IEEJ © 2022年4月 禁無断転載

IPCC第６次評価報告書 第3作業部会（緩和） 報告概要

一般財団法人日本エネルギー経済研究所

電力・新エネルギーユニット 新エネルギーグループ
主任研究員

中村 博子

IPCC AR6 WGⅢの概要

IEEJ © 2022

IPCC AR6 WGⅢ の概要

- 引用文献数

  18,000以上の論文を評価

- 執筆者陣

  65か国からの354名の執筆者

  （開発途上国:先進国 41:59、女性:男性 29:71）

- レビュープロセス

  ３回にわたるレビュー

  59,212以上のコメントに対応

IEEJ © 2022

AR6 WG3評価報告書の主な特徴

- 京都議定書の効果、パリ協定やSDGsとの関係を示し、1.5℃、2℃目標に照らした記述が多くなっている。
- 長期的な目標と整合する緩和経路（3章）と持続可能な開発の文脈における短中期的な緩和と開発経路（４章）を示す。
- 初めて、消費パターンや需要側の排出削減機会を形成する要素に関わる緩和の社会的側面に関する章（５章）、イノベーションと技術に関する章（16章）を設けた。
- 二酸化炭素除去（CDR）技術などの分野横断的な緩和オプションについて章を設けた（12章）。
- 様々な主体（政府、都市、企業、先住民、一般市民）のほか、官民の連携や地方主導の重要性などに焦点を当てる。
- WGⅠとの関係では、排出経路と緩和策の関係を考慮する。
- WGⅡとの関係では、緩和と適応の間の相乗効果やトレードオフを考慮する。

IEEJ © 2022

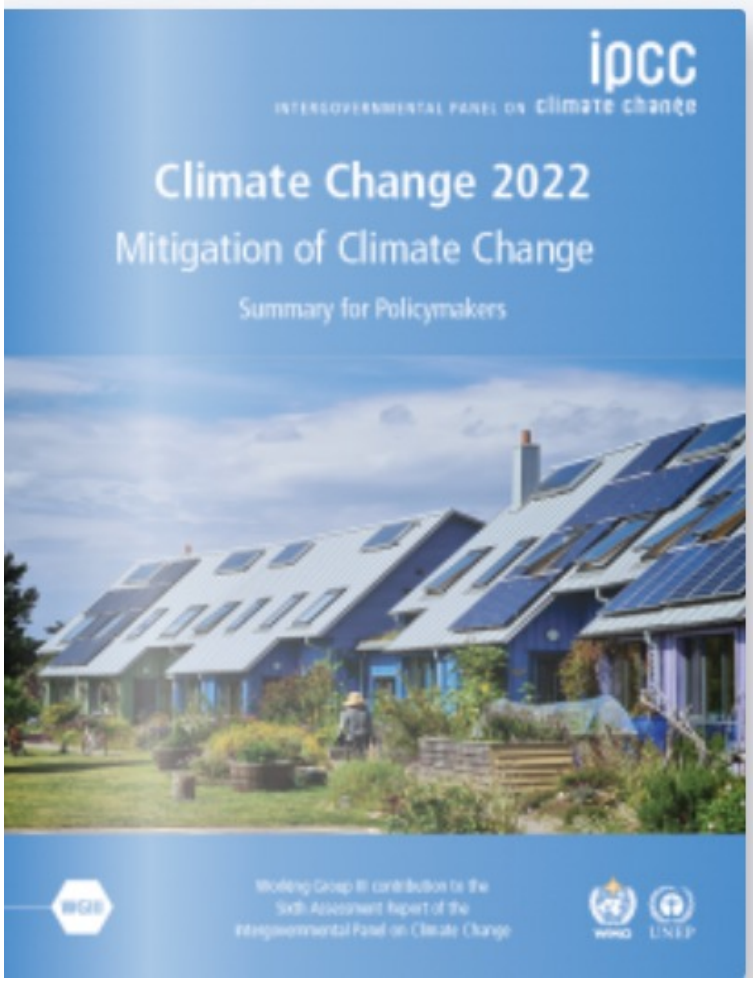
IPCC AR6 WGⅢ

政策決定者向け要約(SPM)の概要

IEEJ © 2022

SPMの構成

- A　導入と枠組み
- B：最近の進展と現在のトレンド
- C：地球温暖化抑制のためのシステム変革
- D：緩和、適応、持続可能な開発の連携
- E：対策の強化

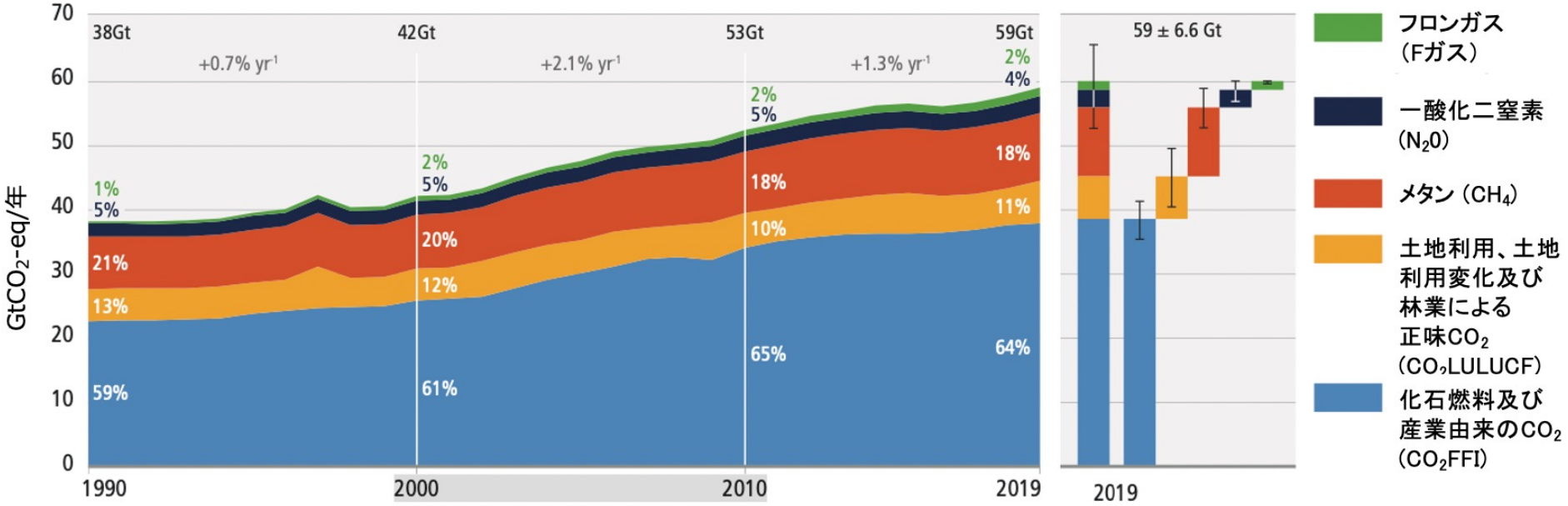


IEEJ © 2022

最近のGHG排出のトレンド①

- **人為的な GHGの正味の総排出量は、増加し続けており、**2010～2019年の期間の年間平均GHG排出量は過去のどの10年よりも高かったが、**2010～2019年の増加率は2000～2009年の増加率よりも低かった。**

a. 世界全体の正味の人為的GHG排出量 (1990–2019)[5]

