

わが国のGXの課題と展望
—第7次エネルギー基本計画で
脱炭素とエネルギー安定供給の両立への
道筋は示されるのか？—

竹内 純子

国際環境経済研究所理事・主席研究員

東北大学特任教授

U3イノベーションズ合同会社共同代表

自己紹介：竹内 純子（たけうち すみこ）

国際環境経済研究所 理事・主席研究員
東北大学特任教授
U3イノベーションズ合同会社共同代表



東京大学大学院工学系研究科にて博士（工学）取得。

慶應義塾大学法学部法律学科卒業後、東京電力株式会社で主に環境部門に従事した後、独立。複数のシンクタンクの研究員や、内閣府規制改革推進会議やGX実行会議など、多数の政府委員を務める。気候変動に関する国連交渉（COP）にも長く参加し、環境・エネルギー政策提言に従事。

2018年10月、U3イノベーションズ合同会社を創業。スタートアップと協業し、新たな社会システムとしての「Utility3.0」を実現することを目指し、政策提言とビジネス両面から取り組む。

2022年12月23日に新刊「電力崩壊—戦略なき国家のエネルギー敗戦」（日本経済新聞出版社）を上梓。

その他主な著書は下記

「誤解だらけの電力問題」（WEDGE出版）

「原発は“安全”か たった一人の福島事故報告書」（小学館）

「エネルギー産業の2050年 Utility3.0へのゲームチェンジ」（共著、日本経済新聞出版社）

「エネルギー産業 2030への戦略 Utility3.0の実装」（共著、同上）など。

今日お伝えしたいこと

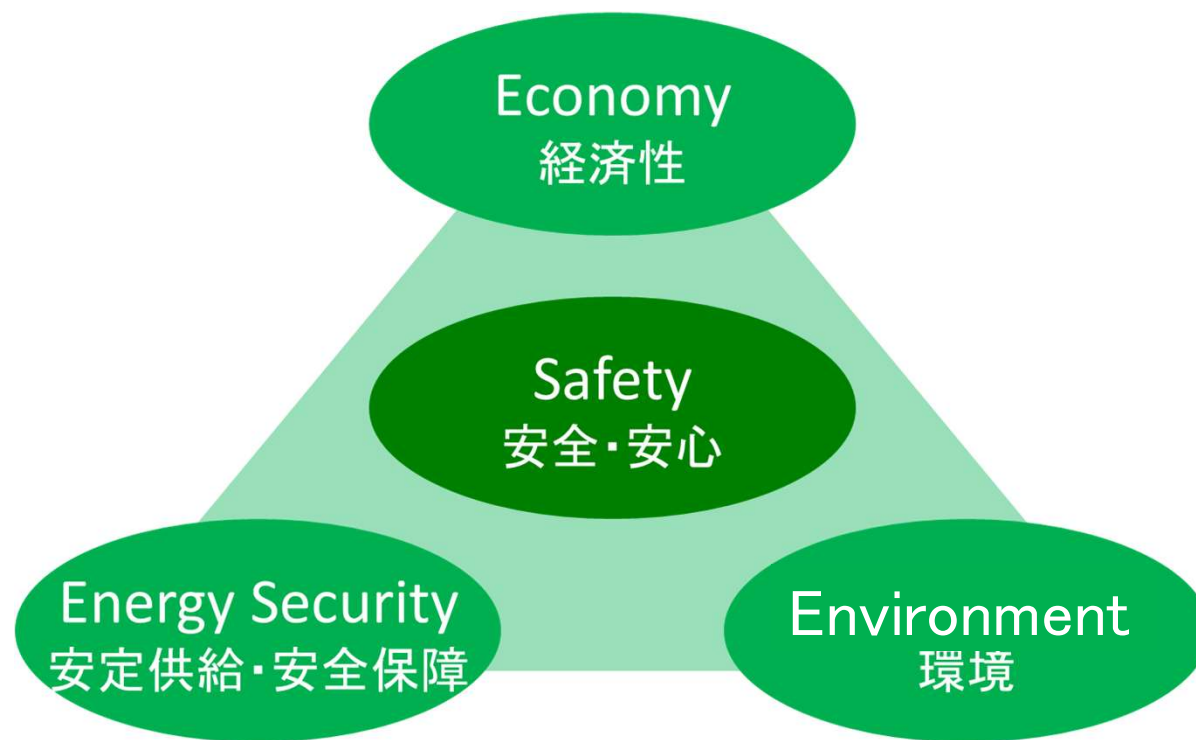
- 日本は、化石燃料資源をほとんど産出しないため、カーボンニュートラル(以下、CN。=脱化石燃料)は、気候変動のみならず、わが国のエネルギー安全保障にも資する。「悲願」ともいえる取り組み。各国のグリーン貿易戦争の様相も呈する中、わが国もGXを主要政策として掲げる。
- 一方、CN実現までの長期にわたる移行期間において、エネルギー安定供給の確保の重要性も認識している。
- エネルギー政策と気候変動政策は表裏一体であるが、計画策定の時間的方向性は異なる(フォアキャスト・バックキャスト)。近年、日本のみならず欧州を中心とする各国が、気候変動政策を優先してエネルギー政策を議論してきたが、エネルギー安全保障を巡る状況の変化の中で行き詰まりを見せている。
- パリ協定の下での新たな目標(NDC)の提出も求められるなか(2025年2月提出期限)、日本はこれまで政策の積み上げを行い、エネルギー基本計画を裏付けとしてNDCを決定しようとしてきたが、野心的なCO2削減目標であるNDCと、統合的なエネルギー基本計画(*長期エネルギー需給見通し)を描くことはほぼ不可能、むしろリスク。
- 脱炭素電源の拡大に向けて政府は努力しているが、原子力・再エネともに課題あり。また、移行期間の化石燃料(関連設備含む)の維持も課題。

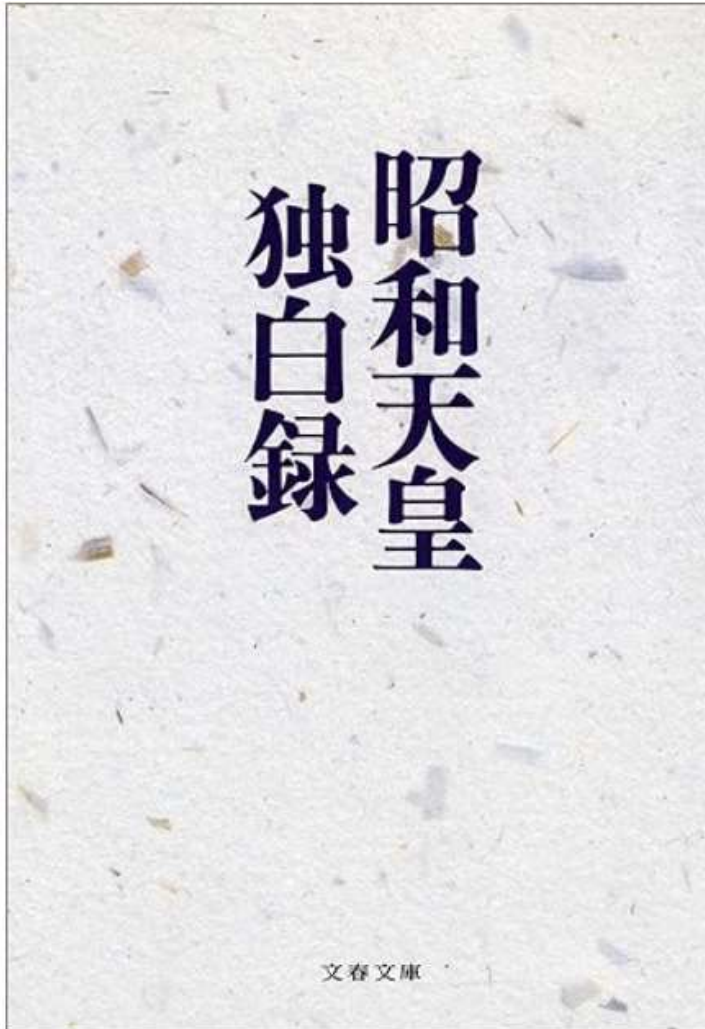
(参考)

日本におけるエネルギー政策の意味と歴史

エネルギー問題の難しさ

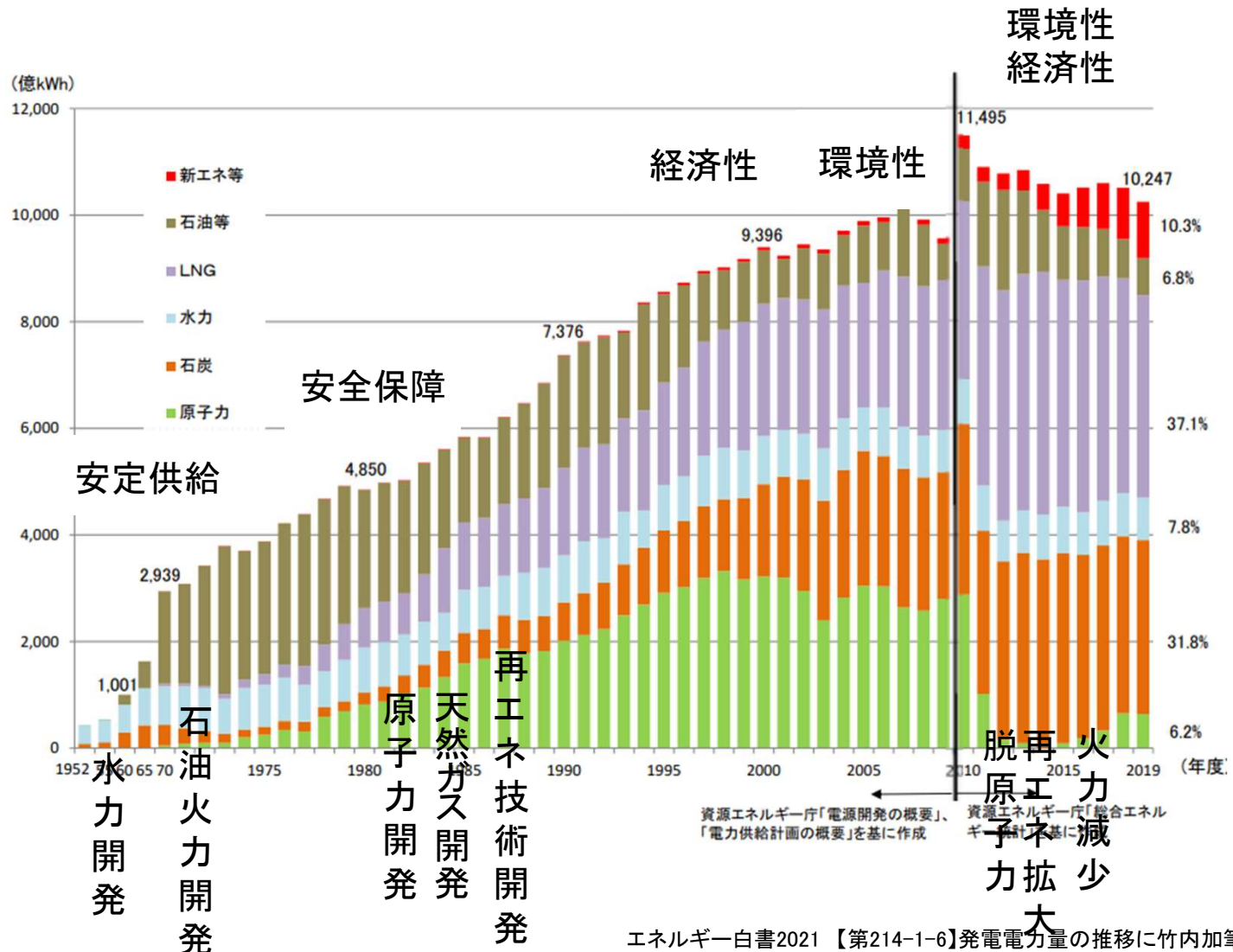
- エネルギー政策の要諦は、S+3Eというトリレンマの関係にある政策目標の重心を定めること。
- その政策目標の実現には、非常に長期の時間がかかる。
- 加えて電気は、在庫を持たない「究極の生鮮品」。





