3. 温室効果ガスのストックとフローの傾向及び駆動要因

3.1 温室効果ガス排出の推移	12
3.2 温室効果ガス排出の増減要因	15

4. 持続可能な開発を背景とした緩和経路及び緩和措置

4.1 長期的な緩和経路	
4.1.1 緩和経路とその特徴	17
4.1.2 緩和の遅れによるリスク	23
4.1.3 緩和に伴うコストおよび副次効果	25
4.2 部門別及び部門横断型の緩和経路、並びにその措置	
4.2.1 部門横断型経路及び措置	30
4.2.2 エネルギー供給	33
4.2.3 エネルギー最終消費部門(運輸、建築、産業)	40
4.2.4 農林業・その他土地利用(AFOLU)	51
4.2.5 人間居住、インフラ及び空間計画	54

5. 緩和策及び制度

5.1 部門別政策・国家政策	59
5.2 国際協力	64

1. 序論

. はじめに

- IPCC第5次評価報告書における第3作業部会の役割は、気候変動の緩和の科学、技術、環境、経済及び社会的な側面について文献を評価することである。
- これは、IPCC第4次評価報告書 (AR4) の第3作業部会報告書、再生可能エネルギー源と気候変動緩和の特別報告書 (SRREN) 及びその他の以前の報告書を基に組み立てられており、さらに、それに続く新しい知見や調査を取り込んだものになっている。
- この報告書は、様々なガバナンスレベルや経済部門が利用可能な緩和の選択肢や、種々の緩和政策が社会に及ぼす影響を評価するものであるが、特定の緩和の選択肢を推奨するものではない。

再生可能エネルギー源と気候変動緩和の特別報告書 (SRREN) : Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation, 2011年5月にIPCCWG3において採択された。

概要

第3作業部会報告書における主なポイントは以下のとおりである

(1) 温室効果ガス(GHG)排出量は、特に最近10年間に大幅に増加。
累積CO₂排出量の約半分は過去40年間に排出されている

(IPCC AR5 WG3 SPM p.6 17行目、p.7 1行目)

• 現状を上回る努力がなければ、2100年の気温は産業革命以前から3.7～4.8 上昇

(IPCC AR5 WG3 SPM p.8 12行目)

(2) 2100年時点のGHG濃度を基準に、緩和シナリオ(経路)を分類。

カテゴリー毎に、気温変化が1.5、2、3、4 未満に維持される可能性を記載

(IPCC AR5 WG3 SPM p.13 Table SPM.1)

• 2100年の濃度が約450ppmとなるシナリオ(2 未満に抑える可能性が「高い」)では、2050年のGHG排出量は2010年比40～70%減、2100年にはほぼゼロ～それ以下となり、急速な省エネに加え、低炭素エネルギーの割合が2050年までに3倍～4倍近くまで増加

(IPCC AR5 WG3 SPM p.10 28行目)

• 今世紀中のピーク濃度が一時的に2100年の濃度を超える(オーバーシュート)シナリオでは、今世紀後半に大気中のCO₂を除去する技術に依存するが、課題・リスクが存在

(IPCC AR5 WG3 SPM p.11 11行目)

• カンクン合意に基づく2020年の排出量は濃度の低いシナリオ(約450・500ppm)を費用効果的に達成する経路から外れているが、2 抑制の可能性を排除するものではない

(IPCC AR5 WG3 SPM p.11 20行目)

• 450・500ppmシナリオでは、エネルギーセキュリティ、大気汚染対策のコスト削減等の共同便益をもたらす。ただし、負の副次効果を伴う可能性もある

(IPCC AR5 WG3 SPM p.16 16行目、p.17 7行目)

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）とは

- **設立**: 世界気象機関(WMO)及び国連環境計画(UNEP)により1988年に設立された国連の組織
- **任務**: 各国の政府から推薦された科学者の参加のもと、地球温暖化に関する科学的・技術的・社会経済的な評価を行い、得られた知見を政策決定者をはじめ広く一般に利用してもらうこと
- **構成**: 最高決議機関である総会、3つの作業部会及びインベントリー・タスクフォースから構成

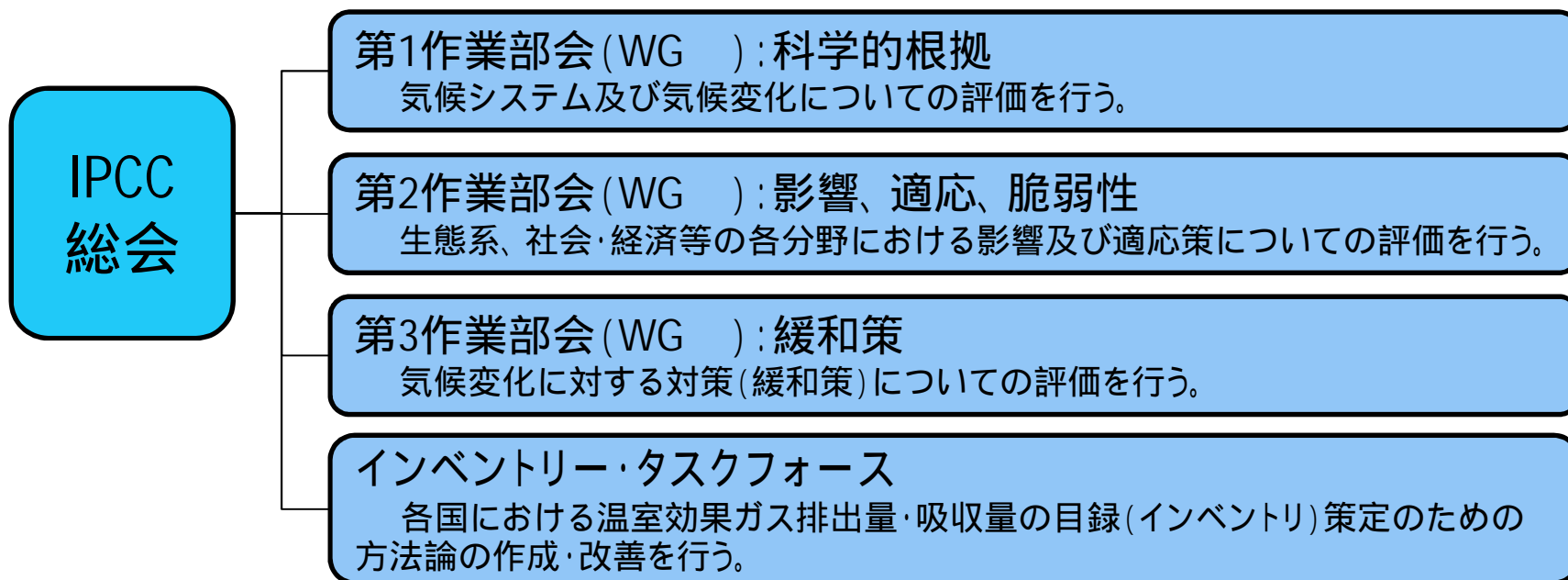


図.IPCCの組織

出典: 図 環境省資料

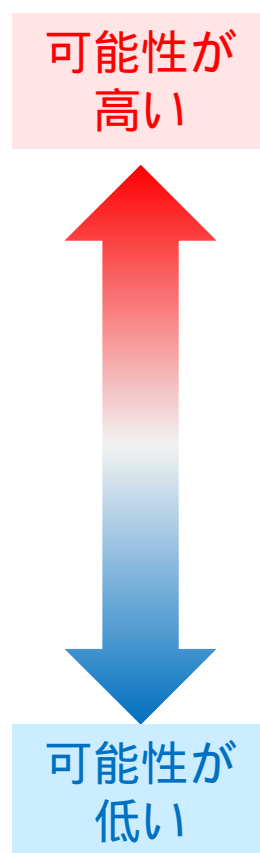
これまでの報告について

報告書		公表年
第1次評価報告書 First Assessment Report 1990(FAR)		1990年
第2次評価報告書 Second Assessment Report: Climate Change 1995(SAR)		1995年
第3次評価報告書 Third Assessment Report: Climate Change 2001(TAR)		2001年
第4次評価報告書 Fourth Assessment Report: Climate Change 2007(AR4)		2007年
第5次評価報告書 Fifth Assessment Report: Climate Change 2014(AR5)		2014年

AR5における「可能性」の定義

- 「可能性」とは、不確実性を定量的に表現する用語であり、観測、モデル結果の統計的解析や専門家の判断に基づいて確率的に表現される

(参考 IPCC AR5 WGI TS Box TS.1)



原語	和訳	発生確率
Virtually certain	ほぼ確実	99 ~ 100% の確率
Extremely likely	可能性が極めて高い	95 ~ 100% の確率
Very likely	可能性が非常に高い	90 ~ 100% の確率
Likely	可能性が高い	66 ~ 100% の確率
More likely than not	どちらかと言えば	50 ~ 100% の確率
About as likely as not	どちらも同程度	33 ~ 66% の確率
Unlikely	可能性が低い	0 ~ 33% の確率
Very unlikely	可能性が非常に低い	0 ~ 10% の確率
Extremely unlikely	可能性が極めて低い	0 ~ 5% の確率
Exceptionally unlikely	ほぼあり得ない	0 ~ 1% の確率

IPCC AR5 WG1 TS Box TS.1 から作成

AR5における「確信度」の表現

- 「確信度」とは、機構的理解、理論、データ、モデル、専門家の判断などの証拠の種類、量、質、整合性及び見解の一致度に基づいて、妥当性を定性的に表現する用語である

(参考 IPCC AR5 WGI TS Box TS.1)



出典：図. IPCC AR5 WGI TS Box TS.1 Fig.1

2. 気候変動への緩和のアプローチ

気候変動への緩和アプローチ

- 緩和とは温室効果ガス (GHG) の排出を削減し、吸収源を拡大するための人為的介入である。
- 持続可能な開発と衡平性が、気候政策の評価の基礎であり、これらによって、気候変動のリスクに取り組む必要性が強調されている。
- 各主体が、各々の関心事を個別に進めていては、効果的な緩和は達成されない。
- 緩和と適応それぞれに関して、衡平性、正当性、及び公正についての課題が生じている。気候政策立案の多くの領域で、価値判断と倫理的配慮が必要である。加えて、一般的に、経済性評価が気候政策設計に情報を与えるために使われる。
- 気候政策は、他の社会的目標と相互に影響し、共同便益や負の副次効果を伴う可能性がある。こうした関係をうまく扱うことができれば、気候変動対策に着手する基盤を強化できる。
- 確率は低いですが、起これば重大な影響がある事象を始め、測定困難なこともある多種多様なリスクや不確実性を考慮することは、気候政策に情報を与え得る。
- 気候政策の設計は個人や組織がリスクと不確実性をどのように受け止め、考慮に入れるかに影響される。

3. 温室効果ガスのストックとフローの傾向及び駆動要因

過去40年間のGHG排出量のトレンド

- 人為起源のGHG排出量は1970年から2010年にかけて増え続け、10年単位で見ると、当該期間の終わりに向けて、排出の増加量が大きくなっている(確信度:高い)

(IPCC AR5 WG3 SPM p.6 17行目)

- 1970年から2010年の期間におけるGHG総排出の増加量の78%は化石燃料の燃焼や産業プロセスから排出される二酸化炭素(CO₂)が占めており、2000年から2010年の期間における割合も同程度である(確信度:高い)

(IPCC AR5 WG3 SPM p.6 23行目)

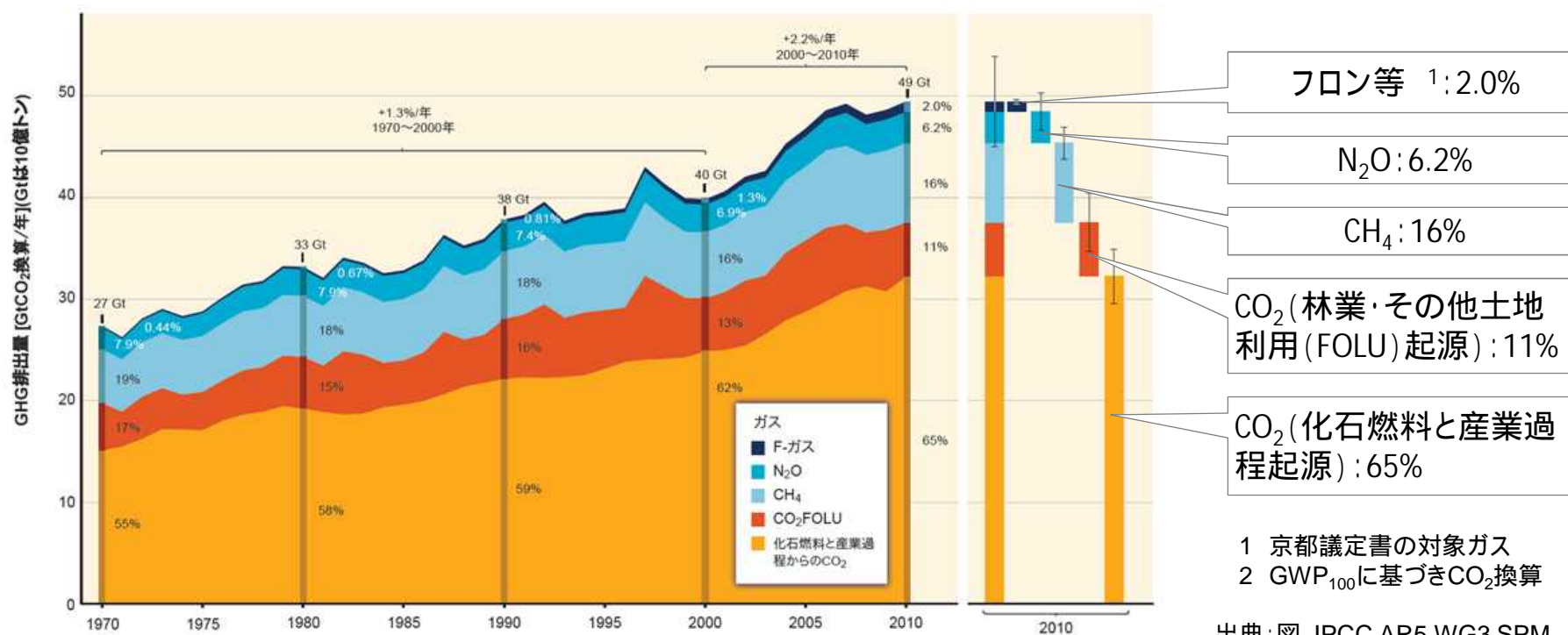


図. 人為的なGHG排出量の推移² (1970年~2010年)

出典: 図, IPCC AR5 WG3 SPM Fig. SPM.1

* 図中の吹き出しは原図に追加したもの

3.1 温室効果ガス排出の推移

累積CO₂排出量は過去40年で約2倍に増加

- 1750年から2010年までの人為起源のCO₂の累積排出量について、その約半分はこの40年間に排出された(確信度:高い) (IPCC AR5 WG3 SPM p.7 1行目)
- 化石燃料燃焼、セメント製造、ガスフレアリング(原油採掘時に発生するガスを燃焼させる際に発生)のCO₂に限れば、累積排出量は過去40年で約3倍に増加 (IPCC AR5 WG3 SPM p.7 2行目)

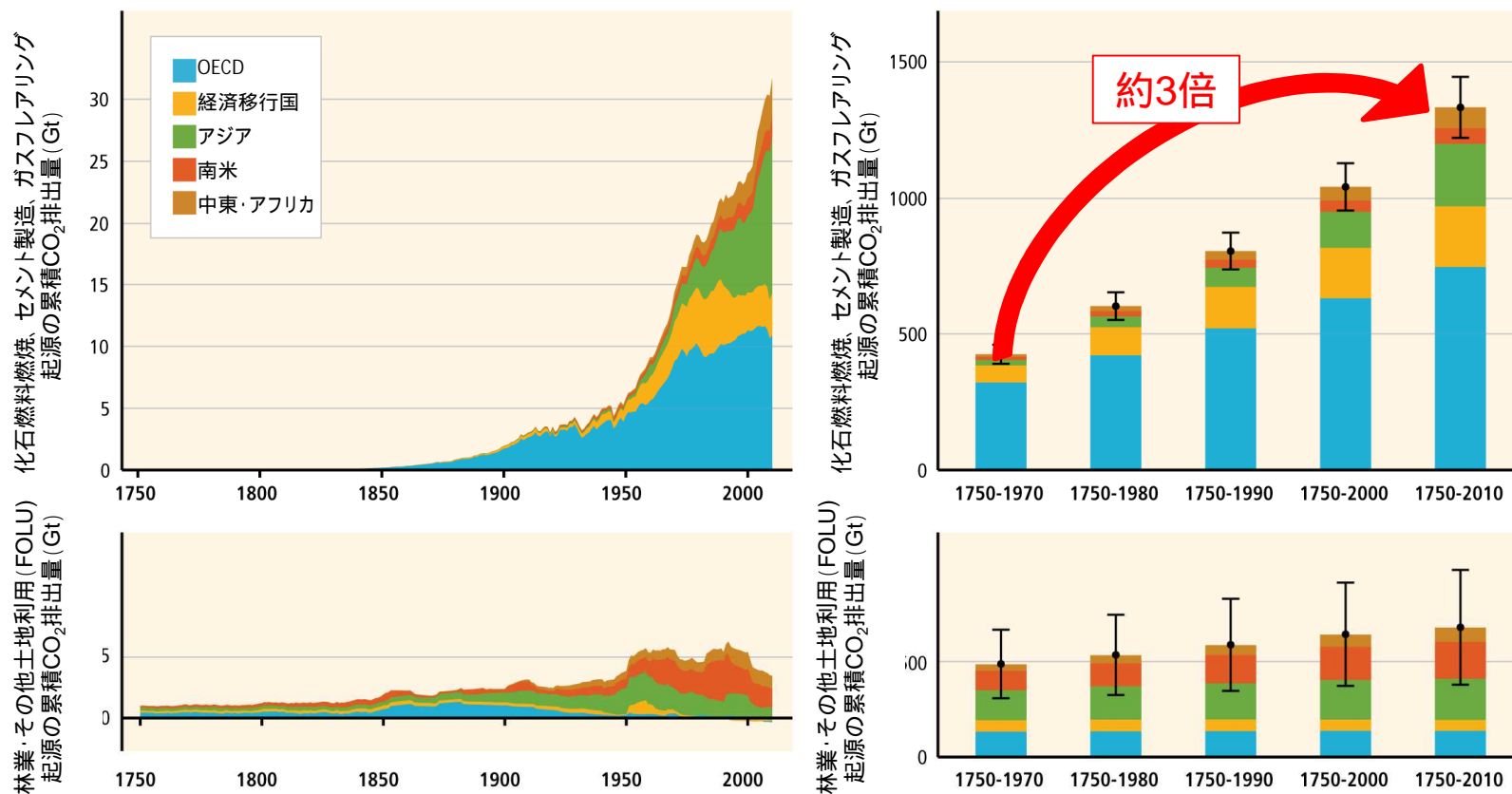
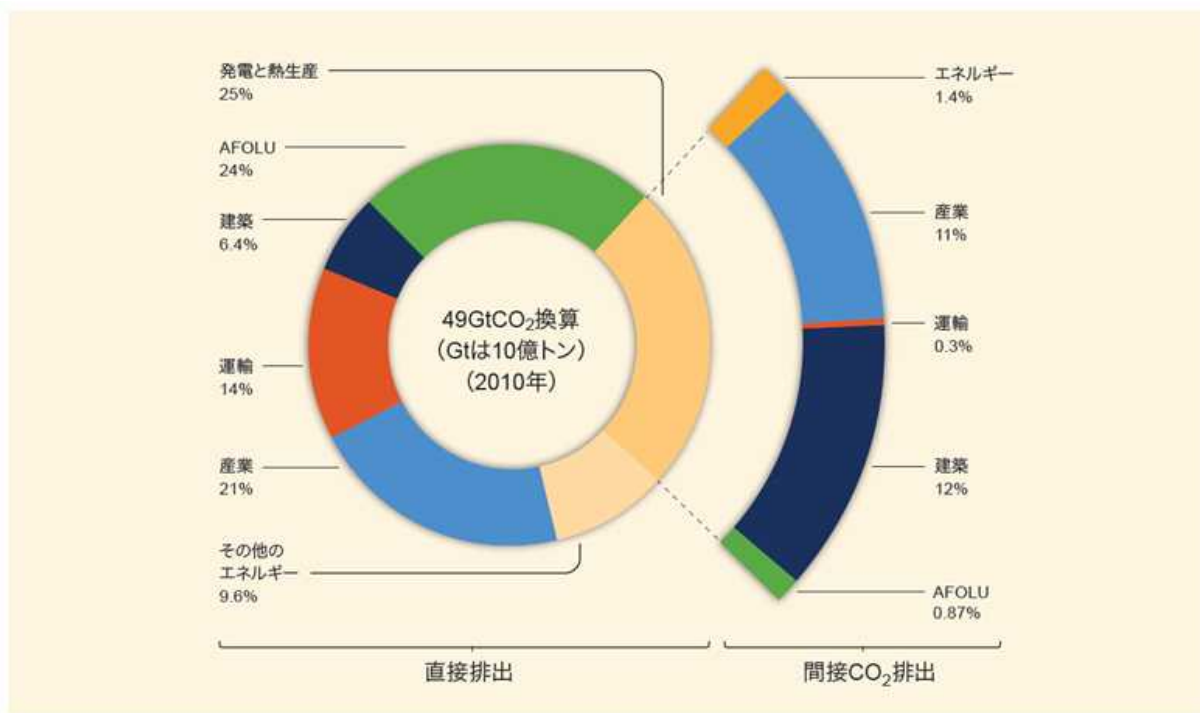


図. 人為起源の累積CO₂排出量の推移

出典: 図, IPCC AR5 WG3 TS Fig.TS.2

部門別のGHG排出状況

- 2000年から2010年の間で、人為起源の年間GHG排出量は100億トンCO₂換算増加した。この増加を部門別に見ると、エネルギー供給部門(47%)と産業部門(30%)、運輸部門(11%)、建築部門(3%)からのものである(確信度:中程度)。間接的な排出で評価すると、建築及び産業部門の寄与が大きくなる(確信度:高い)
(IPCC AR5 WG3 SPM p.7 6行目)
- 2000年以降、GHGの排出量がAFOLU部門以外の全部門で増加し続けている
(IPCC AR5 WG3 SPM p.7 9行目)



- 電力及び熱生産からの排出を最終消費の部門(すなわち間接排出)に帰属させると、産業及び建築部門のGHG排出はそれぞれ31%、19%に増加
(IPCC AR5 WG3 SPM p.8 2行目)

直接排出量: 電力・熱に起因する排出をエネルギー転換部門に計上
 間接排出量: 電力・熱に起因する排出を、消費先の需要部門に配分

出典: 図, IPCC AR5 WG3 SPM Fig. SPM.2

経済成長・人口増はCO₂排出増の最大要因

- 世界的には、経済成長と人口増加が、化石燃料燃焼によるCO₂排出の増加の最も重要な駆動要因となっている状態が続いている。2000年から2010年の間では、人口増加の寄与は過去30年と比べてほぼ同じである一方、経済成長の寄与は大きく伸びている(確信度:高い)
(IPCC AR5 WG3 SPM p.8 5行目)
- 現時点を超えるGHG削減の追加的取組がないと、排出量の増加は続き、地球の人口増加と経済活動の発展に伴って大きくなると予測される。追加的な緩和措置を含まないベースラインシナリオでは、2100年における世界平均地上気温(中央値)が、産業革命前¹の水準と比べ3.7~4.8 上昇する²(確信度:高い)
(IPCC AR5 WG3 SPM p.8 11行目)