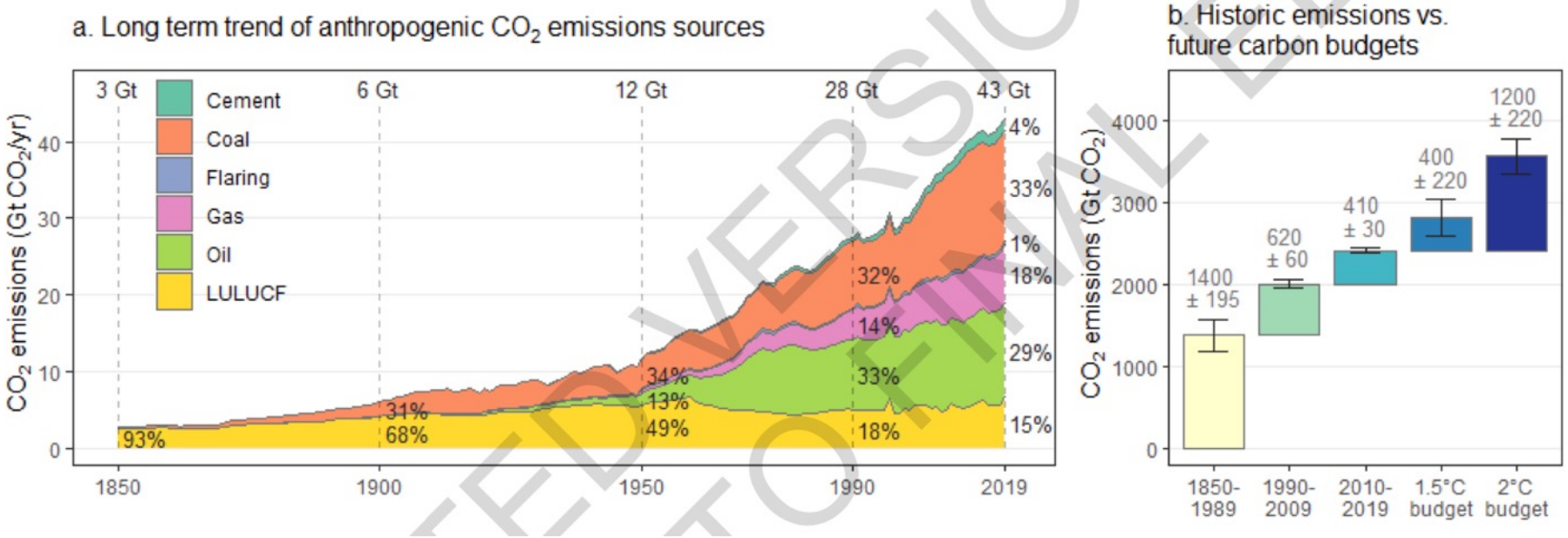


出所：AR6 WG3 Figure SPM.1a

IEEJ © 2022

最近のGHG排出のトレンド②

- 2010～2019年の累積正味CO2排出量は、地球温暖化を1.5℃に抑える可能性が高い残余カーボンバジェットの約4/5であった（確信度が中程度）。



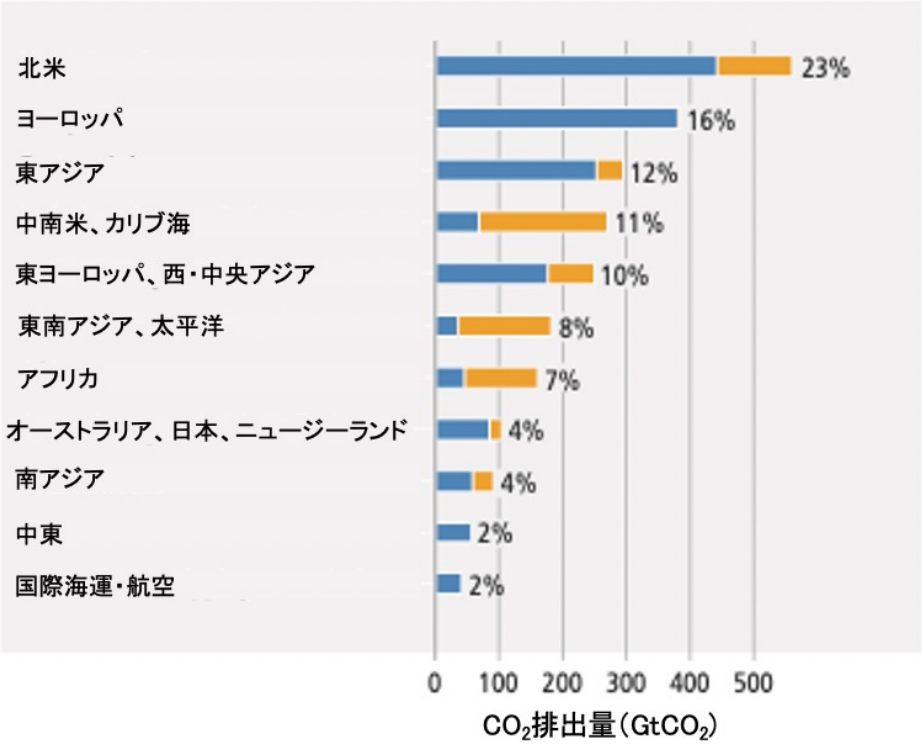
（出所）AR6 WG3 Figure TS.3

IEEJ © 2022

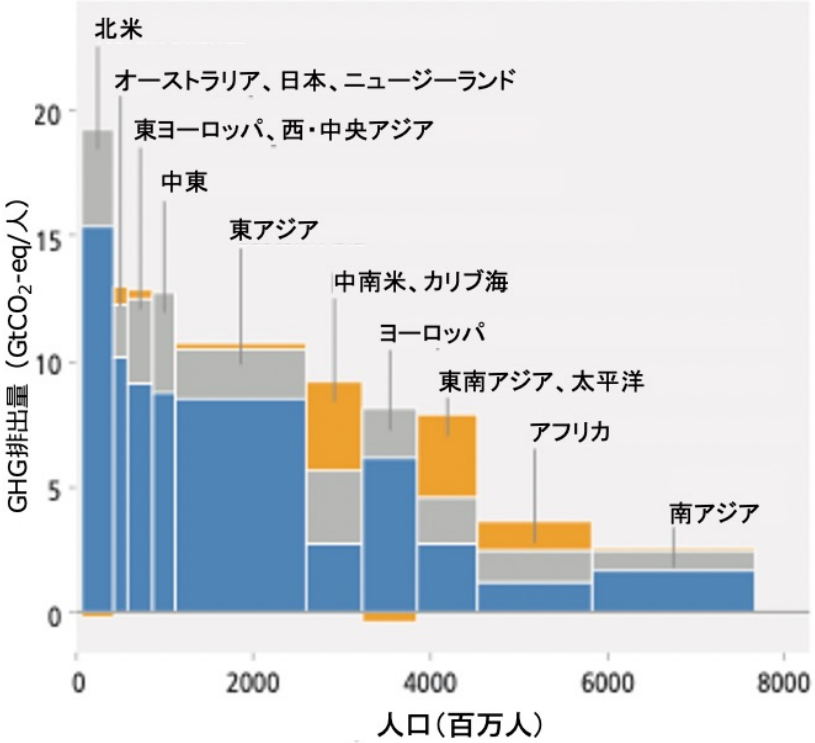
最近のGHG排出のトレンド③

- 一人当たりの排出量が最も多い上位10%の世帯が、世界全体の家庭部門のGHG排出量に占める割合が不均衡に大きい。

b. 過去の正味の人為的なCO_2排出量（地域別、1850～2019年）



c. 一人当たり及び総人口に対する正味の人為的なCO_2排出量（地域別、2019年）



化石燃料及び産業由来のCO_2（CO_2FFI）　土地利用、土地利用変化及び林業による正味CO_2（CO_2LULUCF）　その他GHG排出量

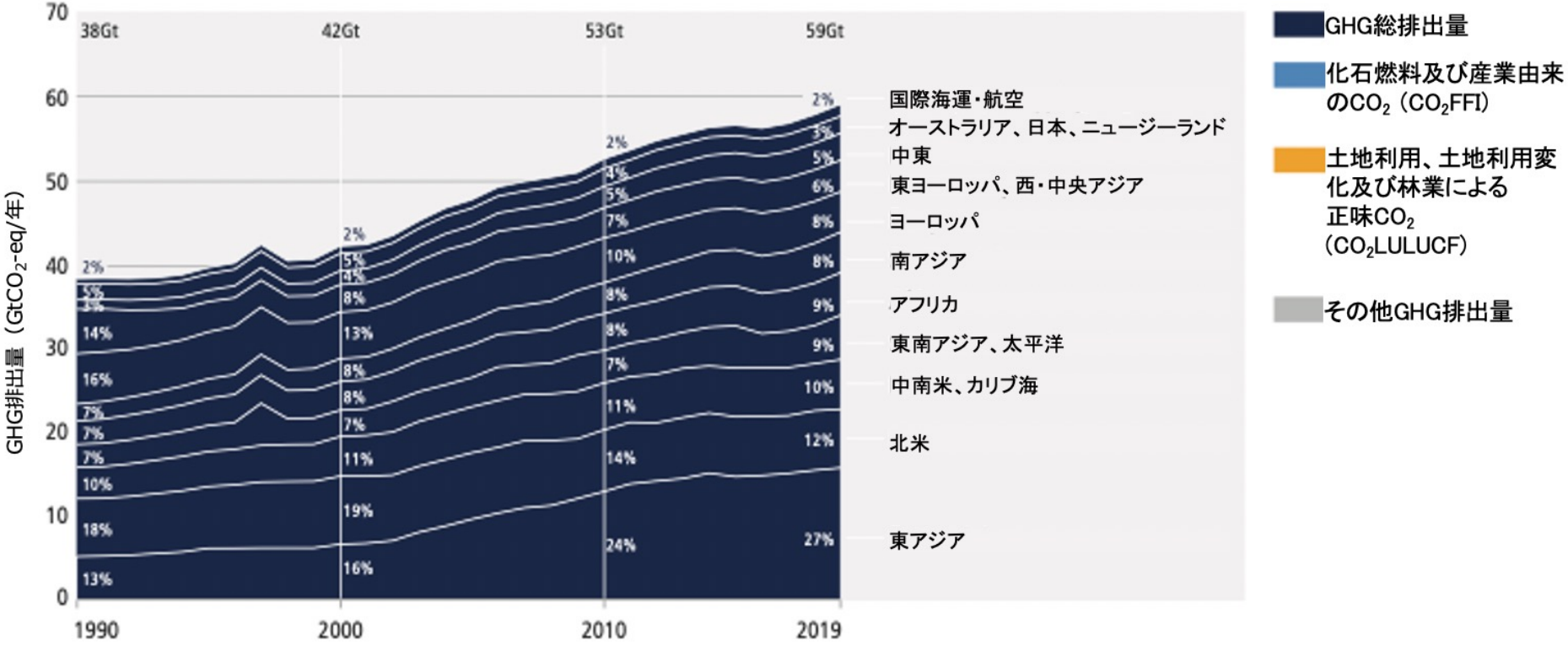
（出所）AR6 WG3 Figure SPM.2 (b) (c)

IEEJ © 2022

最近のGHG排出のトレンド④