「先の日米戦争は
油に始まり、
油で終わった」

わが国のエネルギー政策 重心の変遷



1950年代 戦後復興に向けた発電所建設



1950年代 戦後復興に向けた発電所建設

- 戦後の経済復興に伴い、電力不足が深刻化、社会問題とされた。
- 世界銀行の貸出を受けた31プロジェクトのうち、9つが発電所建設。
- 黒四ダムは、総工費は、関電の資本金の3倍相当の400億円(最終的に513億円)、工期は7年。
- 殉職者171名を出す「世紀の大工事」 (“黒部にケガはない”)

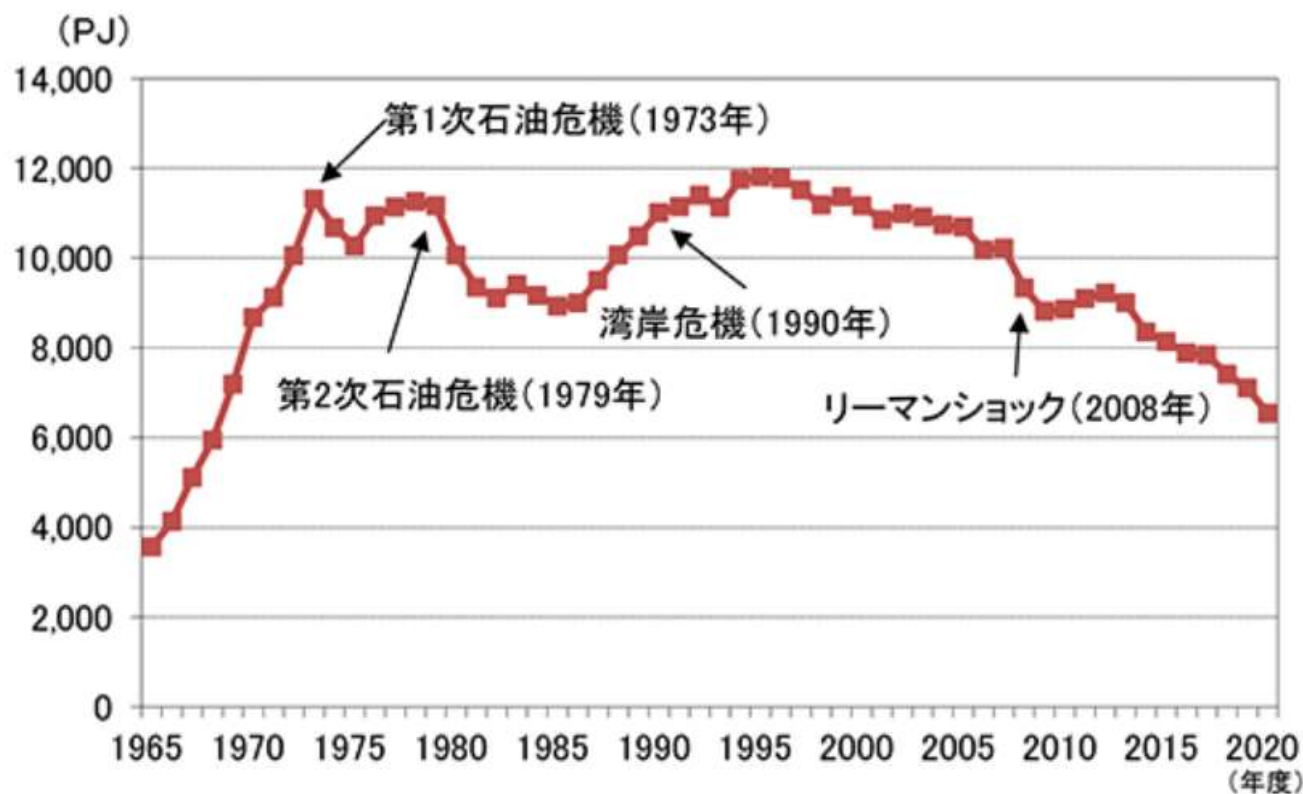


出所:関西電力株式会社ウェブサイト

高度経済成長期に急伸した石油需要

- 戦後、日本は原油輸入ができなかった。
- 1962年に輸入自由化。65年から73年までに200%を超える需要増加。

【第213-1-1】 日本の石油供給量の推移



出所: エネルギー白書2022

1970年代 オイルショックの混乱

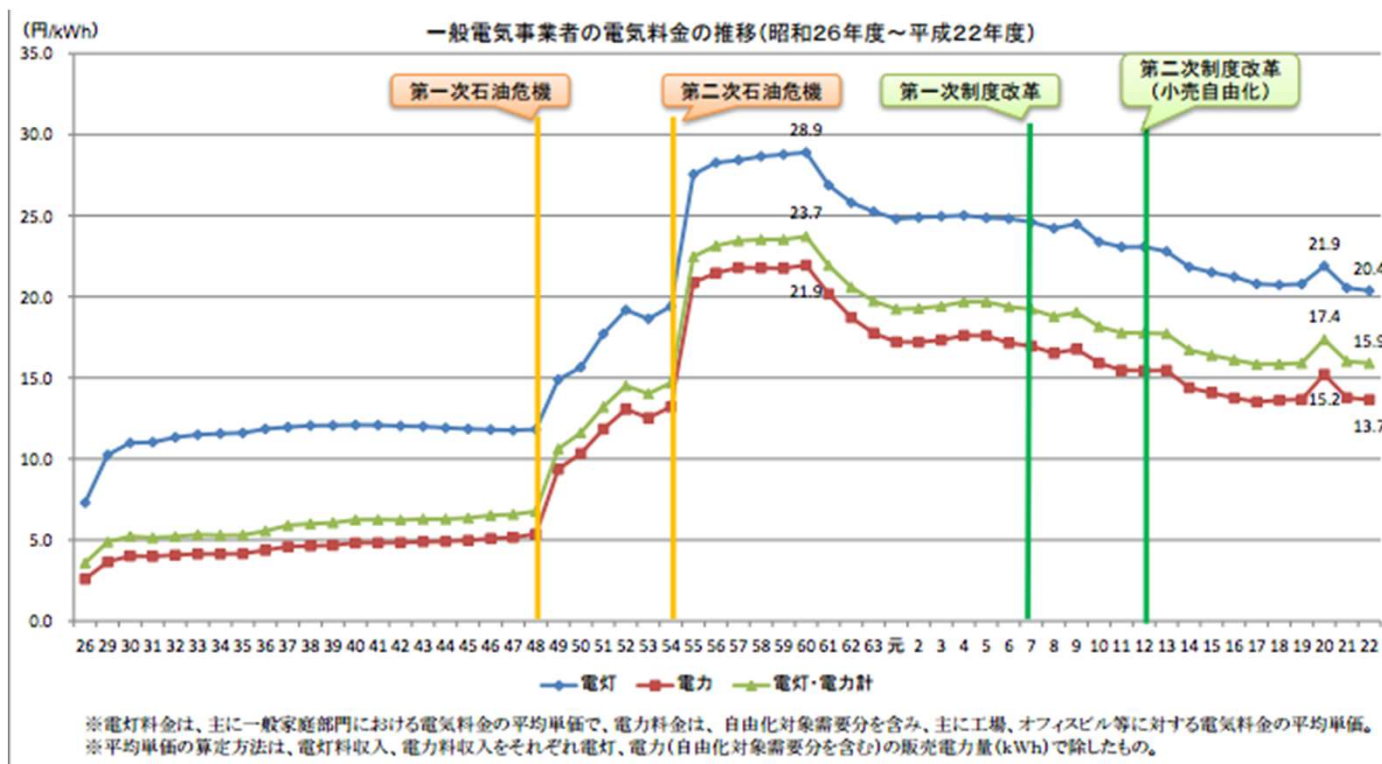


オイル・ショック後のスーパーマーケット



1990年代 部分自由化による電気料金引き下げ

- 自由化前は政府の規制の下、電力会社の投資は全て電気代で回収することが認められていた(そのことで、電力会社は低利で資金調達が可能になり、電気代抑制に効果があった)が、投資の効率化を図るため、部分的に(産業用の電力について)競争原理を導入。
- 他の公共料金に比べて電気料金は安定的に推移し、東日本大震災前の30年間で約3割低下。



