

「新エネルギー基本計画」でなるか脱炭素

フォーリン・プレスセンター

2021年10月27日

高村ゆかり (東京大学)

Yukari TAKAMURA (The University of Tokyo)

e-mail: yukari.takamura@ifi.u-tokyo.ac.jp

エネルギー・気候変動政策 スケジュール

	2020年 1-3月	2020年 4-6月	2020年 7-9月	2020年 10-12月	2021年 1-3月	2021年 4-6月	2021年 7-9月	2021年 10-12月
エネルギー政策	・エネルギー供給強靱化法（電気事業法改正、FIT法改正）提出	・強靱化法可決（5月）	・電気事業法、FIT法の制度議論	2050年カーボンニュートラル		とりまとめ		
気候変動政策			・温暖化対策計画見直し開始			とりまとめ		
その他・備考			・米国大統領選挙（11月）		・米国気候サミット（4月） ・G7@英国（6月）		・国連総会（9月） ・G20@イタリア（10月） ・COP26@英国グラスゴー（10-11月）	

2050年カーボン
ニュートラル

石炭火力検討WG

エネルギー基本計画の見直し

2030年温暖化
目標（NDC）の
提出

2030年46-50%削
減目標の表明

・グリーン
成長戦略
（12月）

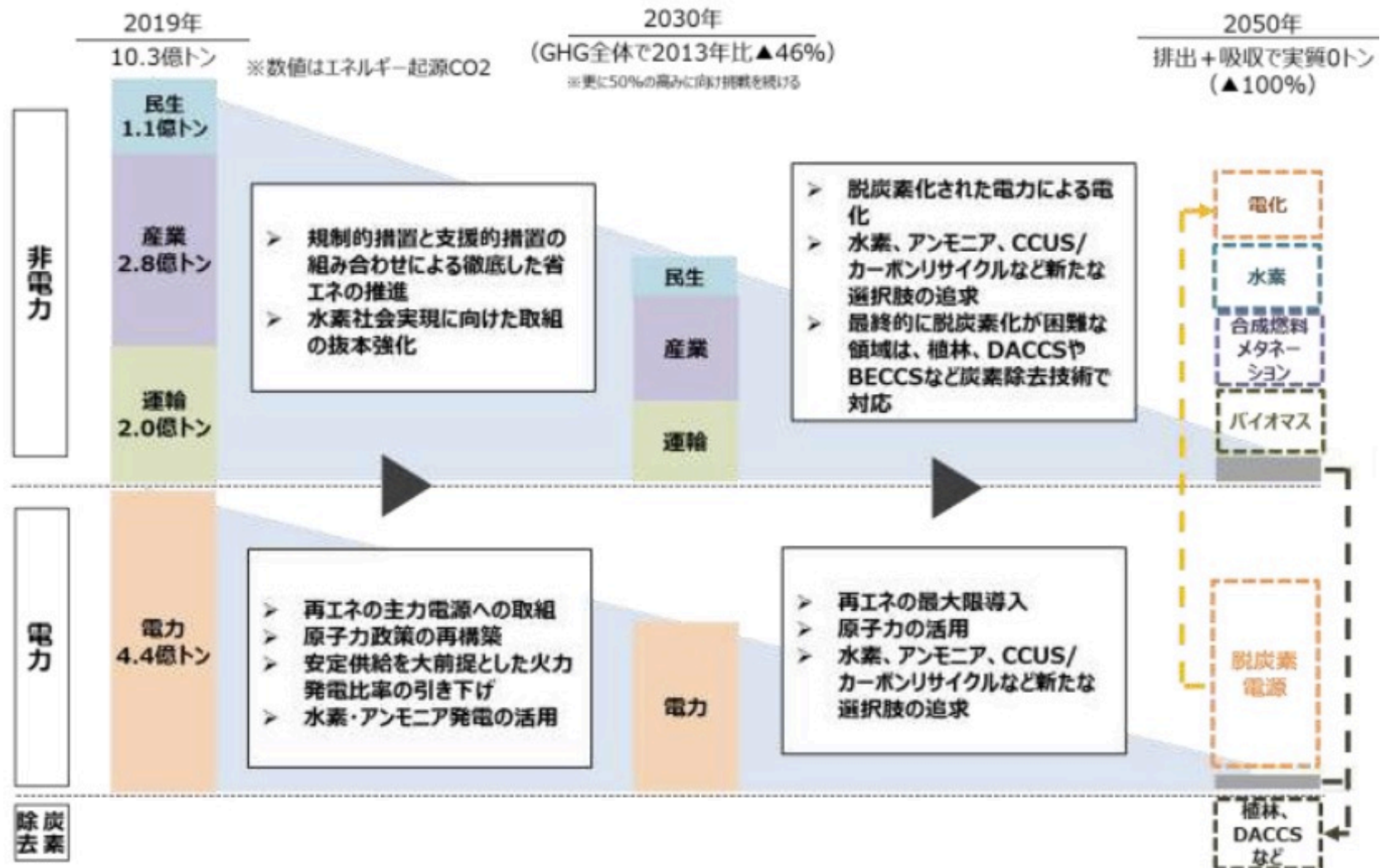
カーボンプライシン
グの検討

2030年目標の表明

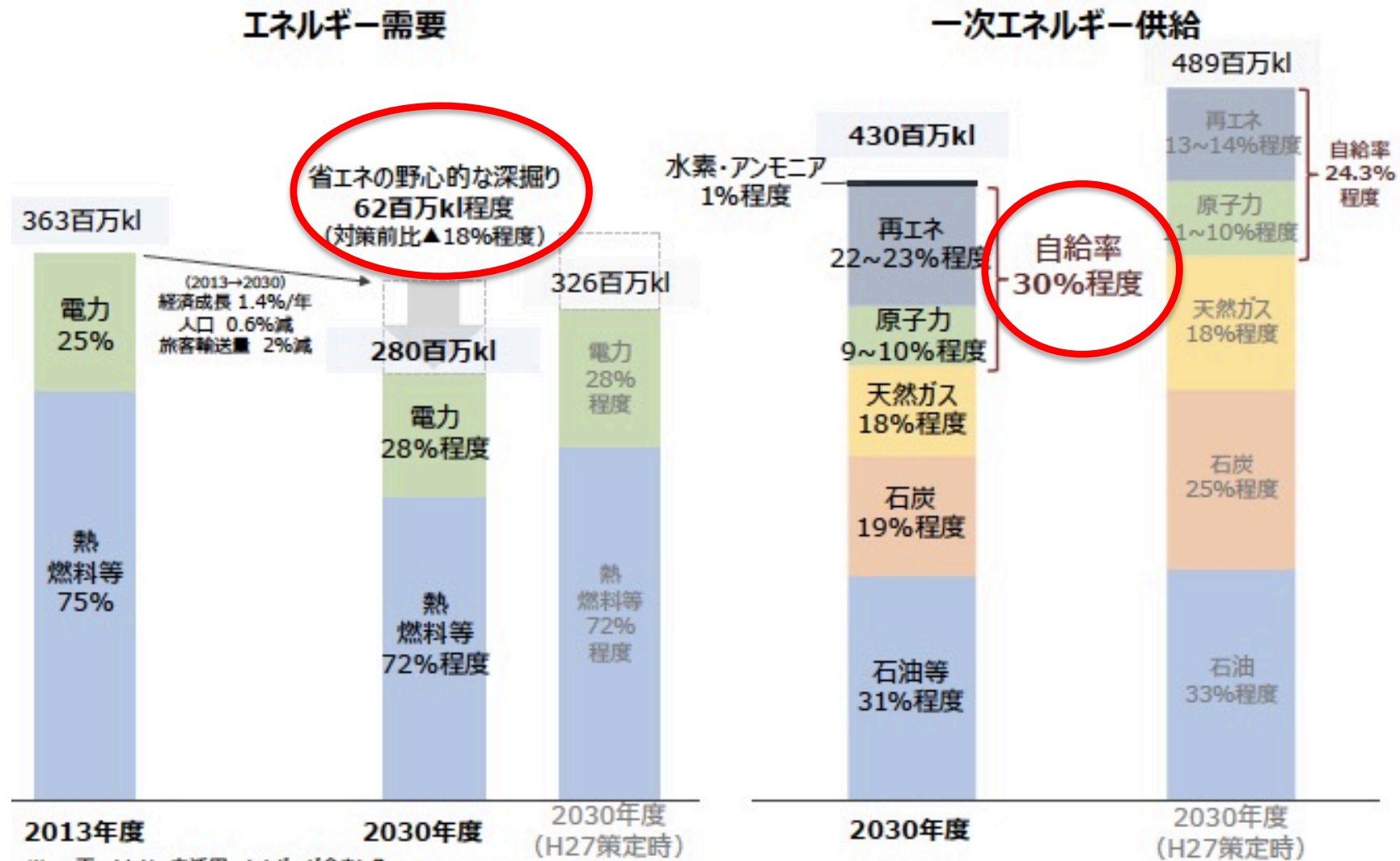
(2021年4月22日・抜粋)