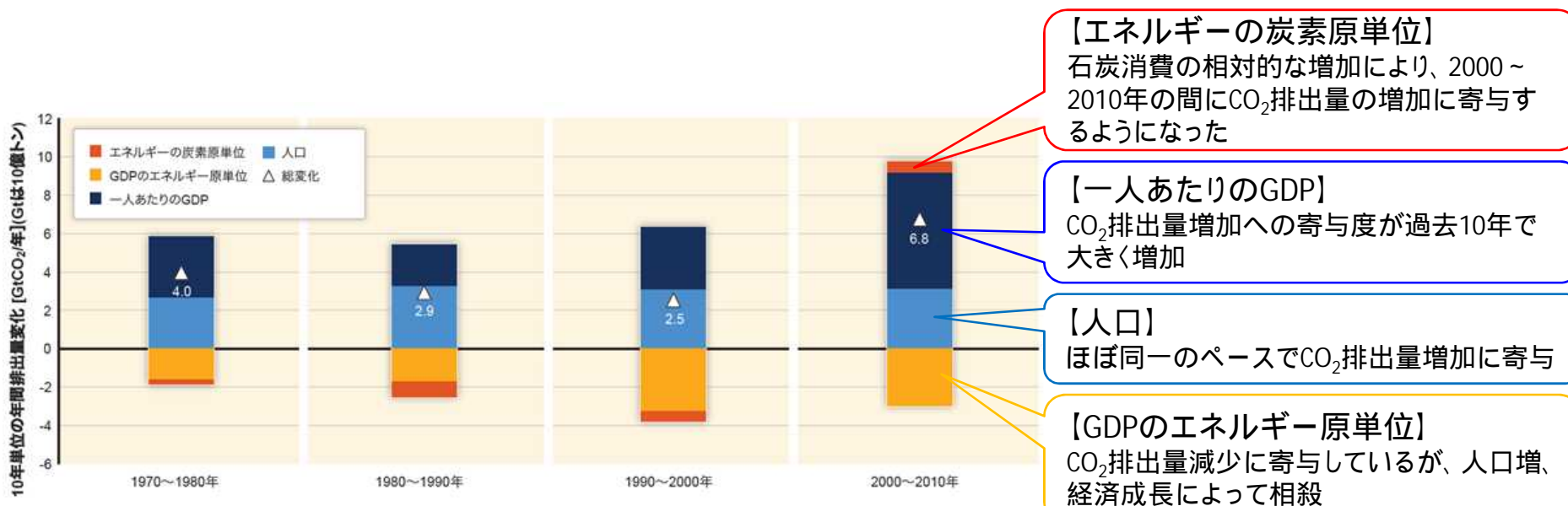


図. 化石燃料起源CO₂排出量変化の要因分析

1 以降、特に記載のない限り気温上昇の基準はすべて産業革命以前(1850~1900年の平均)とする
2 気候の不確実性を考慮した場合は2.5~7.8

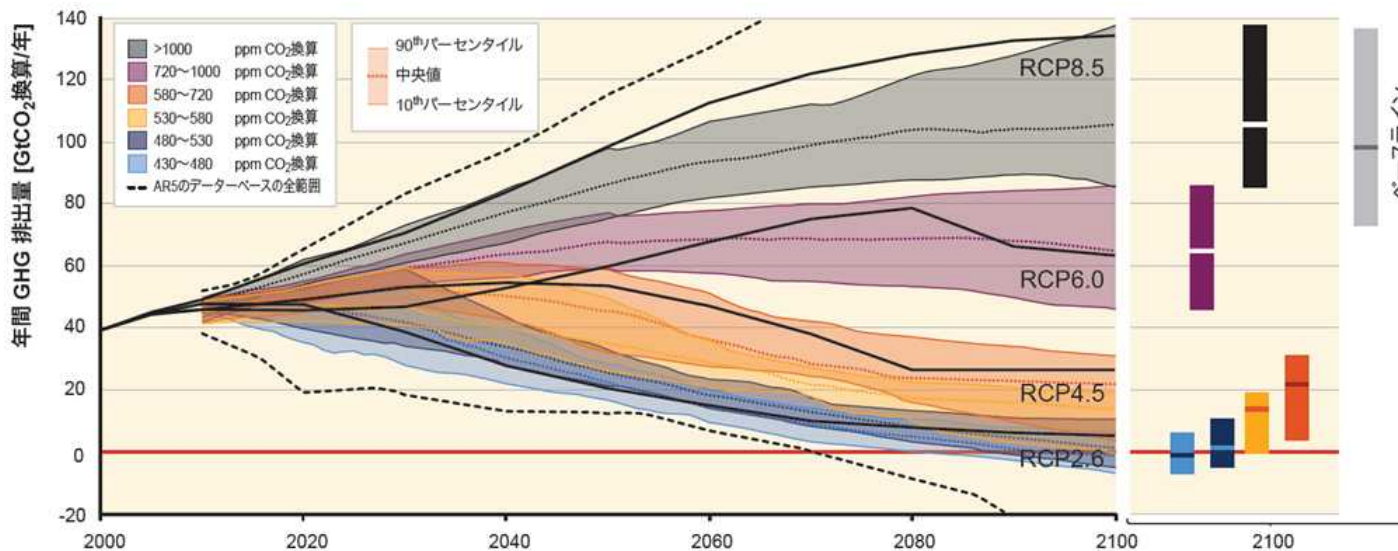
4. 持続可能な開発を背景とした 緩和経路及び緩和措置

4.1 長期的な緩和経路

2100年のGHG濃度を基準にシナリオを分類

- 様々な緩和水準に整合する幅広い技術的・行動的選択肢を伴う複数のシナリオがあり、それらのシナリオには持続可能な開発についての様々な特徴と意味がある。
(IPCC AR5 WG3 SPM p.10 3行目)
- 評価のために、公開された統合モデルを基に、約900の緩和シナリオがデータベースに集められた²
(IPCC AR5 WG3 SPM p.10 4行目)
- 緩和シナリオにおける2100年のGHG濃度は、およそ430ppmから720ppmを超える幅となり、RCP2.6³からRCP6.0の間に相当
(IPCC AR5 WG3 SPM p.10 6行目)
- ベースラインシナリオでは、2030年までに450ppm超、2100年には750～1,300ppm以上に達し、これはRCP6.0からRCP8.5に近い
(IPCC AR5 WG3 SPM p.8 16行目)

1 ベースラインシナリオ: 排出抑制に向けた追加的な努力がなされないシナリオ 2 緩和シナリオ: 緩和策実施に対するシステムの応答を示したシナリオ



図：様々な長期の濃度水準に応じたシナリオ別のGHG排出量の変化

注：グラフには、主要技術の利用が制限されたシナリオは含まれない。

出典：図, IPCC AR5 WG3 SPM Fig. SPM.4

3 RCPとは

Representative Concentration Pathways (代表的濃度経路)の略。将来の温室効果ガス安定化レベルと、そこに至るまでの経路のうち、代表的なものを選んだシナリオであり、“RCP”に続く数値が大きいほど、2100年における放射強制力(温暖化を引き起こす効果)が大きい。AR4ではSRESシナリオ(社会的・経済的な将来像に基づくシナリオ)が用いられていたが、AR5ではRCPシナリオに基づき、気候予測や影響評価等が行われている。

- RCP2.6: 低位安定化シナリオ
- RCP4.5: 中位安定化シナリオ
- RCP6.0: 高位安定化シナリオ
- RCP8.5: 高位参照シナリオ

AR5におけるシナリオの特徴

- 人為起源のGHGの排出による気温上昇を産業革命前に比べて2 未満に抑えられる可能性が高い緩和シナリオは、2100年に大気中の濃度が約450ppmCO₂換算となるものである (確信度:高い)
 - 約450ppmの場合、2050年のGHG排出量は2010年比40～70%削減、2100年にはほぼゼロまたはそれ以下となる (2050年の値は、シナリオ数、GHGの種類、正味の負の排出技術想定等の差により、AR4における同様の濃度区分の範囲(CO₂のみでは2000年比50-85%減)とは異なる)
 - 2100年までにおよそ500ppmCO₂換算の濃度に達する緩和シナリオでは、産業革命前の水準比で2 未満に気温変化を抑えることができる可能性はどちらかといえば高い。一方、「オーバーシュート」の場合に同一目標を達成するかどうかの可能性はどちらも同程度である。 (IPCC AR5 WG3 SPM p.10 13行目、28行目、15行目)
- 2100年までに産業革命前の水準比で気温上昇が1.5 未満となる可能性がどちらかと言えば高いシナリオは、2100年の濃度が430ppmCO₂換算未満の濃度となる特徴がある。(確信度:高)
 - このようなシナリオは、(1)すぐに排出に関する行動を始める、(2)全てのポートフォリオの排出緩和技術を休息に拡大させる、(3)低エネルギー需要の経路に沿って開発を進める、という特徴がある。世界のCO₂換算排出量は2010年比で2050年70-95%減、2100年110-120%減 (IPCC AR5 WG3 SPM p.16 10行目、13行目、p.16 脚注20)

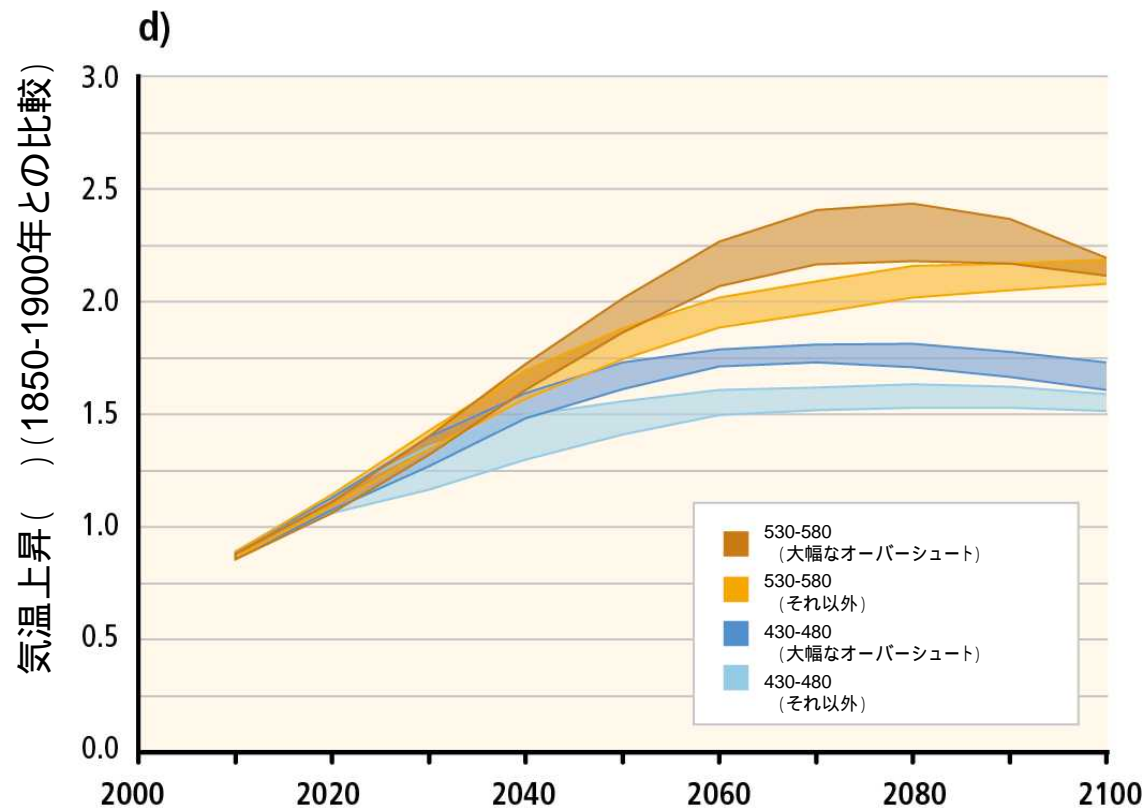
表. AR5 WGIIIにおいて収集・分析されたシナリオの主な特徴

2100年のCO ₂ 換算濃度区分ラベル(濃度幅)	細区分	RCPシナリオの相対的位置	累積CO ₂ 排出量 (GtCO ₂)		2010年比のCO ₂ 換算排出量変化 (%)		温度変化(1850-1900年平均比) ³				
			2011～2050年	2011～2100年	2050年	2100年	2100年の温度変化() ^{2,4}	21世紀に下記の温度水準未満に留まる可能性(%)			
								1.5	2	3	4
430未満	430ppmCO ₂ 換算未満では限られた数のモデルしか研究されていない										
450 (430-480)	全体幅	RCP2.6	550-1300	630-1180	-72～-41	-118～-78	1.5-1.7 (1.0-2.8)	どちらかと言えば低い	高い	高い	高い
500 (480-530)	オーバーシュートなし		860-1180	960-1430	-57～-42	-107～-73	1.7-1.9 (1.2-2.9)	低い	どちらかと言えば高い		
	530ppmをオーバーシュート		1130-1530	990-1550	-55～-25	-114～-90	1.8-2.0 (1.2-3.3)		どちらも同程度		
550 (530-580)	オーバーシュートなし		1070-1460	1240-2240	-47～-19	-81～-59	2.0-2.2 (1.4-3.6)	低い	どちらかと言えば低い		
	580ppmをオーバーシュート		1420-1750	1170-2100	-16～7	-183～-86	2.1-2.3 (1.4-3.6)		高い		
(580-650)	全体幅	RCP4.5	1260-1640	1870-2440	-38～24	-134～-50	2.3-2.6 (1.5-4.2)	低い*	低い	どちらかと言えば高い	
	全体幅		1310-1750	2570-3340	-11～17	-54～-21	2.6-2.9 (1.8-4.5)			どちらかと言えば低い	
(720-1000)	全体幅	RCP6.0	1570-1940	3620-4990	18～54	-7～72	3.1-3.7 (2.1-5.8)	低い*	低い	高い	
1000超	全体幅	RCP8.5	1840-2310	5350-7010	52～95	74～178	4.1-4.8 (2.8-7.8)	低い*	低い	低い	どちらかと言えば低い

1 数値は10-90パーセンタイルの範囲を表記。
 2 気温上昇幅はMAGICC(簡易気候モデル)による中位推計値。括弧内は気候システムの不確実性を考慮した場合の値。なおAR5WG1表SPM2とは、基準年(WG1は1986-2005年、WG3は1850-1900年)、シミュレーションに用いたツール・データセット(WG1はCMIP5、WG3はMAGICC)、シナリオ(WG1はRCPのみ、WG3はより幅広いAR5データベース)の想定が異なる。
 3 可能性評価は、MAGICCによるWG3の確率評価、およびWG1における気候モデルでカバーされていない気温予測の不確実性評価に基づき。したがって、CMIP5(結合モデル比較プロジェクト)でのRCPシナリオの計算と不確実性評価に基づきWG1の記述と整合している。このため、可能性の記述は両WGによる様々なエビデンスを反映している。CMIP5の計算が行われていない中間的な濃度水準のシナリオにおいても、WG1と同様の手法が適用されている。可能性の記述はだまかにWG1SPMで使われる用語にしたがっている。(高い(66-100%)、どちらも同程度(33-66%)、低い(0-33%)、どちらかといえば高い(50-100%)、どちらかといえば低い(0-50%)。*「低い」は、CMIP5およびMAGICCによる分析において、該当する範囲に収まる結果が得られなかったが、気候モデルによって反映されていないおそれのある不確実性を考慮し、「低い」としている。)
 4 気温変化は2100年の値であり、平衡時の気温を示していたAR4の値とは直接比較できない。2100年の気温上昇幅は、遷移気候応答(TCR)との関連が強い。90パーセンタイルの幅で比較すると、MAGICCのTCRは12～26、CMIP5では12～24 である。なお、AR5WG1では1～25 の可能性が高いとされている。

ピーク濃度と気温上昇の関連

- 大幅なオーバーシュート(0.4W/m²以上)が起こるシナリオでは、今世紀中頃の気温の水準が高くなるとともに、オーバーシュートが起こらないまたは規模が小さいシナリオに比べ、長期間にわたり急速な変化が起こる (IPCC AR5 WG3 6章 p.441 44行目)
- 大幅なオーバーシュートが起こるシナリオでは、2100年時点より前に産業革命以前からの気温上昇が2 を超える確率が高い。一般的に、21世紀中のピーク濃度は特定の気温目標未満に抑える確率を決定づける基礎的な要因である (IPCC AR5 WG3 6章 p.441 1行目)



ここでは、0.4W/m²以上の大幅なオーバーシュートが起こるシナリオを対象としており、前ページの表におけるオーバーシュートとは対象範囲が異なる。また、気温は中位推計値であり、25-75パーセンタイルの範囲を表示している。

出典：図, IPCC AR5 WG3 6章 Fig.6.13d

450ppmシナリオでは低炭素エネルギーのシェアが大幅増

- 450ppmシナリオでは、エネルギーシステムと、あるいは土地利用も大規模に変化させることを通して、今世紀半ばまでに人為起源のGHG排出を大幅に削減することを前提としている (確信度: 高い)

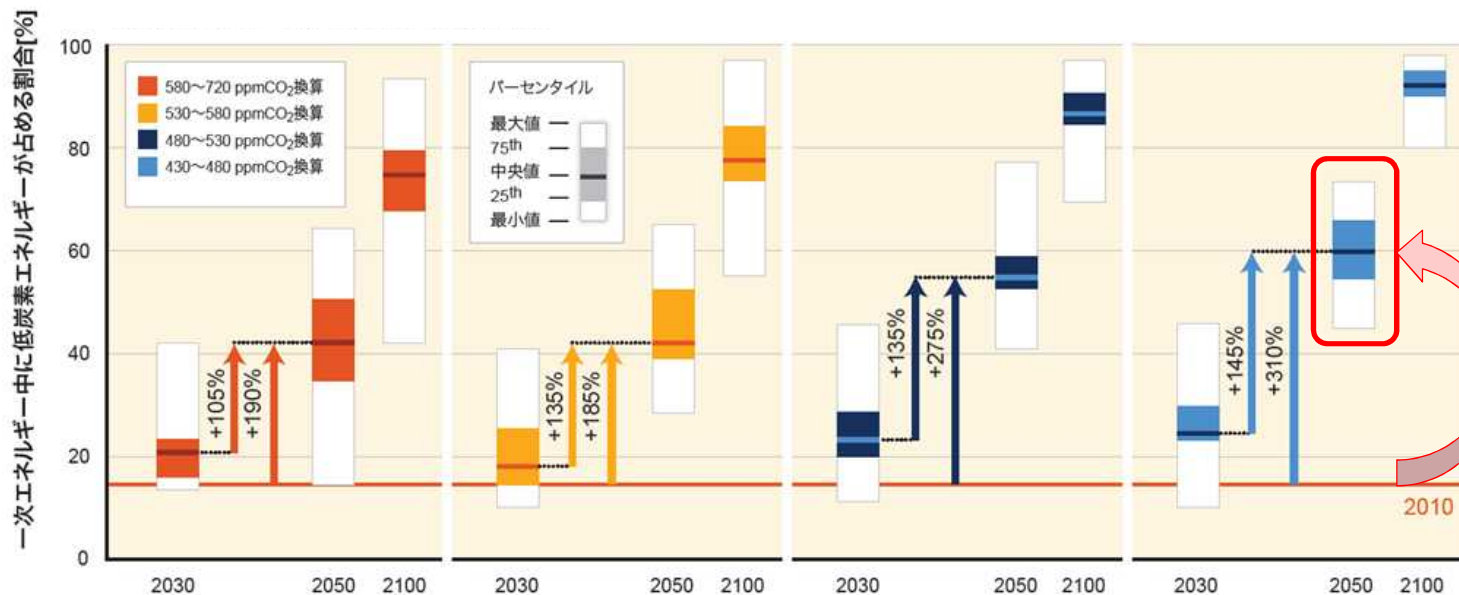
(IPCC AR5 WG3 SPM p.10 25行目)

- 450ppmシナリオは、エネルギー効率をより急速に改善し、ゼロ炭素および低炭素エネルギー供給(再生可能エネルギー、原子力、CCSまたはBECCS)の割合を、2015年までに2010年の3倍から4倍近くにしているという特徴がある。
- これらのシナリオでは土地利用変化の広い幅が記述されているが、これはバイオエネルギー生産、植林、及び森林減少の抑制の規模についての様々な前提が反映されている。
- より高い濃度に至るシナリオも同様の変化を伴うが、時間尺度がより緩やかである

(IPCC AR5 WG3 SPM p.12 3行目、6行目、8行目)

CCS(Carbon Dioxide Capture and Storage): 二酸化炭素回収・貯留

BECCS(Bioenergy with CCS): バイオエネルギーとCCSを組み合わせることで、大気中のCO₂を除去する技術



3~4倍

注: グラフには、主要技術の利用が制限されたシナリオ、炭素価格の推移が外生的に想定されたシナリオは含まれていない。

出典: 図, IPCC AR5 WG3 SPM Fig. SPM.4

* 図中の吹き出しは原図に追加したもの

図. シナリオ別の低炭素エネルギー比率の推移

オーバーシュートシナリオは多くの場合CDR技術¹に依存

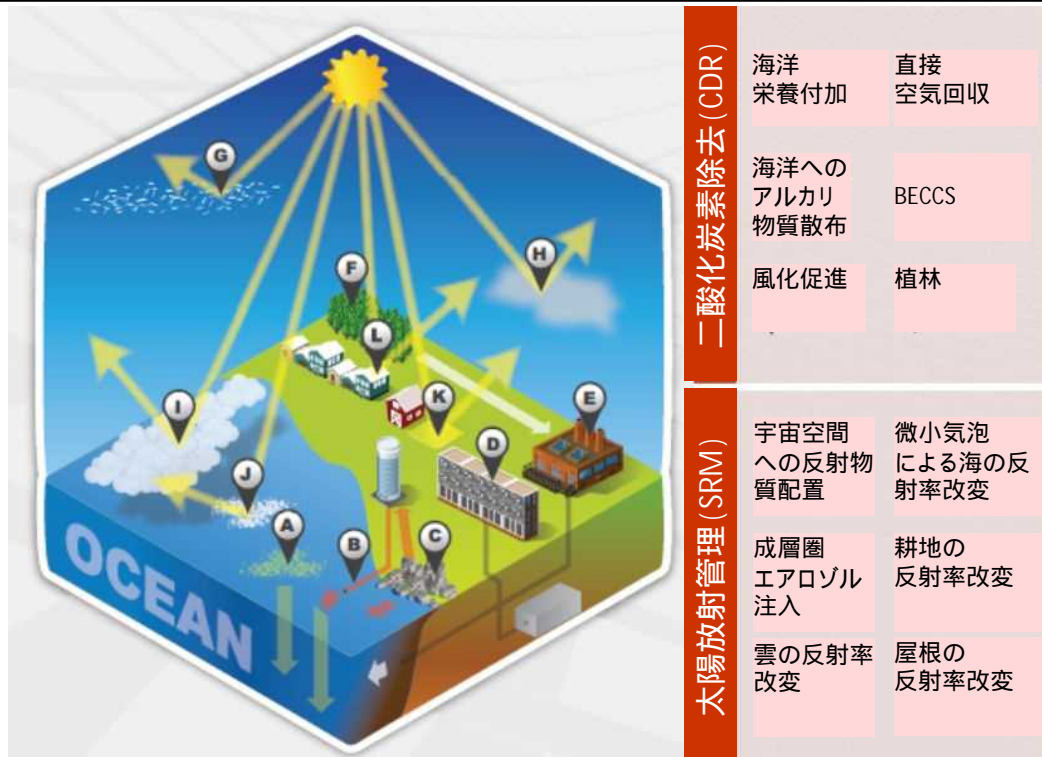
1 CDR(Carbon Dioxide Removal)技術: 大気中のCO₂を除去する技術