東日本大震災前、極めて野心的な温暖化目標を掲げた



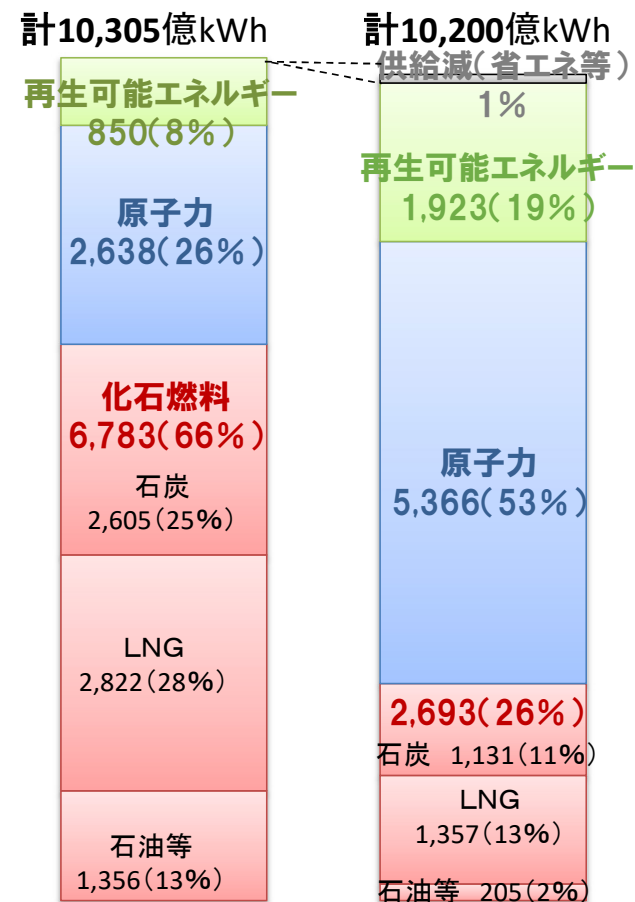
国連気候変動交渉の会場前でアピールするNGOの若者



2010年当時のエネルギー基本計画

- 当時の民主党政権は、「**2020年の温室効果ガス排出量を1990年比で25%削減**」という目標を掲げて、国民の支持を得た。
- 世論は「環境のため」という、耳障りの良い言葉に流されがち。しかし、**経済成長と電力消費量の間には強い相関関係**が認められるのが歴史的事実。
- 経済成長を前提とすると、省エネ努力を重ねても電力消費量の大幅削減は無理なので、原子力と再エネをそれぞれ最大限導入し、火力発電の稼働を圧縮するしかなかった。
- 2020年までに原発9基を新增設、2030年までに14基以上を新增設し、稼働率も飛躍的に向上させる計画であった。

【発電電力量ベース】



2007年度実績

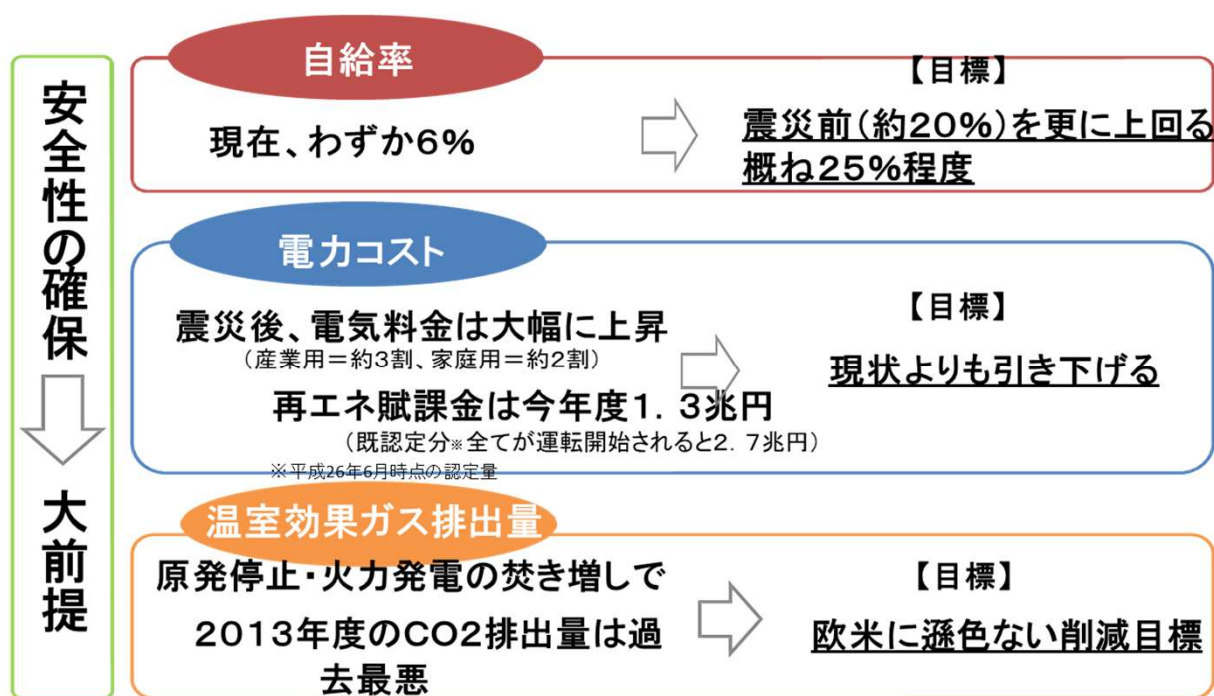
2030年推計

出所：2010年6月に閣議決定された現行のエネルギー基本計画

2011年3月11日を境に激変したわが国の電力事業

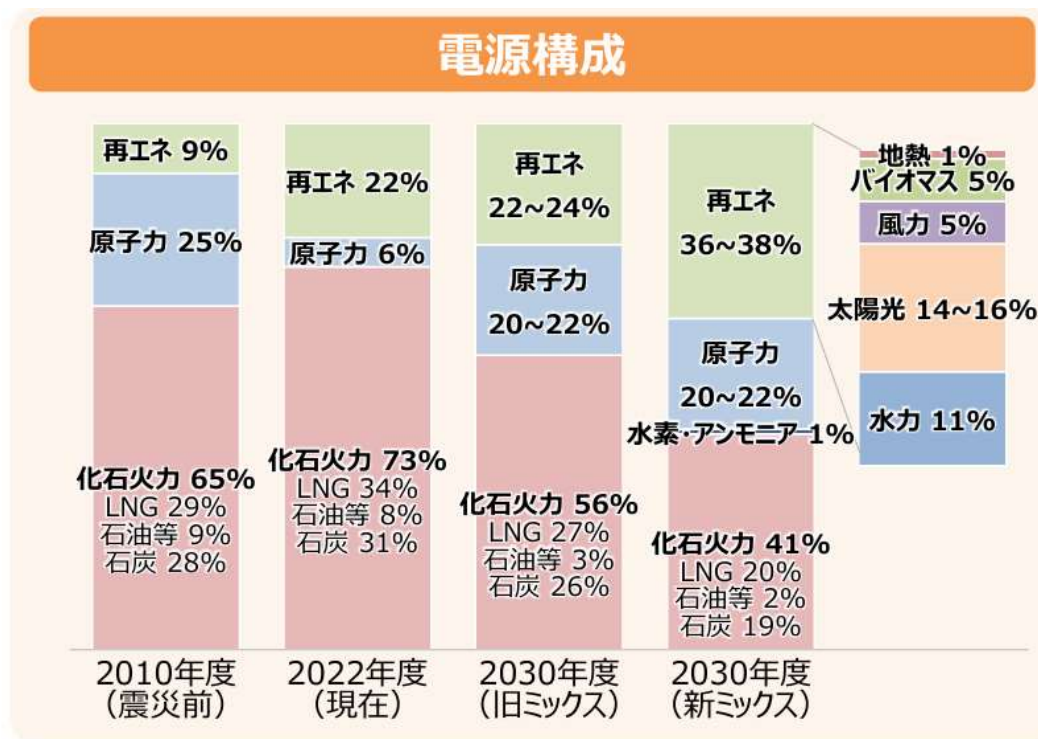
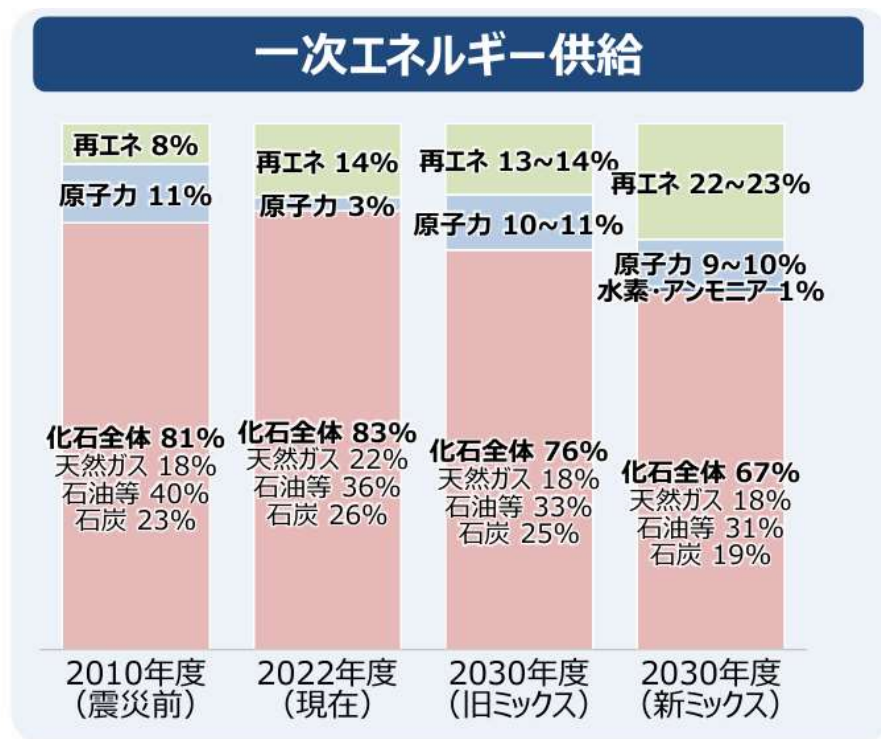
- 東日本大震災と福島原子力発電所事故を契機として、政府は慎重に進めていた電力システム改革を加速(家庭分野の自由化、発送電分離など)。
- 全面自由化と原子力安全規制の抜本の見直し(その間の原子力停止)、FITによる再生可能エネルギー大量導入を同時に進行させたことで、混乱が見られる。

東日本大震災後に掲げられた「電力システム改革」の目的



わが国のエネルギー供給の現状

- 2013年は原子力の稼働ゼロとなったが、2024年12月時点で11基稼働。
- 2011年以降、再エネは急速に増加。太陽光発電の導入設備量(kW)は世界第4位、国土面積当たりでは世界1位。
- しかし、電力需要が大きいことや太陽光偏在などから電力消費量に占める再エネ発電量(kWh)は諸外国と比べてまだ低位。



