



地球の限界、社会の変革、 環境学の役割と課題

学術フォーラム

「気候変動等による地球環境の緊急事態に社会とどう立ち向かうか
—環境学の新展開—」

2021年7月3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)

「環境学」とは何か

- 環境と環境問題の解明、よりよい理解と、環境問題の解決と持続可能な社会発展をめざす諸科学
- 統合的、学際的な科学的知見に基づいて、社会が直面する問題の発見・分析と、問題の解決への貢献を期待

「環境 (Environment)」

- 核兵器の使用の合法性に関する国際司法裁判所 (ICJ) の勧告的意見 (1996年) の定義
 - “the environment ... represents the living space, the quality of life and the very health of human beings, including generations unborn”.
 - 「環境は、...まだ生まれていない世代を含む、人間の生活空間であり、人間の生活の質であり、まさに人間の健康である」
- 1998年の「環境に関する、情報へのアクセス、決定への公衆の参加及び司法へのアクセスに関する条約」(オーフス条約)における定義
 - 環境の構成要素を例示: 空気、大気、水、土壌、土地、景観、自然遺産、遺伝子改変生物を含む生物多様性とその構成要素 (2条3項(a))
 - 環境の構成要素に影響を与える要因、活動または措置
 - 環境の構成要素の状態により影響を受けうる人の健康および安全、文化遺産や建造物の状態

「今そこにある危機」 気候変動とそのリスク

- 2018年：異常気象による大きな被害
 - 7月の西日本豪雨、9月の台風21号...
 - 気象庁「命に関わる暑さ」
- 2019年：9月の台風15号、10月の台風19号
- 気候変動(温暖化)が異常気象の水準・頻度を押し上げる(気候科学の進展、Event Attribution)
 - 西日本豪雨：人間活動からの排出により、降水量を6-7%程度おしあげた
 - 7月の猛暑：気候変動なしにはおこりえなかった
- 2018年、2019年と損害保険支払額は1兆円規模に

2018年の自然災害による経済損失

2018年の台風21号と西日本豪雨だけでおよそ2兆5000億円

2018年の損害保険支払額は史上最高。東日本大震災時を超える

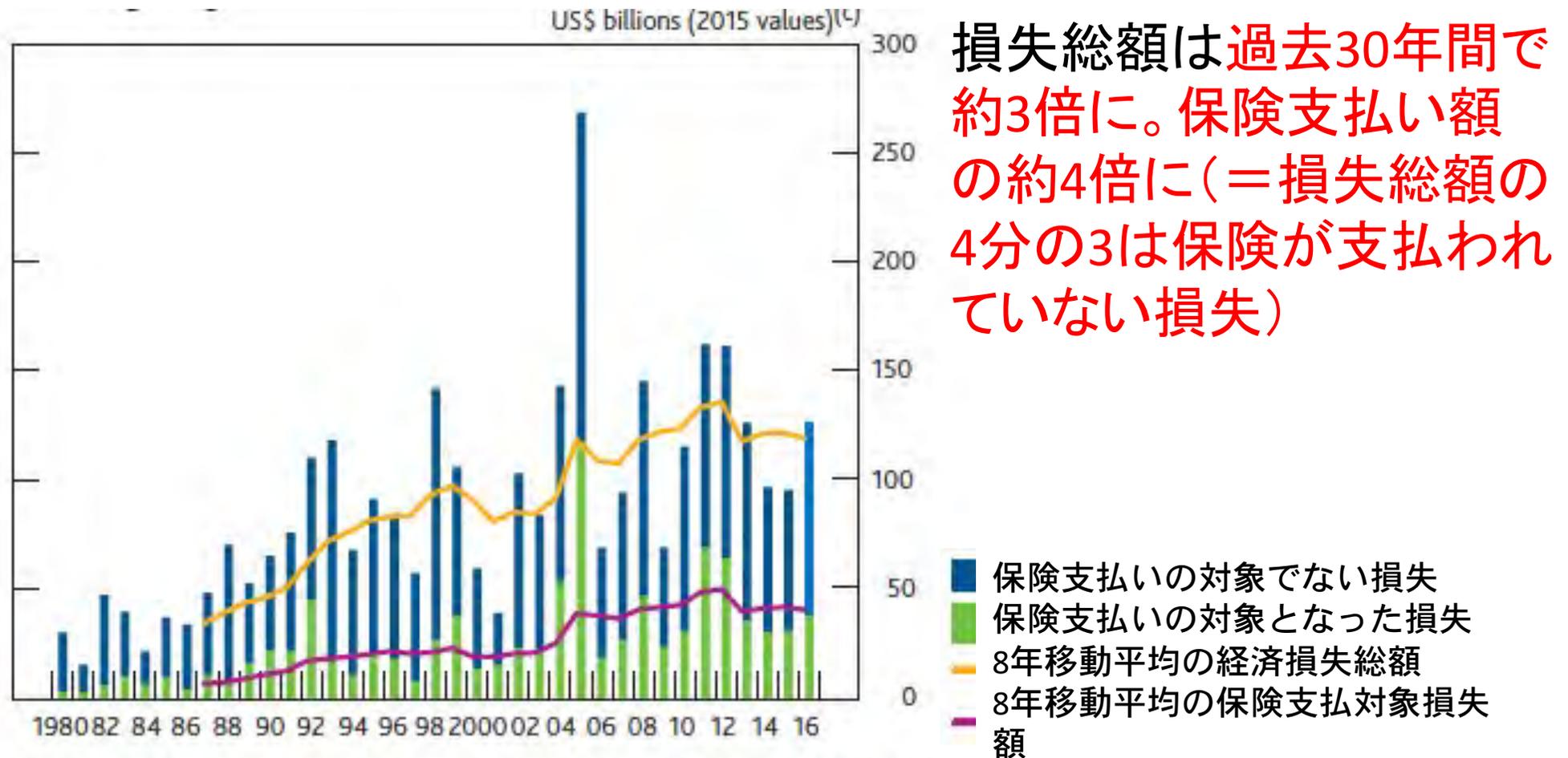
| | | | 死者数 | 経済損失 (米ドル) | 保険支払額 (米ドル) |
|---------------------|--------------|-----------|-----|---------------|----------------|
| 10月10-12日 | ハリケーンマイケル | 米国 | 32 | 170億 | 100億 |
| 9月13-18日 | ハリケーンフローレンス | 米国 | 53 | 150億 | 53億 |
| 11月 | 山火事キャンプ・ファイア | 米国 | 88 | 150億 | 120億 |
| 9月4-5日 | 台風21号 | 日本 | 17 | 130億 | 85億 |
| 7月2-8日 | 7月西日本豪雨 | 日本 | 246 | 100億 | 27億 |
| 春・夏 | 干ばつ | 中欧、北欧 | N/A | 90億 | 3億 |
| 9月10-18日 | 台風マクット | 太平洋州、東アジア | 161 | 60億 | 13億 |
| 7-9月 | 洪水 | 中国 | 89 | 58億 | 4億 |
| 11月 | 山火事ウールジー | 米国 | 3 | 58億 | 45億 |
| 8月16-19日 | 熱帯暴風雨ランビア | 中国 | 53 | 54億 | 3億 |
| | | その他 | | 1230億 | 450億 |
| 出典：AON, 2019を基に高村作成 | | 全体 | | 2250億 | 900億 |

2019年の自然災害による経済損失

台風19号と台風15号が経済損失額で世界1位、3位。2兆7000億円超の損失

| | | | 死者数 | 経済損失 (米ドル) | 保険支払額 (米ドル) |
|---------------------|------------|---------------------------|------|---------------|----------------|
| 10月6-12日 | 台風19号 | 日本 | 99 | 150億 | 90億 |
| 6月-8月 | モンスーン豪雨 | 中国 | 300 | 150億 | 7億 |
| 9月7-9日 | 台風15号 | 日本 | 3 | 100億 | 60億 |
| 5月-7月 | ミシシッピ川洪水 | 米国 | 0 | 100億 | 40億 |
| 8月25日 -9月7日 | ハリケーン・ドリアン | バハマ、カリブ 海諸国、米国、 カナダ | 83 | 100億 | 35億 |
| 3月12-31日 | ミズーリ川洪水 | 米国 | 10 | 100億 | 25億 |
| 6月-10月 | モンスーン豪雨 | インド | 1750 | 100億 | 2億 |
| 8月6-13日 | 台風9号 | 中国、フィリ ピン、日本 | 101 | 95億 | 8億 |
| 3月-4月 | 洪水 | イラン | 77 | 83億 | 2億 |
| 5月2-5日 | サイクロン・フォニ | インド、バン グラディシュ | 81 | 81億 | 5億 |
| | | その他 | | 1260億 | 440億 |
| 出典：AON, 2020を基に高村作成 | | 全体 | | 2320億 | 710億 |

世界の気象関連損失額推移 (1980-2016)

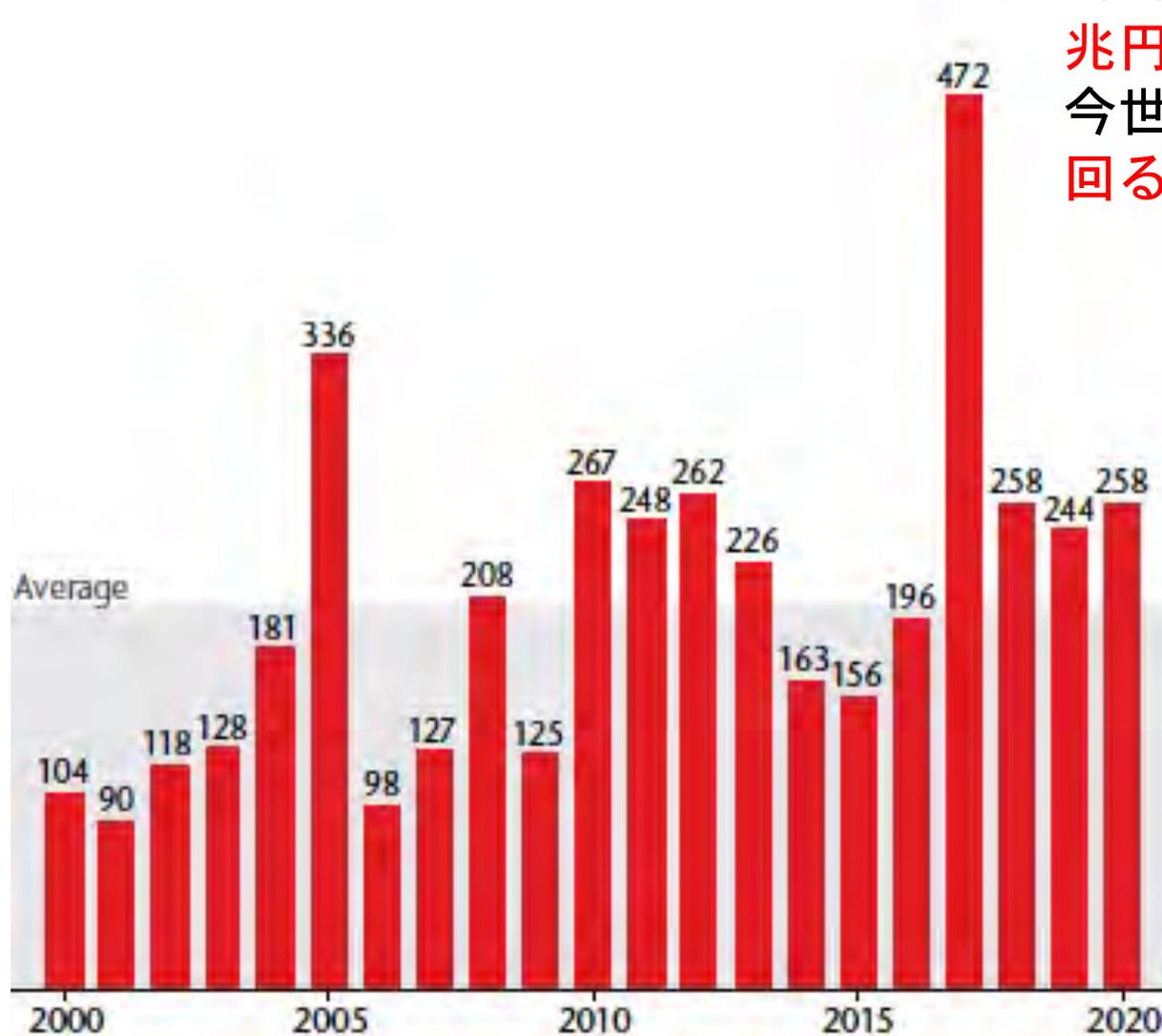


Sources: Geo Risks Research, Munich Reinsurance Company and NatCatSERVICE 2017 (data does not account for reporting bias).