- 450ppmシナリオの典型は、500、550ppmシナリオと同様に、一時的に濃度のオーバーシュート²が起こり、今世紀後半にBECCS・植林の幅広い普及に依存。これらの技術や他のCDR技術・手法の利用可能性と規模は不確かであり、程度は異なるものの、課題・リスクが存在(確信度:高い)

(IPCC AR5 WG3 SPM p.12 11行目)

² オーバーシュートシナリオでは短期的には緩和が少なく、長期的により急速でかつ大きな排出削減を伴う。オーバーシュートは与えられた温度目標を超える可能性を増加させる。

(IPCC AR5 WG3 SPM p.10 脚注15)



- CDRは、「オーバーシュート」がない場合も、緩和費用がより高い部門からの排出残分の補填のために、多くのシナリオでよく使われている。

(IPCC AR5 WG3 SPM p.12 17行目)

- BECCSの大規模な普及、大規模植林、及びその他のCDR技術・手法の可能性に関しては不確実性がある。

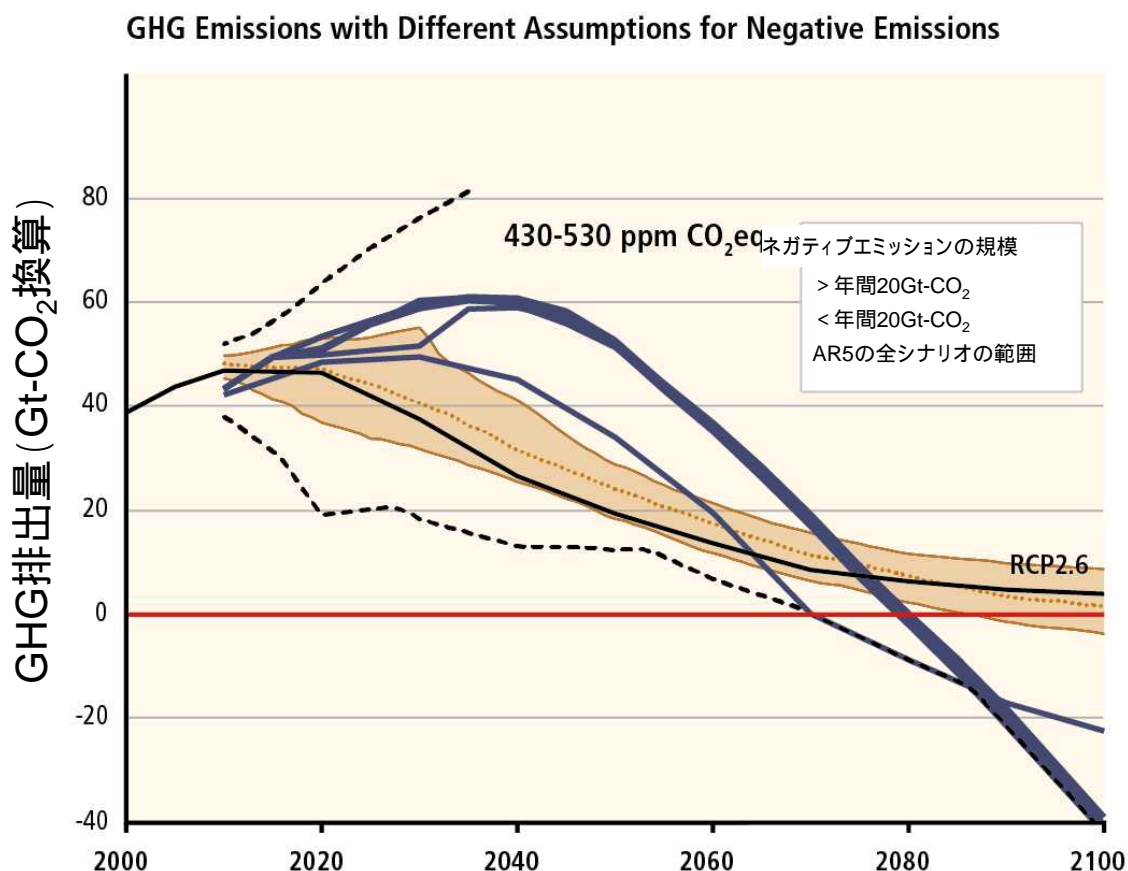
(IPCC AR5 WG3 SPM p.12 18行目)

図. ジオエンジニアリング(気候工学)のオプション (AR5 WG1より)

大規模な正味の負の排出を伴うシナリオ

- 限られた数の研究において、年間20Gt-CO₂以上の正味の負の排出によって、排出削減の大幅な遅れが許容されるシナリオもある。ただし、大多数の研究にて、CDR技術の寄与がこれより小規模(それでも相当大きな規模ではあるが)となるシナリオが得られている

(IPCC AR5 WG3 6章 p.433 22行目)



出典: 図, IPCC AR5 WG3 TS Fig.TS.8

図. 大規模な正味の負の排出を伴うシナリオ (430-530ppmシナリオ)

カンクン合意は450ppmシナリオを既に超過

- カンクン合意に基づいた2020年の推定GHG排出水準は、産業革命前の水準と比べて気温上昇を2未満に抑えられるかどうかの可能性が、少なくともどちらも同程度(2100年の濃度が約450ppmから500ppmCO₂換算)となる費用対効果が高い長期緩和経路と整合していないが、同目標を達成する選択肢を排除してはいない(確信度:高い)

(IPCC AR5 WG3 SPM p.12 20行目)

- この目標に達するには、2020年以降にさらに大きな排出削減が必要となるであろう。
- カンクン合意は、産業革命前の水準と比べて、温度上昇を3未満に収める可能性が高い費用効果の高いシナリオと広義では整合している。

(IPCC AR5 WG3 SPM p.12 23行目)

カンクン合意: 2010年にメキシコで開催されたCOP16における合意。各国が2020年における排出削減目標を策定、気候変動枠組条約事務局に登録し、隔年報告書を提出して当該目標の進捗状況等を報告し、国際的なレビューを受けることとされている

図の注釈:

技術利用制約のないシナリオのみを示している。また、大規模なネガティブエミッション(年間20Gt超)、炭素価格の推移を外生的に想定したもの、2010年の排出量が実績から大きく外れるシナリオは除く。

出典: 図, IPCC AR5 WG3 SPM Fig.SPM.5

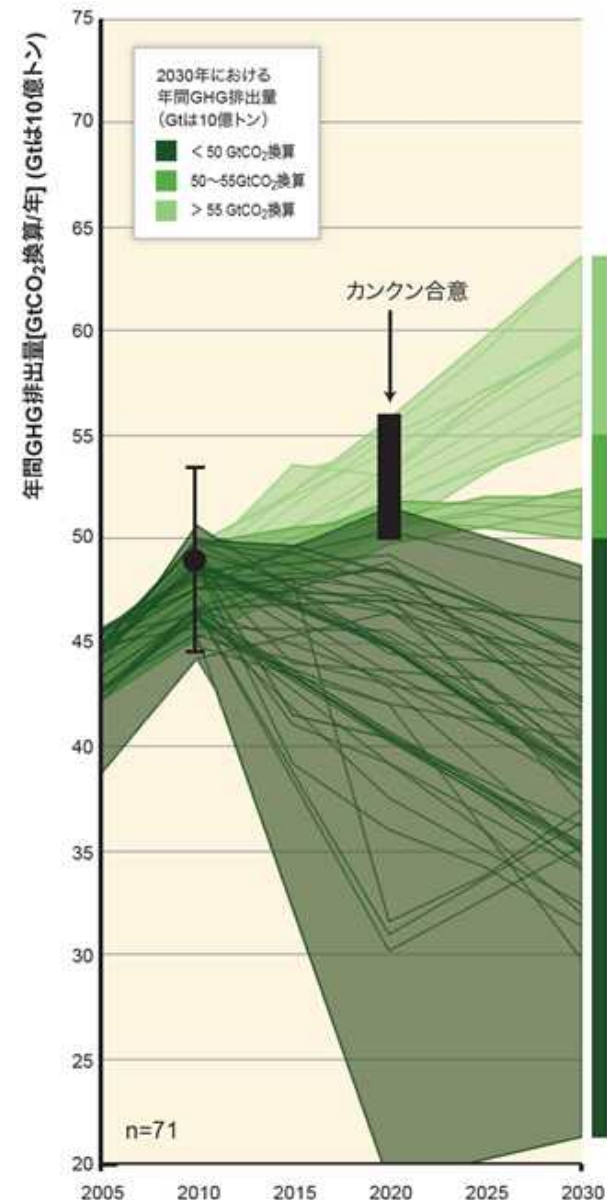


図. 2030年までのGHG排出経路²³

対策が遅れれば長期的な課題は増える

- 現時点を超える緩和努力の増大を2030年まで遅延させると、より長期の低い排出水準への移行が相当困難になり、産業革命前から気温上昇を2 未満に抑え続けるための選択肢の幅が狭まる (確信度: 高い)

(IPCC AR5 WG3 SPM p.12 26行目)

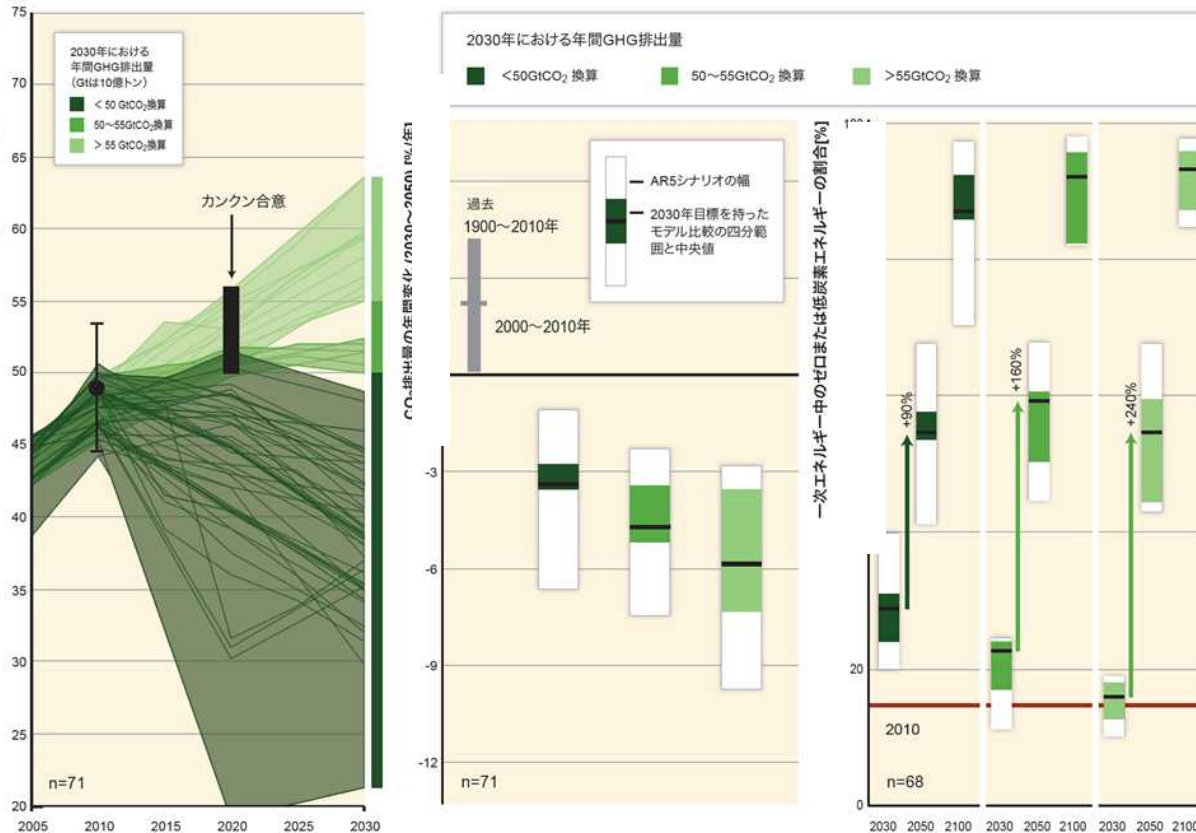


図. 2030年までのGHG排出経路 図. CO₂削減率(年率) 図. 低炭素エネルギーのシェア

注: 使用モデルにおいて完全に制限のない緩和技術ポートフォリオが使われた場合(初期設定技術の仮定)のものだけを示している。シナリオのうち、正味の負の排出が大きい(> 20GtCO₂/年)もの、外部起因の炭素価格仮定を用いているもの、及び2010年の排出が明らかに過去の幅からはみ出るものは除いてある。

環境省 出典: 図, IPCC AR5 WG3 SPM Fig.SPM.5

- 気温変化を2 未満に抑えられるかどうかの可能性が少なくともおよそどちらも同程度である費用対効果が高い緩和シナリオ(2100年での濃度が、約450ppmから約500ppmCO₂eq)では、特に、2030年における年間のGHGの排出量が約30 ~ 50Gtとなる (IPCC AR5 WG3 SPM p.12 28行目)
- 2030年に55Gtを超える場合、2030 ~ 2050年に大幅な削減が必要となり、低炭素エネルギーがより急速に拡大し、CDR技術に長期間依存し、より過渡的かつ経済影響が長期に及ぶ。その負担の大きさから、多くのモデルではこのような状況で2 未満に抑制する可能性が「どちらも同程度」となるシナリオを作ることができなかった (IPCC AR5 WG3 SPM p.12 31行目)
- 2030年の排出量が高水準である場合、中期的には急速な削減、長期的には更に低水準又は徐々に正味の負の排出となるが、CDR技術の普及が20Gt-CO₂を超える極端なシナリオでは、特に長期の排出量が低くなる

(IPCC AR5 WG3 6章 p.434 4行目)

主要技術の利用が制限されればコストは大幅増

- 緩和に係る総経済費用の推定値には大きな幅があり、モデルの構造と前提、及び導入される技術の性質や緩和のタイミングといったシナリオの仕様に大きく依拠している(確信度:高し)

(経済影響は緩和費用、緩和の共同便益、緩和の負の副次効果、適応費用及び気候変動による損害を含むものである。本ページに記載されているコストに関する指標には、気候変動軽減の便益や緩和の共同便益、負の副次効果は含まれない) (IPCC AR5 WG3 SPM p.15 1行目)

- 450ppmシナリオでの世界の消費の損失¹は、ベースラインシナリオ比で2030年までに1~4%(中央値1.7%)、2050年2~6%(中央値3.4%)、2100年までに3~11%(中央値4.8%)と推計²。これは、ベースラインで年率1.6~3%消費が拡大する(今世紀中に300%~900%以上拡大)という前提と比較して、年率0.04~0.14%ポイント減に相当
- 技術が利用不可能であったり、利用に制限があったりすると、想定する技術次第では緩和費用が大幅に増加し得る
- 追加的な排出削減がかなり遅延したり、主要技術(バイオエネルギー、CCS、またはその両方の組み合わせ(BECCS))の利用が制限された場合、多くのモデル分析において約450ppmに達するシナリオは得られなかった

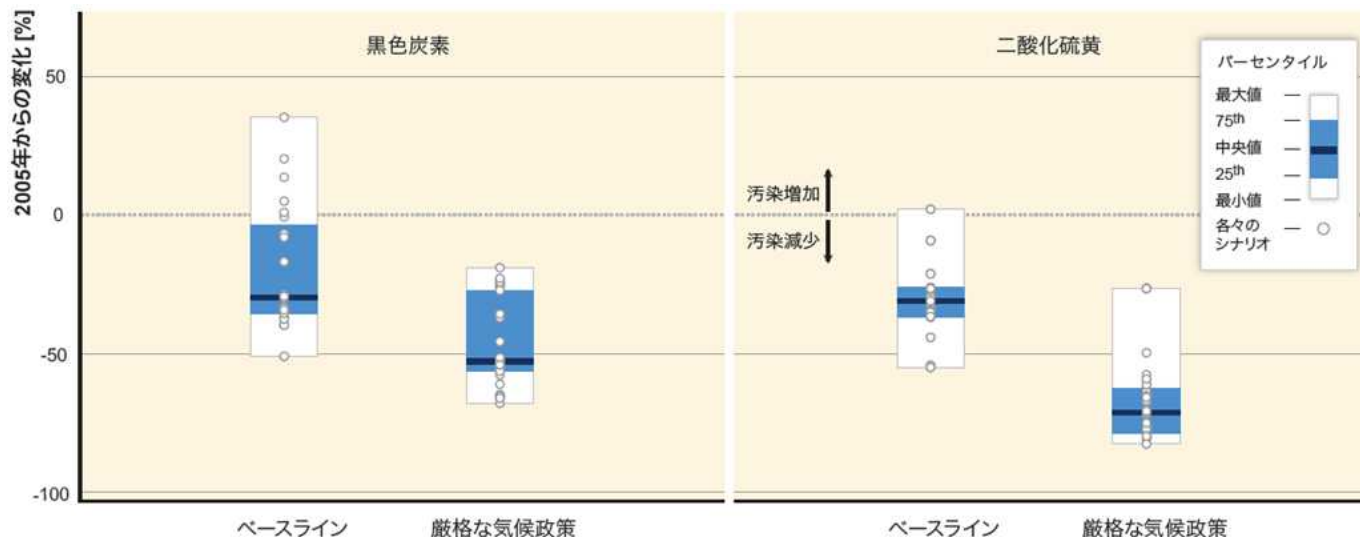
表. 様々な想定下における緩和コスト³ (IPCC AR5 WG3 SPM p.15 5-p.16 9行目)

2100年での濃度 [ppmCO2換算]	費用対効果が高いシナリオにおける消費の減少				技術の利用が限定されているシナリオにおける 割引された総緩和費用の増加				2030年まで追加の緩和が遅れたことによる 中-長期的な緩和費用の増加			
	[ベースラインに対する消費の減 (%)]			[年平均の消費増 大率の減少パー セントポイント]	[初期設定の技術仮定に対する割引された総緩和費用 (2015~2100年)の増加(%)]				[早急な緩和に対する緩和費用の上昇(%)]			
	2030年	2050年	2100年	2010~2100年	CCSなし	原子力のフェーズアウト	太陽光/ 風力の制限	バイオエネ ルギーの制限	≤ 55 GtCO2換算		>55 GtCO2換算	
									2030-2050	2050-2100	2030-2050	2050-2100
450 (430-480)	1.7 (1.0-3.7) [N:14]	3.4 (2.1-6.2)	4.8 (2.9-11.4)	0.06 (0.04-0.14)	138 (29-297) [N:4]	7 (4-18) [N:8]	6 (2-29) [N:8]	64 (44-78) [N:8]	28 (14-50) [N:34]	15 (5-59)	44 (2-78) [N:29]	37 (16-82)
500 (480-530)	1.7 (0.6-2.1) [N:32]	2.7 (1.5-4.2)	4.7 (2.4-10.6)	0.06 (0.03-0.13)								
550 (530-580)	0.6 (0.2-1.3) [N:46]	1.7 (1.2-3.3)	3.8 (1.2-7.3)	0.04 (0.01-0.09)	39 (18-78) [N:11]	13 (2-23) [N:10]	8 (5-15) [N:10]	18 (4-66) [N:12]	3 (-5-16) [N:14]	4 (-4-11)	15 (3-32) [N:10]	16 (5-24)
580-650	0.3 (0-0.9) [N:16]	1.3 (0.5-2.0)	2.3 (1.2-4.4)	0.03 (0.01-0.05)								

1 消費者が財・サービスの購入に費やすことができる額の減少。
 2 統一された炭素価格下で全ての国が早急に対策を講じ、全ての主要技術が利用可能なシナリオを費用効果的に緩和が行われるベンチマークとして使用。
 3 括弧なしの数字は中央値、括弧内の数字は14-86パーセンタイルの範囲を示す。
 4:原子力減速:建設中を除き新設なし、既設は更新なし。太陽光・風力制限:総発電量の20%を上限。バイオ制限:バイオエネルギー利用(在来型を除く)を年間100EJに制限
 5:2015-2100年の累積コスト(割引率5%として現在価値換算した値)。一般均衡モデルを用いた分析結果ではベースラインの消費に対する消費ロスの現在価値換算額の増分を用い、部分均衡モデルはベースラインのGDPに占める削減コストの増分を用いている。

緩和策は様々な副次効果をもたらす

- 450・500ppmシナリオでは、大気質、エネルギー安全保障の目的を達成するための費用が下がるとともに、人間の健康、生態系への影響、及び資源の充足やエネルギーシステムのレジリエンス(強靱性)に対する相当の共同便益があることが示されている。(確信度:中程度)
(IPCC AR5 WG3 SPM p.16 16行目)
- 気候政策からは、共同便益や波及効果とともに、広範囲な負の副次効果の可能性がありますが、これらは十分に定量化されてこなかった(確信度:高い)
(IPCC AR5 WG3 SPM p.17 7行目)
- 大気汚染物質の大幅削減に結びついた健康や生態系への悪影響削減による便益は、現状で大気汚染対策の規制や計画の弱い場所では特に大きい
(IPCC AR5 WG3 SPM p.16 21行目)
- エネルギー最終消費に係る措置の潜在的な共同便益は潜在的な負の副次効果をしのいでいる。一方、証拠から見ると、エネルギー供給全てとAFOLU部門の措置については、これは当てはまるものではないかもしれない。
(IPCC AR5 WG3 SPM p.17 2行目)
- 副次効果の主な例として、生物多様性保全、水の利用可能性、食料安全保障、所得分配、税制の効率、労働力の供給と雇用、都市乱開発、及び発展途上国の成長の持続可能性などがある
(IPCC AR5 WG3 SPM p.17 10行目)



注:
 ベースライン: 現行水準以上の追加的な対策を行わない。厳格な気候変動政策: 2100年の濃度が430-530ppmとなる水準に相当

出典: 図, IPCC AR5 WG3 SPM Fig.SPM.6

国・地域別の緩和努力・コストの配分

- 緩和シナリオでは、排出緩和措置とその費用は国によって様々である。国を越えての費用の配分は行動自体の配分とは異なる可能性がある (確信度: 高い)

(IPCC AR5 WG3 SPM p.17 13行目)

- 世界全体で費用対効果が高いシナリオでは、緩和努力の大部分が、ベースラインシナリオで、将来、最も高い排出量となる国において起こることになる
- 特に努力分担の枠組みを調査したいいくつかの研究では、世界的な炭素市場の前提のもと、約450～約550ppmシナリオに関係した十分に大きい世界的な資金の流れがあると推定してきた

(IPCC AR5 WG3 SPM p.17 14-18行目)

- 緩和政策は化石燃料の資源価値を下げ、化石燃料輸出者の収入を減少させる可能性があるが、地域や燃料によって差がある (確信度: 高い)

(IPCC AR5 WG3 SPM p.17 20行目)