わが国のエネルギー供給の現状

- CO2排出削減など、複数の指標において順調な改善が見られる一方、電力コストは極めて深刻な上昇を見せている(原発停止による化石燃料利用の増、再エネ賦課金)。

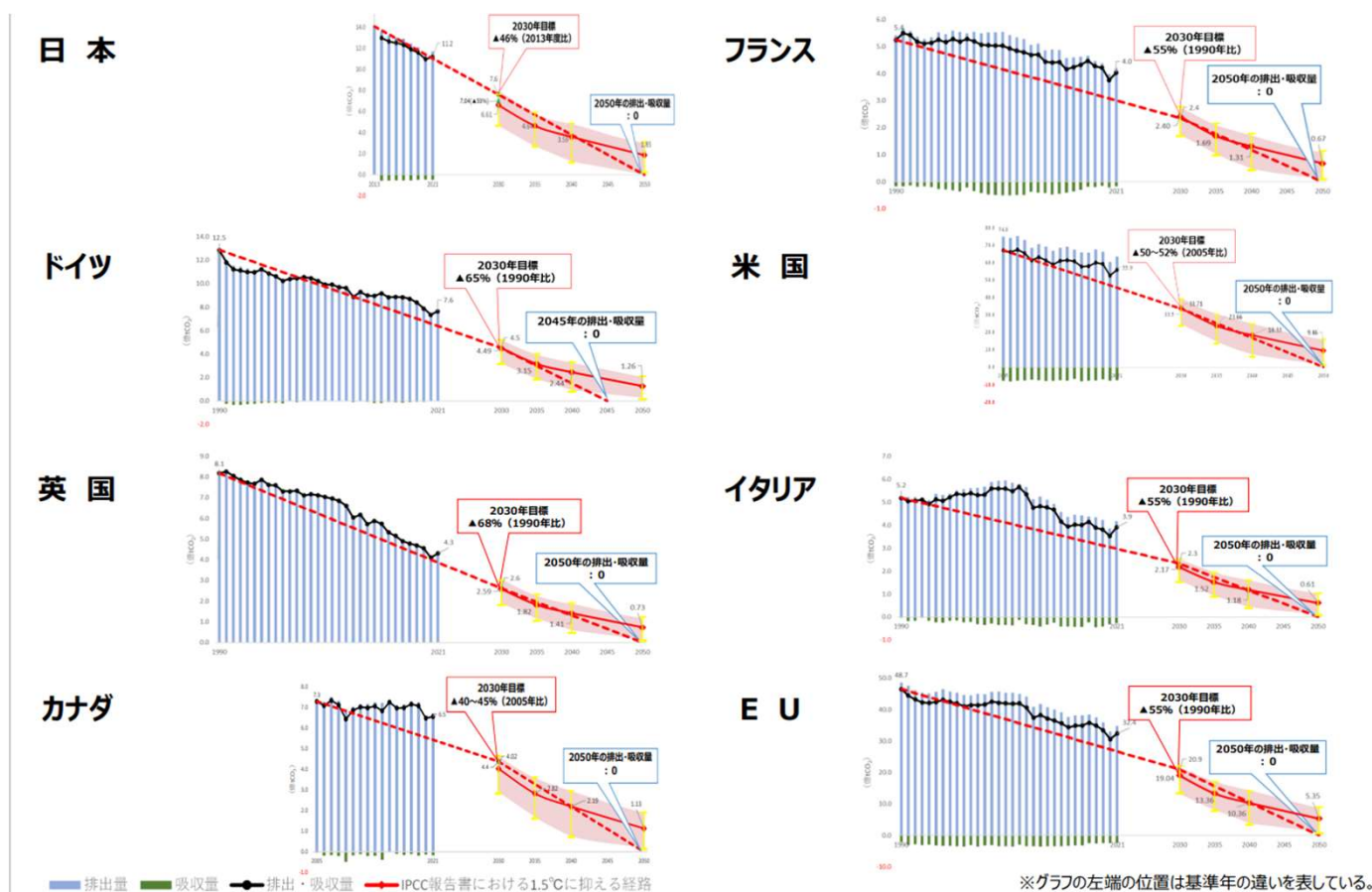
2030年度エネルギーミックスの進捗 (全体像)

取組指標	震災前 (2010年度)	震災後 (2013年度)	2022年度	2030年度		進捗
				旧ミックス	新ミックス	
① エネルギー自給率 (1次エネルギー全体)	20.2%	6.5%	12.6%	24%	30%	
② 電力コスト (燃料費 + FIT買取費)	5.0兆円 燃料費: 5.0兆円 FIT買取: 0兆円	9.7兆円 燃料費: 9.2兆円 FIT買取: 0.5兆円	16.6兆円 燃料費: 12.6兆円 FIT買取: 3.9兆円	9.2~9.5兆円 燃料費: 5.3兆円 FIT買取: 3.7~4.0兆円	8.6~8.8兆円 燃料費: 2.5兆円 FIT買取: 5.8~6.0兆円	
③ エネ起CO2排出量 (GHG総排出量)	11.4億トン (GHG: 13.0億トン)	12.4億トン (GHG: 14.1億トン)	9.6億トン (GHG: 11.4億トン)	9.3億トン (GHG: 10.4億トン)	6.8億トン (GHG: 7.6億トン)	
④ ゼロエミ電源比率	35% 再エネ 9% 原子力 25%	12% 再エネ 11% 原子力 1%	27% 再エネ 22% 原子力 6%	44% 再エネ 22~24% 原子力 20~22%	59% 再エネ 36~38% 原子力 20~22% 水素・アンモニア 1%	
⑤ 省エネ (原油換算の最終エネルギー消費)	3.8億kl 産業・業務: 2.4 家庭: 0.6 運輸: 0.9	3.6億kl 産業・業務: 2.3 家庭: 0.5 運輸: 0.8	3.1億kl 産業・業務: 1.9 家庭: 0.5 運輸: 0.7	3.3億kl 産業・業務: 2.3 家庭: 0.4 運輸: 0.6	2.8億kl 産業・業務: 1.9 家庭: 0.3 運輸: 0.6	

※ 四捨五入の関係で合計が合わない場合がある。
 ※ 2030年度の電力コストは系統安定化費用(旧ミックス 0.1兆円, 新ミックス 0.3兆円)を含む。
 出典: 総合エネルギー統計(2022年度確報)等をもとに資源エネルギー庁作成