損失総額は過去30年間で約3倍に。保険支払い額の約4倍に(=損失総額の4分の3は保険が支払われていない損失)

世界の気象関連経済損失額推移 (2000-2020)

2020年は2680億米ドル（約30兆円）の経済損失
今世紀の年平均損失を8%上回る



気候変動に関する政府間パネル(IPCC) 1.5°C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変革・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

気温上昇1.5°Cと2°Cの差

| | 1.5°C | 2°C | 2°Cのインパクト |
|--------------------------------|--------------|-------------|------------|
| 少なくとも5年に1回 深刻な熱波を被る 世界人口 | 14% | 37% | 2.6倍 |
| 北極に海氷のない 夏 | 少なくとも100年に1回 | 少なくとも10年に1回 | 10倍 |
| 2100年までの海面 上昇 | 0.40メートル | 0.46メートル | 0.06メートル上昇 |
| 生態系が新しい生 物群系に転換する 陸域面積 | 7% | 13% | 1.86倍 |
| 熱帯域でのトウモロ コシの収穫量減少 | 3% | 7% | 2.3倍 |
| 珊瑚礁のさらなる減 少 | 70-90% | 99% | >29%悪化 |
| 海洋漁業の減少 | 150万トン | 300万トン | 2倍 |

科学と政策の相互作用

- **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形成のために**必要な科学的知見を提供**
 - Ex. 土地利用変化・林業(LULUCF)の排出量、吸収量の勘定方法(Accounting on Land Use, Land Use Change and Forestry (LULUCF))
- **政策が科学研究の方向性・課題を示す**
 - Ex. COPからのIPCC 1.5°C特別報告書作成の要請

科学と政策の相互作用：気候変動

- 1988 気候変動に関する政府間パネル (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)) 設置
- 1990 IPCC: 第一次評価報告書 (First Assessment Report)
- 1992 国連気候変動枠組条約 (United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)) 採択 (1994年効力発生)
- 1995 COP1: ベルリンマンデート採択。京都議定書交渉開始
- 1995 IPCC: 第二次評価報告書 (Second Assessment Report)
- 1997 COP3: 京都議定書採択 (2005年効力発生)
- 2001 IPCC: 第三次評価報告書 (Third Assessment Report)
- 2001 COP7: マラケシュ合意 (京都議定書実施規則) 合意
- 2007 IPCC: 第四次評価報告書 (Fourth Assessment Report)
- 2007 COP13: バリ行動計画採択。2020年以降の国際枠組交渉開始
- 2010 COP16: カンクン合意 (2020年の国際枠組み) 合意
- 2011 COP17: ダーバンプラットフォーム合意。パリ協定交渉開始
- 2014 IPCC: 第五次評価報告書 (Fifth Assessment Report)
- 2015 COP21: パリ協定採択 (2016年効力発生)
- 2021～2022 IPCC: 第六評価報告書発表予定

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の努力目標)」(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)

菅総理所信表明演説(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」

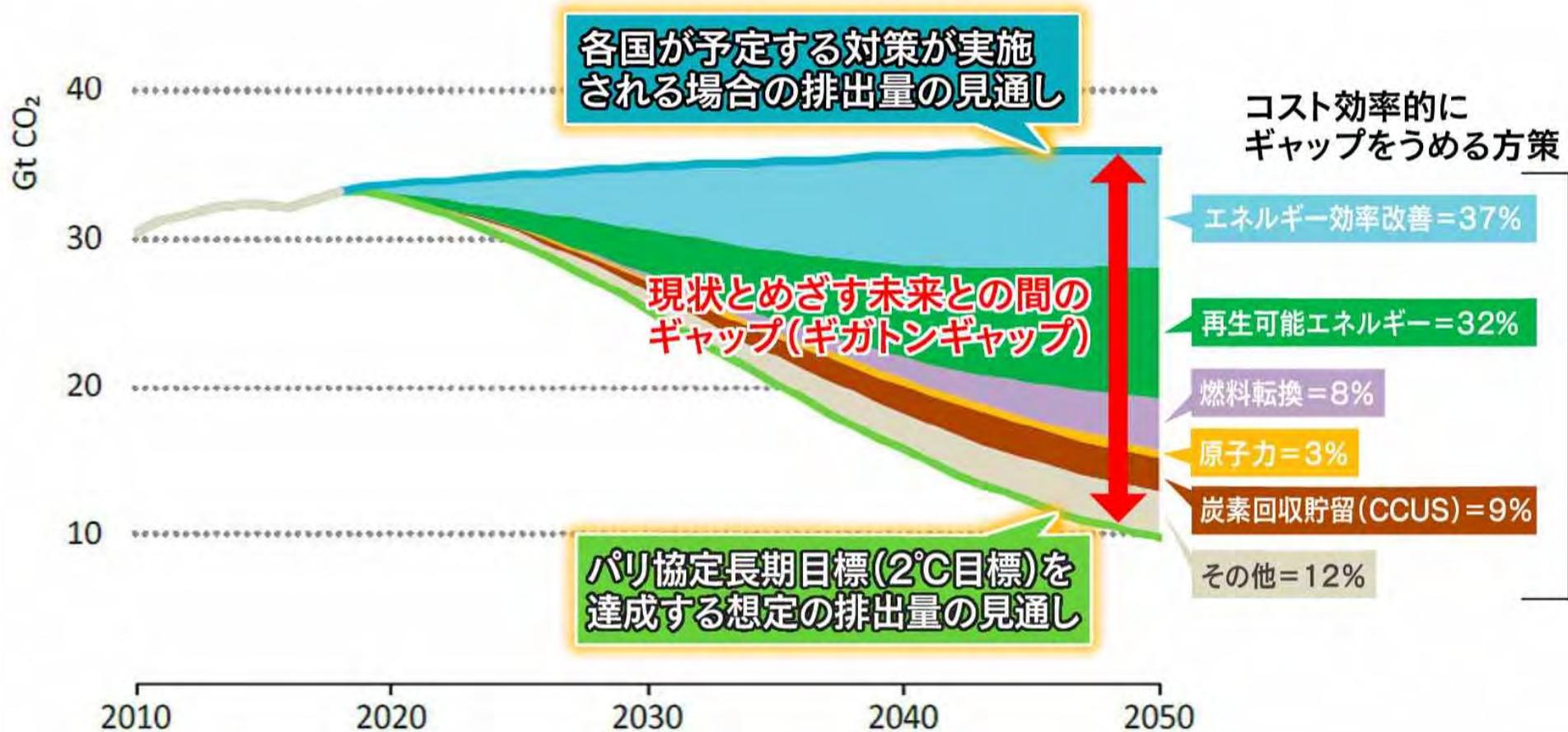
2050年カーボンニュートラル(温室効果ガス/CO2排出実質ゼロ)を目標に掲げる国: 120か国以上+EU

- 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)
- 中国も含めると世界の排出量の50%を超える国・地域が目標を共有

企業、金融・投資家など非国家アクターがリード

パリ協定の長期目標から見えるもの

- “現在の社会の延長線上には私たちがありたい未来はない”
- 長期目標(=ゴール。ありたい未来社会像)の明確化でどこに課題があるか、イノベーション、変革が必要かが見えてくる



出典:OECD/IEA 2019より作成

生物多様性評価報告書 (IPBES, 2019年)

かつてない速度と規模での生態系の悪化、加速化

- 約100万の動植物種が絶滅のおそれ。評価された動植物種の約4分の1にあたる。かつてない速度(これまでの10倍-数百倍)の速さ。このままではその多くがここ20-30年の間に絶滅に瀕する
- 地球上の土地の75%が人間活動により大きく変化、海洋地域の66%が人間活動の影響を大きく被り、85%以上の湿地が失われた
- 1870年代以降、珊瑚礁に覆われた地域が半分失われ、近年その速度を増している
- 陸域の生物相の少なくとも20%が失われた。多くが1900年以降失われ、近年その速度を増している

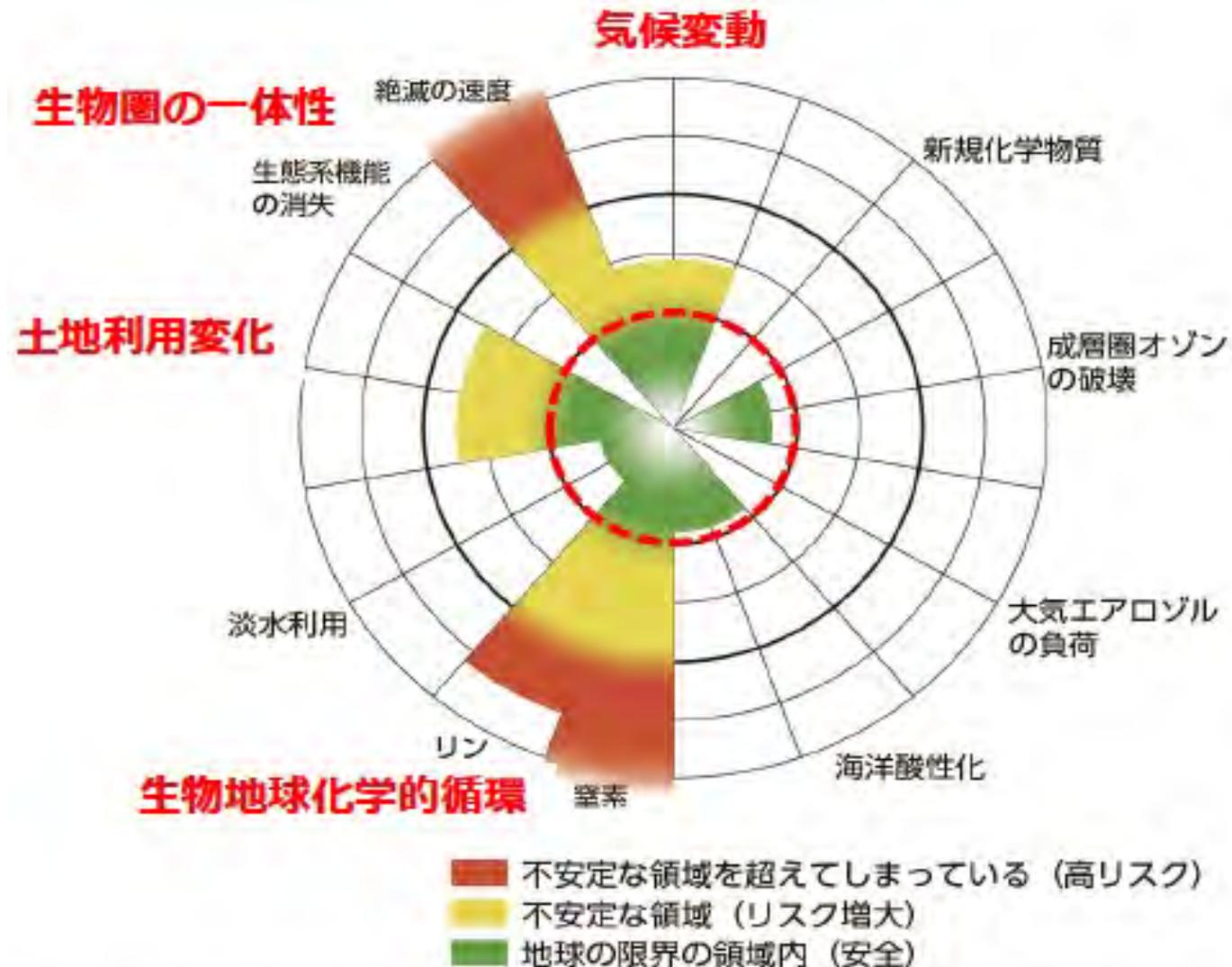
生態系の変化の原因は何か

- 過去50年間の変化の直接的要因(影響が大きい順)
 - 土地利用、海洋の利用の変化
 - 生物の直接利用
 - 気候変動
 - 汚染
 - 外来種
- これらの背景にある間接的要因
 - 生産と消費のありかたを含む社会の価値と行動様式
 - 人口動態
 - 貿易
 - 技術革新
 - 地域からグローバルにわたるガバナンス