- 少なくとも18か国が10年より長期にわたってGHG排出量の削減を持続している。

a. 世界全体の正味の人為的なGHG排出量（地域別、1990～2019年）



先進国を中心にGHG排出の寄与度は小さくなっており、東アジアの寄与度が上がっている。

（出所）AR6 WG3 Figure SPM.2 (a)

IEEJ © 2022

予測される排出の道筋①

- AR5以降、緩和策の実施が進んでおり、一定の効果が見られる。

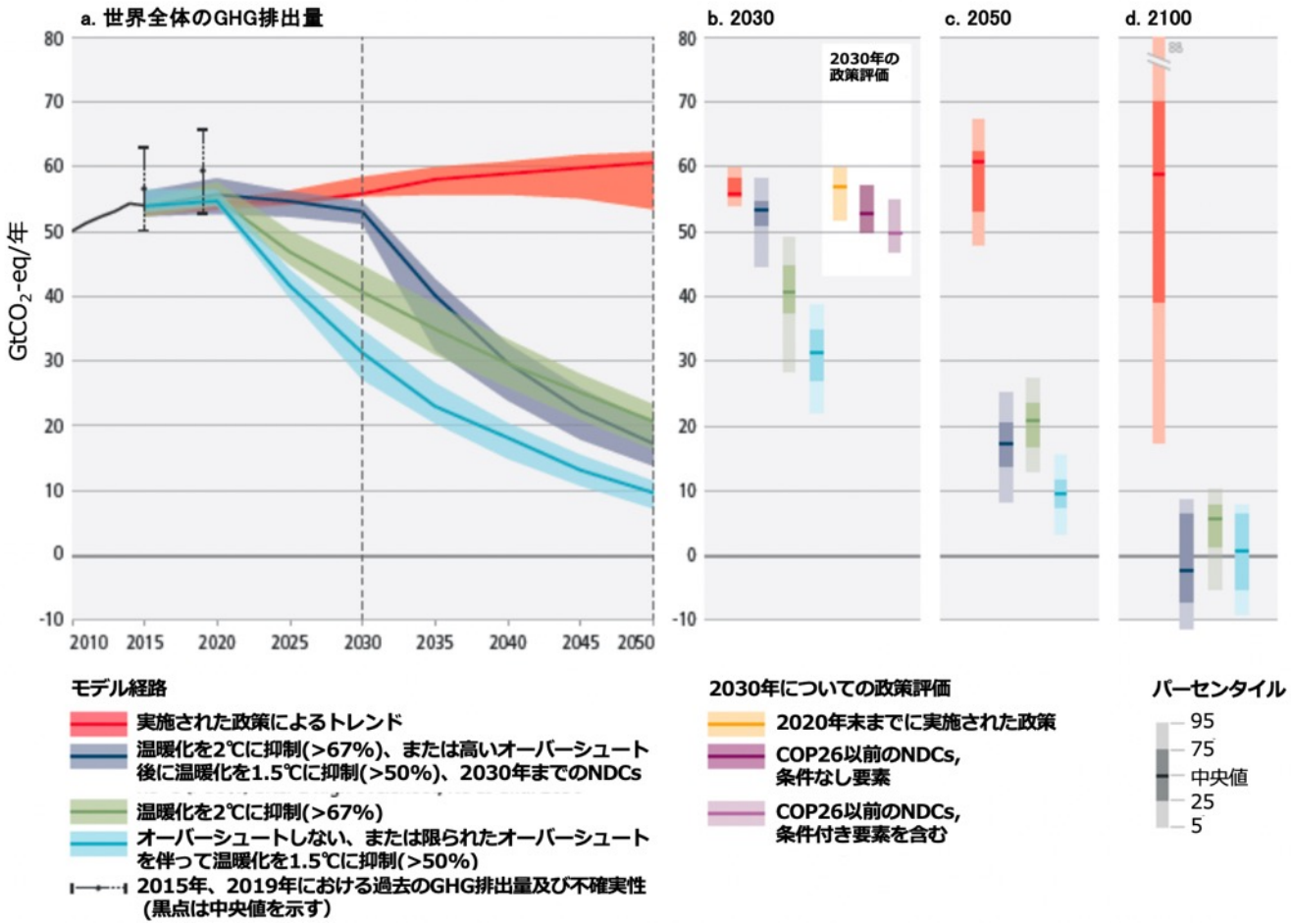
現状対策の延長について、

AR5	AR6
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が、産業革命前の水準と比べ3.7~4.8°C上昇する。 (SPM P.8)	2020年末までに実施されるものを超える政策の強化がなければ、GHG排出量は2025年以降も増加すると予測され、そうなれば2100年までに中央値で3.2 [2.2~3.5] ℃の地球温暖化をもたらす。(確信度が中程度) (C.1.)

IEEJ © 2022

予測される排出の道筋②

- COP26以前に発表されたNDCsに基づいて予測される世界のGHG排出量によって、温暖化が1.5℃を超えるとともに、2030年以降に温暖化を2℃より低く抑えることが難しくなる可能性が高くなるだろう。