G7メンバーの排出削減の進捗状況

- 目標に対してオントラックなのは、日本と英国のみ。
- 2021年時点で、米国は約10億トン、EUは5億トン以上目標から乖離。

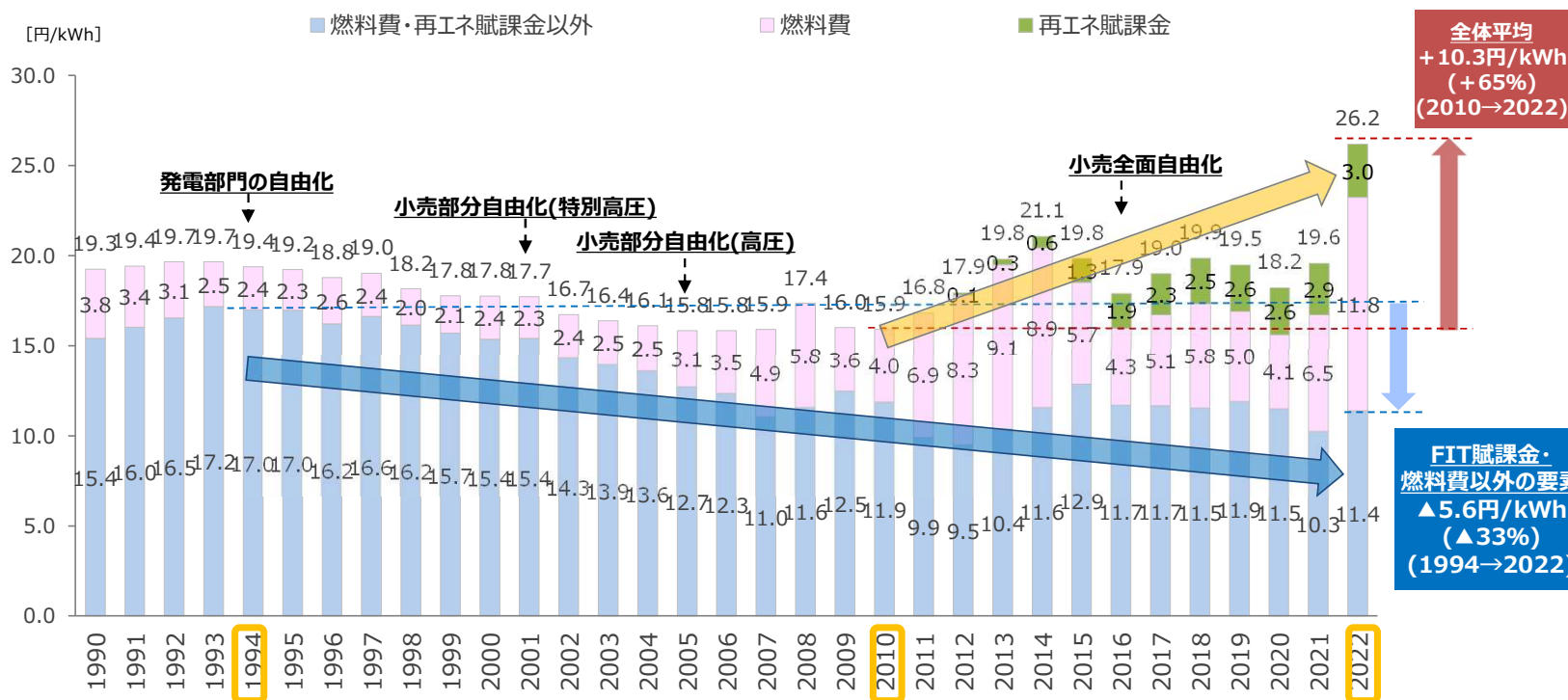


出所: GX実行会議(第9回) 伊藤環境大臣提出資料

2010年と比較して2022年は平均65%の電気料金上昇

- 東日本大震災以降、燃料費の増大と再エネ賦課金導入等によって、2010年度に比べて約+65%上昇。

大手電力10社における電気料金平均単価の推移（家庭用・産業用の全体平均）

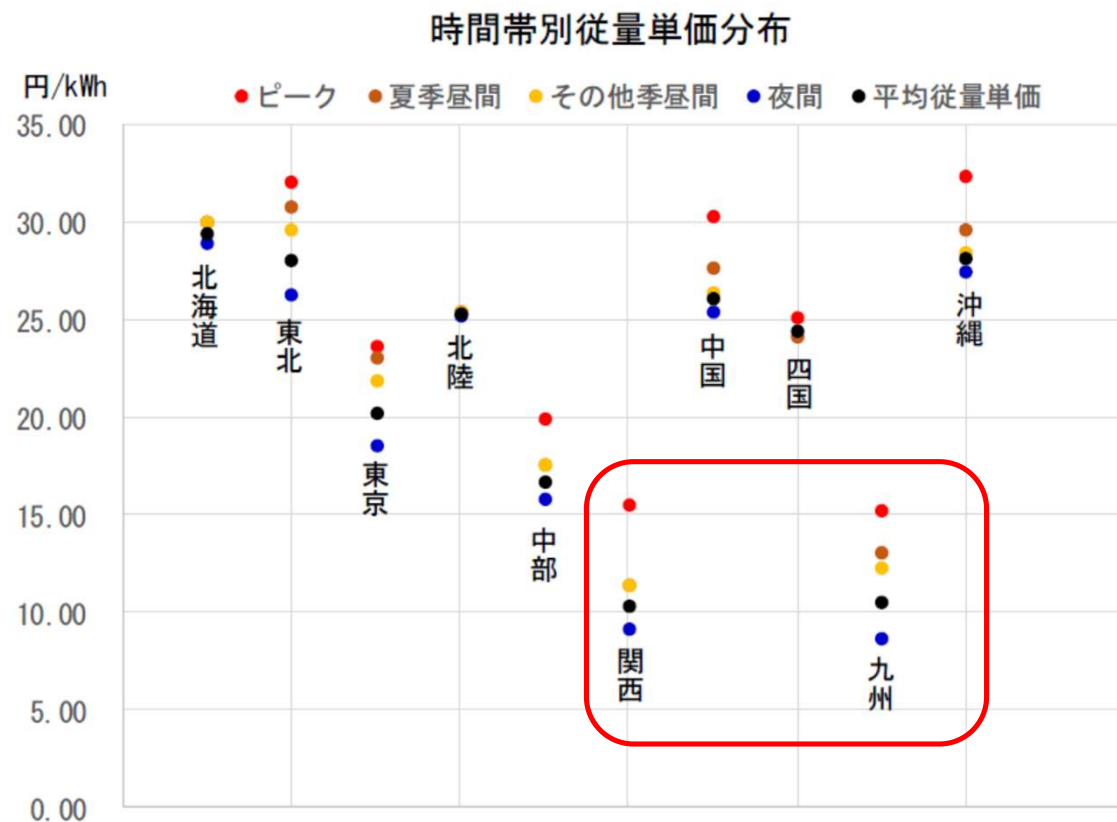


※上記単価は、消費税を含んでいない。
 ※端数処理により合計した場合などに数値が一致しない場合がある。

(出所) 発受電月報、各電力会社決算資料等を基に作成

電気料金の地域間格差(原子力発電の電気料金に与える影響)

- 社によって、基準とする燃料費等が異なるため、厳密な比較は困難であるが、原子力の再稼働が進む関西・九州の2社は他社より低下価格で分布。

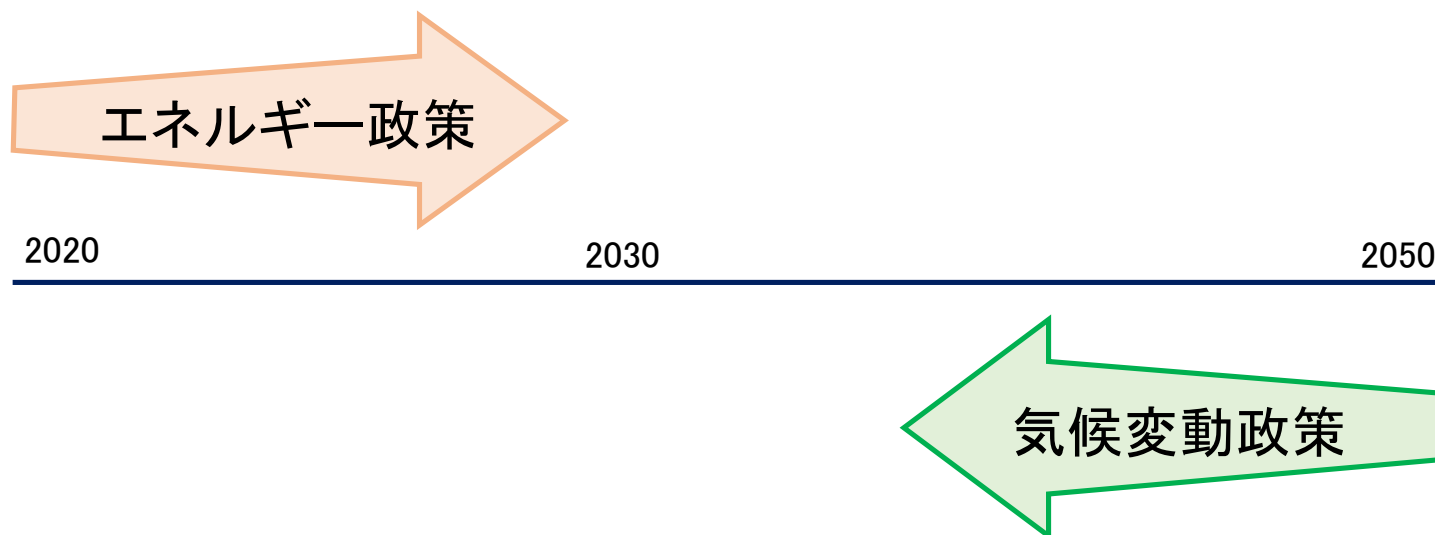


出典: 2023年8月時点の各社産業用特別高圧約款(季時別)

Green Transformation (GX)をどう進めるか

エネルギー政策と気候変動政策の考え方の違い

- エネルギーは究極の生活財・生産財であり、その計画は現実に即し、フォアキャストで策定。
- 気候変動対策は産業革命を上回る社会変革であり、あるべき姿からやるべきことを導き出すバックキャストで策定。
- 2050年カーボンニュートラルを目指すうえでは、30年という非常に短期の時間軸でエネルギー政策と気候変動対策をつながなければならない。



各国が環境・エネルギー分野への投資で成長戦略を描く

- COPおよびG7はかろうじて協調を維持しているが、各国の「グリーン貿易戦争」が激化している。



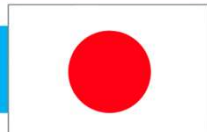
米国

- ✓ インフレ抑制法(IRA)は、2022～2031年度に見込まれていた政府収入・支出を調整して、約3000億ドルを削減し、総額3690億ドルを主としてエネルギー安全保障・気候変動分野に投資。
- ✓ 税額控除等によってインセンティブを与える「太陽政策」が中核。規制による補完。
- ✓ 国産化要件を設けるなど、産業政策としての意義が強い。



欧州

- ✓ 排出量取引制度によるカーボンプライシングを主とする、排出削減に対するインセンティブを付与。CBAM(炭素国境調整メカニズム)によって国際公平性を確保。→CBAMには米国や中・印など新興国が反発。
- ✓ 欧州グリーン・ディール投資計画は10年で官民合わせて1兆€の投資を見込む(欧州委員会が試算した予算は、2021～2030年で5,030億€)。

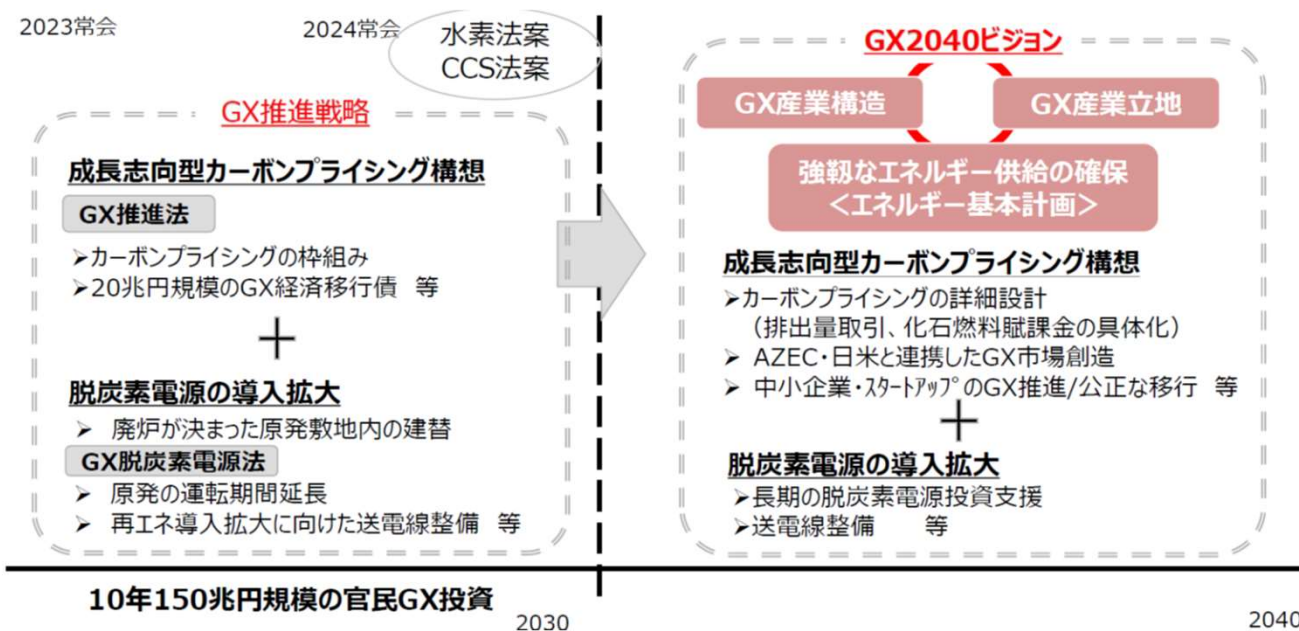


日本

- ✓ GX基本方針策定。規制・支援一体型の投資促進策と成長志向型のカーボンプライシングの導入。
- ✓ 官民合わせて150兆円の投資を期待(政府が投資する20兆円は、GDPの規模を考えると米国IRAと相応)
- ✓ GX実行会議において、分野別投資戦略を議論。

GX基本方針の概要と主要な論点

- GXとは、化石燃料からクリーンエネルギーへの転換を核として、**経済・社会、産業構造全体の**変革を目指すもの。DXとも融合して、日本としての持続可能性を高めていくことを目的とする。
- 官民あわせて150兆円の投資を見込む。日本としては**乾坤一擲、最後の賭け**。
- これまで現下のエネルギー供給の立て直しに議論の軸足が置かれていたが、第11回において、GX2040という国家戦略を策定することを決定。その論点は、①エネルギー、②GX産業立地、③GX産業構造、④GX市場創造の4本柱。**産業政策**としての色合いが鮮明になった。



