

# グリーントランスフォーメーション (GX) に向けて

2022年5月17日

一般社団法人 日本経済団体連合会

## 目次

序	3
1. はじめに：気候変動を巡る状況とGX	4
2. 2050年CNへの道筋	6
(1)ゼロエミッション電源の確保	7
(2)電化の推進	7
(3)次世代電力ネットワークの実現	7
(4)熱源へのカーボンフリー水素・アンモニア・合成メタンの導入	8
(5)生産プロセスの変革、革新的製品・サービスの開発・普及	8
(6)材料におけるカーボンリサイクル、ケミカルリサイクルの推進	9
(7)ネガティブエミッション	9
3. 2050年CN実現に向けた視点	11
4. 2050年CNを実現するために必要な方策(GX政策パッケージ)	12
(1)「GX政策パッケージ」の全体像	12
(2)ロードマップの明示と司令塔の確立	12
(3)CN実現に向けた諸政策	13
①エネルギー供給構造の転換（エネルギーミックス実現と電力システムの次世代化）	13
②原子力利用の積極的推進（既設原子力の最大限の活用、リプレース・新增設、SMR・核融合等のイノベーション）	22
③電化の推進・エネルギー需要側を中心とした革新的技術の開発	25
④グリーンディール	26
⑤サステナブル・ファイナンス	29
⑥産業構造の変化への対応	31
⑦カーボンプライシング	33
⑧攻めの経済外交戦略	38
5. 2050年CNが実現した際の経済の姿	42
6. おわりに	43

## 参考資料集

1. 日本および諸外国の削減目標.....	44
2. 日本の 2030 年度削減目標.....	44
3. 第六次エネルギー基本計画における電源構成.....	45
4. 2050 年 CN に向けた電源構成等のモデル分析.....	45
5. 気候変動問題への意識の国際比較.....	46
6. トランジションの位置づけ.....	46
7. 日本の地理的制約等－国土面積当たりの電力需要（発電電力量）－.....	47
8. 日本の地理的制約等－太陽光資源のポテンシャル－.....	47
9. 日本の地理的制約等－洋上風力の適地－.....	48
10. 日本の地理的制約等－風力資源のポテンシャル－.....	48
11. 日本の地理的制約等－国際連系線の有無－.....	49
12. 日本の地理的制約等－エネルギーコスト－.....	49
13. 日本の地理的制約等－CCS 適地－.....	50
14. 2030 年度エネルギーミックスにおける原子力.....	50
15. 原子力発電所の運転期間.....	51
16. 原子力発電所の運転期間延長の必要性.....	51
17. 新設の原子力発電所の発電費用の試算.....	52
18. 原子力の事業環境・人材－原子力関連企業の事業環境.....	52
19. 原子力の事業環境・人材－建設プロジェクト従事経験者の推移.....	53
20. 原子力の事業環境・人材－原子力発電所の長期停止による影響.....	53
21. 水素製造・熱利用に活用可能な高温ガス炉.....	54
22. CN に向けた取り組み 鉄鋼業界①.....	54
23. CN に向けた取り組み 鉄鋼業界②.....	55
24. CN に向けた取り組み 化学業界①.....	55
25. CN に向けた取り組み 化学業界②.....	56
26. CN に向けた取り組み 化学業界③.....	56
27. CN に向けた取り組み セメント業界①.....	57
28. CN に向けた取り組み セメント業界②.....	57
29. CN に向けた取り組み 紙・パルプ業界①.....	58
30. CN に向けた取り組み 紙・パルプ業界②.....	58
31. CN に向けた取り組み 石油業界①.....	59
32. CN に向けた取り組み 石油業界②.....	59
33. CN に向けた取り組み ガス業界①.....	60
34. CN に向けた取り組み ガス業界②.....	60
35. CN に向けた取り組み 電機・電子業界①.....	61
36. CN に向けた取り組み 電機・電子業界②.....	61
37. グリーンディール累計投資額 試算 1.....	62
38. グリーンディール累計投資額 試算 2.....	62
39. グリーンディール累計投資額 試算 3.....	63
40. みずほ銀行産業調査部試算による分野別必要投資額.....	63
41. いわゆる「グリーン国債」の発行状況.....	64
42. グリーンディール投資の政府負担割合.....	64
43. 各国・地域グリーンディール予算措置・予算規模.....	65
44. わが国製造業の雇用状況.....	65
45. GX に伴う円滑な事業転換等を促す法整備.....	66

## 序

経団連は「持続可能な資本主義」を掲げ、様々な活動を展開しています。効率的な資源配分をもたらす市場機能、自由で活発な競争環境の堅持が経済的繁栄にとって重要であることは、論を俟ちません。しかし、昨今の行き過ぎた資本主義、市場原理主義により弊害ももたらされています。その一つが生態系の崩壊であり、そして、気候変動問題です。

わが国は、2050年カーボンニュートラル（CN）と、温室効果ガスの2030年度46%削減に国際的にコミットしています。これらの目標を実現するため、国を挙げて、「経済と環境の好循環」を創出しながら、経済社会全体の変革である「グリーン・トランスフォーメーション（GX）」を推進する必要があると考えます。また、足元のロシア・ウクライナをめぐる国際情勢を受けて、エネルギー安全保障を確保しつつ、構造転換を図っていくことの重要性が再認識されたのではないかと思います。

しかし、そのための国家戦略は未だ描かれておりません。2030年まではあと8年足らずであり、2050年もすぐ先の未来です。豊かな地球環境を次世代に残していくための時間的猶予は、もはやありません。

こうした強い危機感から、私は経団連会長に就任した直後より、GX実現に向けた課題や道筋の検討を集中的に行ってまいりました。本提言は、こうした議論の成果を取りまとめたものであり、政府に対し、GXに向けたグランドデザインとなる「GX政策パッケージ」の策定を提言しています。特に、現下の取り組みが遅れている、リプレース・新增設を含む原子力利用の積極的推進、グリーンディール、カーボンプライシングをはじめとする多様な論点について、経団連の現時点での考え方を示すとともに、政府に対して政策の速やかな実行を求めています。

昨今のエネルギー資源価格の高騰や足元のロシア・ウクライナ情勢など、GXを取り巻く国内外の環境は、日々、大きく変化しております。経団連は、2050年という確実に見通すことが困難な将来においてGXを着実に実現すべく、技術の進展はもとより、国際情勢により極めて大きな影響を受けるエネルギーの動向等も踏まえ、本提言の内容の不断の見直しを行っていく所存です。

折しも、岸田政権は「新しい資本主義」の実現に注力しており、これは経団連の掲げる「持続可能な資本主義」と軌を一にしています。本提言が目指すGXは、「新しい資本主義」に欠かせない「持続可能な地球環境」の実現はもとより、投資主導で経済拡大を目指す成長戦略の中核となるものです。

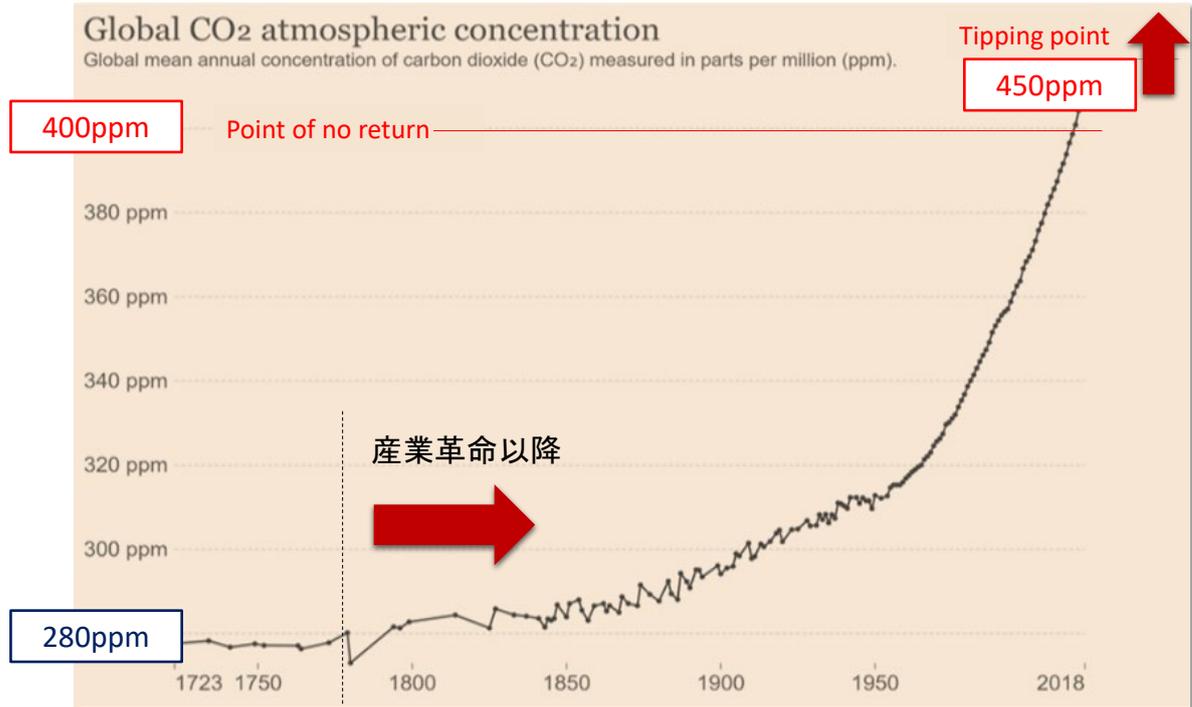
経団連は、短期的に痛みを伴ったとしても、GXへの挑戦を通じて産業競争力を強化し、世界をリードする決意です。本提言が、GXの実現に向けたわが国の取り組みをさらに加速させる契機となるよう全力を傾注してまいります。

経団連会長  
十倉 雅和

## 1. はじめに：気候変動を巡る状況とGX

産業革命以降、急激な上昇が続く大気中のCO<sub>2</sub>濃度は、足元で400ppmを超えている。早急に実効ある対策を講じなければ、さらなる上昇に歯止めがかからなくなる「ティッピング・ポイント」を超える可能性が高まっている。

【図表1】大気中のCO<sub>2</sub>濃度の推移



(出所) NOAA/ESRL Global Monitoring Divisionのデータより作成

大気中のCO<sub>2</sub>濃度の上昇に比例して、気候変動を取り巻く状況も年々厳しさを増している。頻発する猛暑、豪雨、大型台風といった異常気象や天災、自然災害の多発・甚大化は世界各地で報告されており、深刻な人的・経済的な被害が生じている。地球温暖化は、人類の生存にとって不可欠である生物多様性の損失にも直接的に影響を与えている。もはや待ったなしの課題であり、危機感をもった早急な対応が求められる。

わが国が掲げる、2050年カーボンニュートラル(CN)、温室効果ガス排出量の2030年度46%削減は、いずれも極めてチャレンジングな目標であり、実現は容易ではない。しかし、これをチャンスと捉え、後の世代に豊かで持続可能な経済社会を残すために、覚悟を持って取り組まなければならない。

とりわけ、最終到達点となる2050年CNは、これまでの対策・取り組みの延長線上で到達できるような生半可な目標ではない。日本の強みを磨き上げながら、経済社会全体の変革であるGXを進めるべきである。また、GXは国内での

投資拡大が不可欠であり、これをわが国の成長戦略の柱と捉えることで、最終的に持続可能な成長へとつなげていく必要がある。

同時に、GXはトランスフォーメーションの名の通り、あらゆる主体に行動変容を迫るものであり、その過程においては大きな社会変革を伴う。当然、個々の国民や企業は大きな変化にさらされることとなる。とりわけ、産業構造転換の影響を受ける労働者への影響は甚大である。また、電力コストの上昇といった追加の国民負担が生じる可能性も高い。こうしたGXに関する「不都合な真実」について、国民理解の醸成が必須となる。

しかし、気候変動問題に対する日本人の意識が必ずしも高くないことを示唆するデータも存在する。例えば、米国のシンクタンクであるピュー・リサーチ・センターの意識調査によれば、欧米等の国々と比較して、日本人は、気候変動の影響を軽減するため自身の生活を変えることには消極的との結果が示されている<sup>1</sup>。

政府は、国民を啓発し理解を得るべく、2050年CNを目指すことの意義をはじめ、目指すべき経済社会、エネルギー構造の将来像、さらには、サーキュラー・エコノミーといった関連政策との関係等について、ストーリー性のある分かりやすい説明を尽くすべきである。

その際、CNへの移行の過程で生じるコストを社会全体でどのように負担していくのかについても、複数の選択肢を定量的に示すことで、正面から国民的な議論を喚起すべきと考える。

---

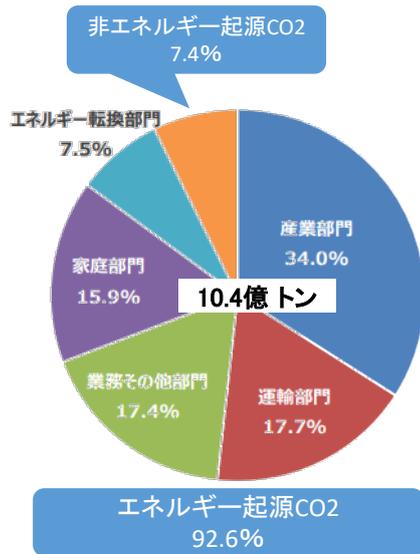
<sup>1</sup> p.46 参考資料5 気候変動問題への意識の国際比較

## 2. 2050年CNへの道筋

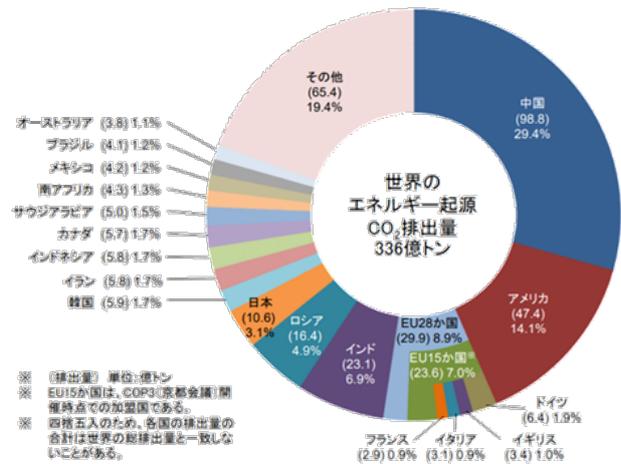
わが国の足元のCO<sub>2</sub>排出源をみると、産業・運輸・業務・家庭・エネルギー転換の各部門におけるエネルギー起源CO<sub>2</sub>が9割超を占めている。また、わが国のエネルギー起源CO<sub>2</sub>排出量は、世界全体の約3%を占める。

【図表2】日本・世界のCO<sub>2</sub>排出量

日本のCO<sub>2</sub>排出量（2020年、電気・熱配分後）



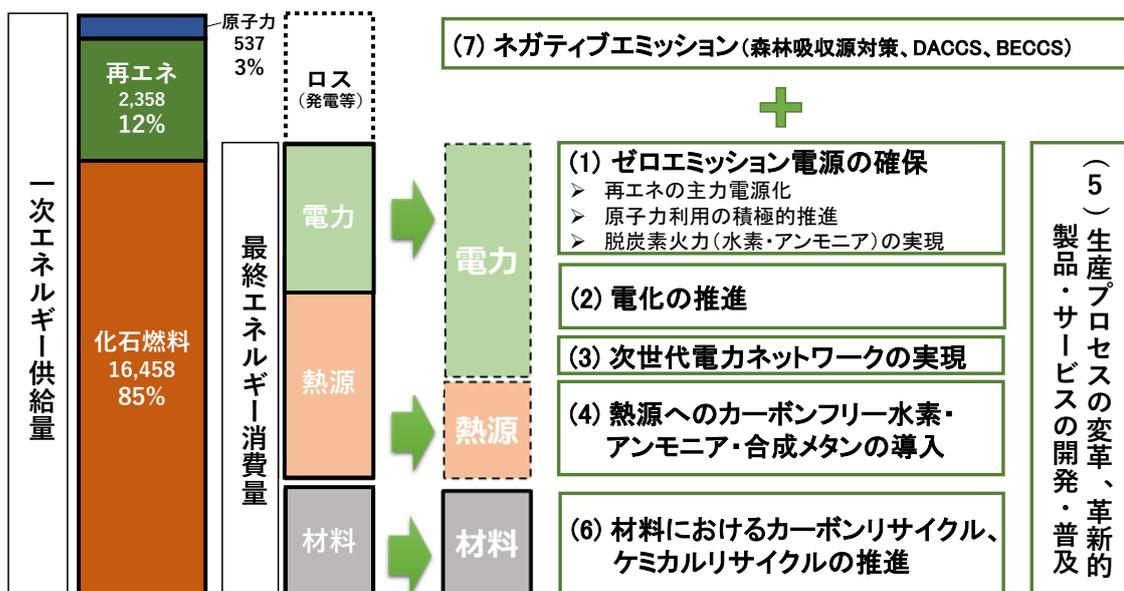
世界のエネルギー起源CO<sub>2</sub>排出量（2019年）



(出所) 環境省資料より作成

こうした中、2050年に向け、わが国としては以下のような技術の実装に取り組み、CNの実現を目指す必要がある。

【図表3】2050年CNへの道筋



(注) 数字の単位はPJ (ペタジュール)

(出所) 資源エネルギー庁「我が国のエネルギーバランス・フロー概要 (2019年度)」より作成

### (1)ゼロエミッション電源の確保

まず、CNの実現に向けては、既に相当程度技術が確立している電力分野での対策が重要な柱の一つとなる。とりわけ、CN実現に資する電源ポートフォリオの構築は、その核となる取り組みである。

わが国では、足元、電源構成に占める火力発電比率が8割近い状況にあり、供給側におけるゼロエミッション電源の確保が急務となっている。再生可能エネルギーの主力電源化はもとより、3E（エネルギー安全保障・安定供給（Energy Security）、経済効率性（Economic Efficiency）、環境適合性（Environment））のバランスに優れる原子力について、安全性の確保を大前提に、積極的に活用していくことが重要である。併せて、太陽光や風力等の変動性電源の大量導入を目指す中であって、調整力・同期化力・慣性力を有する火力発電の活用も不可欠である。トランジション期における低炭素化の取り組みはもとより、2050年に向けた脱炭素化を目指し、CCUSや水素・アンモニアの専焼等の社会実装にかかる研究開発・実証に足元から取り組んでいく必要がある。

### (2)電化の推進

以上のような供給側の取り組みを確実な排出削減につなげていくためには、需要側における電化の推進も重要となる。政府が示した2050年の年間発電電力量の参考値（1.3～1.5兆kWh）にも、2018年時点で26%であった最終エネルギー消費の電化率が2050年に32～38%まで上昇するとの前提が織り込まれている<sup>2</sup>。

電化率向上のためには、民生部門を中心に、既にコスト競争力を獲得している電力機器等の普及を加速していく必要がある。併せて、特に産業部門や輸送部門において、水素化等の他の脱炭素化手段も考慮しつつ、蒸気供給、貨物輸送といった様々な領域における電化技術の開発・低コスト化の可能性を検討していくことが重要である。

### (3)次世代電力ネットワークの実現

電力システム全体の脱炭素化に向けては、電源の脱炭素化や電化の促進だけでは不十分であり、電源と需要を結ぶプラットフォームとなる電力ネットワークについての検討が重要となる。

従来、電力ネットワークは、経済成長に伴って増加する電力需要に対応し需要

---

<sup>2</sup> 地球環境産業技術研究機構（RITE）による分析（第33回基本政策分科会資料）。

地から比較的離れた大規模電源からの電力供給を可能とする形で構築されてきた。しかし、再生可能エネルギーの大量導入の必要性や分散化・デジタル化の進展といった今日の潮流を踏まえた、ネットワークの次世代化を図っていかなければならない。その際、ネットワーク投資を抑制しつつ、多くの変動性電源を導入していくため、蓄電池の活用も重要となる。併せて、高度成長期に整備されたインフラの維持・更新も、電力の安定供給を確保する上で今後不可欠となる。国民負担抑制の観点に留意し、こうしたネットワークへの投資を効率的・効果的に進めていく必要がある。

#### (4) 熱源へのカーボンフリー水素・アンモニア・合成メタンの導入

電力は、現時点で相対的に脱炭素への道筋が確立しているエネルギーだが、産業向け熱需要をはじめ、熱量的・経済的に電化が難しい領域もある。こうした観点から、水素やアンモニア、合成メタンの活用が重要となる。

脱炭素燃料の活用に向けた技術開発等の需要側における取り組みと並行して、水素、アンモニア、合成メタンの安価安定供給が不可欠である。水電解装置やメタネーション設備の大型化・低コスト化、さらには、海外調達も視野に入れ、大量輸送手段の実用化などに官民を挙げて取り組まなければならない。

#### (5) 生産プロセスの変革、革新的製品・サービスの開発・普及

こうしたエネルギー供給側における対応と併せて、エネルギー需要側における省エネの徹底はもとより、CNに資する生産プロセスの刷新や革新的製品の社会実装・普及も求められる。

産業部門では、引き続き、老朽化した設備の更新や、DX等を通じた運用・プロセスの改善、エネルギー回収等を通じた一層の省エネ努力が必要である。また、鉄鋼業における水素還元製鉄の実現など、主要産業における製造プロセスの抜本的な変革も不可欠である。

運輸部門では、環境性能に優れた自動車・船舶・航空機・鉄道車両等の導入および、その効率的な運用、物流の効率化等が課題となる。また、自動車に関しては、当面はCNに向けた選択肢の拡大が重要であり、CASE（Connected＝コネクティッド、Autonomous/Automated＝自動化、Shared＝シェアリング、Electric＝電動化）への対応を図りつつ、技術中立的な形での電動化や燃料対策を加速することが求められる。加えて、共同配送やモーダルシフトの推進も有効である。

民生部門のうち業務部門では、既存のものも含め建物や住宅の改修や建替を積極的に進め、高断熱化、省エネ化・高効率化、創エネによるZEB/ZEH（ネ

ット・ゼロ・エネルギー・ビル／ハウス）化の促進、電化、使用電力のグリーン化、建物単位のBEMS/HEMS（ビル／ハウス・エネルギー・マネジメント・システム）導入および地域で融通しあうAEMS（エリア・エネルギー・マネジメント・システム）の導入等に取り組む必要がある。また、DXは、データセンター等を中心に電力消費量のさらなる増大が予想される一方で、エネルギー供給・消費の効率化をもたらすメリットも大きい。

家庭部門では、テレワーク等の新たなライフスタイルの浸透により、足元で電力消費量の増加傾向がみられる。こうした新たな課題も踏まえつつ、政府が中心となって国民運動を展開し、エネルギーの効率的な利用に向けた国民の意識啓発・行動変容を促すことが重要である。

#### (6)材料におけるカーボンリサイクル、ケミカルリサイクルの推進

以上の取り組みを最大限進めてもなお、排出量を完全にゼロにすることは難しい。CNとは、温室効果ガスの排出と吸収のバランスを差し引きゼロ（ネット・ゼロ）にすることであり、最大限の排出削減努力と同時に、温室効果ガスの回収・利用にも取り組んでいく必要がある。

温室効果ガスの利用に関しては、「カーボンリサイクル」の果たす役割が重要となる。具体的には、CO<sub>2</sub>を吸収して作ったコンクリート製品、CO<sub>2</sub>で培養された藻類が製造するバイオ燃料、CO<sub>2</sub>を炭素源として水素との化学反応により生み出すアルコール等の基礎化学品（人工光合成によるもの等）などの製造が挙げられる。これらの技術は、様々な産業で利用可能であることから、CNへの寄与はもとより、今後の新たな成長分野として、産業競争力強化の鍵を握る可能性もある。

使用済みのプラスチックを化学的に分解して原料に戻し、再びプラスチックを製造する「ケミカルリサイクル」も注目を集めている。サーキュラーエコノミー（循環経済）への寄与はもとより、化石原料の消費量の削減を通じて、CNの実現にも資することから、積極的に推進していくべきである。

カーボンリサイクルやケミカルリサイクルの実装に向けた課題は、生産性の向上とコストの削減である。これらの技術が市場で大規模に流通ようになるためには、イノベーションを通じて、既存の製品等と同程度までコストを下げる必要がある。

#### (7)ネガティブエミッション

併せて、大気中に放出された温室効果ガスを回収するネガティブエミッションを進めていく必要がある。

ネガティブエミッション技術として、バイオエネルギーを活用する際に炭素を回収・貯留するB E C C S (Bio Energy with Carbon Capture and Storage) や、大気中のCO<sub>2</sub>を直接回収・貯留するD A C C S (Direct Air Capture and Storage) が挙げられる。これらの技術によって回収したCO<sub>2</sub>は、前述のカーボンリサイクルと組み合わせることで、資源としての有効な利活用を図ることも可能となる。B E C C SやD A C C Sの実用化に向けては、大気中からのCO<sub>2</sub>回収コストの高さ、CO<sub>2</sub>の貯留地の確保等が課題となっている。そのため、さらなるコストダウンのための投資の重点化や、社会的な合意形成を図っていくことが求められる。

加えて、森林吸収源の果たす役割も重要である。わが国の「地球温暖化対策計画」(2021年10月閣議決定)では、2030年度時点で、森林吸収源対策によって年間約3,800万CO<sub>2</sub>トンの温室効果ガスの吸収量の確保を目指すとしている。国土面積の約3分2を森林が占めるわが国の地理的特性を活かしつつ、適切な間伐・造林を通じた健全な森林の整備、保安林等の適切な管理・保全、効率的かつ安定的な林業の育成に向けた取り組み、国民参加の森林づくり、木質バイオマス利用等を推進していくべきである。

### 3. 2050年CN実現に向けた視点

上記の道筋によって2050年CNを目指していく際には、特に以下の視点を踏まえていく必要がある。

第一にイノベーションの視点である。2050年CNの実現は、既存の取り組みの延長だけでは実現困難であり、現時点では未だ存在しない革新的な技術の開発およびその社会実装、すなわちイノベーションが不可欠である。CNに不可欠となるイノベーションは、要素技術開発に10年、プラント実証に2～3年、社会実装に3～4年、プラント建設・チューニングに1～2年と、合計で約20年程度を要すると言われている。2050年から逆算すると、残された時間的猶予はない。イノベーションはこのように長期にわたるからこそ、今すぐに取り組む必要がある。