（出所）AR6 WG3 Figure SPM.4

IEEJ © 2022

予測される排出の道筋③

- SR1.5に比べて地球温暖化を1.5℃以下に抑えられる可能性は低くなっている。

p50 [p5-p95] (1)			GHG emissions Gt CO_2-eq/yr (7)			GHG emissions reductions from 2019 % (8)			Emissions milestones (9,10)				Cumulative CO_2 emissions Gt CO_2 (13)		Cumulative net-negative CO_2 emissions Gt CO_2	Global mean temperature change 50% probability (14) °C		Likelihood of peak global warming staying below (%) (15)		
Category (2,3,4) [# pathways]	Category / subset label	WG I SSP & WG III IPs/IMPs alignment (5,6)	2030	2040	2050	2030	2040	2050	Peak CO_2 emissions (% peak before 2100)	Peak GHG emissions (% peak before 2100)	Net-zero CO_2 (% net-zero pathways)	Net-zero GHG_s (11,12) (% net-zero pathways)	2020 to net-zero CO_2	2020-2100	Year of net-zero CO_2 to 2100	at peak warming	2100	<1.5°C	<2.0°C	<3.0°C
1 [97]	limit warming to 1.5°C (>50%) with no or limited overshoot	SSP1-1.9, SP LD Ren	31 [21-36]	17 [6-23]	9 [1-15]	43 [34-60]	69 [58-90]	84 [73-98]	2020-2025 (100%) [2020-2025]		2050-2055 (100%) [2035-2070]	2095-2100 (52%) [2050-...]	510 [330-710]	320 [-210-570]	-220 [-660–20]	1.6 [1.4-1.6]	1.3 [1.1-1.5]	38 [33-58]	90 [86-97]	100 [99-100]
1a [50]	... with net-zero GHGs		33 [22-37]	18 [6-24]	8 [0-15]	41 [31-59]	66 [58-89]	85 [72-100]			2070-2075 (100%) [2050-2090]		550 [340-760]	160 [-220-620]	-360 [-680–140]	1.6 [1.4-1.6]	1.2 [1.1-1.4]	38 [34-60]	90 [85-98]	100 [99-100]
1b [47]	... without net-zero GHGs		29 [21-36]	16 [7-21]	9 [4-13]	48 [35-61]	70 [62-87]	84 [76-93]				...-... [0%] [...-...]	460 [320-590]	360 [10-540]	-60 [-440-0]	1.6 [1.5-1.6]	1.4 [1.3-1.5]	37 [33-56]	89 [87-96]	100 [99-100]
2 [133]	return warming to 1.5°C (>50%) after a	Nea	42 [31-55]	25 [17-34]	14 [5-21]	23 [0-44]	55 [40-71]	75 [62-91]	2020-2025 (100%) [2020-2030] [2020-2025]		2055-2060 (100%) [2045-2070]	2070-2075 (87%) [2055-...]	720 [530-930]	400 [-90-620]	-360 [-680–60]	1.7 [1.5-1.8]	1.4 [1.2-1.5]	24 [15-42]	82 [71-93]	100 [99-100]
3 [311]	limit warming to 2°C (>67%)	SSP1-2.6 GS	44 [32-55]	29 [20-36]	20 [13-26]	21 [1-42]	46 [34-63]	64 [53-77]	2020-2025 (100%) [2020-2030] [2020-2025]		2070-2075 (93%) [2055-...]	...-... (30%) [2075-...]	890 [640-1160]	800 [510-1140]	-40 [-290-0]	1.7 [1.6-1.8]	1.6 [1.5-1.8]	20 [13-41]	76 [68-91]	99 [98-100]
3a [104]	... with action starting in 2020		40 [30-49]	29 [21-36]	20 [14-27]	27 [13-45]	47 [35-63]	63 [52-76]	2020-2025 (100%) [2020-2025]		2070-2075 (91%) [2055-...]	...-... (24%) [2080-...]	860 [640-1180]	790 [480-1150]	-30 [-280-0]	1.7 [1.6-1.8]	1.6 [1.5-1.8]	21 [14-42]	78 [69-91]	100 [98-100]
3b [97]	... NDCs until 2030		52 [47-56]	29 [20-36]	18 [10-25]	5 [0-14]	46 [34-63]	68 [56-82]			2065-2070 (97%) [2055-2090]	...-... (41%) [2075-...]	910 [720-1150]	800 [560-1050]	-60 [-300-0]	1.8 [1.6-1.8]	1.6 [1.5-1.7]	17 [12-35]	73 [67-87]	99 [98-99]
4 [159]	limit warming to 2°C (>50%)		50 [41-55]	38 [28-44]	28 [19-35]	10 [0-27]	31 [20-50]	49 [35-65]	2020-2025 (100%) [2020-2030]		2080-2085 (86%) [2055-...]	...-... (31%) [2075-...]	1210 [970-1490]	1160 [700-1490]	-30 [-390-0]	1.9 [1.7-2.0]	1.8 [1.5-2.0]	11 [7-22]	59 [50-77]	98 [95-99]
5 [212]	limit warming to 2.5°C (>50%)		52 [46-56]	45 [37-53]	39 [30-49]	6 [-1-18]	18 [4-33]	29 [11-48]			...-... (41%) [2080-...]	...-... (12%) [2090-...]	1780 [1400-2360]	1780 [1260-2360]	0 [-160-0]	2.2 [1.9-2.5]	2.1 [1.9-2.5]	4 [0-10]	37 [18-59]	91 [83-98]
6 [97]	limit warming to 3°C (>50%)	SSP2-4.5 Mod-Act	54 [50-62]	53 [48-61]	52 [45-57]	2 [-10-11]	3 [-14-14]	5 [-2-18]	2030-2035 (96%) [2020-2090]	2020-2025 (97%)	no net-zero		no net-zero	2790 [2440-3520]	no net-zero	temperature does not peak by 2100	2.7 [2.4-2.9]	0 [0-0]	8 [2-18]	71 [53-88]
7 [164]	limit warming to 4°C (>50%)	SSP3-7.0 Cur-Pol	62 [53-69]	67 [56-76]	70 [58-83]	-11 [-18-3]	-19 [-31-1]	-24 [-41–2]	2085-2090 (57%) [2040-...]	2090-2095 (56%)				4220 [3160-5000]			3.5 [2.8-3.9]	0 [0-0]	0 [0-2]	22 [7-60]
C8 [29]	exceed warming of 4°C (>=50%)	SSP5-8.5	71 [69-81]	80 [78-96]	88 [82-112]	-20 [-34–17]	-35 [-65–29]	-46 [-92–36]	2080-2085 (90%) [2070-...]					5600 [4910-7450]			4.2 [3.7-5.0]	0 [0-0]	0 [0-0]	4 [0-11]

