

前提 エネルギー情勢懇談会提言の位置づけの確認

---

(1)18年春

エネルギー情勢懇 提言

(2)18年夏～

- 1)総合エネ調におけるエネ基改定の検討(2030年計画と2050年シナリオ)
- 2)エネルギー基本計画の改定
- 3)パリ協定2050年長期戦略に反映

(3)世界への提案・実行

エネルギー情勢懇談会の有識者ヒアリング



論点群の設定

- ・ 論点1 情勢変化の本質の見極め
  - ➡ 大きな可能性、高まる不確実性、国家戦略必須
- ・ 論点2 2050年シナリオの設計
  - ➡ 野心的な複線シナリオ・科学的レビューメカニズム・脱炭素化システム間比較
- ・ 論点3 野心的な目標・各選択肢の課題・重点化の方向
  - ➡ エネルギーシステム全体での脱炭素化、蓄電・水素・炭素固定等による突破
- ・ 論点4 シナリオ実行
  - ➡ 総力戦、過少投資問題克服、内政・外交・産業とインフラ・金融の4層対応



データの提示

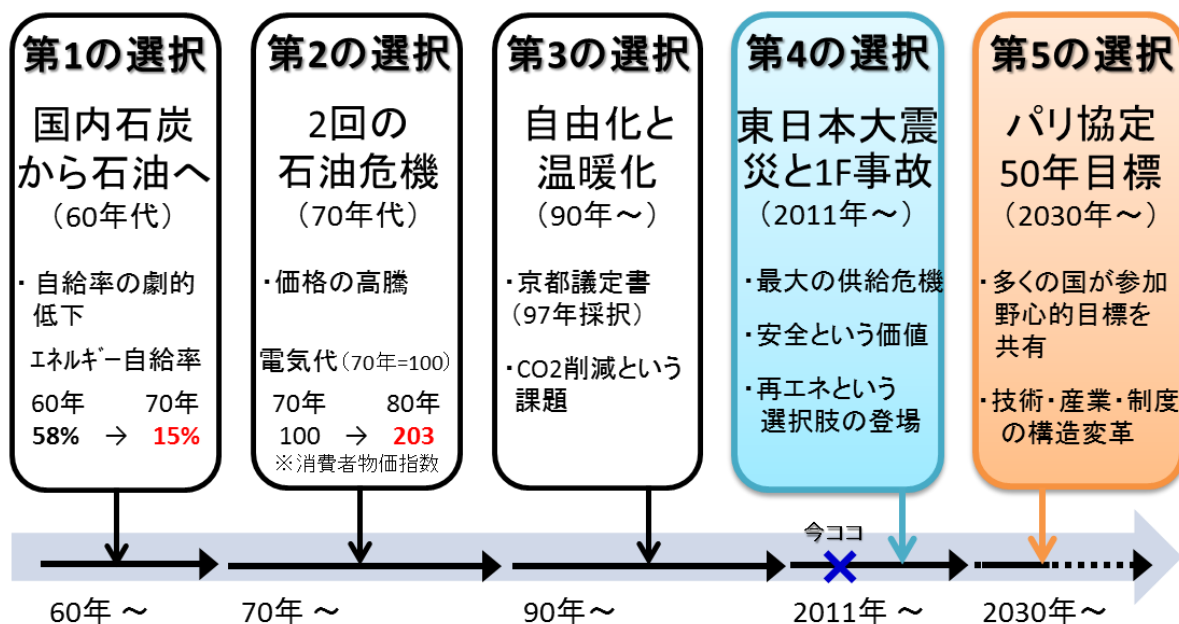


回答＝提言へ

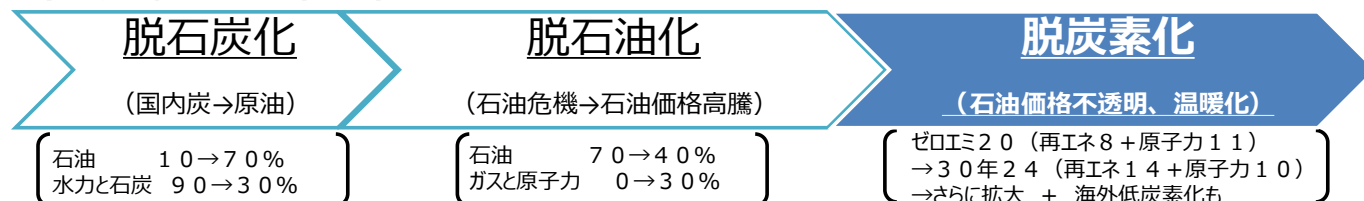
# 論点1 情勢変化の本質の見極め ～大きな可能性、高まる不確実性、国家戦略必須

論点1-1 我が国は戦後4度のエネルギー転換の選択を経験。  
2050年に向けた選択を構想するに際し、ここ数年の情勢変化から、何を主なトレンドとして捉えるべきか？