- 地球規模の課題の解決に向け、我が国は、大きく踏み出します。
2050年目標と整合的で、野心的な目標として、2030年度に、温室効果ガス排出量を2013年度から46%削減することを目指します。
さらに50%の高みに向けて、挑戦を続けてまいります。
- 46%削減は、これまでの目標を7割以上引き上げるものであり、決して容易なものではありません。しかしながら、世界のものづくりを支える国として、次の成長戦略にふさわしいトップレベルの野心的な目標を掲げることで世界の議論をリードしていきたいと思えます。
- 今後は、目標の達成に向け、具体的な施策を着実に実行していくことで、経済と環境の好循環を生み出し、力強い成長を作り出していくことが重要であります。
- 再エネなど脱炭素電源の最大限の活用や、投資を促すための刺激策、地域の脱炭素化への支援、グリーン国際金融センターの創設、アジア諸国をはじめとする世界の脱炭素移行への支援などあらゆる分野で、できる限りの取組を進め、経済・社会に変革をもたらしてまいります。

2050年カーボンニュートラルのイメージ

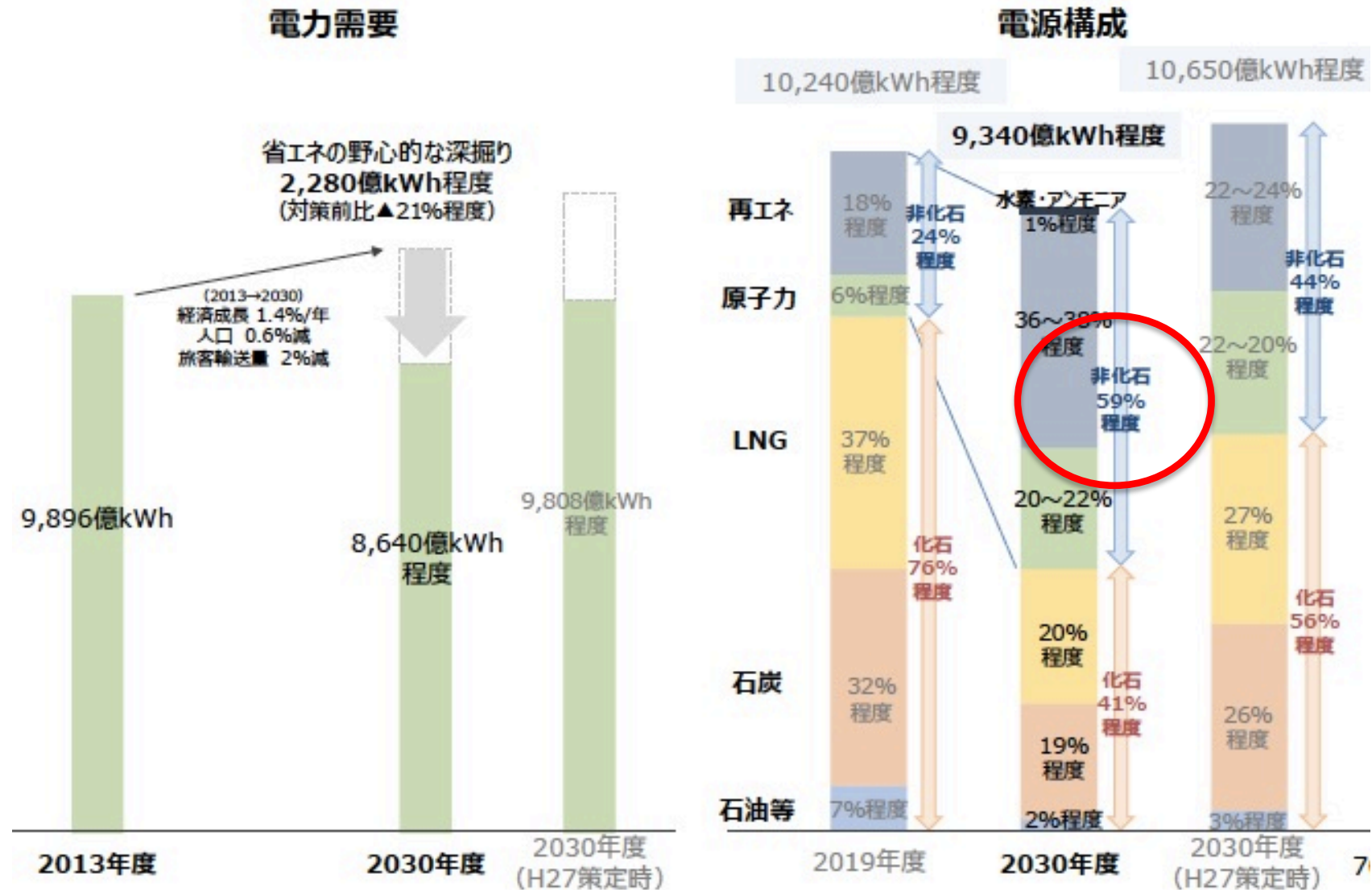


2030年のエネルギーの姿

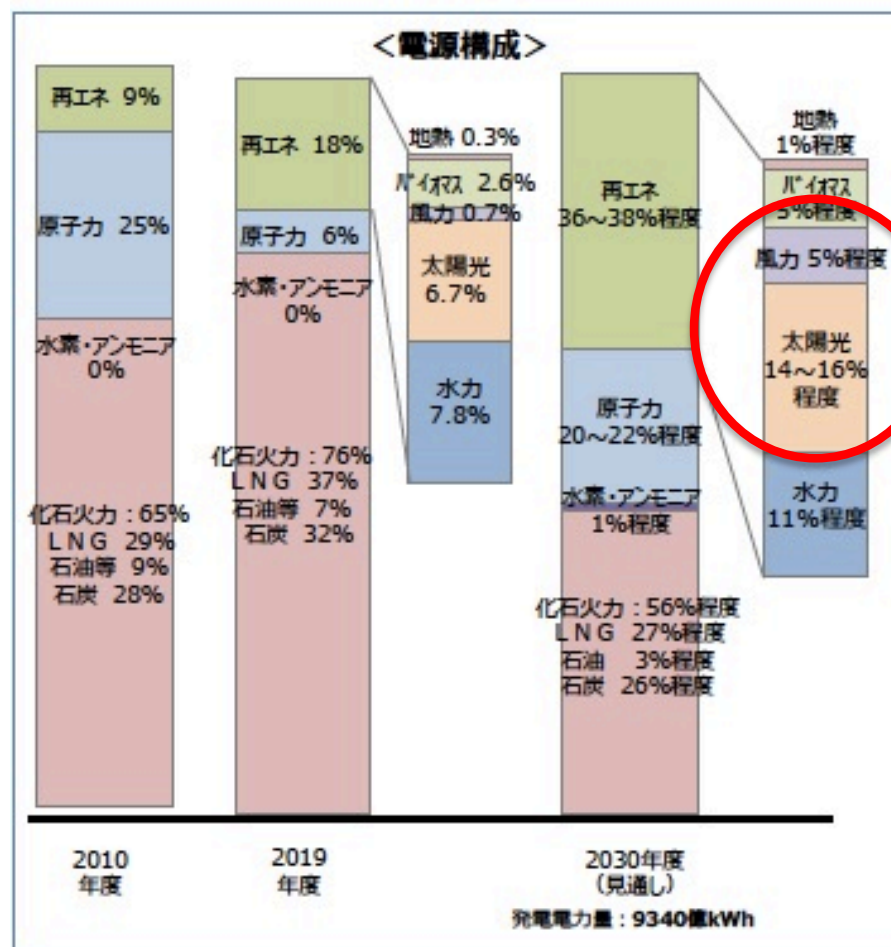


※ 再エネには、未活用エネルギーが含まれる
 ※ 自給率は総合エネルギー統計ベースでは31%程度、IEAベースでは30%程度となる
 ※ H27以降、総合エネルギー統計は改訂されており、2030年度推計の出発点としての2013年度実績値が異なるため、単純比較は出来ない点に留意

2030年の電源構成



2030年の再生可能エネルギー



(kW)	導入水準 (21年3月)	FIT前導入 量 + FIT認定 量 (21年3月)	ミックス (2030年度)	ミックスに 対する 導入進捗率
太陽光	6,200万	8,100万	10,350~ 11,760万	約56%
風力	450万	1,190万	2,360万	約19%
地熱	61万	67万	148万	約41%
中小 水力	980万	1,000万	1,040万	約94%
バイオ マス	500万	1,030万	800万	約63%

※バイオマスはバイオマス比率考慮後出力。
 ※改正FIT法による失効分（2021年3月時点で確認できているもの）を反映済。
 ※太陽光の「ミックスに対する進捗率」はミックスで示された値の中間値に対する導入量の進捗。

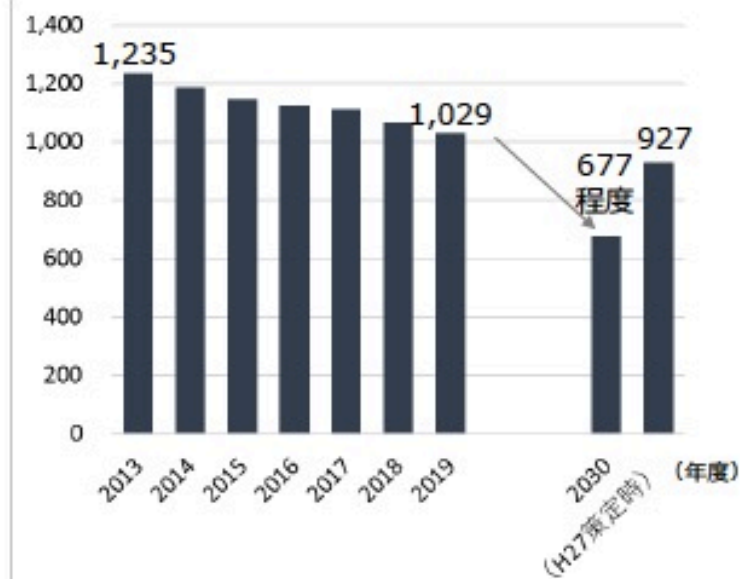
出典）総合エネルギー統計(2019年度確報値)等を基に資源エネルギー庁作成

エネルギー起源のCO2排出量

エネルギー起源CO2排出量

[百万t-CO2]		2013年度	2030年度
CO2排出量		1,235	677
削減率			
2005年比		+1%	▲44%
2013年比		—	▲45%