第二に、トランジションの視点である。イノベーションは一朝一夕には成らず、CNは一足飛びでは実現できない。そのため、革新的な技術の社会実装に至る過程での円滑なトランジション（移行）の対応も重要となる。トランジションの期間においては、燃料転換も含めたBAT（Best Available Technologies: 経済的に利用可能な最善の技術<sup>3</sup>）の最大限の導入など、現時点で取り得るあらゆる手段を総動員し、温室効果ガス排出量の最大限の削減に取り組んでいかなければならない。

第三に、投資の促進の視点である。イノベーションとトランジションを進めるためには、官民の投資を最大限引き出す必要がある。とりわけ、民間の投資を後押しするための環境整備が必須となる。

第四に、産業競争力強化の視点である。GXは成長戦略であり、わが国企業が国際競争を勝ち抜くべく、産業競争力の維持・強化に資することが不可欠である。主要な諸外国・地域がグリーン成長を国家戦略の柱と位置付ける中、現状に手をこまねいていけば、産業競争力を喪失し、国際競争に大きく劣後することになりかねない。

---

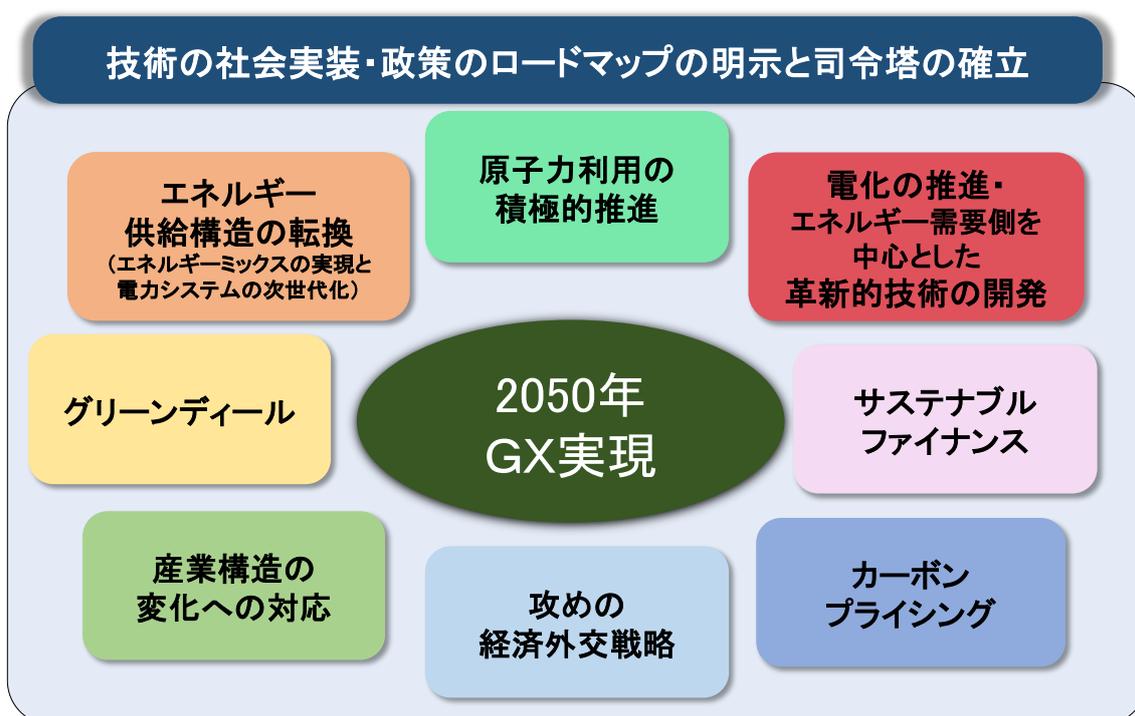
<sup>3</sup> 既に確立している、省エネ、高効率なLNG・石炭火力、原子力などの技術。

#### 4. 2050年CNを実現するために必要な方策(GX政策パッケージ)

##### (1) 「GX政策パッケージ」の全体像

こうした4つの視点を踏まえ、政府は、官民の投資を最大限引き出し、産業の国際競争力を維持・強化すべく、下図の内容を含む「GX政策パッケージ」を、国家のグランドデザインとして早急に提示すべきである。

【図表4】「GX政策パッケージ」の全体像



以下、GX政策パッケージの内容について述べる。

##### (2) ロードマップの明示と司令塔の確立

企業によるGXに向けた積極的な投資を促進していくためには、2050年CNに向けた中長期のエネルギー・気候変動政策に関する動向や投資回収に関する予見可能性の確保が不可欠となる。

そこで、政府は、2050年CNに向けて社会実装が必要となる技術、投資額、政策に関して、時間軸を付した実効あるロードマップを明示する必要がある。

さらに、当該ロードマップの策定・実行のための司令塔機能を担うとともに、GXに向けた国の総合戦略を立案・遂行するための、省庁横断的な「GX実現会議」（仮称）を創設すべきである。この会議体には、内閣総理大臣を議長とし、

関係省庁の長に加え、産業界や学術界の有識者をメンバーとすることで、多様な立場の視点・知見を結集させる必要がある。会議においては、GXに向けた効率的な資源配分や、社会全体でのコスト負担のあり方、そして他の重要政策（デジタル田園都市国家構想等）との連携等についても集中的な議論を行い、具体的な方向性を見出していくことが求められる。

### (3) CN実現に向けた諸政策

#### ①エネルギー供給構造の転換（エネルギーミックス実現と電力システムの次世代化）

2050年CNの実現に向けては、温室効果ガス排出の大宗を占めるエネルギー分野における抜本的な構造転換が不可欠である。他方で、エネルギーは国民生活・事業活動の基盤である。特に、市場がグローバル化する中、国際競争にさらされる企業にとっては、エネルギー政策の道筋が産業競争力に直結するといつて良い。2050年CNを目指す中であっても、エネルギー政策の要諦であるS+3E（安全性（Safety）+エネルギー安全保障・安定供給（Energy Security）、経済効率性（Economic Efficiency）、環境適合性（Environment））を大前提に据え、分散化・デジタル化といった潮流を踏まえつつ、必要な対策を適時・適切に積みあげていくことが肝要である。

とりわけ、昨今のエネルギー資源価格の高騰や足元のウクライナ情勢は、3Eの中でのエネルギー安全保障（Energy Security）の重要性を再認識させた。引き続きエネルギー自給率の向上を図るとともに、国際情勢や市場価格の変動に柔軟に対応が可能なエネルギーポートフォリオの構築、調達先の多角化等に精力的に取り組んでいく必要がある。また、気候変動を含め、直面する課題の時間軸に鑑みれば、準国産エネルギーによるゼロエミッション電源である原子力をはじめ、既存の技術・設備を最大限に活用していく視点も重要である。

わが国が置かれた地理的制約等を踏まえれば、CNを実現する道筋や乗り越えるべきハードルは、欧米各国とは必然的に異なるものとなる。わが国は、資源が少ない上に、①太陽光の適地となる平地が少なく、その平地についても既に相当程度開発が進んでいる（図表5）。将来の大量導入が期待される洋上風力に関しても、②欧州のように遠浅の海が広がっているわけではなく<sup>4</sup>、③風況が良いわけでもない<sup>5</sup>。④送電線が海外と連系していない点も、出力変動の激しい変動性電源の大量導入を進めていく上での大きなディスアドバンテージとなる<sup>6</sup>。他

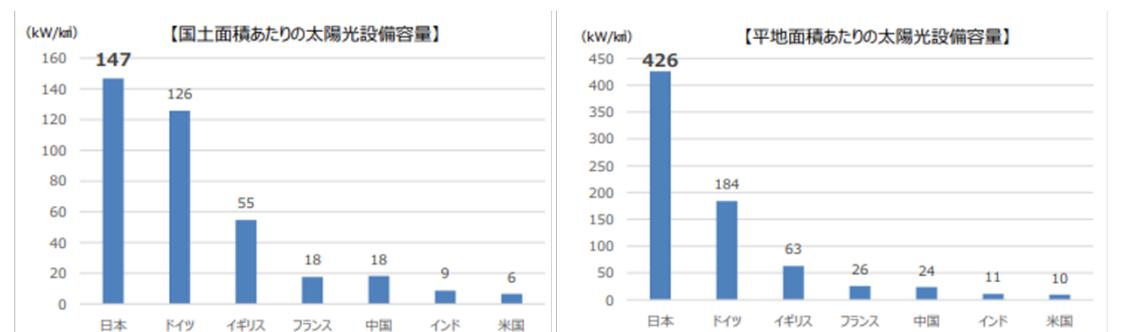
<sup>4</sup> p.48 参考資料9 日本の地理的制約等－洋上風力の適地－

<sup>5</sup> p.48 参考資料10 日本の地理的制約等－風力資源のポテンシャル－

<sup>6</sup> p.49 参考資料11 日本の地理的制約等－国際連系線の有無－

方、⑤わが国は産業立国であり、土地面積当たりの電力需要が大きい<sup>7</sup>。エネルギー密度が低い再生可能エネルギーの割合を大きく引き上げていくためには、技術的なブレイクスルーが必要となる。

【図表 5】 国土面積・平地面積当たりの太陽光設備容量



	日	独	英	仏	中	印	米
国土面積	38万km <sup>2</sup>	36万km <sup>2</sup>	24万km <sup>2</sup>	54万km <sup>2</sup>	960万km <sup>2</sup>	329万km <sup>2</sup>	963万km <sup>2</sup>
平地面積※ (国土面積に占める割合)	13万km <sup>2</sup> (34%)	25万km <sup>2</sup> (69%)	21万km <sup>2</sup> (88%)	37万km <sup>2</sup> (69%)	740万km <sup>2</sup> (77%)	257万km <sup>2</sup> (78%)	653万km <sup>2</sup> (68%)
太陽光の設備容量 (GW)	56	45	13	10	175	28	63
太陽光の発電量 (億kWh)	690	462	129	102	1,969	361	872
発電量 (億kWh)	10,277	6,370	3,309	5,766	71,855	15,832	44,339
太陽光の総発電量 に占める比率	6.7%	7.3%	3.9%	1.8%	2.7%	2.3%	2.0%

(出所) 総合資源エネルギー調査会基本政策分科会 (第 40 回会合)

以上のような前提の下、エネルギー分野において取り組むべき領域は多岐にわたるが、特に (イ) 電源の脱炭素化と電化の推進、送配電網の再構築を軸とした次世代電力システムの実現、(ロ) 産業・運輸・民生部門における熱・燃料の脱炭素化を柱に、需給両面において対策を総動員する必要がある。

### (i) 電源の脱炭素化及び電力ネットワークの次世代化

電力は、現時点で相対的に脱炭素への道筋が確立しているエネルギーであり、2050 年 C N に向けて、電力分野での対策はより一層重要性を増している。S + 3 E を確保しつつ、適切な電源ポートフォリオの実現や電力ネットワークの次世代化に果敢に取り組んでいく必要がある。

電源ポートフォリオの検討にあたっては、単に脱炭素電源を積み上げれば良いわけではない。常にリアルタイムで需給を一致させる必要があるという電力の性質を踏まえ、電源等リソースそれぞれの特性を考慮した適切なバランスを模索する必要がある。2050 年 C N を実現する具体的なリソースとしては、地熱

<sup>7</sup> p.47 参考資料 7 日本の地理的制約等－国土面積当たりの電力需要（発電電力量）－

や原子力等の長期固定電源、脱炭素火力等の負荷追従電源、風力や太陽光等の変動性電源、蓄電設備（蓄電池・揚水）に加え、ピーク需要への対応を中心に、DR<sup>8</sup>やVPP<sup>9</sup>等の活用も進むことが見込まれる。

なお、長期固定電源、負荷追従電源、変動性電源、蓄電設備のそれぞれの割合は、各々の活用に必要な技術の動向によって変化すると想定される。技術の開発・低コスト化が進んだリソースの役割を増大させることで、効率的に脱炭素電力システムへ移行していくことが重要である。国の総力を挙げてイノベーションに取り組むとともに、技術動向の不確実性を踏まえ複線シナリオを準備する必要がある。

【図表6】各電源の特性

	化石燃料	原子力	再エネ
安定供給	地政学リスク (輸入に依存)	準国産	国産
環境適合性	CO2を排出	ゼロ	ゼロ
経済効率性	約12円/kWh (火力)	約12円/kWh (長期運転: 約5円/kWh)	約15円/kWh (太陽光)
その他	国際的に批判(石炭)	国民理解醸成に遅れ	地域共生に課題
発電特性	負荷追従電源 (火力発電)	長期固定電源 (既存大型軽水炉)	変動性電源 (太陽光・風力)
	<p>蓄電設備 需給の時間的 ギャップを解消</p> <p>DR・VPP、 出力抑制 蓄電</p> <p>発電</p> <p>変動性電源（太陽光、風力）⇒バックアップと一体で需要を賅う</p> <p>長期固定電源⇒定常的な需要の一部を賅う</p> <p>（時）</p>		

※発電コストはIEA「Nuclear Power in a Clean Energy System」より

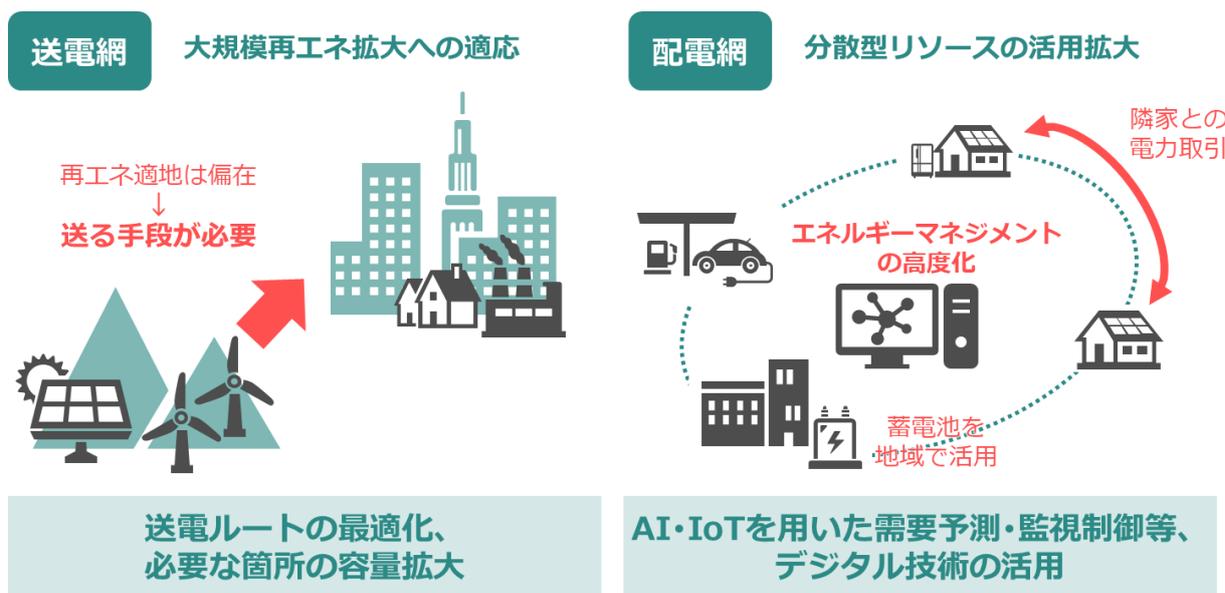
また、脱炭素化に加え、分散化・デジタル化も進展することを想定すると、電力供給と需要のプラットフォームとなる電力ネットワークのあり方にも大きな変化が求められる。送電網に関しては、導入量の大幅拡大が見込まれる太陽光や

<sup>8</sup> デマンドレスポンス（Demand Response）。空調や動力装置の稼働状況の調整等によって意図的に電力需要を変化させること。

<sup>9</sup> 仮想発電所（Virtual Power Plant）。DRをはじめとする需要家リソースや再生可能エネルギー等を組み合わせて仮想的な発電所とし、供給力・調整力等の提供を可能にしたもの。

風力の適地は偏っていることから、安価な再生可能エネルギーを大需要地に届けられるネットワークを形成していく必要がある。並行して、配電網においては、デジタル技術による監視・制御も活用し、屋根置き太陽光や蓄電池をはじめとする小規模分散型リソースの導入に対応していくことが求められる。コストとレジリエンス強化の両方の観点から、需要に近接した分散型リソースを自家消費・地産地消していくことも重要である。

【図表 7】 電力ネットワークの次世代化の方向性



### (イ) 再生可能エネルギーの主力電源化

再生可能エネルギーは 2050 年 CN の主力となることが期待されるとともに、足元、化石燃料に依存する日本のエネルギー安全保障の強化に資する電源である。発電特性に応じて、地熱や水力といった長期固定電源、バイオマスといった負荷追従電源、太陽光・風力といった変動性電源に大別される。とりわけ、太陽光・風力といった変動性電源は、導入ポテンシャル・発電コストの両面から、わが国の再生可能エネルギー拡大において重要な役割を担うことが見込まれる。

「低コスト」「安定供給」「責任ある事業規律」を備えた「主力電源」として最大限の導入を目指すべきである。こうした中、近年の太陽光等の大量導入に伴い、周辺住民とのトラブルの顕在化や自然環境への影響についての懸念が生じている。地域や自然との共生を図りつつ再エネの導入を進めていくという視点が、まずもって重要となる。また、近年では、特に産業部門において、企業が投資家や取引先から再生可能エネルギー利用を求められる場面が増加しており、産業政策の観点からも安価で安定的な再生可能エネルギー供給の実現は急務である。

2030年度に向けては、第六次エネルギー基本計画において、再生可能エネルギーに関する極めて野心的な導入見通しが示されている。上述のような地理的制約等がある中、競争力獲得が見込まれる洋上風力や屋根置き太陽光の導入、ベースロード電源として高い資源ポテンシャルを有する地熱の開発加速等に係る環境整備に官民の資源を集中する必要がある。その他、再生可能エネルギーの導入を妨げる規制等の再検討も、S + 3 Eを大前提に、精力的に実施するべきである。

上記のような短中期の取り組みと並行して、2050年のような長期を見据え、技術の開発・普及と事業環境整備に足元から取り組む必要がある。技術面では、ペロブスカイト太陽電池や超臨界地熱発電、浮体式洋上風力発電等、現時点で商用段階にない技術による再生可能エネルギーの導入量増加・高効率化の可能性を追求すべきである。また、再生可能エネルギー、とりわけ変動性の非同期接続電源が増加することへの技術的・制度的な備えも不可欠である。諸外国に見られる慣性力の価値化・市場取引や、疑似慣性力の具備等を含むグリッドコードの整備について、早期に検討を行う必要がある。なお、後述するように、再生可能エネルギーの適地が国土の南北端に偏重している中で、さらなる導入に資する送配電網の再構築も不可欠である。

## (ロ)火力発電の脱炭素化

火力発電は調整力・慣性力・同期化力を有する現在の主力電源であり、今後、変動性電源のさらなる導入が見込まれる中であって、こうした能力はこれまで以上に重要となる。

現在、わが国の火力発電への依存度は8割近い。2030年度に向けて、LNG等の低炭素燃料への転換を進めるとともに、S + 3 E確保を大前提に、非効率火力の廃止等を進め、火力依存度を低減していくことが基本となる。こうした取り組みの一環として、最終的な専焼を見据え、水素・アンモニア混焼による火力の低炭素化を推進することも重要である。

なお、足元、利用率の低下などによる老朽火力の退出に伴い電力需給に懸念が生じている。当座の安定供給はもとより、多くの変動性電源を導入する観点からも、当面の間は、既存の火力を一定程度確保することが求められる。国民負担抑制の観点を念頭に置きつつ、既存の容量市場の着実な運用等を通じて、電力の安定供給に万全を期すべきである。

2050年CNを見据えて、火力発電の脱炭素化の道を今から追求する必要がある。脱炭素火力の実現には水素・アンモニアの専焼やCCUSの活用が必要となるため、こうした分野のイノベーション創出に果敢に取り組むことが求められる。

る。併せて、将来にわたって必要な供給力・調整力を確保しつつ、電源の新陳代謝を促していくため、電源の新設を促す新たな容量市場の設計についても早急に検討を進める必要がある。

化石燃料を使用する火力発電に厳しい目が向けられている中、わが国として、中長期の火力発電の活用・脱炭素化にかかる方針を、具体的なロードマップとして明確化し、対外的に説得力ある形で示していくことが重要である。

#### (ハ)次世代電力ネットワークの確立（再エネのグリッド網、蓄電機能等）

2050年CNの実現に向けて、電力ネットワークには、再生可能エネルギーの大量導入に向けた系統整備と、分散化を加速する配電ネットワークの高度化を並行して進めることが求められている。併せて、高度成長期に整備されたインフラを維持・更新していくための投資確保も、電力の安定供給を確保する上で不可欠となる。

こうした次世代電力ネットワークの構築に向けた大規模な投資を効率的に進めていくためには、将来の電力システムを俯瞰した大きな絵姿に立脚した整備計画を準備することが求められる。第六次エネルギー基本計画を踏まえ、電力広域的運営推進機関（広域機関）においてマスタープランの策定が進んでいる。今後大規模な導入が期待される洋上風力のポテンシャル等も踏まえ、費用便益分析に基づき投資判断が行われることが重要である。

また、マスタープランの対象は、地域間連系線・基幹系統だが、今後、分散型リソースの比率が高まっていくことも考えれば、ローカル系統・配電系統の整備も同様に必要となる。送配電事業者が各地域における再エネ導入量を想定し、プッシュ型のローカル系統構築を効率的に進めていくことが求められる。配電系統においては、上述の通り、分散型リソースの活用を進めつつ、コストやレジリエンスの観点から、自家消費や地産地消を加速していくことが重要である。併せて、電力システムは連系線・基幹系統とローカル系統・配電系統が一体で成り立っており、送配電事業者が主体的に策定する計画とマスタープランとの接続のあり方についても検討していく必要がある。

発電コストとネットワークコストの合計を最小化するという観点からは、電源立地にネットワークを対応させるのではなく、ネットワークコストが安価な地点への電源立地が経済合理的に選択されるような仕組み作りも重要となる。市場主導型の混雑管理手法の導入や、発電側課金（後述）の割引制度の活用などについて検討を進める必要がある。併せて、需要を発電適地に誘導していく制度のあり方についても検討を深めるべきである。

高経年化対策も含め、以上のような次世代化のための大規模なネットワーク

投資を確実に実施していくためには、国民負担抑制の観点も踏まえつつ、送配電事業者に必要な投資インセンティブを与える料金制度の設計が不可欠である。2023年度より施行予定のレベニューキャップを中心とした新たな託送料金制度では、マスタープランや高経年化設備更新ガイドライン等との連携を図りつつ、送配電事業者が取り組むべき目標の明確化やインセンティブの設定について丁寧な検討が重ねられており、適切な運用を期待する。

なお、今後、大規模なネットワーク投資が確実に見込まれる中、送配電網の整備にかかる公平・適正な費用負担の実現も欠かせない。起因者負担・受益者負担の原則に則り、例えば、再エネ資源の豊富な地域に負担が偏ることのないよう、適切な費用負担のあり方について議論を深めるべきである。この点、発電側課金は、起因者負担・受益者負担の見地から、発電事業者にも一定の負担を求めていくことで公平・適正な費用負担を実現しようとする制度であり、再エネの大量導入を目指す中であっても、その重要性は何ら変わることはない。既に、発電側課金の導入を前提に一般負担上限の引き上げが措置されていることも踏まえ、早急な制度施行に向けて検討を加速するべきである。

加えて、ネットワーク投資の肥大化と再生可能エネルギーの出力制御量の抑制を両立しつつ、太陽光・風力等の多くの変動性電源を電力システムに統合していくためには、蓄電池・揚水発電等の蓄電設備や余剰電力等を活用する水素製造設備などの有効活用が欠かせない。とりわけ、蓄電池については、より安全で高性能な製品の実現に向けた研究開発が不可欠であり、全固体電池をはじめとする次世代蓄電池の開発を、国を挙げて推進していく必要がある。既に市中への普及が進んでいる実用段階の蓄電池も、価格低減が進んできているものの、依然としてコストが高く、現状、単体で収益性を確保するのは難しい。さらなる低コスト化の取り組みを進めることが不可欠である。同時に、蓄電池の普及を推進し、さらにそうした蓄電池を系統運用に統合するシステム（パワーコンディショナー、制御システム等）の導入を拡大するため、補助金、税制優遇等の導入支援措置を講じることも重要である。

また、今後、急速な普及が想定されるEVを「動く蓄電池」として活用することへの期待も高まっている。仮に普及したEVが一斉に急速充電されるような事態が生じれば系統への大きな負荷になると想定される一方で、逆に充電器に接続されている間に車載蓄電池を系統設置の蓄電池として活用できれば、電力システムの安定化に資すると期待される。EVの本格普及に先立って、その電力システム上での活用のあり方について、オーナー、メーカー、電気事業者といった関係各主体の関与のあり方や制度設計を検討するべきである。

## (ii) 熱・燃料の脱炭素化（カーボンフリー水素・アンモニア・合成燃料等の導入）

CNに向けた検討にあたって、電力分野と同様に重要なのが、わが国のエネルギー消費の約4分の3を占める化石燃料を主体とする熱・燃料である。この部分の脱炭素化をいかに実現するかが、国全体でのCN達成の鍵であり、電力分野での対応と並行して取り組みを進める必要がある。必要な施策を以下に整理する。

### (二) 産業・民生部門における熱・燃料の脱炭素化

熱は、産業部門における金属の溶接プロセスや化学の反応プロセス、民生部門における暖房や給湯、厨房需要など、幅広い温度領域・分野で活用されている。

足元、こうした熱需要に対応するエネルギーは主に石炭・ガス・石油等の化石燃料から供給されている。今後、脱炭素化を進める上で、こうした熱需要の一定程度は電気によって賄う必要があるが、熱需要の電化（ガスから電気への転換など）はコストがかかることが多い上に、産業部門で必要となる高温の熱需要については、電気では熱量的に供給することが困難な場合がある。また、民生部門の建造物・住宅において燃料転換を検討する場合は、機器の設置制約等の課題も無視できない。