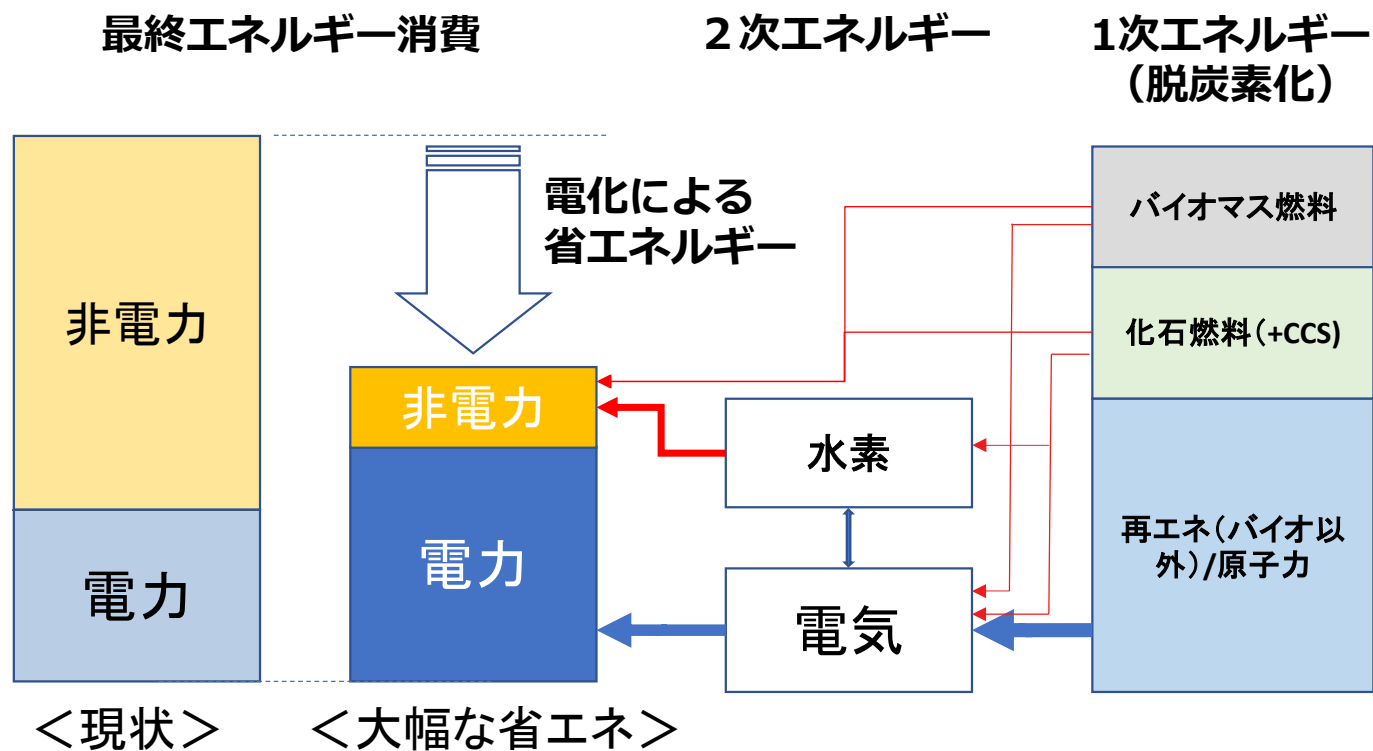
出典：第11回GX実行会議政府提出資料

GX基本方針の具体化に向けた施策

- **電力安定供給の確保(脱炭素電源の拡大・移行期間における化石燃料確保)**
 - ✓ 脱炭素電源投資の促進策（予見性向上）強靱なエネルギー供給確保分野別投資戦略やアクションプランにより投資促進
 - ✓ 送電網整備、水素・アンモニアなどの新たな燃料の供給確保、国際的な輿論の中での石炭の扱い
- **「規制・支援一体型の投資促進策」と「成長志向型CP」の併用**
 - ✓ ポジティブインセンティブとネガティブインセンティブをタイミングによりバランスを変えながら組み合わせる（当初10年は前者、その後は後者重心）
- **「投資促進策」の具体化**
 - ✓ 分野別投資戦略やアクションプランにより投資促進
 - ✓ 予算プロセス：概算要求は1.6兆円規模（R7年度1.2兆円規模） + 事項要求
 - ✓ 減税措置：岸田総理「米国等の税制措置も参考に、蓄電池、電気自動車、半導体など戦略分野の国内投資について、新たな減税制度を創設」
- **「カーボンプライシング」の具体化**
 - ✓ GX-ETSの第2フェーズ以降（2026年～）の制度化
 - ✓ 有償オークションの設計と価格の想定
 - ✓ 化石燃料賦課金の設計

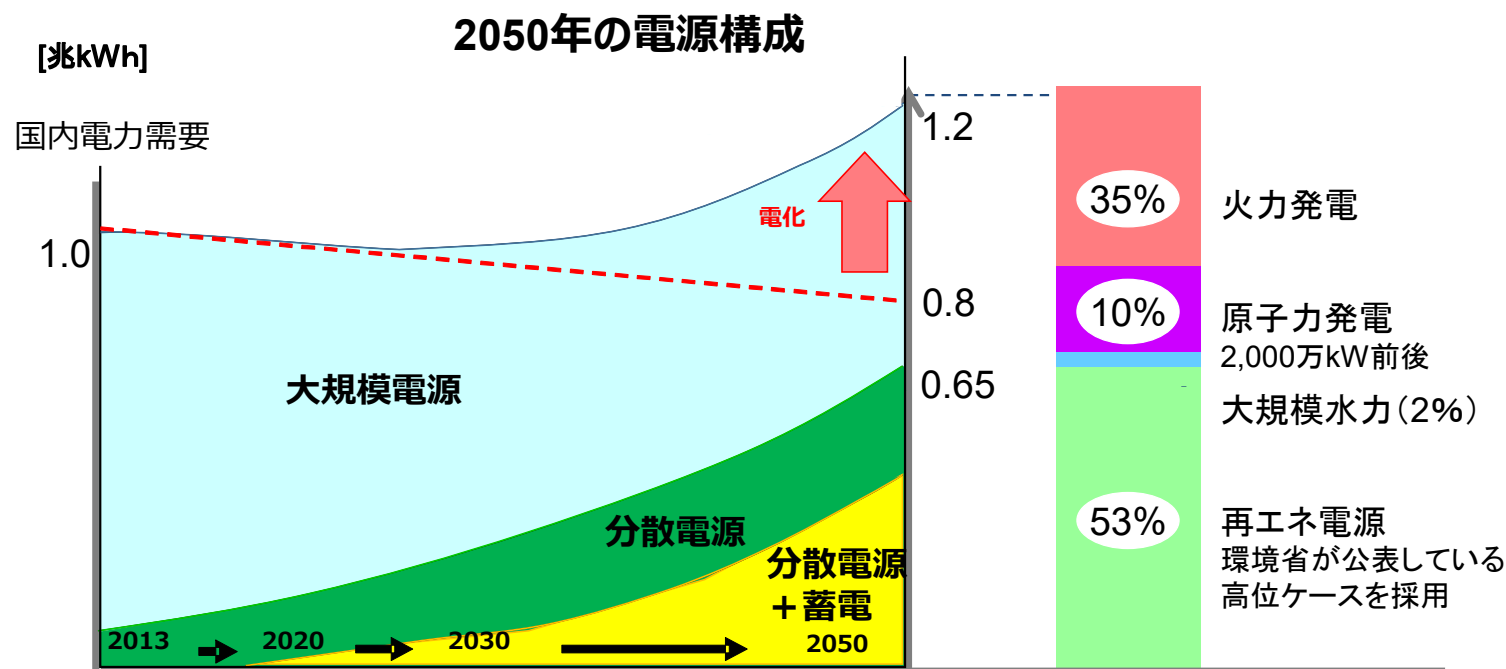
なぜ電力政策の見直しが必要なのかー電気の時代が来る

- 大幅な脱炭素への技術的選択肢はそれほどない。
- 有効なのは「電源の脱炭素化」×「需要の電化」の掛け算



2050年の電力需要と電源構成 (竹内他[2017]の試算)

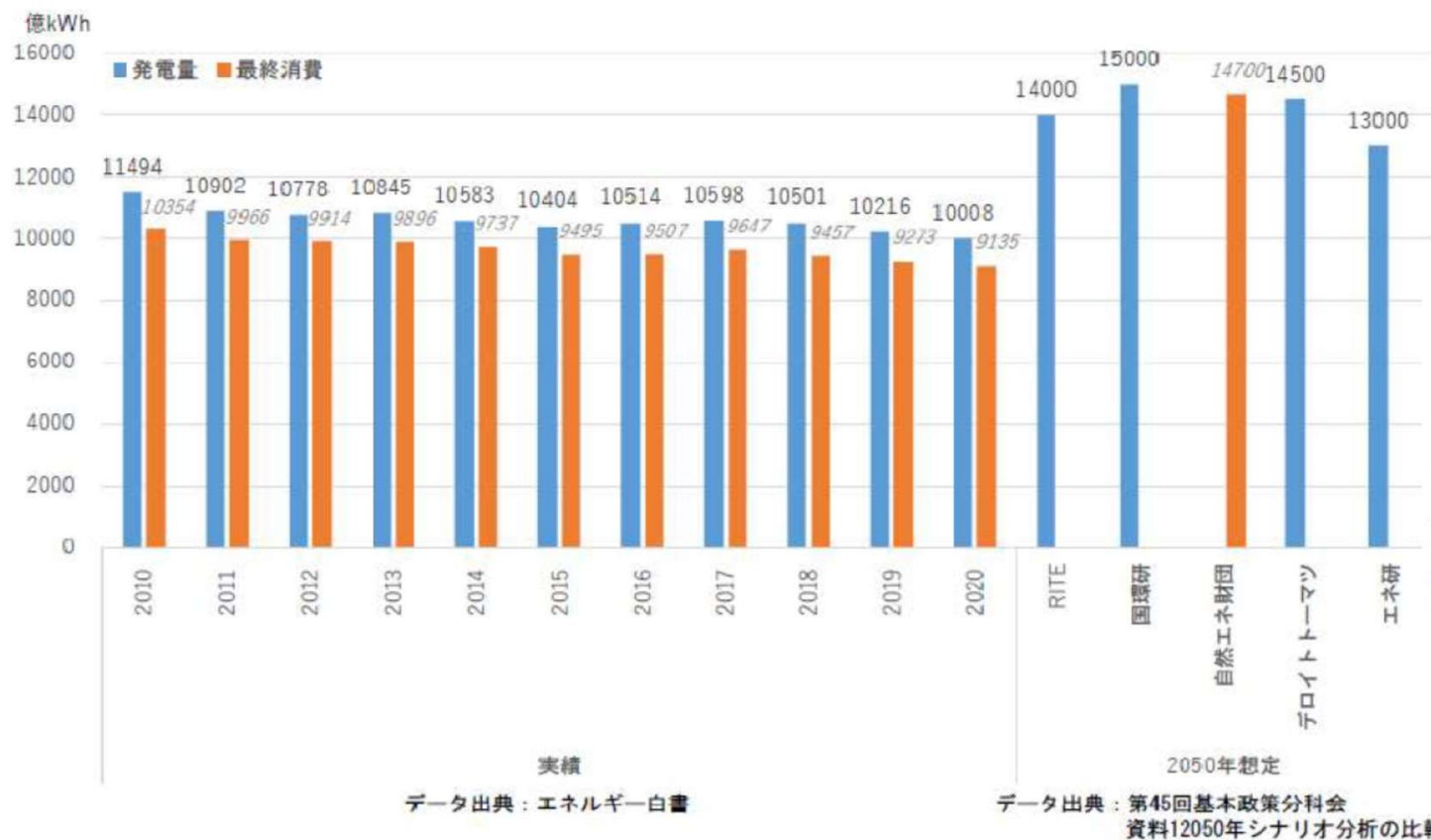
- 国内電力需要は減少要因(人口減少、経済停滞、省エネの進展等)に任せると、赤の点線のように減少する見通し。
- 一方、増加要因(低炭素化に向けた電化の進展等)を加味すると、2050年には13年比20%増と試算。
- これを下図右のような電源構成で賄うと、**CO2排出量は72%削減**(2013年比)となる。



