



学術フォーラム開催にあたって COP26、システムの転換、学術の挑戦

学術フォーラム
「カーボンニュートラル実現に向けた学術の挑戦
—システムの転換をめざして—」
2022年3月13日

高村ゆかり (東京大学、日本学術会議副会長)
Yukari TAKAMURA (The University of Tokyo)
e-mail: yukari.takamura@ifi.u-tokyo.ac.jp

1

カーボンニュートラルに向かう世界

パリ協定(2015年)が定める脱炭素化(decarbonization)を目指す明確な長期目標

- ・「工業化前と比して世界の平均気温の上昇を2°Cを十分下回る水準に抑制し(=2°C目標)、1.5°Cに抑制するよう努力する(=1.5°C目標)」(2条1)
- ・今世紀後半に温室効果ガスの人為的排出と人為的吸収を均衡させるよう急速に削減=排出を「実質ゼロ」(4条1)

日本の2050年カーボンニュートラル目標表明(2020年10月26日)

- ・「我が国は、2050年に、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、すなわち2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指す」

カーボンニュートラル(温室効果ガス/CO₂排出実質ゼロ)を目標に掲げる国: 140カ国以上+EUが表明

- ・バイデン新政権誕生により米国もこれに加わる。G7先進主要国すべてが目標を共有
- ・中国も遅くとも2060年までにカーボンニュートラルを実現(2020年9月)
- ・ブラジル、韓国、ベトナムなどが2050年までに、ロシア、サウジアラビアなどが2060年までに、インドは2070年までに排出実質ゼロ

企業、金融・投資家など非国家アクターがリード

2

COP26「1.5°C目標をめざす」

- ・ 「1.5°C目標」を表舞台にあげたCOP26
 - 「1.5°Cまでに気温上昇を抑える努力を決意をもって追求する」(1/CP. 26, para. 16; 3/CMA.3, para. 21)
 - 2050年カーボンニュートラル実現に加えて、ここ10年(this critical decade) 2030年頃までの排出削減が決定的に重要という認識が共有
- ・ "keep 1.5°C alive" "keep 1.5°C within reach"
 - ここ10年で「1.5°C目標にかつてなく、最も近づいたCOP」
- ・ しかし、2030年目標が追いつかない "a very big credibility gap"
- ・ 2022年中に、2030年目標・削減の引き上げのために各国の目標(Nationally Determined Contribution: NDC)再検討。国際的には目標・削減の引き上げの作業計画を作成
- ・ 2025年の各国目標(NDC)の再提出=2035年目標の提出が推奨

3

IPCC第6次評価報告書(影響・脆弱性・適応策) (2022年2月)

- ・ 工業化前と比べて1.1°C気温が上昇した現在でも、気候変動の影響はすでに広範に広がっており、想定していたよりも深刻である
- ・ これまでの排出トレンドが変わらなければ、近い将来、さらに悪化する気候変動の悪影響を逃れられない
 - 例えば、次の10年で、気候変動はさらに3200万人から1億3200万人を極端な貧困状態に置くおそれ
- ・ 気温が上昇すると、リスクは急速に高くなり、気候変動の不可逆的な影響をしばしば引き起こす
- ・ 不平等、紛争、発展の課題が、気候変動リスクへの脆弱性を高める
- ・ 適応策が決定的に重要。すでに実行可能な解決策はあるが、さらなる支援が脆弱なコミュニティに届く必要がある

4

気温上昇で 異常気象の頻度や強度が変わる

1850-1900年からの気温上昇		1°C(現在)	1.5°C	2°C	4°C
10年に1度の 熱波などの極 端な高温	高温の水準	+1.2°C	+1.9°C	+2.6°C	+5.1°C
	発生の頻度	2.8倍	4.1倍	5.6倍	9.4倍
50年に1度の 極端な高温	高温の水準	+1.2°C	+2.0°C	+2.7°C	+5.3°C
	発生の頻度	4.8倍	8.6倍	13.9倍	39.2倍
10年に1度の 大雨	雨量	+6.7%	+10.5%	+14.0%	+30.2%
	発生の頻度	1.3倍	1.5倍	1.7倍	2.7倍
10年に1度の 農業や生態 系に被害を及 ぼす干ばつ	発生の頻度	1.7倍	2.0倍	2.4倍	4.1倍

出典: IPCC AR6, 2021

5

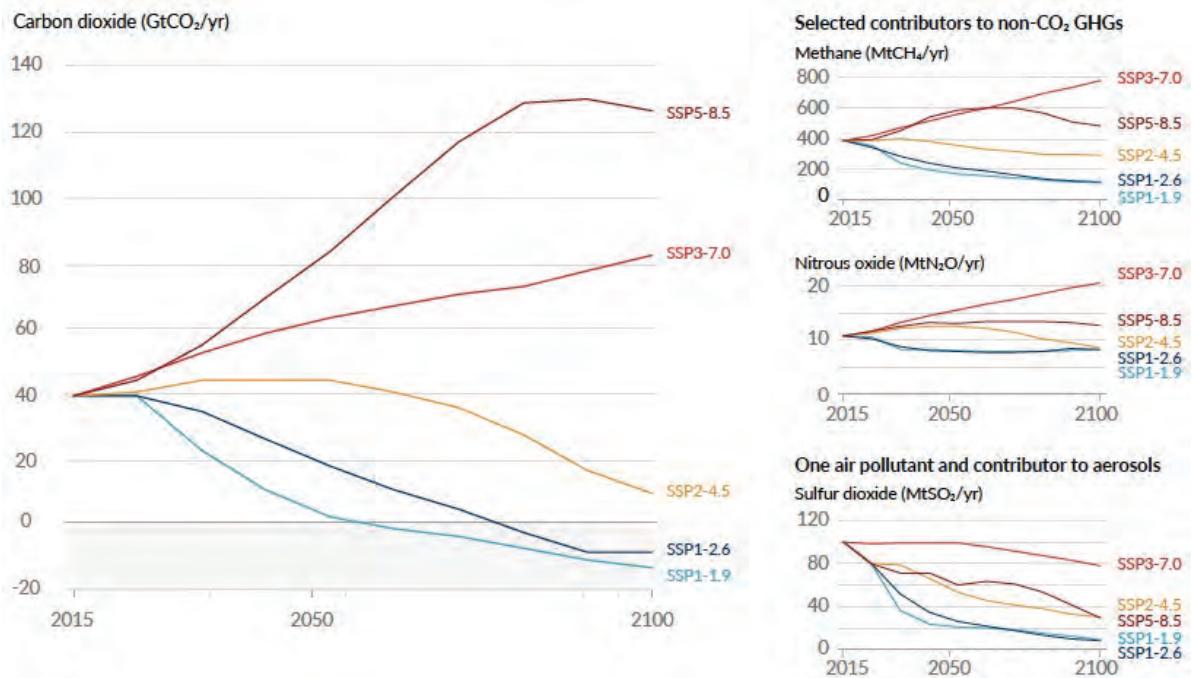
気温上昇1.5°C、2°C、3°Cの差

	1.5°C	2°C	3°C	2°Cのイン パクト	3°Cのイン パクト
生物多様性喪失 高い絶 滅のおそれのある陸上の 種	14%	18%	29%	1.3倍	2.1倍
干ばつ 水不足、熱波や砂 漠化にさらされる人口	9.5億人	11.5億人	12.9億人	+2億人	+3.4億 人
食料安全保障 主要作物 の適応と残存損害の費用	630億米 ドル	800億米 ドル	1280億米 ドル	+170億 米ドル	+650億 米ドル
極端な熱波 最高気温が 35°Cを超える年あたりの日 の増加	45-58日	52-68日	66-87日	1.2倍	1.5倍
海面上昇 2100年までの世 界の平均海面上昇	0.28- 0.55m	0.33- 0.61m	0.44- 0.76m	1.1倍	1.4倍
洪水 洪水にさらされる世 界の人口の増加	24%	30%	—	1.3倍	—
珊瑚礁 珊瑚礁のさらなる 減少	70-90%	99%	—	1.2倍	—