- ほとんどの緩和シナリオは、主な輸出者の石油や石炭貿易からの収入減少と関係づけられている (確信度: 高い)
- 天然ガス輸出収入への緩和の影響はより不確実性が高く、いくつかの研究では中期的には2050年頃まで輸出収入にプラスになるだろうことが示されている (確信度: 中程度)
- CCSの利用可能性が化石燃料資産の価値に対する緩和の負の副次効果を和らげる可能性がある (確信度: 中程度)

(IPCC AR5 WG3 SPM p.17 21-25行目)

4.1.3 緩和に伴うコストおよび副次効果

緩和努力分担の枠組みに応じた地域別の排出量

- 緩和努力分担の枠組みに応じた、地域別の排出量を推計した研究事例もあるが、推計結果には大きな幅がある
- 2100年の濃度が430～480ppmとなる場合、OECD諸国における2030年の排出量は2010年比約半減、2050年はごく僅かになるという研究成果もある
(個別の研究成果によるものであり、AR5のデータベースに基づく分析結果ではない)

(IPCC AR5 WG3 6章 p.459 10行目)

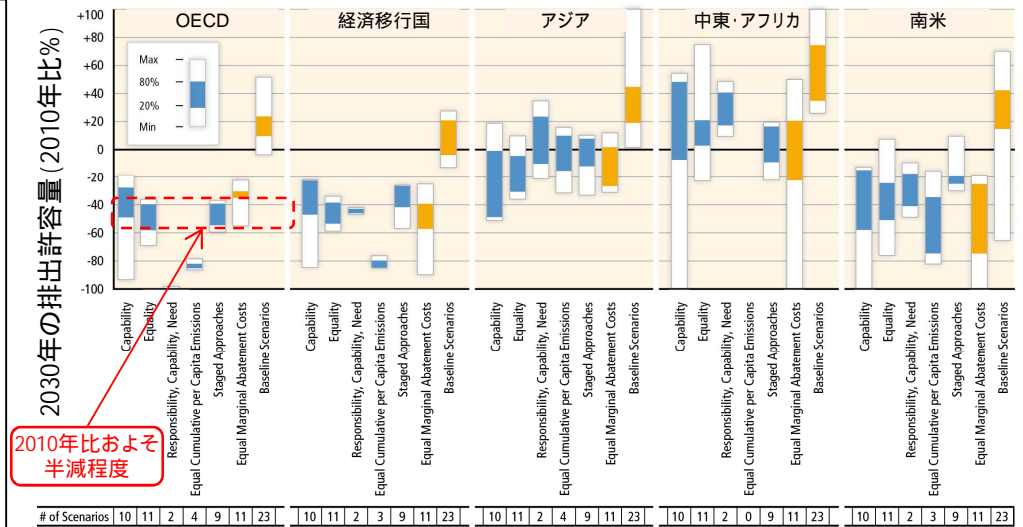


図. 2030年の地域別GHG排出許容量 (430-480ppm)

表. 緩和努力分担の枠組み (Höhneらの研究に基づく)

配分の枠組み	配分方法
責任 (Responsibility)	累積排出量に応じて配分
能力 (Capability)	GDP比の削減費用等に応じて配分
公平 (Equality)	一人当たり排出量に応じて配分
責任、能力、必要性	累積排出量を重視しつつ、能力や持続可能な開発の必要性に応じて配分
一人当たり累積排出量均等化	一人当たりの累積排出量を均等化するよう配分
段階的アプローチ (Staged Approach)	責任、能力、公平など、様々な枠組みを組み合わせたもの。セクター別アプローチはここに含まれる
限界削減費用均等化	排出量を追加的に1トン削減するのに必要なコスト (限界削減費用) を均等化するよう配分

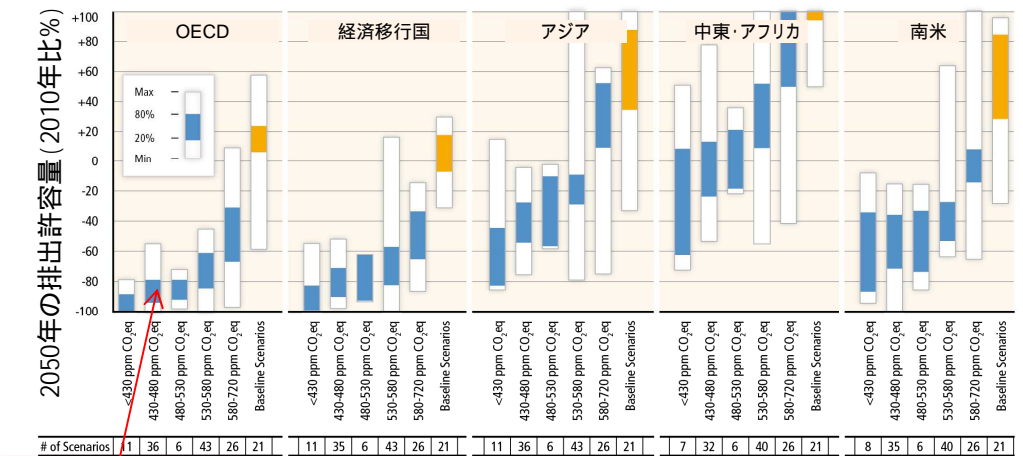


図. 2050年の地域別GHG排出許容量

注: 個別の研究成果 (Höhneら) によるものであり、AR5データベースに基づく分析結果ではない

限界削減費用均等化以外の緩和努力分担手法を用いた場合の値

出典: 図, IPCC AR5 WG3 6章 Fig.6.28, 6.29 * 図中の吹き出しは原図に追加したもの

4. 持続可能な開発を背景とした 緩和への経路及び緩和策

4.2 部門別及び部門横断型の緩和経路、並びにその措置

ベースラインシナリオではほぼ全ての部門で排出量が増加

- ベースラインシナリオでは、GHG排出量はAFOLU部門の正味のCO₂排出量を除き、全ての部門で増加すると予測されている (証拠: 確実、見解一致度: 中程度) (IPCC AR5 WG3 SPM p.17 28行目)
- インフラ開発及び長寿命製品は社会をGHG原単位の大きい排出経路に固定化するが、それらを変えることは困難あるいは非常に高い費用を伴う可能性があり、このことは、野心的な緩和に向けた早期の行動の重要性を高めるものである (証拠: 確実、見解一致度: 高い)
 - インフラ及び空間計画に関連する固定化の緩和が最も困難
 - 長寿命でライフサイクル排出量が低い原料・製品・設備は低排出経路への移行を促進する一方で、原料使用を低い水準にすることを通じて排出を削減することができる (IPCC AR5 WG3 SPM p.18 1-7行目)

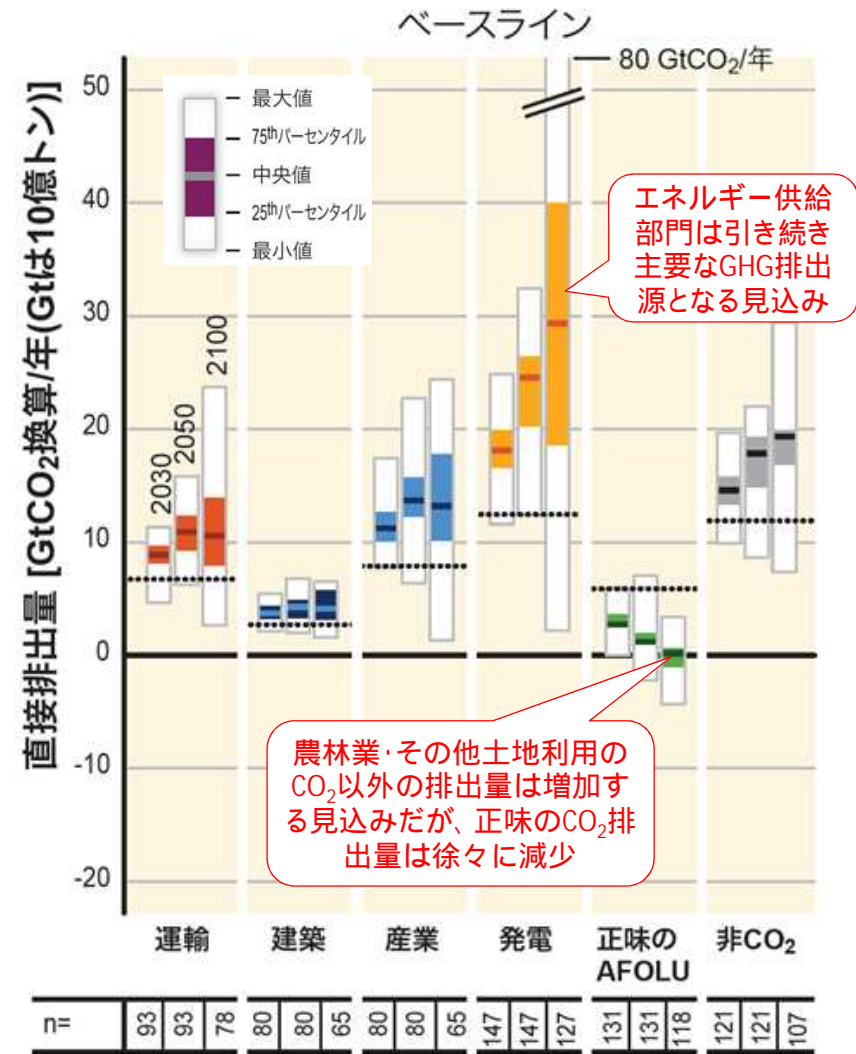


図. ベースラインシナリオにおける部門別GHG排出量

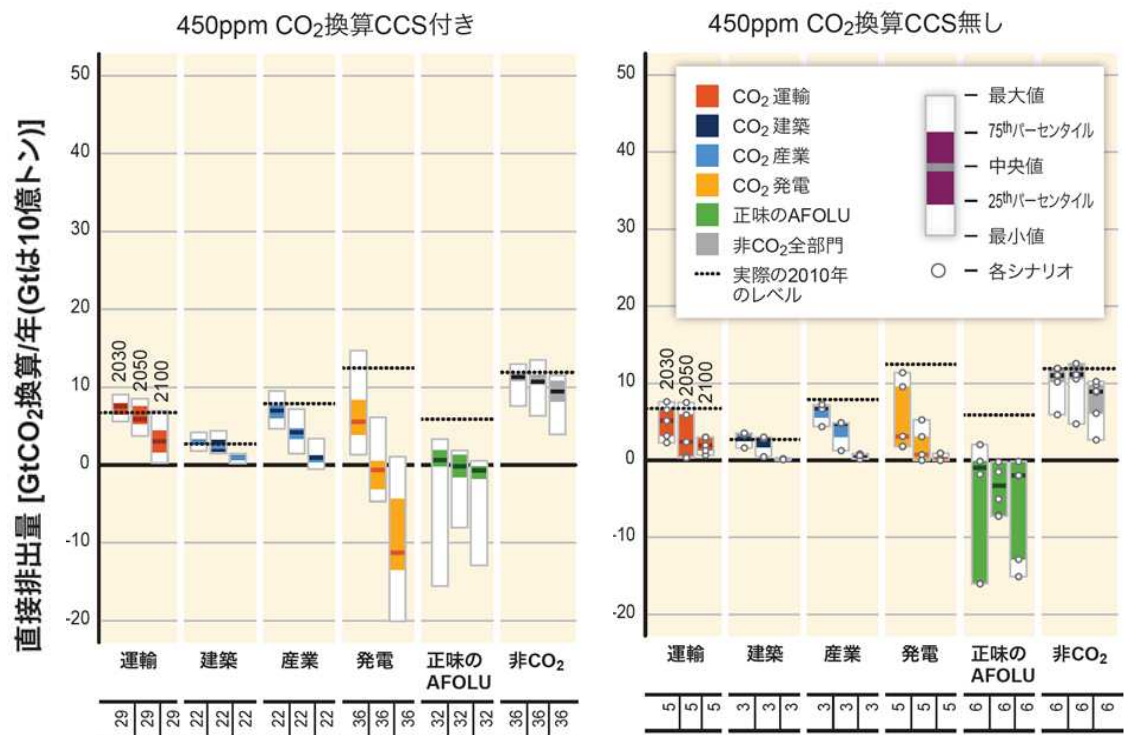
農林業・その他土地利用部門は、森林吸収を含む正味の排出量を示している。

出典: 図, IPCC AR5 WG3 SPM Fig.SPM.7

* 図中の吹き出しは原図に追加したもの

エネルギー供給・需要部門と農林業・その他土地利用部門の相互影響

- 緩和シナリオにおいては、エネルギー供給・エネルギー最終消費部門における緩和措置の導入速度とAFOLU部門における開発の間に強い相互依存性がある (確信度: 高い)
 - BECCSや大規模植林の利用可能性や成果の影響は大きく、450ppmシナリオでは特に影響大 (IPCC AR5 WG3 SPM p.18 8行目)
- 450ppmシナリオでは、エネルギー供給部門での大規模で世界的な転換が示されている (証拠: 確実、見解一致度: 高い)
 - 今後数十年間CO₂排出量が減少し、2040～2070年の間に2010年比で90%以上減、その後ゼロ以下となる見込み (IPCC AR5 WG3 SPM p.18 17行目)



AFOLU部門からの正味のCO₂排出量には、AFOLU(林業が行われている土地、及びいくつかの評価では、農地土壌への吸収源が含まれている)からのCO₂の排出と吸収が含まれている。

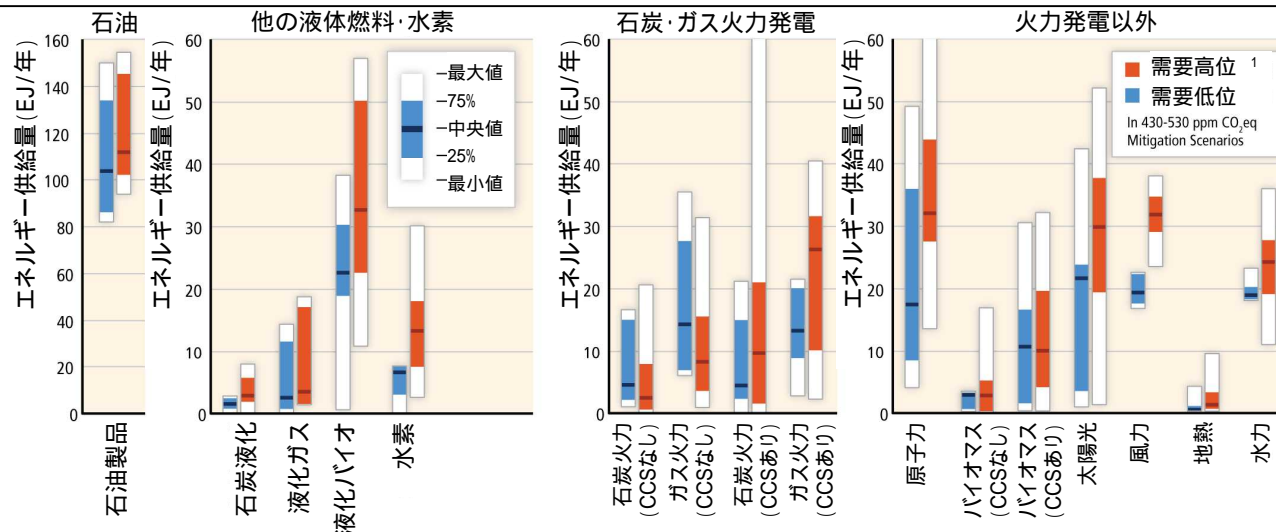
グラフの下の数字はその範囲に含まれるシナリオの数である。CCS無しには、ほとんどのモデルが2100年までに450ppmCO₂換算濃度に到達できないことに注目。この結果、右図のシナリオの数が少なくなっている。

出典: 図, IPCC AR5 WG3 SPM Fig.SPM.7

図. 450ppmシナリオにおける部門別GHG排出量

エネルギー需要部門の効率向上・行動変化は重要な緩和策

- 450、500ppmシナリオでは、開発を阻害せずにベースラインシナリオと比べてエネルギー需要を削減するためには、効率性を向上させ、行動様式を変化させることが、鍵となる緩和戦略となる(証拠: 確実、見解一致度: 高い)
- 早期のエネルギー需要減は費用効果的な緩和策の重要な要素であり、エネルギー供給部門の低炭素化の柔軟性向上、供給側のリスクヘッジ、炭素排出原単位の高いインフラの固定化が避けられ、共同便益が生まれる
- 行動様式、生活様式と文化がエネルギー利用とそれに関連する排出にかなりの影響を及ぼしており、いくつかの部門では緩和の潜在力が高く、特に、技術的及び構造的変化を補完する場合には顕著である(証拠: 中程度、見解一致度: 中程度)
 - 消費様式の変化(例えば移動に対する需要と交通モード、家庭でのエネルギー使用、長寿命の製品の選択)や食生活の変化と食品廃棄物の削減を通して、十分に低下させることができる。
 - 金銭的及び、非金銭的インセンティブを含む数多くの選択肢が、情報措置と共に行動様式の変化を促進させる可能性がある。



1 2010～2050年のエネルギー需要の増加が、需要高位では20%以上増、需要低位では20%以下。

2 主要技術の利用が制限されたシナリオは含まれない。サンプルバイアスを除くため、同一のモデルにより複数のシナリオが提示されている場合は、平均値を用いている。

出典: 図, IPCC AR5 WG3 TS Fig.TS.16

図. エネルギー需要が2050年のエネルギー供給技術普及に及ぼす影響 (濃度が430-530ppmとなる緩和シナリオ)

電力の低炭素化は費用対効果の高い緩和策

- AR5で評価されたベースラインシナリオでは、エネルギー供給部門からのCO2直接排出量は、エネルギー単位の改善速度が過去の改善速度を大きく超えない限り、2050年までに2010年の144億トン/年水準の約2倍から3倍になると評価されている (証拠: 中程度、見解一致度: 中程度)
 - 化石燃料の単独利用ではCO2換算濃度を450ppm、550ppm、650ppmといった水準に抑えることができない (IPCC AR5 WG3 SPM p.20 17行目)
- 発電の脱炭素化(すなわち、炭素単位の削減)が、低安定化レベル(430~530ppmCO2換算)の達成において、費用対効果が高い緩和戦略に欠かせない要素である。ほとんどの統合モデルのシナリオでは、発電部門において、産業、建築、及び運輸部門より急速に脱炭素化が起こっている (証拠: 中程度、見解一致度: 高い)
 - 多くの場合、低炭素発電(再生可能エネルギー、原子力、CCS)の割合が、2050年までに80%以上に増加(現状約30%)。CCSなしの火力発電は2100年までにほぼ完全に消滅している (IPCC AR5 WG3 SPM p.20 23行目)

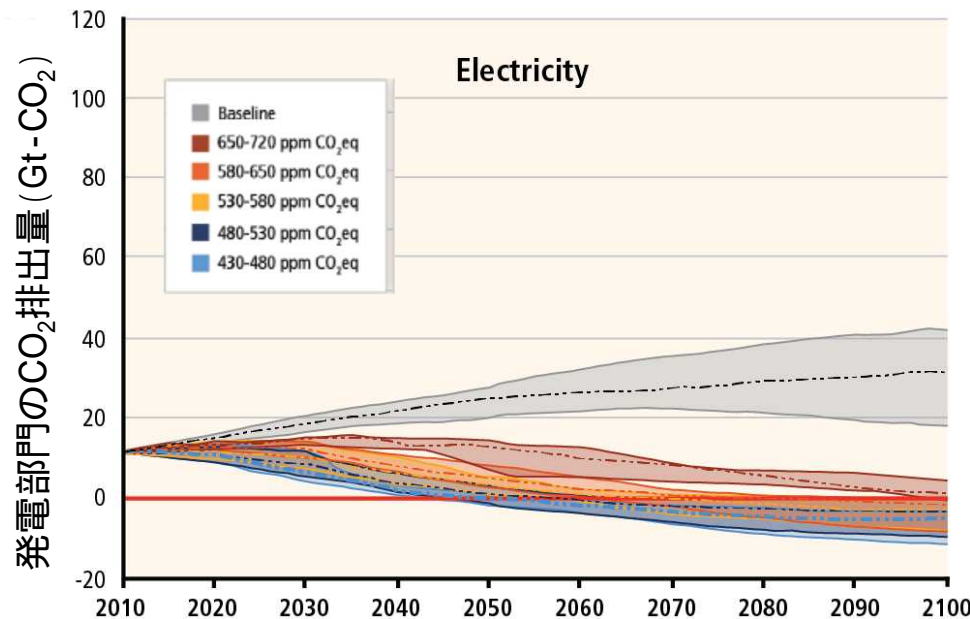


図. シナリオ別の発電部門からのCO₂排出量

出典: 図, IPCC AR5 WG3 7章 Fig.7.9

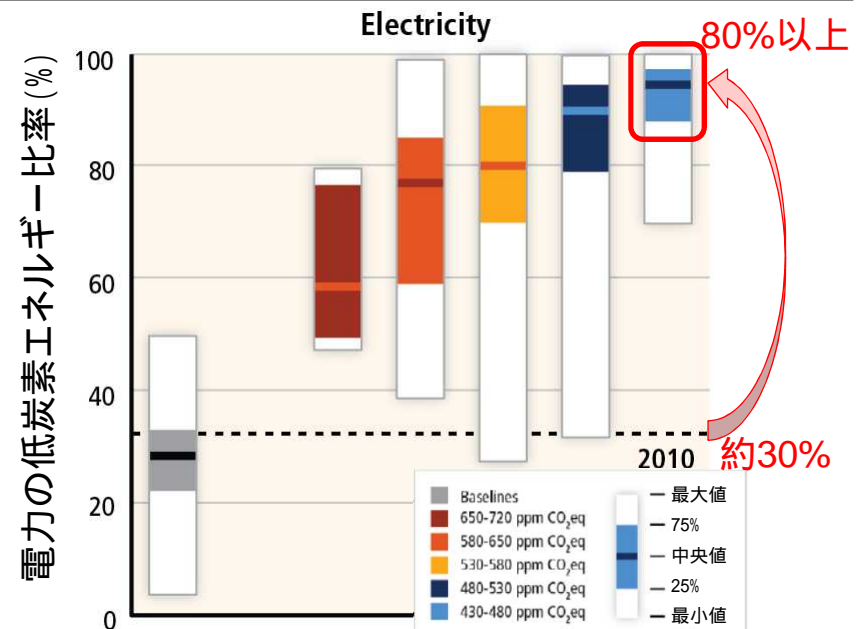


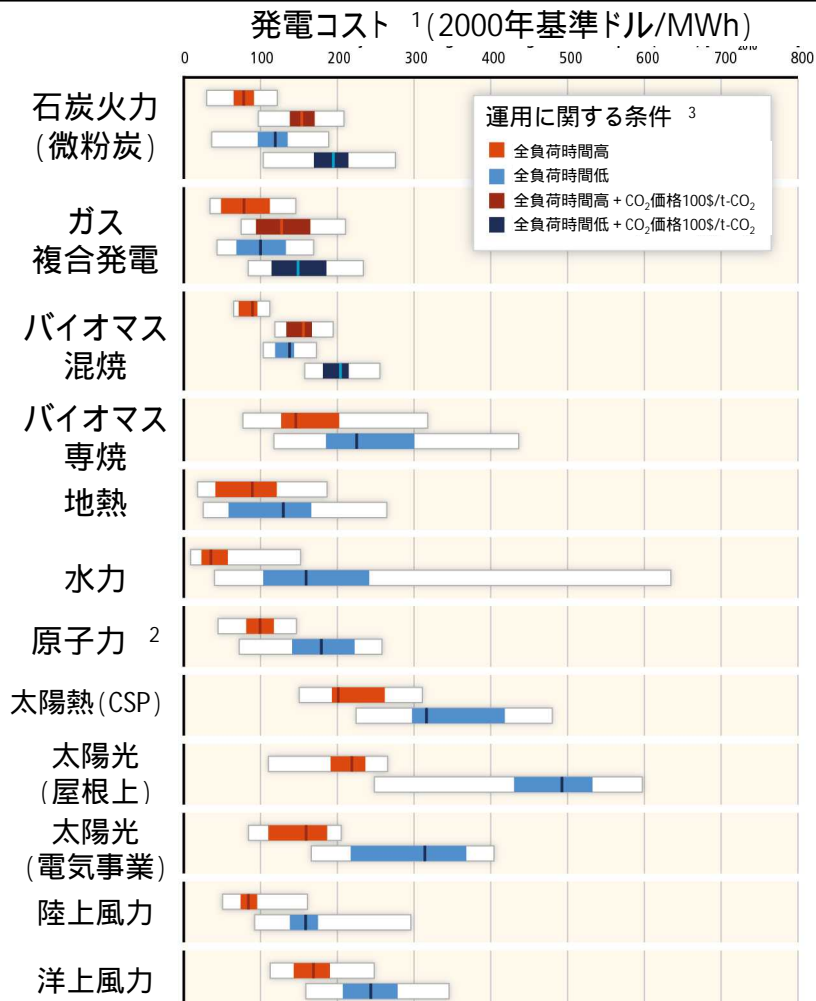
図. 電力に占める低炭素エネルギーの割合 (2050年)