プラスチック消費の長期見通し

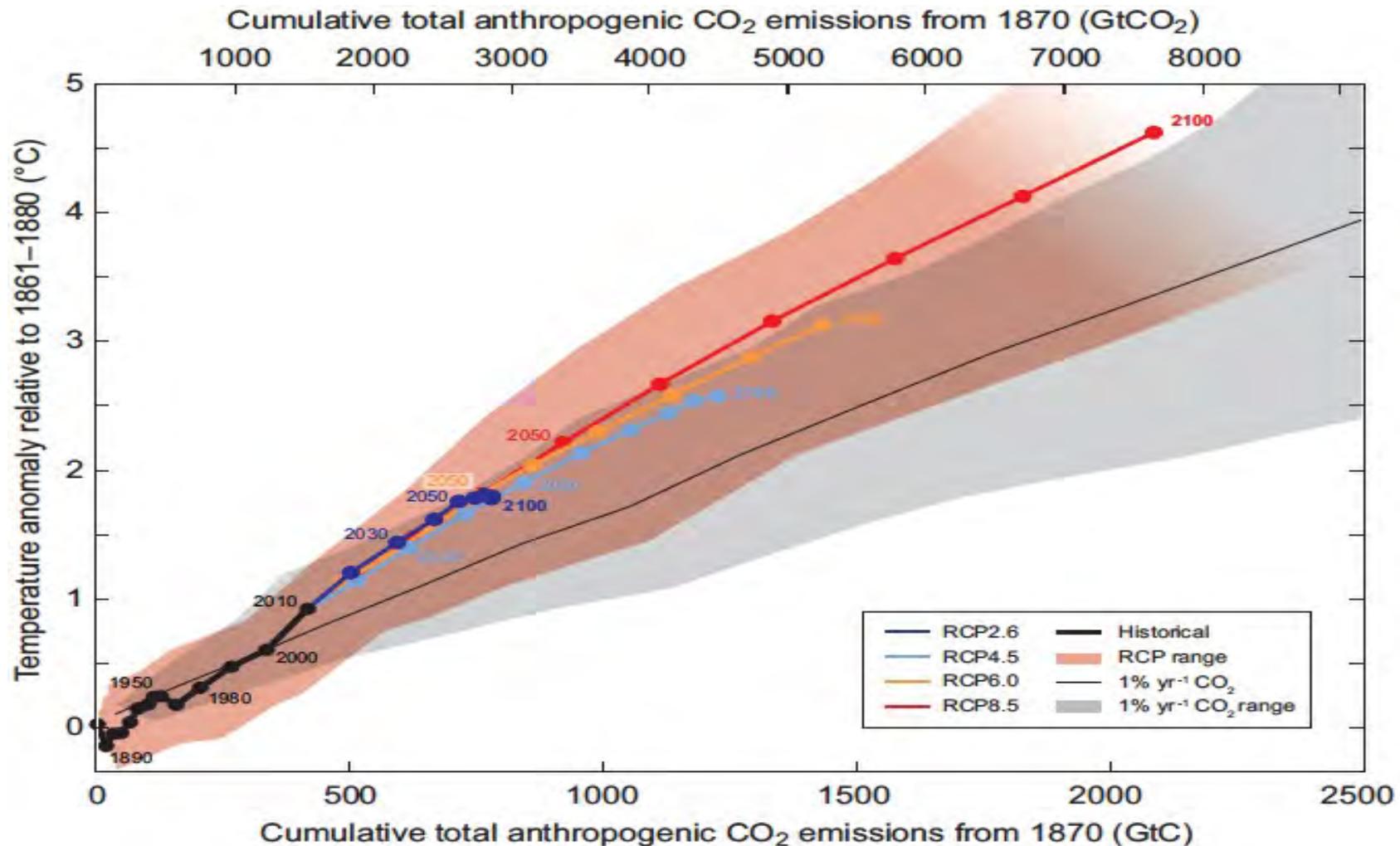
- 1950年代以降、他の素材と比べても、大きく生産量が増大。世界で毎年4億トンを超えるプラスチックが生産
- 現在の増加の速度で消費が伸びると、
 - 2050年までに、重量ベースで、海では魚よりもプラスチックのほうが多くなる見通し
 - プラスチックは、石油の総消費量の20%、パリ協定の長期目標（気温上昇を2°C未満に抑える目標）達成に許容される年の二酸化炭素排出量（炭素予算）の15%に相当するとの見通し

地球の限界 (Planetary boundaries) (Steffen, 2015)



資料 : Will Steffen et al.「Planetary boundaries :Guiding human development on a changing planet」より環境省作成

世界の平均気温の上昇と 世界の累積CO2排出量の相関関係 炭素予算(カーボンバジェット)



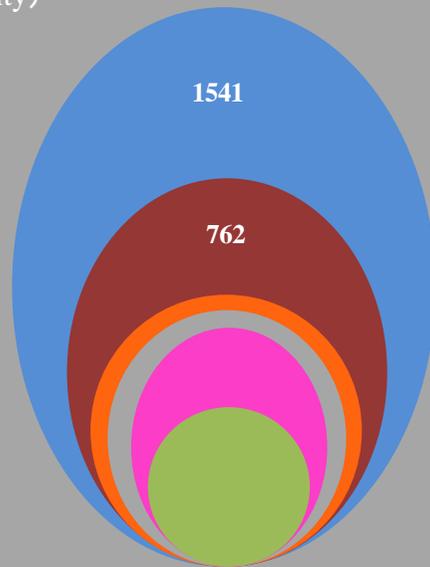
出典: IPCC, 2014年

座礁資産 (stranded assets)

化石燃料資産と50%の確率で気温上昇抑制目標が達成できる炭素排出量の比較

気温上昇値 (°C)
50% の確率 (probability)
の場合

- 3 356
- 2.5 319
- 2 269
- 1.5 131

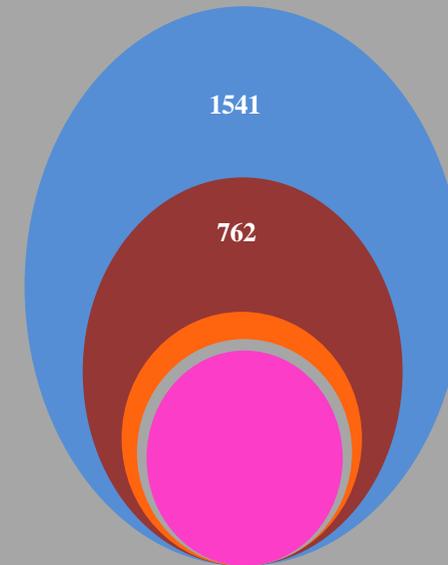


潜在的な化石燃料資産 現在の化石燃料資産

化石燃料資産と80%の確率で気温上昇抑制目標が達成できる炭素排出量の比較

気温上昇値 (°C)
80% の確率 (probability)
の場合

- 3 319
- 2.5 281
- 2 225
- 1.5 -

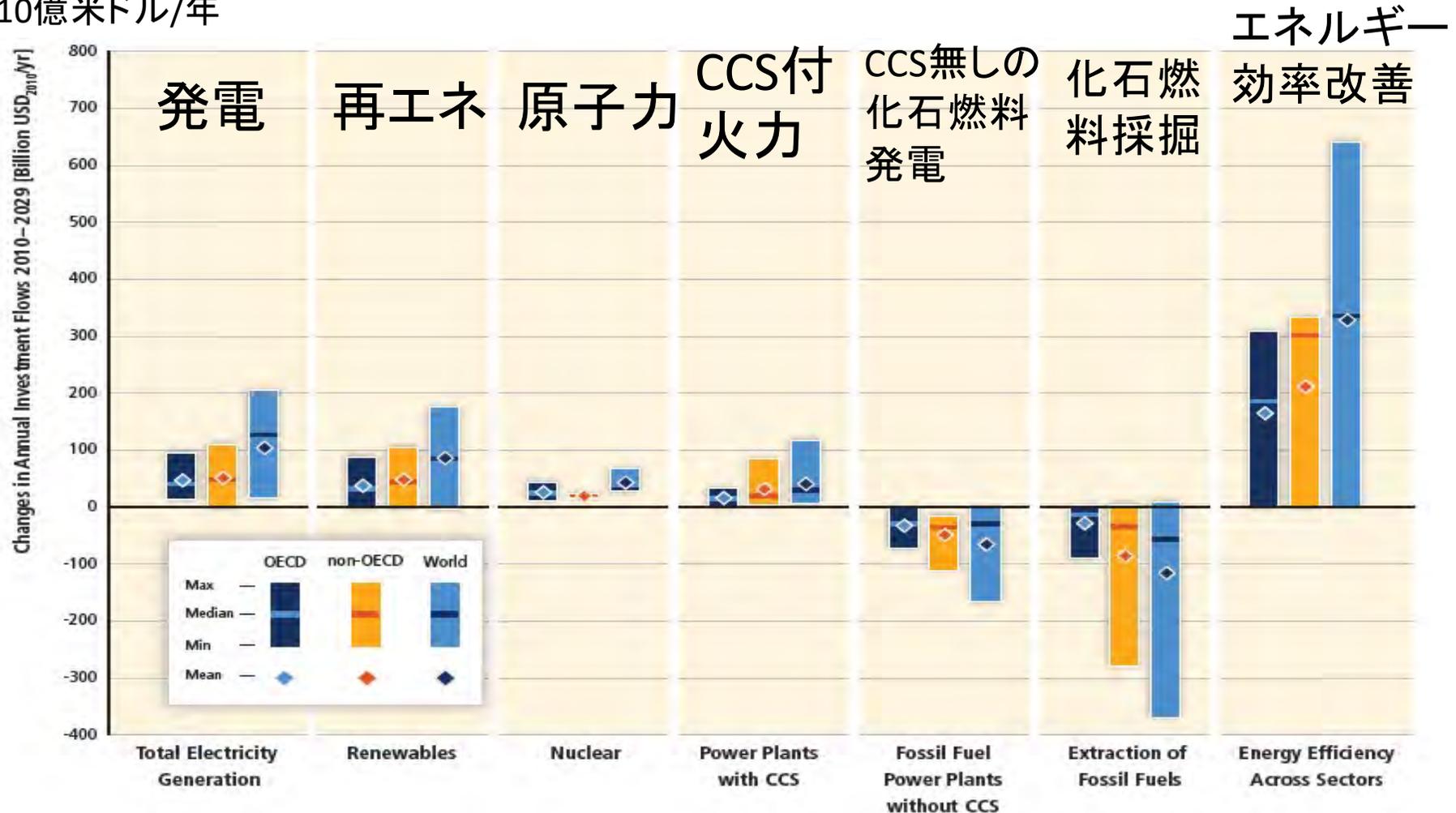


潜在的な化石燃料資産 現在の化石燃料資産

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

Science Based Target (SBT)

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
- 1577社が参加。うち目標が科学と整合(2°C目標に整合)と認定されている企業は796社。そのうち1.5度目標を設定する企業は633社(2021年7月1日現在)

➤ <https://sciencebasedtargets.org>

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(2021年7月1日現在)

| | |
|---|---|
| <p>SBTの認定をうけた企業 (117社)</p> <p>*下線は1.5°C目標を設定する企業(44社)</p> | <p><u>アサヒグループホールディングス</u>、<u>アシックス</u>、<u>味の素</u>、<u>アスクル</u>、<u>アステラス製薬</u>、<u>アズビル</u>、<u>安藤ハザマ</u>、<u>アンリツ</u>、<u>イオン</u>、<u>E-konzal(イー・コンザル)</u>、<u>ウェストボックス</u>、<u>ウシオ電機</u>、<u>エコワークス</u>、<u>エーザイ</u>、<u>SCSK</u>、<u>日本電気(NEC)</u>、<u>NTT</u>、<u>NTTデータ</u>、<u>NTTドコモ</u>、<u>OSW</u>、<u>大川印刷</u>、<u>大塚製薬</u>、<u>小野薬品工業</u>、<u>花王</u>、<u>カシオ計算機</u>、<u>加山興業</u>、<u>川崎汽船</u>、<u>河田フェザー</u>、<u>京セラ</u>、<u>協発工業</u>、<u>キリンホールディングス</u>、<u>熊谷組</u>、<u>コーセー</u>、<u>コニカミノルタ</u>、<u>コマツ</u>、<u>コマニー</u>、<u>榊原工業</u>、<u>サントリーホールディングス</u>、<u>サントリー食品インターナショナル</u>、<u>塩野義製薬</u>、<u>島津製作所</u>、<u>清水建設</u>、<u>シャープ</u>、<u>J.フロントリテイリング</u>、<u>ジェネックス</u>、<u>SCREENホールディングス</u>、<u>住友化学</u>、<u>住友電気工業</u>、<u>住友林業</u>、<u>セイコーエプソン</u>、<u>積水化学工業</u>、<u>積水ハウス</u>、<u>ソニー</u>、<u>ソフトバンク</u>、<u>大成建設</u>、<u>大同トレーディング</u>、<u>大鵬薬品工業</u>、<u>第一三共</u>、<u>大東建託</u>、<u>大富運輸</u>、<u>大日本印刷</u>、<u>大和ハウス工業</u>、<u>高砂香料工業</u>、<u>高砂熱学工業</u>、<u>武田薬品工業</u>、<u>タニハタ</u>、<u>テルモ</u>、<u>デジタルグリッド</u>、<u>電通</u>、<u>東急建設</u>、<u>東急不動産ホールディングス</u>、<u>東芝</u>、<u>TOTO</u>、<u>戸田建設</u>、<u>凸版印刷</u>、<u>ナブテスコ</u>、<u>ニコン</u>、<u>日清食品ホールディングス</u>、<u>日新電機</u>、<u>日本ウエストン</u>、<u>日本たばこ産業(JT)</u>、<u>日本板硝子(NSGグループ)</u>、<u>日本郵船</u>、<u>野村総合研究所</u>、<u>野村不動産ホールディングス</u>、<u>パナソニック</u>、<u>浜田</u>、<u>Value Frontier</u>、<u>日立製作所</u>、<u>日立建機</u>、<u>ファミリーマート</u>、<u>不二製油グループ本社</u>、<u>富士通</u>、<u>富士凸版印刷</u>、<u>富士フイルムホールディングス</u>、<u>古河電気工業</u>、<u>ブラザー工業</u>、<u>ベネッセコーポレーション</u>、<u>前田建設工業</u>、<u>まち未来製作所</u>、<u>丸井グループ</u>、<u>水上印刷</u>、<u>三井不動産</u>、<u>三菱地所</u>、<u>三菱電機</u>、<u>都田建設</u>、<u>明電舎</u>、<u>ライオン</u>、<u>LIXILグループ</u>、<u>リコー</u>、<u>リマテックホールディングス</u>、<u>レックス</u>、<u>八洲建設</u>、<u>ヤマハ</u>、<u>ユニ・チャーム</u>、<u>YKK</u>、<u>YKK AP</u></p> |
| <p>SBTの策定を約束している企業 (26社)</p> | <p><u>アドバンテスト</u>、<u>ANAホールディングス</u>、<u>エスペック</u>、<u>MS & ADホールディングス</u>、<u>オムロン</u>、<u>カゴメ</u>、<u>国際航業</u>、<u>小林製薬</u>、<u>佐川急便</u>、<u>参天製薬</u>、<u>セコム</u>、<u>セブン & アイホールディングス</u>、<u>SOMPOホールディングス</u>、<u>TIS</u>、<u>帝人</u>、<u>東京海上ホールディングス</u>、<u>東京建物</u>、<u>西松建設</u>、<u>日本特殊陶業</u>、<u>浜松ホトニクス</u>、<u>日立キャピタル</u>、<u>ファーストリテイリング</u>、<u>村田製作所</u>、<u>明治ホールディングス</u>、<u>ヤフー</u>、<u>ルネサスエレクトロニクス</u></p> |