出典: IPCC 2022, WRII 2022を基に高村作成

6

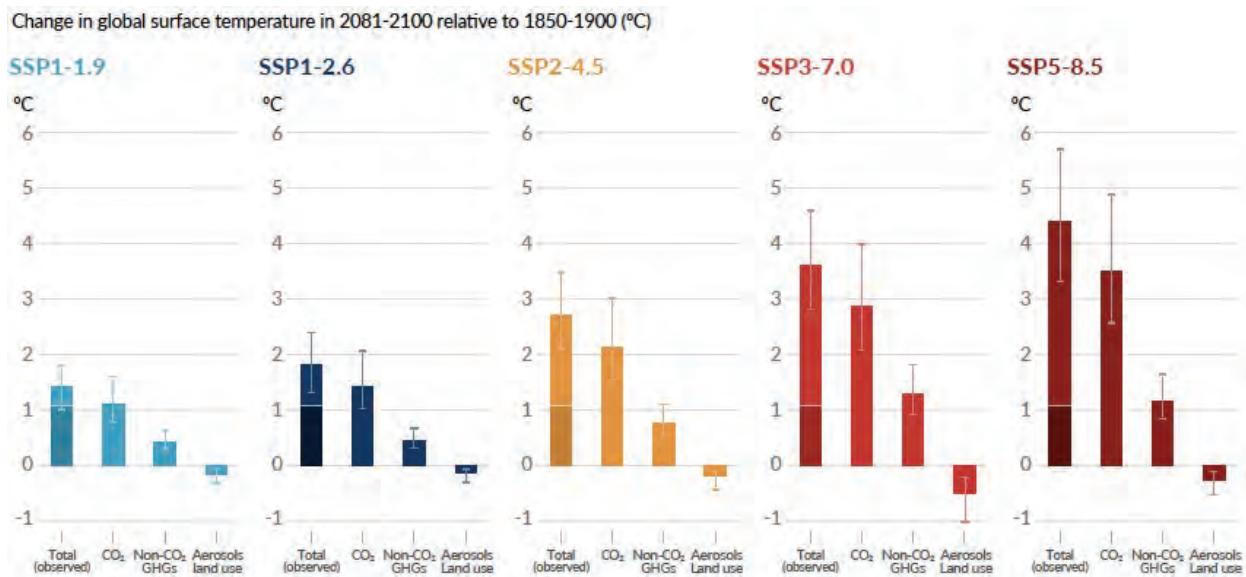
これからの排出で 気温の上昇が変わる



出典: IPCC AR6, 2021

7

これからの排出で 気温の上昇が変わる



出典: IPCC AR6, 2021

8

IPCC 1.5度報告書(2018)が示すもの

- 人間活動に起因して工業化前と比してすでに約1°C上昇。現在のペースで排出すると早ければ2030年頃に1.5°Cに達する
- 気候変動関連リスクは、1.5°Cの上昇でも今よりも高い。2°Cよりは低い
- 1.5°Cに気温上昇を抑えるには、CO₂を、2010年比で2030年までに約45%削減、2050年頃に排出実質ゼロ。CO₂以外のガスは大幅削減
 - 2°Cの場合は、2030年に約20%削減、2070年頃に排出実質ゼロ
- エネルギー、建築物、交通を含むインフラ、産業などにおいて急速で広範囲なかつてない規模の变革・移行が必要。あらゆる部門での排出削減、広範な削減策の導入、そのための相当な投資の増大が必要
- 各国がパリ協定の下で提出している現在の目標では1.5°Cに気温上昇を抑制できない
- 2030年に十分に先駆けて世界のCO₂排出量が減少し始めることが、将来的の影響リスクを低減し、対策のコストを下げる
- 国とともに、州・自治体、市民社会、民間企業、地域社会などの非国家主体が気候変動対策をとる能力を強化することが野心的な対策の実施を支える

9

排出実質ゼロ目標を掲げる国

すべてのG7諸国が2050年までの排出実質ゼロ目標を共有

大半のG20諸国(黄色でハイライト)も排出実質ゼロ目標を掲げる

目標年	目標を掲げる国(下線は目標を法定または政策文書に明記した国)
すでに達成	<u>ブータン</u>
2030年	バルバドス、モルディブ、モーリタニア
2035年	<u>フィンランド</u>
2040年	<u>オーストリア、アイスランド</u>
2045年	<u>ドイツ、スウェーデン、ネパール</u>
2050年	<u>オーストラリア、カナダ、ブルガリア、デンマーク、フランス、ハンガリー、アイルランド、イタリア、日本、ラトビア、リトアニア、ルクセンブルグ、マルタ、ポルトガル、NZ、スロバキア、スロベニア、スペイン、スイス、英國、米国、EU</u>
途上国ほか	<u>アンゴラ、アルゼンチン、ブラジル、ケープ・ベルデ、チリ、コロンビア、コスタリカ、キプロス、ドミニカ共和国、フィジー、イスラエル、ジャマイカ、ラオス、リベリア、マラウイ、マーシャル諸島、モンテネグロ、モナコ、ナウル、パナマ、ルワンダ、セーシェル、ソロモン諸島、韓国、南アフリカ、UAE、ウルグアイ、バチカン、ベトナム</u>
2053年	<u>トルコ</u>
2060年	<u>中国、インドネシア、カザフスタン、ナイジェリア、ロシア、サウジアラビア、バーレーン、スリランカ、ウクライナ</u>
2070年	<u>インド、モーリシャス</u>
21世紀後半	<u>マレーシア、シンガポール、タイ、ナミビア、</u>

出典:WRI, 2021年などを基に高村作成

10

2030年目標の引き上げ

	新たな2030年目標	2015年提出の目標
日本	2013年比46-50%削減	2013年比26%削減
米国	2005年比50-52%削減	2025年までに2005年比26-28%削減
EU	1990年比少なくとも55%削減	1990年比少なくとも40%削減
ドイツ	1990年比少なくとも65%削減 2040年までに88%削減 2045年までにカーボンニュートラル	1990年比少なくとも55%削減
英国	1990年比68%削減 2035年までに78%削減	1990年比53%削減
カナダ	2005年比40-45%削減	2005年比30%削減
中国	少なくとも65%の排出原単位改善： 2030年頃までにCO ₂ 排出量頭打ち； 一次エネルギー消費の非化石燃料比率約25%	60-65%の排出原単位改善；2030年頃までにCO ₂ 排出量頭打ち；一次エネルギー消費の非化石燃料比率約20%
インド	排出原単位を45%未満に改善；エネルギーの50%を再エネ由来に；非化石発電設備容量を500GWに	33-35%の排出原単位改善；総電力設備容量の40%を非化石燃料起源に

11

特定の分野のイニシアティヴの例(1)

イニシアティヴ	概要
石炭からクリーン電力への移行声明	・主要経済国は2030年代までに、世界全体で40年代には石炭火力廃止 ・韓国(石炭火力設備容量世界5位)、インドネシア(同7位)、ベトナム(同9位)、ポーランド(同13位)を含む46カ国、地方政府、EDF、Engieなどの民間企業・団体も参加
南アフリカとの公正なエネルギー移行国際パートナーシップ	・南ア、フランス、ドイツ、英国、米国、EUによる ・南アの、特に、電力システムの脱炭素化、公正な移行を長期的に支援。第一段階として3-5年で850億米ドルを動員
石油・ガス生産廃止同盟	・石油とガスの生産の段階的廃止を促進 ・デンマーク、コスタリカ主導。フランス、スウェーデンなど参加
クリーンエネルギーへの移行のための国際的な公的支援に関する声明	・英国、米国、カナダ、ドイツ、フランス、イタリア、EU、欧州投資銀行など39の国や金融機関が参加 ・クリーンエネルギーへの移行支援を十分に優先 ・2022年末までに対策がとられていない化石燃料エネルギー部門への国際的な新規の公的直接支援を終了(例外は1.5°C目標と整合するごく限定的な場合のみ)
100%ゼロエミッション乗用車・バンへの移行加速宣言	・先行市場では2035年までに、遅くとも2040年までに、販売される乗用車・バンの新車をゼロエミッションにする ・38カ国に加え、地方政府、都市、自動車メーカーなどが参加
2050年までのゼロエミッション海運に関する宣言	・国際海事機関(IMO)での努力を含め、2050年までに国際海運からの排出のゼロエミッション実現をめざす ・英国、米国、ノルウェー、パナマなど14カ国による
国際航空気候同盟(International Aviation Climate Coalition)	・1.5°C目標をめざす。それと整合的なICAOの2050年ネットゼロ目標を支持 ・CORSIAの最大限の実効性を確保 ・日本、英国、米国をふくむ23カ国

12

特定の分野のイニシアティヴの例(2)

イニシアティヴ	概要
世界メタン誓約	<ul style="list-style-type: none"> メタンを2030年までに現在より少なくとも30%削減 日本を含む100カ国超が参加
森林と土地利用に関するグラスゴー宣言(Glasgow Declaration on Forests and Land Use)	<ul style="list-style-type: none"> 2030年までに森林減少と土地の劣化をとめる 世界の森林の90%以上を占める、日本を含む130を超える国が賛同
持続可能な農業に関するAim for Climate(Agriculture Innovation Mission for Climate)	<ul style="list-style-type: none"> 米国とアラブ首長国連邦主導のイニシアティヴ。日本を含む34カ国が参加。 FAO、ビル・ミランダ・ゲーツ財団、PepsiCo, Bayerなどの民間の企業団体も参加 気候変動に対応した持続可能な農業と食料システムのイノベーションに対して、2021年-2025年の5年間で投資と支援を拡大 すでに40億米ドル超の誓約
多数国間開発銀行の共同声明	<ul style="list-style-type: none"> アジア開発銀行、アフリカ開発銀行、アジアインフラ投資銀行(AIIB)、カリブ開発銀行、欧州復興開発銀行、欧州投資銀行、米州開発銀行、米州投資公社、イスラム開発銀行、世界銀行グループが参加 開発銀行の政策、分析、評価、助言、投資、事業に「自然」を主流化
アジア開発銀行Energy Transition Mechanism	<ul style="list-style-type: none"> 官民が連携して、石炭火力の早期退出を支援 まずは、インドネシア、ベトナム、フィリピンとFeasibility study
First Movers Coalition	<ul style="list-style-type: none"> 米国国務省と世界経済フォーラムの官民パートナーシップ 需要家たる参加企業は購買誓約を行い、2050年ネットゼロに必要な新技術への初期の需要を喚起することで、投資を動員し、そのコストを下げて、新たな市場をつくる 航空、海運、鉄鋼、トラック輸送(以上がCOP26で立ち上げ)。ほかに、アルミニウム、化学、コンクリート、Direct air captureなど