出典: 図, IPCC AR5 WG3 TS Fig.TS.18* 図中の吹き出しは原図に追加したもの 33

再生可能エネルギーの性能は向上、コストは低下

- AR4以降、多くのRE(再生可能エネルギー)技術が性能向上や費用低減を相当進めてきた。また大規模に普及させることが可能となる成熟度に達したRE技術の数も増えている (証拠: 確実、見解一致度: 高い)

(IPCC AR5 WG3 SPM p.20 30行目)



- 発電のみに関しては、REは、2012年の世界の新規発電設備容量の半分強を占める。
- 多くのREは、市場に占める割合を顕著に増加させようとするならば、いまだに直接的あるいは間接的な補助を必要としている。RE技術政策は昨今のREの成長を支えることに成功してきた。
- REをエネルギーシステム中に統合させるための課題とその関連費用は、RE技術、地域の状況、及び背景にある既存のエネルギーシステムの特性によって異なっている (証拠: 中程度、見解一致度: 中程度)

(IPCC AR5 WG3 SPM p.20 32-37行目)

1 加重平均資本コスト率10%で計算した均等化発電コスト(LCOE)。LCOEによる発電コストの比較可能性は限定的。
 2 原子力のコストには、廃炉コスト、フロント・バックエンドコストを含む
 3 全負荷時間とは、1年間のうち最高出力で発電可能な時間を指す。詳細はAnnexIIIを参照。

出典: 図, IPCC AR5 WG3 TS Fig.TS.19

環境省 図. 現時点で利用可能な技術の発電コスト

原子力は成熟した低GHG排出のベースロード電源だがリスク・障壁が存在

- 原子力は成熟した低GHG排出のベースロード電源であるが、世界における発電割合は低下している(1993年以降)。原子力エネルギーは低炭素エネルギー供給への貢献を増加し得るが、各種の障壁とリスクが存在する (証拠: 確実、見解一致度: 高い)

(IPCC AR5 WG3 SPM p.20 38行目)

- 主な障壁・リスクには、操業リスク、及びそれに関連する懸念事項、ウラン原石採掘に伴うリスク、資金及び規制のリスク、未解決の廃棄物管理の問題、核兵器拡散の懸念、並びに世論の反対が含まれる (証拠: 確実、見解一致度: 高)
- これらの課題のいくつかに関して、新しい燃料サイクルと原子炉技術が調査されており、安全性と廃棄物処分についても研究開発が進められてきた。

(IPCC AR5 WG3 SPM p.21 1-4行目)

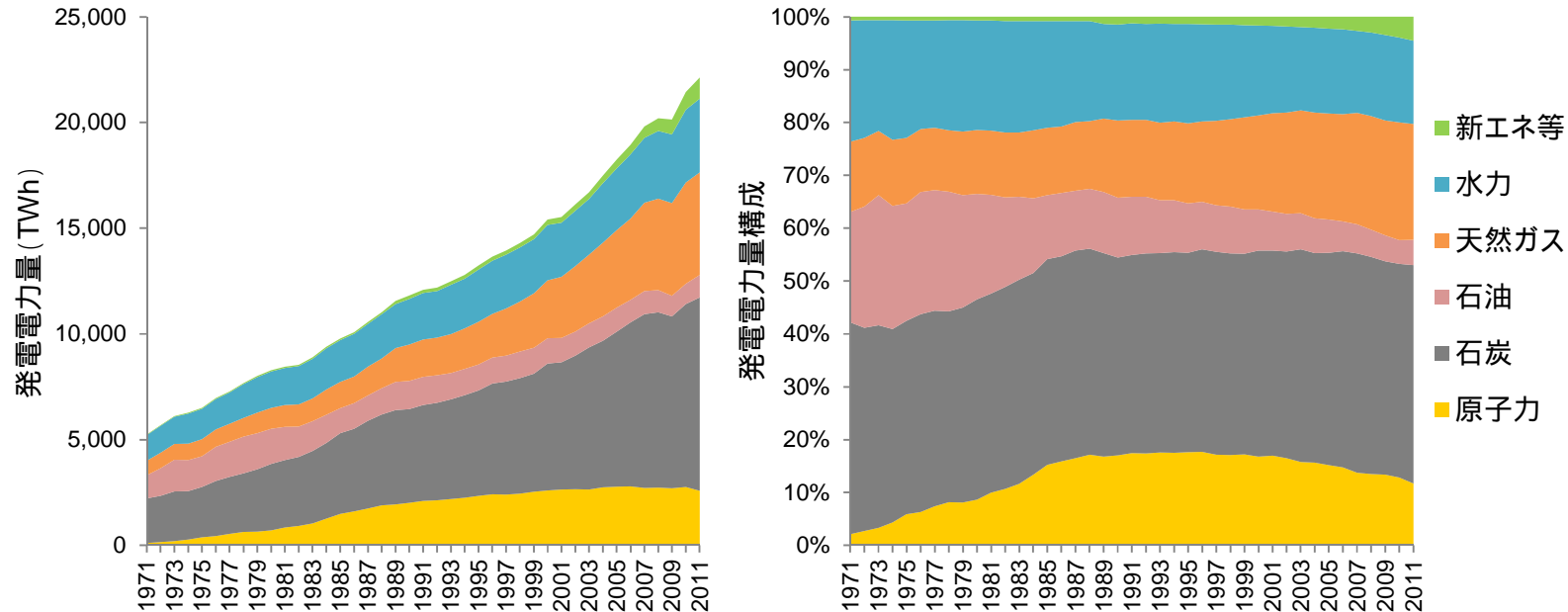


図. 世界の発電電力量の推移

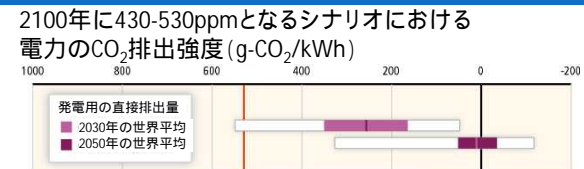
出典: 図, IEA, Energy Balances of Non-OECD Countries 2013 より作成

CCSなしの高效率ガス火力発電はつなぎの技術

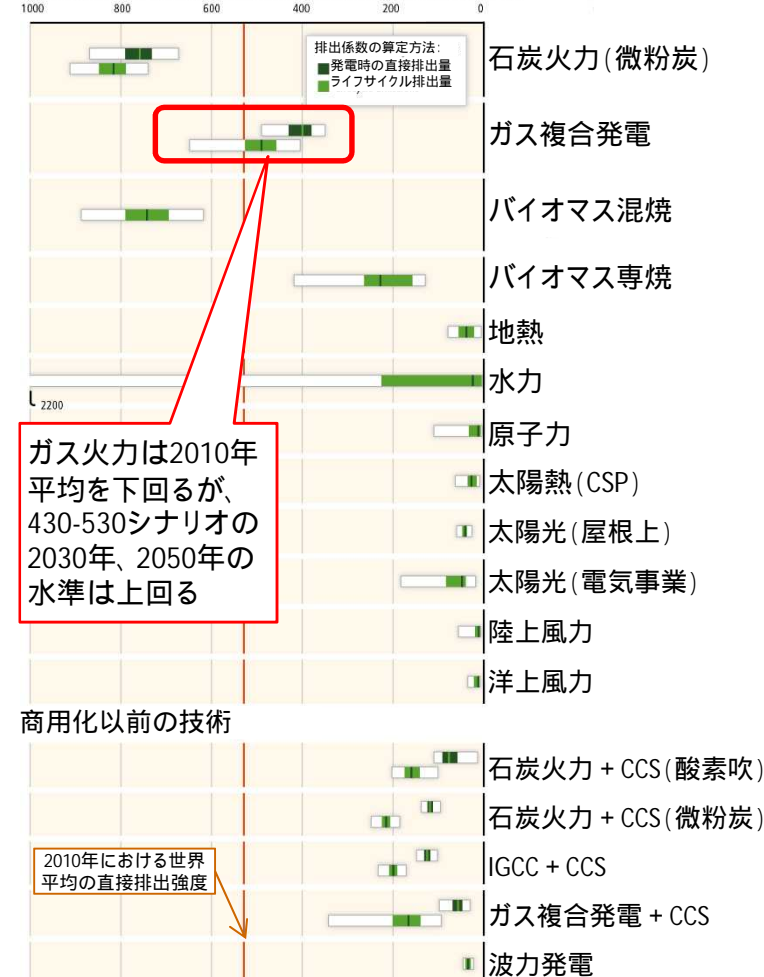
- 天然ガスが利用可能で、採取と供給時のGHG漏出が小さい、又は緩和される場合、既存の標準的な石炭火力発電を最新の高效率天然ガス複合発電や熱電併給発電に置き換えることによって、エネルギー供給によるGHG排出を大幅に削減することができる (証拠: 確実、見解一致度: 高い)
- 450ppmシナリオでは、CCSを伴わない天然ガス発電が「つなぎ」の技術として用いられ、その普及は、増加してピークに達した後2050年までに現在の水準未満に低下し、今世紀後半にさらに減少する (証拠: 確実、見解一致度: 高い)

(IPCC AR5 WG3 SPM p.21 5行目)

(IPCC AR5 WG3 SPM p.21 8行目)



現在商用可能な技術
電力のCO₂排出強度 (g-CO₂/kWh) (ライフサイクル排出強度はg-CO₂換算/kWh)



商用化以前の技術

2010年における世界平均の直接排出強度

図. 発電技術のCO₂排出強度

* 図中の吹き出しは原図に追加したもの 出典: 図, IPCC AR5 WG3 TS Fig. TS.19

CCSは化石燃料起源の排出削減を可能とするがリスクも存在

- CCS技術は、化石燃料発電プラントのライフサイクルGHG 排出を削減する可能性がある(証拠: 中程度、見解一致度: 中程度)

(IPCC AR5 WG3 SPM p.21 12行目)

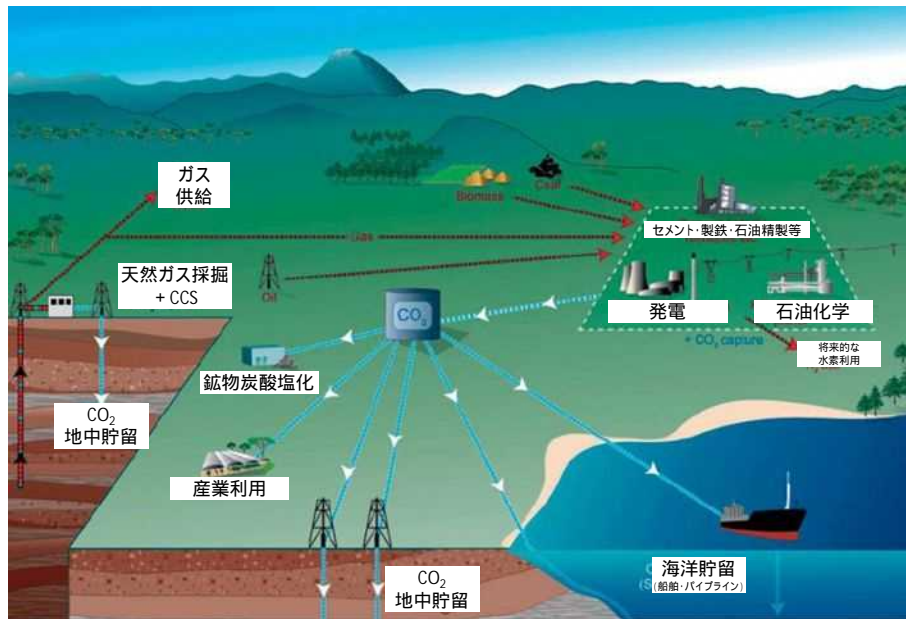


図 . CCSのイメージ

出典: 図, IPCC SRCCS Fig. SPM.1

→ エネルギーの流れ
→ CO₂の流れ

- 統合されたCCSシステムの全ての要素技術は現在、存在し、化石燃料の採取や精製産業で使われているが、CCSは大規模で商業的な化石燃料発電の規模ではまだ導入されてこなかった
- CCSは、規制によってインセンティブがつけられるか、かつ/又は、競合する電源に対して競争力を持つか、例えば効率低下によって部分的にもたらされる追加投資と操業費用増が十分に高い炭素価格(又は直接的な財政支援)で補償されるならば、CCS発電プラントが市場に見られるようになる可能性がある
- 将来の大規模なCCSの普及のためには、貯留に対する短期、長期の責任に関する明確な規制が、経済的なインセンティブとともに必要
- CCS技術の大規模な普及に対する障壁には、輸送リスクとともに運転の安全性とCO₂貯留の長期の健全性についての懸念が含まれる
- しかし、CO₂坑井の健全性を確かめる方法、CO₂貯留によって生じた貯留層内での圧力増加がもたらす可能性のある結果(例えば誘発地震)、及び一次圧入ゾーンから移行したCO₂の人間の健康や環境への潜在的影響についての文献の数が増えている(証拠: 限定的、見解一致度: 中程度)

(IPCC AR5 WG3 SPM p.21 13-24行目) 37

BECCSはバイオエネルギー調達リスクも存在

- BECCSは、多くの低安定化シナリオにおいて重要な役割を果たす、大規模な正味の負の排出を持つエネルギー供給の見通しを与えるが、課題とリスクも伴う(証拠:限定的、見解一致度:中程度)
- これらの課題とリスクには、CCS技術そのものの他に、CCS施設で用いる上流のバイオマスの大規模供給に関連するものがある

(IPCC AR5 WG3 SPM p.21 25行目)

< バイオエネルギー利用について >

- バイオエネルギーは、緩和において重要な役割を果たし得るが、実施の持続可能性やバイオエネルギーシステムの効率性等考慮すべき課題がある(証拠:確実、見解一致度:中程度)
 - 大規模普及の障壁:土地からのGHGの排出、食料安全保障、水資源、生物多様性の保全及び生計などについての懸念
 - 特定のバイオエネルギー経路が引き起こす土地利用の競合に関係した気候への総体的影響についての科学的議論は未解決のままである(証拠:確実、見解一致度:高い)
 - ライフサイクル排出量の低い選択肢(いくつかは既に利用可能)はGHG排出量を減らしうるが、結果は場所によって変わり、効率的なシステム、持続可能な土地利用管理・ガバナンスに依存する

(IPCC AR5 WG3 SPM p.25 12行目)

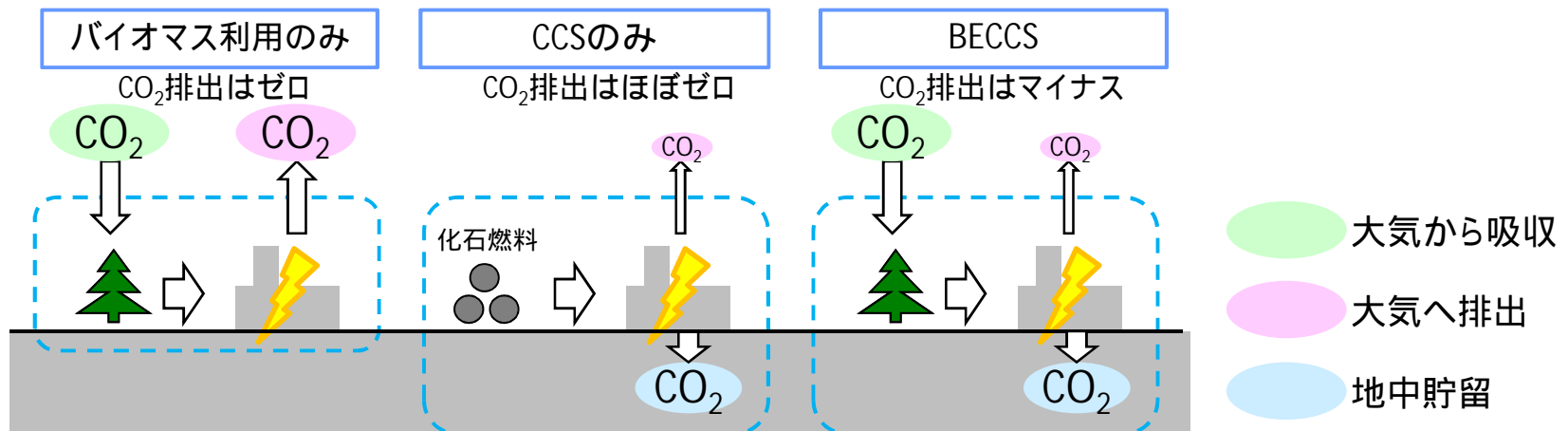


図 . BECCSのイメージ

エネルギー供給部門の緩和策に伴う副次効果

表. エネルギー供給部門におけるプラス/マイナスの副次効果

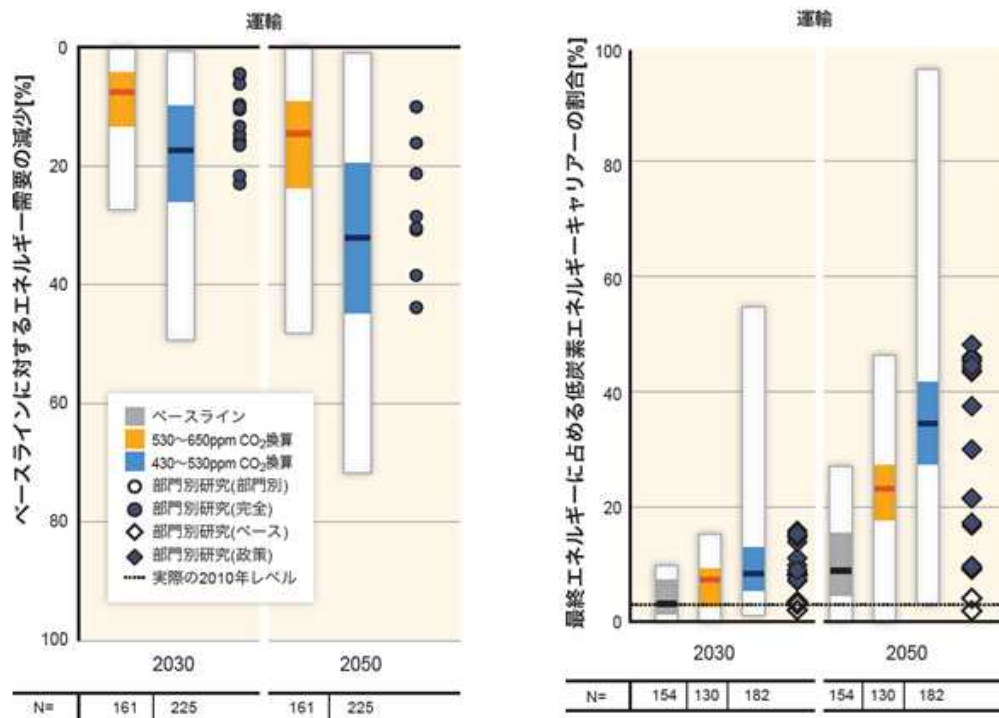
	経済	社会	環境	その他
	バイオマス供給の上流側の効果については農林業・その他土地利用部門を参照			
原子力による石炭代替	<ul style="list-style-type: none"> ↑ エネルギーセキュリティ(燃料価格変動の影響低減) ↑ 地域の雇用創出(ただし正味の効果は不確定) ↑ 放射性廃棄物、廃炉後の炉に関する負担 	<p>健康への影響:</p> <ul style="list-style-type: none"> ↓ 大気汚染、石炭採掘時の事故 ↑ 原子力事故と廃棄物処理、ウラン採掘・加工 ↑ 安全性・廃棄物に関する懸念 	<p>生態系への影響:</p> <ul style="list-style-type: none"> ↓ 大気汚染、石炭採掘 ↑ 原子力事故 	核の拡散リスク
再生可能エネルギーによる石炭代替	<ul style="list-style-type: none"> ↑ エネルギーセキュリティ(資源調達、短中期の多様性) ↑ 地域の雇用創出(ただし正味の効果は不確定) ↑ 灌漑、洪水抑制、海運、水資源供給(貯水式水力、規制された河川) ↑ 需要量と整合を図るための追加的対策(太陽光、風力、太陽熱の一部) 	<p>健康への影響:</p> <ul style="list-style-type: none"> ↓ 大気汚染(バイオエネルギーを除く) ↓ 石炭採掘時の事故 ↑ 電力網整備区域外でのエネルギーアクセス ? プロジェクト固有の社会受容性(例:風力の景観の問題) ↑ 地層構造変化のおそれ(大規模水力) 	<p>生態系への影響:</p> <ul style="list-style-type: none"> ↓ 大気汚染(バイオエネルギーを除く) ↓ 石炭採掘 ↑ 生息環境への影響(水力の一部) ↑ 景観、野生生物への影響(風力) ↓ 水使用量の低減(風力、太陽光) ↑ 水使用量の増大(バイオエネルギー、太陽熱、地熱、貯水式水力) 	太陽光、直流式風力における希少な金属類の使用増
CCS付火力による石炭代替	<ul style="list-style-type: none"> ↑↑ 化石燃料に関する産業における人的・物的資本の維持またはロックイン 	<p>健康への影響:</p> <ul style="list-style-type: none"> ↑ CO₂の漏洩リスク ↑ サプライチェーンの上流における活動 ↑ 安全性の懸念(CO₂貯留、輸送) 	<ul style="list-style-type: none"> ↑ サプライチェーンの上流における活動による生態系への影響 ↑ 水使用量増 	CO ₂ 貯留の長期間のモニタリングが必要
BECCSによる石炭代替	あてはまる箇所についてはCCSの行を、バイオマス供給については農林業・その他土地利用部門を参照			
メタン漏洩の防止、回収、処理	<ul style="list-style-type: none"> ↑ エネルギーセキュリティ(一部においてガスの利用可能性増) 	<ul style="list-style-type: none"> ↓ 大気汚染減による健康への影響 ↑ 炭鉱における労働安全 	<ul style="list-style-type: none"> ↓ 大気汚染減による生態系への影響 	