(百万t-CO2)



電力由来エネルギー起源CO2排出量

[百万t-CO2]		2013年度	2030年度
CO2排出量		572	219
削減率			
2005年比		+18%	▲50%
2013年比		—	▲62%

(百万t-CO2)



エネルギー基本計画の着目点(1)

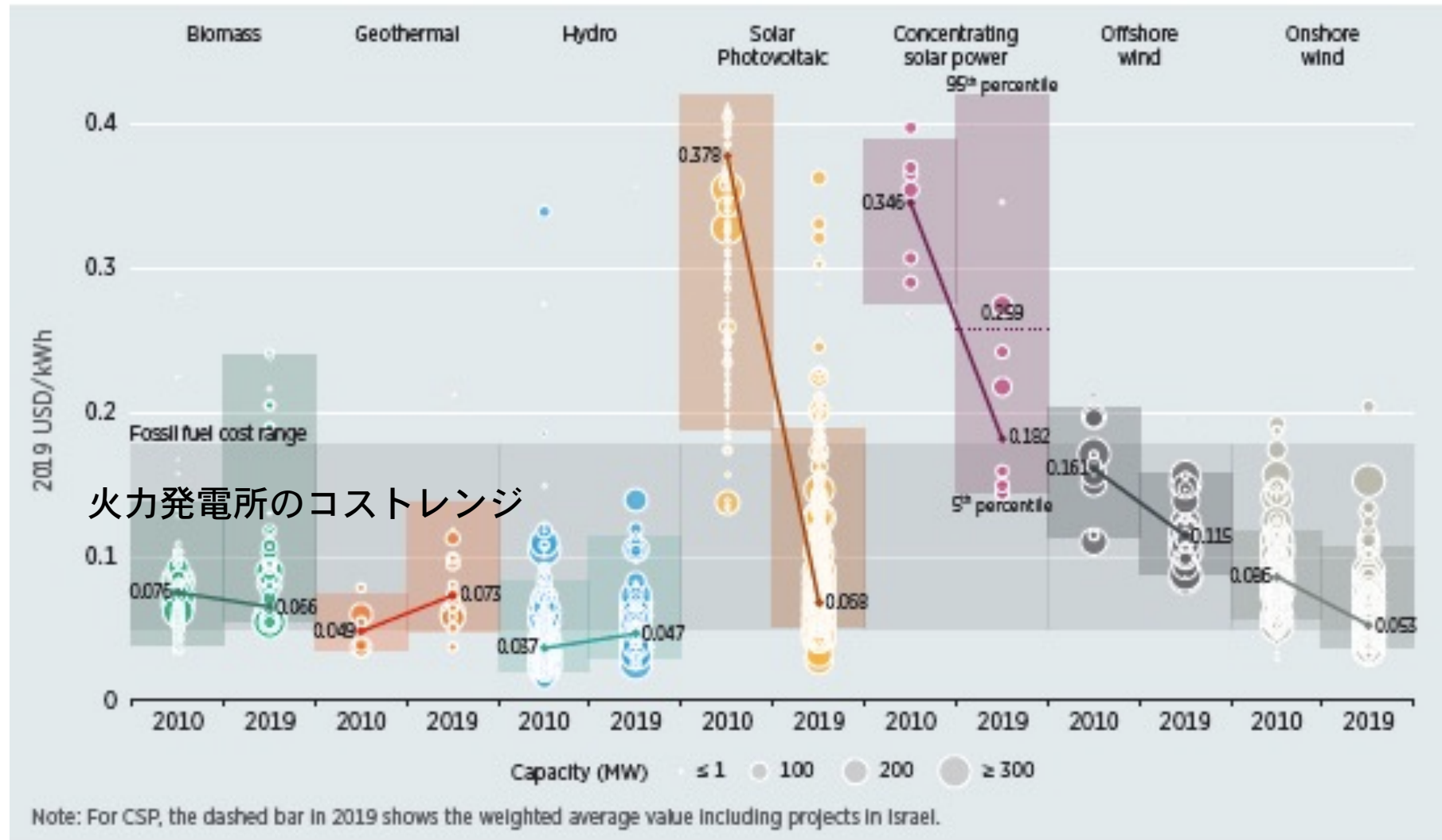
- 「2050年カーボンニュートラル」という高次の政策目標の枠付け
 - めざすべきカーボンニュートラルなエネルギーシステムの絵姿を描き、そこに向かう2030年の姿を描く＝「エネルギーミックス」の位置づけの変化（？）
 - 「脱炭素社会をめざしていく中でのベストミックス」「2050年カーボンニュートラルを見据えたエネルギー政策」(2021年10月、梶山経産大臣(当時))
 - 安定供給の見通しだけでない＝「手堅い積み上げ」だけでない。そのために追加的な施策を導入

エネルギー基本計画の着目点(2)

- 2015年以降の変化(かつてないダイナミズムとスピード)
 - 再エネのコスト低下、コスト低下のポテンシャル
 - システムコスト、統合コストの低減という課題
 - 分散型エネルギーリソース、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
 - 電力自由化、再エネ主力化に向けたルールの見直しの進展
 - Ex. 系統の広域運用、ルールの見直しが進む
 - エネルギーの脱炭素化、再エネ拡大を求める需要家
 - 取引先(サプライチェーン)、金融・投資家(株主)からの評価

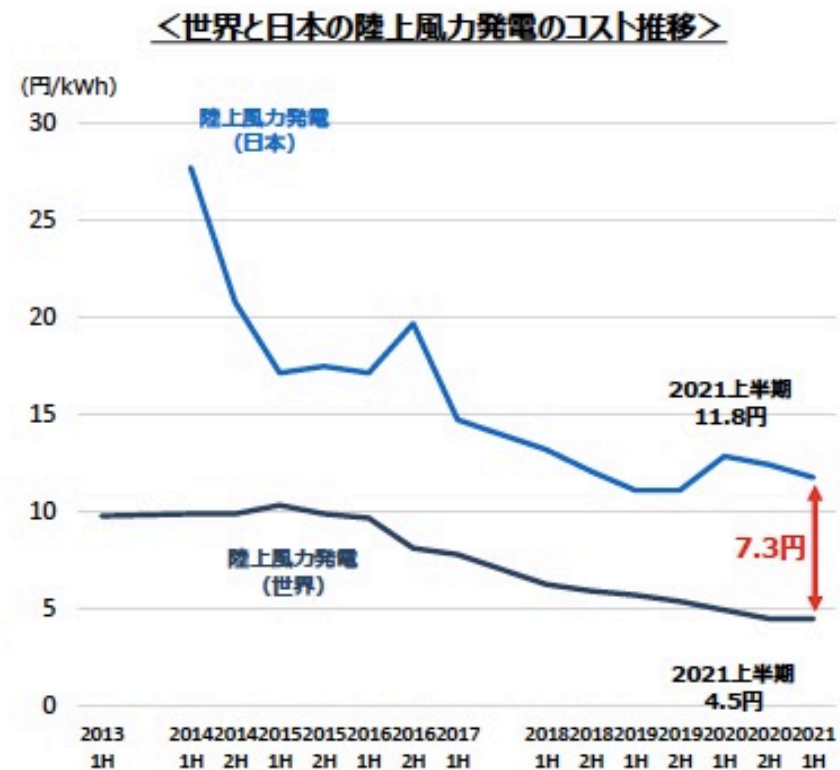
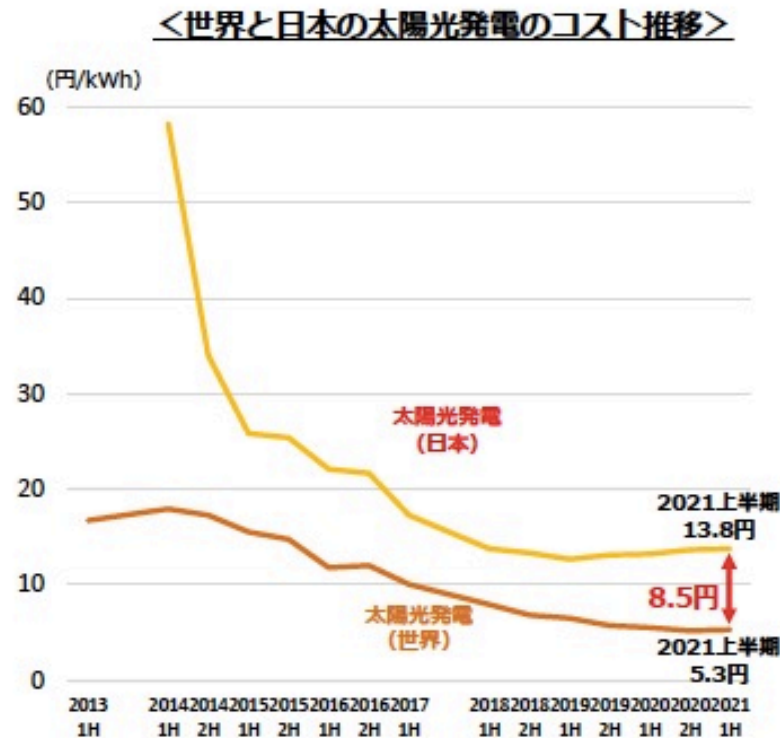
再エネの発電コストの推移