代替手段が確立されていないトランジション期においては、LNG等の低炭素エネルギーへの転換・LNG利用の高度化、カーボンニュートラルLNG（クレジットでオフセットされたLNG）の活用等を図っていくことが有効な選択肢となる。

その上で、2050年CNを実現するためには、こうした熱需要に対応するエネルギー供給を水素やアンモニア、合成メタンの活用などを通じて脱炭素化する必要がある。トランジション期における取り組みと並行して、脱炭素化に必要な技術開発とその社会実装に足元から取り組むべきである。

とりわけ、水素は産業部門の熱需要を化石燃料から代替する上で有力な選択肢である。また、水素は、発電や輸送分野、鉄鋼業における水素還元製鉄等でも活用していく必要があり、今後日本全体で大幅に需要が拡大することが見込まれる。水素利用に向けた需要側における技術開発を進めることはいうまでもないが、安価安定供給の実現に向けて、水素製造に関し、水電解装置の大型化や高温ガス炉の熱利用に向けた技術の開発・社会実装を通じたコスト低減を進めるべきである。また、海外からの大量調達を視野に、液化水素運搬船の商用化や輸送に係るパイプラインの整備・関連機器の国際標準化、再エネコストが低廉な諸外国や水素利用国との連携などを通じた国際的なサプライチェーンの構築に官民を挙げて取り組むべきである。

次に、水素のキャリアとしての活用も可能なアンモニアは、足元においても、肥料や化学製品の基礎材料として利用されており、製造・輸送・貯蔵の各段階において既存の技術が存在する。若干の加圧・冷却で液化することもあり、水素と比べハンドリングが容易かつ安価に製造・利用ができる点で今後の熱・燃料供給を担う有望なオプションの一つである。後述の運輸部門（船舶用燃料）での活用に加え、火力発電への混焼・専焼や工業炉といった産業部門での利用拡大を追求すべきである。本格的な活用に向けては、アンモニアを完全燃焼させるバーナーの開発や火炎温度の高温化に向けた技術開発等、需要側における取り組みが不可欠である。

また、国内だけでも急速に需要が拡大することが見込まれる中、安価で安定的なアンモニア供給の確保に向け、アンモニアの生産国やアジアをはじめとする消費国と連携しつつ国際的なサプライチェーンの構築を急ぐとともに、新合成技術の開発やグリーンアンモニア製造に向けた技術開発・実証、製造・貯蔵装置の大型化、港湾施設等の整備などに今から取り組むべきである。

加えて、合成メタンの活用（メタネーション）も、水素の直接利用と併せて、熱供給の一翼を担うガスを脱炭素化する手段の一つとして期待される。メタンは都市ガスの主成分であり、都市ガス導管等の既存インフラ・既存設備を有効活用できるなど、経済性の観点からも大きなポテンシャルがある。今後、メタネーションの前提となるCO<sub>2</sub>の分離・回収技術の社会実装や大量供給を可能とするメタネーション設備の大型化、国際的サプライチェーンの構築、エネルギー変換効率の向上に資するさらなるイノベーションの追求など、将来の実用化に向けた研究実証に取り組む必要がある。

なお、脱炭素火力の実現には相当程度の時間を要することから、CNに向けた過渡期においては、需要側の環境整備を促進する観点からも、化石燃料改質によって生成された水素・アンモニア（いわゆるグレー水素、グレーアンモニア）の活用をしていくことが有効な選択肢となる。

#### **(ホ) 運輸部門における燃料の脱炭素化**

運輸部門のCO<sub>2</sub>排出量は日本全体の約2割を占めており、燃料の脱炭素化に向けた取り組みを強力に進めていくことが求められている。

このうち、排出量の大宗を占める自動車については、特に踏み込んだ対策が必要となる。各国のエネルギーを取り巻く状況や、自動車部門におけるそれぞれの脱炭素技術の適性・用途が異なる中で、需要側において、ガソリン車の電動化（EV、FCV化等）や既存の内燃機関の活用に向けた技術開発等が総合的に展開されていくことが重要である。こうした取り組みの前提となる電力や水素の

安価安定供給の実現に向けて、EVステーション・水素ステーションの整備の加速化とともに、内燃機関での水素や合成燃料（e-fuel）、バイオ燃料等の活用に向けた技術開発に官民を挙げて取り組むことが重要である。また、バイオ燃料等については2030年時点でも一定程度の需要が見込まれるため、足元から供給体制の構築を急ぐべきである。

航空機・船舶・鉄道については、現段階で脱炭素技術が十分に確立されていない領域が多い。電動化を進められる領域は電動化が進んでいくことが想定されるが、具体的な用途を踏まえつつ、持続可能な航空燃料（SAF）の実用化に向けた研究実証、アンモニアの船舶用燃料としての利用に向けた研究開発等に果敢に取り組むべきである。

## ②原子力利用の積極的推進（既設原子力の最大限の活用、リプレース・新增設、SMR・核融合等のイノベーション）

電源の脱炭素化を進めていく中でも、とりわけ、原子力は3Eのバランスに優れる、技術的に確立した脱炭素電源であり、2030年度46%削減はもとより、2050年CNを実現するために不可欠な技術である。また、今後、原子力には、既存の軽水炉や、高温ガス炉<sup>10</sup>といった革新炉の活用により、将来の水素製造・供給の一翼を担うことも期待される。技術的にも、核融合を含めて引き続き日本が強みを発揮できる分野であり、福島第一原子力発電所事故の教訓を踏まえるとともに、最新の科学的知見を踏まえて安全性を確固たるものとすることを大前提に、再生可能エネルギーとともに積極的に活用していく方針を明確化するべきである。政府には、2050年CN実現に向けた原子力の必要性、社会にもたらすと考えられる便益、安全性に係る最新の科学的知見を国民に示し、理解を得ることが求められる。

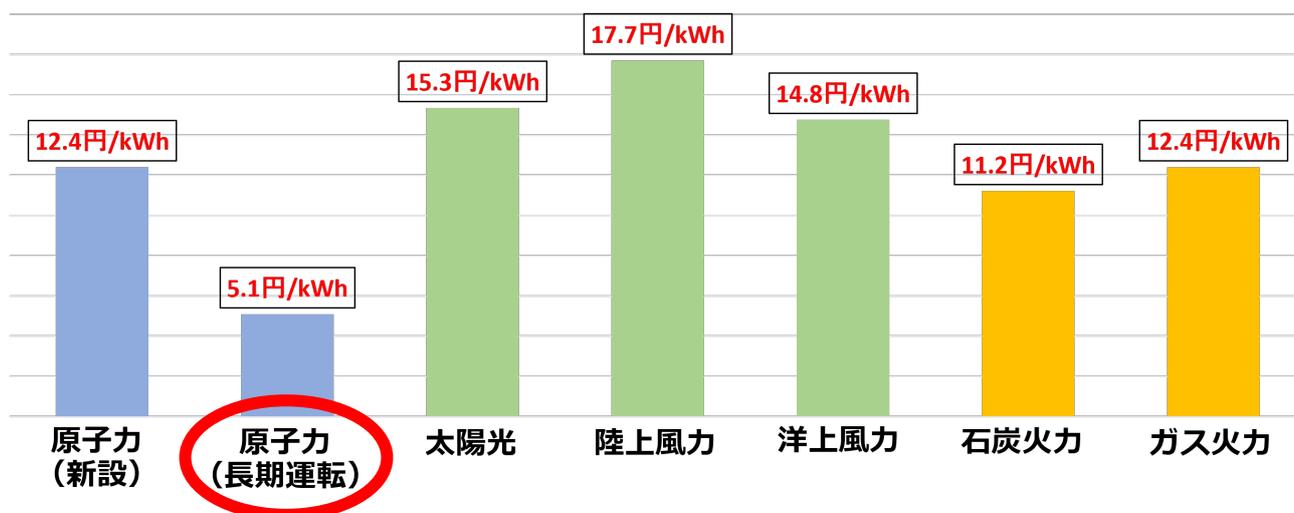
こうした中、東日本大震災後、再稼働<sup>11</sup>した原子力発電所は10基にとどまっている。2030年度46%減、その先にあるCNを、国民負担を最大限抑制しつつ実現していくためには、今ある技術・設備を最大限活用していくことが必要条件となる。足元、2030年度エネルギーミックス（約27基の稼働<sup>12</sup>）の実現に向けて、地元の理解を得ながら、安全性が確認された既設発電所の着実な再稼働と設備利用率の向上、運転期間の60年への延長の円滑化を進めることが肝要である。

<sup>10</sup> p.54 参考資料 21 水素製造・熱利用に活用可能な高温ガス炉

<sup>11</sup> 新規制基準に合格し、一旦稼働を再開したプラント（その後停止した5基も含む）。

<sup>12</sup> p.50 参考資料 14 2030年度エネルギーミックスにおける原子力

【図表 8】 I E Aによる発電コスト試算 原子力発電所の長期運転



※ 1 ドル=118 円換算

※原子力発電の長期運転に関する発電費用には、償却済みの初期の建設費は費用として計上されない。

(出所) IEA 「Nuclear Power in a Clean Energy System」 (2019) より作成

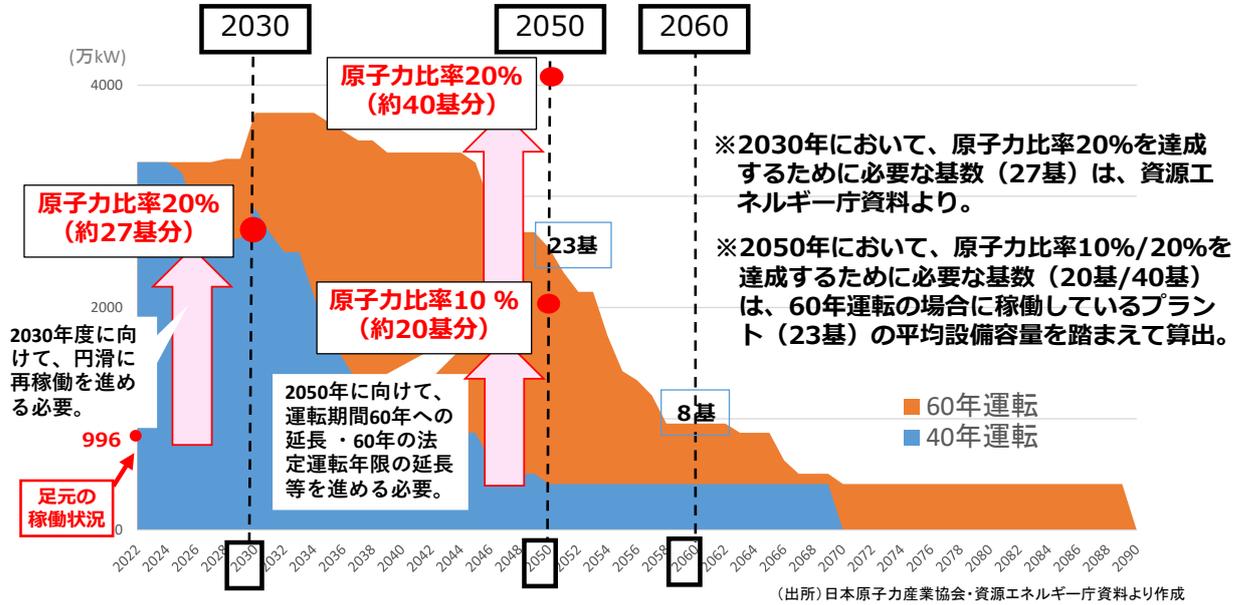
なお、安全性確保に向けた対応において、原子力事業者側の迅速な取り組みが重要であることは言うまでもないが、規制側においても、審査の効率化・迅速化はもとより、事業者が現行規制と同等以上の安全性をプラント全体としてより効率的に確保できるよう、規制の合理化に向けた不断の取り組みを行うべきである。例えば、福島第一原子力発電所の事故後、多くの原子力発電所が長期にわたって稼働を停止している。原子力規制委員会は、この長期停止期間においては、事業者の適切な保管・点検によって設備の劣化を抑制可能との見解を示している。一定の手続きのもとで稼働停止期間を運転年限から除外する方向で、制度を見直すべきである<sup>13</sup>。

併せて、すべての原子力発電所の運転期間を 60 年に延長したと仮定しても、2040 年代以降、原子力発電所の設備容量は著しく縮小する見込みである。2050 年 CN に向けた選択肢として原子力を活用していくために、60 年を超える運転期間の検討はもとより、安全性が向上した革新軽水炉に加え、SMR や水素製造に活用できる高温ガス炉等を念頭に、政府として新たなプラントの建設方針を示すべきである。東日本大震災後 10 年以上が経過する中で、原子力事業を支え

<sup>13</sup> p.51 参考資料 16 原子力発電所の運転期間延長の必要性

る技術・人材・サプライチェーンの維持に極めて深刻な懸念が生じている<sup>14</sup>。もはや一刻の猶予もなく、早急な検討が強く求められる。

【図表 9】 原子力発電の設備容量の見通し

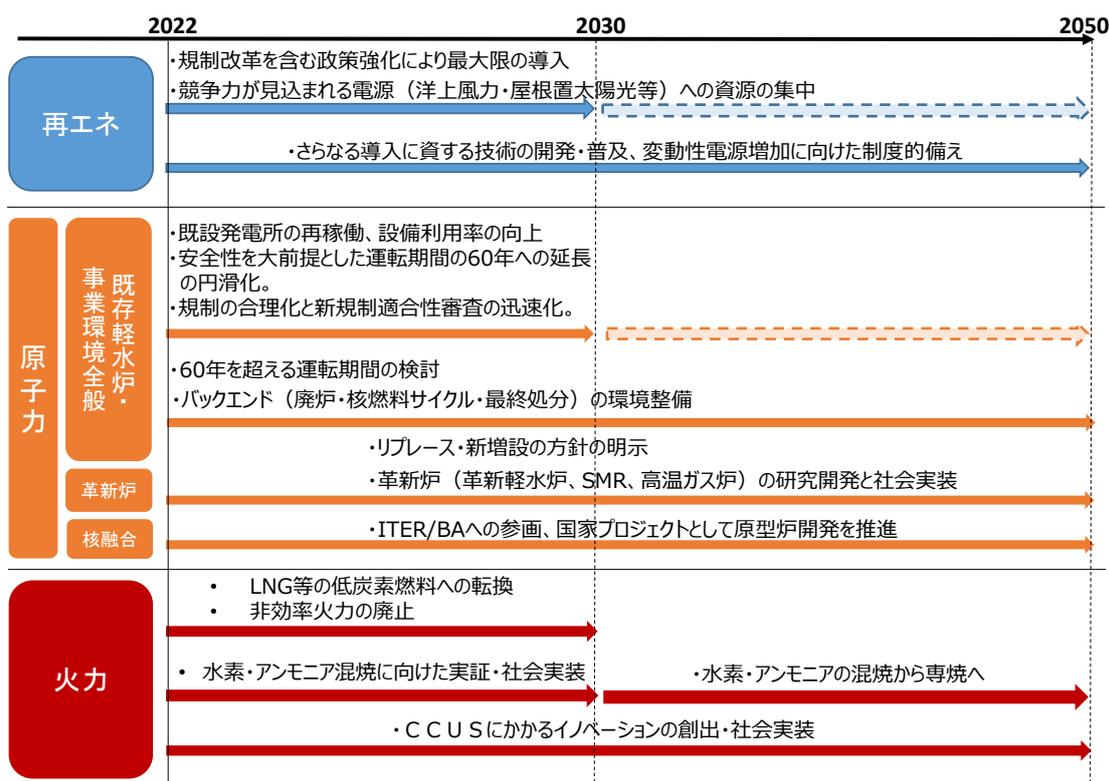


より長期を見据えれば、核融合も、わが国こそ積極的に取り組み将来実現すべき有望な選択肢である。核融合は、資源の枯渇のおそれがないほか、発電時に高レベル放射性廃棄物を発生しないエネルギー源である。また、連鎖反応ではないため、相対的な安全性が極めて高い技術として、将来の社会実装が期待される。わが国として、ITER 計画やBA（幅広いアプローチ）活動といった既存の国際プロジェクトを着実に推進するとともに、国内での原型炉の開発までを見据えて、具体的なロードマップを示し、国家プロジェクトとして研究開発に取り組むべきである。

以上のような原子力全般の取り組みを進めるにあたって、核燃料サイクルの確立、最終処分の実現といったバックエンドへの対応は当然の前提となる。事業者の不断の取り組みはもちろんだが、国の積極的な関与のもと、各種の取り組みが着実に前進することを期待する。

<sup>14</sup> p.52 参考資料 18 原子力の事業環境・人材 - 原子力関連企業の事業環境  
 p.53 参考資料 19 原子力の事業環境・人材 - 建設プロジェクト従事経験者の推移  
 p.53 参考資料 20 原子力の事業環境・人材 - 原子力発電所の長期停止による影響

【図表 10】 発電分野のロードマップ



### ③電化の推進・エネルギー需要側を中心とした革新的技術の開発

こうしたエネルギー供給構造の転換と併せて、エネルギー需要側における対応も求められる。

第一に、省エネ・電化である。さらなる省エネを進めつつ、既にコスト競争力を獲得している電化製品（例：ヒートポンプや電熱線等）の普及を促すことで、家庭やオフィス等の電化を加速し、電化率の向上を図る必要がある。

第二に、イノベーションである。既に、数多くの企業・業界が、前述した水素還元製鉄や、ケミカルリサイクル技術、メタネーション技術、DACCS／BECCS、自動車の電動化、建物・住宅（既存・新築双方）のZEB／ZEH化といった、エネルギー需要側における電化・省エネ・脱炭素化につながるイノベーションに積極果敢に取り組んでいる<sup>15</sup>。政府は、これら革新的技術の開発およびそのコスト低減を含む社会実装に向けたイノベーションを一層加速する観点から、継続的かつ強力な支援策の展開や、投資環境の整備を図るべきである。その際、企業単独の努力では限界があるため、大学・研究機関等との連携も必要

<sup>15</sup> 経団連は2020年6月に、「チャレンジ・ゼロ」を新たに立ち上げ、政府と連携しつつ、わが国の企業・団体（エネルギーの需要側・供給側双方含む）によるCNに向けたイノベーションへの挑戦を後押ししている。 <https://www.challenge-zero.jp/>

となる。将来のイノベーションの不確実性に鑑み、多様な技術のポートフォリオ等、様々な道筋を想定しておくことも重要となる。

【図表 11】 エネルギー需要側におけるイノベーションの取り組み例<sup>16</sup>

- ◆生産プロセスの変革、革新的製品・サービスの開発・普及
  - ・産業部門：鉄鋼業における水素還元製鉄の実現など、主要産業における製造プロセスの抜本的な変革等
  - ・運輸部門：環境性能に優れた自動車・船舶・航空機・鉄道車両等の導入、自動車においては技術中立的な形での電動化や燃料対策等
  - ・民生部門：既存を含む建物・住宅の高断熱化・ZEB/ZEH化・電化・BEMS/HEMSの導入の推進等
- ◆材料におけるカーボンサイクル、ケミカルサイクルの推進
- ◆ネガティブエミッション
  - ・森林吸収源対策、DACCS、BECCS

第三に、グローバル・バリューチェーンである。グローバル化が進んだ今日、多くの経済活動は国境を越えて展開されており、企業のバリューチェーンも世界中に張り巡らされている。こうした中では、製品の製造段階のみならず、その原料調達から生産、使用、廃棄、リサイクルといったライフサイクル全体を通じた排出量に注目し、その総量の削減を図っていくべきである。すなわち、LCA（ライフ・サイクル・アセスメント）の視点から、グローバル・バリューチェーンを通じた削減を後押しすることが欠かせない<sup>17</sup>。

#### ④グリーンディール

2050年CNの実現のためには、継続的に巨額の投資が必要となる。例えば、IEA（国際エネルギー機関）の分析<sup>18</sup>によれば、2050年CNに必要となる年間投資額は、世界全体で約4兆ドルとされている。これを、世界に占める日本のCO<sub>2</sub>排出割合（約3%）に割り戻すと、日本国内での必要年間投資額は約14.2兆円（1ドル＝118円換算）となる。この場合、2050年までの累計投資額は約411.8兆円となる。

<sup>16</sup> 産業部門における具体的な取り組みに関しては、p.54～61 参考資料 22～36 参照。

<sup>17</sup> 経団連は、GVCを通じた削減貢献の考え方とその重要性をアピールすべく、様々な業種・企業による削減貢献の「見える化」事例を、コンセプトブック「グローバル・バリューチェーンを通じた削減貢献」として取りまとめ、毎年改定している。

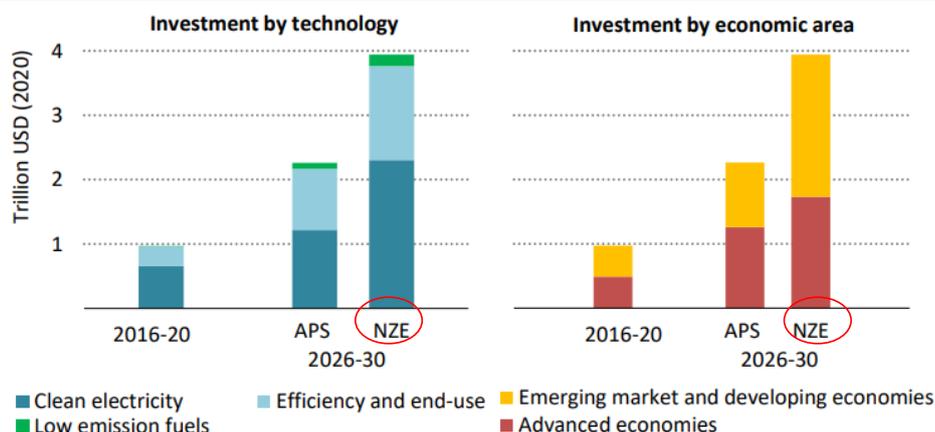
<https://www.keidanren.or.jp/policy/2018/102.html>

<sup>18</sup> IEA(2021) “World Energy Outlook 2021”

<https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021>

【図表 12】 2050 C Nに向けた投資額（ I E A試算）

- ◆ **IEA(国際エネルギー機関)World Energy Outlook 2021の試算**によれば、2050年カーボンニュートラル達成に必要となる2030年までの年間の総投資額(クリーンエネルギー関連、足もとの実績は年間約1兆ドル)は、**世界全体で約4兆ドル**。
- ◆ **世界に占める日本のCO2排出割合(3%)**に応じて分配すると、**必要年間投資額は約14.2兆円**。(1ドル=118円換算)  
⇒ 2050年までに引き直した場合(2022~2050年の29年間)の**累計投資額は、約411.8兆円**。



(注)APS(Announced Pledges Scenario): 各国が宣言した野心が実現し、世界のCO2排出量が2050年までに40%減少するシナリオ  
 NZE(Net Zero Emissions by 2050 Scenario): 世界のCO2排出量が2050年までにネットゼロ(カーボンニュートラル)を達成するシナリオ  
 (出所) IEA World Energy Outlook 2021より作成

この 400 兆円程度の投資を官民で実現し、産業競争力強化と持続的成長へと着実につなげていかなければならない。投資の実現に向けて、わが国における「グリーンディール」政策の推進が必要となる。

政府は、民間の継続的な投資を促すため、自ら中長期の財政支出にコミットすべきである。その際、技術・政策等に関する時間軸を付した、実効あるロードマップも併せて明示する必要がある。

諸外国をみると、EUでは、「7か年予算」および「復興基金」の総額 1.8 兆ユーロのうち、3割にあたる 5,500 億ユーロ(約 71.5 兆円)を気候変動対策に集中的に投入する予定としており、年間にするると約 10.2 兆円の規模である。また、米国では、「超党派インフラ投資計画」に基づくエネルギー・気候関連の主な支出について、今後 5 年間で 800 億ドル(約 9.4 兆円)を見込んでいるほか、「Build Back Better Act」に基づく気候変動関連の研究開発・インフラ投資として、今後 10 年間で 5,500 億ドル(約 64.9 兆円)の支出を見込んでおり、両者の合計で年間約 8.4 兆円の規模となる。

こうしたデータから、日本で必要となる政府負担額を、世界に占める各国のCO2排出量割合(米国=約 14%、EU=約 9%、日本=約 3%)に基づき機械的に計算すると、年平均で約 2 兆円程度となる。

その際、GXに向けた投資が今後の成長をもたらすものであることや、欧州諸国を中心にいわゆる「グリーン国債」の発行が始まっていることなどに鑑み、わ

が国におけるグリーンディールの財源については、CNに向けたトランジション及びイノベーションに関する技術の開発・社会実装に用途を限定した国債「GXボンド」の発行等で賄うべきである。

現在、政府は10年間で2兆円という規模の「グリーンイノベーション基金」の運営を始めている。これは、企業の研究開発投資を後押しするものとして経済界としても評価している。しかしながら、長期の研究開発という不確実性の高い民間投資に対するリスクテイクの補完機能や、対象としてカバーするプロジェクトの範囲、社会実装・商用化のフェーズまでを視野に入れた規模の面等の観点からは、必ずしも十分とはいえない。また、技術は日進月歩であり、現行基金のプロジェクト選定段階では想定されていなかった技術が、今後有望とされる可能性もある。研究開発への支援策に限っても、現行と同規模の基金を再び組成する必要がある。

経済界は、GXの実現に向け、積極的な研究開発投資や設備投資に取り組んでいく覚悟である。その際、企業自らも、需要拡大への取り組みを進めていくことの検討も必要となる。例えば、2021年11月のCOP26では、米国と世界経済フォーラム（WEF）が、CNに向けた重要技術の早期市場創出に向け、世界の主要グローバル企業が重要技術の購入をコミットするプラットフォーム、「ファースト・ムーバーズ・コアリション<sup>19</sup>」を立ち上げたところである。こうした事例も参考に、わが国経済界として、GXに向けた民主導の大きなうねりを起こす必要がある。