出典：『エネルギー産業の2050年—Utility3.0へのゲームチェンジ』より作成

電力需要の動向

- 今後進展が期待されるDX、GXともに電力需要を急増させる。
- 電力需要が増えなかったとすれば、それは、DXにもGXにも失敗したということ。
- 現状年間1兆kWh →2050年予測は1.3兆～1.5兆kWh



第7次エネルギー基本計画をどう描くのか ①

- 現行の第6次エネルギー基本計画は、2021年10月に決定されているため、2024年は「少なくとも3年ごとに検討」(エネルギー政策基本法第12条)のタイミング。
- パリ協定の下で提出するNDC(Nationally Determined Contribution)国が定める貢献)も来年2月までに更新して提出せねばならない。
 - * 欧州委員会は**2040年に1990年比90%削減**を提案、米中は2035年？
 - * 日本がホスト国を務めた2023年のG7気候・エネルギー・環境大臣会合コミュニケでは、「世界のGHG排出量を2019年比で2030年までに約43%、2035年までに60%削減することの緊急性が高まっていることを強調する」と記載(2013年比2030年-53%、2035年-67%に相当)
- 日本はこれまで政策の積み上げを行い、エネルギー基本計画を裏付けとしてNDCを決定しようとしてきたが、野心的なCO2削減目標であるNDCと、統合的なエネルギー基本計画(*長期エネルギー需給見通し)を描くことはほぼ不可能、むしろリスク。
- 岸田首相第11回GX実行会議での発言
「政治・経済・社会・技術、あらゆる面で、世界が安定期から激動期へと入りつつある中で、単一的前提ありきでエネルギーミックスの数字を示す手法には限界があります。」

エネルギー基本計画の描き方の変化

- 第6次では“野心的”という言葉が19回使われている。
- 達成すべき「計画」ではないとの注記付き(「基本的位置づけ」)。

第5次基本計画：2018年

2030年 2013年比▲26%
2050年 2013年比▲80%

個別エネルギー政策を最大限積み上げ
太陽光・風力発電の最大限導入
石油危機時並みの省エネ
原発は最大限再稼働
化石燃料も必要量を安定調達
主要業界は期待生産量を確保



現状を踏まえたフォアキャスト型

第6次基本計画：2021年

2030年 2013年比▲46%
2050年 カーボンニュートラル

2050年CNと13年を結ぶ直線上に目標を設定
目標実現ための個別政策の組合せを評価
再エネ導入量を更に上乗せ
石油危機時を上回る省エネ
原発の再稼働想定は引継ぐ
水素を初めて供給に組み入れ



気候変動目標に沿うバックキャスト型

第7次エネルギー基本計画で記載すべきポイント

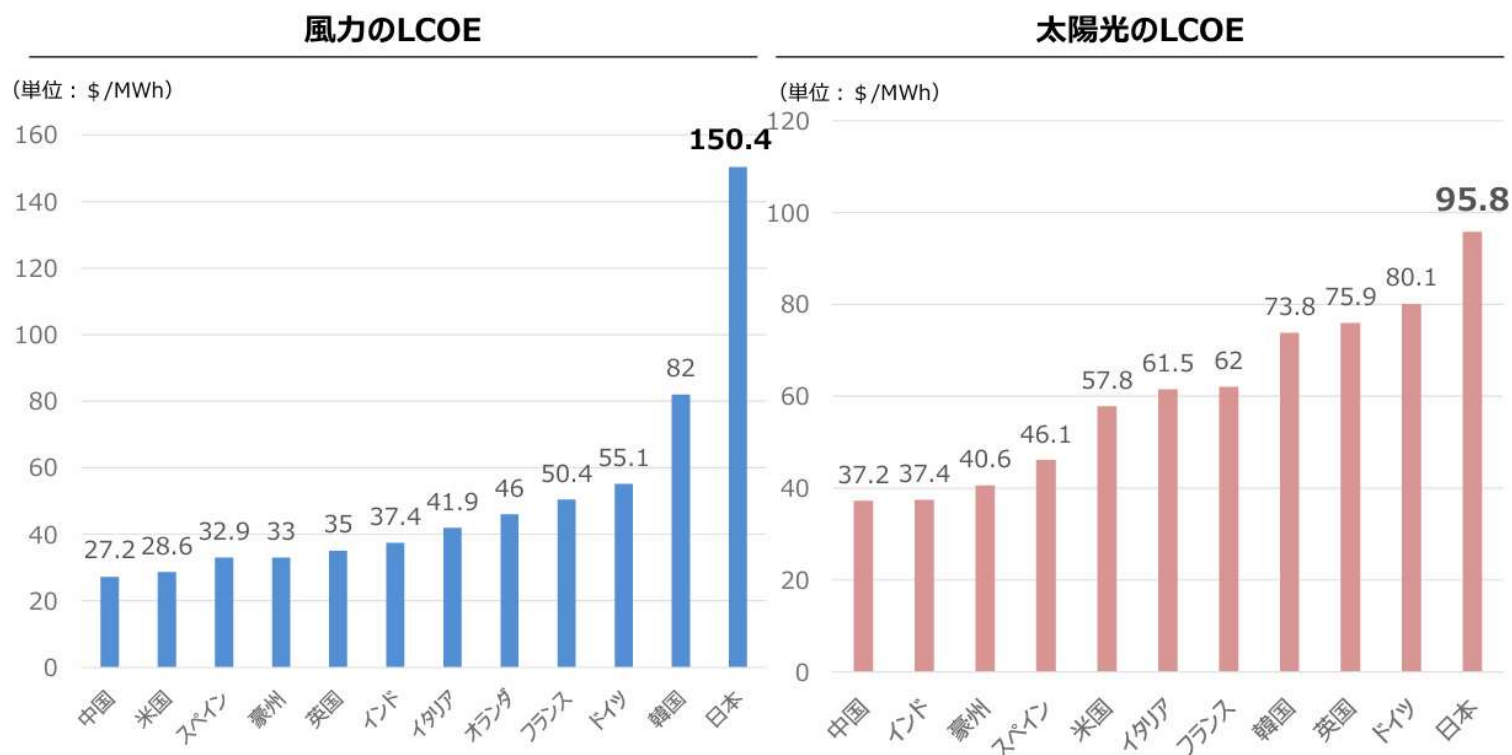
- ① 化石燃料は戦略物資であり、確保に万全を期すというメッセージ
 - ・ LNG長期契約が維持できる仕組み
 - ・ 国内のガスパイプライン整備による地域間融通能力向上と市場による需給調整
 - ・ 石炭サプライチェーンの維持と、低品位炭の利用
 - ・ 石油サプライチェーンの維持(内航船、船員等含む)

- ② 原子力活用に向けた事業環境整備の論点やプロセスを明確化
 - ・ 「原発依存度の低減」の削除
 - ・ 安全規制・事故時の賠償制度の適正化
 - ・ 技術・人材の維持
 - ・ 立地地域への支援策

- ③ 気候変動対策はコスト負担や強制的手法を伴うことの明示
 - ・ コスト負担や雇用喪失などの痛みについての国民理解
 - ・ 炭素価格の見通しを示すことで、設備投資判断を促す
 - ・ 規制的手法を導入するなら、事前に十分な告知を

脱炭素電源をいかに増やすか

- FIT (Feed In Tariff) 制度を導入し、太陽光発電は順調に拡大。しかし、国土面積や自然条件の制約もあってコスト低下が十分ではない。
- 地域との共生に課題があるケースも多く、再エネを主力電源にするという目標の達成には課題。



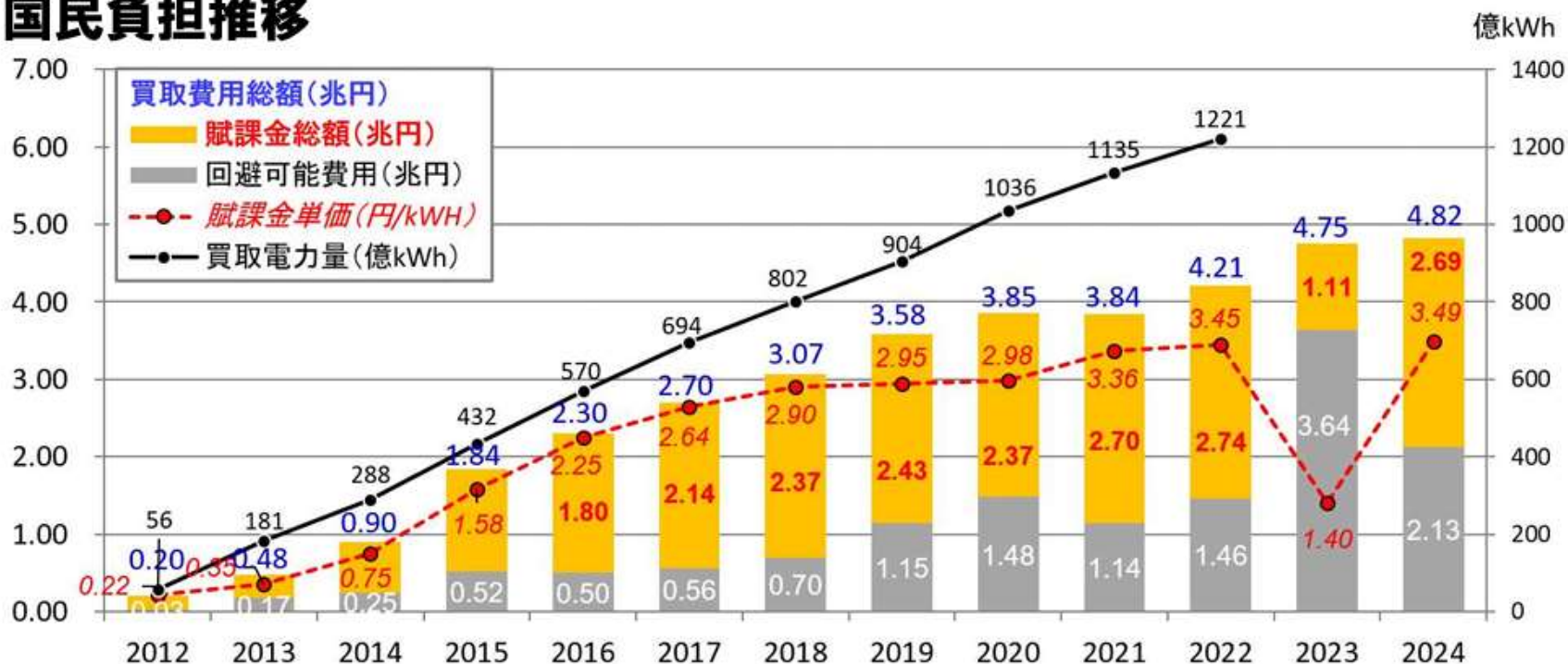
(出典) IRENAの情報を基に経済産業省作成。

64

再エネ(太陽光発電)の課題(国民負担)