日本の太陽光の発電コストは2010年から2019年の10年で63%低減（国際再生可能エネルギー機関、2020年）



太陽光・風力の発電コスト(日本)

- 太陽光発電・風力発電ともに、コストは着実に低減しているものの、依然として世界より高く、低減スピードも鈍化の傾向。



※BloombergNEFデータより資源エネルギー庁作成。1\$=110円換算で計算。

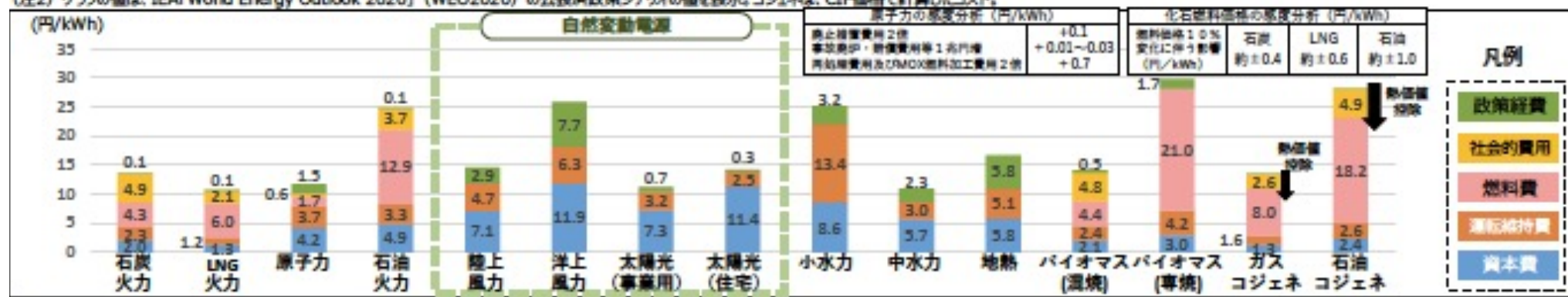
2030年の発電コスト試算

1. 各電源のコスト面での特徴を踏まえ、どの電源に政策の力点を置くかといった、2030年に向けたエネルギー政策の議論の参考材料とする。
2. 2030年に、新たな発電設備を更地に建設・運転した際のkWh当たりのコストを、一定の前提で機械的に試算。
(既存の発電設備を運転するコストではない)。
3. 2030年のコストは、燃料費の見通し、設備の稼働年数・設備利用率、太陽光の導入量などの試算の前提を変えれば、結果は変わる。
4. 事業者が現実に関電設備を建設する際は、ここで示す発電コストだけでなく、立地地点毎に異なる条件を勘案して総合的に判断される。
5. 太陽光・風力(自然変動電源)の大量導入により、火力の効率低下や揚水の活用などに伴う費用が高まるため、これも考慮する必要がある。
この費用について、今回は、系統制約等を考慮しない機械的な試算(参考①)に加え、系統制約等を考慮したモデルによる分析も実施し、参考として整理(参考②)。

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) ※()は政策経費なしの値	13.6~22.4 (13.5~22.3)	10.7~14.3 (10.6~14.2)	11.7~ (10.2~)	24.9~27.6 (24.8~27.5)	9.8~17.2 (8.3~13.6)	25.9 (18.2)	8.2~11.8 (7.8~11.1)	8.7~14.9 (8.5~14.6)	25.2 (22.0)	10.9 (8.7)	16.7 (10.9)	14.1~22.6 (13.7~22.2)	29.8 (28.1)	9.5~10.8 (9.4~10.8)	21.5~25.6 (21.5~25.6)
設備利用率	70%	70%	70%	30%	25.4%	33.2%	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) 表の値は、今回検証で扱った電源の試算値のうち、上限と下限を表示。将来の燃料価格、CO2対策費、太陽光・風力の導入拡大に伴う機器価格低下などをどう見込むかにより、幅を持った試算としている。例えば、太陽光の場合「2030年に、太陽光パネルの世界の価格水準が著しく低下し、かつ、太陽光パネルの国内価格が世界水準に迫っていくほど急激に低下するケース」や「太陽光パネルが劣化して発電量が下がるケース」といった野心的な前提を置いた試算値を含む。

(注2) グラフの値は、IEA「World Energy Outlook 2020」(WEO2020)の公表政策シナリオの値を表示。コジェネは、CIF価格で計算したコスト。



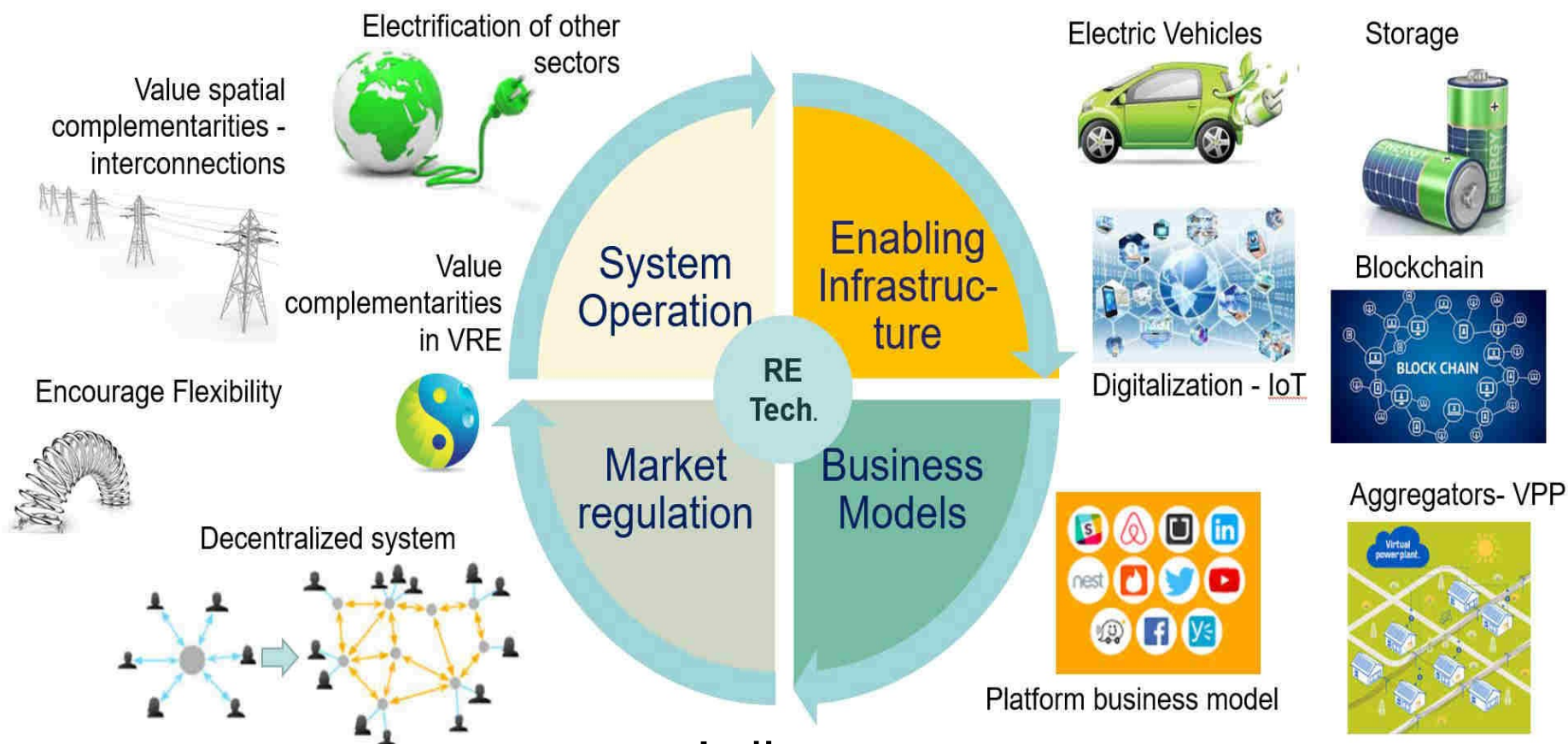
電力分野変革のイノベーション

3つのD : Decarbonization, Decentralization and Digitalization

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

"Grid integrated efficient buildings" "Grid interactive efficient buildings"