政府が中長期的な財政支出をコミットするにあたっては、とりわけ、リスクの大きい革新的技術の研究開発や、水素サプライチェーンなど大規模なインフラ整備など、市場原理だけに任せては取り組みが円滑に進まない分野への投資が特に重要となる。こうした分野に対する強力な財政的支援、民間投資促進のインセンティブとなる研究開発税制の拡充や規制改革等を講じていくべきである。さらに、新たな技術等の社会実装・普及の促進や国際的に公平な競争環境の整備に向け、特に事業の初期段階における投資の予見可能性を高めるための大胆な支援制度の創設をはじめ、投資回収が見込める適切なスキーム等の整備や、産業用の電力・水素にかかるエネルギーコストなどのオペレーションコスト面の支援を展開していく必要もある。

---

<sup>19</sup> アップル、アマゾンなど34社が初期メンバー。参加企業は、2030年までに、開発初期、実証、試作段階にある技術によって提供される製品やサービスを購入することをコミットする。鉄鋼、セメント、アルミニウム、化学品、海運、航空、トラック輸送、DACの各分野が対象。

## ⑤サステナブル・ファイナンス

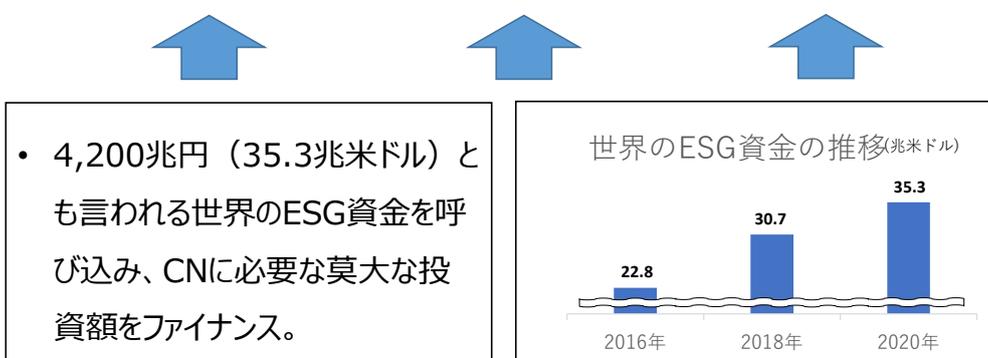
前述の通り、CN実現に向けた必要投資額は莫大なものとなる。こうした中、世界のESG資金の規模は約4,200兆円とも言われており、機関投資家は、ESG資金の有望な投資先を強く求めている。わが国がGXを進める際に生じる莫大な資金需要に対して、国内外のESG資金を取り込むことは、GXの実現可能性を大きく左右する。また、今後著しい成長が予測されるアジア全体においても、莫大なGXの資金需要が見込まれることから、わが国がアジアにおけるサステナブル・ファイナンス機能の中心としての地位を確立し、GXを軸とした投資循環を創出する必要がある。

【図表13】 ESG資金によるグリーンディールのファイナンス（イメージ）

### 2050年CNに必要な投資額

- 2050年CN実現のためには、2050年まで、継続的に巨額の投資が必要。その額は、**累計で、400兆円程度にものぼる見込み。**

IEAのWorld Energy Outlook 2021によれば、2050年CNに必要な世界の年間総投資額は4兆ドル。日本の必要投資額を対世界でのCO2排出割合(3%)に基づき計算すると**約14.2兆円/年。2050年までの累計で約411.8兆円。**



ESG投資では、サステナビリティの要件に合致することに加え、企業の成長を通じた投資リターン確保が求められている。そこで、資金調達を行う事業者は、GXを通じた自社の事業変革のコミットメントと具体的な戦略を開示し、不断に実行していかなければならない。同時に、金融機関や投資家は、事業者の伴走者として、建設的な対話を通じて、事業者の取り組みを適切に評価し、効率的な資金供給を図る必要がある。

政府は、パリ協定に整合し、科学的かつ実効性の高い形でわが国としてのGXに向けたグランドデザインを示すとともに、国際ルールと整合する形で、情報開示や評価に関する基盤整備を進め、市場機能を強化していかなければならない。とりわけ、実行可能な形でCNへの着実な移行を進めるためには、トランジショ

ンの視点が不可欠となる。トランジションの主流化に向け、米国やアジアなどと連携しつつ、サステナブル・ファイナンスをめぐる国際的な基準作り・ルール形成等において主導権を発揮していくことが求められる。

情報開示は、事業者と投資家の建設的な対話の起点となる。TCFD（気候関連財務情報開示タスクフォース）の開示枠組みに賛同する機関数は、既に日本が世界一位（758機関、2022年3月時点）であり、取り組みが大きく進展してきている。2021年には、コーポレートガバナンス・コードが改訂され、2022年4月開始のプライム市場上場企業は、TCFDまたはそれと同等の枠組みに基づく開示の質と量の充実が求められることになった。わが国として、コーポレートガバナンス・コードに基づくTCFD開示のベストプラクティスを蓄積するとともに、国内外のESG投資家等の啓発、TCFD開示企業の裾野の拡大など、開示の質と量の充実に一層取り組む必要がある。

併行して、こうした蓄積を踏まえ、IFRS財団が2021年11月に設置した「国際サステナビリティ基準審議会（ISSB）」におけるサステナビリティ報告基準開発の議論にも積極的に参画し、グローバルな基準の基盤整備に貢献していくべきである。2022年3月には、ISSBから気候関連開示基準を含めたサステナビリティ開示基準についての公開草案が、米国SECから気候関連開示規則についての公開草案が、それぞれ公表されており、こうした機会を捉えて、意見発信を行うことが肝要である。

関連して、現在、日本証券取引所グループを中心に、ESG債に関する情報を一元的に集約するプラットフォームの構築に向けた検討が進められている。企業や投資家双方にとって実務上有益な情報が得られる環境をより一層整備し、発行体と投資家の対話を促進していくことが重要である。

こうした情報開示基盤の整備に加えて、サステナブル・ファイナンスの信頼性を確保するとともに、排出量が実質ゼロの水準にある技術のみならず、イノベーションやトランジションに必要となる幅広い技術・活動にも資金動員を促すためには、評価基盤のさらなる整備も求められる。政府は、「ゼロエミ・チャレンジ」企業リストの海外発信強化とともに、「クライメート・トランジション・ファイナンスに関する基本指針」および同指針に基づく「分野別ロードマップ」の拡充・国内普及・海外発信に努めるべきである。また、資金調達手段の多様性を確保し、真に環境改善効果を有する事業への投融資を拡大させるべく、政府は、「グリーンボンドガイドライン」および「グリーンローン及びサステナビリティ・リンク・ローンガイドライン」の一層の国内普及にも努めるべきである。さらに、世界的なサステナブル・ファイナンスの拡大を背景に、ESG評価・データ提供機関の重要性が増す中、ESG評価・データ提供機関の行動規範の確立も必要である。

## ⑥産業構造の変化への対応

政府の「成長戦略実行計画」（2021年6月閣議決定）では、政府として、2050年CNに伴う産業構造転換を支援するとされている。具体的には、政府が、自動車の電動化に伴うエンジン部品サプライヤーの電動部品製造への挑戦や、ガソリンスタンド・整備拠点の地域における新たな人流・物流・サービス拠点・EVステーション化といった攻めの業態転換を支援すること、さらには産業構造転換に伴う失業なき労働移動を支援することなどが掲げられている。

わが国の足元の雇用状況を見ると、CNの影響を少なからず受ける鉄鋼、化学、非鉄金属、紙・パルプ、セメント、石油・石炭製品、輸送用機器といったエネルギー多消費産業や、化石燃料に携わる電力・ガス業界における常時従業者数は、合計で約250万人を占めている<sup>20</sup>。

こうした中、OECDのモデル分析<sup>21</sup>等によれば、温室効果ガスの排出制約により、既存のCO<sub>2</sub>多排出事業は転換を迫られる一方、CNに大きな役割を果たす新事業が生まれ、新たな雇用機会が創出されることも示唆されている。

そこで政府は、GXへの挑戦を新たな経済成長につなげるべく、新事業への転換や労働移動を円滑に進めていく必要がある。

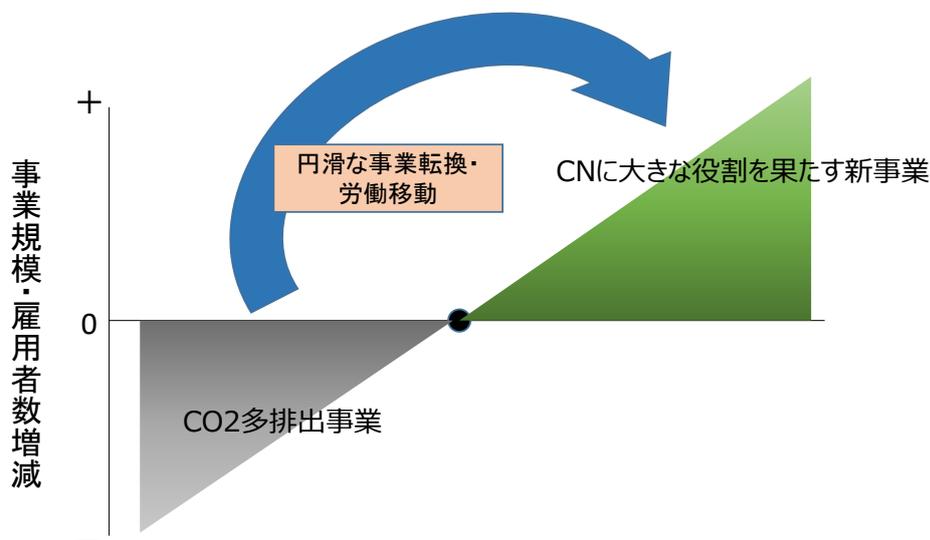
---

<sup>20</sup> p.65 参考資料 44 わが国製造業の雇用状況

<sup>21</sup> OECD(2011) ” Employment Impacts of Climate Change Mitigation Policies in OECD: A General-Equilibrium Perspective”

【図表 14】GXを通じた事業転換・労働移動のイメージ

- OECDのモデル分析等によれば、温室効果ガスの排出制約により、既存のCO2多排出事業は転換を迫られる一方、カーボンニュートラルに大きな役割を果たす新事業が生まれ、雇用が創出される。
- カーボンニュートラルへの挑戦を経済成長につなげるため、新事業への転換・労働移動（社内・社外）を円滑に進める必要。



(注) 図はイメージとしての一例であり、計数データに基づくものではない。

具体策として、第一に、円滑な事業転換等に向けた支援策の展開である。その一つとして、CNに伴う円滑な事業転換等を促す時限的な立法措置の検討が求められる。政府が1987年に制定した「産業構造転換円滑化法」の事例<sup>22</sup>等も参考に、供給過剰に直面した事業者に対し、設備の処分や事業転換・多角化を、低利融資や税制優遇などを通じて支援することや、生産額や雇用の減少している地域や業種を認定し、基金による出資や政府による債務保証等を通じて支援することを法的に担保することなどが考えられる。こうした立法措置と併せて、CNに向けた国際競争に勝ち抜いていく観点から、国内の複数企業による産業構造転換に向けた自律的な連携や、企業・組織再編を促すための環境整備等についても検討していくべきである。

第二に、円滑な労働移動の推進である。リカレント教育やリスキリングの充実・強化に向け、産学連携等によるプログラムの開発・提供、企業による受講促進、働き手の意識改革、国・自治体等による積極的な支援を進めていくべきである。併せて、企業・グループ内における労働移動を促すため、CNに伴い成長が

<sup>22</sup> 1980年代前半に顕著となった貿易収支不均衡と、85年のプラザ合意を契機とする急激な円高の進行への対応として、国際協調型の産業構造転換を図るべく制定。

見込まれる事業への配置転換や新たな成長事業等の発掘・展開等も求められる。さらに、社会全体での労働移動を促すため、雇用のセーフティネットの整備を前提に、中途・経験者及び通年採用の拡大、副業・兼業の普及、マッチング機能の強化、日本型雇用システムの見直し、多様で柔軟な働き方の推進なども重要となる。

政府は現在、GXやDXが進展する中、新たな成長分野への円滑な労働移動や、これらの分野で付加価値を生み出せる人材の育成を推進すべく、3年間で4,000億円規模の施策パッケージを展開するとしている。同パッケージにおいても、GXの担い手となる労働力の量と質を確保するための様々な措置を盛り込んでいくべきである。

## ⑦カーボンプライシング

### (i) 基本的考え方

カーボンプライシングは、炭素排出に価格を付けることで、削減手段を特定することなく、経済的インセンティブによって、民間活力を活かしながら排出主体の削減を促していく政策手法である。

カーボンプライシングは、抜本的なイノベーションにつながる制度設計を行い、産業競争力への影響を検証した上で、適切なタイミングで導入することができれば、2050年CNを実現する手段となり得る。

2021年6月に政府が策定した「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」においても、カーボンプライシングについて、「産業の競争力強化やイノベーション、投資促進につながるよう、成長に資するものについて、躊躇なく取り組む」とされており、こうした経団連の認識と軌を一にするものである。

カーボンプライシングには、炭素排出量に応じて課税する「炭素税」や、排出量の上限規制を行う「キャップ&トレード型の排出量取引制度」のほか、エネルギー関係諸税、FIT賦課金、クレジット取引、インターナル・カーボンプライシング、自主的な取り組みなど、様々な類型が存在する。これらの類型の中から、成長に資する仕組みを導入していくべきである。

望ましいカーボンプライシングの類型選択にあたっては、以下に述べる通り、(イ)排出削減効果、(ロ)マクロ経済・産業競争力への影響、(ハ)国民負担のあり方、(ニ)効率的な削減、(ホ)他制度・仕組みとの関係、(ヘ)国際的整合性を考慮する必要がある。

(イ)排出削減効果：カーボンプライシングによって排出削減が着実に進むかどうかを検証すべきである。

(ロ)マクロ経済・産業競争力への影響：CN実現への道筋は、個々の産業によ

って千差万別であり、コストや社会実装の可能性等を含め、分野別の技術の確立状況等を踏まえた適切な時間軸を設定した対応が必要となる。とりわけ、国際競争に晒され、かつ現時点でCNを実現する有効な技術・手段を有していない産業に対し、ペナルティとなる形でカーボンプライシングを課せば、コストの増加が生じるだけで排出削減は進まず、かえって産業競争力を損なう結果となるおそれがある。こうした産業に対しては、代替手段が確立するまでの時間軸を踏まえた配慮が求められる。

- (ハ) 国民負担のあり方：カーボンプライシングによって新たな国民負担が生じ得ることから、その社会的受容性や、企業の価格転嫁のあり方、主体間の負担の公平性等について、予め十分な議論を尽くす必要がある。
- (ニ) 社会全体としての効率的な削減の実現：すなわち、幅広い排出主体の削減を促すと同時に、経済全体の効率性を損なうことのないカーボンプライシングの仕組みを設計する必要がある。
- (ホ) わが国の他の制度・仕組みとの関係：わが国では現在、炭素税の一つである地球温暖化対策税に加えて、経済界の主体的取り組みや省エネ法、FIT賦課金など、温室効果ガス削減に向けた様々な取り組み・施策が導入されている。これらと補完関係・相乗効果（シナジー）を有するカーボンプライシングのあり方を検討する必要がある。もし、新たなカーボンプライシングの導入が、既存の取り組み・制度と重複する場合は、屋上屋を架すことのないよう、思い切ったスクラップ&ビルドも検討すべきである。
- (ヘ) 国際的整合性：わが国が採用するカーボンプライシングの実効性が、諸外国で採用されているカーボンプライシング制度に比べても遜色ないことを、明確に説明できる仕組みであることが求められる。

#### (ii) 考慮事項を踏まえたカーボンプライシング

各業界のCO<sub>2</sub>削減に向けた主体的な取り組みである「経団連 カーボンニュートラル行動計画」は、これらの考慮事項を概ね満たしている。同計画は、これまで着実な取り組みが進んできたことなどから、2021年10月に閣議決定された「地球温暖化対策計画」における経済界の対策の柱と位置付けられている。

また、前述の通り、わが国では炭素税の一つである「地球温暖化対策税」が導入されているほか、省エネ法、FIT賦課金、J-クレジット制度といった、温室効果ガス削減に向けた様々な政策手法を導入済みである。こうした中、政府は、企業がクレジット市場を通じた自主的な排出量取引等を行う「GXリーグ」の基本構想を提案しているところである。

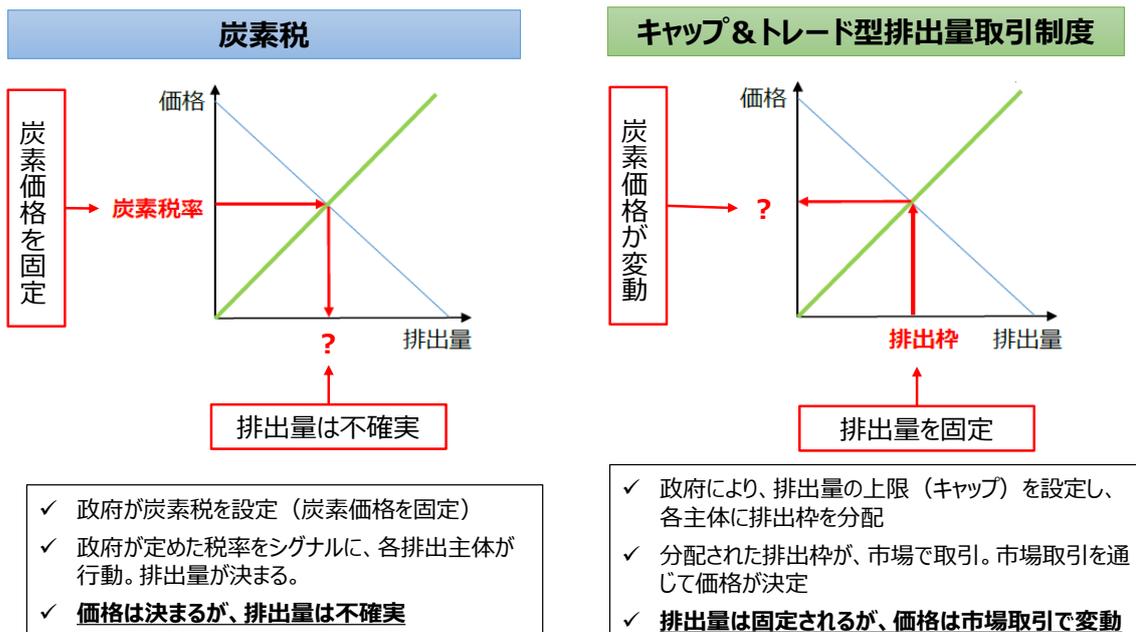
政府が掲げる野心的な削減目標の達成に向けては、現行の主体的取り組みや省エネ法等の規制的措置と併せて、カーボンプライシングを含む様々なポリシ

一ミックスを不断に検討していくことが重要である。

カーボンプライシングのうち、炭素税の新規導入や地球温暖化対策税の税率引き上げは、排出量が固定できないうえ、排出削減効果は限定的である。十分な排出削減効果を得ようとすれば、高率の税を課さざるを得ず、気候の厳しい地域をはじめとする国民の生活への大幅な負担の増加を招くのみならず、国際的にみて既に高いエネルギーコストを負担している産業の国際競争力を損なうおそれも高い。こうしたことから、炭素税の新規導入や地球温暖化対策税の引き上げは、少なくとも現状では合理的とは考えられない。

一方、キャップ&トレード型の排出量取引制度は、削減の確実性を担保しつつ、産業競争力への影響について、国際競争の状況や代替技術の進展なども踏まえ、上述の考慮事項に柔軟に対応できるカーボンプライシングであると言える。タイミングも含め日本の実情に即した適切な制度設計ができれば、有力な選択肢となり得る。

【図表 15】 炭素税とキャップ&トレード型排出量取引制度の特徴比較



(出所)環境省「カーボンプライシングの意義」(2017年7月)より作成

(iii) 今後の対応— 3つの対応の同時実施

以上を踏まえれば、今後の対応の方向性として、「カーボンニュートラル行動計画」の着実な実施や「GXリーグ」の推進を行うとともに、きめ細かな配慮が必要となる「キャップ&トレード型の排出量取引制度」についての検討も今から開始すべきである。すなわち、以下の3つの対応の同時実施が求められる。

第一に、経済界の気候変動対策として、カーボンニュートラル行動計画の着実

な実施を図り、B A Tの最大限の導入による排出削減と、革新的技術の開発を推進すべきである。経済界としても、不退転の決意でこれに臨む。併せて、企業による自主的な炭素排出への価格付けである「インターナル・カーボンプライシング」についても、そのベストプラクティスの普及・促進を図るべきである。

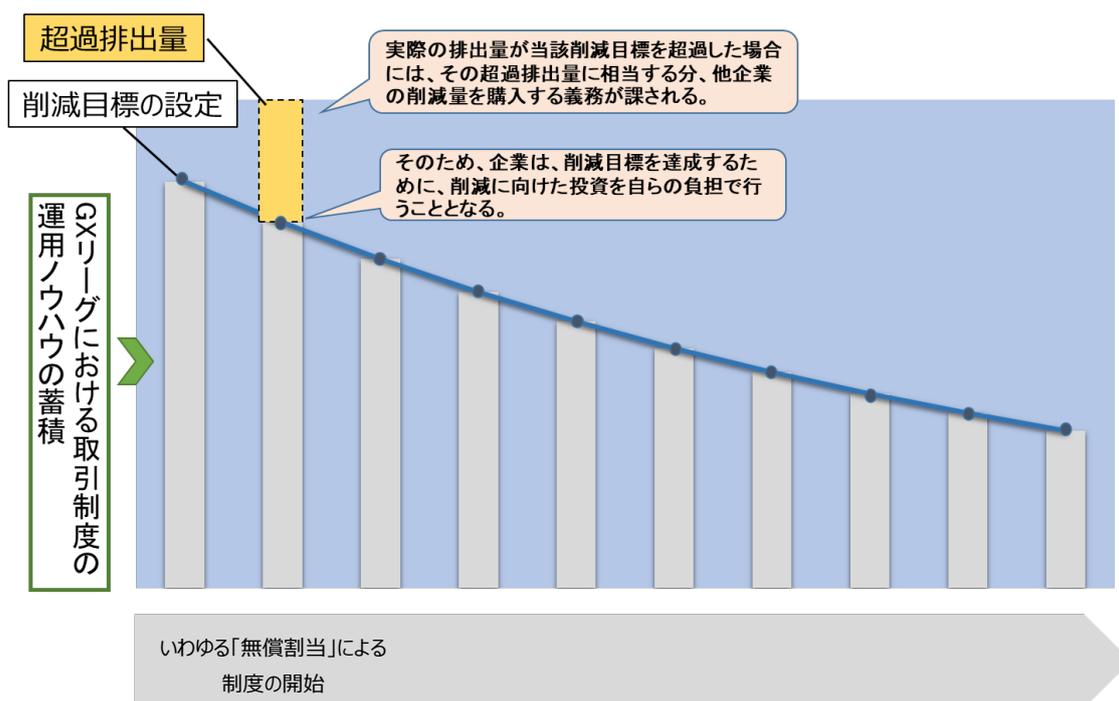
第二に、キャップ&トレード型の排出量取引制度の検討の開始である。同制度は、G Xに向けたグランドデザイン全体も踏まえ、多くの事項についてきめ細かに配慮した設計が必要となる一方、わが国では、他国に比べ知見の積み重ねが乏しいことから、制度の今後のあり方について、今から検討を開始しなければならない。そのため、各業を所管する省庁に加え、様々な業種の参加の下、諸外国の先行事例の詳細な実態調査を行いつつ、成長に資する制度のあり方を議論すべきである。

議論にあたっては、既に実施が決まっているG Xリーグを排出量取引制度に発展させることが可能かを検討することが、現実的かつ効率的であり、望ましい。

また、排出量取引制度は、少なくとも当初は全ての対象排出主体について、目標を達成していれば排出対価を負担しなくても良い仕組み、いわゆる「無償割当」により制度を開始すべきである。この仕組みであっても、排出目標を超過して排出した企業には、その超過排出量に見合うだけの排出枠を他企業から購入する義務が課される。そのため、企業は、排出目標を超過しないよう、削減のための投資を自らの負担で行うこととなる。

配慮が必要な事項としては、例えば、(イ) 業種・企業ごとのB A T (削減技術と時間軸)を考慮した削減目標の適切な設定 (目標設定に当たって透明性・公平性を確保等)、(ロ) 産業競争力の維持、とりわけ国際競争にさらされる Hard-to-abate 産業等への特別な対応のあり方(含、いわゆる「無償割当」の取り扱い等)、(ハ) 政府による民間の事業活動への過度な介入への懸念の払しょく、(ニ) エネルギーの安価安定供給、(ホ) 対象となる事業所の範囲 (含、対象外となる事業所・企業の取り扱い (公平性の観点等) )、が挙げられる。

【図表 16】 キャップ&トレード型排出量取引制度（イメージ）



第三に、GXリーグの積極的な推進とこれを通じた排出量取引制度の知見の蓄積である。GXリーグは、経済社会システム全体の変革のための議論と新たな市場の創造のための実践を行う場として極めて有意義である。経済界としてもGXリーグに積極的に参画していく所存であるが、政府は、GXリーグ参加企業の排出量のMRV（Measurement, Reporting and Verification＝測定・報告・検証）に関するルール整備を含め、この取り組みを全力で推進すべきである。その上で、GXリーグにおける様々な実践を行う中で、キャップ&トレード型の排出量取引制度に関する知見・ノウハウの蓄積を図り、排出量取引制度に発展させることが可能かどうか、検討を深めていくことが求められる。