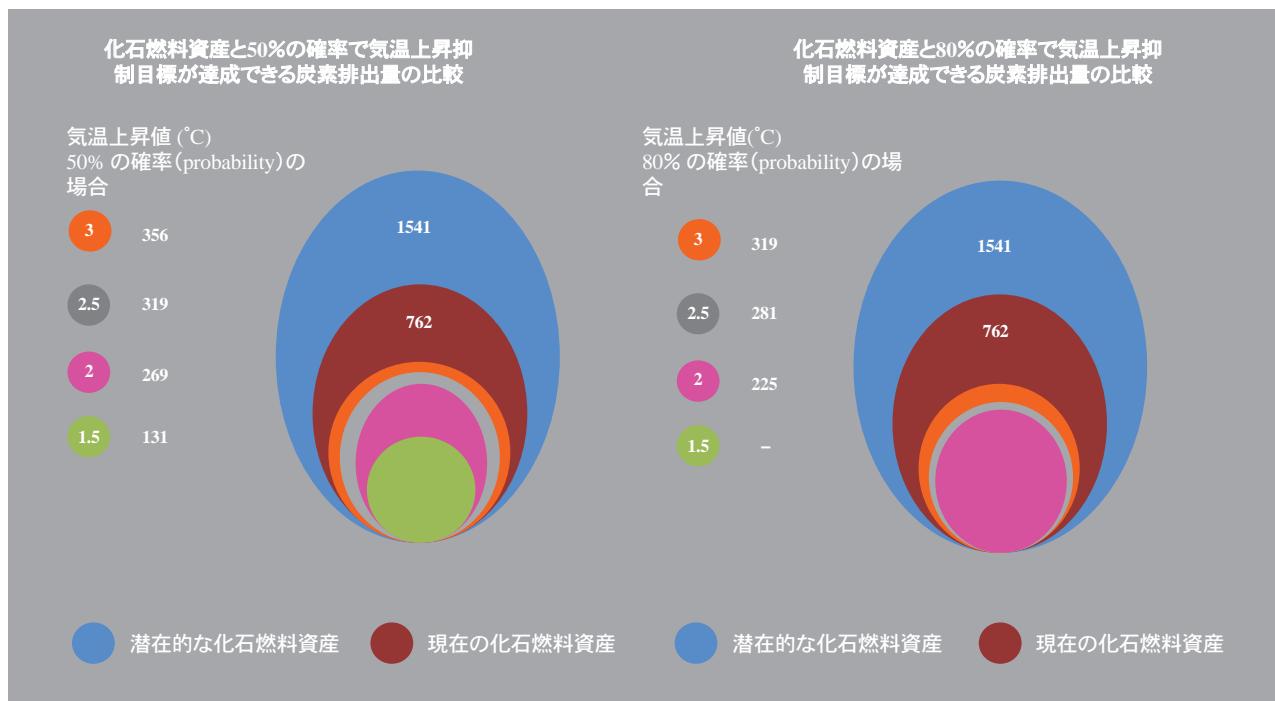
13

ネットゼロに向かう金融・投資家

- Net-Zero Asset Owner Alliance(2019年9月立ち上げ)
 - 国連主導のアライアンス。2050年までにGHG排出量ネット・ゼロのポートフォリオへの移行をめざす
 - 66の機関投資家が参加、運用資産総額10兆米ドル(第一生命保険、明治安田生命保険、日本生命保険、住友生命保険が参加)
 - 2025年までに16~29%のポートフォリオのGHG削減目標を設定(2019年比)
 - 新規の石炭火力関連プロジェクト(発電所、炭鉱、関連インフラ含む)は直ちに中止、既存の石炭火力発電所は1.5°Cの排出経路に沿って段階的に廃止
- Net Zero Asset Managers Initiative(2020年12月立ち上げ)
 - 2050年GHG排出量ネット・ゼロに向けた投資を支援
 - 236の資産運用会社が参加、資産総額57.5兆ドル、世界の管理資産の60%近くを占める(アセットマネジメントOne、大和アセットマネジメント、三菱UFJ国際投信、三菱UFJ信託銀行、日興アセットマネジメント、ニッセイアセットマネジメント、野村アセットマネジメント、SOMPOアセットマネジメント、三井住友トラスト・アセットマネジメント、東京海上アセットマネジメントが参加)
 - 1.5°C目標、2030年半減と整合的な2030年の中間目標を設定:43会社(2021年11月)
- Net-Zero Banking Alliance(2021年4月立ち上げ)
 - 105の銀行が参加、資産総額68兆米ドル、世界の銀行資産の38%を占める(三菱UFJフィナンシャル・グループ、三井住友フィナンシャルグループ、三井住友トラスト・ホールディングス、みずほフィナンシャルグループ、野村ホールディングスが参加)
 - 2050年までにポートフォリオをネット・ゼロにし、科学的根拠に基づいた2030年目標を設定
- Net-Zero Insurance Alliance (NZIA)(2021年7月立ち上げ)
 - AXA (Chair), Allianz, Aviva, Generali, Munich Re, SCOR, Swiss Re, Zurichの8つの保険会社、再保険会社による
 - 保険料の11%以上、運用資産約7兆米ドルを有する17の保険会社に拡大(東京海上ホールディングスが参加)

14

座礁資産(stranded assets)