技術の補完性 Innovation Landscape for Power Sector Transformation

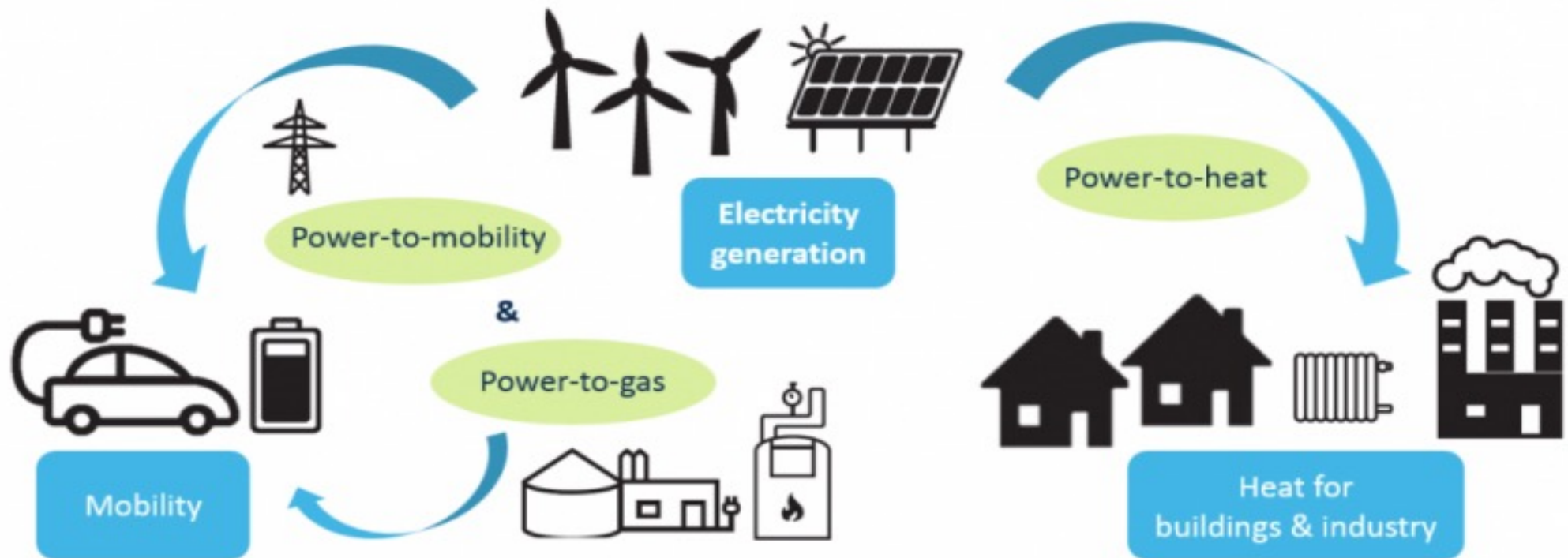


出典：IRENA, 2017

セクターカップリング

Power to X

Sector coupling – an integrated energy system based on renewable electricity



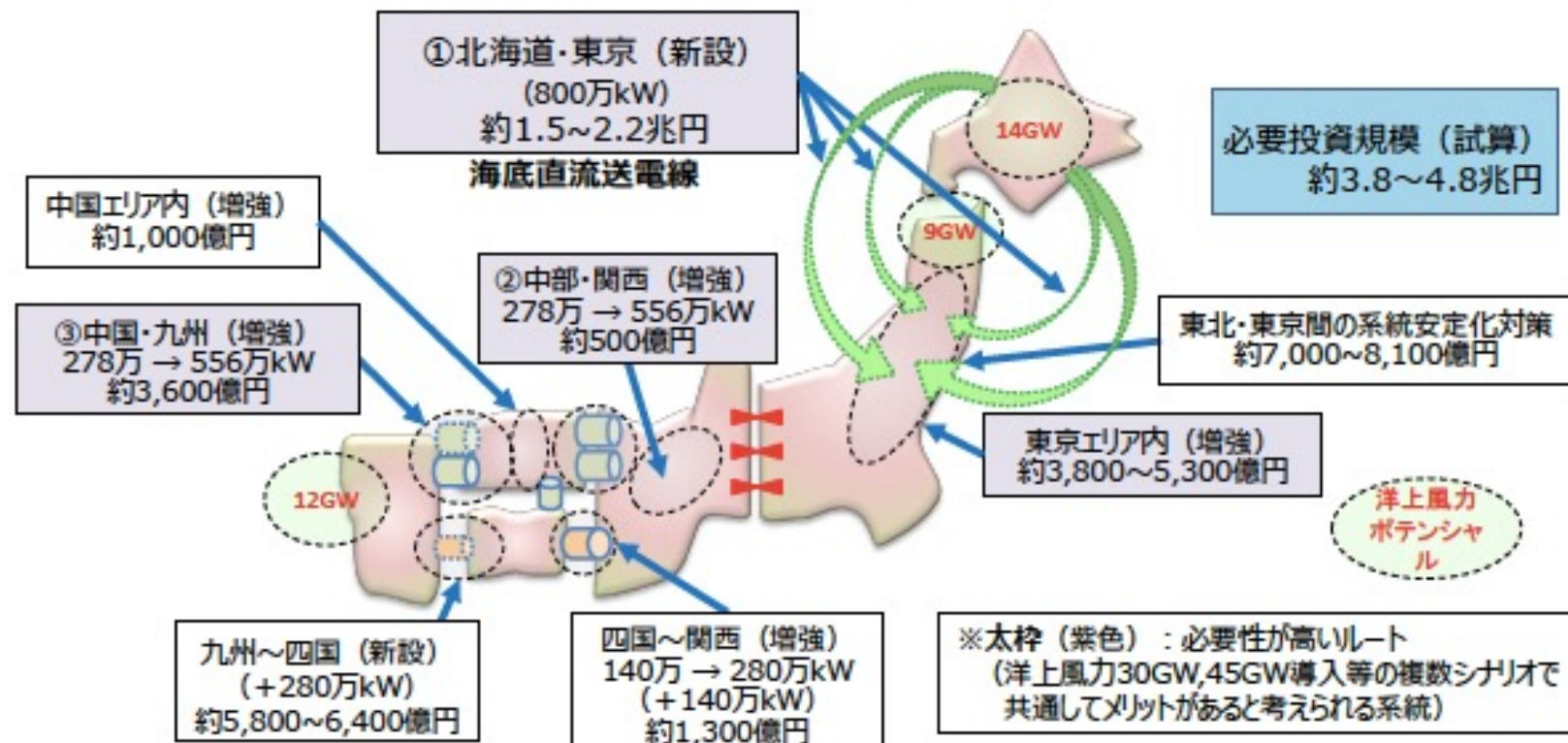
© BY SA 4.0

Source: Kerstine Appunn, 2018

送電網の整備・拡充

- 再エネ主力電源化に向けて、系統制約を克服する取組は重要。
- 再エネポテンシャルへの対応、電力融通の円滑化によるレジリエンス向上に向けて、全国大での広域連系系統の形成を計画的に進めるため、マスタープランの中間整理を2021年5月にとりまとめた。新たなエネルギーミックス等をベースに、2022年度中を目途に完成を目指す。
- 北海道と本州を結ぶ海底直流送電等の必要性が高いルートは、順次、具体化を検討。

マスタープランの中間整理（電源偏在シナリオ45GWの例）



出典：広域連系系統のマスタープラン及び系統利用ルールの在り方等に関する検討委員会 中間整理

出典：資源エネルギー庁、2021年

“Sony warns it could move factories over Japanese energy policy”



- Sony warns it could move factories over Japanese energy policy (Financial Times, 27 Nov. 2020)
 - “So they told me either we do something about renewables or they have to move out of Japan.” (Minister Kono)