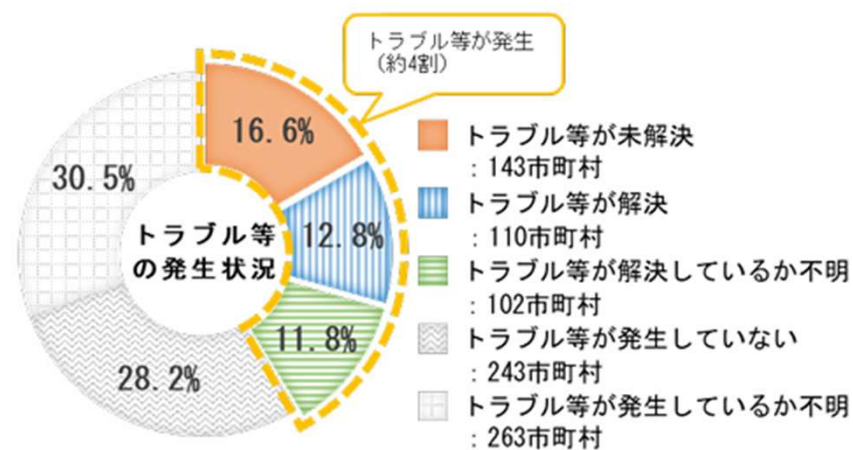
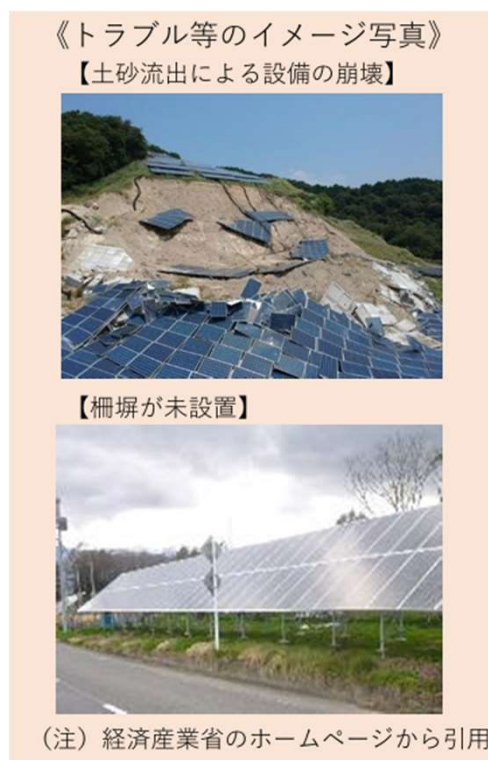
- わが国の太陽光発電導入量は急増したが(世界第4位)、課題も多く、今後の導入拡大の障壁となっている。
- 買取価格の低減も進んできたが、初期の3年間に設備認定を取った案件に関する負担分が、賦課金増大の大きな要因。

国民負担推移



再エネ(太陽光発電)の課題(事業規律)

- 土砂流出や濁水の発生、景観への影響、動植物の生息・生育環境の悪化などの問題が生じ、太陽光発電設備等の設置を規制する単独条例は2024年3月29日時点で276(地方自治機構)。
- 総務省は2024年3月、経済産業省に改善勧告。
- 分散型電源を性善説で設計したツケが出ている。



○市町村の約4割^{※1}で、太陽光発電設備に起因するトラブル等が発生

※1 回答が得られた861市町村中355市町村

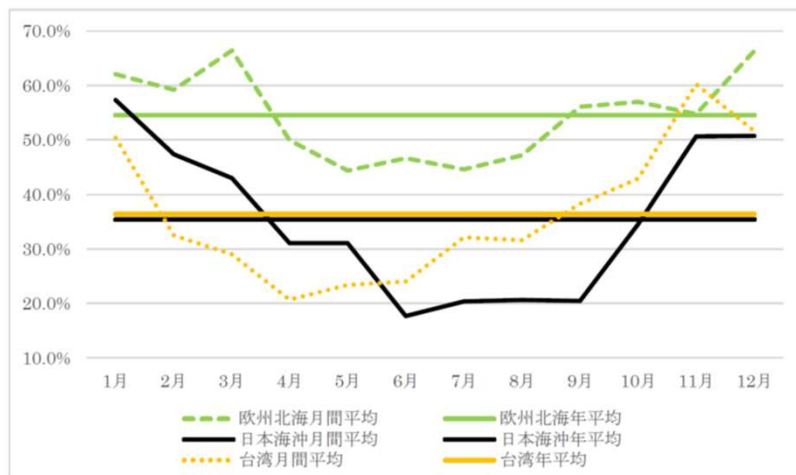
○市町村の2割弱^{※2}で、未解決のトラブル等がある状況

※3 回答が得られた861市町村中143市町村

洋上風力発電の特色と課題

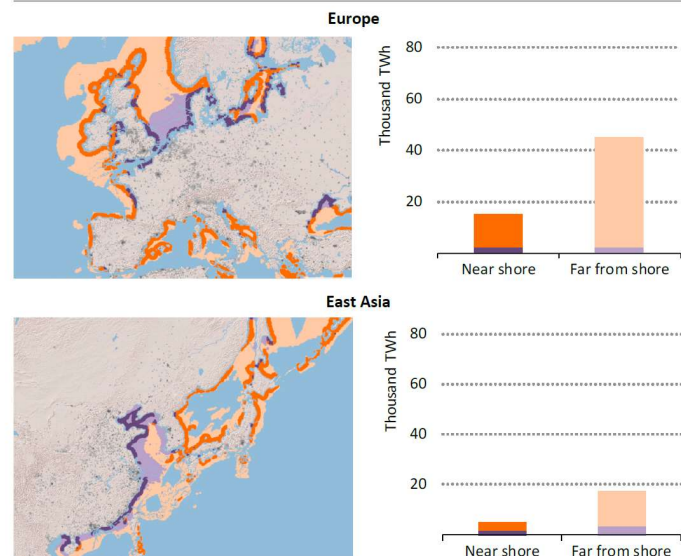
- 再エネのなかでも柱のひとつに位置づけられている
- しかし、日本は遠浅の海域が英国の1/8。コストの高い浮体式を大量導入する必要がある。
- 平均風速の違いから、設備利用率が低い。特に夏場の電力需要が高い時期に発電量が低下(6~9月の月間設備利用率は約20%)

欧州、日本、台湾の仮想立地点の月間平均設備利用率



出典: 東京大学公共政策大学院ディスカッションペーパー

Figure 27 Regional technical potentials for offshore wind



出典: IEA Offshore Wind Outlook 2019

原子力の活用にも大きな課題

- 「3つの不透明性」で担い手不在になる恐れ。⇒ せめて”原子力大綱“の復活を。
- 新規制基準への審査対応に数年単位の時間を要し、「電力11社が見込む安全対策費の合計は少なくとも約5.8兆円に」(朝日新聞2023年8月8日)

日本の原子力を取り巻く3つの不透明性

①政治的不透明性

- ・ オイルショックの記憶の風化／福島原発事故の鮮明な記憶
- ・ 地元合意の在り方（再稼働への合意が首長選挙の争点？）
- ・ 責任者不在の体制（原子力長期計画の廃止、原子力防災）

②政策的な不透明性

- a) 電力システム改革政策
 - ・ 原子力の投資回収確保策の廃止（総括原価/地域独占）
- b) 核燃料サイクル政策（特にバックエンド）
 - ・ 尤度の無い政策の行き詰まり（技術・政策両面）

③規制の不透明性・訴訟リスク

- ・ 予見性の乏しい規制活動／効率性無き安全行政
- ・ 運転差し止め訴訟の頻発

GX実現に向けた課題と留意点(まとめ)

- 脱炭素化のセオリーに則ってGXを進めるには、潤沢・低廉・安定的な脱炭素電源の確保が大前提。
- GXに加えて、DXが大きな命題。DXによる電力需要は、地点特定の、かつ、電力インフラの整備に必要とされる時間よりも極めて早いペースで増加する。(例:東京電力PG管内で2028年までに600万kW)
- 潤沢・低廉・安定的な脱炭素電源の確保が、わが国のGX・DXの阻害要因にならないようにすることが極めて重要。
- 急速に立ち上がるデータセンター、半導体工場等による電力需要増に対応するためには、原子力発電所の再稼働が急務となる。
- 2030年代以降もDXが続くのであれば、設備投資を行う環境整備(電力自由化の修正)を行わなければ、GXとDXの同時進行において大きな不整合を生じる。
- 岸田首相が原子力発電所活用の方針を打ち出し、GX電源法の改正が行われたことは極めて大きな一歩であったが、実際の活用に向けては、原子力安全規制の進化、立地地域の方々の理解と同意の確保などにおいて、政府のより強いコミットメントが求められる。
- カーボンプライシングについては、炭素賦課金と排出量取引の2制度。カーボンプライシングのエネルギー間中立が極めて重要であるなかで、この2つの制度による負担を近づける制度的措置が必要。
- エネルギー源を問わず、排出する温室効果ガスの量に応じた炭素価格を負担する制度にすべきで、電力に過度な負担がかかる制度となれば、日本はセオリーを踏み外すことになる。

ご清聴ありがとうございました