#### (v) 炭素税に関する考え方

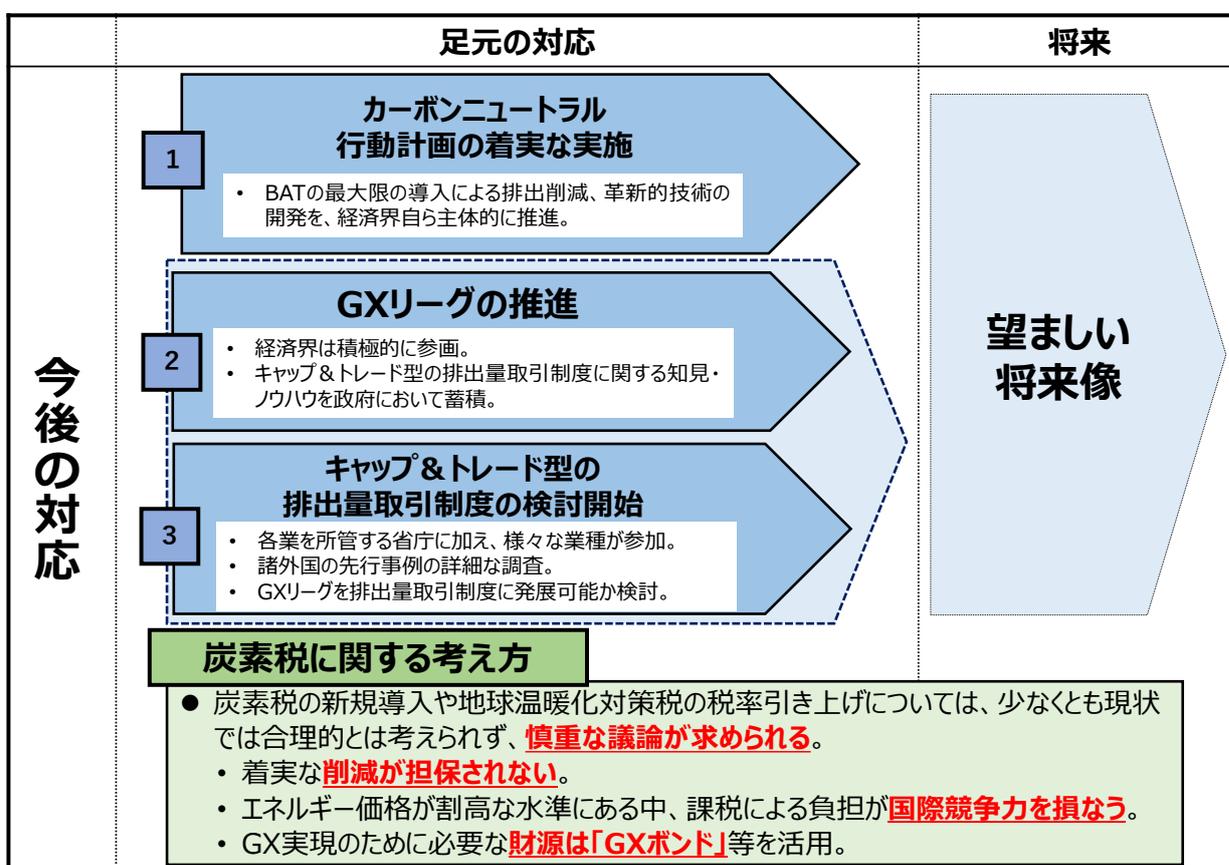
多くの企業は、CNの実現やカーボンニュートラル行動計画の推進に向け、既に多大なコスト負担を伴う投資を行っている。まずは、各種研究開発投資や、設備投資に加えて、環境価値に前向きな企業等の取り組みに資する税制措置を講じることが重要である。

上述の通り、炭素税の新規導入や地球温暖化対策税の税率引き上げでは、着実な削減が担保されず、また、エネルギー価格のさらなる増加を招くことから、既に国際的にエネルギー価格の高い日本においては、少なくとも現状では合理的とは考えられない。また、GX実現のために必要な財源については、前述のグリーンディールの項でも述べた通り、「GXボンド」等を活用すべきである。

以上の理由から、炭素税の新規導入や地球温暖化対策税の税率引き上げについては、慎重な議論が求められる。その上で、炭素税を含むカーボンプライシングの議論全体に関しては、以下の3つの視点が不可欠である。

すなわち、第一に、エネルギー関係諸税などの既存税制やFIT、省エネ法といった他の関連施策と補完関係・相乗効果を有することである。場合によっては既存税制や関連施策の抜本的な整理・見直しも視野に入れる必要がある。第二に、日本のエネルギーコストが国際的に割高な水準にある中、課税による負担が産業の国際競争力を損なわないことである。第三に、CN実現に不可欠なイノベーションの担い手たる企業の活力を奪わないことである。

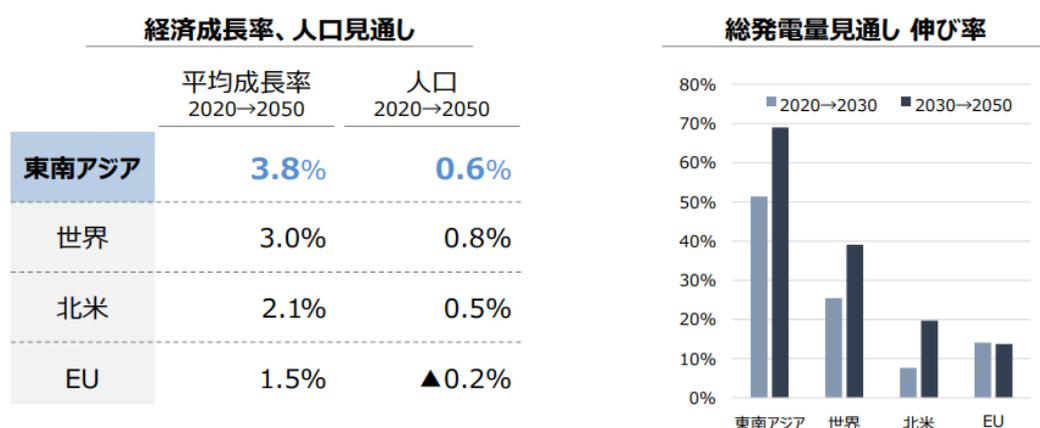
【図表 17】カーボンプライシングにかかる今後の対応（イメージ）



### ⑧攻めの経済外交戦略

世界全体の温室効果ガス排出量の約3%を占めるわが国として、地球規模でのCNに貢献すると同時に、東南アジアをはじめとする海外の旺盛なグリーン需要を取り込むことで国内の成長を実現する観点から、攻めの外交戦略を展開すべきである。

【図表 18】 アジアのCN化を支援しつつわが国の経済成長を実現



(注) 総発電量は、IEA World Energy Outlook2021 Stated Policies Scenarioにおける数字  
(出所) 経済産業省資料

第一に、途上国・新興国の脱炭素化の後押しと、わが国企業のビジネス機会の創出が重要である。地球規模の気候変動問題の解決には、先進国、途上国・新興国を含む、全ての排出国による野心的かつ真摯な取り組みが不可欠である。各国の国情に応じた多様な対策を尊重しつつ、各国の対策の実効性および国際的公平性を確保していくことは、カーボン・リーケージの抑止、さらには自由で公正な貿易体制の維持の観点からも重要となる。

特に今後、エネルギー需要の著しい拡大が見込まれるアジア諸国の果たす役割は極めて大きい。そこで、日本政府が主導するAETI (Asia Energy Transition Initiative) を通じて、アジアの国々の産業構造、エネルギー供給構造、社会構造、地理的条件等の違いにも配慮した、実効ある脱炭素への移行(エネルギー・トランジション)を支援していくべきである。その際、日本政府は、CEFIA (Cleaner Energy Future Initiative for ASEAN) といった枠組みも活用しつつ、官民連携の下、アジアにおける低炭素・脱炭素技術の普及に向けて、相手国における現実的かつ実効ある政策・制度構築等のビジネス環境整備に、現地の政府・経済界とともに取り組む必要がある。併せて、インフラシステムの海外展開を推進すべく、ODA等の公的資金による一層の支援強化等も重要となる<sup>23</sup>。これらを通じて、日本の優れた技術、製品、サービス、システム等の普及・展開を促し、アジア各国とともにグリーン成長を実現し、同時にアジア全体での脱炭素化を主導していくことで、「アジア・ゼロエミッション共同体<sup>24</sup>」を

<sup>23</sup> 経団連「戦略的なインフラシステムの海外展開に向けて」—2021年度版— 参照：

<https://www.keidanren.or.jp/policy/2022/023.html>

<sup>24</sup> 岸田総理が2022年1月の施政方針演説において、以下の通り提唱したコンセプト：

「(中略) 重要なことは、我が国が、水素やアンモニアなど日本の技術、制度、ノウハウ

形成していくべきである。

また、わが国の「地球温暖化対策計画」では、JCM(二国間クレジット制度)について、官民連携で2030年度までの累積で1億t-CO<sub>2</sub>程度の国際的な排出削減・吸収量の確保を目指すこととされた。2021年11月のCOP26(国連気候変動枠組条約第26回締約国会合)では、JCMを含む市場メカニズムの実施ルールについて合意がなされ、パリ協定のルールブックが完成した。これを契機に、政府は、日本企業による国際貢献とわが国の削減目標実現を同時に追求する観点から、市場メカニズムの一類型(協力的アプローチ)であるJCMについて、一層の活用拡大に向けた環境整備を図るべきである。具体的には、2017年以降拡大していないJCMのパートナー国(現在17か国)の戦略的拡大、関連予算の増加、民間資金を中心とした事業の拡大、排出削減が見込めるプロジェクトの大規模化、制度運用面の改善等を行うべきである。

加えて、CNに向けた国際競争が熾烈となる中で、EUはタクソノミーを積極的に活用し、気候変動分野における国際標準・基準作りの主導権を握ろうとしている。日本は、こうした動きに受け身で対処するのではなく、国として国際的なルール形成に積極的に参画するとの方針の下、CNに資する国際標準・基準作りの議論をリードしていくべきである。

第二に、水素・アンモニアや、レアアース等、CN実現に不可欠なエネルギー資源の確保に向けた資源外交の展開も欠かせない。関係国との緊密な連携・協調の下、官民を挙げて、国際サプライチェーンの構築を加速していくべきである。併せて、円滑なトランジションの実現のためにも、既存の化石燃料の安定確保は引き続き極めて重要である。折しも、現下のウクライナ情勢は従来からの地政学リスクと併せて、わが国のエネルギー安全保障の脆弱性を改めて認識させた。経済安全保障の観点も踏まえ、各エネルギー源の調達先の多角化を進めつつ、関係国との資源外交を積極的に展開する必要がある。とりわけLNGについては、ウクライナをめぐる情勢と相まって、トランジションに資する低炭素燃料としてアジアや欧州での需要拡大も想定され、その安定確保の重要性が飛躍的に高まっている。調達先のさらなる多角化や上流開発の引き続きの推進とともに、産ガス国との協調・連携において国が主導的な役割を果たすべきである。

第三に、EUが導入予定の炭素国境調整措置(CBAM)については、WTOルールと整合的であることが前提であり、国際貿易上の悪影響を回避しつつ、途上国・新興国を含む世界各国が、実効性のある気候変動対策に取り組む誘因となるものでなければならない。わが国として、こうしたスタンスを明確にすると

---

を活かし、世界、特にアジアの脱炭素化に貢献し、技術標準や国際的なインフラ整備をアジア各国と共に主導していくことです。いわば、『アジア・ゼロエミッション共同体』と呼ぶものを、アジア有志国と力を合わせて作ることを目指します。」

もに、関係する国々との連携・対話を行っていく必要がある。その際、製品単位当たりの炭素排出量について、正確性と実施可能性の観点からバランスの取れた、信頼性の高い計測・評価手法に係るルールの方策・適用を図るとともに、CBAMの対象となる当該製品に生じる炭素コストの検証、競争相手国の実質的な炭素コスト等の把握、サプライチェーン全体のカーボン・フットプリントの「見える化」等を主導することが求められる。競争相手国の実質的な炭素コストの把握にあたっては、炭素税や排出量取引制度といった明示的なカーボンプライシングの有無のみならず、エネルギー関係諸税、FIT賦課金、省エネ法、企業の自主的な取り組み等、多岐にわたる気候変動対策のコストも含めた検証を行うべきである。

## 5. 2050年CNが実現した際の経済の姿

最後に、これらのGX政策パッケージを実行し、2050年CNを実現した場合のわが国の経済の姿について、株式会社価値総合研究所に委託し、試算を行った。

まず、2050年度の実質GDPは、2019年度比で91.0%増加し、1,026.8兆円となる。その間の年平均成長率は2.1%となり、政府が掲げる実質成長率の目標<sup>25</sup>が達成される。

また、CO<sub>2</sub>排出量は、2013年度比で81.5%減の2.3億トンとなった。これは吸収分を除いた排出量であることから、ネガティブエミッション技術や森林吸収源を通じて除去することで、温室効果ガス排出量の排出と吸収のバランス、すなわちCNが達成されることになる。

【図表 19】 2050年CNが実現した際の経済の姿

◆ CN実現に向けた投資により、2050年度に1,000兆円経済を実現。

	2019年度実績	GX実現シナリオ
実質GDP(※2011年基準)	537.5兆円	1,026.8兆円
(19年度比)	—	+91.0%
(年平均成長率)	+0.9% (※過去5年間の平均)	+2.1%
一人当たり実質GDP	426.0万円	1,007.4万円
CO <sub>2</sub> 排出量 (吸収分を除く)	12.1億トン	2.3億トン
(13年度比)	▲14.0%	▲81.5%

### 【主な前提条件】

- GX実現シナリオ：毎年10.6兆円(※)のCN関連の追加投資を行うことで投資主導の経済成長を追求。エネルギーの脱炭素化に加え、産業・経済システムが大きく転換し、イノベーションが発現。
- 一人当たりGDP：2019年度は総務省人口推計、2050年度は国立社会保障・人口問題研究所の将来推計人口(平成29年推計、出生率・死亡率中位仮定)より計算。

(※) IEAのWorld Energy Outlook2021において、2050年CNの実現には、世界の年間クリーンエネルギー投資額を足もとの約1兆ドルから約4兆ドルへ、約3兆ドル追加で増加させる必要があるとの見通しが示されたことを踏まえ、この3兆ドルを日本の排出量シェアに案分し、円換算した金額(26頁参照)

(出所) 株式会社価値総合研究所によるモデル試算より作成

<sup>25</sup> 「経済財政運営と改革の基本方針2021」(2021年6月閣議決定)では、実質2%程度を上回る成長を目指す旨記載。

## 6. おわりに

これまで述べてきた通り、GXは成長戦略の柱であるとともに、産業革命以来の人類史を画する、経済社会の大規模な変革である。国民や企業は大きな変化に挑戦することが求められ、必要な政策も幅広く、かつ緻密な取り組みが必要となる。

本提言では、わが国の産業競争力の維持・強化を図る観点から、GXに必要な施策を「GX政策パッケージ」として具体的に示した。政府は、国家のグランドデザインとなる同パッケージを早急に取りまとめ、着実に実行していくべきである。

GXは、未来に向けて避けて通ることのできない課題である。われわれの生存を脅かす気候変動問題を解決し、持続可能な発展を実現するためにも、わが国が世界に先駆けて経済社会の変革を成し遂げ、2050年CNを達成しなければならない。

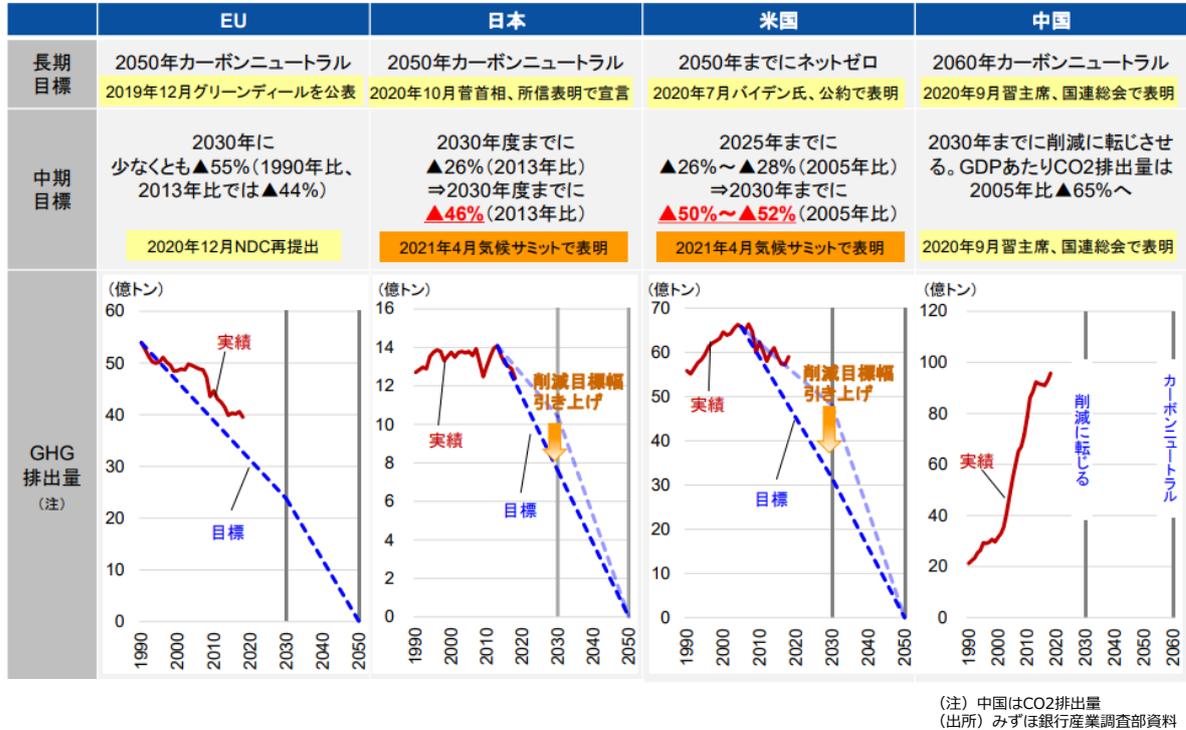
今こそ、国全体でグランドデザインを共有し、GXに向けて、あらゆる主体が協働していく必要がある。その際、科学的、論理的、定量的に、わが国の置かれている状況について、国民の理解を深めることが肝要である。経団連は、社会性の視座を持ち、「公」のため、「社会」のため、「国民」のために、今後も積極的な情報発信や政策提言を行い、国民的議論を喚起していく。

経団連は、GXに向けた先駆的な役割を果たしていく覚悟である。

以 上

# 別添：参考資料集

## 1. 日本および諸外国の削減目標



## 2. 日本の2030年度削減目標

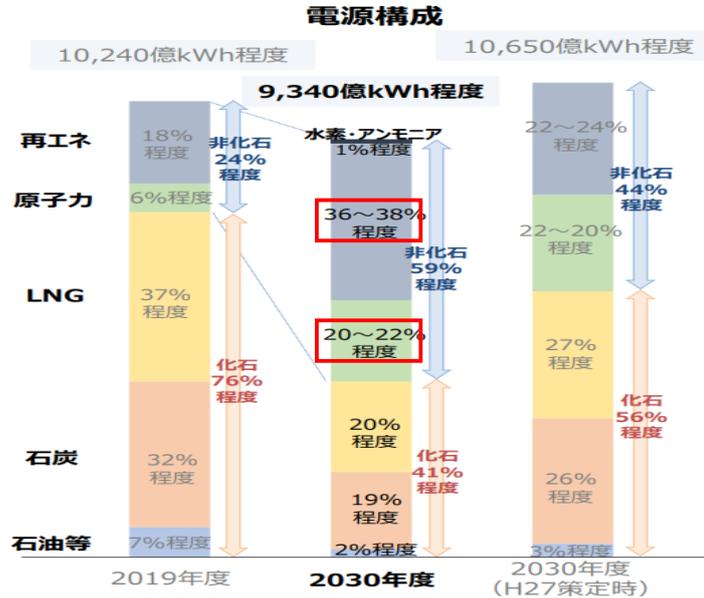
■ わが国は、中期目標として、**2030年度において、温室効果ガスを2013年度から46%削減**することを目指す（さらに、50%の高みに向け、挑戦を続けていく）ことを表明済。

温室効果ガス排出量・吸収量 (単位：億t-CO <sub>2</sub> )	2013排出実績	2030排出量	削減率	従来目標
エネルギー起源CO <sub>2</sub>	14.08	7.60	▲46%	▲26%
産業部門	4.63	2.89	▲38%	▲7%
業務その他部門	2.38	1.16	▲51%	▲40%
家庭部門	2.08	0.70	▲66%	▲39%
運輸部門	2.24	1.46	▲35%	▲27%
エネルギー転換部門	1.06	0.56	▲47%	▲27%
非エネルギー起源CO <sub>2</sub> 、メタン、N <sub>2</sub> O	1.34	1.15	▲14%	▲8%
HFC等4ガス（フロン類）	0.39	0.22	▲44%	▲25%
吸収源	-	▲0.48	-	(▲0.37億t-CO <sub>2</sub> )
二国間クレジット（JCM）	官民連携で2030年度までの累積で1億t-CO <sub>2</sub> 程度の国際的な排出削減・吸収量を目指す。我が国として獲得したクレジットを我が国のNDC達成のために適切にカウントする。			-

(出所) 環境省資料

### 3. 第六次エネルギー基本計画における電源構成

- 第六次エネルギー基本計画では、再エネを比率を36～38%に、原子力を20～22%に設定。



(出所) 資源エネルギー庁「2030年度におけるエネルギー需給の見通し(参考資料)」

### 4. 2050年CNに向けた電源構成等のモデル分析

- 政府は次期エネルギー基本計画の策定に際し、RITEに2050年カーボンニュートラルを実現するシナリオ分析を依頼。昨年5月の審議会においてRITEより中間報告がされた。
- シナリオ分析では、政府の参考値(再エネ：5～6割、原子力+CCUS付火力：3～4割、水素+アンモニア：1割)を実現するため、電源ごとに抱える様々な課題・制約を乗り越えることを想定して前提条件を設定した上で、モデル内でのコスト最適化により結果を導出。
- 比較的電源構成のバランスが取れている参考値のケースでも、課題・制約の克服には相当の困難が伴う上に、電力コスト(=電力限界費用\*)も現状(13円/kWh程度)の2倍程度に上昇することが示唆される。

#### シナリオ分析の結果(参考値のケース)

\*電力限界費用=電力コスト(送電端における電力コスト、小売りの電気料金には、これに10円/kWh程度の託送料金が上乗せされる。)

総発電電力量	電源構成				結果からの示唆、結果を実現するための課題
	再エネ	原子力	水素・アンモニア	CCUS火力	
参考値のケース ※審議会で示された2050年CNに向けた参考値の検証を描くために、前提条件を設定したケース	1.35兆kWh	10% (1400)	13% (1800)	23% (3100)	<ul style="list-style-type: none"> <li>いずれの電源も導入に向けて、技術的、自然的・社会的、経済的な課題を全て乗り越える必要。様々な課題を乗り越えられることを想定して設定するシナリオ。いずれの電源においても、この水準を達成することは容易ではない水準。</li> <li>インプットとしての発電コストは、太陽光は10~17円、風力は11~20円、原子力は13円、水素・アンモニアは16~27円、CCUS火力は13~16円/kWhの水準を想定し、この場合の電力コスト(電力限界費用)は24.9円/kWh(自然的・社会的制約を精緻に織り込めていない。)。また、CO2の国内貯留は0.9億トン、海外輸送は2.3億トンを想定。</li> </ul>

※原子力発電比率10%は、電力需要の大幅な増加が見込まれる中で、20基以上のプラントが稼働している水準。

(出所) 第43回基本政策分科会RITE説明資料より作成

## 5. 気候変動問題への意識の国際比較

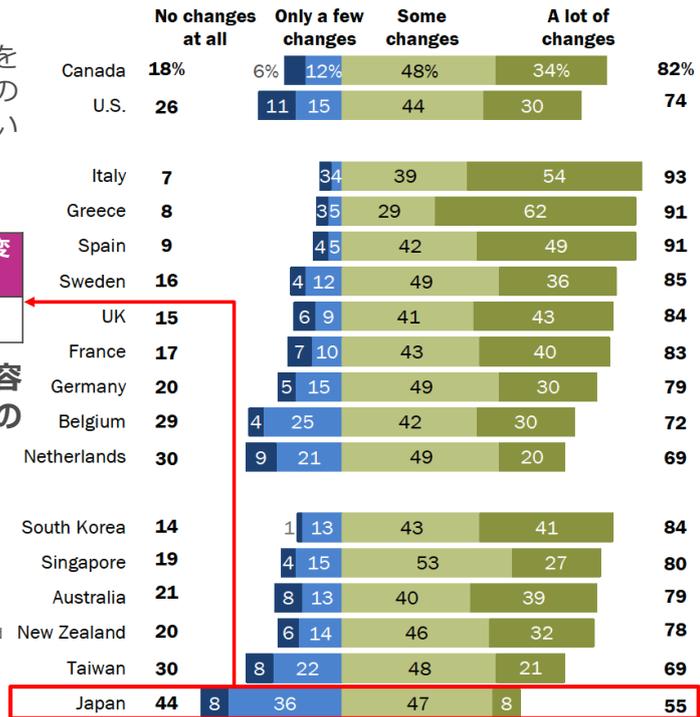
Q: 地球規模の気候変動の影響を軽減するために、生活や仕事のやり方をどのくらい変えたいか?