日本企業による 2050年カーボンニュートラル目標(1)

- 東京ガスグループ経営ビジョン「Compass 2030」(2019年11月)
 - 「CO2ネットゼロ」をリード
 - 再エネ、水素・メタネーション、CO2回収技術などによる
- JERA(2020年10月)
 - 2050年に国内外の事業から排出されるCO2を実質ゼロ
 - 再エネとグリーンな燃料の導入による
- 大阪ガス「Daigasグループ カーボンニュートラルビジョン」(2021年1月)
 - 再エネや水素を利用したメタネーションなどによる都市ガス原料の脱炭素化
 - 再エネ導入を軸とした電源の脱炭素化
- すべての大手電力会社も同様の目標

- JR東日本「ゼロカーボンチャレンジ2050」(2020年5月)
 - 環境長期目標「ゼロカーボン・チャレンジ 2050」を策定し、2050年度の鉄道事業におけるCO2排出量「実質ゼロ」に挑戦
 - 再エネで、2030年度までに東北エリアにおけるCO2排出量ゼロ
 - 2030年度までに鉄道事業の全使用量の約20%に相当する電力を、風力や太陽光による自家発電に(2021年3月)
- JALグループ(2020年6月)
 - 2050年度までにCO₂排出量実質ゼロを目指す
- ANAホールディングス(2021年4月)
 - 2050年度までにグループの航空機の運航におけるCO₂排出量実質ゼロを目指す
 - 運航以外の排出も実質ゼロ

日本企業による 2050年カーボンニュートラル目標(2)

- **ENEOS**(2020年6月)
 - 2040年長期ビジョンを策定し、「アジアを代表するエネルギー・素材企業」への成長、「低炭素・循環型社会への貢献」を掲げている
 - 具体的には、2030年に約1000万トンのCO₂削減、**2040年には自社排出分のカーボンニュートラル**を目指す
 - **再生可能エネルギー**、水素、CO₂-EORなど
- **国際石油開発帝石(INPEX)**(2021年1月)
 - **事業活動で排出するCO₂を2050年に実質ゼロ**にする目標
 - 2030年の排出原単位を2019年比で30%低減
 - CCUS、水素など
- **出光興産**(2021年1月)
 - **2050年に自社の事業活動からのCO₂排出を実質的にゼロにする「カーボンニュートラル」**を目指す(日経、2021年1月14日)

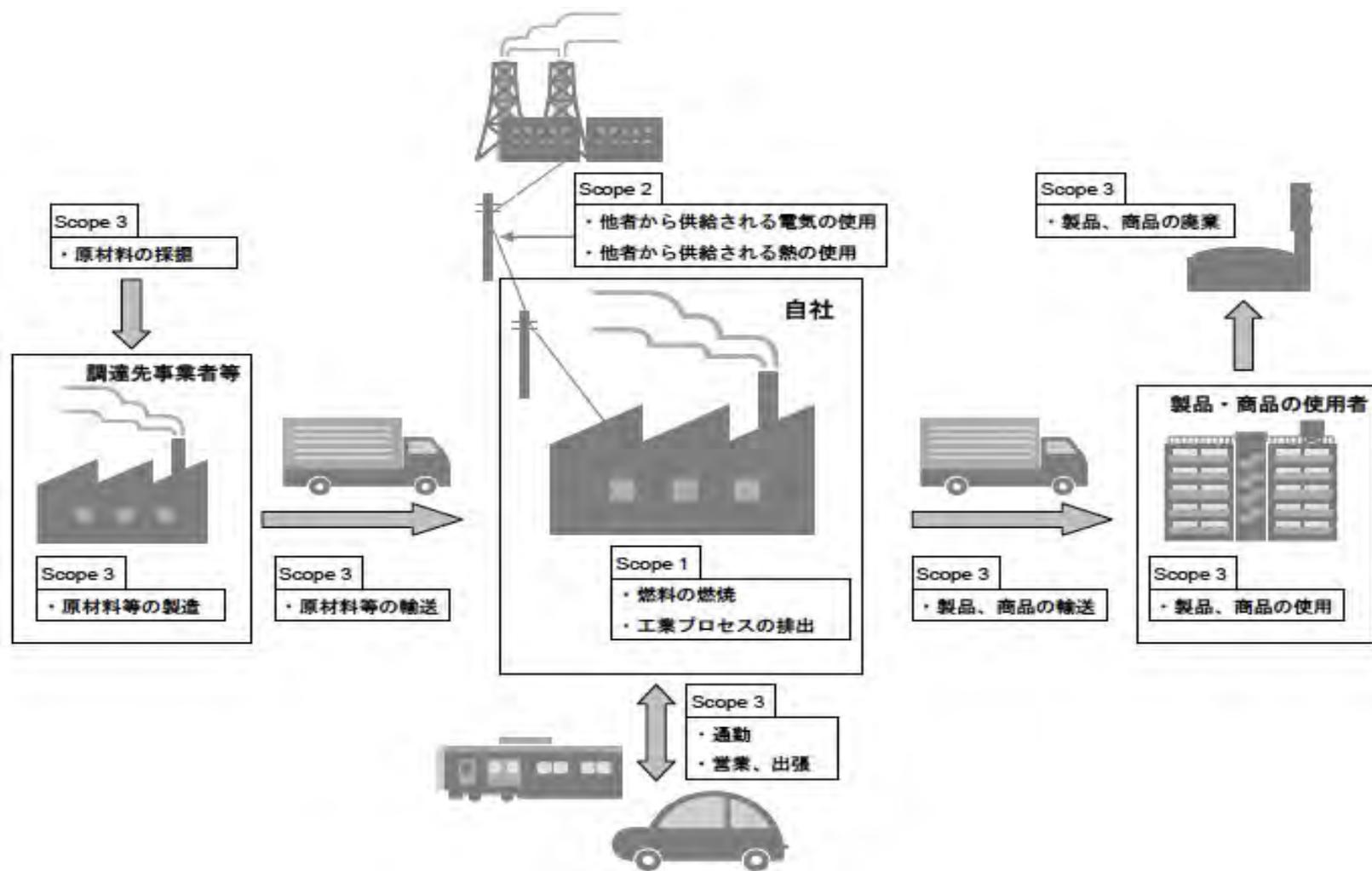
意欲的な30年目標を掲げるSBT企業例

| | 2030年目標 | | 2030年目標 |
|-----------------|-------------------------|------------|---|
| コニカミノルタ | 2005年比60%削減 | 味の素 | 2018年比50%削減 |
| 富士フイルムホールディングス | 2013年比45%削減 | ウエイストボックス | 2018年比50%削減 |
| 積水ハウス | 2013年比50%削減 | NTTデータ | 2016年比60%削減 |
| アスクル | 2030年カーボンニュートラル(100%削減) | 日立製作所 | 2030年カーボンニュートラル(100%削減) |
| 野村総合研究所 | 2013年比72%削減 | 麒麟ホールディングス | 2019年比50%削減 |
| アサヒグループホールディングス | 2019年比50%削減 | YKK AP | 2013年比50%削減 |
| 日立建機 | 2010年比45%削減 | NTTドコモ | 2018年比50%削減 |
| 小野薬品工業 | 2017年比55%削減 | ソニー | (2035年目標) 2018年比72%削減 |
| 丸井グループ | 2016年比80%削減 | 武田薬品工業 | (2025年目標) 2016年比40%削減 2040年カーボンニュートラル |
| J.フロントリテイリング | 2017年比40%削減 | YKK | 2018年比50%削減 |
| ジェネックス | 2017年比55%削減 | 日本電気(NEC) | (2030/2031年目標) 2017/2018年比55%削減 |
| リコー | 2015年比63%削減 | 塩野義製薬 | (2030/2031年目標) 2019/2020年比46.2%削減 |
| コマニー | 2018年比50%削減 | | |

日立製作所の環境戦略

- 2021年2月25日:「環境」に関する事業戦略発表
http://www.hitachi.co.jp/New/cnews/month/2021/02/0225/20210225_01_env_presentation_ja.pdf
 - 「CO2排出量削減が日立の追い風になる」
- 日立のコミットメント:2030年度カーボンニュートラル達成
 - 日立は2030年度までに事業所(ファクトリー・オフィス)においてカーボンニュートラルを実現
- 2050年に向けた日立のCO2排出削減への貢献
 - バリューチェーン全体で2050年度までのCO2排出量80%削減をめざす
 - 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
 - カーボンフリーインダストリーの実現
 - スコープ1, 2に対応する脱炭素ソリューションの提供により、お客さまはリソースを重要課題に集中できる

サプライチェーンからの排出量



2030年目標宣言後の企業の目標表明

| | |
|--------------------------------------|--|
| ファミリーマート (4月23日) | 2050年カーボンニュートラル 2030年の店舗運営における温室効果ガス(CO2)排出量を2013年比50%削減 |
| TOTO (4月28日) | 2050年カーボンニュートラル 2040年までに全世界のTOTOグループで使用する電力100%再生可能エネルギー |
| JR西日本グループ (4月30日) | 2050年にグループ全体のCO2排出量「実質ゼロ」 2030年度にCO2排出量2013年度比46%削減 |
| SCSK (4月28日) | 2030年度までに2019年度比47%削減。2050年度までに排出量を100%削減 Scope3の排出量について2030年度までに2019年度比28%削減 |
| オリンパス(5月6日) | 2030年までにオリンパスグループの事業所から排出されるCO2排出量を実質ゼロ |
| エーザイ (5月11日) | 2040年までにグループ全社のCO2の排出量「カーボンニュートラル」 2030年までに再生可能エネルギー使用率100% |
| ソフトバンク(5月11日) | 2030年までに事業活動で使用する電力などによる温室効果ガスの排出量を実質ゼロ |
| 三井住友フィナンシャルグループ(SMBCグループ) (5月12日) | グループが排出する温室効果ガス(GHG)を2030年に実質ゼロ 2020~2029年度のグリーンファイナンス、サステナビリティに資するファイナンス実行額を30兆円に上方修正。石炭火力発電新設・拡張案件への支援を行わない |
| アズビル(5月14日) | 事業活動に伴う温室効果ガス(GHG)排出量を2030年度に2013年度比60%削減 |
| リクルートホールディングス (5月17日) | 2021年度中にグループの事業活動においてカーボンニュートラル 2030年度までに、バリューチェーン全体において、温室効果ガス排出量のカーボンニュートラル |
| 三菱UFJフィナンシャル・グループ(5月17日) | 2030年までに自社の温室効果ガス(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 |
| 花王 (5月19日) | 事業活動に伴い排出されるCO2を2040年までにゼロ、2050年までにネガティブ 2030年までに2017年比55%削減。使用電力を2030年までに100%再エネ電力化 |
| パナソニック(5月27日) | 2030年に事業活動に伴う二酸化炭素(CO2)排出を実質ゼロ |
| 東京海上ホールディングス (5月28日) | 2050年カーボンニュートラル。2030年度までに温室効果ガス(CO2)60%削減 グループ主要拠点の使用電力を2030年度までに100%再エネ |
| トヨタ自動車(6月11日) | 2035年二酸化炭素の排出量を実質ゼロにするカーボンニュートラルを実現 |