温暖化を1.5℃に抑えるシナリオ

温暖化を2℃に抑えるシナリオ

既存の政策の延長線上のシナリオ

温暖化を1.5℃または2℃に抑えるには2025年までにピークアウトを迎える

温暖化を1.5℃に抑えるには2050年代、2℃に抑えるには2070年前後にCO2正味ゼロを達成

CO2正味ゼロ達成後、GHG正味ゼロまで10-20年かかる

温暖化を1.5℃または2℃に抑えるには、CO2正味ゼロ後、負の排出が必要

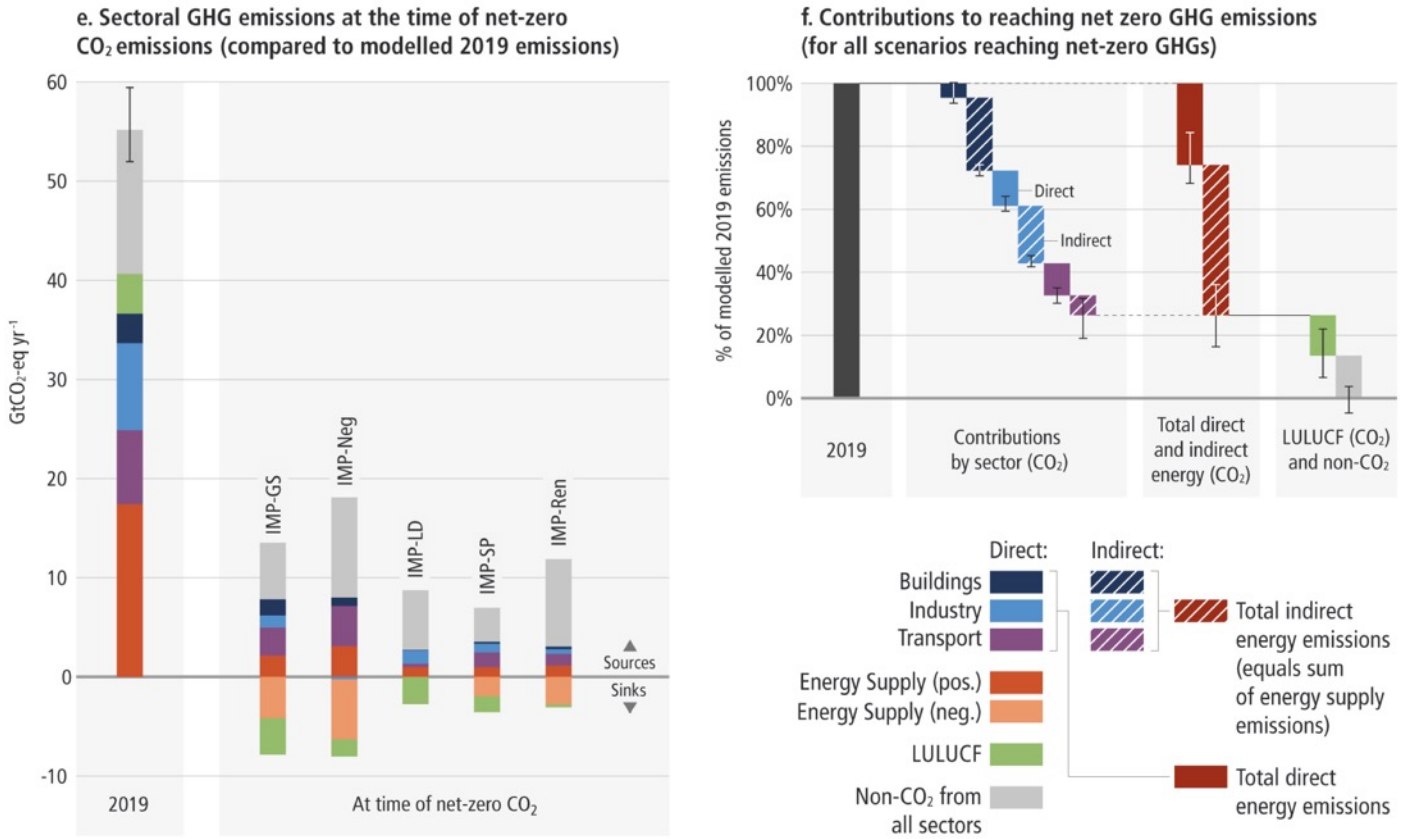
既存の対策の延長線上では、温暖化を2℃に抑えることはできない。

（出所）AR6 WG3 Table SPM.1

IEEJ © 2022

予測される排出の道筋④

- 地球温暖化を1.5℃に抑えるシナリオは、全ての部門において急速かつ大幅な、そして多くの場合即時的なGHG排出削減を伴う。



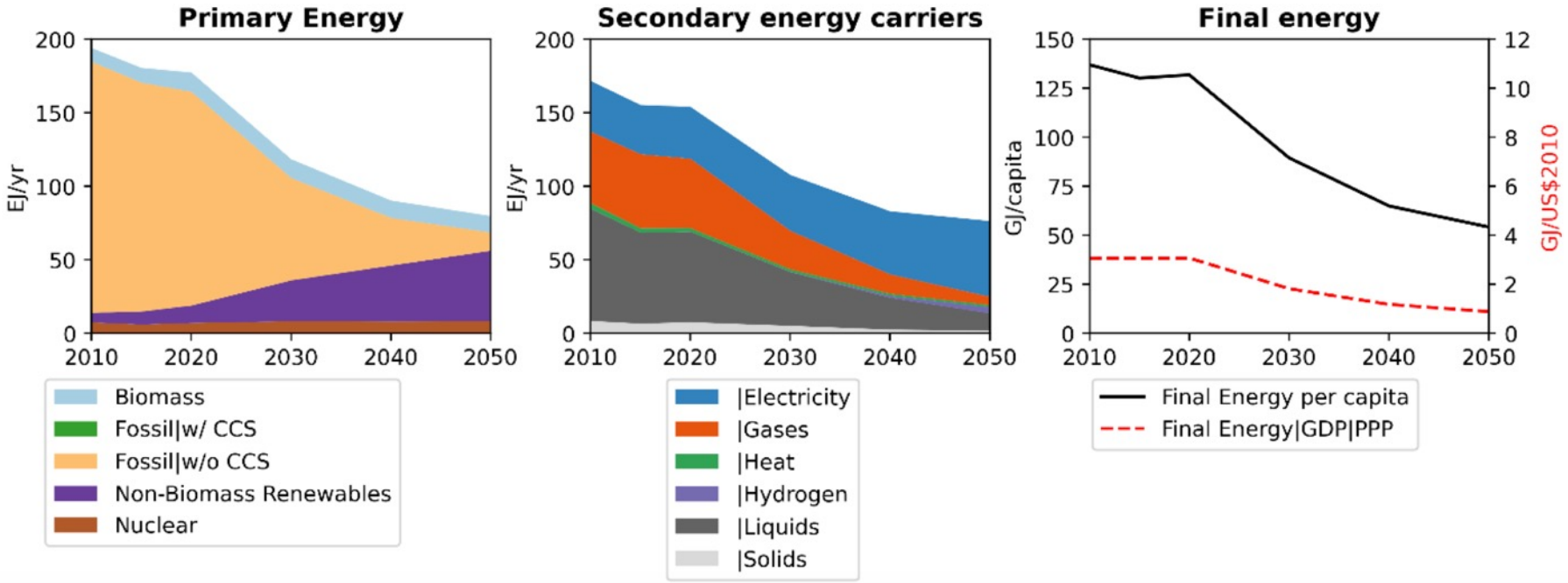
例示的モデル経路によって、様々な緩和戦略の組み合わせが可能であることが示されている。

(出所) AR6 WG3 Figure SPM.5 (e)(f)

IEEJ © 2022

地球温暖化を1.5℃に抑えるエネルギー構成

- エネルギー部門全体を通してGHG排出量を削減するには、化石燃料使用全般の大幅削減、低排出エネルギー源の導入、代替エネルギーキャリアへの転換、及びエネルギー効率と省エネルギーなどの大規模の転換を必要とする。排出削減の講じられていない化石燃料インフラの継続的な設置は、高排出量を「ロックイン（固定化）」する。



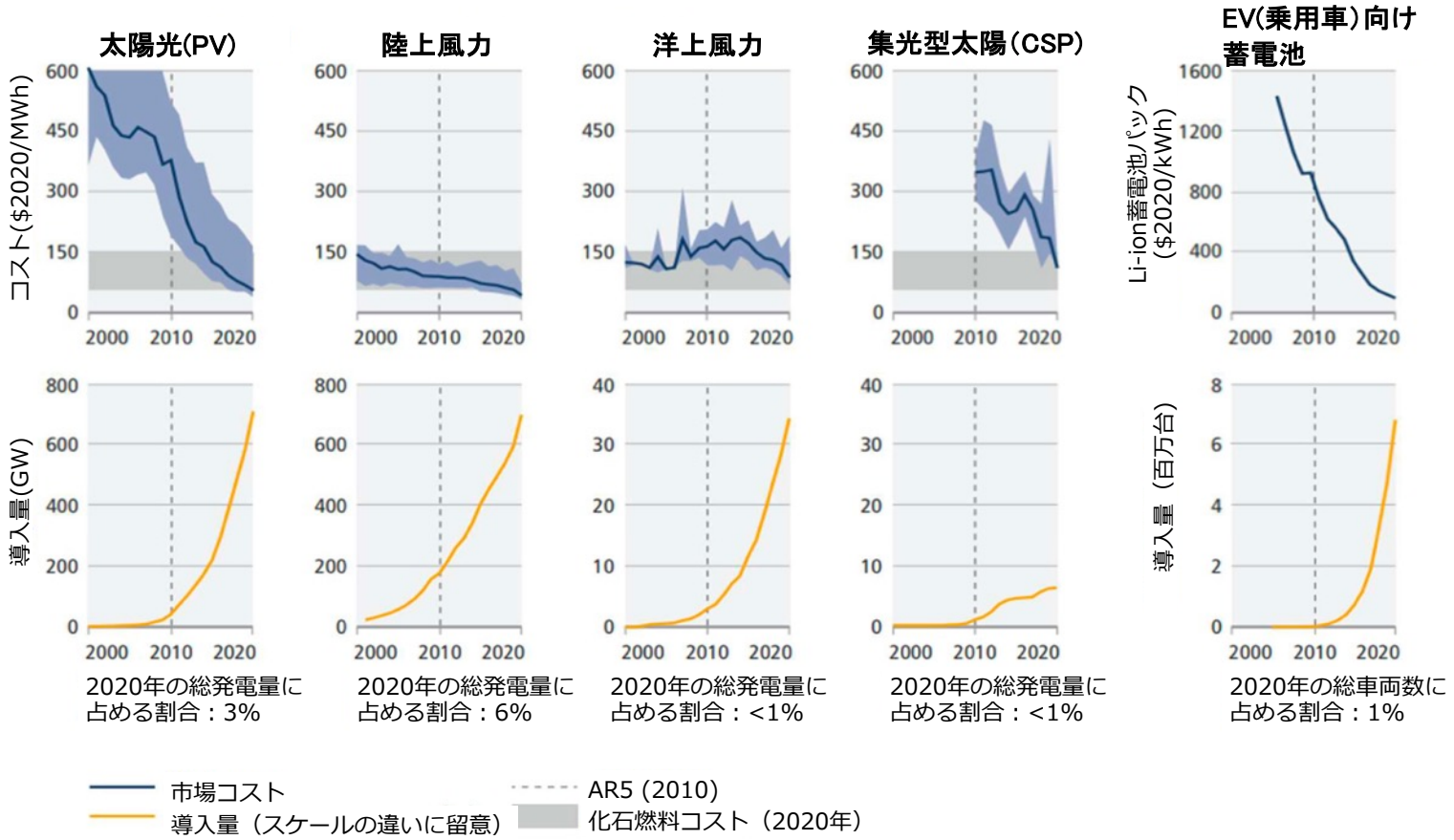
先進国における需要減を重視した1.5℃の緩和シナリオ(IMP 1.5-Low Demand)におけるエネルギー構成の推移