<https://www.ft.com/content/bbd59494-ac64-4dda-8da5-a2990d8936d3>

※規制改革推進会議第4回 再生可能エネルギー等に関する規制等の総点検タスクフォース（2021年2月3日）

Sony 神戸専務の報告

https://www.youtube.com/channel/UC06V_Ro0hwfbhCmTloWFNLA 57分あたりから

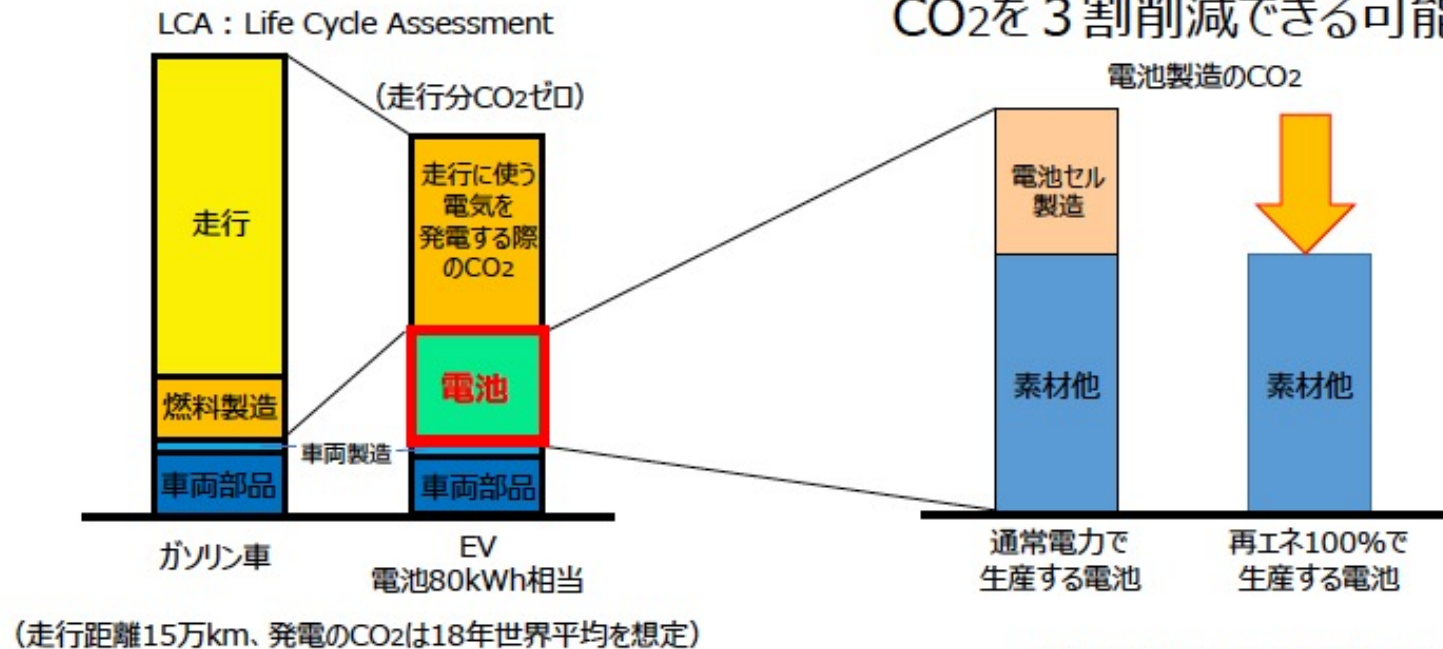
モビリティの電動化の推進と課題 (トヨタ自動車・2020年9月)

2. 電動化の推進と課題

12

電動車の方が製造時CO₂のインパクト大
特に電池製造におけるCO₂の割合が大きい

再生可能エネルギー100%による
電池セル製造で
CO₂を3割削減できる可能性



出展：IEA Global EV Outlook 2020をもとに作成

再エネの入手性やコスト面の課題が、産業競争力に大きく影響する

出典：経産省2030年モビリティビジョン検討会、2020年

18

エネルギーの脱炭素化

- エネルギーの脱炭素化
 - 日本の温室効果ガス排出量の約85%がエネルギー起源のCO₂=エネルギー部門の変革・移行が不可避
 - 電力分野の脱炭素化の加速が必要
 - G7サミットでの「2030年代の電力の脱炭素化をめざす」
 - エネルギー効率の最大限の向上
 - 「再エネの最大限導入」+非電力分野の「電化」
 - 自然変動再エネの系統統合とそのコスト(システムコスト)低減
 - 系統の整備と広域運用、エネルギー貯蔵(揚水、蓄電池、蓄エネ技術...)、需要サイド....
 - 供給力を確保しつつ、火力からの排出ゼロへの移行
 - 電源構成の30%以上を占める石炭火力
 - 原子力(の位置づけ)
 - 「電化」が困難な非電力分野の対策

カーボンニュートラル目標からの視角

- エネルギー政策の大前提として気候変動(脱炭素化)目標
 - 日本の温室効果ガス排出量の約85%がエネルギー起源のCO2＝エネルギー部門の変革・移行が不可避
- 時間軸の異なる2つの視角
 - ①今ある技術を最大限利用した足下からの脱炭素化
 - 気候変動対策として
 - 企業の産業競争力の観点から
 - 感染症でいたんだ経済社会の復興のため
 - ②2050年カーボンニュートラルと整合的な長期的な移行(トランジション)。新たな技術の開発も含む
 - 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。Stranded Assetsのリスク
 - 2030年のマイルストーン

日本の課題

- エネルギーの脱炭素化の課題
 - 再エネ36-38%
 - 施策の積み上げでは見えてこないもの
 - 火力政策、特に石炭火力対策
 - 原子力
 - 非電力分野

再エネの最大限導入にむけて(1)

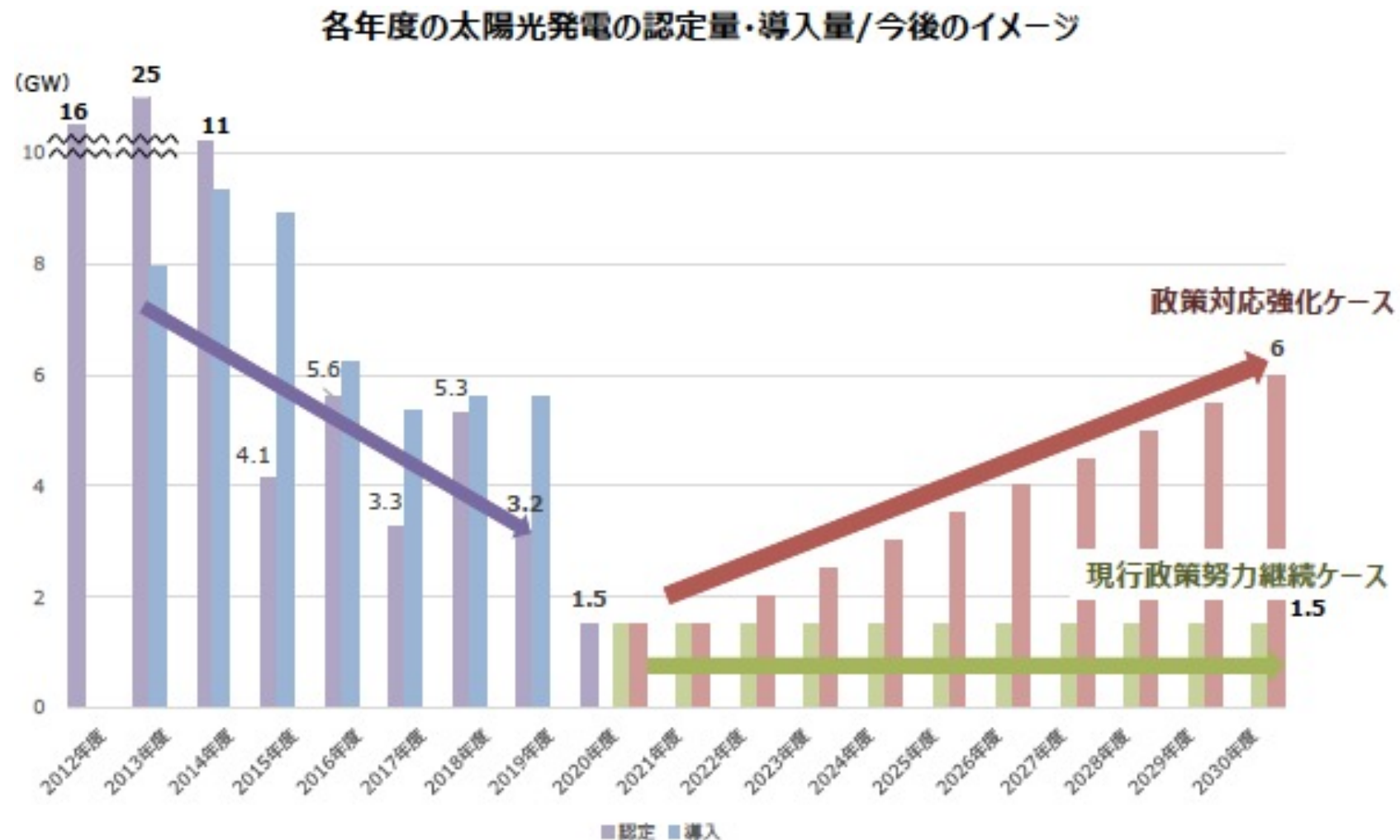
- 伸ばしたい電源には意欲的で明確な国の目標を ○
 - 意欲的な(背伸びした)目標が投資とイノベーションをもたらす
 - 洋上風力目標(2040年4500万kW)のインパクト
 - 予見可能な魅力的な市場環境整備
- 買取制度の運用
 - 入札制度の改善
 - FIP制度の導入の対象、タイミング
- 再エネ主力電源化を可能にする電力システムの構築
 - 系統、市場をはじめ既存の制度、ルールをあらためて見直す。この見直しの加速。再エネの発電コストの低減、導入加速化の鍵
 - システムコストの低減＝いかに自然変動電源を効率的に系統に統合するか(系統の整備と運用、エネルギー貯蔵(揚水、蓄電池、蓄エネ技術...)、需要サイド....)