なぜ企業はカーボンニュートラルに動くのか

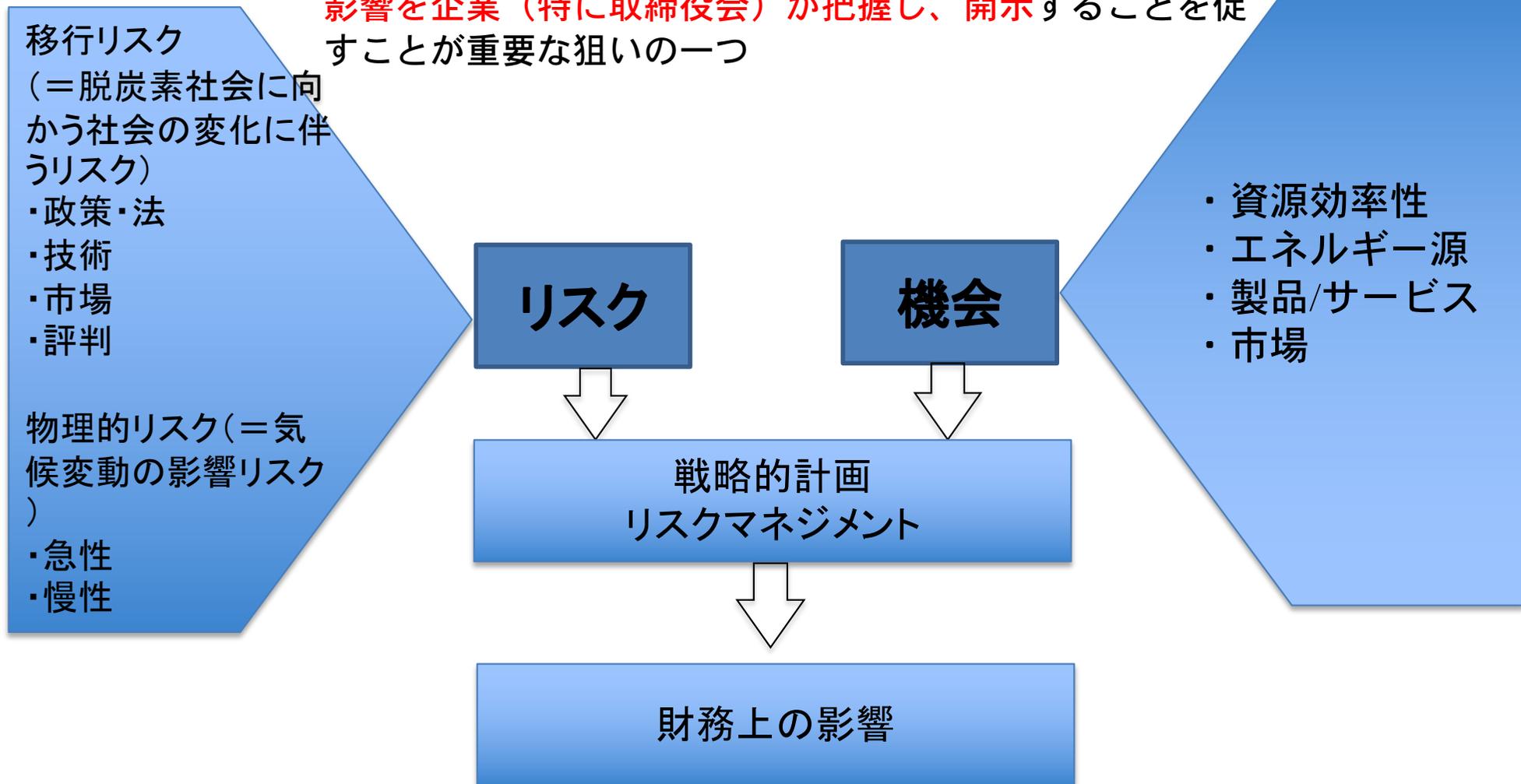
- 現実化する**気候変動の悪影響**とリスク
- 企業にとって、気候変動問題は、**金融市場における企業価値、サプライチェーンにおける企業価値を左右する本業の問題**となった
 - サプライチェーンの脱炭素化/再エネ利用の要請
 - Microsoft
 - Apple
 - 金融、資本市場での評価
- **需要家の選好(ニーズ)/市場の変化**
- 環境問題、エネルギー問題であるとともに、**産業の競争力の問題**に

金融が変わる、金融が変える

- 国連責任投資原則とESG(環境・社会・ガバナンス)投資
- 気候変動関連財務情報開示の動き
 - 金融安定理事会(FSB)の下に設置された企業の気候変動関連財務情報開示に関する特別作業部会(Task force on Climate related Financial Disclosures; TCFD)による報告書(2017年6月、最終報告書を発表、7月にG20に報告)
 - 世界有数の1900社を超える企業・機関が提言を支持
 - 300を超える日本企業、金融機関、年金積立金管理運用独立行政法人(GPIF)、経産省、環境省、金融庁も署名
 - <https://www.fsb-tcfid.org>
- こうした情報を基に、金融機関・投資家が、企業に対してESG投資を行う。エンゲージメント、議決権行使、ダイベストメントを行う
 - エンゲージメント
 - 例) Climate Action 100 +(17年12月立ち上げ)
 - 石炭関連企業からのダイベストメント(投資撤収)の動き
 - 例) ノルウェー政府年金基金(Government Pension Fund Global)
 - 約104兆円(2015年3月末時点)の資産規模を有する世界有数の年金基金。保有する、事業の30%以上を石炭採掘・石炭火力に関わっている企業122社の株式(約80億米ドル)をすべて売却。2016年1月1日から実施

気候変動関連財務リスク情報開示 (TCFD)

各社が、気候変動がもたらす「リスク」と「機会」の財務的影響を企業（特に取締役会）が把握し、開示することを促すことが重要な狙いの一つ



出典：TCFD, 2017を基に高村改変

Climate Action 100 +

- Climate Action 100+ (2017年12月立ち上げ)
 - 2021年5月現在、運用資産約55兆ドル(約6000兆円)を保有する570をこえる投資家が参加
 - 日本からも、アセットマネジメントOne、第一生命、富国生命投資顧問、三菱UFJ信託銀行、三井住友DSアセットマネジメント、三井住友信託銀行、日興アセットマネジメント、野村アセットマネジメント、りそなアセットマネジメント、Sompoアセットマネジメント、第一フロンティア生命、上智学院、住友生命が参加
 - 年金積立金管理運用独立行政法人(GPIF)も2018年10月に参加
 - 投資先として重要な世界の167の大排出企業へのエンゲージメントを誓約
 - 気候変動リスクに関する説明責任とリスク対応を監督する取締役会のガバナンス
 - バリューチェーン全体に対する排出削減
 - TCFD勧告にそった企業の情報開示
 - 日本企業は10社対象
 - ダイキン工業、ENEOSホールディングス、日立製作所、Honda(本田技研工業)、日本製鉄、日産自動車、パナソニック、スズキ、東レ、トヨタ自動車

ネットゼロに向かう金融・投資家

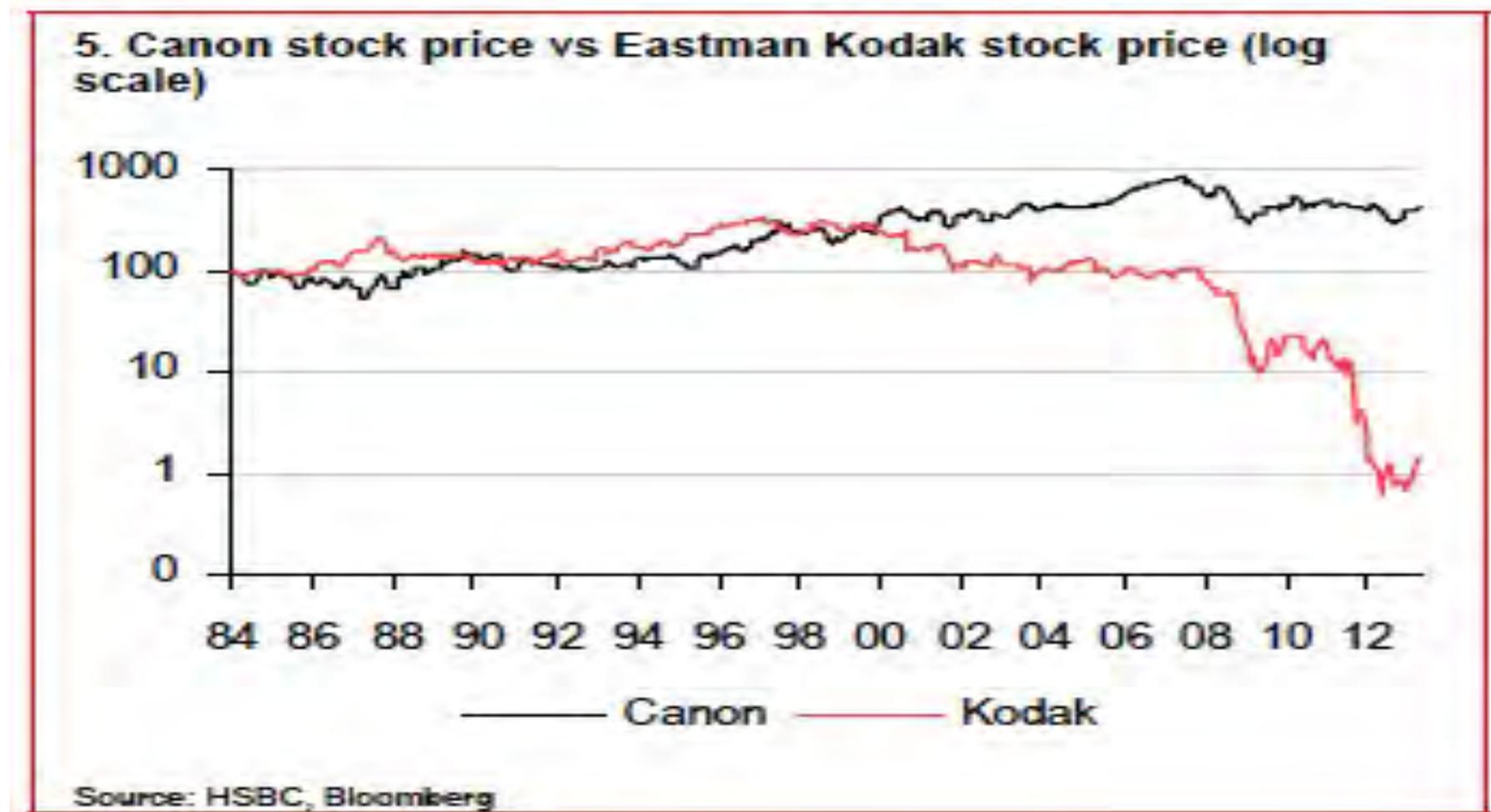
- **Net-Zero Asset Owner Alliance** (2019年9月立ち上げ)
 - 国連主導のアライアンス。2050年までにGHG排出量ネット・ゼロのポートフォリオへの移行をめざす
 - 42の機関投資家が参加、運用資産総額6.6兆米ドル(第一生命保険が参加)
 - 2025年までに16~29%のポートフォリオのGHG削減目標を設定(2019年比)
 - 新規の石炭火力関連プロジェクト(発電所、炭鉱、関連インフラ含む)は直ちに中止、既存の石炭火力発電所は1.5°Cの排出経路に沿って段階的に廃止
- **Net Zero Asset Managers Initiative** (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
 - 87の資産運用会社が参加、資産総額37兆ドル(アセットマネジメントOne、ニッセイアセットマネジメントが参加)
- **Net-Zero Banking Alliance** (2021年4月立ち上げ)
 - 23ヶ国の45の銀行が参加、資産総額28兆米ドル(三菱UFJフィナンシャル・グループが参加)
 - 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** (2021年11月COP26で立ち上げ予定)
 - AXA, Allianz, Aviva, Munich Re, SCOR, Swiss Re, Zurich Insurance Groupの7つの保険会社、再保険会社

金融にとっての気候変動

- 金融市場の安定性を脅かす「**システミック・リスクとしての気候変動**」
 - 物理的リスク
 - 移行リスク
 - 脱炭素と関連した足元での**技術、社会のかつてないダイナミックな変化の進行**
- 中長期的な視野をもって、脱炭素社会への**スムーズな/秩序だった移行**を行うことが**金融市場の安定性を確保**
 - “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**
 - この制約をとりはらい、**長期的な視野をもった、事業と政策決定への気候変動リスクへの統合、リスク管理、戦略策定、円滑な移行を促す**
- **スムーズな移行の社会的意義**