【日本】

全く変えない	少しだけ変える	ある程度変える	大きく変える
8%	36%	47%	8%

気候変動問題に対する行動変容について、欧米等と比べ、日本の意識は高くない。

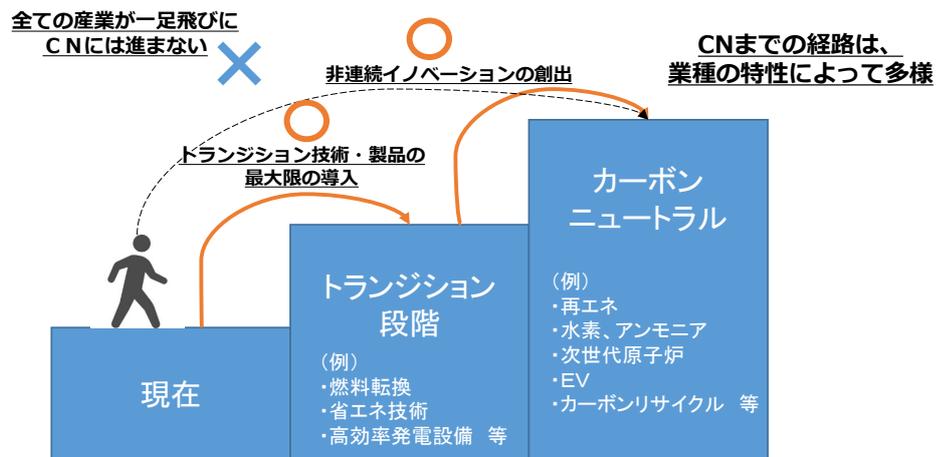
(出所) "In Response to Climate Change, Citizens in Advanced Economies Are Willing To Alter How They Live and Work" (米ロビンソン・リサーチ・センターによる報告書(2021年9月14日))より作成



## 6. トランジションの位置づけ

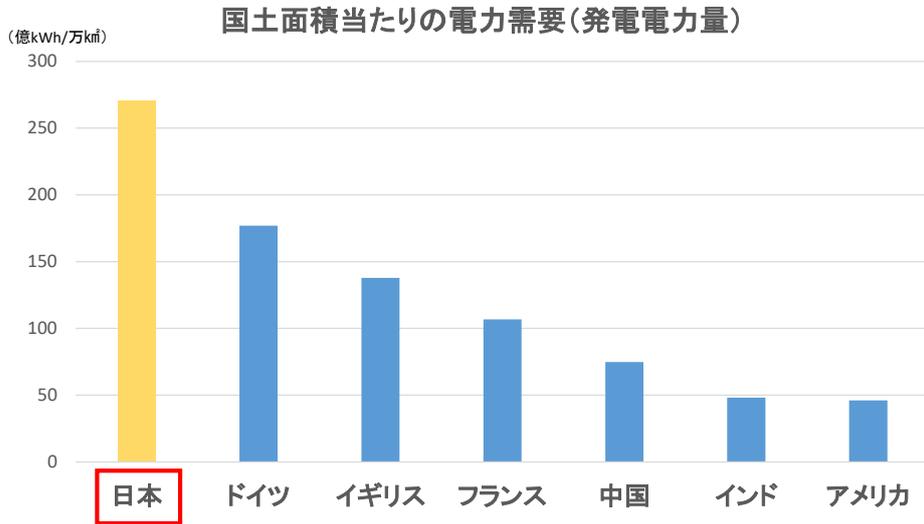
- 2050年カーボンニュートラルに向けて、再エネ等の既に脱炭素の水準（グリーン）にある事業への取組に加えて、温室効果ガス多排出産業を中心に省エネ・燃料転換等を含む着実な脱炭素化に向けた移行（トランジション）の取組が重要。
- すべての産業が一足飛びに脱炭素化が可能なわけではないことから、燃料転換や省エネ等のトランジション段階にある技術・製品を導入し、最大限の排出削減を進める必要。

### トランジションの位置づけ（イメージ）



## 7. 日本の地理的制約等－国土面積当たりの電力需要（発電電力量）－

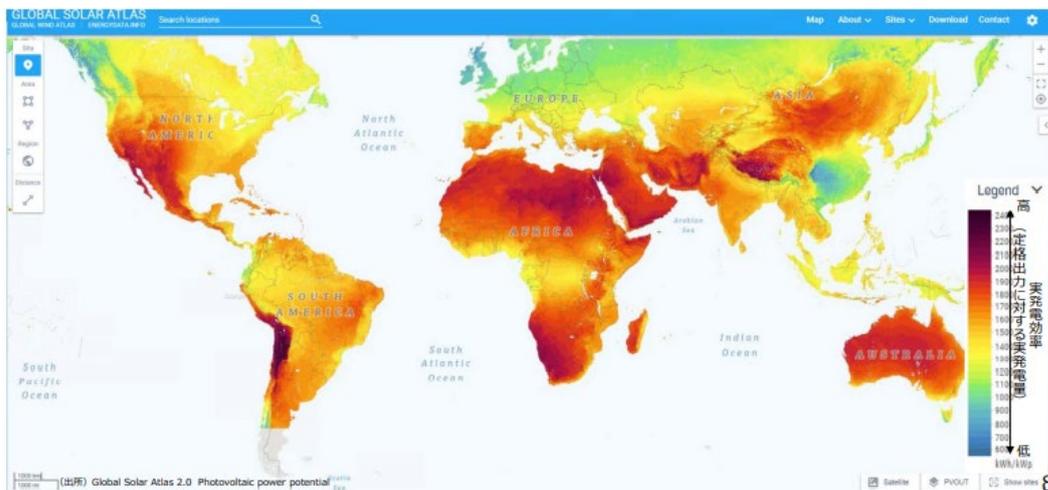
- 工業立国である日本は、諸外国と比して、**国土面積当たりの電力需要（発電電力量）**が大きい。
- 再エネ資源の源泉となる国土面積が少ない一方、電力需要(発電電力量)が大きいため、「**再エネ比率**」を上昇させるには**不利な状況**。



(出所) 資源エネルギー庁資料より作成

## 8. 日本の地理的制約等－太陽光資源のポテンシャル－

- 中東やアフリカ、豪州内陸のような砂漠地帯では晴天率が高いため年間の日照量が多く、太陽光発電設備の実発電効率（定格出力に対する実発電量）が高い。また、未利用の遊休地が多い為、メガソーラー設置が比較的容易。
- 他方、**アジア太平洋では降水量が多く、砂漠地帯と比較すると実発電効率が低い**。また、人口密集地域であり、未利用の遊休地が少ないため、**メガソーラーの設置場所に限界あり**。



(出所) 第1回 インフラ海外展開懇談会 事務局資料

9. 日本の地理的制約等－洋上風力の適地－

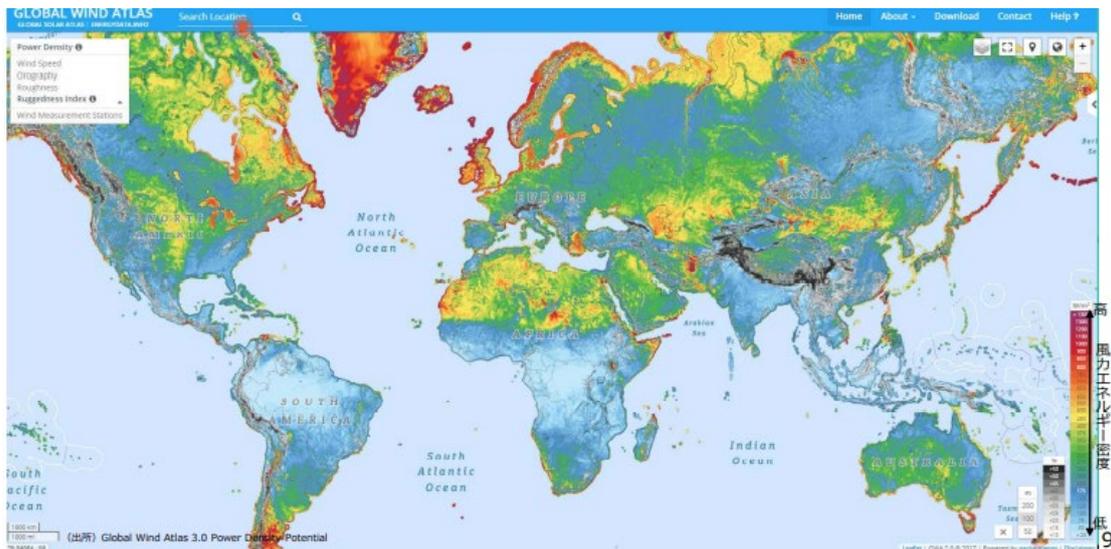
- 日本の設置可能面積は、イギリスの約 1 / 8。遠浅の海が多いイギリスに対し、海底地形が急深な日本では適地が限られる。
- その狭い適地の中で、漁業者や地元との調整を進めながら案件形成を進めていく必要。



(出所) 電力分野のトランジション・ロードマップ

10. 日本の地理的制約等－風力資源のポテンシャル－

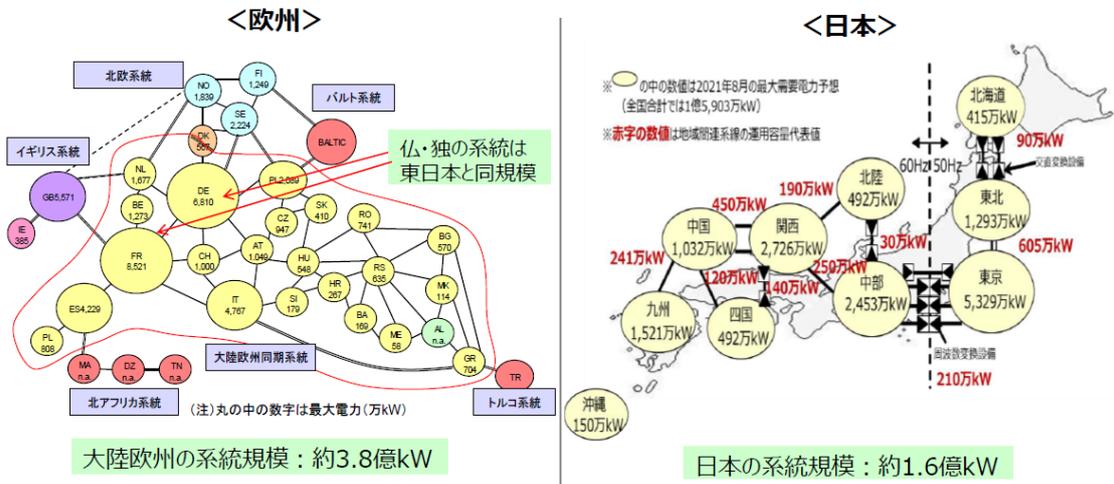
- 欧州の北海沿岸部では平坦な土地に偏西風が吹くことから、年間を通じて安定的な強い風力エネルギーを得られる。
- 他方、アジア太平洋は、一部の沿岸部を除き、欧州と比較して風速が弱く、また、台風等の影響もあり、年間を通じた安定的な風力エネルギーの活用に課題。



(出所) 第1回 インフラ海外展開懇談会 事務局資料

11. 日本の地理的制約等－国際連系線の有無－

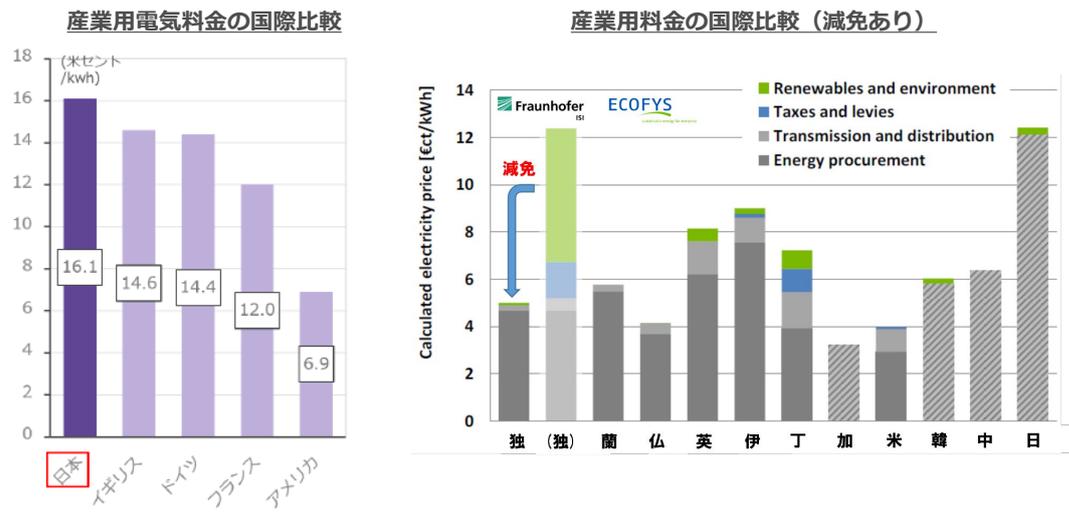
- 欧州は、欧州全体で網状(メッシュ型)の送電網を形成。国内での供給不安時には他国から原子力・石炭など多様な電源種による電力融通を受けることが可能。
- 一方、日本は国際連系線が無いため、自国内の電源のみで太陽光等の変動性電源への対応に迫られるほか、エリア間の融通可能量(送電容量)にも制限がある。



(出所) 電力分野のトランジション・ロードマップ

12. 日本の地理的制約等－エネルギーコスト－

- 日本の産業用電気料金は諸外国に比して割高な水準。
- なお、ドイツでは、国内産業の競争力を維持する観点から、産業用電気料金にかかる公租公課・賦課金、託送料金等について、業態に応じた減免措置を講じながら、再エネの導入を図っている。

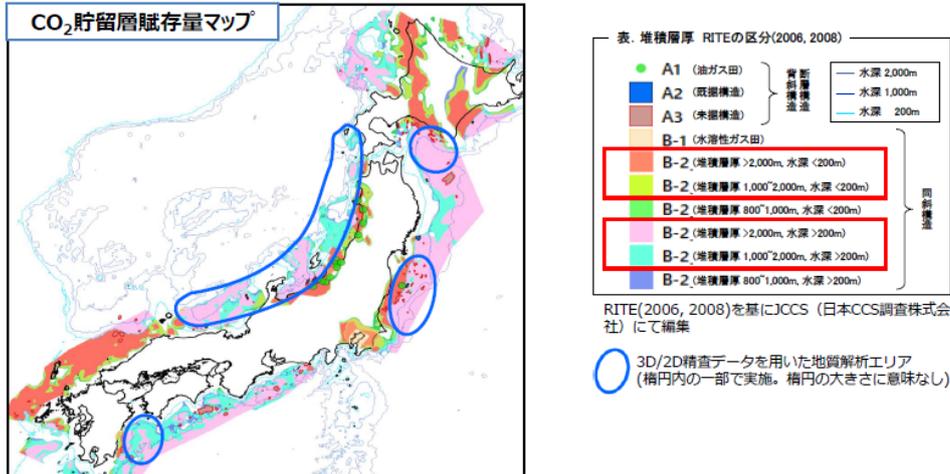


(出所) エネルギー白書2020より作成

(出所) Electricity Costs of Energy Intensive Industries, An International Comparison, Fraunhofer and ECOFYS, 2015

### 13. 日本の地理的制約等 – CCS 適地 –

- 文献調査に基づく日本の貯留ポテンシャルは約2,400億トンとされるが、日本の国土は活断層が多く走る地震多発地帯であり、安定貯留に適した土地に限界があることが想定される。貯留適地の特定が進められているところ、2022年1月末時点で、10地点、約160億トンを推定。
- IEA試算から推計される日本の2050年時点のCCSの想定年間貯留量は約1.2～2.4億トン。2030年～2050年で、貯留可能量50万トン/年クラスを毎年12～24本追加する水準（苫小牧実証事業の累計圧入量は約3年で30万トン）。



(出所) 2050年カーボンニュートラルを見据えた次世代エネルギー需給構造検討小委員会

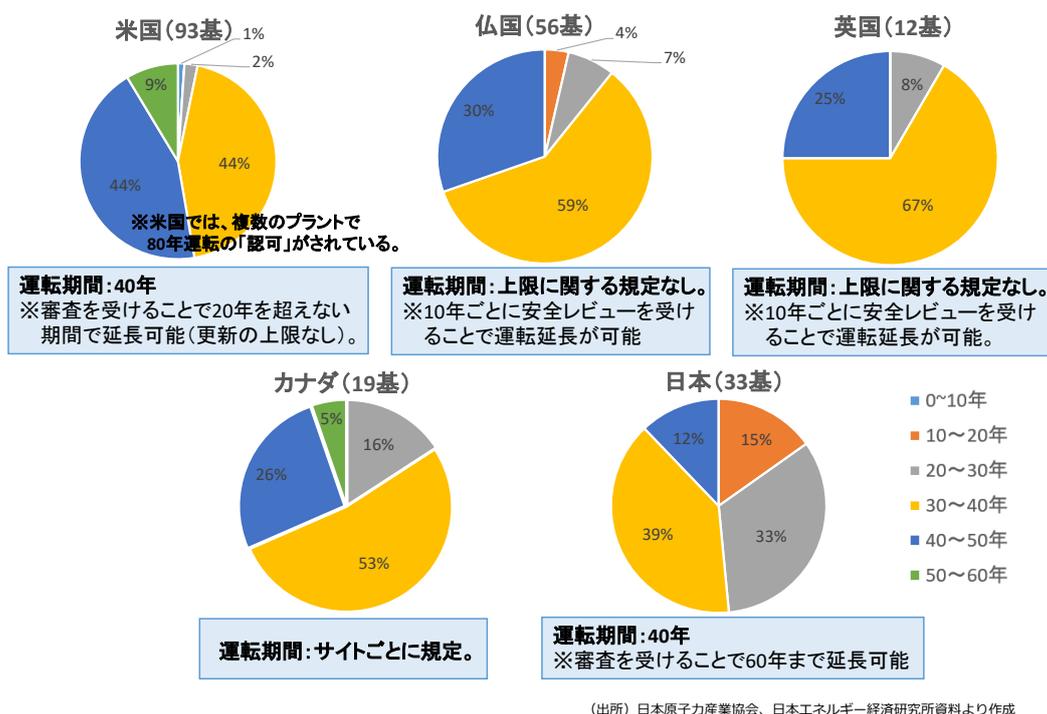
### 14. 2030 年度エネルギーミックスにおける原子力

- 政府の資料によると、新規制基準審査中のプラントを含む計27基が設備利用率80%で稼働した場合の発電電力量は約1940億kWh（2030年度エネルギーミックスにおける原子力の発電電力量の見通しは1900～2000億kWh）。
- ただし、このうち12基については、2030年度以前に運転期間40年を迎えるため、仮に現在未申請のプラントが1基も稼働しないと想定した場合、運転期間の60年への延長が必要となる（東海第二、美浜3、高浜1・2についてはずでに延長認可済み）。

	設備利用率70%	設備利用率80%	
再稼働 10基	約610億kWh	約700億kWh	計27基(1940億kWh) ↓ ミックスにおける 原子力比率20～22% ⇒1900～2000億kWh
設置変更許可+埋解表明 3基	約150億kWh	約170億kWh	
設置変更許可 3基	約230億kWh	約270億kWh	
新規制基準 審査中 11基	約700億kWh	約800億kWh	
未申請 9基	約590億kWh	約670億kWh	

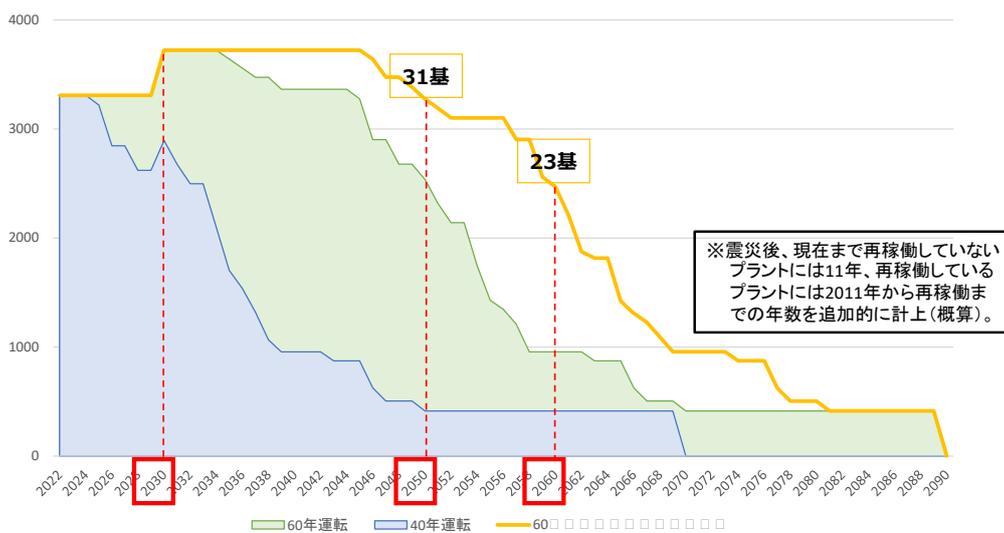
(出所) 総合資源エネルギー調査会基本政策分科会(第48回会合)に経団連事務局にて加筆

## 15. 原子力発電所の運転期間



## 16. 原子力発電所の運転期間延長の必要性

- 福島第一原子力発電所の事故後、多くの原子力発電所が長期にわたって稼働を停止。
- 原子力規制委員会は、この長期停止期間においては、事業者の適切な保管・点検によって設備の劣化を抑制可能との見解を示している。
- 仮に、すべてのプラントの運転期間を60年に延長した上で、不稼働期間を運転年限から除外した場合、設備容量の推移は以下の通りとなる。



(出所) 日本原子力産業協会・資源エネルギー庁資料より作成

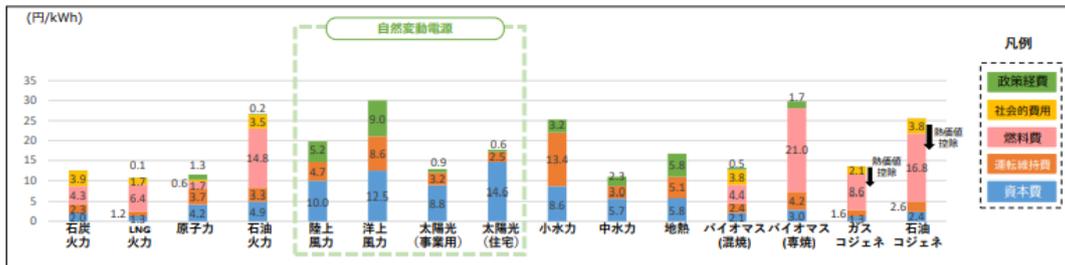
## 17. 新設の原子力発電所の発電費用の試算

- 総合資源エネルギー調査会（発電コスト検証WG）にて、新設時の各電源の発電費用を試算（2021年）。
  - \* I E A 同様、LCOE（Levelized Cost of Electricity = 均等化発電費用）による試算。稼働期間に係る総費用を総発電電力量で割ることで算出。既設発電所の発電費用ではない。
- 同試算によると、設備利用率70%/運転期間40年の場合、原子力の発電費用は11.5円/kWh。
  - \* 設備利用率85%/運転期間60年の場合、9.4円/kWhまで低下（経団連事務局にて試算）。
- なお、系統への統合費用を勘案した場合には、太陽光等の発電費用との関係では、既設原子力の発電費用は相対的にやすくなるものと思われる。

各電源の発電費用(LCOE (2020年))

電源	石炭火力	LNG火力	原子力	石油火力	陸上風力	洋上風力	太陽光(事業用)	太陽光(住宅)	小水力	中水力	地熱	バイオマス(混焼、5%)	バイオマス(専焼)	ガスコジェネ	石油コジェネ
発電コスト(円/kWh) ※( )内は政策経費なしの値	12.5 (12.5)	10.7 (10.7)	11.5~ (10.2~)	26.7 (26.5)	19.8 (14.6)	30.0 (21.1)	12.9 (12.0)	17.7 (17.1)	25.3 (22.0)	10.9 (8.7)	16.7 (10.9)	13.2 (12.7)	29.8 (28.1)	9.3~10.6 (9.3~10.6)	19.7~24.4 (19.7~24.4)
設備利用率	70%	70%	70%	30%	25.4%	30%	17.2%	13.8%	60%	60%	83%	70%	87%	72.3%	36%
稼働年数	40年	40年	40年	40年	25年	25年	25年	25年	40年	40年	40年	40年	40年	30年	30年