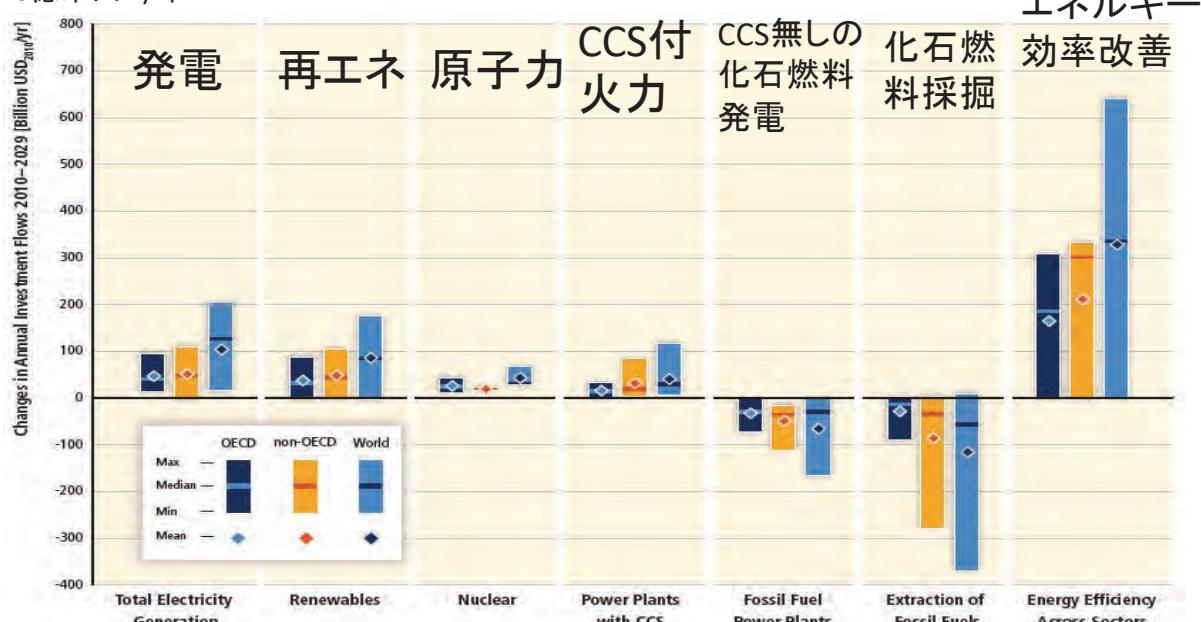


出典:Carbon Tracker and LSE, 2013

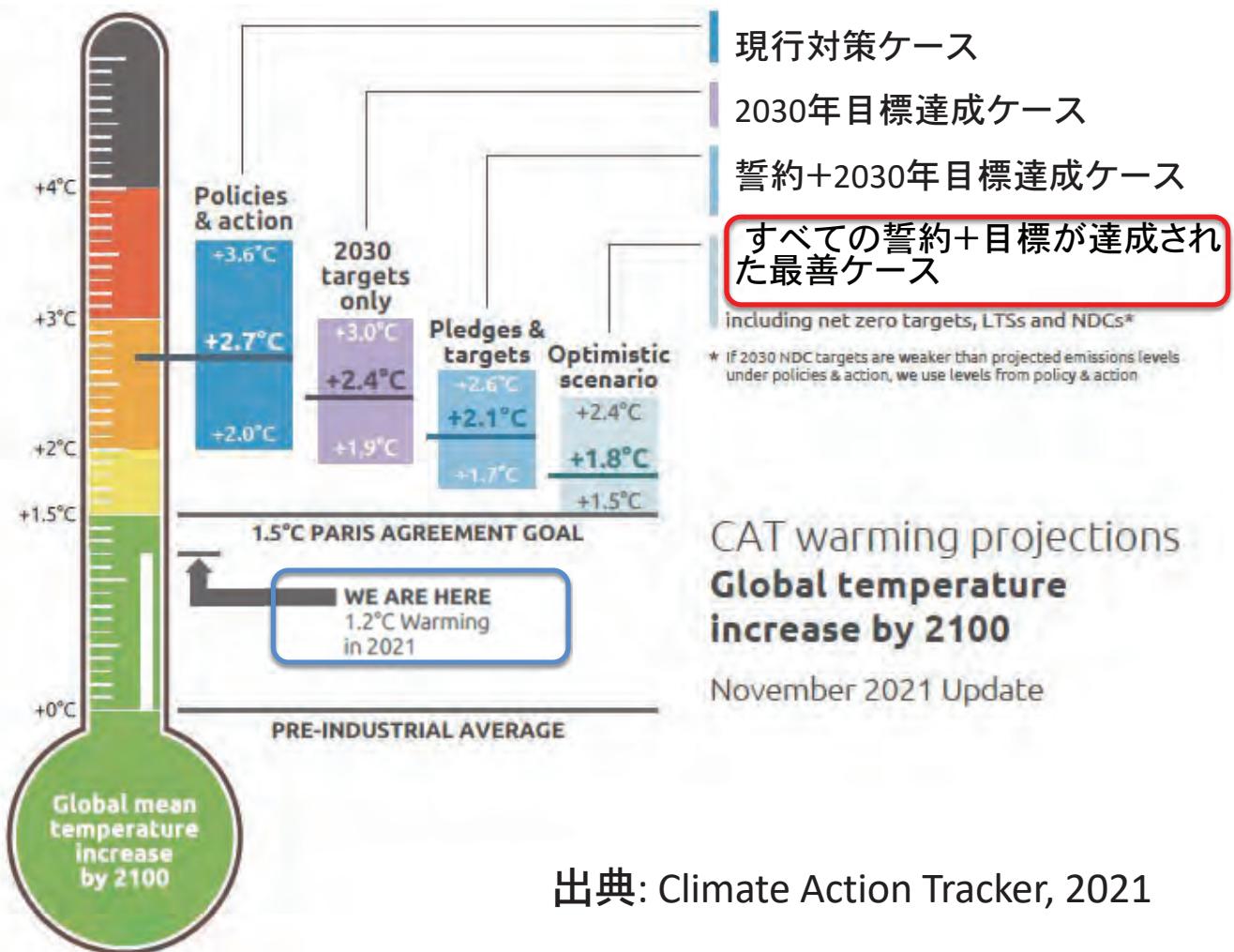
2°C目標と年投資額の変化 (2010-2029年)

2°C目標達成には、CCSなしの火力発電、化石燃料採掘への投資を減らし、エネルギー効率改善、再エネへの投資を拡大することが必要

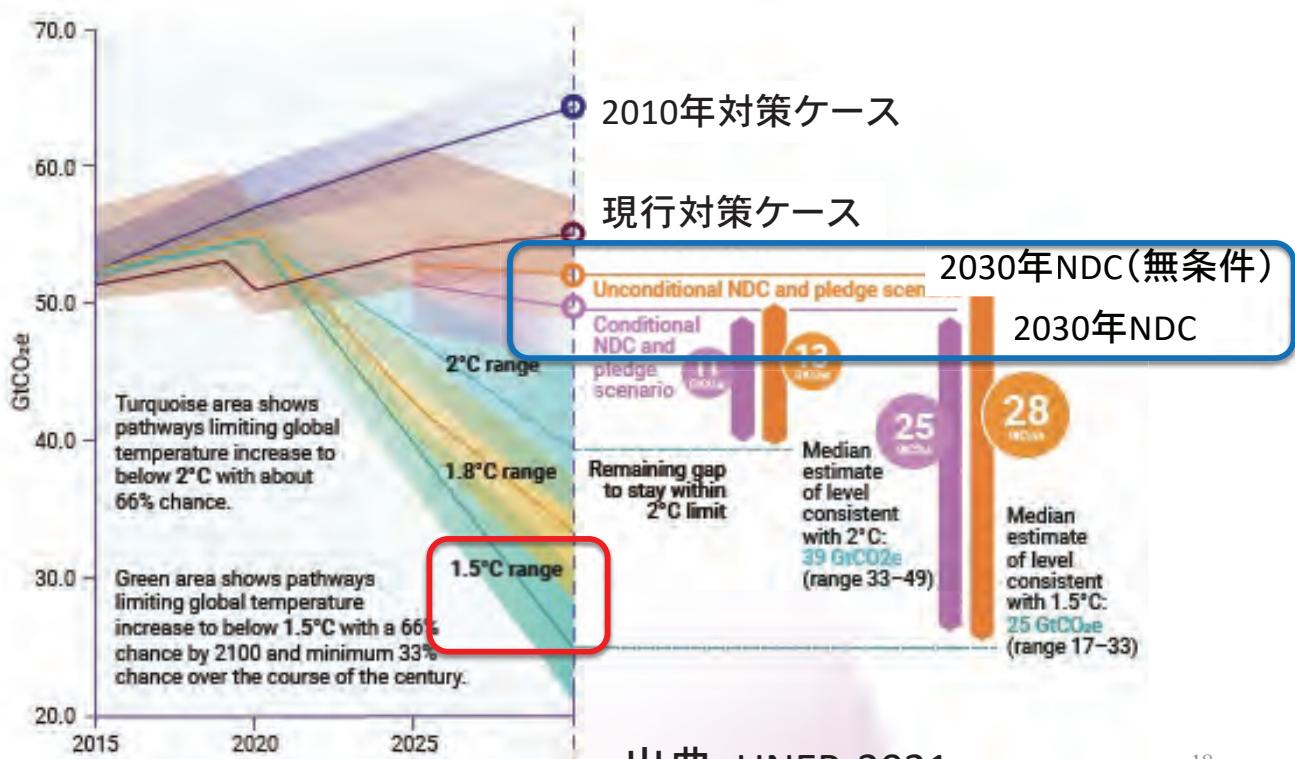
単位:10億米ドル/年



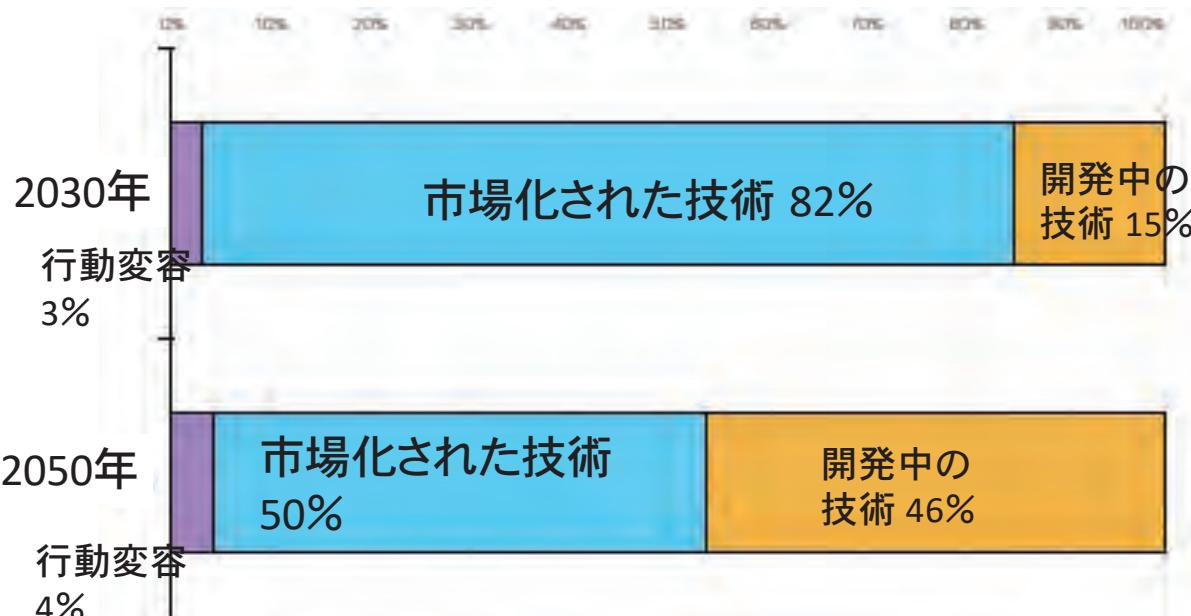
出典:IPCC, 2014



1.5°C目標、2°C目標と現在の対策のギャップ



2030年、2050年の目標とのGapは 何によってうめられるのか



出典:IEA、2021年

19

Behaviour changes Technologies on the market Technologies under development



2050年 二酸化炭素排出実質ゼロ表明 自治体 2022年1月31日時点

- 東京都・京都市・横浜市を始めとする534自治体（40都道府県、319市、15特別区、134町、26村）が「2050年までに二酸化炭素排出実質ゼロ」を表明。表明自治体総人口約1億1,283万人※。

※表明自治体総人口（各地方公共団体の人口合計）では、都道府県と市区町村の重複を除外して計算しています。

表明都道府県（1億72万人）



表明市区町村（7,104万人）



出典:環境省 <https://www.env.go.jp/policy/zerocarbon.html>

Science Based Target (SBTi)

科学に基づく目標設定

- CDP、国連グローバル・コンパクト、WRI、WWFによる共同イニシアチブ(SBTi)。世界の平均気温の上昇を「2度を十分に下回る」水準に抑えるために、企業に対して、科学的な知見と整合した削減目標を設定することを推奨し、認定
- 2601社が参加。うち目標が科学と整合と認定されている企業は1213社。1.5度目標を誓約する企業は1290社(2022年3月8日現在)

➤ <https://sciencebasedtargets.org>

21

パリ協定の長期目標と整合的な目標(SBT)を掲げる日本企業(2022年3月8日現在)