（出所）Chapter 6. Box 6.11 Figure 3

IEEJ © 2022

低炭素のエネルギー技術のコスト

- 一部の再生可能エネルギーやEV（乗用車）向け蓄電池の単価が低下し、その利用は増大し続けている。



（出所）AR6 WG3 Figure SPM.3

IEEJ © 2022

各部門において取りうる対策

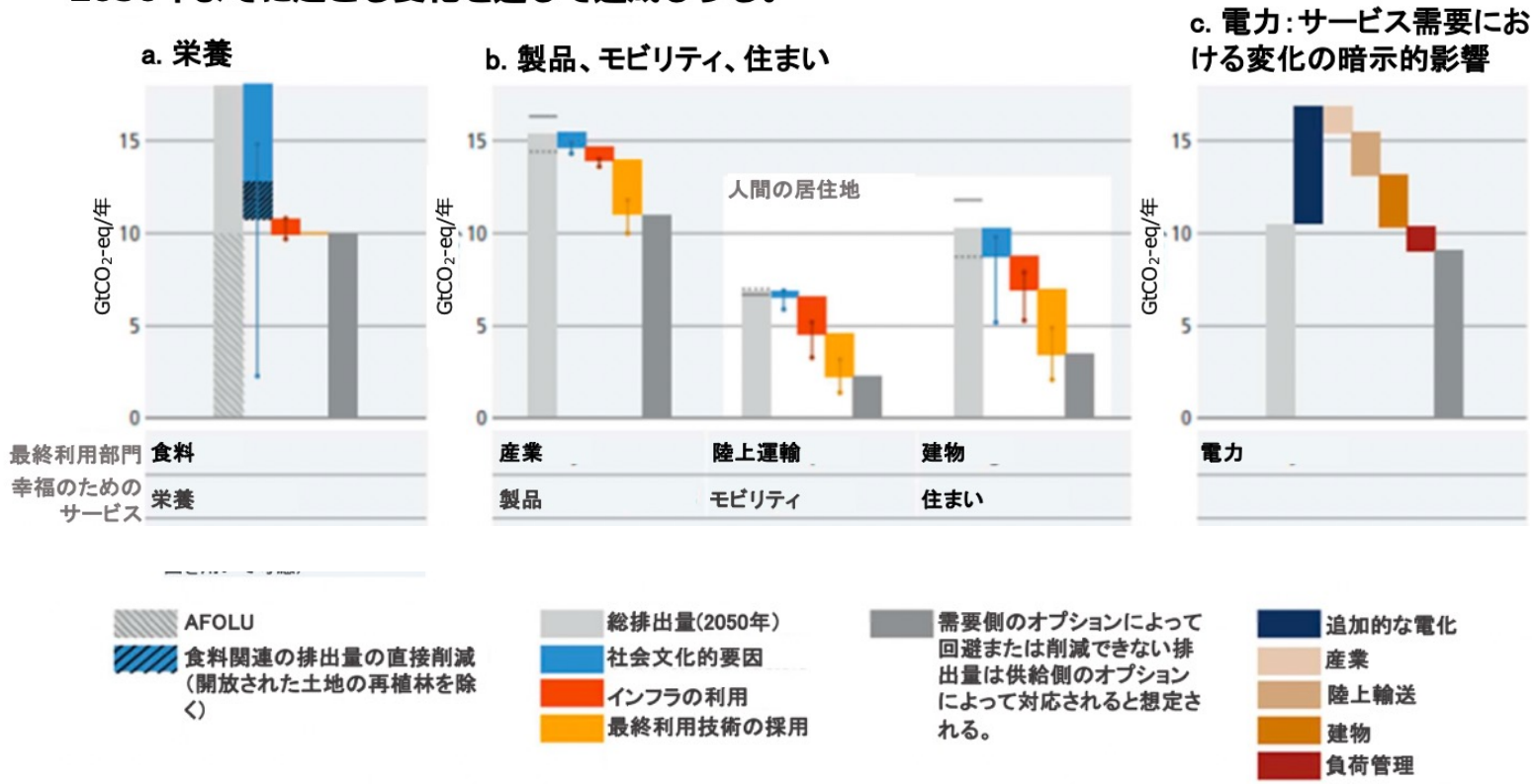
部門	対策
産業	産業部門由来のCO2排出を**正味ゼロにすることは、困難であるが可能**である。 ・需要管理、エネルギーと材料の効率化、再利用・リサイクル、廃棄物の削減 ・原材料の生産プロセスのほとんどはまだ「実証～商用化が近い」段階
都市	**世界全体の排出量の約3分の2**に寄与する。 **正味ゼロ排出を達成しうる**が、それは、サプライチェーンを通じてその**管轄境界の内外で排出量が削減される場合に限られる。** ・持続可能な生産と消費に向けたエネルギーと物質の消費削減または消費形態の変更 ・電化 ・都市環境における炭素吸収と貯留の強化
建物	**2050年に正味ゼロ**のGHG排出量に近づくことができる。 ・既存の建物の改修、新しい建物における緩和対策 ・野心度の低い政策によって、建物の炭素ロック・イン（固定化）のリスク増大。 ・この10年の対策が重要
運輸	**需要側の削減と低GHG排出技術**は、先進国における輸送部門の排出量を削減し、開発途上国における排出量増加を抑制しうる。 ・電気自動車はライフサイクルベースで最大の脱炭素化ポテンシャル ・蓄電池技術の進展によるEVトラックの普及、電気鉄道の効率化 ・航空・海運：バイオ燃料、水素などの代替燃料 ・電力部門の脱炭素化に依存
農業、林業、その他土地利用(AFOLU)	持続可能な方法で実施された場合、大規模なGHG排出**削減と除去**の促進をもたらしうるが、**他の部門における行動の遅れを完全に補うことはできない。** ・自然の生態系（森林、泥炭地、沿岸湿地、サバンナ、草地）の保全や再生が最も有効 ・土地に対する競合需要、食料安全保障や生計との競合は注意が必要

IEEJ © 2022

需要側の緩和策

- 需要側の対策とエンドユースサービスの新しい提供方法によって、**エンドユース部門における世界全体のGHG排出量をベースラインシナリオに比べて2050年までに40～70%削減しう**る一方で、いくつかの地域や社会経済集団は、追加のエネルギーや資源を必要とする。