キヤノンの株価 vs コダックの株価

「イノベーターのディレンマ (The Innovator's Dilemma)」 by Clayton M. Christensen

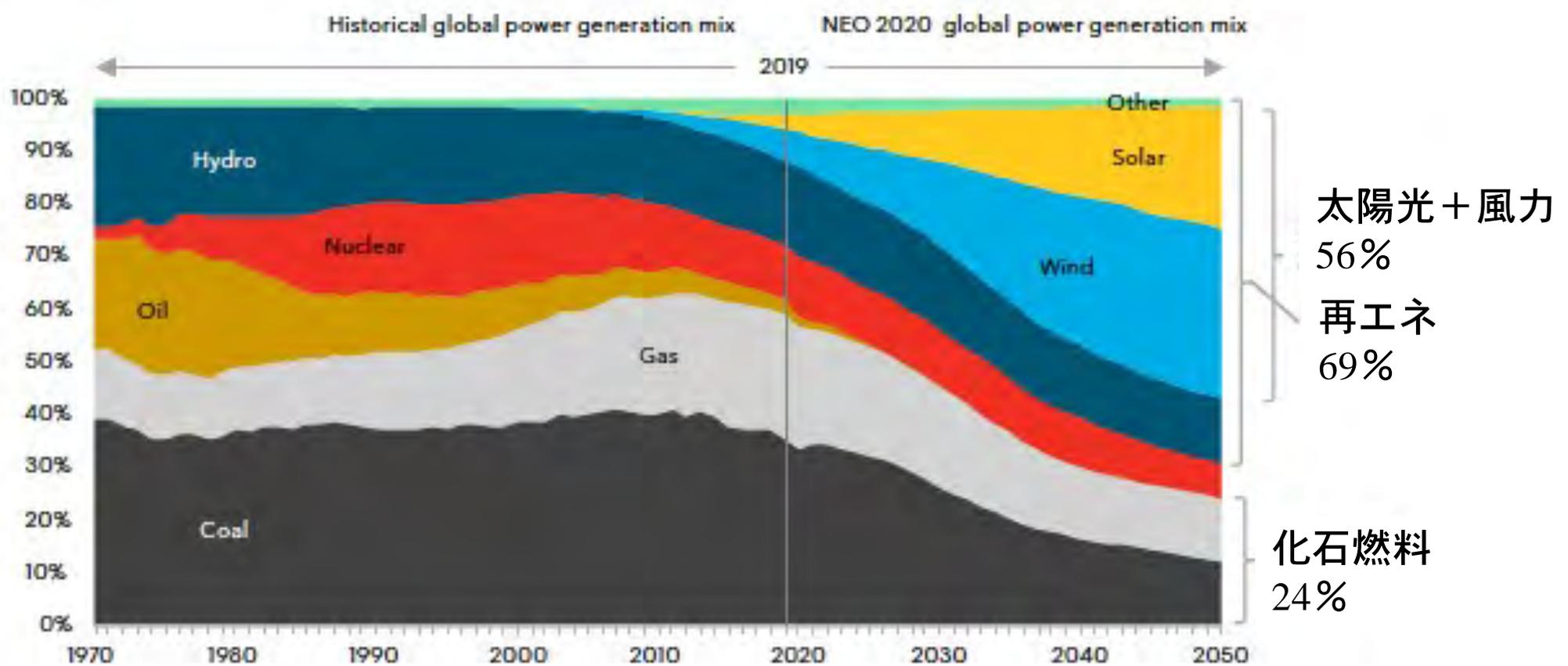


パリ協定後の気候変動政策の変化

- **明確な長期目標・ビジョンを示す**
 - 問題への理解を促進し、そこに至るための課題を明確にする
 - 国だけでなく**民間の対策、投資などにガイダンスとインセンティブを与える**
- **ビジネスの戦略と意思決定に気候変動リスクを統合し、主流化**
 - サプライチェーン、金融・投資家、需要家
- **気候変動対策は「コスト」か？**
 - 気候変動対策がもたらす**ベネフィット**
 - エネルギーコスト、エネルギー安全保障、レジリエンス、雇用など
- **「グリーンリカバリー」=コロナからの復興策に気候変動政策を統合**
- **この政策アプローチの他の分野への波及**
 - **サーキュラーエコノミー(循環経済)、プラスチック**
 - ノルウェー政府年金基金：人権侵害、石炭事業(気候変動)などに次いで、海洋汚染、とりわけプラスチックごみによる海洋汚染対策を企業戦略に統合することを投資先の企業に求めることを発表(2018年9月)
 - **水などの自然資本**
 - **Task Force on Nature-related Financial Disclosuresの立ち上げ(2020年7月)**
 - Global Canopy, UNDP, UNEP FI, WWFが提案。英国、スイス、10の金融機関(AXA, BNP Paribas, DBS Bank, Rabobank, Standard Chartered, Storebrand、世界銀行など)も支持

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

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



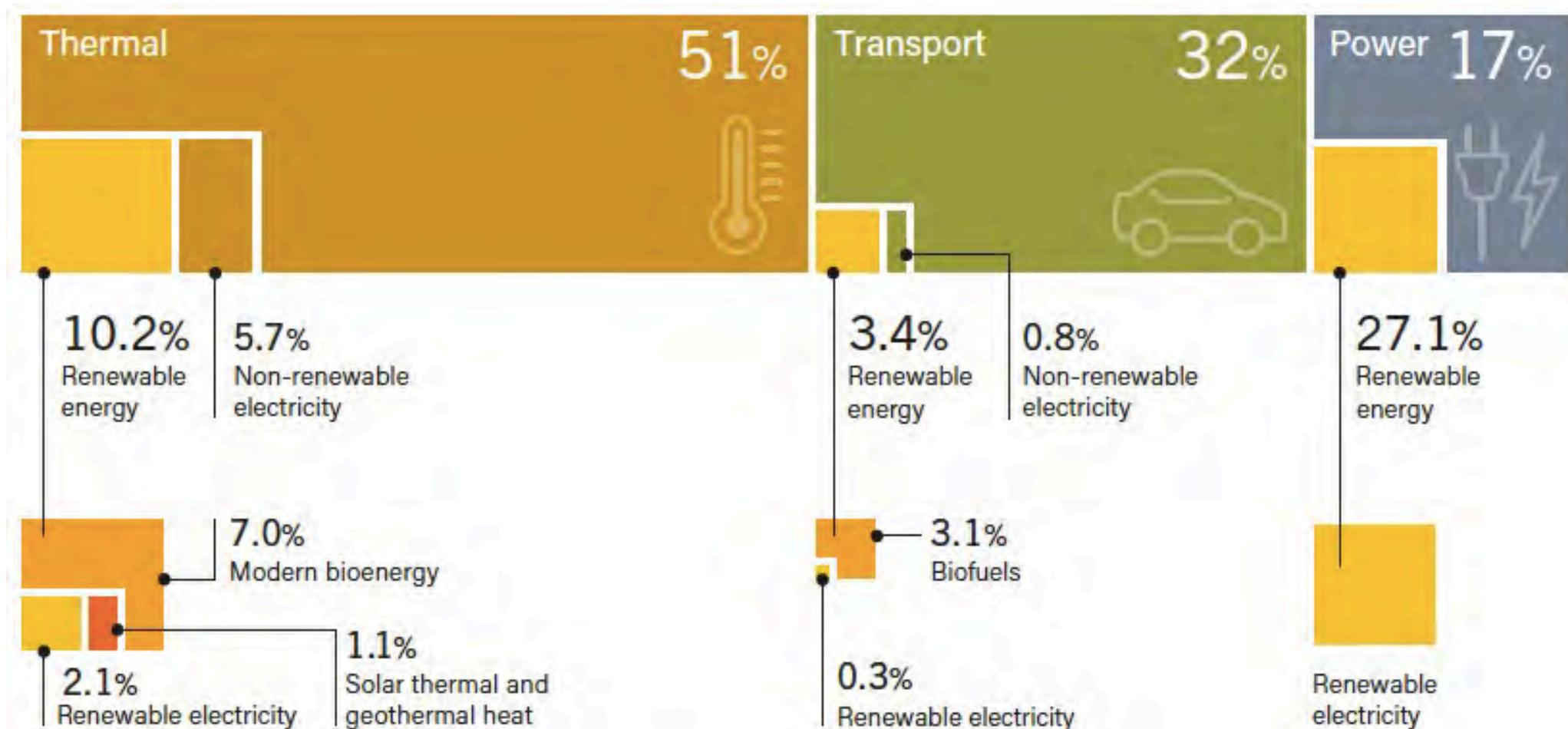
出所：Bloomberg NEF, Scale-up of Solar and Wind Puts Existing Coal, Gas at Risk, 第1回石炭火力発電輸出への公的支援に関する有識者ファクト検討会 資料4-1 (原稿委員資料) より環境省作成

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 TFEF 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

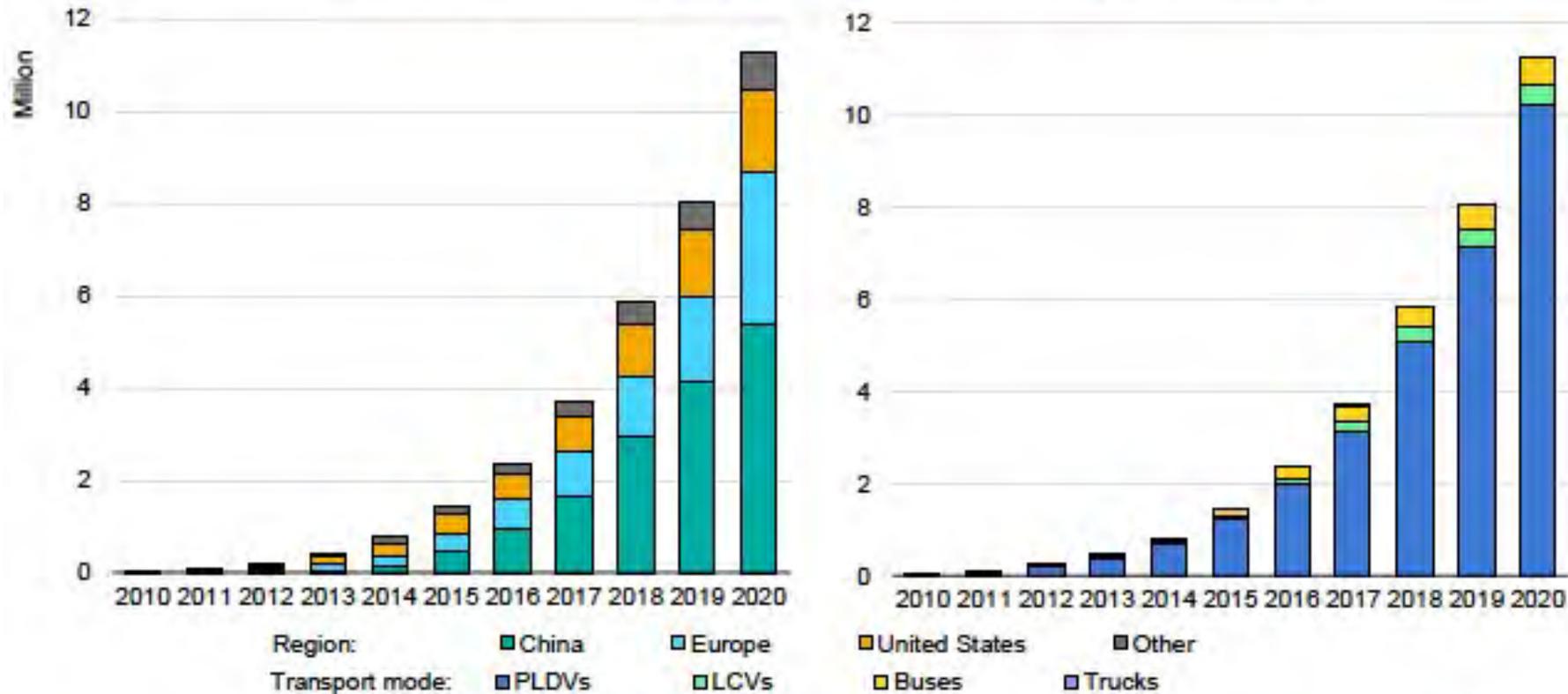


Note: Data should not be compared with previous years because of revisions due to improved or adjusted methodology.