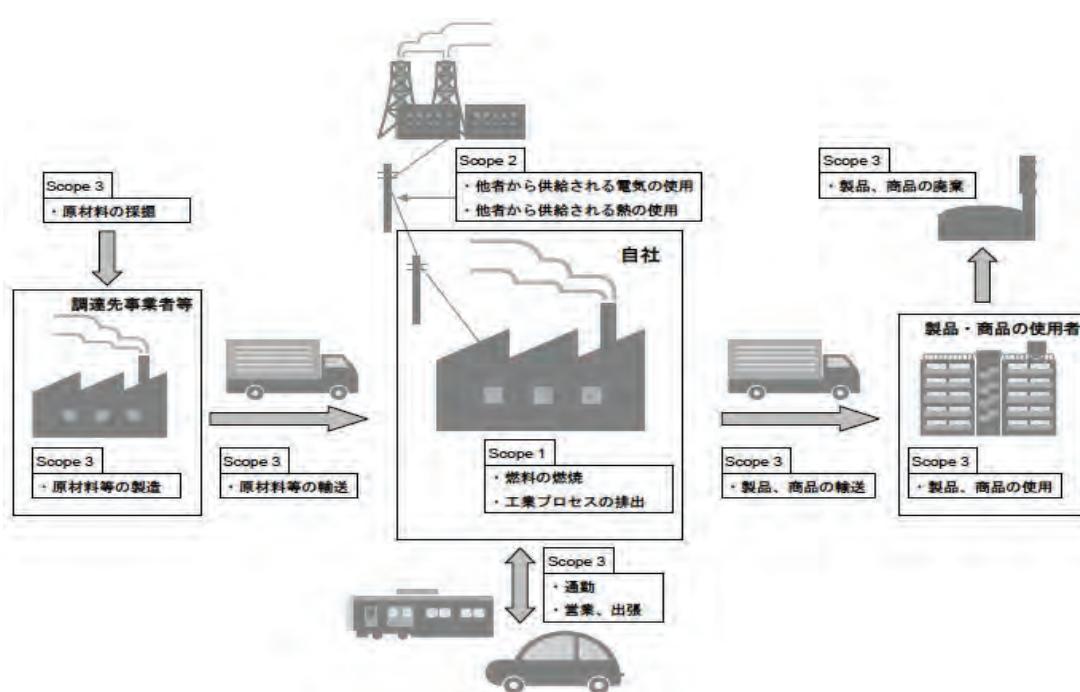
SBTの認定をうけた企業 (160社)	アサヒグループホールディングス、アシックス、味の素、アスクル、アステラス製薬、アズビル、アドバンテスト、安藤ハザマ、アンリツ、イオン、E-konzal(イー・コンザル)、ウェイストボックス、ウシオ電機、エコワークス、エーザイ、エコスタイル、エコ・プラン、SCSK、日本電気(NEC)、NTT、NTTデータ、NTTドコモ、エレピスタ、OSW、大川印刷、大塚製薬、小野薬品工業、会宝産業、花王、カゴメ、カシオ計算機、カーボンフリーコンサルティング、加山興業、川崎汽船、河田フェザー、共愛、京セラ、協発工業、キリンホールディングス、熊谷組、ゲットイット、国際航業、コーワー、コニカミノルタ、コマツ、コマニー、櫻原工業、櫻原精器、三喜工作所、三周全工業、參天製薬、サントリーホールディングス、サントリーフードインターナショナル、塩野義製薬、資生堂、島津製作所、清水建設、シャープ、J.フロントリテイリング、ジェネックス、親和建設、SCREENホールディングス、住友化学、住友電気工業、住友林業、セイコーエプソン、積水化学工業、積水ハウス、セコム、ソニー、ソフトバンク、大成建設、大同トレーディング、大鵬薬品工業、第一三共、大東建託、大富運輸、大日本印刷、大和ハウス工業、大和ハウスリート投資法人、高砂香料工業、高砂熱学工業、武田薬品工業、タニハタ、中外製薬、艶金、帝人、TIS、TBM、テルモ、DMG森精機、デジタルグリッド、電通、東急建設、東急不動産ホールディングス、東京建物、東芝、TOTO、東洋硬化、戸田建設、栃木県集成材協業組合、凸版印刷、Drop、ナブテスコ、ニコン、日産自動車、日清食品ホールディングス、日新電機、日本アルテック、日本ウエストン、日本宅配システム、日本たばこ産業(JT)、日本板硝子(NSGグループ)、日本郵船、ネイチャーズウェイ、野村総合研究所、野村不動産ホールディングス、ハーチ、パナソニック、浜田、浜松ホトニクス、Value Frontier、日立製作所、日立建機、ファーストリティーリング、ファミリーマート、不二製油グループ本社、富士通、富士凸版印刷、富士フイルムホールディングス、古河電気工業、プラザー工業、ベネッセコーポレーション、前田建設工業、まち未来製作所、丸井グループ、三井不動産、MIC、三菱地所、三菱電機、都田建設、村田製作所、明治ホールディングス、明電舎、ライオン、ライズ、LIXILグループ、リコー、利高工業、りさいくるinn京都、リマテックホールディングス、レックス、レフォルモ、八洲建設、ヤマハ、ユタコロジー、ユニ・チャーム、ローム、YKK、YKK AP
SBTの策定を約束している企業 (36社)	ANAホールディングス、岩崎通信機、EIZO、H.U.グループホールディングス、エスペック、MS & ADホールディングス、大塚商会、大林組、キッコーマン、小林製薬、佐川急便、スマダコーポレーション、セブン＆アイ・ホールディングス、SOMPOホールディングス、ダイセキ、TOA、東京エレクトロン、東京海上ホールディングス、東洋製罐グループホールディングス、西松建設、ニチリン、日本国土開発、日本特殊陶業、パシフィックコンサルタンツ、長谷工コーポレーション、日立Astemo、ヒューリック、フジクラ、文化シャツ、ミズノ、メルカリ、ヤフー、ルネサス エレクトロニクス、ロックペイント

なぜ企業はカーボンニュートラルに動くのか

- 現実化する気候変動の悪影響とリスク
- 企業にとって、気候変動問題は、金融市場における企業価値、サプライチェーンにおける企業価値を左右する本業の問題に
 - サプライチェーンの脱炭素化/再エネ利用の要請
 - Microsoft
 - Apple
 - SBT水準の取り組みを求める企業
 - 金融、資本市場での評価
- 需要家の選好(ニーズ)/市場の変化
- 環境問題、エネルギー問題であるとともに、産業の競争力の問題に

23

サプライチェーンからの排出量



出典:環境省、2015年

24

Scope 3 排出量の実質ゼロ

- **日立製作所**:「環境」に関する事業戦略(2021年2月)
 - 「CO₂排出量削減が日立の追い風になる」
 - 「エネルギー、インダストリー、モビリティ、ライフの4セクターが持つグリーンテクノロジーと、ITセクターを中心とするデジタル技術の掛け合せが成長エンジンとなるだろう」
 - 2030年度までに自社の事業所(ファクトリー・オフィス)においてカーボンニュートラル達成
 - 2050年度までにバリューチェーン全体でカーボンニュートラル(2021年9月13日)
 - 社会イノベーション事業を通じ、2050年カーボンニュートラルの実現に貢献
- **三菱UFJフィナンシャル・グループ、三井住友フィナンシャルグループ(SMBCグループ)**など
 - 2030年までに自社グループの温室効果ガス(GHG)排出量実質ゼロ
 - 2050年までに投融資ポートフォリオのGHG排出量実質ゼロ

25

MicrosoftのClimate Moonshot (2020年1月)

- Carbon negative by 2030 (2030年までに炭素排出マイナス)
- Remove our historical carbon emission by 2050 (2050年までに、1975年の創業以来排出したすべての炭素を環境中から取り除く)
- \$1 billion climate innovation fund (10億米ドルの気候イノベーション基金)
- Scope 3 の排出量(サプライチェーン、バリューチェーンからの排出量)削減に焦点
 - 2030年までにScope 3の排出量を半分以下に削減
 - サプライヤーにscope 1、2(自社事業からの排出量)だけでなくscope 3の排出量を提示を求め、それを基に取引先を決定



<https://blogs.microsoft.com/blog/2020/01/16/microsoft-will-be-carbon-negative-by-2030/>

26

Appleの2030年目標 (2020年7月)