需要側の緩和は、社会文化的な要因、インフラの設計・利用、及び最終利用技術の採用において2050年までに起こる変化を通じて達成しうる。

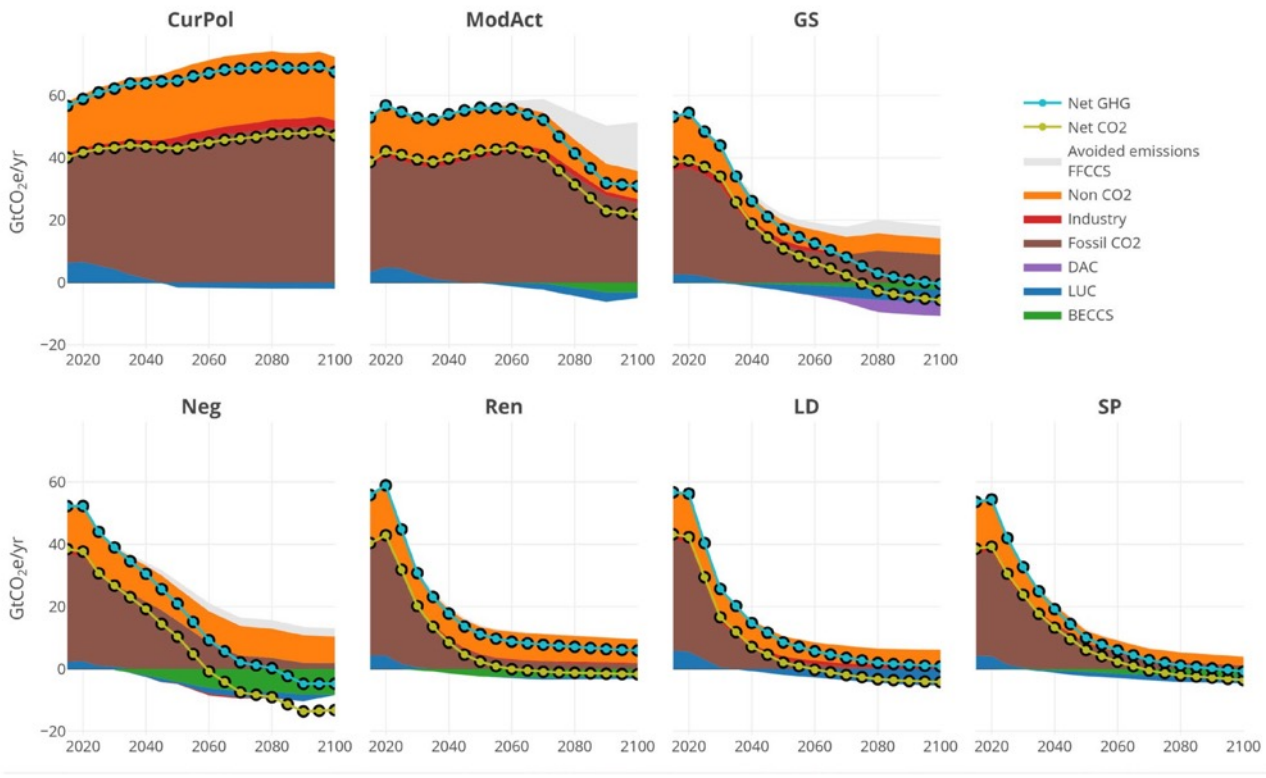


（出所）AR6 WG3 Figure SPM.6 (抜粋)

IEEJ © 2022

CDRによる対策

- CO_2又はGHGの正味ゼロを達成しようとするならば、削減が困難な残余排出量を相殺するCDRの導入は避けられない。導入の規模と時期は、各部門における総排出削減量の軌道次第である。CDR導入の拡大は、特に大規模な場合、実現可能性と持続可能性の制約に対処するための効果的なアプローチの開発に依存する。（確信度が高い）



CurPol: 2020時点の既存の機構政策を継続しその後の政策の強化が限定的。(C7)
ModAct: 2020年時点のNDCNDCを実施し、その後、若干強化する。(C6)

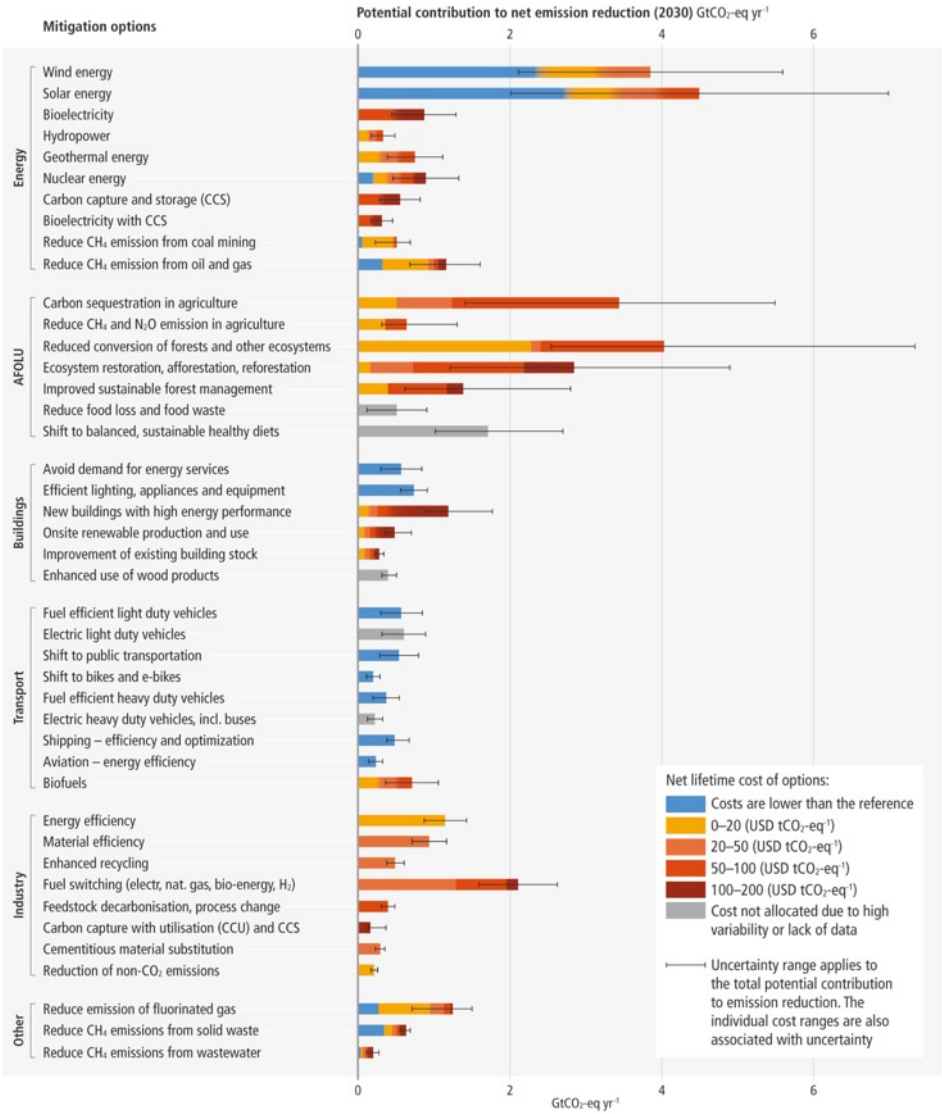
GS: 現行政策を徐々に強化する。(C3)
Neg: ネガティブエミッション技術を大幅に利用(C2)
Ren: 再生可能エネルギーを重視(C1)
LD: 需要削減を重視(C1)
SP: 持続可能な開発に向けた経路の移行（不平等の撤廃を含む）(C1)

（出所）AR6 WG3 Chapter 3 Figure 3.7

IEEJ © 2022

緩和コスト

- 100米ドル／トンCO_2換算以下のコストの緩和オプションにより、**世界全体のGHG排出量を2030年までに少なくとも2019年レベルの半分に削減しうるだろう。**
- **世界のGDPは**引き続き成長するが、気候変動による損害の回避や適応コストの削減による緩和対策の経済的利益を考慮しない場合、**現行の政策を超える緩和を行わない経路と比べて、2050年には数パーセント低くなる。**
- **温暖化を2℃に抑えることの世界規模の経済効果は**、評価された文献のほとんどにおいて**緩和コストを上回る**と報告されている。