2030年の野心的目標

GW(億kWh)	2030年度の野心的水準	H27策定時
太陽光	103.5~117.6GW (1,290~1,460)	64GW (749)
陸上風力	17.9GW (340)	9.2GW (161)
洋上風力	5.7GW (170)	0.8GW (22)
地熱	1.5GW (110)	1.4~1.6GW (102~113)
水力	50.7GW (980)	48.5~49.3GW (939~981)
バイオマス	8.0GW (470)	6~7GW (394~490)
発電電力量	3,360~3,530億kWh	2,366~2,515億kWh

※2030年度の野心的水準は概数であり、合計は四捨五入の関係で一致しない場合がある

太陽光の認定量・導入量 今後のイメージ

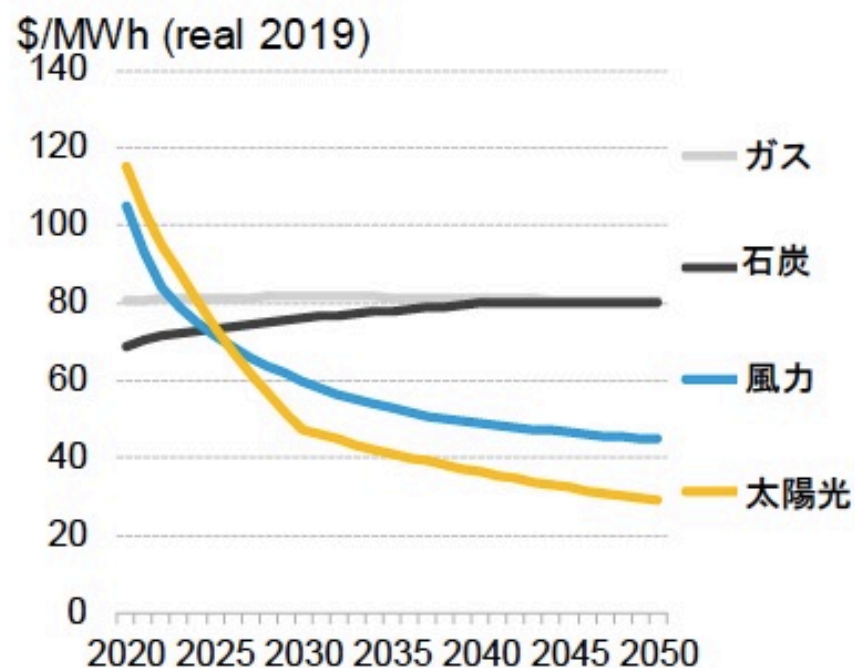


再エネの最大限導入にむけて(2)

- いかによりエネルギー転換を促すか。他の電源との相対的競争性。社会的コストの統合と電源間の公正な競争条件
 - Ex. 炭素の価格づけ
- 地域主導の、地域共生型の再エネ導入
 - 土地規制と社会的受容性
 - 改正温対法
- これらを実施、現実のものにする政府内の横断的連携

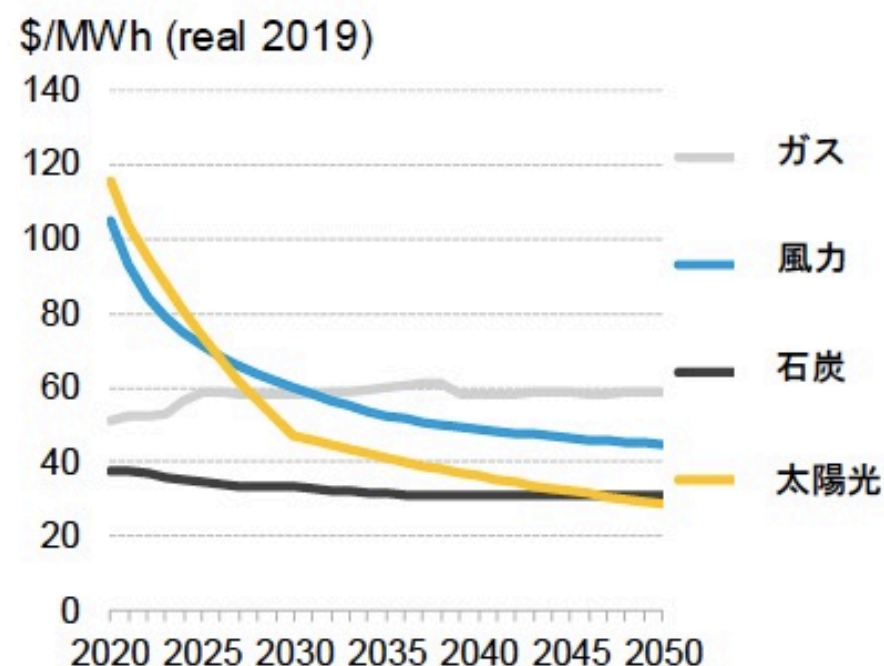
発電コストの見通し(日本)

新設再エネ 対 新設火力



Source: BloombergNEF

新設再エネ 対 既設火力

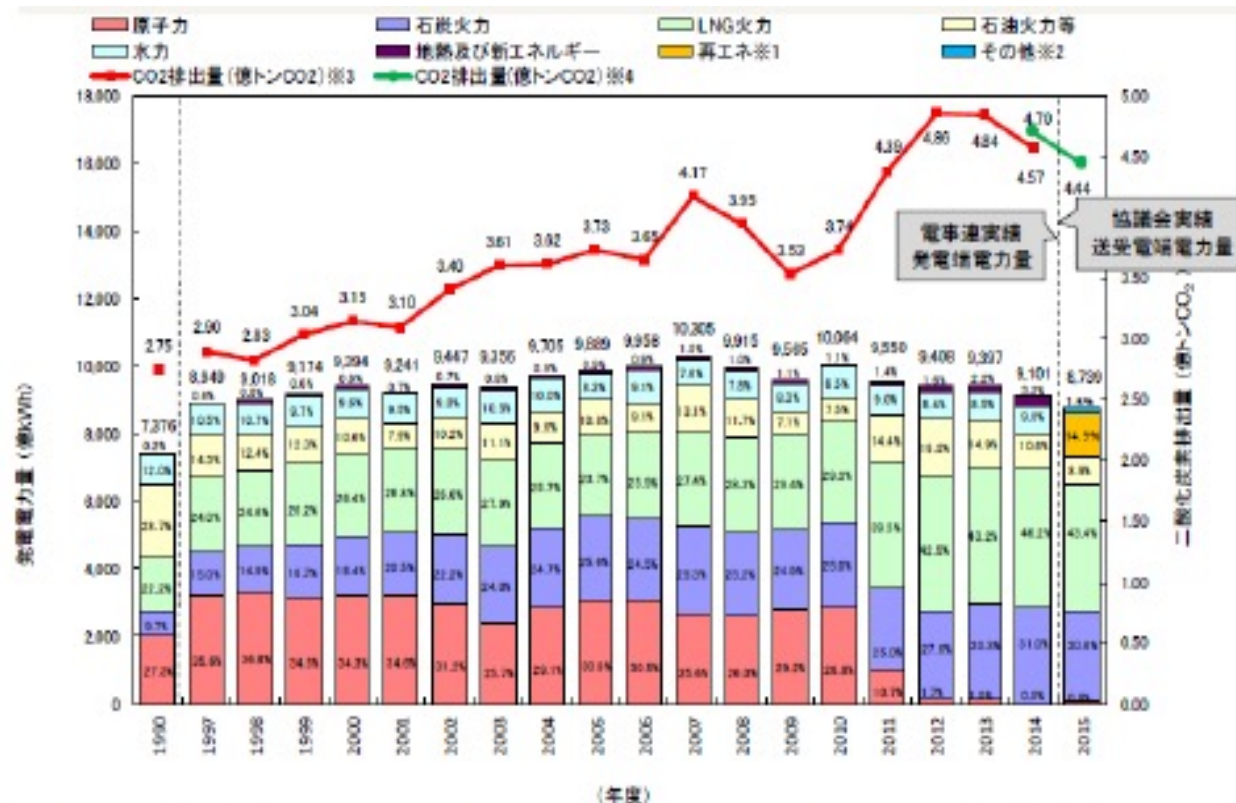


Source: BloombergNEF

温対法改正のポイント

- ① パリ協定・2050年カーボンニュートラル宣言等を踏まえた基本理念の規定
- ② 都道府県、政令指定都市、中核市に再エネ導入など施策実施目標設定義務づけ。それ以外の市町村には努力義務
- ③ 地域の脱炭素化に貢献する事業を促進するための計画・認定制度の創設
- ④ 脱炭素経営の促進に向けた企業の排出量情報のデジタル化・オープンデータ化の推進等

電源種別の発電電力量と発電からのCO2排出量の推移(2018年)



再エネ※1：2015 年度からの「再エネ」には、水力を含む。
 その他※2：2015 年度からの「その他」は、電源種別が不明なものを示す。
 CO2 排出量※3：旧一般電気事業者10 社計、他社受電を含む。
 CO2 排出量※4：電気事業低炭素社会協議会会員事業者計

<出典>

【電源種別発電電力量】1990 年度～2008 年度：電源開発の概要（資源エネルギー庁）、2009 年度～2014 年度：「電気事業における環境行動計画」における「電源別発電電力量構成比」（電気事業連合会、2015 年9 月）から算出、2015 年度：産業構造審議会環境部会地球環境小委員会資源・エネルギーワーキンググループ（2016 年度）資料4-1「電気事業における地球温暖化対策の取組」（電気事業低炭素社会協議会）

【二酸化炭素排出量】1990 年度～2014 年度：「電気事業における環境行動計画」（電気事業連合会、2015 年9 月）、2014～2015 年度：産業構造審議会環境部会地球環境小委員会資源・エネルギーワーキンググループ（2016 年度）資料4-1「電気事業における地球温暖化対策の取組」（電気事業低炭素社会協議会）

再生可能エネルギーの特許数 (2010年-2019年)

日本の再生可能エネルギー関連特許数は世界一

	国	再生可能エネルギー全体	太陽光	燃料電池	風力	地熱
1	日本	9,394	5,360	3,292	702	40
2	米国	6,300	3,876	1,391	927	106
3	ドイツ	3,684	1,534	813	1,309	28
4	韓国	2,695	1,803	506	360	26
5	中国	2,659	1,892	189	555	23
6	デンマーク	1,495	52	81	1,358	4
7	フランス	1,226	660	348	184	34
8	英国	709	208	271	218	12
9	スペイン	678	341	29	300	8
10	イタリア	509	316	57	123	13