(注1) グラフの値はIEA「World Energy Outlook 2020」の公表政策シナリオの数値を表示。コジェネは、CIF価格で計算したコストを使用。

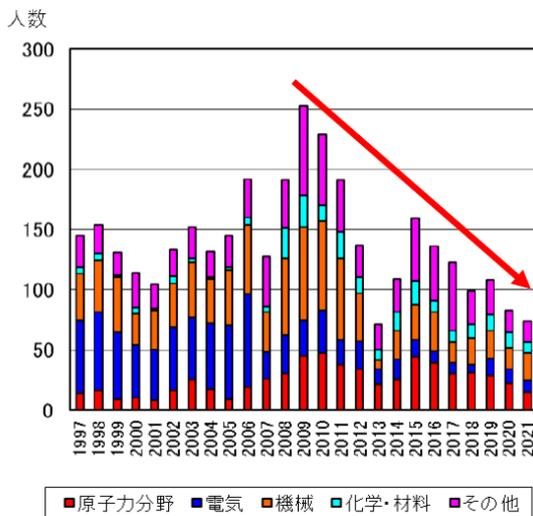


(出所) 総合資源エネルギー調査会発電コスト検証ワーキンググループ資料

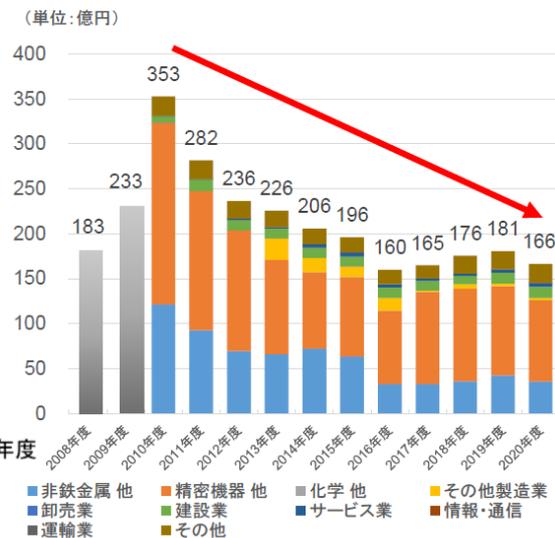
## 18. 原子力の事業環境・人材 - 原子力関連企業の事業環境

- 原子力主要6メーカーの原子力部門への配属は減少。
- 製造業等の原子力産業の研究開発費は減少。

原子力主要6メーカーの原子力部門における配属状況



製造業等における原子力関係研究開発費の推移

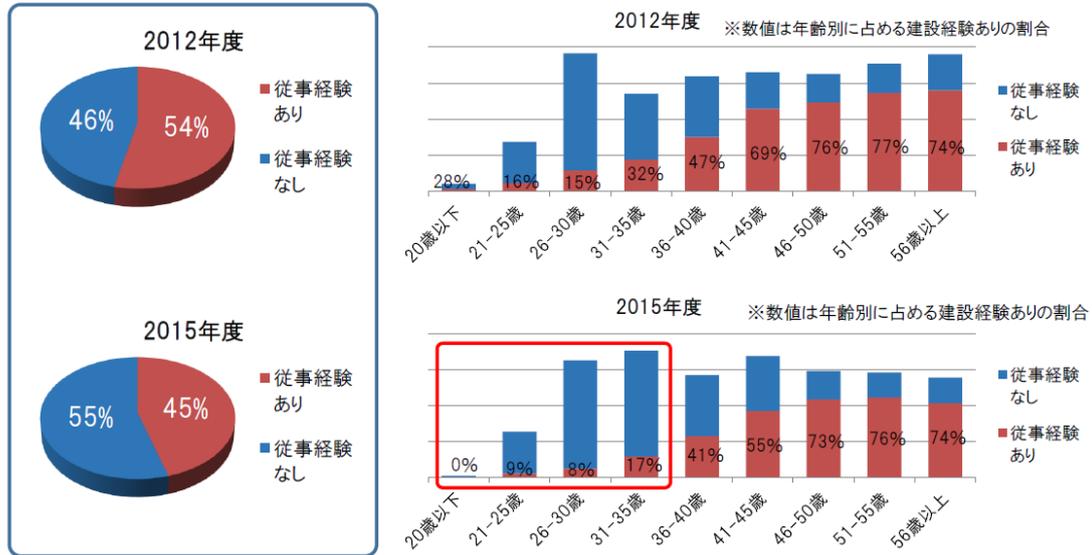


(出所) 日本原子力産業協会資料

## 19. 原子力の事業環境・人材 - 建設プロジェクト従事経験者の推移

- メーカー 3 社の建設プロジェクト従事経験者が高齢化。
- 建設ブランクが長期化すると発電所建設の技術・技能が喪失する恐れ。

＜建設プロジェクト従事経験者の割合＞ ＜年齢別建設プロジェクト従事経験者の割合＞

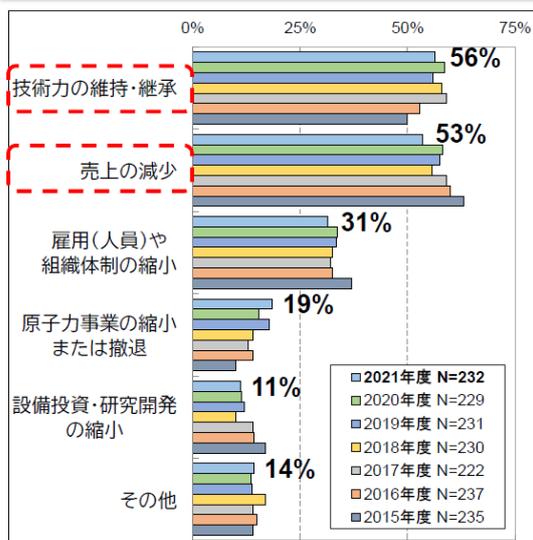


(出所) 日本原子力産業協会資料

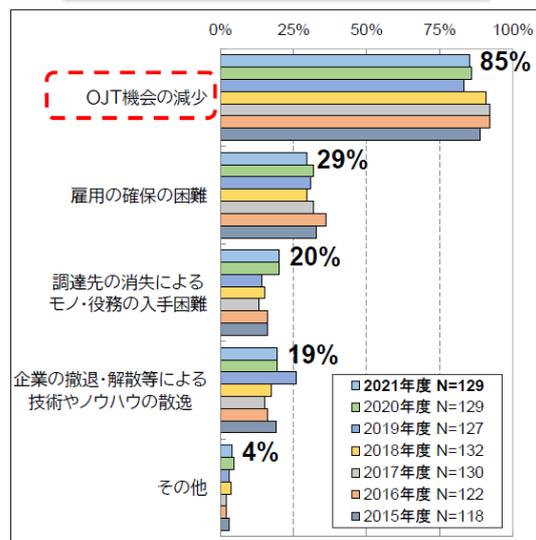
## 20. 原子力の事業環境・人材 - 原子力発電所の長期停止による影響

- 原子力発電所の長期停止により、「売上の減少」、「技術力維持・継承の困難」等の影響。
- 「OJT 機会の減少」に直面し、技術の維持が困難に。

原子力発電所の運転停止に伴う影響(複数回答)



技術面への具体的な影響(複数回答)



(出所) 日本原子力産業協会資料

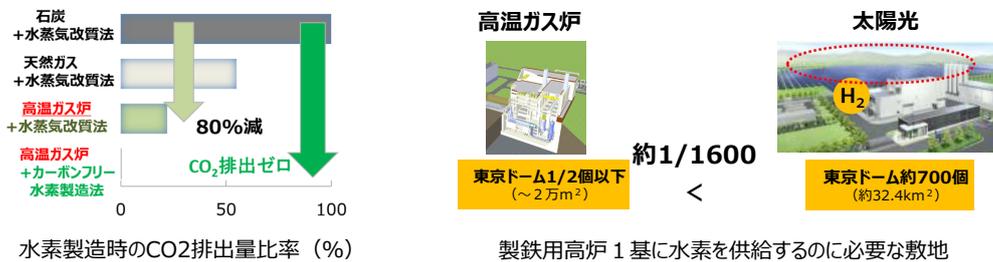
## 21. 水素製造・熱利用に活用可能な高温ガス炉

- 革新炉の中でも高温ガス炉は、950℃の高温を利用した大規模・安定のカーボンフリーな水素製造や高温熱の産業利用、地域暖房等の低温熱利用等の用途で期待。
- 米国のX-energy社が2020年代後半までに実証炉建設予定。英・加でもU-battery社、USNC社等が官民コストシェアで支援を受ける。

### カーボンフリー社会での高温ガス炉活用のイメージ



### 高温ガス炉の活用により、カーボンフリーで大規模・安定の水素製造が可能



(出所) 経済産業省資料より作成

## 22. CN に向けた取り組み 鉄鋼業界①

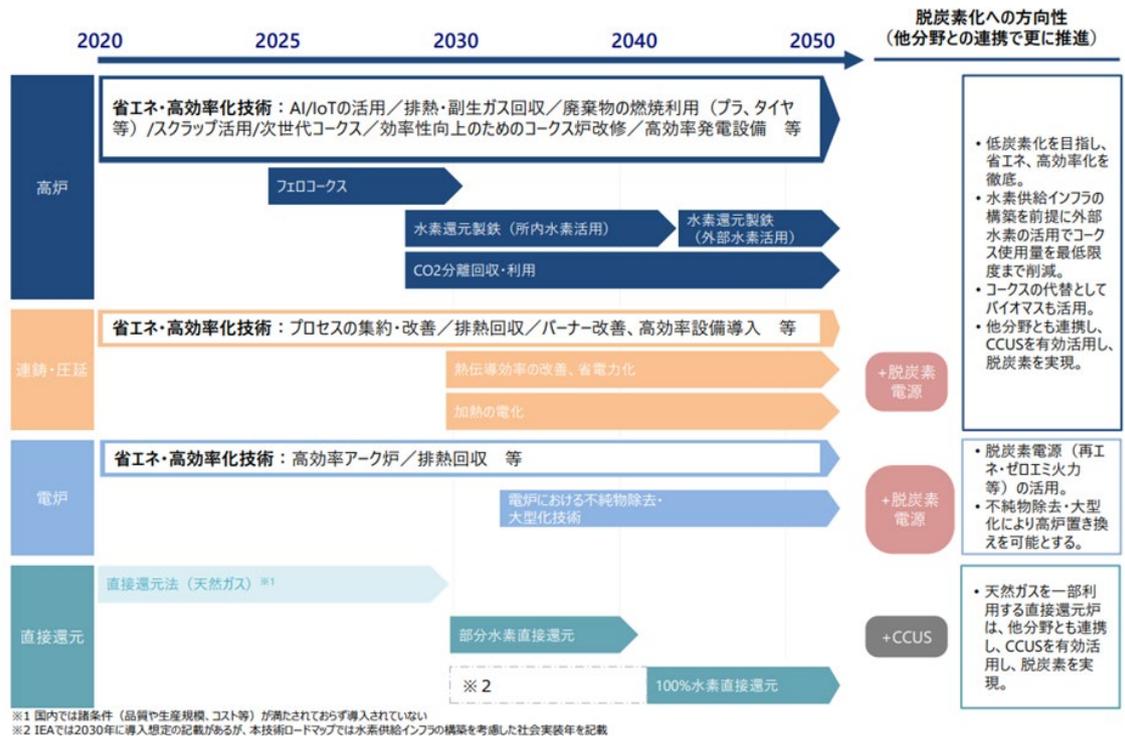
- 鉄鋼業界は、高炉水素還元技術とCO<sub>2</sub>分離回収技術等を組み合わせた COURSE50の実用化・普及に向けた技術開発を推進中。
- あわせて、水素のみを還元剤として鉄鉱石を還元する、水素直接還元の技術開発に取り組む。

	高炉法		直接還元法
	COURSE50技術	カーボンリサイクル技術	水素直接還元技術
構成	<p>コークス、バイオマス、DRI → CCUS → 酸素、水素、空気 → BOF</p>	<p>コークス → CCUS → 水素、メタネーション → メタン(CH<sub>4</sub>) → 酸素 → BOF</p>	<p>水素 → 脱水 → 加熱 → DRI → 大型電炉 → 発電</p>
技術特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水素直接吹込み</li> <li>・水素予熱</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水素間接吹込み</li> <li>・純酸素吹込み</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水素直接吹込み</li> </ul>

※水素の調達方式によっては、H<sub>2</sub>ではなく、NH<sub>3</sub>の形態で炉に投入する可能性も考えられる。

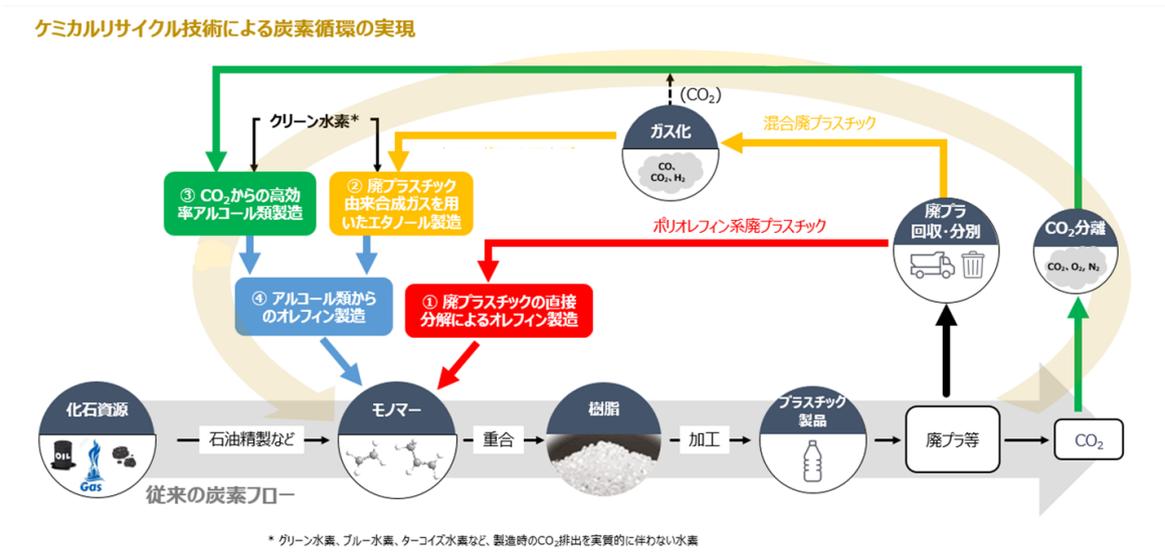
(出所) 資源エネルギー庁「水素を活用した製鉄技術、今どこまで進んで？」(2021年10月)

### 23. CN に向けた取り組み 鉄鋼業界②



### 24. CN に向けた取り組み 化学業界①

■ 化学業界は、廃プラスチックやCO2を原料に化学品を製造するケミカルリサイクル技術の開発・社会実装等に取り組む。

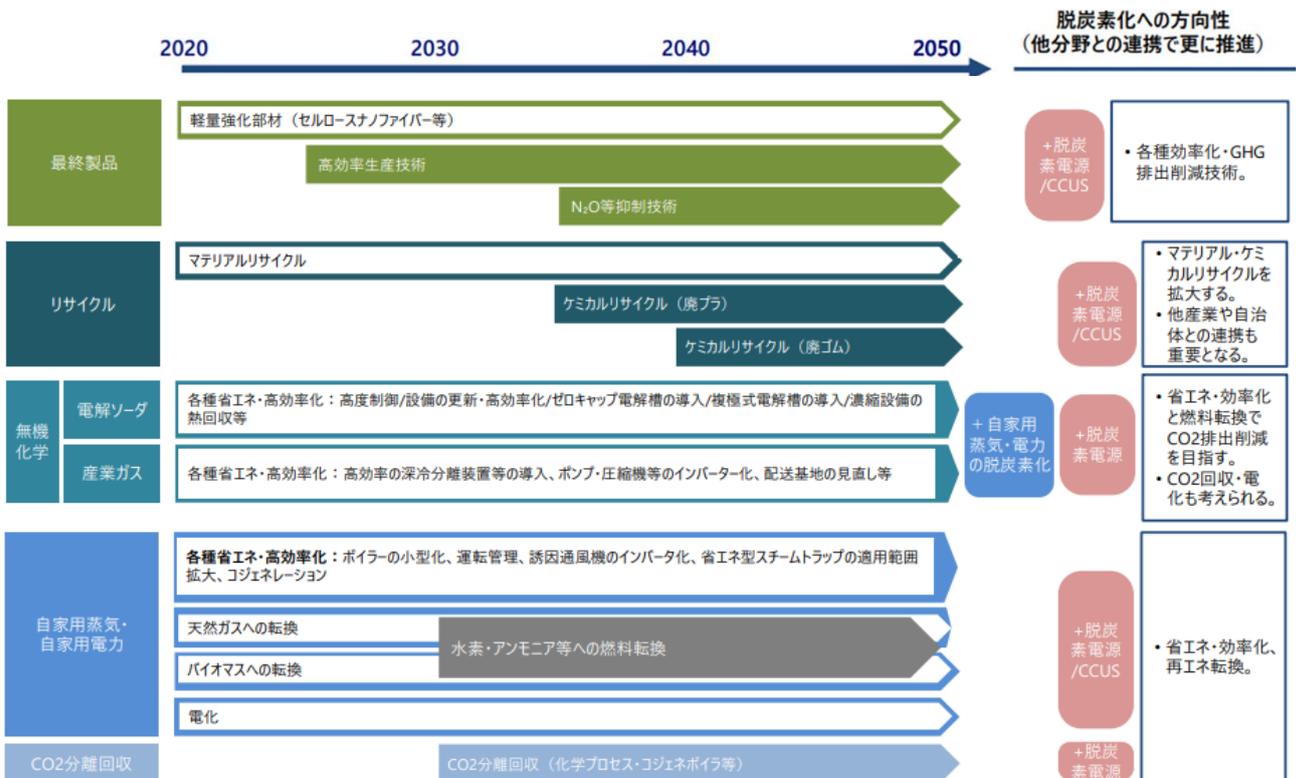


## 25. CN に向けた取り組み 化学業界②



(出所) 経済産業省『「トランジションファイナンス」に関する化学分野における技術ロードマップ』(2021年12月)

## 26. CN に向けた取り組み 化学業界③

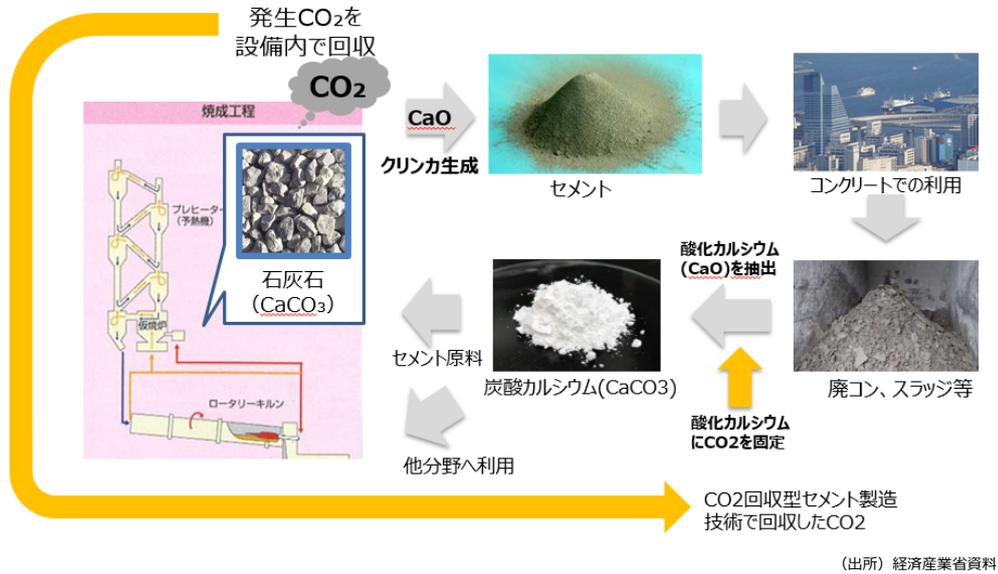


(出所) 経済産業省『「トランジションファイナンス」に関する化学分野における技術ロードマップ』(2021年12月)

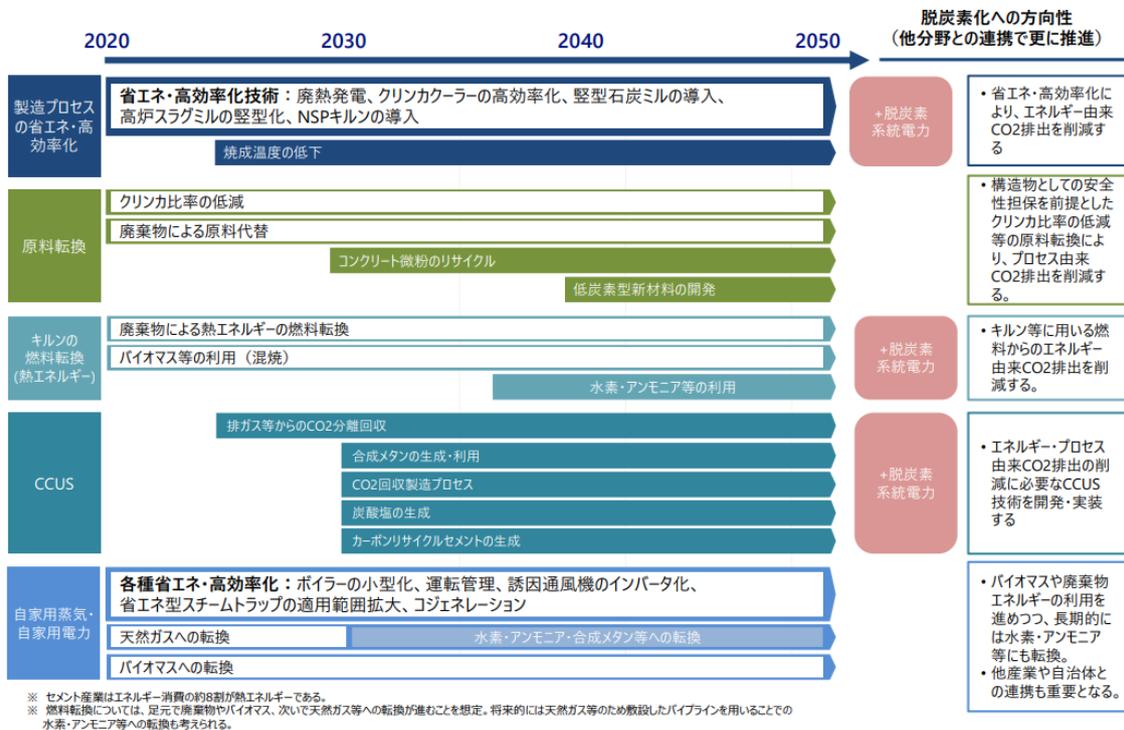
## 27. CN に向けた取り組み セメント業界①

- セメント業界は、石灰石に由来するCO<sub>2</sub>を回収し、回収したCO<sub>2</sub>から炭酸塩をつくり、セメント原料などに利用する技術の開発・社会実装等に取り組む。

### CO<sub>2</sub>や廃棄物等をリサイクルしたカーボンリサイクルセメント製造等技術



## 28. CN に向けた取り組み セメント業界②



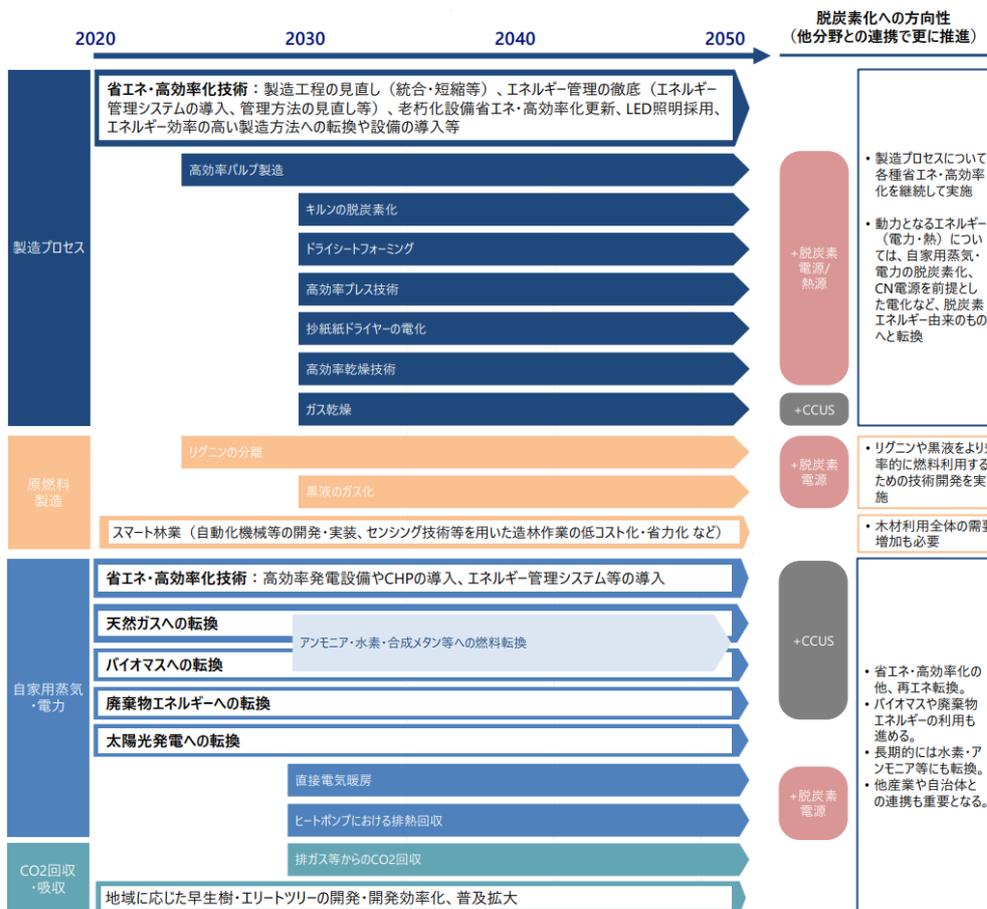
## 29. CN に向けた取り組み 紙・パルプ業界①

- 製紙業界は、軽量、高強度で、様々な用途展開が可能である、セルロースナノファイバーの社会実装等を推進。



(出所) 環境省「脱炭素・循環経済の実現に向けたセルロースナノファイバー活用ガイドライン」(2021年3月)

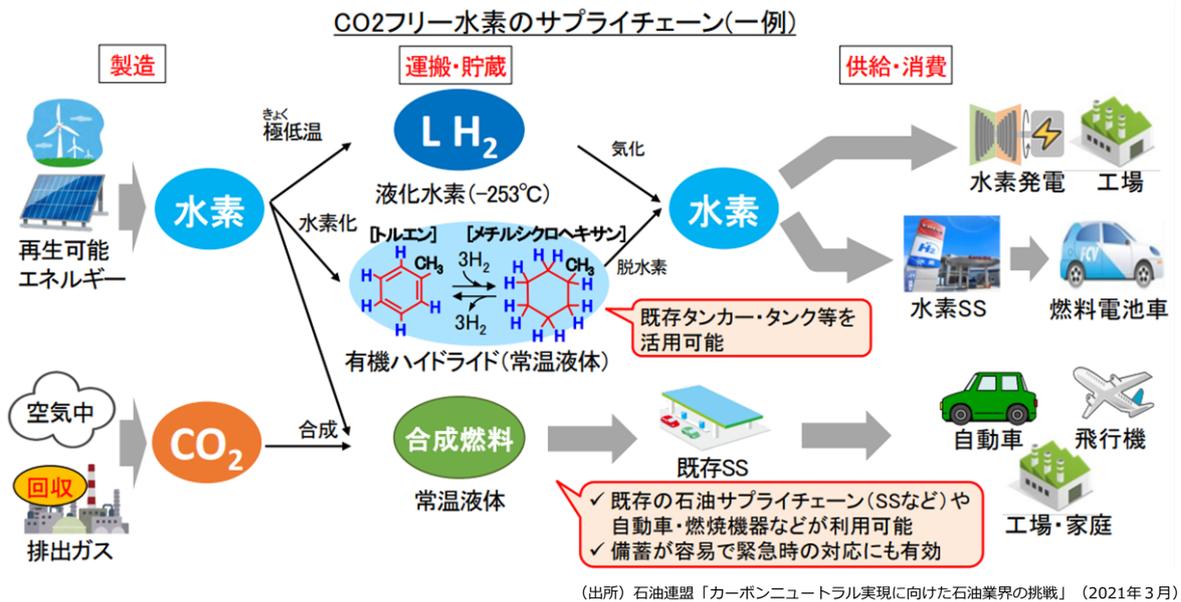
## 30. CN に向けた取り組み 紙・パルプ業界②



(出所) 経済産業省「『トランジションファイナンス』に関する紙・パルプ分野における技術ロードマップ」(2022年3月)