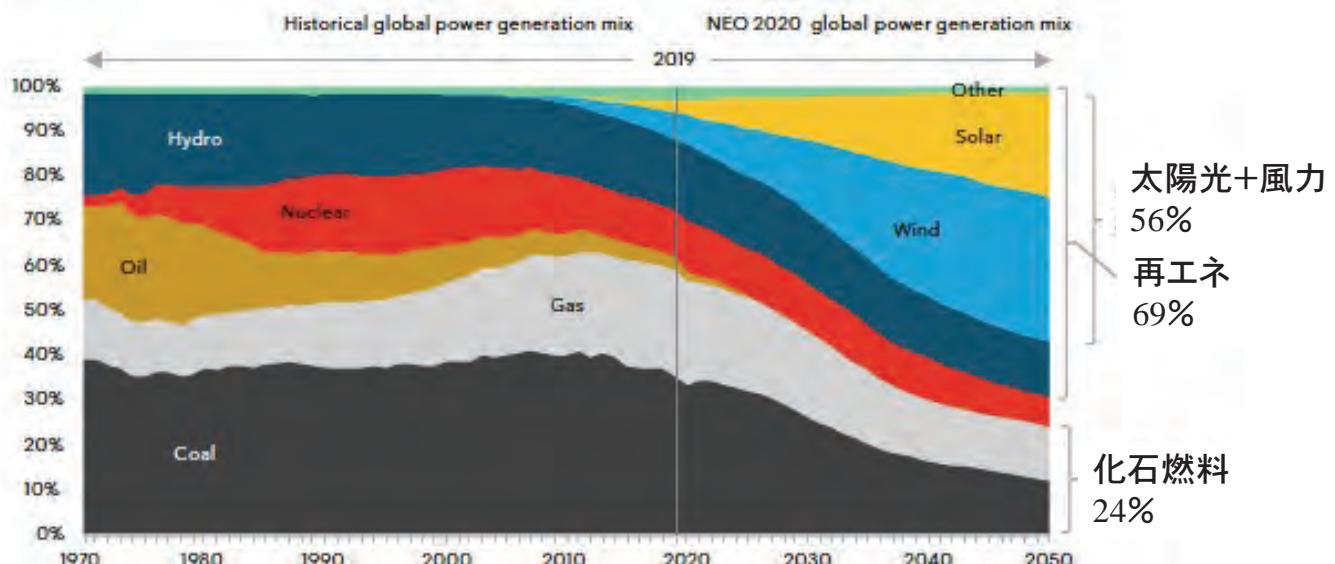
- 2030年までに、そのすべての事業、製品のサプライチェーン、製品のライフサイクルからの排出量を正味ゼロにする目標と計画を発表
- すでに自社使用の電気はすべて再エネ100%を達成。2021年10月時点で、日本企業を含む175のサプライヤーがApple製品製造を100%再エネで行うことを約束
- 2020年目標：サプライヤーで、新規で4GWのクリーンエネルギーを増やす。すでに9GWの新規導入/導入誓約
- 日本企業による2030年再エネ100%の誓約：デクセリアルズ、恵和、日本電産、日東电工、セイコーアドバンス、ソニーセミコンタクタソリューションズ、太陽ホールディングス、ツジデン、村田製作所(9社、2021年3月) + アルプスアルパイン、尼崎製罐、ボーンズ、フジクラ、ヒロセ電機、I-PEX、ジャパンディスプレイ、ミネベアミツミ、日本メクトロン、東陽理化学研究所、UACJ(11社、2021年10月)



<https://www.apple.com/newsroom/2020/07/apple-commits-to-be-100-percent-carbon-neutral-for-its-supply-chain-and-products-by-2030/>

世界の電源ミックス (Bloomberg NEF, 2020)

過去約50年のトレンドを変える非化石電源(再エネ)への転換が起きている
再エネは2050年に69%に拡大。化石燃料は24%まで低減



Source: BloombergNEF, IEA

出典: BloombergNEF, 2020

28

エネルギーの大転換

■ 2014年は化石燃料の発電所が一番安い国が多かったが、2020年前半には、世界人口の少なくとも2/3を占める国にとっては太陽光と風力が最も安い。これらの国は、世界のGDPの71%、エネルギー生産の85%を占める。

2014年の世界：
化石燃料の発電所が一番安い

2020年前半の世界：
世界人口の少なくとも2/3を占める国では
再エネが最も安い

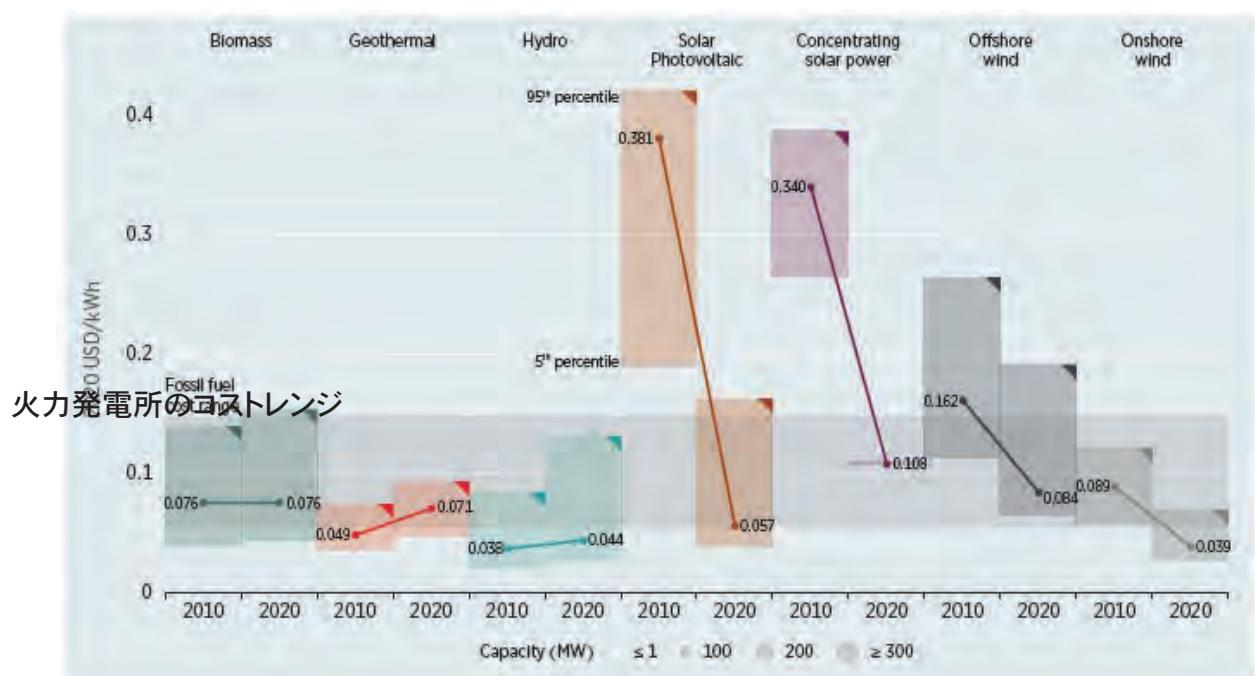


出所：Bloomberg NEF, Scale-up of Solar and Wind Puts Existing Coal, Gas at Risk, 第1回石炭火力発電輸出への公的支援に関する有識者フォトセッション資料(第4回)より環境省作成 30

29

再エネの発電コストの推移

2010年から2020年で、事業用太陽光は85%、陸上風力は56%、洋上風力は48%低減
日本の太陽光の発電コストも2013年から2020年の8年で62%低減



出典：国際再生可能エネルギー機関、2021年

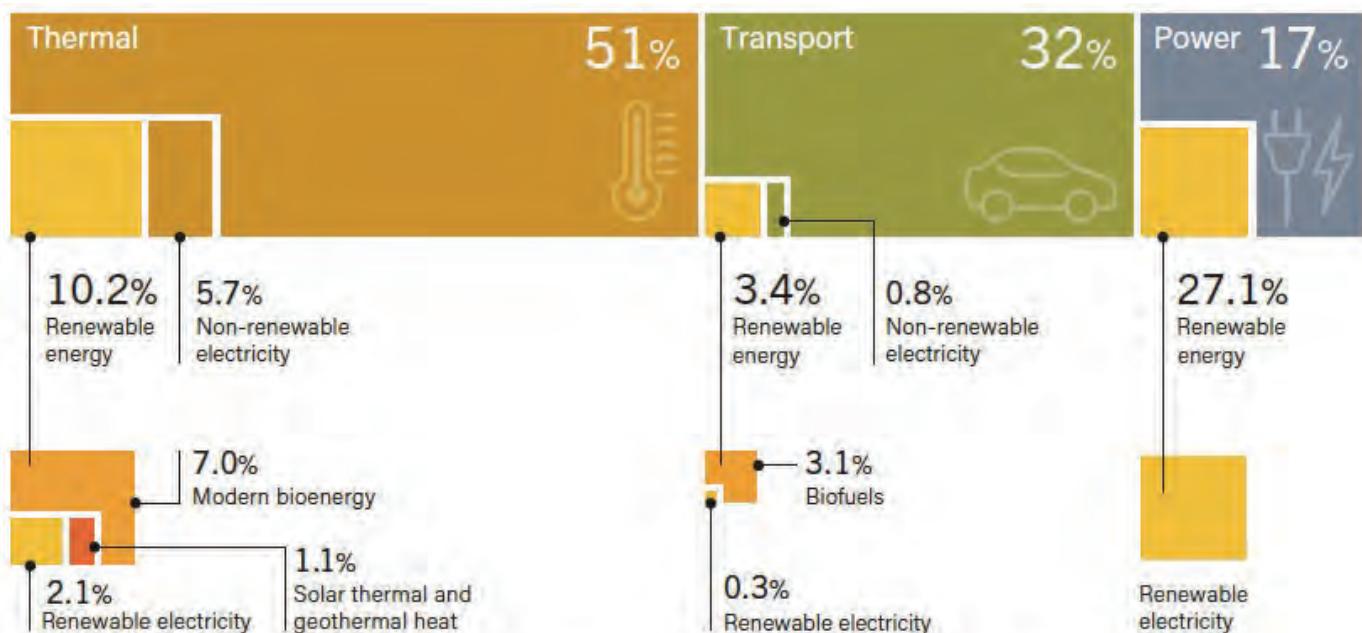
最終エネルギー消費に占める再生可能エネルギー(2018)

Renewable Energy in TFEC by Sector

電気は世界のエネルギー消費の約5分の1

再エネへの転換は熱と輸送燃料に課題

出典: REN21, 2021年



Note: Data should not be compared with previous years because of revisions due to improved or adjusted methodology.