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

電動自動車のストック

Global electric vehicle stock by region (left) and transport mode (right), 2010-2020



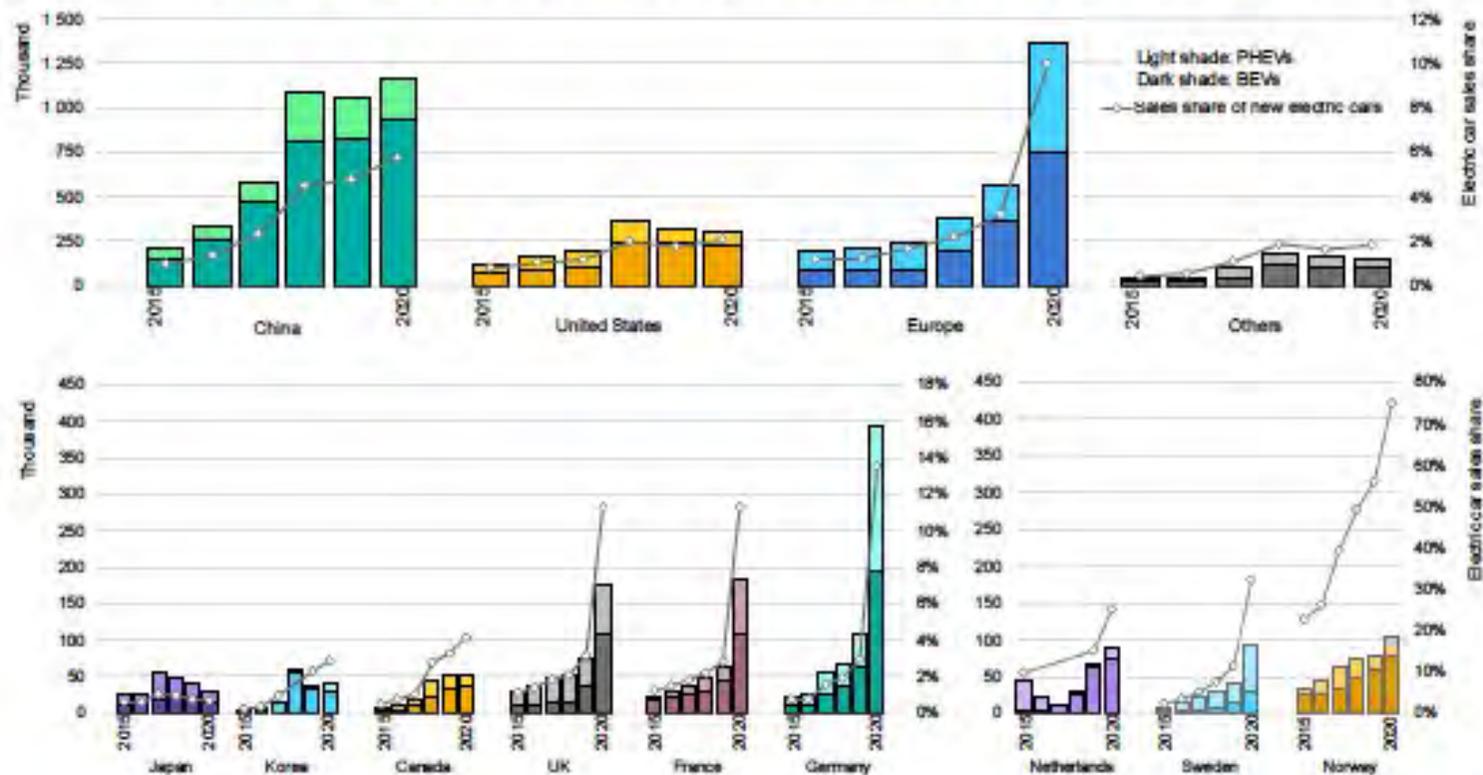
IEA. All rights reserved.

Notes: PLDVs = passenger light-duty vehicles, LCVs = light-commercial vehicles. Electric vehicles include battery electric and plug-in hybrid electric vehicles. Europe includes EU27, Norway, Iceland, Switzerland and United Kingdom. Other includes Australia, Brazil, Canada, Chile, India, Japan, Korea, Malaysia, Mexico, New Zealand, South Africa and Thailand.

Sources: IEA analysis based on country submissions, complemented by [ACEA \(2021\)](#); [CAAM \(2021\)](#); [EAFO \(2021\)](#); [EV Volumes \(2021\)](#) and [Marklines \(2021\)](#).

主要国の電動車の販売量とシェア（2015-2020年）

Electric car registrations and sales share in selected countries and regions, 2015-2020



IEA. All rights reserved.

Notes: PHEV = plug-in hybrid electric vehicle; BEV = battery electric vehicle. The selected countries and regions are the largest EV markets and are ordered by size of the total car market in the upper half of the figure and by sales share of electric cars in the lower half. Regional EV registration data can be interactively explored via the [Global EV Data Explorer](#).

Sources: IEA analysis based on country submissions, complemented by [ACEA \(2021\)](#); [CAAM \(2020\)](#); [EAFO \(2021\)](#); [EV Volumes \(2021\)](#) and [Marklines \(2021\)](#).

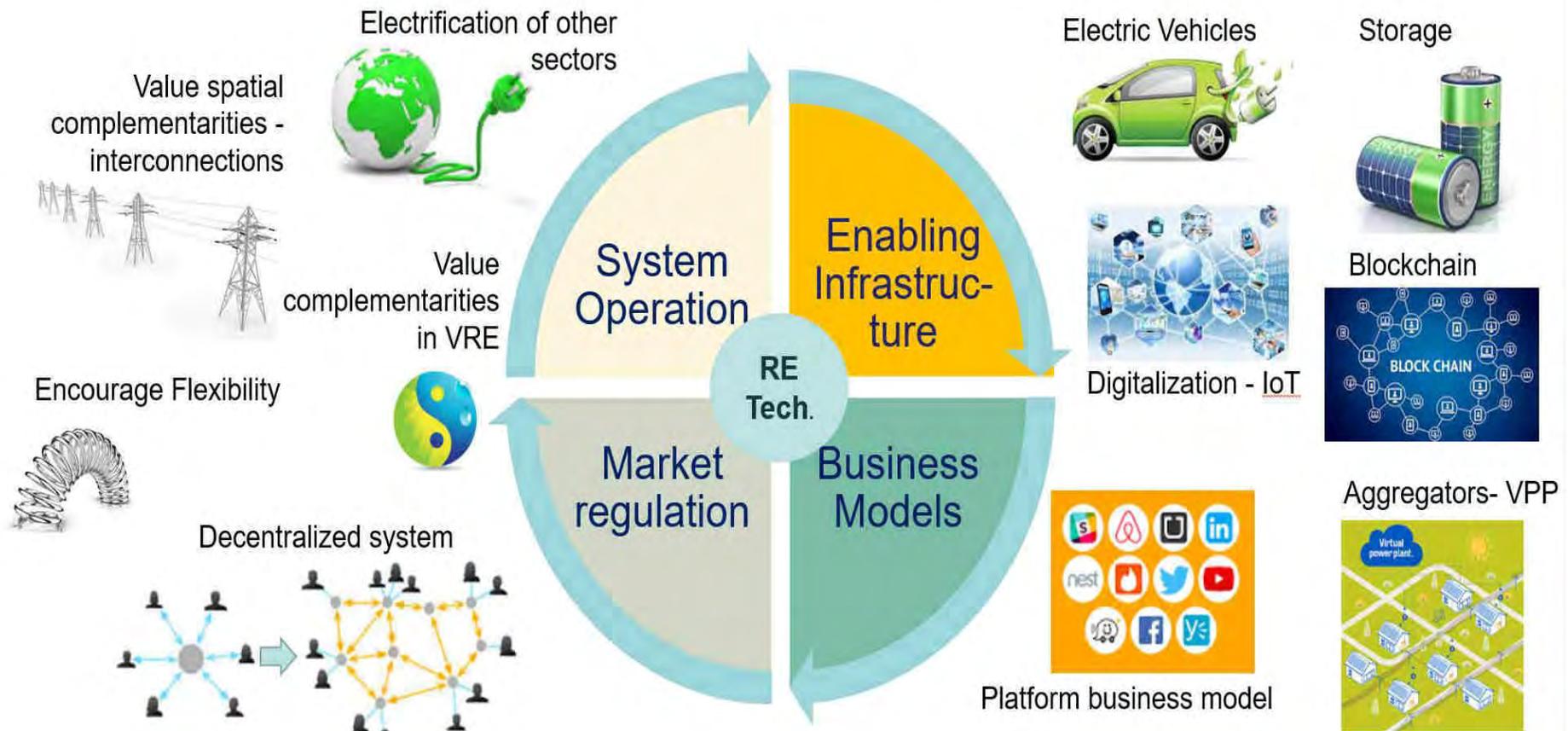
電力分野変革のイノベーション

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



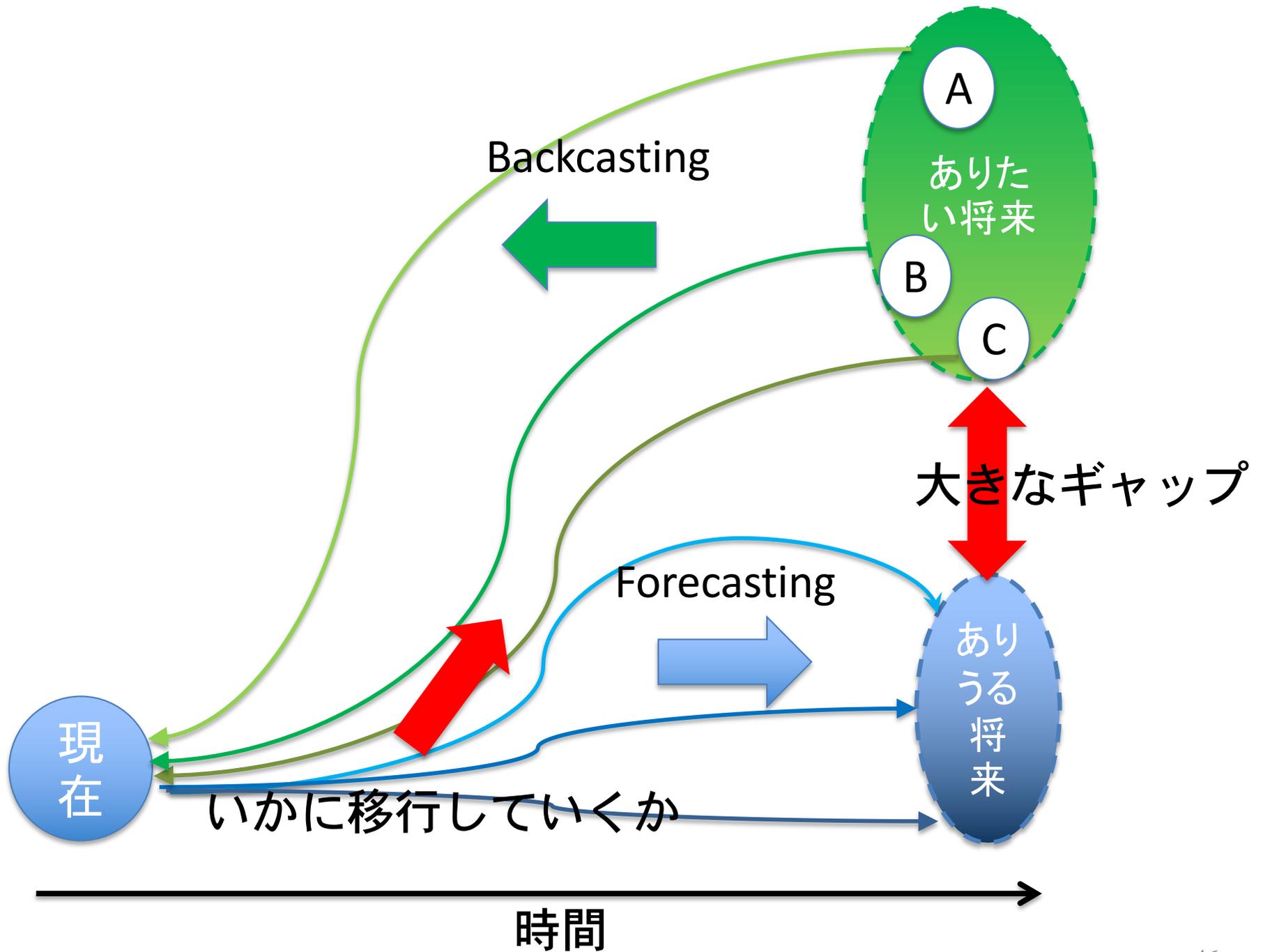
出典 : IRENA, 2017

脱炭素化に向けた課題(1)

- 「変化」を見据えた、意志をもった「変革(transformation)」と「移行(transition)」
 - “現在の社会の延長線上に私たちがめざす未来はない”
 - 2030年までのこれからの10年が決定的に重要。「Decisive Decade」
 - スムーズな移行の重要性
 - “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
- 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統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) = 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

脱炭素化に向けた課題(2)

- めざす脱炭素社会の姿、それを実現する道筋、選択肢、課題をどのように確認するか、共有するか
 - 科学とエビデンスに基づいて
 - 社会(ステークホルダー)の合意形成
- 脱炭素化を可能とする政策のあり方
 - 例えば、日本の技術力は強み。その市場化に課題。実証、実証を支える政策(例えば、制度・ルール、インフラ)
- 気候変動×生物多様性
 - その相乗効果(シナジー)とトレードオフ
 - "Nature Based Solutions"
- 脱炭素化、エネルギー転換が国際関係に与える影響
 - 地政学的変化の可能性
 - 安全保障問題としての気候変動問題