↑↓ プラスの効果、↑↓ マイナスの効果、? 正味の効果は不明

出典: 図, IPCC AR5 WG3 TS Table TS.3

運輸部門のエネルギー消費・GHG排出の現状・見通し

- 2010年に、運輸部門では、最終エネルギー消費の約27%を占め、67億トンCO₂の直接排出があった。2050年までにベースライン排出が約2倍に増加すると予測されている (証拠: 中程度、見解一致度: 中程度)
- 世界的に増え続けている旅客輸送と貨物輸送からのCO₂排出量が急速に増え続けており、燃料の炭素原単位とエネルギー原単位の改善、インフラの開発、行動様式の変化や包括的政策の実施を含む将来の緩和措置による効果を一部、相殺してしまう可能性がある (確信度: 高い) (IPCC AR5 WG3 SPM p.21 32行目)
- 全ての交通モードを対象とする技術と行動様式に関する緩和措置と、新しいインフラと都市再開発への投資により、2050年の最終エネルギー消費はベースライン比で約40%減らせる可能性があり、緩和ポテンシャルはAR4で示したポテンシャルを超えると評価される (証拠: 確実、見解一致度: 中程度) (IPCC AR5 WG3 SPM p.21 39行目)



- エネルギー効率と車両性能の向上は、2030年には2010年比で30~50%と予測できるが、交通モードと車両タイプに依存する (証拠: 中程度、見解一致度: 中程度)
- 統合都市計画、公共交通指向型開発(TOD)、自転車や徒歩を支援するよりコンパクトな都市形態が全て、長期的には、都市再開発や、短距離輸送の航空需要を削減する高速鉄道のような新たな設備投資と同様に、モーダルシフト(訳注: 貨物や人の運輸手段の転換)につながっていく(証拠: 中程度、見解一致度: 中程度)。このような緩和措置は、挑戦的なもので、結果には不確実性があるが、2050年にはベースライン比で20%から50%、運輸におけるGHG排出を削減する可能性がある (証拠: 限定的、見解一致度: 低い) (IPCC AR5 WG3 SPM p.21 42行目)

ここでの低炭素エネルギーは、電力・水素・液化バイオ燃料を指す。

丸および菱形の点は、8章における個別分野を対象とした分析結果に基づいている。部門別(一部)は、建築部門における暖冷房など、限られた範囲のみを対象とした研究に基づいたものである。

出典: 図, IPCC AR5 WG3 SPM Fig.SPM.8

運輸部門の緩和策

- 燃料を低炭素化する戦略と低炭素化の速度は、エネルギー貯蔵と、低炭素燃料の比較的低いエネルギー密度に関連する課題によって制約を受けている
(確信度: 中程度)
 - メタンベースの燃料は既に自動車と船舶に対してその割合を伸ばしている。低炭素原料から生産された電気は、直近では電気鉄道、短・中期的には電気バス、乗用車と二輪車に使われる可能性がある。低炭素原料から製造した水素燃料は、より長期の選択肢となっている。
 - 商業的に入手可能な液体及び気体のバイオ燃料は、既に緩和の選択肢であると同時に共同便益をもたらし、技術進歩によってこれらは増加する可能性がある。 (IPCC AR5 WG3 SPM p.22 6行目)
- 地域差が輸送緩和措置の選択に影響する (確信度: 高い)
 - 既存のインフラがモーダルシフトのための選択肢を制限し、先進的な自動車技術への依存度を高める可能性がある
 - 特に都市の成長割合が高い国では、公共交通システムと低炭素インフラへの投資が炭素集約モードへの固定化(ロック・イン)を防ぐことができる (IPCC AR5 WG3 SPM p.22 21行目)
- 緩和戦略は、全ての政府レベルで気候以外の政策と関連付けられる場合、全ての地域で運輸部門のGHG排出量を経済成長から切り離すことに役立ち得る
(確信度: 中程度) (IPCC AR5 WG3 SPM p.22 28行目)

輸送部門の緩和策に伴う副次効果

- 排出ガス中の粒子状物質(黒色炭素を含む)、対流圏オゾン、エーロゾル前駆物質(NOxを含む)を減少させることで、短期的に人の健康とCO2削減との共同便益が得られる(証拠: 中程度、見解一致度: 中程度)
(IPCC AR5 WG3 SPM p.22 12行目)
- 歩行者のためのインフラを優先させることや自動車を使わないサービス、公共交通サービスを組み合わせることで、全ての地域における経済的かつ社会的な共同便益を生み出すことができる(証拠: 中程度、見解一致度: 中程度)
(IPCC AR5 WG3 SPM p.22 29行目)

表. 輸送部門におけるプラス/マイナスの副次効果

	経済	社会	環境
	低炭素電力についてはエネルギー供給部門を、バイオマス供給については農林業・その他土地利用部門を参照		
燃料の炭素強度の削減 (電力、水素、CNG、バイオ燃料、その他の対策)	<ul style="list-style-type: none"> ↑ エネルギーセキュリティ(多様化、石油依存減、原油価格変動リスク回避) ↑ 技術の波及効果(バッテリー技術の家電への応用) 	<p>都市大気汚染による健康影響:</p> <ul style="list-style-type: none"> ? CNG・バイオ燃料(正味の効果は不確か) ↓ 電力・水素(ほとんどの汚染物質減) ↑ 軽油(汚染増の可能性あり) ↓ 騒音(電化・燃料電池車) ↓ 道路の安全性(電気自動車の低速時の静かさ) 	<p>電気・水素の生態系影響:</p> <ul style="list-style-type: none"> ↓ 都市大気汚染 ↑ 物質利用(非持続的な資源探掘)
エネルギー強度の低減	<ul style="list-style-type: none"> ↑ エネルギーセキュリティ(石油依存減、原油価格変動リスク回避) 	<ul style="list-style-type: none"> ↓ 都市大気汚染の削減による健康影響 ↑ (耐衝突性の増加による)交通安全性 	<ul style="list-style-type: none"> ↓ 都市大気汚染減による生態系や生物多様性への影響
コンパクト都市の形成 輸送インフラの改善 モーダルシフト	<ul style="list-style-type: none"> ↑ エネルギーセキュリティ(石油依存減、原油価格変動リスク回避) ↑ 生産性(都市渋滞・移動回数の削減、安価なアクセスしやすい輸送) ? 公共交通機関・自動車製造業での雇用機会増減 	<p>健康影響(非動力源の移動利用):</p> <ul style="list-style-type: none"> ↓ 運動量の増加 ↑ 大気汚染物質の曝露のおそれ ↓ 騒音(モーダルシフト、移動削減) ↑ 雇用に関わる交通利便性の公平性(特に途上国) ↑ 道路の安全性(モーダルシフト、徒歩・自転車のためのインフラ) 	<p>生態系影響:</p> <ul style="list-style-type: none"> ↓ 都市大気汚染 ↓ 土地利用競合
移動の削減・回避	<ul style="list-style-type: none"> ↑ エネルギーセキュリティ(石油依存減、原油価格変動リスク回避) ↑ 生産性(都市渋滞・移動回数の削減、徒歩) 	<ul style="list-style-type: none"> ↓ 健康影響(非動力源の交通手段) 	<p>生態系影響:</p> <ul style="list-style-type: none"> ↓ 都市大気汚染 ↑ 新規/短縮航路 ↓ 土地利用競合(交通インフラ)

出典: 図, IPCC AR5 WG3 TS Table TS.4

費用対効果は緩和策ごとに大きく異なる

- 運輸部門における異なるCO2削減措置の費用対効果は車両タイプと交通モードによって大きく異なる (信頼性: 高い) (IPCC AR5 WG3 SPM p.22 16行目)

- エネルギー効率と車両性能の向上は、2030年には2010年比で30~50%と予測できるが、交通モードと車両タイプに依存する (証拠: 中程度、見解一致度: 中程度) (IPCC AR5 WG3 SPM p.21 42行目)

- 多くの短期的な行動面での措置や乗用車、貨物及び船舶の効率改善に対する平準化された削減費用は、非常に安い
か負となっている。2030年には、電気自動車、飛行機、及びおそらく高速鉄道に対する平準化された削減費用は100米ドル/tCO2を超える可能性がある (証拠: 限定的、見解一致度: 中程度) (IPCC AR5 WG3 SPM p.22 21行目)

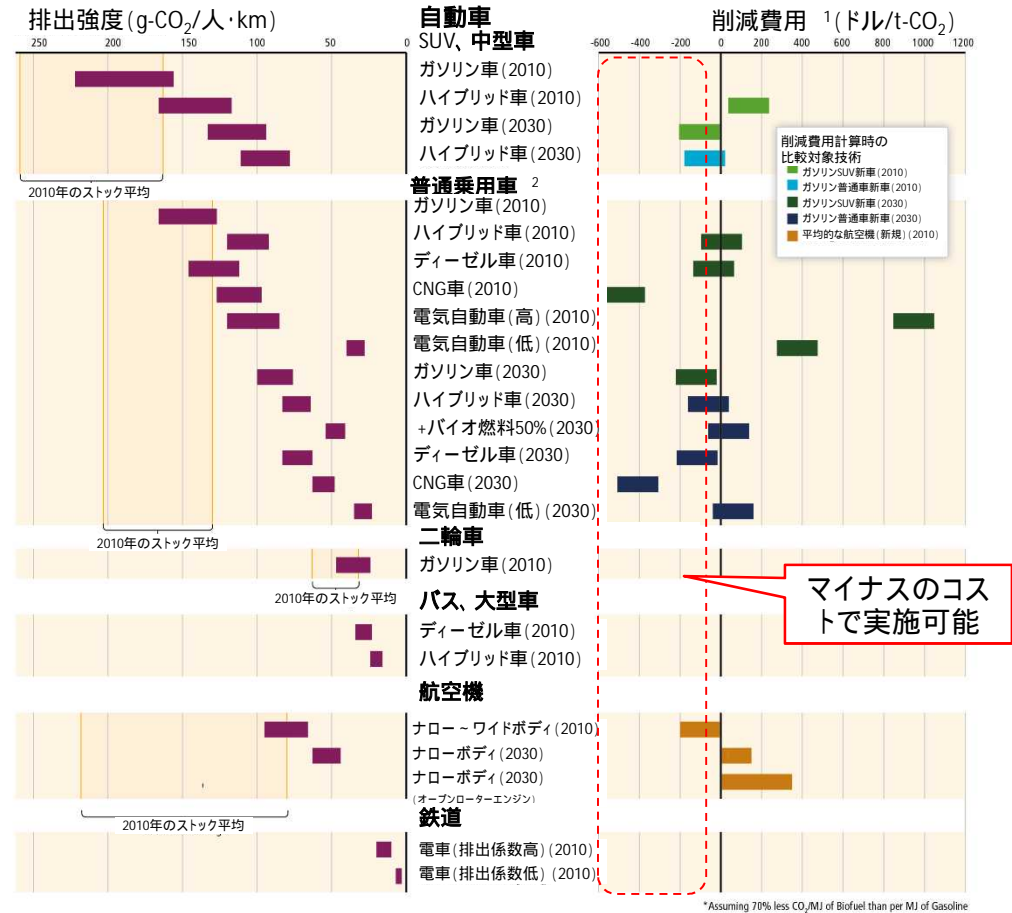


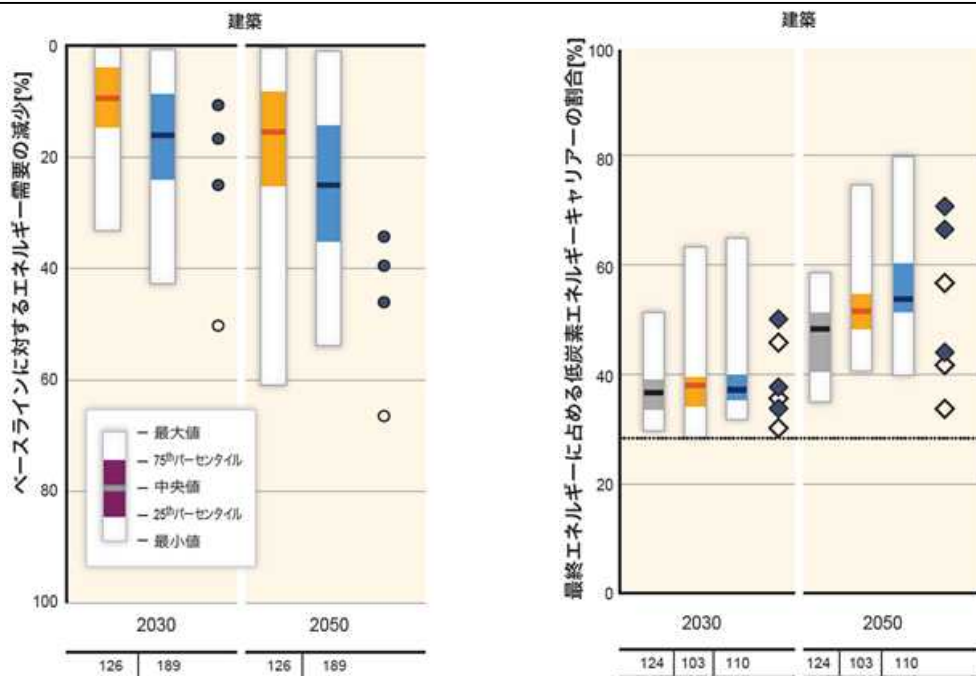
図. 旅客輸送部門の現在商用利用されている技術・2030年に予想される技術の排出強度・削減費用

1 CO₂排出量を1トン削減するのに必要な費用。加重平均資本コスト率5%として計算
 2 電気自動車(高)は電力のCO₂排出係数が600g-CO₂/kWh、(低)は200g-CO₂/kWh
 出典: 図, IPCC AR5 WG3 TS Fig.TS.21 * 図中の吹き出しは原図に追加したものと

建築部門のエネルギー消費・GHG排出の現状・見通し

- 2010年に建築部門 24では直接、間接排出を含めて、最終エネルギー消費の約32%、88億トンのCO2の排出があった。ベースラインシナリオにおいては、今世紀中頃までにエネルギー需要が約2倍、CO2排出が50%～150%増加すると予測されている (証拠: 中程度、見解一致度: 中程度)
 - このエネルギー需要の増加は富の向上、生活様式の変化、現代的なエネルギーサービスと適切な住宅へのアクセス、及び都市化の結果である (IPCC AR5 WG3 SPM p.22 34行目)
- 近年の技術、ノウハウ、政策の進歩により、世界の建築部門におけるエネルギー消費は、今世紀中頃までに安定化又は削減する機会が提供される (証拠: 確実、見解一致度: 高い)

建築部門には、住宅、商業、公共サービス部門が含まれる。なお、建設時の排出量は産業部門にて計上される。 (IPCC AR5 WG3 SPM p.23 1行目)



- 低エネルギー建築基準の採用が重要で、これは、AR4以来、大幅に進歩してきた
- 既に建築ストックが確立している国々では、改築が緩和戦略の必須部分であり、熱/冷エネルギーの50～90%の削減が各建物で達成されてきた
- 最近の性能と費用の大幅な改善で、非常に低いエネルギーの建物の建設、あるいは改修が経済的に魅力的となり、時には正味で負の費用となることさえある

(IPCC AR5 WG3 SPM p.23 2-6行目)

ここでの低炭素エネルギーは、電力を指す。

丸および菱形の点は、9章における個別分野を対象とした分析結果に基づいている。部門別(一部)は、建築部門における暖冷房など、限られた範囲のみを対象とした研究に基づいたものである。

出典: 図, IPCC AR5 WG3 SPM Fig.SPM.8

図. 建築部門の最終エネルギー消費削減率・低炭素エネルギーのシェア

建築部門の緩和策

- 長寿命の建築物とそれに関連するインフラは、固定化(ロック・イン)リスクがあり、これらは建設比率の高い地域において特に重要である(証拠: 確実、見解一致度: 高い)
(IPCC AR5 WG3 SPM p.22 38行目)
- 生活様式、文化、行動様式が建築におけるエネルギー消費に大きく影響する(証拠: 限定的、見解一致度: 高い)
 - 先進国の場合、生活様式と行動様式の変化がエネルギー需要を、短期では現状レベルの20%、今世紀中ごろまでには50%まで削減する可能性をシナリオは示している
(IPCC AR5 WG3 SPM p.23 7行目)
- 強力な障壁、例えばインセンティブの対立(例: テナントと建築業者)、断片的な市場、情報や財政が十分に得られないことが、費用対効果が高い機会を市場ベースで取り込むことを妨げている。
 - 障壁は建物と設備のライフサイクルの全段階へ政策介入することで克服できる(証拠: 確実、見解一致度: 高い)
(IPCC AR5 WG3 SPM p.23 18行目)
- エネルギー効率政策のポートフォリオの開発とその実施はAR4以降大きく進展してきた。建築基準と設備の省エネ基準が、正しく設計・実施されるならば、環境的にも費用対効果の面でも、排出削減の最も効果的な手段となってきた(証拠: 確実、見解一致度: 高い)
 - これらの基準を大幅に強化し、さらに多くの管轄領域で採択し、さらに多くの種類の建築物や設備に広げることが、野心的な気候目標に達する重要な要因である

建築部門の緩和策に伴う副次効果

- 建築物における大半の緩和選択肢は、エネルギー費用削減に加えて、大きく、かつ多様な共同便益を持つ (証拠: 確実、見解一致度: 高い)
 - 共同便益にはエネルギー安全保障、健康(例: よりクリーンな薪調理器など)、環境面の効果、職場の生産性、燃料不足の減少、及び雇用純増などの改善が含まれている。
 - 金銭価値化した共同便益についての研究では、しばしば、これらがエネルギー費用の削減や可能性のある気候便益をしのぐことが見出されている (証拠: 中程度、見解一致度: 中程度)

(IPCC AR5 WG3 SPM p.23 13行目)

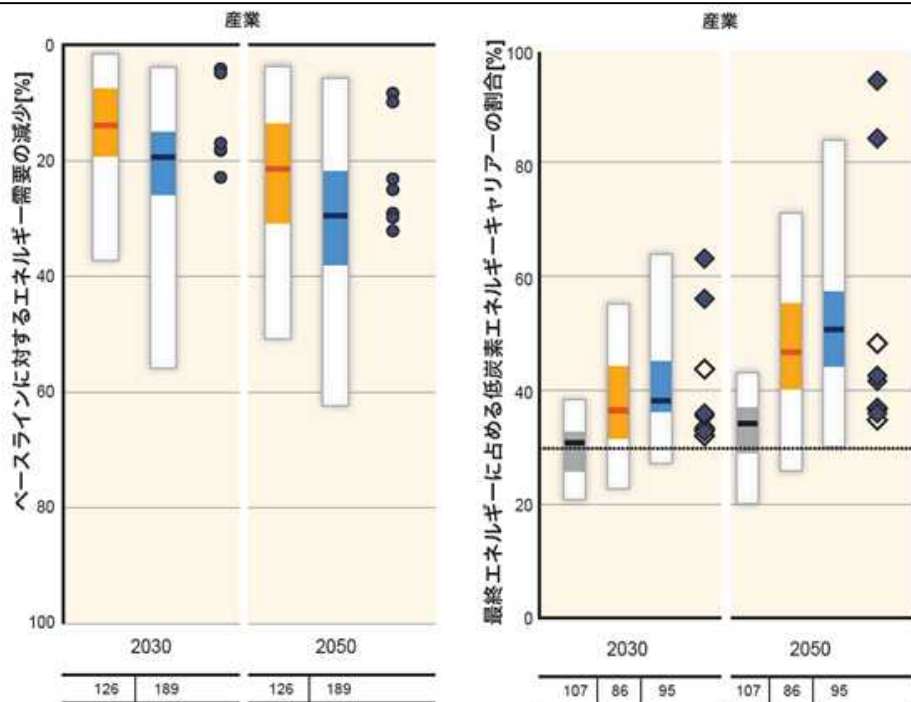
表. 建築部門におけるプラス/マイナスの副次効果

	経済	社会	環境	その他
	燃料転換、再生可能エネルギーについてはエネルギー供給部門を参照			
燃料転換, 再生可能エネルギー導入, 屋上緑化, その他排出強度削減対策	<ul style="list-style-type: none"> ↑ エネルギーセキュリティ ↑ 雇用への影響 ↑ エネルギー補助金の必要性低下 ↑ 建物の資産価値 	燃料貧困(住宅): <ul style="list-style-type: none"> ↓ エネルギー需要 ↑ エネルギーコスト ↓ エネルギーアクセス (エネルギーコスト増) ↑ 女性・子供の生産時間 (伝統的な調理コンロの代替) 	住宅内の健康影響: <ul style="list-style-type: none"> ↓ 屋外大気汚染 ↓ 屋内大気汚染(途上国) ↓ 燃料貧困 ↓ 生態系影響(屋外大気汚染減) ↑ 都市の生物多様性(屋上緑化) 	都市のヒートアイランド効果の低減
既存建物の改修 優れた新築建物 高効率家電製品	<ul style="list-style-type: none"> ↑ エネルギーセキュリティ ↑ 雇用への影響 ↑ 生産性(商業ビル) ↑ エネルギー補助金の必要性低下 ↑ 建物の資産価値 ↑ 災害強靱性 	<ul style="list-style-type: none"> ↓ 燃料貧困(改修、高効率機器) ↓ エネルギーアクセス (投資コスト増) ↑ 熱環境の快適性(改修、優れた新築建物) ↑ 女性・子供の生産時間 (伝統的な調理コンロの代替) 	健康影響: <ul style="list-style-type: none"> ↓ 屋外大気汚染 ↓ 屋内大気汚染(高効率コンロ) ↓ 屋内環境条件 ↓ 燃料貧困 ↓ 不十分な換気 ↓ 生態系影響(屋外大気汚染減) ↓ 水消費・汚水発生 	都市のヒートアイランド効果の低減(改修、優れた新築建物)
エネルギー需要削減のための行動変化	<ul style="list-style-type: none"> ↑ エネルギーセキュリティ ↑ エネルギー補助金の必要性低下 		<ul style="list-style-type: none"> ↓ 屋外大気汚染減と屋内環境条件の改善を通じた健康影響 ↓ 生態系影響(屋外大気汚染減) 	

出典: 図, IPCC AR5 WG3 TS Table TS.5

産業部門のエネルギー消費・GHG排出の現状・見通し

- 2010年に産業部門ではプロセス排出とともに直接、間接排出を含めて、最終エネルギー消費のおよそ28%、130億トンのCO2排出があった。AR5で評価されたベースラインシナリオでは、エネルギー効率改善が大きく加速されない場合、2050年までに排出量が50～150%増加すると予測されている (証拠: 中程度、見解一致度: 中程度)
(IPCC AR5 WG3 SPM p.23 29行目)
- 産業部門のエネルギー原単位は、大幅な性能向上、更新、及び利用可能な最高技術の普及を通じて、現行水準と比べておよそ25%、直接的に低減し得る。特にこれらの技術が使用されていない国々やエネルギー集約型ではない国々において顕著である (見解一致度: 高い、証拠: 確実)
BAT: Best Available Technology (IPCC AR5 WG3 SPM p.23 35行目)



- 技術革新により、エネルギー原単位がさらに約20%削減できる可能性がある (証拠: 限定的、見解一致度: 中程度)
- エネルギー効率向上を実行する際の障壁は、初期の投資費用と情報の欠如に大きく関係している。情報プログラムがエネルギー効率の向上のためによく実施されるアプローチであり、経済的手法、規制的なアプローチ、及び自主的行動がそのあとに続く。 (IPCC AR5 WG3 SPM p.25 38行目)