31. CN に向けた取り組み 石油業界①

■ 石油業界は、CO2フリー水素のサプライチェーン構築（既存インフラを活用できる革新的技術の開発と社会実装）、水素とCO2の合成燃料e-fuelの開発等に取り組む。



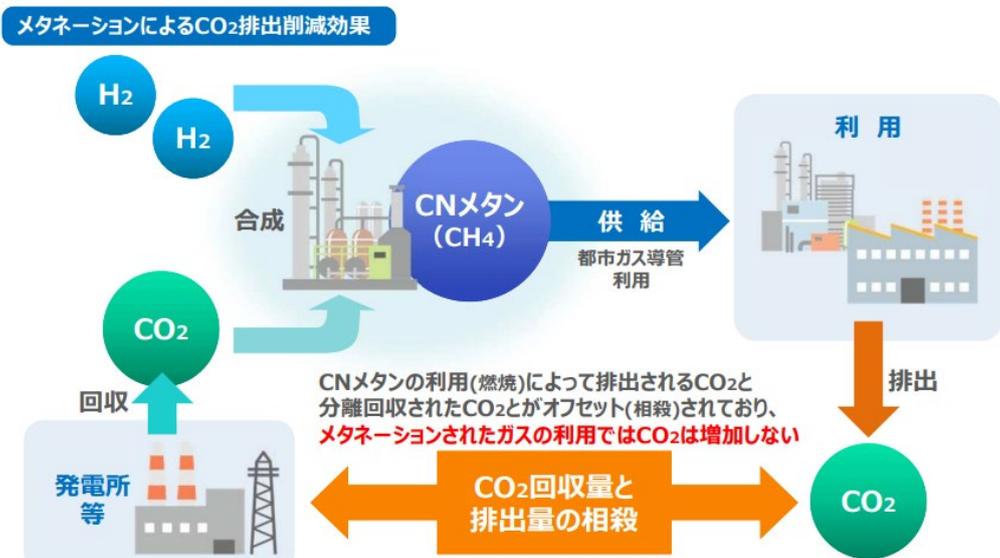
32. CN に向けた取り組み 石油業界②

技術開発	年度											
	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2050
内燃機関(エンジン)の燃費向上に資する燃料開発	研究開発		実証事業			社会実装を含む 実用化に向けた チャレンジ						
次世代バイオ燃料の導入・技術開発	社会実装を含む 実用化に向けた チャレンジ											
CO2フリー水素の技術開発	社会実装を含む 実用化に向けた チャレンジ											
合成燃料e-fuel(カーボンリサイクル)の技術開発	社会実装を含む 実用化に向けた チャレンジ											
廃プラリサイクルの技術開発	社会実装を含む 実用化に向けた チャレンジ											
石化製品の原料転換(バイオマス・カーボンリサイクル)	社会実装を含む 実用化に向けた チャレンジ											
CCS・CCU(カーボンリサイクル)の技術開発 具体的には、CCU(炭酸塩プロセス)等	社会実装を含む 実用化に向けた チャレンジ											

(出所) 石油連盟「石油業界のカーボンニュートラルに向けたビジョン(目指す姿)」(2021年3月)

### 33. CN に向けた取り組み ガス業界①

■ ガス業界は、水素と二酸化炭素を反応させ、天然ガスの主な成分であるメタンを合成する「メタネーション」に向けた技術開発等に取り組む。



(出所) 日本ガス協会「カーボンニュートラルチャレンジ2050アクションプラン」(2021年6月)

### 34. CN に向けた取り組み ガス業界②

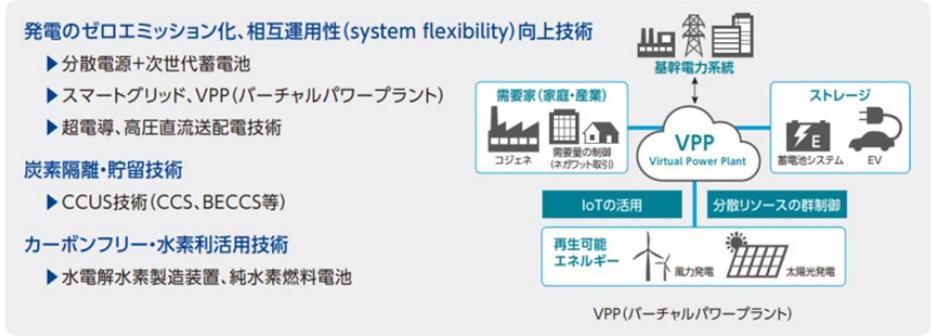
	現在から開始	現在～2030までに開始	2030年以降に開始	2030年	2040年	2050年
【Action 1】 2030年 NDC達成 への貢献	天然ガス転換の推進			石炭・石油からの天然ガス転換	都市ガス原料の天然ガスからCNメタンへの転換	
	LNGバンカリングの拡大	バンカリング拠点整備			インフラ整備拡大	
	分散型エネルギーシステムの普及拡大			分散型エネルギーシステムの普及拡大		
	カーボンニュートラルLNGの導入拡大			CNLの導入拡大 CO <sub>2</sub> 削減効果の公的な評価への取り組み		
	CCU/CCSの普及促進	お客さま先でのCCU取り組み		CCUの導入拡大		
			CCS技術開発・適地の検討		事業規模拡大	本格拡大
	バイオガスの普及促進		バイオガスのオンサイト活用		活用規模の拡大	
		海外でのバイオガス事業		海外事業の拡大		
海外貢献		海外でのCO <sub>2</sub> 削減貢献等		事業規模拡大		
【Action 2】 メタネーション 実装 への挑戦	CNメタン製造実証と大型化	水電解装置の研究開発 触媒の耐久性向上に向けた研究	パイロットプラントによる実証	低コスト化実現と拡大 耐久性向上	商用的拡大	
	革新技術開発		SOECメタネーションの技術開発 DAC要素技術開発	大規模化・低コスト化 実証	導入拡大	
	国内外サプライチェーンの構築	FS/適地調査 制度整備に向けた取り組み	商用規模実証	海外から国内への 輸送開始・導入拡大	国内外 サプライチェーン構築	
【Action 3】 水素直接供給 への挑戦	水素サプライチェーンの構築	ローカル水素ネットワーク構築、適地の選定 サプライチェーン構築に向けた検討	実証	段階的導入拡大		
	水素直接利用の拡大		水素燃焼機器開発 水素導管敷設に伴う安全性評価	水素の利活用拡大		

(出所) 日本ガス協会「カーボンニュートラルチャレンジ2050アクションプラン」(2021年6月)

35. CN に向けた取り組み 電機・電子業界①

■ 電機・電子業界は、電機・電子機器及びシステムの革新的技術開発等に取り組む。

エネルギー・電力インフラシステム



機器・デバイス



(出所) 電機・電子温暖化対策連絡会「電機・電子業界気候変動対応長期ビジョン」(2020年1月)

36. CN に向けた取り組み 電機・電子業界②

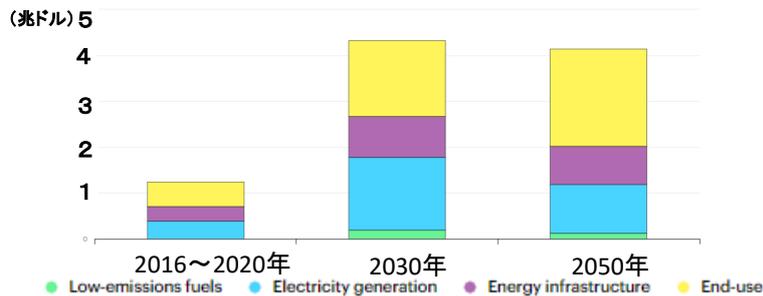
社会の各部門	電機・電子業界が関わる社会課題	取組	排出抑制・削減貢献技術		
			脱炭素・適応表現のソリューション提供	実装技術・設備/機器	支えるデバイス
電力供給	発電のゼロエミッション化	①	スマートグリッド	再生エネルギー発電設備 パワーコンディショナー、CCS、CO <sub>2</sub> フリー水素利活用	風力発電用マグネット パワーコンディショナー用リアクトル パワー半導体、電力貯蔵用バッテリー
	発電設備等の高効率化	②	系統電力用高度EMS 分散電源系統連携技術 VPP (バーチャルパワープラント)	高効率火力発電設備 超伝導送電、高電圧直流/ 高圧直流送電	大容量コンデンサ コンバータ/インバータ
産業サプライチェーン	重電・産業機器の省エネ化	③	デマンドコントローラ、M2M (マシン・ツー・マシン)	高効率モーター、変圧器 ヒートポンプ、空調、照明 コジェネ/燃料電池 産業用ロボット	マグネット、コイル インバータ、センサー
	工場のエネルギー効率化		需要予測システム スマートファクトリー (FEMS)	センサー、通信モジュール	
家庭	快適で効率のよい暮らしの実現		スマートホーム (HEMS)	スマート家電、太陽光発電 家庭用バッテリーシステム	RF-ID、パワー半導体、 非接触給電ユニット、センサー、 通信モジュール、カメラモジュール
業務	オフィスビルのZEB化		スマートビルディング (BEMS)	ヒートポンプ、空調、照明 太陽光発電、 コジェネ/燃料電池	センサー、通信モジュール
	新しい働き方の創造	④	テレワーク、遠隔会議システム ペーパーレスオフィス、VR会議	モニター/マイク/スピーカー 通信機器	高精度ディスプレイ、センサー 通信モジュール、カメラモジュール
運輸	輸送手段の低炭素化		車両動態/自動配車/ ルート指示システム	EV/燃料電池車 (電池) 次世代充電システム・ ステーション (V2X)	オンボードチャージャー、コンバータ/ インバータ、大容量バッテリー、 パワー半導体、EVモーター、センサー、 カメラモジュール
	その他	交通流の最適制御	スマートロジスティクス オンデマンド配送システム 高精度衛星測位	コネクテッドカー向け セキュリティシステム	センサー、通信モジュール
快適で効率のよいまちづくり			高精度気象観測、 洪水予測シミュレーション技術、 スマートシティ、I-Construction、 地域IoT実装	次世代用インフラ点検・ 災害対応ロボット	バッテリー、センサー 通信モジュール、カメラモジュール

① 政策転換による再生エネルギー導入 ② 発電設備等の高効率化 ③ 電力需要 (機器等) 高効率・低炭素化 ④ 社会の削減貢献

(出所) 電機・電子温暖化対策連絡会「電機・電子業界気候変動対応長期ビジョン」(2020年1月)

### 37. グリーンディール累計投資額 試算1

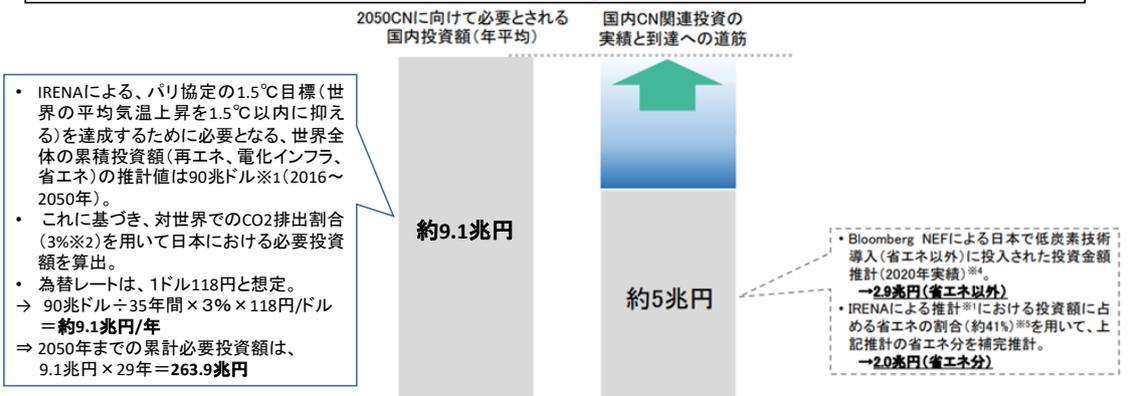
- IEA Net Zero by 2050(2021年5月)の試算によれば、2050年ネットゼロに向けて世界全体で必要な年間の総投資額(クリーンエネルギー関連)は2030年時点で年間約515兆円、2050年時点で年間約483兆円(1ドル=118円換算)。
- 2030年時点の年間投資額の内訳は以下の通り。
  - 低排出燃料(約20兆円).....水素燃料、バイオ燃料等の生産等
  - 発電部門(約190兆円).....再生可能エネルギー等
  - エネルギーインフラ(約110兆円)・・電力ネットワーク、EVステーション、水素ステーション、DACCS、CO2パイプラインの敷設・貯蔵施設の建築等
  - 最終消費(約200兆円).....建物の改修、産業プロセスの転換、電気自動車への投資、高効率な家電への買い替え等
- 2021年以降の年間平均投資額(30年、50年の投資額を単純平均)は約500兆円。世界に占める日本のCO2排出割合(3%)に応じて分配すると、必要年間投資額は約15兆円。  
⇒ 2050年まで(2022~2050年の29年間)の累計投資額は、約435兆円。



(出所) IEA「Net Zero by 2050」

### 38. グリーンディール累計投資額 試算2

- ◆ IRENA(国際再生可能エネルギー機関)Global Renewables Outlookの試算によれば、2016~2050年の35年間に必要となる累計投資額(エネルギー関連)は、世界全体で90兆ドル。
- ◆ これを年間に割戻し、世界に占める日本のCO2排出割合(3%)に応じて分配すると、必要年間投資額は全体で約9.1兆円。(1ドル=118円換算)  
⇒ 2050年まで(2022~2050年の29年間)の累計投資額は、263.9兆円



※1: IRENA Global Renewables Outlook 2020 (The Transforming Energy Scenario(パリ協定の「世界の気温上昇を2度より十分低く、1.5度に向けて抑える」目標達成シナリオ)における「再生可能」「電化インフラ」「省エネ」に関する投資額推計(2016年~2050年累積)を抽出。)

※2: Our World in Data(2019)

※3: 「2016年度(平成28年度)の温室効果ガス排出量(確報値)」(環境省公表)

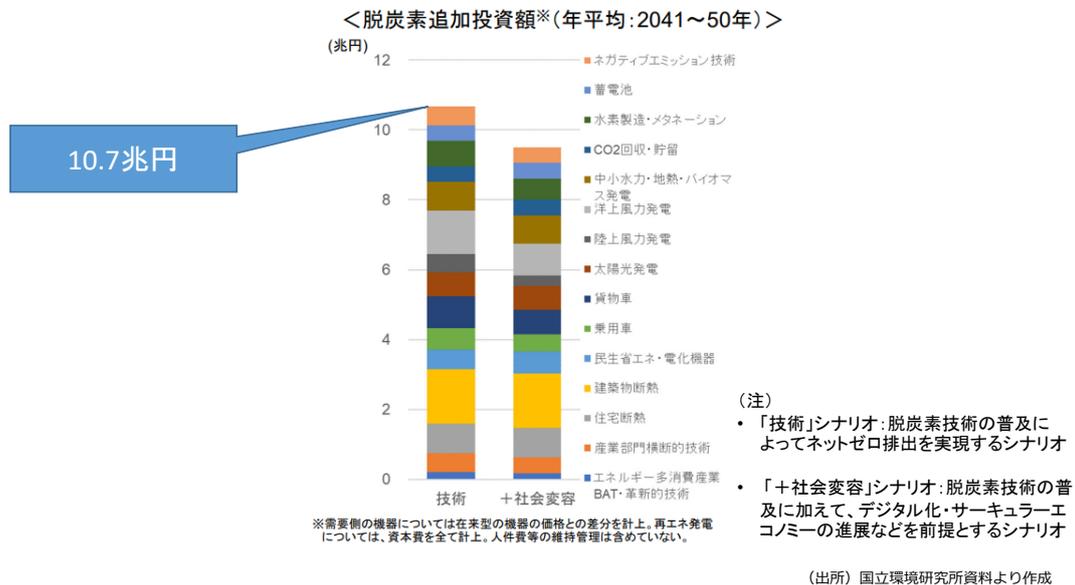
※4: Bloomberg NEF Energy Transition Investment Trends 2021 (再生可能に関する投資額(投資額2020年実績)。ただし省エネ関連はデータ不足のため推計に含まれていない)

※5: ※1の推計における各分野の投資額(「再生可能」27兆ドル、「電化インフラ」26兆ドル、「省エネ」37兆ドル)に占める省エネの割合を用いて、※4の推計の省エネ分を補完。

(出所) 2021年11月22日財政制度等審議会財政投融資分科会資料より作成

### 39. グリーンディール累計投資額 試算3

- ◆ 国立環境研究所の推計によれば、2041～2050年に国内で必要となる脱炭素追加投資額(エネルギー、ネガティブエミッション技術、住宅・建物等)は、**最大10.7兆円/年**。
- ◆ この規模の投資が、足もとから必要であると仮定すると、2050年まで(2022～2050年の29年間)の**累計投資額は、310.3兆円**



### 40. みずほ銀行産業調査部試算による分野別必要投資額

(特に注記のない項目は、2020年～2050年までの必要投資額)

分野名	必要投資額
<b>電力</b>	
洋上風力(資本費)	11～23兆円
太陽光+陸上風力等(資本費)	21～28兆円
水素(発電機のみ)	1.6～2.1兆円
CCS火力(年間分離・回収コストの累計) ※2030年以降	2～26兆円 (0.1～1.3兆円/年×20年)
系統増強 ※マスタープラン中間整理における試算	1.5～4.8兆円
<b>建物</b>	
ZEB/ZEH化(2021年以降の新築物件) ※追加投資	77兆円
ZEB/ZEH化(既存の物件) ※追加投資	73兆円
<b>運輸</b>	
蓄電池(主に車載用の生産設備投資) ※2035年まで	1.1兆円
<b>合計</b>	<b>188～235兆円</b>

(出所) みずほ銀行産業調査部「カーボンニュートラルのインパクト」(2021年7月)より抜粋

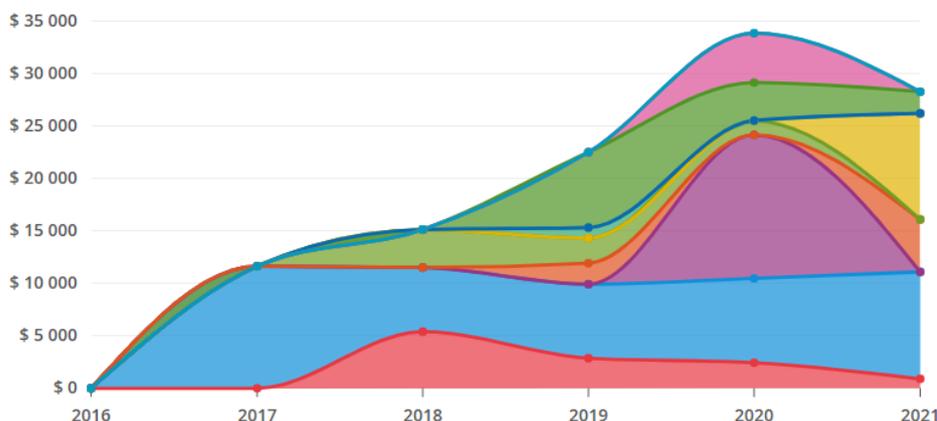
#### 41. いわゆる「グリーン国債」の発行状況

◆ 政府によるグリーン国債発行額は、2016年以降、着実に増加。

### Sovereign green bond issuance

Total, million USD

select: Belgium France Germany Hong Kong (China) Ireland Italy Korea Lithuania Netherlands  
Sweden Emerging market economies (EME)



(出所) OECD資料より作成

#### 42. グリーンディール投資の政府負担割合

◆ EUでは、コロナからの復興計画を盛り込んだ「7か年予算（多年度予算：Multiannual Financial Framework、1兆700億ユーロ）」と「復興基金 (NextGenerationEU Fund、7,500億ユーロ)」の総額は1兆8,000億ユーロ。うち3割にあたる5,500億ユーロ（約71.5兆円）を、気候変動対策に集中投入する予定。年間にすると**約10.2兆円**。  
⇒ EUの事例を踏まえると、**日本で必要となる年間の政府負担割合は約3.4兆円**（世界に占めるCO2排出割合が、EU 9%、日本 3%であることから3で除して計算）。

◆ 米国では、「超党派インフラ投資計画」に基づくエネルギー・気候関連の主な支出について、今後5年間で800億ドル（約9.4兆円）を見込む。また、「Build Back Better Act」に基づく気候変動関連の研究開発・インフラ投資規模は、今後10年間で5,500億ドル（約64.9兆円）。これらを年間に割り戻し合計すると**約8.4兆円**。  
⇒ 米国の事例を踏まえると、**日本で必要となる年間の政府負担割合は約1.8兆円**（世界に占めるCO2排出割合が、米国14%、日本 3%であることから3/14で計算）。

(注) 為替レートは1ドル=118円、1ユーロ=130円で換算

#### 43. 各国・地域グリーンディール予算措置・予算規模

##### 米国

気候変動対策を含む「**超党派インフラ投資計画**」や「**Build Back Better Act**」に基づき、気候変動関連の研究開発やインフラ投資を進める予定。

##### ①超党派インフラ投資計画

総額**1.2兆ドル**規模のうち、過去の支出を除いた新規支出は今後**5年間で5,500億ドル**。2021年11月に**法案成立**。エネルギー・気候関連の主な支出は以下の通り（計**800億ドル**）。

- EVインフラ（充電施設等）（75億ドル）
- 電気バス等（スクールバス、フェリー等）（75億ドル）
- 電力インフラ（送電線の開発・建設、革新炉、炭素回収、クリーン水素等の研究開発・実証）（650億ドル）

##### ②Build Back Better Framework

クリーンエネルギー・気候変動分野への**5,500億ドル**の投資を含む**1.75兆ドル**の今後**10年間**の計画。関連法案は、昨年11月に下院を通過したが、上院民主党議員から反対が表明されるなど、2022年4月現在で**成立は不透明**な情勢。エネルギー・気候関連の主な施策は以下の通り。

- クリーンエネルギー税額控除（3,200億ドル）
- レジリエンス投資（1,050億ドル）
- クリーンエネルギー技術・製造・サプライチェーン投資とインセンティブ（1,100億ドル）
- クリーンエネルギー調達（200億ドル）

##### EU

コロナからの復興計画を盛り込んだ**①7か年予算**（多年度予算：Multiannual Financial Framework、1.07兆ユーロ）と**②復興基金**（NextGenerationEU Fund、7,500億ユーロ）は**総額1.8兆ユーロ**。このうち**30%にあたる5,500億ユーロを気候変動対策に集中投入**する予定（2020年12月に欧州理事会で合意。2021年から運用開始）。

主な支出内容（気候関連以外も含む）は以下の通り。

- 復興・強靱化（約1兆1,000億ユーロ）
- 天然資源・環境・公正な移行（約3,740億ユーロ）
- 単一市場・イノベーション・デジタル（約1,430億ユーロ）
- 近隣国・海外支援（約980億ユーロ）
- 行政運営（約730億ユーロ）など

##### 日本

**グリーンイノベーション基金として、NEDOに2兆円の基金を造成**。グリーン成長戦略に掲げられた14の重点分野について、官民で野心的かつ具体的な目標を共有した上で、これに経営課題として取り組む企業等に対して、**10年間、研究開発・実証から社会実装までを継続して支援**。

※ このほか、エネルギー対策特別会計において、約2.2兆円規模の「エネルギー需給勘定」を設け、エネルギー需給構造高度化対策等への支出を毎年度行っている。

（出所）経済産業省資料、欧州委員会資料等より作成

#### 44. わが国製造業の雇用状況

		常時従業者数
日本(就業者数)※		6,667万人
製造業		527万人
輸送用機器		103万人
化学		74万人
鉄鋼		19万人
非鉄金属		13万人
紙・パルプ		10万人
セメント		10万人
石油・石炭製品		2万人
電力・ガス		17万人
電力		13万人
ガス		4万人
		輸送用機器～電力・ガスまでの計 248万人

（出所）経済産業省「2021年経済産業省企業活動基本調査速報（2020年度実績）」 ※ 日本全体の就業者数は、総務省「労働力調査」（2021年平均結果）による  
 （注1）「経済産業省企業活動基本調査」の調査対象は、従業者50人以上かつ資本金3,000万円以上の企業。  
 （注2）「常時従業者」は、期間を定めずに、または1カ月以上の期間を定めて雇用している者が対象であり、休業者が含まれる就業者よりも範囲が狭いことに留意。  
 （注3）化学は化学工業、プラスチック製品製造業、ゴム製品製造業の合計。

#### 45. GXに伴う円滑な事業転換等を促す法整備

◆ GXに伴う円滑な事業転換等を促すため、例えば、1980年代に政府が制定した「産業構造転換円滑化法」(※)等も参考に、以下の項目を主な柱とする時限的な立法措置を行うことも考えられる。

- i. 供給過剰に直面した事業者に対し、設備の処分や事業転換・多角化を、低利融資や税制優遇などを通じて支援
- ii. 生産額や雇用の減少している地域や業種を認定し、基金による出資や、政府による債務保証等を通じて支援
- iii. リスキリング・職業訓練等を通じ、再就職促進などの雇用対策を実施

※ 1980年代前半に顕著となった貿易収支不均衡と、85年のプラザ合意を契機とする急激な円高の進行への対応として、政府は国際協調型の産業転換を図るべく、87年に「産業構造転換円滑化法」を制定。上記のような施策を通じて、市場メカニズムによる産業構造の転換支援を図った。当時の支援対象は主に「円高で打撃を受けた産業」とされていたが、実際には、円高で打撃を受けた自動車産業などは自助努力で円高不況を克服しており、国内市場での供給過剰に陥っていたセメント業界や液化酸素業界における合理化・再編や海外展開が促される結果となった。

以 上