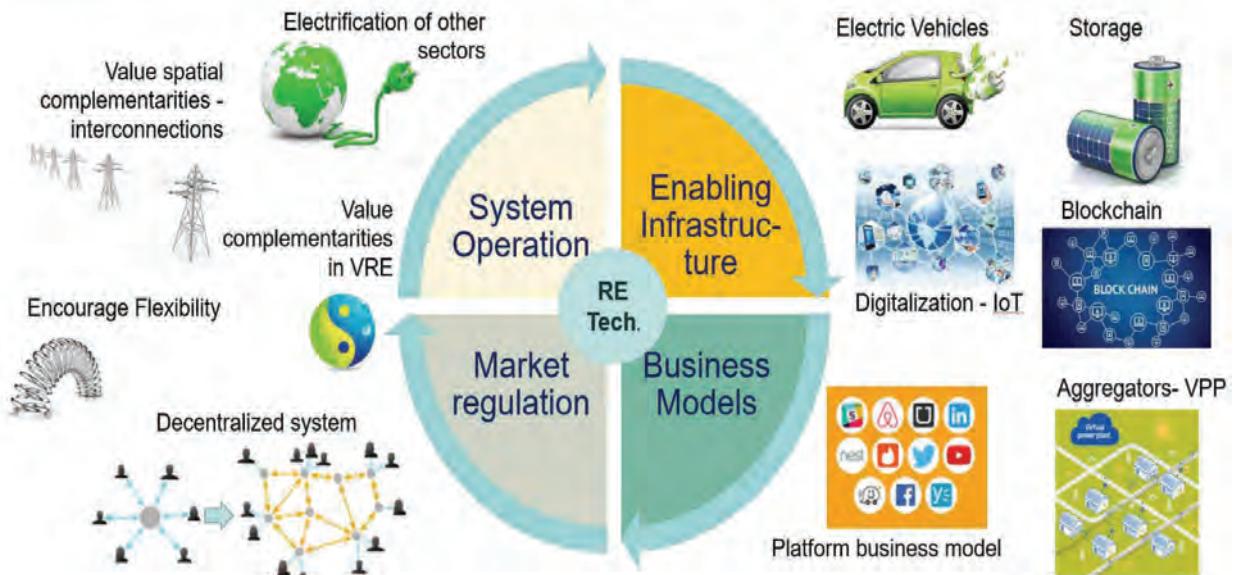
Source: Based on IEA data. See endnote 61 for this chapter.

電力分野変革のイノベーション

3つのD : Decarbonization, Decentralization and Digitalization

デジタル化、自動化など、セクターを超えたダイナミックな技術革新(イノベーション)の進行

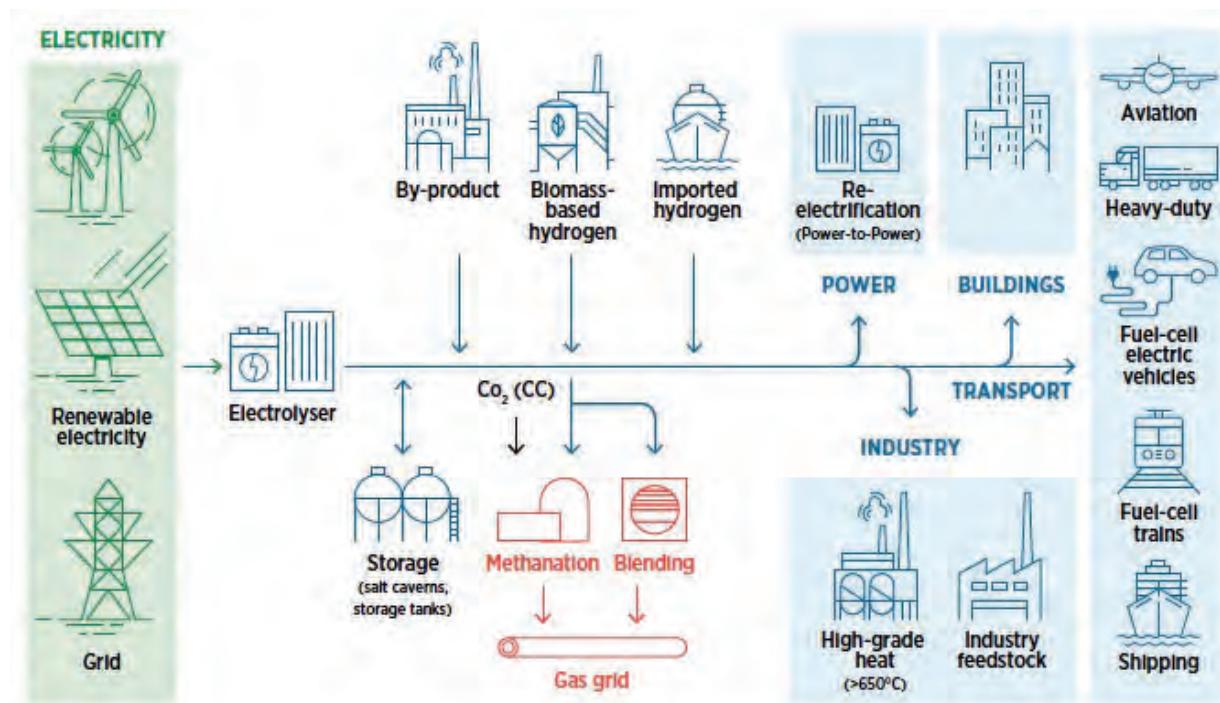
"Grid integrated efficient buildings" "Grid interactive efficient buildings"
技術の補完性 Innovation Landscape for Power Sector Transformation



出典: IRENA, 2017

セクターカップリング

Power to X



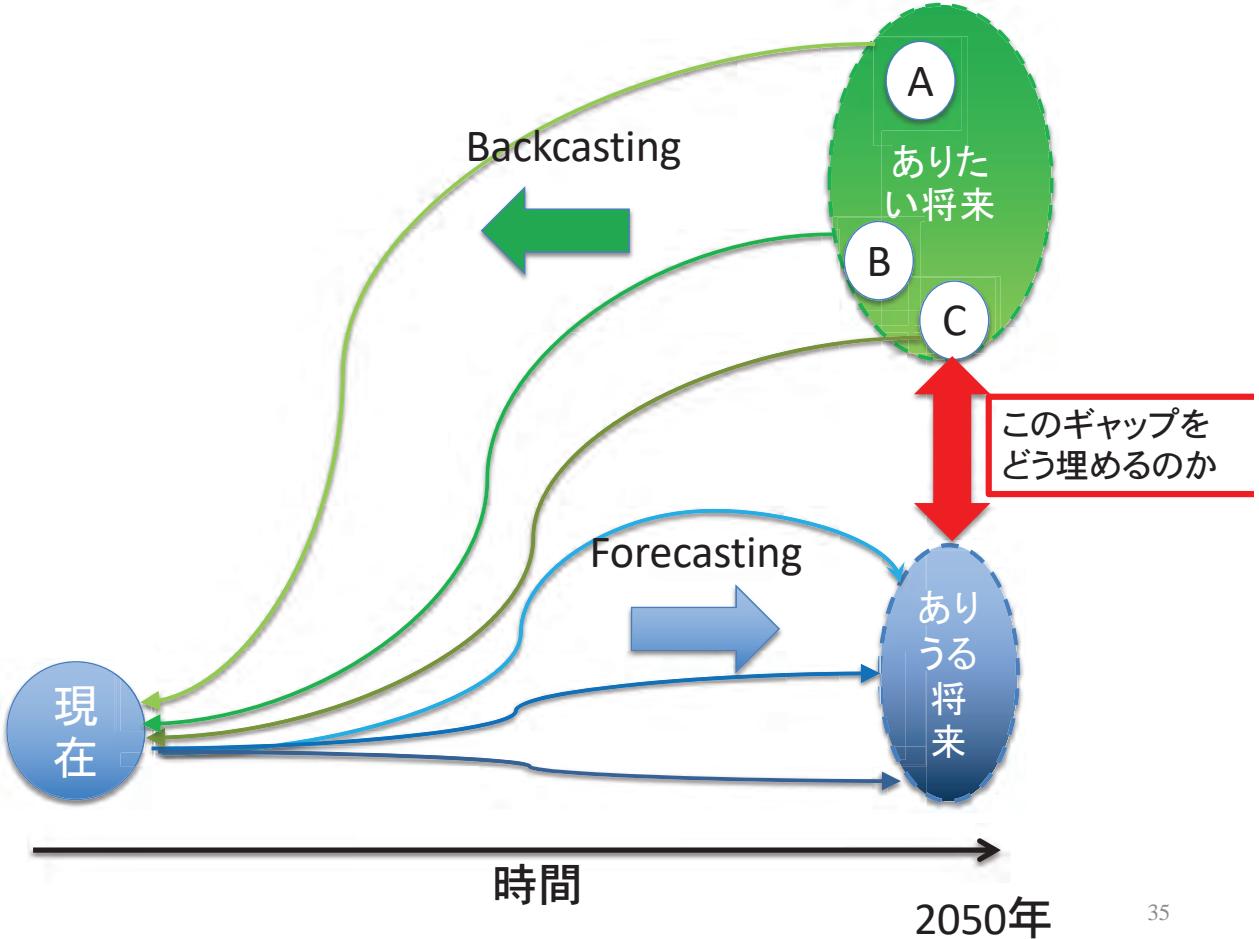
出典: IRENA, 2018

33

カーボンニュートラル実現に向けた 学術の課題(1)