ここでの低炭素エネルギーは、電力、熱、水素、バイオエネルギーを指す。

丸および菱形の点は、10章における個別分野を対象とした分析結果に基づいている。部門別(一部)は、建築部門における暖冷房など、限られた範囲のみを対象とした研究に基づいたものである。

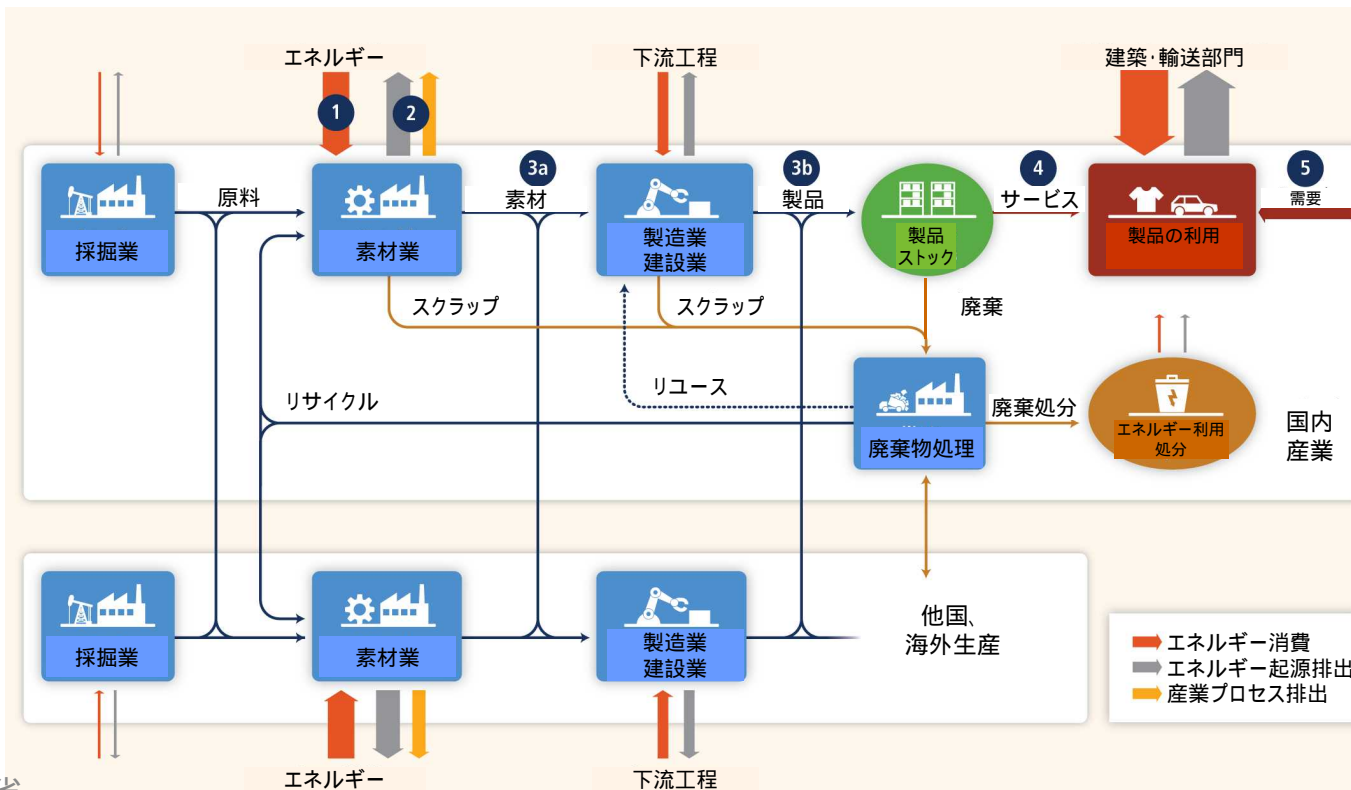
出典: 図, IPCC AR5 WG3 SPM Fig.SPM.8

産業部門の緩和策

- 産業部門におけるGHG排出の大半を占めるのがCO₂である。しかしCO₂以外のガスについても大きな緩和機会がある (証拠: 確実、見解一致度: 高い)
- 障壁はあるものの、鍵となる緩和機会には、例えば、プロセスの最適化や冷媒の回収、リサイクルと置き換えによるハイドロフルオロカーボンの削減がある
(IPCC AR5 WG3 SPM p.24 9行目)
- 企業や部門を横断する体系的なアプローチや協調行動は、エネルギーと原材料の消費を削減し、それによってGHG排出量をも削減し得る (証拠: 確実、見解一致度: 高い)
- 部門横断的技術(例: 効率的なモーター)や措置(例: 空気や蒸気の漏れを減らす)を大規模なエネルギー集約産業と中小企業の両方に適用すれば、プロセスの性能とプラントの効率を費用対効果的に改善し得る
- 企業間の協力(例: 工業団地内)や部門横断的な協力には、インフラ、情報、及び排熱利用の共有などがあり得る
(IPCC AR5 WG3 SPM p.24 13行目)
- 廃棄物管理における重要な緩和選択肢は廃棄物削減であり、リユース、リサイクル、エネルギー回収が続く (証拠: 確実、見解一致度: 高い)
- 材料のリサイクル・リユースの割合はまだまだ低いので、廃棄物処理技術と化石燃料の需要量削減のためのエネルギー回収によって、廃棄物由来の直接排出量を大きく削減できる
(IPCC AR5 WG3 SPM p.24 19行目)

産業部門の緩和策は多岐にわたる

- エネルギー効率に加えて、GHG排出効率や材料の使用効率、材料ならびに製品のライフサイクルとリユースの効率の改善、及び製品需要(例えば、製品のより高い集中的な利用を通しての)やサービス需要の総体的な軽減が、産業部門においてGHG排出をベースライン未満に低減させることに役立つ (証拠: 中程度、見解一致度: 高い)
- 長期的には低炭素電気への移行、新産業プロセス、(例えばセメントの代替品など)製品の画期的革新、あるいは(例えばプロセス排出の緩和のための)CCSはGHGの排出削減に大きく貢献し得る
- 原料と製品サービスの効率に関する政策や経験の無さが主な障害である (IPCC AR5 WG3 SPM p.24 1行目)



- 産業部門における緩和策
- (1) 省エネルギー
 - (2) 排出効率改善
 - (3a) 製造時の資源効率
 - (3b) 製品デザインにおける資源効率
 - (4) 製品のサービス効率
 - (5) サービス需要の低減

図. 産業のサプライチェーンを通じたエネルギー消費・GHG排出量

出典: 図, IPCC AR5 WG3 TS Fig.TS.25

産業部門の緩和策に伴う副次効果

- 多くの排出削減の選択肢は、費用対効果が高く、収益性があり、(環境コンプライアンスの向上や健康便益等の)複数の共同便益と関係している。

(IPCC AR5 WG3 SPM p.24 4行目)

表. 産業部門におけるプラス/マイナスの副次効果

	経済	社会	環境
	低炭素エネルギー (CCS含む) についてはエネルギー供給部門を、バイオマス供給については農林業・その他土地利用部門を参照		
CO ₂ やCO ₂ 以外のGHGの排出強度の削減	↑ 競争力、生産性	↓ 地域の大気汚染減や労働環境の改善による健康影響 (アルミニウムからのPFC)	↓ 地域の大気汚染や水質汚濁の削減を通じた生態系影響 ↑ 水資源保全
新技術・プロセスによるエネルギー効率向上	↑ エネルギーセキュリティ (エネルギー強度の低下) ↑ 雇用への影響 ↑ 競争力、生産性 ↑ 途上国での技術波及効果 (サプライチェーンのつながりによるもの)	↓ 地域の大気汚染減による健康影響 ↑ 新しいビジネス機会 ↑ 水利用・水質 ↑ 安全・労働条件・職業満足度	生態系影響: ↓ 化石燃料採掘 ↓ 地域汚染と廃棄物
財の素材利用効率、リサイクル	↓ 消費税による税収 (中期) ↑ 雇用への影響 (廃棄物、リサイクル) ↑ 製造業における競争力 ↑ 産業クラスターのための新しいインフラ	↓ 健康影響と安全性への懸念 ↑ 新しいビジネス機会 ↓ 地域紛争 (資源採掘の削減)	↓ 地域の大気汚染・水質汚濁の削減と廃棄物処理を通じた生態系影響 ↓ バージン素材や自然資源の使用 (非持続型資源の採掘削減)
製品需要の削減	↓ 消費税による税収 (中期)	↓ 地域紛争 (消費不均衡の低減) ↑ 多様なライフスタイルについての新たなコンセプト	↓ 消費後の廃棄物

出典: 図, IPCC AR5 WG3 TS Table TS.6

農林業・その他土地利用部門のGHG排出の現状・見通し

- AFOLU部門は、正味の人為起源のGHG排出量の約1/4(約100～120億トンCO₂換算/年)を占め、森林減少と土壌・施肥管理、家畜由来の農業の排出が主である(証拠:中程度、見解一致度:高い)

(IPCC AR5 WG3 SPM p.24 25行目)

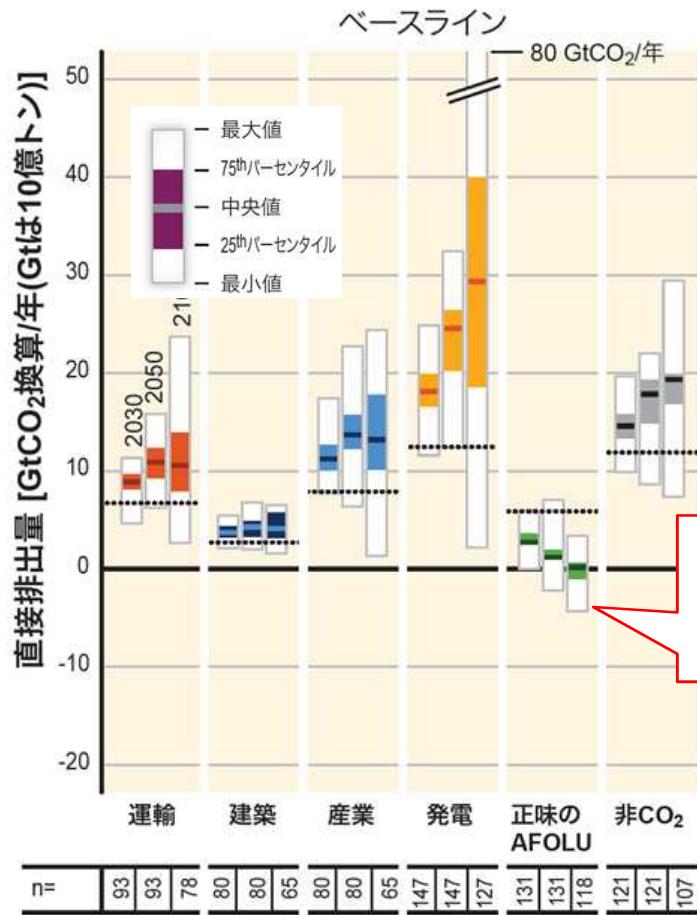


図. ベースラインシナリオにおける部門別CO₂排出量

- 最新の推定ではAFOLU部門のCO₂フラックスが減少していることが示されており、それは森林減少率の低下と新規植林の増加の結果である
- AFOLU部門の過去の正味の排出量における不確実性は他の部門より大きく、AFOLU部門の正味のベースライン排出量の予測にも、追加的な不確実性が存在する。それでもなお、将来的にはAFOLU部門からの正味のベースラインCO₂排出量の減少が予測されており、正味の排出量が2050年までには2010年水準の半分未満になる可能性があり、今世紀末以前にAFOLU部門が正味のCO₂吸収源となる可能性がある(証拠:中程度、見解一致度:高い)

(IPCC AR5 WG3 SPM p.24 27行目)

AFOLU部門からの正味のCO₂排出量には、AFOLU(林業が行われている土地、及びいくつかの評価では、農地土壌への吸収源が含まれている)からのCO₂の排出と吸収が含まれている。

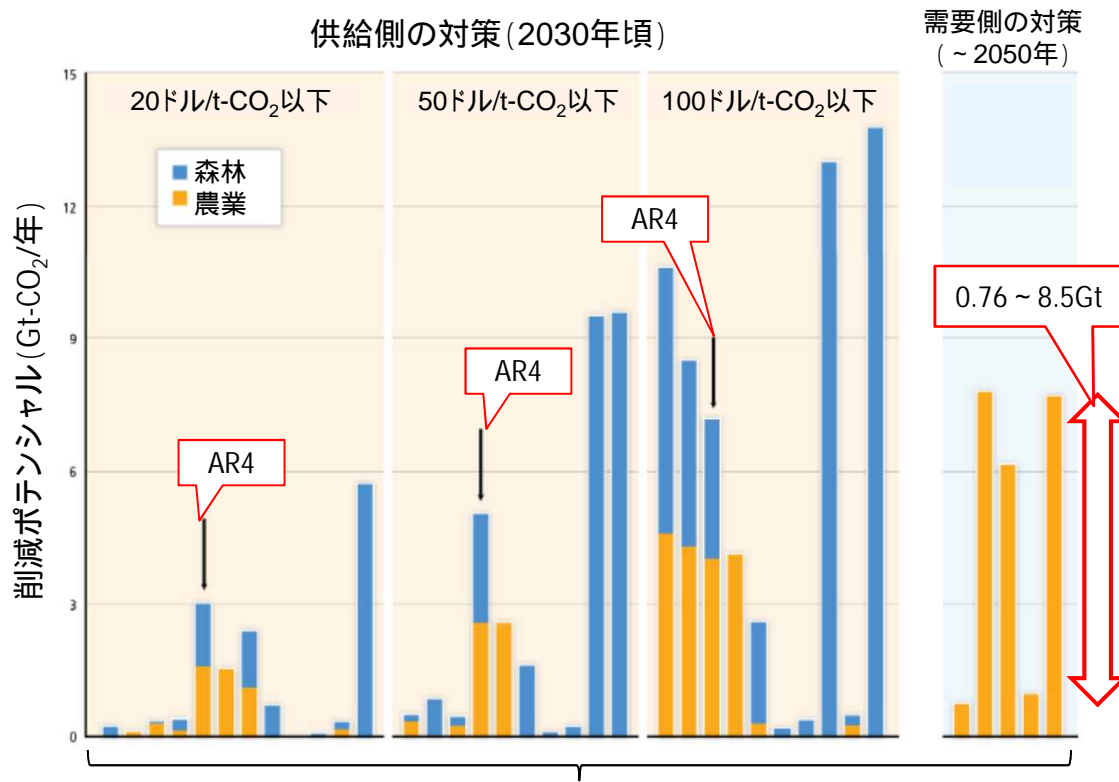
出典: 図, IPCC AR5 WG3 SPM Fig.SPM.7

* 図中の吹き出しは原図に追加したもの

農林業・その他土地利用部門の緩和策

- AFOLU部門は食料安全保障と持続可能な開発に対して中心的な役割を担う。最も費用対効果が高い緩和選択肢には、林業では新規植林、持続可能な森林経営、及び森林減少の抑制であり、その相対的重要性は地域によって大きく異なる。農業での最も費用対効果が高い緩和選択肢は農地管理、牧草地管理、及び有機土壌の回復である(証拠: 中程度、見解一致度: 高い)

(IPCC AR5 WG3 SPM p.24 33行目)



AR4 (矢印付) およびAR4以降の個別の研究事例による推計結果

- 100米ドル/トンCO₂換算までの炭素価格に相当する緩和努力に対する供給側措置の経済的な緩和可能量は、2030年には年間72億トンから110億トンCO₂換算25であり、その約1/3が20米ドル/トンCO₂換算未満で達成できると予測されている(証拠: 中程度、見解一致度: 中程度)
- 食生活の変更、食品サプライ・チェーンにおけるロスの削減といった需要側の措置は、食料生産からのGHG排出削減可能量は大きい、不確実である(証拠: 中程度、見解一致度: 中程度)。推定値には、2050年まで約7.6 ~ 86億トンCO₂換算/年と幅がある(証拠: 限定的、見解一致度: 中程度)

(IPCC AR5 WG3 SPM p.24 37行目)

図. 削減費用に応じた削減ポテンシャル

図中の「AR4」は、AR4にて提示された値を示している。
出典: 図, IPCC AR5 WG3 TS Fig.TS.31

農林業・その他土地利用部門の緩和策に伴う副次効果

- 農業慣行と森林の保全・経営に関する政策は、緩和と適応の双方が含まれるとき、より効果的となる。
(IPCC AR5 WG3 SPM p.25 5行目)
- AFOLU部門のいくつかの緩和の選択肢(例えば、土壌と森林への炭素ストック)は気候変動に対して脆弱である可能性がある(証拠: 中程度、見解一致度: 高い)
- 持続可能な形で実施されれば、森林減少と森林劣化からの排出を削減するための活動(REDD+ 27は持続可能な設計例である)は、費用対効果が高い気候変動の緩和政策の選択肢となり、経済的、社会的、及びその他の環境・適応に関する共同便益(例: 生物多様性と水資源の保全、及び土壌侵食の低減)を持つ可能性がある。(証拠: 限定的、見解一致度: 中程度)

表. 農林業・その他土地利用部門におけるプラス/マイナスの副次効果

	経済	社会	環境	制度
供給側の対策(*印) 林業、農業、家畜、統合システム(混農林業など)とバイオエネルギー 需要側の対策 食料サプライチェーンでのロスの削減、食習慣の変化、木材・林産品の需要の変化	*雇用への影響 ↑ 起業意欲 ↓ 農業における労働集約的でない技術の利用 ↑ *収入源の多様化、市場へのアクセス ↑ *(持続可能な)景観管理への追加的な収入 ↑ *所得集中 ↑ *エネルギーセキュリティ(資源の十全性) ↑ 持続可能な資源管理のための革新的資金メカニズム ↑ 技術革新・移転	↑ *統合システムや持続可能な農業の強化による食料・作物生産 ↓ *非食料作物の大規模単一生産による(地域単位での)食料生産 ↑ (持続可能な)森林管理・保存による文化保存地・レクリエーション地域 ↑ *人間健康、動物福祉(農薬の削減、燃焼の減少、混農林業や牧農方式の取組) ↓ *燃焼による健康影響(農業、バイオエネルギー) *ジェンダー、世代内外の衡平性 ↑ 参加、公平な利益配分 ↑ 利益集中	生態系サービスの提供 ↑ 生態系保全、持続的管理、持続可能な農業 ↓ *大規模単一生産 ↑ *土地利用の競合 ↑ 土壌の質 ↓ 土壌の浸食 ↑ 生態系の強靭性 ↑ アルベド、蒸発	↑↓ *特に天然林における活動を行う場合の(先住民や地域コミュニティにとって)現地での借地・土地利用権 ↑↓ 土地管理決定への参加メカニズムへのアクセス ↑ 持続可能な資源管理のための既存の政策の施行

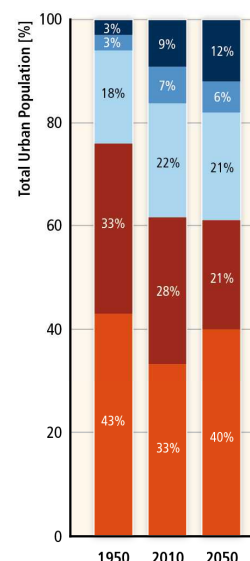
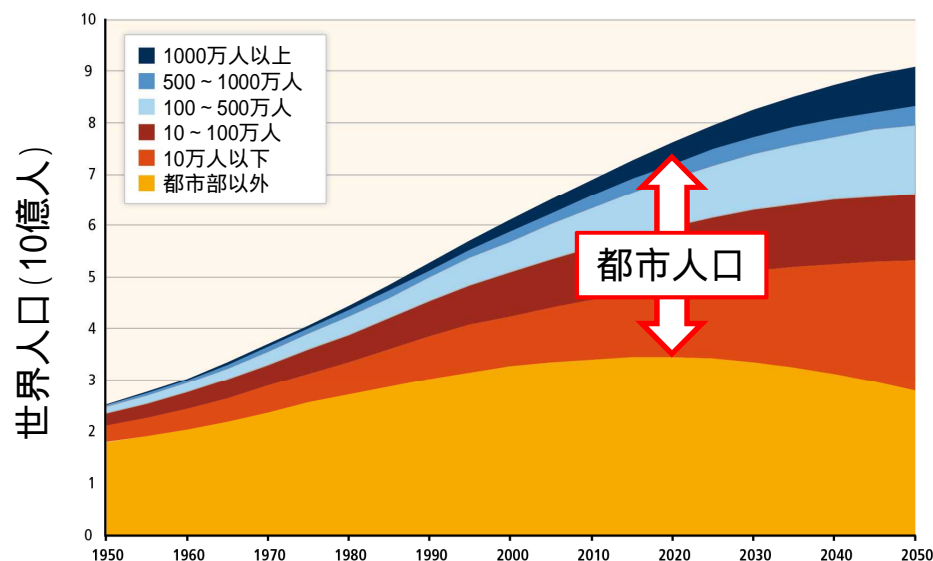
出典: 図, IPCC AR5 WG3 TS Table TS.7

↑↓ プラスの効果、↑ ↓ マイナスの効果

REDD+: REDDとは、Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in Developing Countries(森林減少・劣化からの温室効果ガス排出削減)の略で、途上国での森林減少・劣化の抑制や森林保全による温室効果ガス排出量の減少に、資金などの経済的なインセンティブを付与することにより、排出削減を行おうとするもの。森林保全、持続可能な森林経営および森林炭素蓄積の増加に関する取組を含む場合にはREDD+と呼ばれる。

都市人口は今後も増加を続ける見通し

- 都市化は世界のトレンドであり、所得増加と関係し、都市生活者のより高い所得はより高いエネルギー消費及びGHGの排出と相関している(証拠: 中程度、見解一致度: 高い)
(IPCC AR5 WG3 SPM p.25 25行目)
- 今後20年間、世界の都市の地域の大部分が開発されるので、都市域における緩和の機会が提供される(証拠: 限定的、見解一致度: 高い)
(IPCC AR5 WG3 SPM p.25 32行目)



- 2011年の時点で全世界の人口の52%超が、都市地域に居住している
- 2006年にはエネルギーの67 ~ 76%が都市で使われ、エネルギー関連のCO2の71 ~ 76%が都市から排出されている
- 2050年までに都市の人口は56億 ~ 71億人に増加すると推定され、これは世界人口の64 ~ 69%になる
- 人口密度の減少傾向及び経済成長と人口増加の継続を考慮して、都市市街地が2000年 ~ 2030年の間に56 ~ 310%増加すると予測されている

(IPCC AR5 WG3 SPM p.25 26-35行目)