ネットゼロ排出社会に向けた経路に共通する7つの構成要素

- EU長期戦略では、ネットゼロ排出社会に向けた経路に共通する7つの構成要素が提示されている。

| 共通する7つの構成要素 | 対策例 |
|------------------------------|--|
| 1. エネルギー効率改善の効果最大化 | <ul style="list-style-type: none"> デジタル化、ホームオートメーション、ラベリング、効率基準の設定、リノベーション率の向上、暖房用燃料の再エネへの燃料転換、最高効率の製品・機器、スマートビルディング、家電機器管理システム、断熱材の改良 |
| 2. 再エネ大量普及と電化によるエネルギーの完全脱炭素化 | <ul style="list-style-type: none"> 電化の推進、再エネ発電のシェア拡大、電力や電力起源燃料の暖房・輸送・産業での利用、CO2の原料利用、エネルギー貯蔵の大規模展開、デジタル化による管理、サイバー攻撃からの保護 |
| 3. クリーンで安全なコネクテッドモビリティ | <ul style="list-style-type: none"> 脱炭素・分散・デジタル化された電力、高効率で持続性の高いバッテリー、高効率の動力伝達系、コネクテッド、自動運転、バイオ燃料、電力起源燃料、海上輸送・内陸水路の活用 都市計画、サイクリング・徒歩、ドローン等の新技術、シェアリングサービス、テレビ会議 |
| 4. 競争力ある産業界のためのイノベーション | <ul style="list-style-type: none"> リユース・リサイクル、エネルギー集約材の代替材、既存設備の近代化・完全置換、デジタル化・自動化、電化・水素・バイオマス・合成ガス、CO2の回収・貯蔵・利用、水素・バイオマスの原料利用 再利用と追加サービスを核とした新たなビジネス |
| 5. スマートネットワークインフラ・相互接続 | <ul style="list-style-type: none"> 国境を越えた地域協力・部門統合 スマートな電力・情報網、水素インフラ整備、スマートな充電・給油所を備えた輸送システム |
| 6. バイオ経済と森林吸収源 | <ul style="list-style-type: none"> デジタル化とスマート技術による精密農業、嫌気性消化槽による肥料処理、農地の炭素貯留 劣化した森林・生態系の再生、水生生物資源の生産性改善 |
| 7. CCSによる残存する排出量の削減 | <ul style="list-style-type: none"> 研究開発の拡大、CO2輸送・貯留ネットワークの建設、世論の懸念への対応 |

2050年カーボンニュートラルへの道標

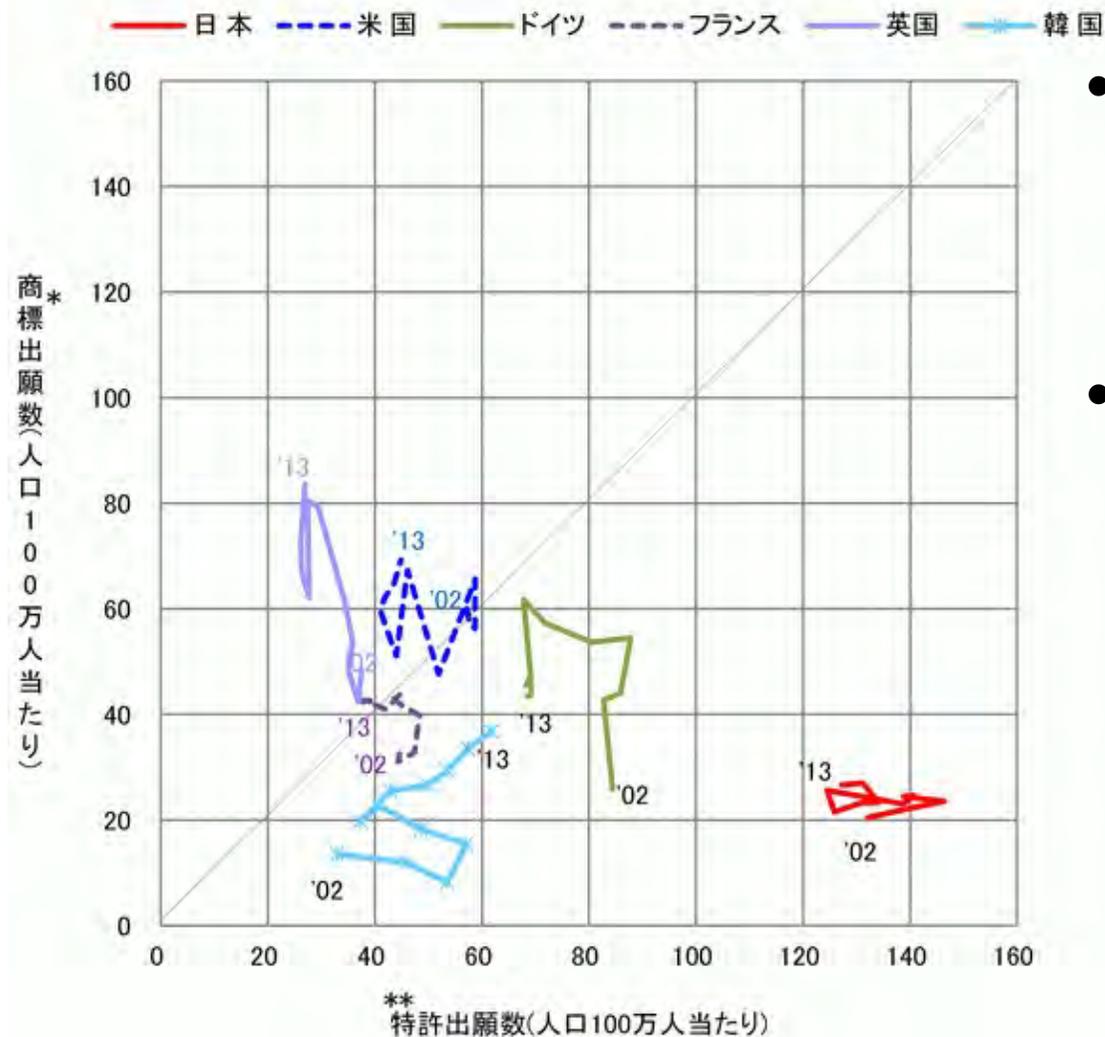
| | | | |
|-------|--|-------|--|
| 2021年 | ・削減対策がとられていない 新規の石炭火力の建設停止 | 2040年 | ・削減対策がとられていない すべての石炭火力・石油火力の段階的廃止 |
| | ・ 新規の石油・ガス田開発、新規炭鉱の開発の停止 | | ・世界的に電力が ネットゼロエミッション に |
| 2025年 | ・ 化石燃料ボイラーの新規販売停止 | | ・重工業の既存の能力の約90%が投資サイクル終了にいたる |
| 2030年 | ・太陽光・風力の年の新規導入量1020GW | | ・ 航空燃料の50%が低排出燃料 に |
| | ・ 先進国における削減対策がとられていない石炭火力の段階的廃止 | | ・既存の建築物の50%が ネットゼロカーボンレディ レベルに改修 |
| | ・重工業分野の 新技術の大半が大規模実証 | 2045年 | ・熱需要の50%が、ヒートポンプでまかなわれる |
| | ・世界で販売される 自動車の60%が電動車 に | 2050年 | ・世界の発電量の ほぼ70%が太陽光と風力 となる |
| | ・ すべての新築建築物がゼロカーボン・レディ に | | ・90%以上の重工業生産が 低排出 となる |
| | ・すべての人がエネルギーに アクセス可能 に | | ・ 85%以上の建築物がゼロカーボンレディ となる |
| 2035年 | ・ 先進国において全体として電気がネットゼロエミッション に | | |
| | ・すべての産業用 電動車の販売 がその分類で トップ になる | | |
| | ・ 内燃機関自動車の新規販売停止 | | |
| | ・販売される家電、冷房システムの 大半 がその分類で トップ になる | | |

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 |

国境を越えた商標出願と特許出願 (2002年-2013年)



- 日本の場合、商標出願数よりも特許出願数が顕著に多い
- 日本は**技術に強み**を持っているが、**新製品**や**新たなサービスの導入**などに課題

問題の相互連関と統合的性質

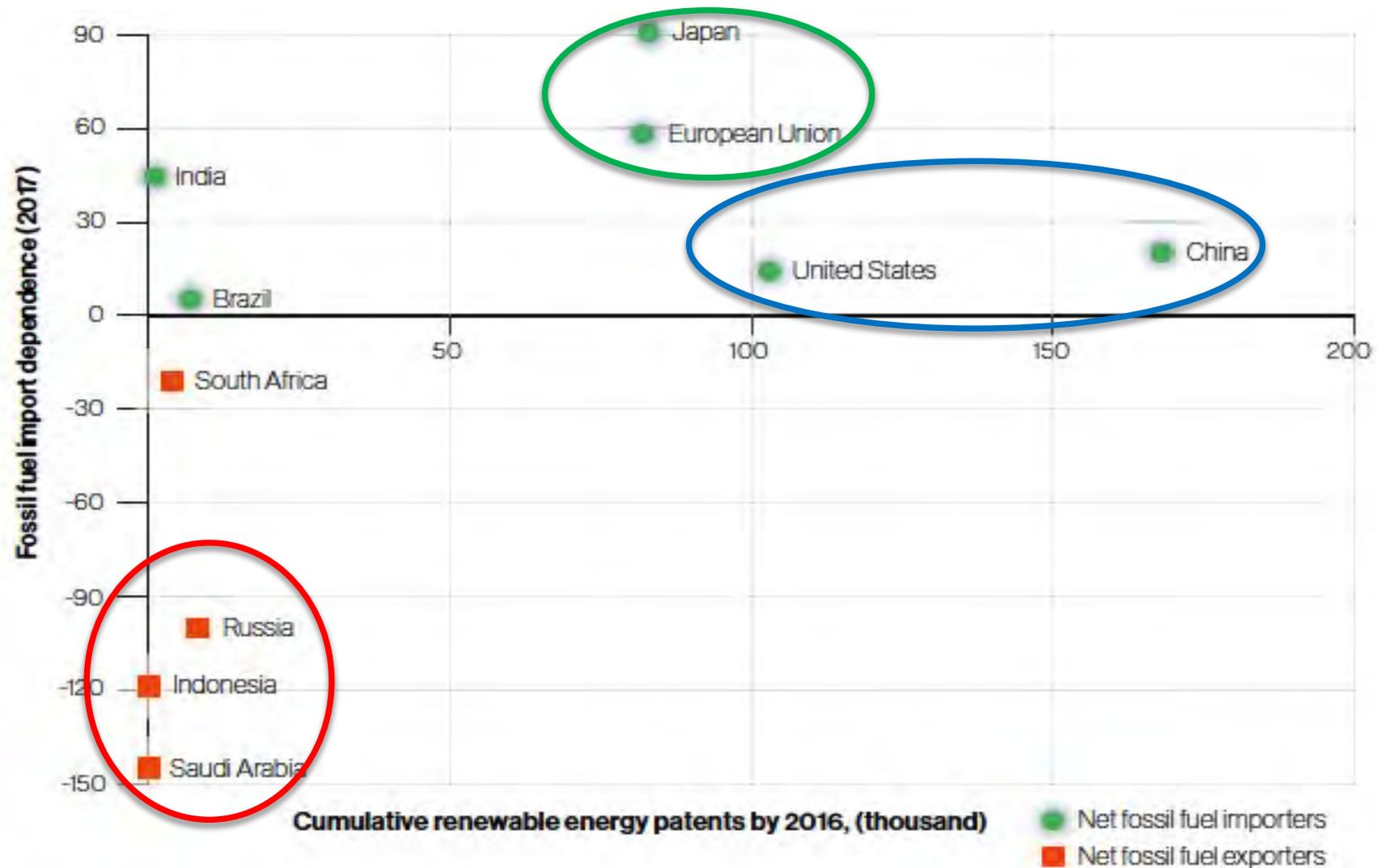
問題間、ゴール間の相互の連関、関係性をふまえた総合的、統合的な把握と対処が必要

- 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



エネルギー転換が国際関係に与える インパクト



出典: IRENA, 2019

環境学の役割と課題

- 地球システムとその「限界」を知る
 - 地球システムと問題の解明
 - 問題相互の連関の解明。気候変動×生物多様性
 - 新たな問題の発見
- 社会経済システムのありようが地球システムに大きな影響。「人新世 (Anthropocene)」
 - 人間の社会経済のありよう
 - 人間の社会と環境の関係
- 今の社会を持続可能な未来社会へとどのように変えていくのか:「変革 (Transformation)」「移行 (Transition)」を科学する
 - Transformation Science/ Science on Transformation/ Transition design/ Transition management..
 - どのような、どのように持続可能な未来社会像を描くのか
 - 技術、制度、ルール、行動変容、教育...
 - Action research – Slow science
- 環境学と学術会議
 - 問題の解決には学術分野横断的、俯瞰的な視点、中長期的な視点が必要
 - カーボンニュートラルに関する連絡会議設置(2021年6月)
 - 学術界の国際的連携