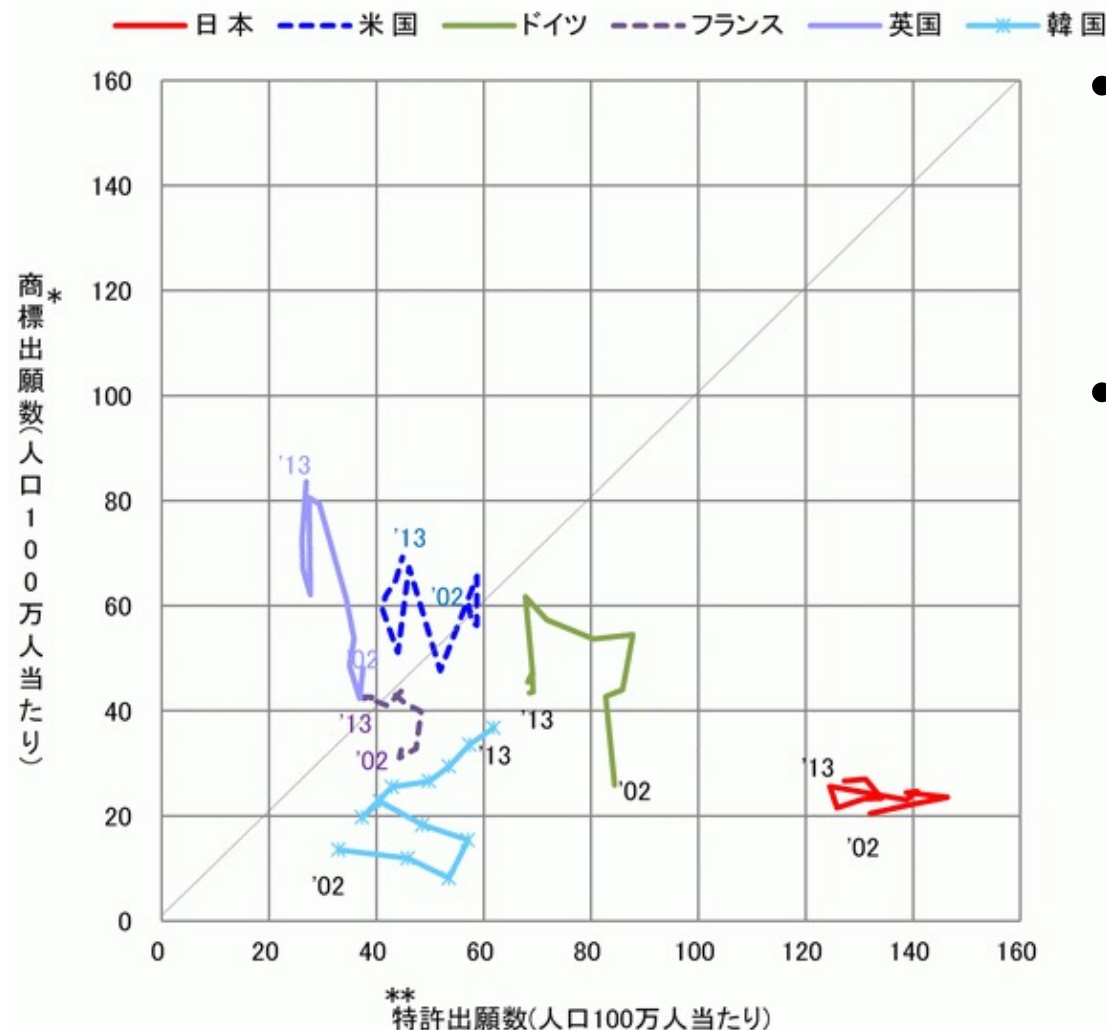
出典：世界知的所有権機関、2021年

EVの特許競争力ランキング (日経・パテントリザルト共同調査)

EV技術で日本企業は優位。米国出願特許分析。特許の重要度をスコア化

順位	企業名	特許競争力 (ポイント)	順位	企業名	特許競争力 (ポイント)
1	トヨタ自動車(日)	8363	12	ボッシュ(独)	1285
2	フォード・モーター(米)	6564	13	ゼネラル・エレクトリック (米)	1253
3	ホンダ(日)	3849	14	パナソニック(日)	1250
4	ゼネラル・モーターズ(米)	3283	15	マサチューセッツ工科大学 (米)	1192
5	デンソー(日)	2581	16	CPSテクノロジーホールディ ングス(米)	1184
6	日産自動車(日)	1950	17	日立製作所(日)	1095
7	ワイトリシティ(米)	1749	18	三菱電機(日)	1041
8	テスラ(米)	1741	19	エマージングオートモティブ (米)	951
9	日立アステモ(日)	1709	20	起亜自動車(韓)	911
10	現代自動車(韓)	1694	21	村田製作所(日)	839
11	LG化学(韓)	1421	22	矢崎総業(日)	788

国境を越えた商標出願と特許出願 (2002年-2013年)



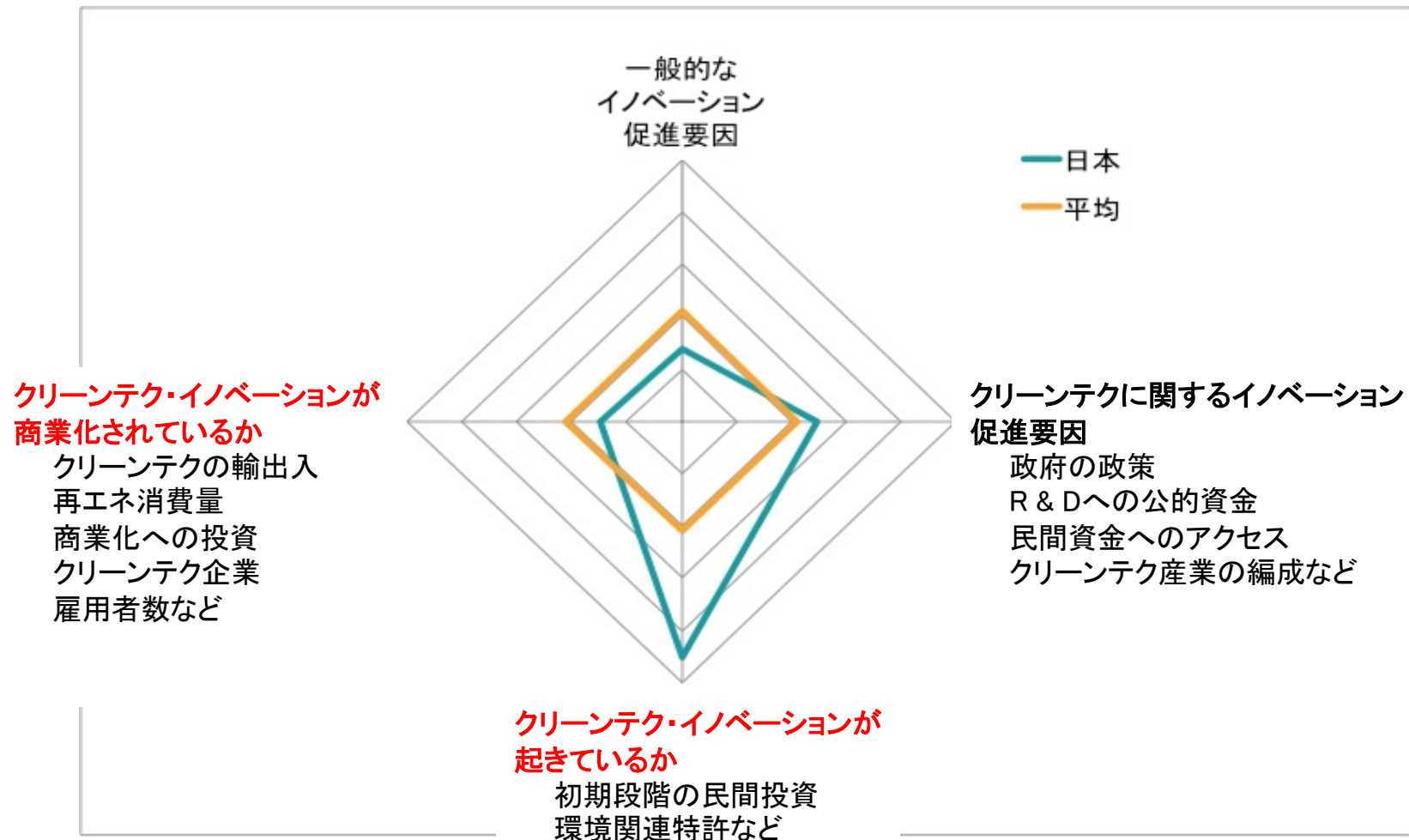
- 日本の場合、商標出願数よりも特許出願数が顕著に多い
- 日本は**技術に強み**を持っているが、**新製品**や**新たなサービスの導入**などに課題

日本のクリーンテック・イノベーション力

世界12位、アジアでは韓国に次ぐ2位

環境関連特許は実数でもGDP比でも世界一

イノベーションは起きているが、その商業化に課題



Thank you for your attention!

Yukari TAKAMURA

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