図. 都市人口の推移および2050年までの予測

出典: 図, IPCC AR5 WG3 12章 Fig. 12.2

* 図中の吹き出しは原図に追加したもの

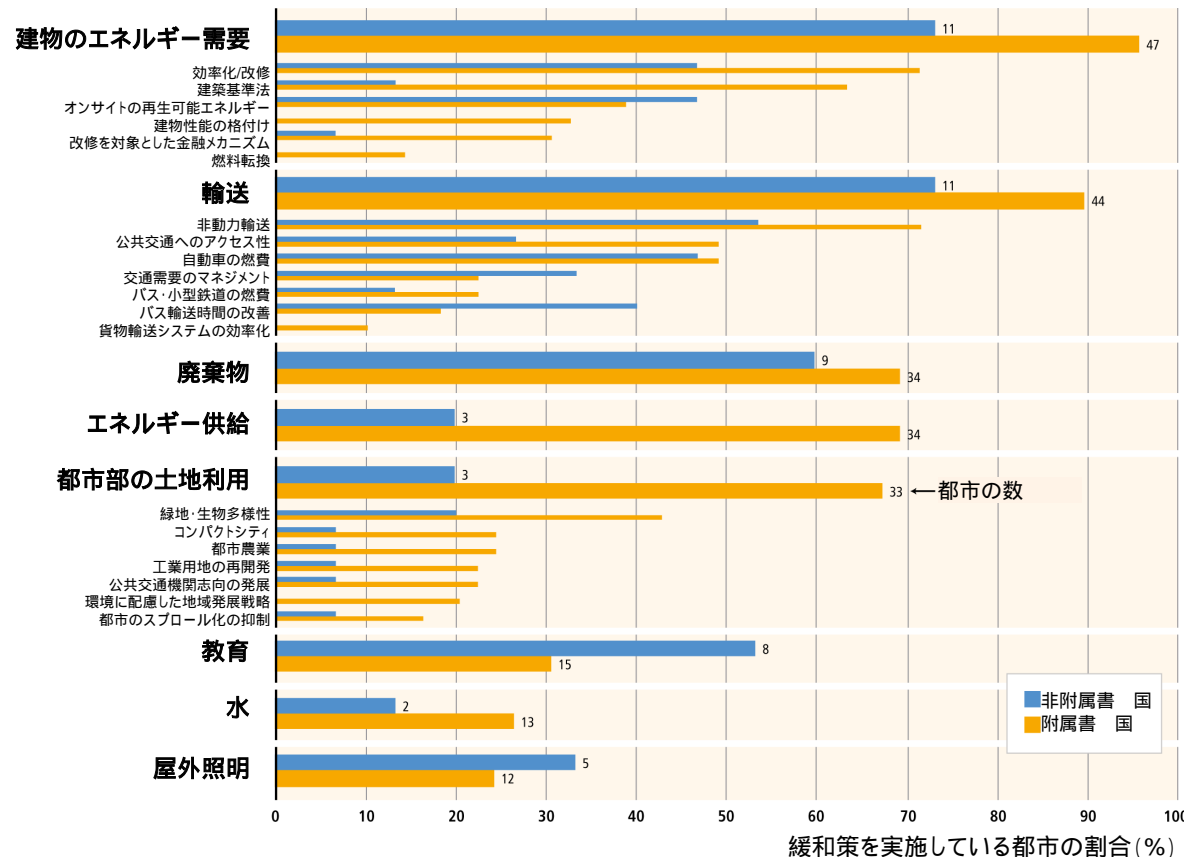
人間居住、インフラ及び空間計画に関する緩和策

- 都市域における緩和の選択肢は都市化の経路によって異なり、政策手法が合わせて実施される場合に最も効果的であると予想されている (証拠: 確実、見解一致度: 高い)
- インフラと都市の形態は強く相互に結びついており、土地利用、交通の選択、住居、及び行動様式の態様は固定化(ロック・イン)されている
- 効果的な緩和戦略には相互補強政策パッケージがあり、そこには、高密度の居住地区に雇用密度の高い地区を重ねる、土地利用の多様化と統合を達成する、アクセシビリティを向上させる、公共交通や他の需要管理措置へ投資する等が含まれている (IPCC AR5 WG3 SPM p.25 36行目)
- 人間の居住に関する最大の緩和機会が、都市形態及びインフラが固定化(ロック・イン)されていない、急速に都市化が進行している地域に存在するが、そのような地域ではガバナンス、技術、資金及び制度面での能力が限定されていることが多い (証拠: 確実、見解一致度: 高い)
- 発展途上国では都市化の進展の大部分が小～中型都市で起こると予測されている
- 気候変動緩和のための空間設計手法の実行可能性は都市の財政状況とガバナンス能力に大きく依存している (IPCC AR5 WG3 SPM p.26 3行目)
- インフラ及び空間計画に関連する固定化の緩和が最も困難である (IPCC AR5 WG3 SPM p.18 1行目)

多くの都市が緩和に関する計画に着手

- 何千もの都市が気候行動計画に着手しているが、それらが都市域の排出量へ及ぼす影響には不確実性がある (証拠: 確実、見解一致度: 高い)
- 現在の気候行動計画は主にエネルギー効率に焦点を当てている。非常に少数の気候変動対策のみが、都市域が不規則に拡大する現象を減らし、公共交通指向開発を促進するための部門間にまたがる措置や、土地利用計画を考慮している

(IPCC AR5 WG3 SPM p.26 8行目)



都市によって削減目標の基準年は異なる。

出典: 図, IPCC AR5 WG3 TS Fig.TS.34

図. 気候変動対策計画における対策

人間居住、インフラ及び空間計画に関する副次効果

- 都市規模の気候変動緩和戦略の実施が成功すると共同便益が得られる(証拠: 確実、見解一致度: 高い)

(IPCC AR5 WG3 SPM p.26 13行目)

表.人間居住、インフラ、空間計画に関するプラス/マイナスの副次効果

	経済	社会	環境
コンパクトな発展、インフラ	<ul style="list-style-type: none"> ↑ イノベーション、生産性 ↑↑ 賃料、住居の資産価値の上昇 ↑ 資源の効率的な利用・運搬 	<ul style="list-style-type: none"> ↑ 運動による健康増進 	<ul style="list-style-type: none"> ↑ オープンスペースの確保
アクセス性の向上	<ul style="list-style-type: none"> ↑ 通勤、通学時間の削減 	<ul style="list-style-type: none"> ↑ 運動量増加による健康増進 ↑ 社会交流、精神面の健康 	<ul style="list-style-type: none"> ↑ 大気汚染の減少、生態系・健康への影響低減
混合的な土地利用	<ul style="list-style-type: none"> ↑ 通勤、通学時間の削減 ↑↑ 賃料、住居の資産価値の上昇 	<ul style="list-style-type: none"> ↑ 運動量増加による健康増進 ↑ 社会交流、精神面の健康 	<ul style="list-style-type: none"> ↑ 大気汚染の減少、生態系・健康への影響低減

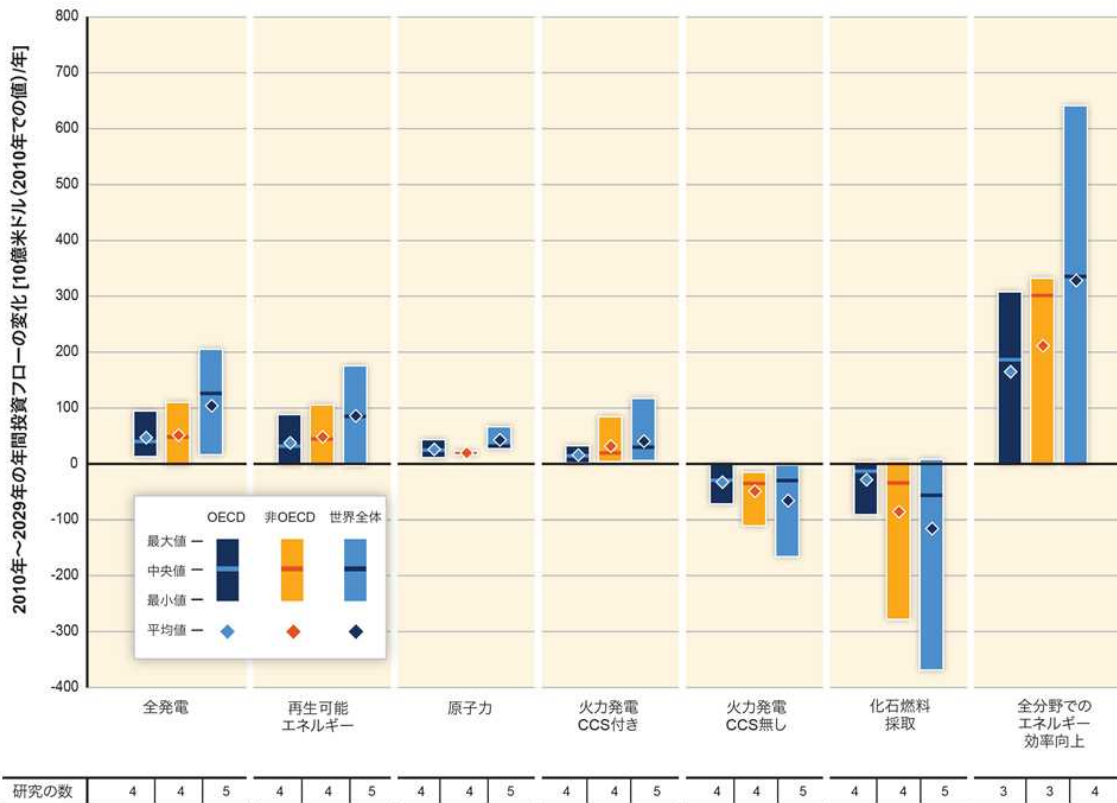
出典: 図, IPCC AR5 WG3 TS Table 12.6

↑↓ プラスの効果、↑↓ マイナスの効果

5. 緩和政策及び制度

大幅削減には投資パターン変化が必要

- 大幅な排出削減のためには投資パターンの大きな変更が必要である気候変
(IPCC AR5 WG3 SPM p.26 20行目)
- 気候資金が何によって構成されるかについては広く一致した定義はないが、気候変動の緩和及び適応に関係した資金フローの推定値が利用可能である
(IPCC AR5 WG3 SPM p.26 31行目)



- 2100年に430-530ppmとなるシナリオ(オーバーシュートなし)では、2010～2029年の間、発電部門に関連する従来型の化石燃料関連技術への年間投資額は、300(20～1660)億米ドル(中央値: 2010年比で -20%)減少。低炭素発電(すなわち、再生可能エネルギー、原子力、CCS付発電など)に対する年間投資額は、1,470(310～3,600)億米ドル(中央値: 2010年比で+100%)増加。*(証拠: 限定的, 見解一致度: 中程度)*
- 運輸、建築、産業でのエネルギー効率への投資の年間増加額は、約3,360(10～6,410)億米ドルであると予測されており*(証拠: 限定的, 見解一致度: 中程度)*、これには、しばしば既存設備の近代化が含まれている
- 正味のGHG排出削減、かつ/又は気候変動に対するレジリエンス向上に向けた資金フローは、世界全体で年間3,430～3,850億米ドルに達する*(確信度: 中)*。このうちの大半が緩和に流れている。

図. 年間投資額の変化 (2010～2029年)

2100年までに、約430～530ppmCO₂換算の範囲内に濃度を安定化させる緩和シナリオにおける次の20年間(2010年～2029年)の年間投資フローの平均のベースライン水準からの変化
出典: 図, IPCC AR5 WG3 SPM Fig.SPM.9

(IPCC AR5 WG3 SPM p.26 20-35行目)

国・地域単位の計画・戦略は大幅に増加

- AR4以降、国家及び準国家(sub-national)の緩和措置及び戦略がかなり増加してきた
 - 国家の法律や、戦略の対象となる世界のGHG排出量は、2007年の45%に対し、2012年では67%であった。しかし、世界的には未だに過去の排出傾向とほとんど変わっていない
 - これらの計画や戦略は多くの国では開発及び実施の初期段階にあるため、それらが将来の世界全体の排出へどう影響するか評価することが難しくなっている(証拠: 中程度、見解一致度: 高い)

(IPCC AR5 WG3 SPM p.27 3行目)

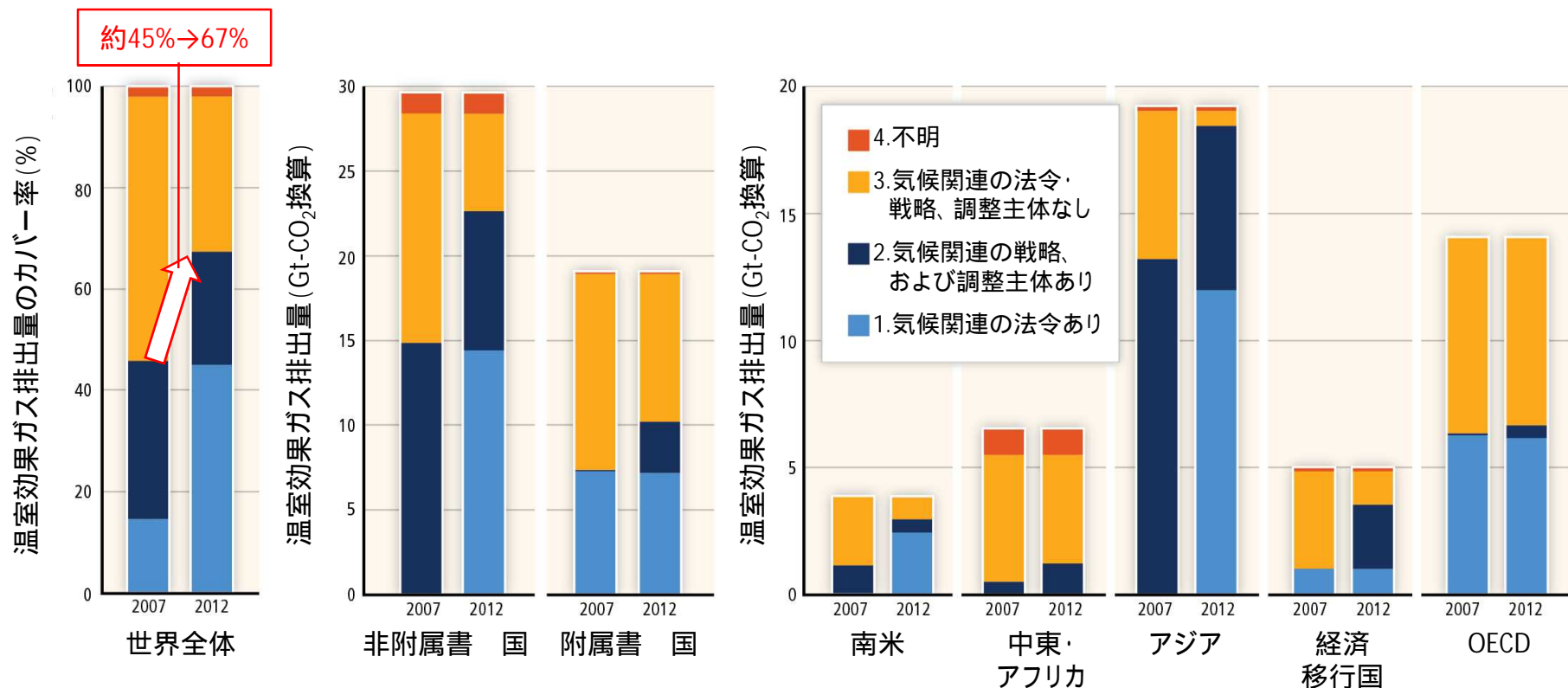


図. 2007年、2012年時点の各国における気候変動関連計画・戦略の状況

出典: 図, IPCC AR5 WG3 TS Fig.TS.36

* 図中の吹き出しは原図に追加したもの

部門別政策・国家政策の状況（1/3）

- AR4以降、複数の政策目標を統合し、共同便益を増大させ、負の副次効果を減少させるように設計された政策への注目度が增大している(確信度:高い)
(IPCC AR5 WG3 SPM p.27 8行目)
- 部門別政策が経済全体にわたる政策よりも普及している(証拠:中程度、見解一致度:高い)
(IPCC AR5 WG3 SPM p.28 4行目)
 - ほとんどの経済理論が、緩和という一つの目的に対しては、経済全体にわたる政策の方が、部門別の政策より費用対効果が高いことを示唆しているが、AR4以降、増加する多くの研究が、行政的及び政治的障壁があるために、経済全体にわたる政策の設計と実施が部門別政策より難しい可能性があることを示している
(IPCC AR5 WG3 SPM p.28 5行目)
 - 部門別政策の方が特定部門に特有な障壁や市場の欠陥に対処するために適切であることがあり、またそれらは、補完的な政策パッケージの一部に束ねられることもある
(IPCC AR5 WG3 SPM p.29 8行目)
- 規制的アプローチや情報的措置は広く用いられており、しばしば環境に効果的である(証拠:中程度、見解一致度:中程度)
(IPCC AR5 WG3 SPM p.28 10行目)
 - 規制的アプローチの例には、エネルギー効率基準が含まれる。情報的措置の例としては、消費者に情報を知らせた上で意思決定させるラベリングプログラムがある
(IPCC AR5 WG3 SPM p.28 11行目)
 - こうしたアプローチはしばしば正味の社会的便益を持つことが見いだされてきたが、科学論文において、そのような政策がどの程度まで企業及び個人への負の私的費用を伴いつつ実施され得るかについては意見が分かれている
(IPCC AR5 WG3 SPM p.28 13行目)
 - 効率が上がると、エネルギーの値段が下り消費が増えるという、「リバウンド効果」が存在することは一般的に合意されているが、その程度についての文献における見解一致度は低い
(IPCC AR5 WG3 SPM p.28 15行目)

部門別政策・国家政策の状況（2/3）

- AR4以降、GHGのキャップ・アンド・トレード制度が、多くの国や地域で構築された。キャップが緩い又は義務的でなかったため、短期的な環境効果は限定されている (証拠:限定的、見解一致度:中程度) (IPCC AR5 WG3 SPM p.28 16行目)
 - エネルギー需要を減少させた金融及び経済危機、新しいエネルギー源、他の政策との相互作用及び規制の不確実性などの要因と関係している (IPCC AR5 WG3 SPM p.28 18行目)
 - 原理的には、キャップ・アンド・トレード制度は、費用対効果の高い形で緩和を実現し得るが、その履行は各国の事情に依拠する (IPCC AR5 WG3 SPM p.28 20行目)
 - 排出枠がオークションによって有償割当されれば、歳入を高い社会的便益をもたらす他の投資への取り組み、かつ/又は、税金や債務負担の削減に使うことができる (IPCC AR5 WG3 SPM p.28 22行目)
- いくつかの国では、GHGの排出削減に特に狙いを定めた税ベースの政策が、技術や他の政策と組み合わせたり、GHG排出とGDPの相関を弱めることに寄与してきた(確信度:高い) (IPCC AR5 WG3 SPM p.28 24行目)
 - 国によっては、歳入はほかの税金を減らし、かつ/又は、低所得者層への移転に使われている。このことは歳入を増やす緩和政策が一般的に、そうでない他のアプローチより、社会費用を引き下げるという一般原理を説明している (IPCC AR5 WG3 SPM p.28 28行目)
- 様々な部門におけるGHGを排出する活動への補助金削減は、社会的及び経済的状況次第で排出削減を達成し得る(確信度:高い) (IPCC AR5 WG3 SPM p.28 35行目)
 - 政治経済学的な経済障壁は大きい、国によっては燃料補助金を削減するために、税制や予算システムを作り直している (IPCC AR5 WG3 SPM p.28 42行目)
 - しばしば収入の多くをエネルギーサービスに使う低所得者層に対して起こり得る悪影響を緩和するためにも、多くの政府が低所得者層向け一時金の支給や、他の方法を利用してきた (IPCC AR5 WG3 SPM p.28 43行目)

部門別政策・国家政策の状況（3/3）

- 複数の緩和政策間における相互作用は相乗効果を生むこともあるが、排出削減への追加効果をもたらさないこともある(証拠: 中程度、見解一致度: 高い) (IPCC AR5 WG3 SPM p.29 1行目)
 - 例えば、炭素税は再生可能エネルギーの供給への補助金等の政策に追加的な環境的效果をもたらす。逆にキャップ・アンド・トレード制度において拘束的な排出枠があれば、キャップが適用されている期間内において、例えば再生可能エネルギーに対する補助金等の他の政策は、排出削減に追加的な効果を及ぼさなくなる(証拠: 中程度、見解一致度: 高い) (IPCC AR5 WG3 SPM p.29 2行目)
 - いずれの場合にも技術革新と技術の普及に関する市場の失敗を補う追加的な政策が必要であるかもしれない (IPCC AR5 WG3 SPM p.29 6行目)
- 緩和政策によってはエネルギーサービスの価格を上げ、サービスが十分でない人々への新しいエネルギーサービスを拡大させる社会的機能を損なう可能性がある(確信度: 低い)。これらの潜在的な負の副次効果は補完的政策の採用で回避することが可能である(確信度: 中程度) (IPCC AR5 WG3 SPM p.29 8行目)
- 技術政策は他の緩和政策を補完する(確信度: 高い) (IPCC AR5 WG3 SPM p.29 19行目)
 - 技術政策には、テクノロジー・プッシュ(例: 研究開発への公的ファンド)とデマンド・プル(政府調達プログラム)などがある。このような政策は技術革新と技術の普及に関連する市場の失敗に対処するものである (IPCC AR5 WG3 SPM p.29 19行目)
 - 技術支援政策は技術の大幅な革新と普及を促進してきたが、このような政策の費用効率はいよいよ評価が困難である (IPCC AR5 WG3 SPM p.29 21行目)
- 多くの国では、緩和とともに排出に至るプロセスにおいて、民間部門が中心的な役割を果たしている。適切で有効な環境の範囲内で、民間部門は公共部門とともに、緩和資金に重要な役割を果たすことができる(証拠: 中程度、見解一致度: 高い) (IPCC AR5 WG3 SPM p.29 25行目)
 - 信用保険、売電契約、固定価格買取制度、譲許的融資、又はリベートなどが民間のリスクを軽減して投資にインセンティブを与える (IPCC AR5 WG3 SPM p.29 34行目)

国際協力に関する動向

- 気候変動に関する国際連合枠組条約(UNFCCC)は気候変動に焦点を当てた主要な多国間フォーラムであり、ほとんどの国が参加している (IPCC AR5 WG3 SPM p.30 2行目)
 - 異なるガバナンスレベルで組織されたそれ以外の機関は気候変動の国際協力を多様化させる結果となった (IPCC AR5 WG3 SPM p.30 3行目)
- 気候変動についての既存及び将来の国際協力の合意は、その対象と、集権化(centralization)と連携(coordination)の程度において異なる。 (IPCC AR5 WG3 SPM p.30 5行目)
 - その範囲には、多国間合意、調和のとれた国内政策、集権化はされていないが調整のとれた国内政策、同時に地域政策や地域協調政策も含まれる (IPCC AR5 WG3 SPM p.30 6行目)
- 京都議定書は特に、参加、実施、柔軟性メカニズム、及び環境に対する効果という点で、UNFCCCの究極目標達成に向けた教訓を与えている(証拠:中程度、見解一致度:低い) (IPCC AR5 WG3 SPM p.30 9行目)
- 2007年からのUNFCCCの活動は、国際的な気候変動協力のための制度や他の措置の増加につながってきた (IPCC AR5 WG3 SPM p.30 12行目)
- 地域、国家、準国家(sub-national)の気候政策間の政策連携はしばしば潜在的な気候変動の緩和と適応の便益を提供する(証拠:中程度、見解一致度:中程度) (IPCC AR5 WG3 SPM p.30 14行目)
 - 連携は各国の政策間や様々な手法間において、また地域協力を通して定着する
- 国家規模と世界規模の間の様々な地域イニシアティブが開発され、実施されているが、世界的な緩和への影響はまだ限定的である(確信度:中程度) (IPCC AR5 WG3 SPM p.30 18行目)
 - 多くの気候政策は地理的地域を越えて実施されれば、より効力を発揮し得る (IPCC AR5 WG3 SPM p.30 19行目)