- 問題・課題を発見し、課題が生ずる原因・メカニズムや対応策を明確にする
 - 科学が政策形成/合意形成の基盤を提供
 - 政策決定者や利害関係者の言説を枠付け、共通認識を醸成し、合意形成を促す
 - 問題への対処に実効的で十全な制度・政策形成のために必要な科学的知見を提供
- 中長期的・先見的な視点と統合的な問題把握がきわめて重要
 - “Climate change is the Tragedy of the Horizon.” (by Mark Carney, September 2015)
 - ①ビジネスサイクル、②政策決定のサイクル、③専門家・実務家、の時間的視野の制約
 - このまま推移すると将来どうなるのか
 - めざすべき未来社会はいかなるものか
 - 20年後、30年後の社会、技術を100%見通せるわけではない
 - しかし、現在の社会システムの課題を明らかにし、変革していくために必要
 - 統合的な問題把握の重要性
- めざすべき未来社会の実現に貢献する技術を開発・革新し、社会に実装・普及し、処方箋、ソリューションを示す

34



35

問題の相互連関と統合的性質

問題間、ゴール間の相互の連関、関係性をふまえた総合的、統合的な把握と対処が必要

- **生物多様性と気候変動：その相互連関** (IPBES, 2019)
 - 気候変動は生物多様性の変化の直接的要因
 - 土地利用変化は、生物多様性の変化の直接的要因でもあり、温室効果ガス排出源としても寄与(23%)
 - 気候変動対策のあり方が生態系や生態系サービスに影響を及ぼす

- **トレードオフの例**

バイオ燃料増産(Goal7・Goal13)



作付け面積の増加＝森林面積の減少(Goal15)

食料生産の減少(Goal2)

水資源の減少(Goal6)

36

カーボンニュートラル実現に向けた 学術の課題(2)

- 2つの時間軸で気候変動対策を考える
 - ①今ある技術を最大限利用した足下からの排出削減
 - ②新技術の革新・開発を含む、2050年カーボンニュートラルと整合的な長期的な移行(トランジション)戦略
 - 特に、2050年にも残るインフラ(例えば、発電所や住宅・建築物、交通インフラなど)については「今」の決定が将来を決める
- エネルギー、建築物、交通を含むインフラ、産業などあらゆる部門での急速で広範囲なかつてない規模の変革・移行が必要(IPCC, 2018)
- スムーズな、公正な移行
- 技術、制度、ルール、行動変容… あらゆる科学と知識の動員が必要

37

再生可能エネルギーの特許数 (2010年-2019年)

日本の再生可能エネルギー関連特許数は世界一

	国	再生可能エネルギー全体	太陽光	燃料電池	風力	地熱
1	日本	9,394	5,360	3.292	702	40
2	米国	6,300	3,876	1,391	927	106
3	ドイツ	3,684	1,534	813	1,309	28
4	韓国	2,695	1,803	506	360	26
5	中国	2,659	1,892	189	555	23
6	デンマーク	1,495	52	81	1,358	4
7	フランス	1,226	660	348	184	34
8	英国	709	208	271	218	12
9	スペイン	678	341	29	300	8
10	イタリア	509	316	57	123	13

出典:世界知的所有権機関、2021年

38

「カーボンニュートラル(ネットゼロ)に関する連絡会議」 設置の背景と趣旨

2021年6月24日記者会見資料

カーボンニュートラルの実現をめざす日本、世界の動き

- ・日本:「2050年にカーボンニュートラル、脱炭素社会の実現をめざす」。2050年目標と整合的で、野心的な目標として、「2030年度から46%削減することを目指し...さらに50%の高みに向けて、挑戦を続け」る
- ・2021 G7サミット(2021年6月):「世界の平均気温の上昇を1.5度までに抑える」「遅くとも2050年までのカーボンニュートラル(ネットゼロ)の実現」が目標として共有、長期目標と整合的な2030年目標の設定と対策の実施に合意

2050年カーボンニュートラルの実現には、エネルギー、建築物、交通を含むインフラ、産業などにおいて急速で広範囲なかつてない規模の社会の変革・移行が必要

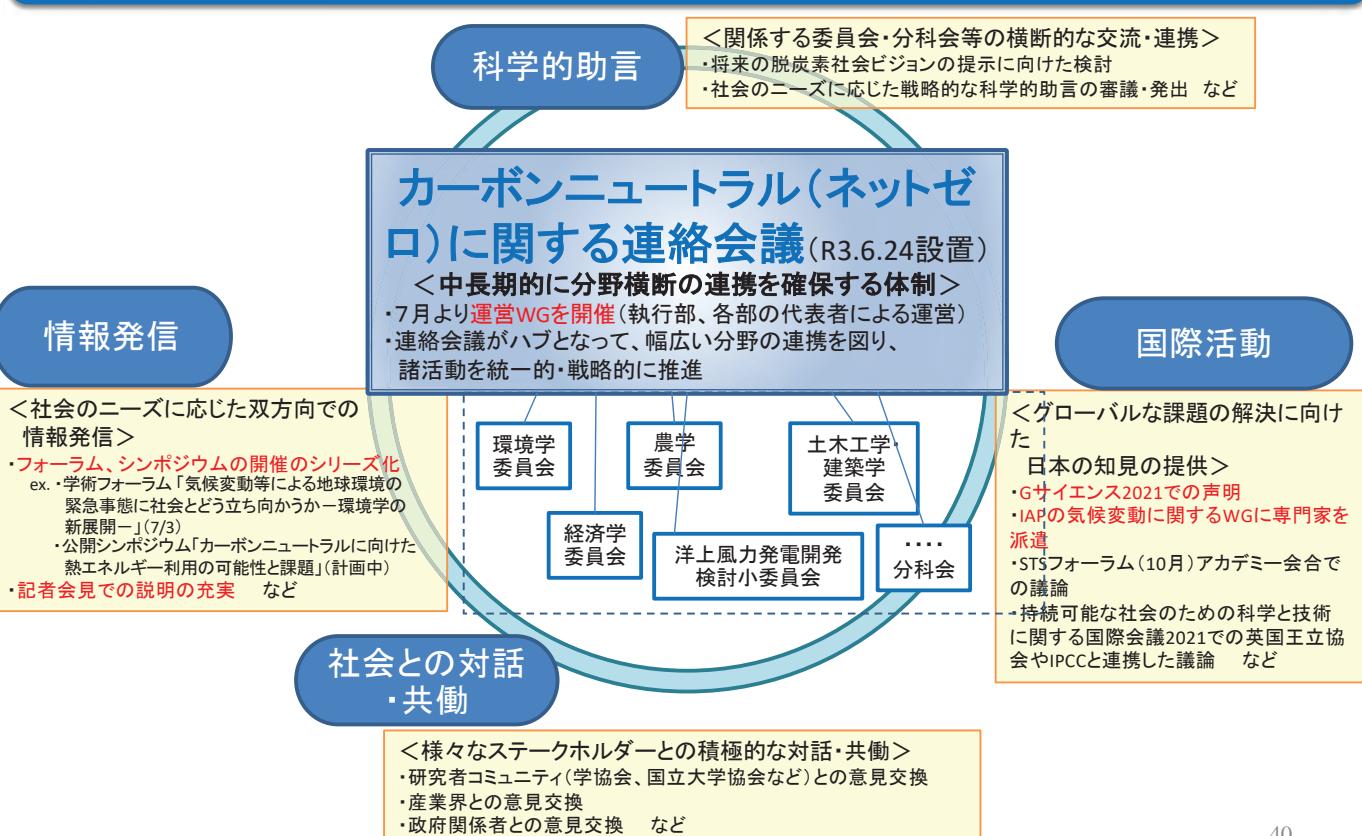
- ・最新の科学に基づき、技術の革新と普及を促し、広範な政策導入、投資の拡大が求められる

中長期的な視角をもって、学術の諸領域が連携・協働し、総合的、俯瞰的な検討が必要となる課題が少なくない。学術が果たす役割は大きい

2021年Gサイエンス学術会議(2021年3月)でも「ネットゼロと気候変動影響に備えた未来」についてG7各国政府に対して提言

日本学術会議のカーボンニュートラルの取り組みイメージ

人文社会科学(第1部)、生命科学(第2部)、自然科学・工学(第3部)から80をこえる委員会等が参加



連絡会議

国際的な連携・発信

- 国際学術団体を通じた/他国アカデミーとの国際的連携、国際的発信
 - Gサイエンス2021:「ネットゼロと気候変動影響に備えた未来」についてG7各国政府に対して提言
 - <http://www.scj.go.jp/ja/int/g8/index.html>
 - インターアカデミーパートナーシップ(IAP):気候変動×生物多様性のWGに専門家が参加、提言をまとめる
 - STSフォーラム(科学技術と人類の未来に関する国際フォーラム)2021 アカデミープレジデント会議(2021年10月4日):"The effects of climate change on the ocean and the polar regions"
 - 持続可能な社会のための科学と技術に関する国際会議2021(2022年1月31日、2月1日):カーボンニュートラル(ネットゼロ)をテーマに、英国王立協会副会長をはじめ、中国、英国、ドイツの研究者の参加を得て開催
 - Gサイエンス2022でもテーマの一つとなる予定

41

Thank you for your attention!

Yukari TAKAMURA
E-mail: yukari.takamura@ifi.u-tokyo.ac.jp

42