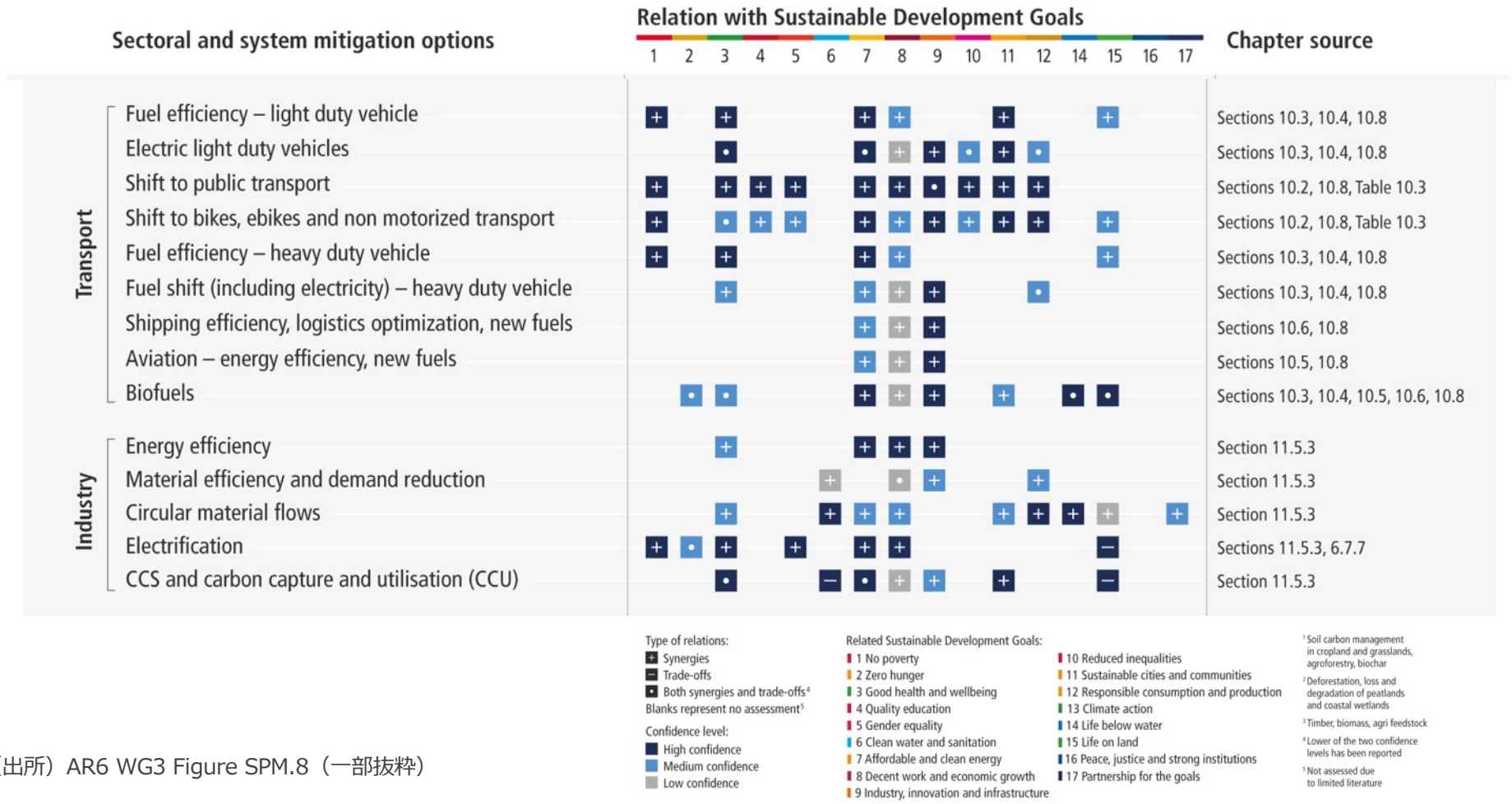


（出所）AR6 WG3 Figure SPM.7

IEEJ © 2022

緩和策と持続可能な開発目標（SDGs）

- 緩和策は、SDGsとの多くの相乗効果をもたらすが、トレードオフにもなりうる。
- SDGsは持続可能な開発の文脈において気候対策を評価する基準となりうる。

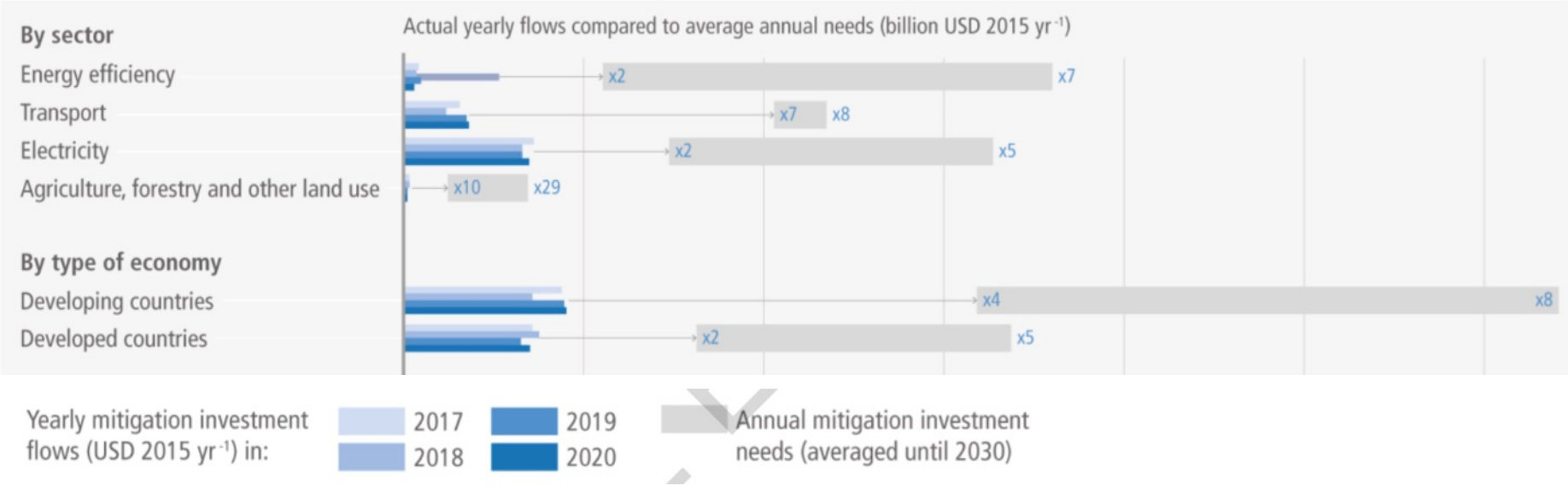


（出所）AR6 WG3 Figure SPM.8（一部抜粋）

IEEJ © 2022

資金ギャップ

- 2013/14年から2019/20年にかけて、追跡調査された気候変動資金の流れは60%増加したが、2018年以降、平均増加率が小さくなっている。これら**資金の流れは緩和に集中しており、部門や地域に不均衡に分布**している。
- **その資金ギャップ解消についての課題は、全体として開発途上国で最も大きい。**
- 追跡調査された資金の流れは、すべての部門と地域にわたって、緩和目標の達成に必要なレベルに達していない。温暖化を1.5℃または2℃に抑えるために**2020～2030年に必要な投資額は、現在の投資レベルの３～6倍である。**



（出所）AR6 WG3 Chapter 15 Figure 15.4　（一部抜粋）

IEEJ © 2022

対策の強化

- 多くの規制的手段や経済的手段はすでに成功裏に展開されている。(E.4)
- UNFCCC COP26以前に発表されたNDCsを超える短期的な対策は、オーバーシュートしないまたは限られたオーバーシュートを伴って 1.5°C(>50%)に抑える世界全体 のモデル経路における長期的な実現可能性の課題を軽減や回避、もしくはその両方を しうる。(E.1)
- 気候ガバナンスは、各国の事情に基づき、法律、戦略、制度を通じて行動し、 多様な主体が相互に関わる枠組みや、政策策定や実施のための基盤を提供すること により、緩和を支援する 効果的 で衡平な気候ガバナンスは、市民社会の主体、政治の主体、ビジネス、若者、労働者、 メディア、先住民、地域コミュニティとの積極的な関与の上に成り立つ。(E.3)
- 開発経路を移行させ、システム全体にわたる緩和と変革を加速させる行動を、今、取ることができる。（E.2)

IEEJ © 2022

ご清聴ありがとうございました。

IEEJ © 2022