- (1) 戦後5回目のエネルギー選択に直面。では、その本質をどう見るか？  
第1回エネルギー情勢懇談会にてここ数年の変化を「10の変化」に要約。これを受け、異なる立場に立ち、異なる戦略を掲げる内外の有識者を全方位で招聘、完全公開での議論を積み重ね。大きな変化を予断なく見極める過程を重視。 **➡資料1、2**
- (2) パリ協定とシェール革命と再エネ価格下落。米国のパリ協定離脱表明インパクトを相殺する多種多様なステークホルダー（地方政府、金融など）や新興国も参画した**脱炭素化の潮流**。その上で、「高度成長期の**石油転換**、石油危機以降現在までの**脱石油転換**、これからの**脱炭素化**」という整理でどうか？ **➡資料3**
- (3) エネルギー技術に着目し、「高度成長期の石油シフト、石油危機後のガス・原子力・石炭の開発、京都議定書以降のガス・原子力シフト、福島後の再エネシフト、そしてパリ協定や2050年を見据えた**非連続の脱炭素化イノベーションへの挑戦**」という整理でどうか？



## エネルギー転換のメガトレンド

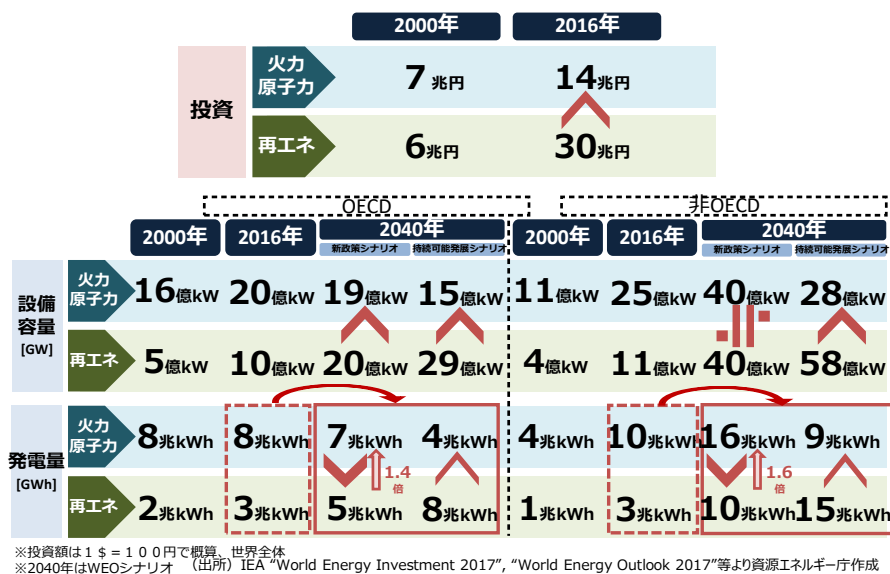


※ここでの脱〇〇化は、依存度を低減していくという意味。

## 論点1-2 再エネやガスの価格が下落、エネルギー相対価格体系が大きく変動。何を読み取るか？

エネルギー転換・脱炭素化に向けた技術革新競争が本格化する中、①エネルギー転換による脱炭素化への可能性に着目した大胆さと、②競争の帰趨の不確実性に着目したしなやかさ、という複眼的視点で2050年シナリオを構想すべきではないか？

- 再エネは FIT 制度、EV化は政策補助、シェールは民主導という違いはあれど、再エネ価格低下・EV化のうねり・ガス価格の低下は、ここ数年で生じた想定外の技術の改良、技術の革新の帰結。欧米の主要エネルギー企業も再エネ・分散型エネルギーシステムへの挑戦を提案。これが政策と同調すれば、エネルギー転換による脱炭素化が成長を損なうことなく実現するとの期待も。⇒資料4、5
- 他方で再エネの主力化に向け、脱火力依存・ネットワーク制約克服という次の課題が顕在化。また、再エネやガス価格低下は、化石や原子力に対して、その可能性を追求する新たな技術革新、例えば、水素化や小型原子炉開発の胎動を誘発。⇒資料6～10
- 経済的で脱炭素、かつ、そのみで需要を自立的に満たすことが可能な完璧なエネルギーシステムはなお開発途上。それがゆえに、エネルギー技術間の本格的な脱炭素化競争が本格化。その勝者、帰趨は不透明で、すべての国・企業が覇権を握る可能性。ここに今のエネルギー情勢変化の本質。⇒資料11、12
- 今の情勢変化には「エネルギー転換による脱炭素化の可能性と不確実性」の2つの本質があるとみた上で、可能性に着目した大胆さと不確実性に着目したしなやかさの複眼的視点で2050年シナリオを構想すべきではないか？



分野	メインスピーカー名	技術に関する主な発言
第2回 地政学・資源	ポール・スティーブンス	「炭化水素から電子に変わる」 「ビッグデータ革命がそこまで来ている」
	アダム・シムスキー	「CCS関連の技術というのはまだまだ掘り出しにある」 「EVだけで問題解決はできない。発電をクリーンにする必要」
第3回 地球温暖化	ジム・スキー	「イノベーションによって新しいテクノロジーが出てくるであろうということを強く信じている」
	マイケル・シェレンバガー	「原子力は地球温暖化対策のために非常に重要」 「保守的なデザインを変更すべき。安全性向上とコスト削減に」
	フェリックス・マッティス	「過去、排出削減が進んでこなかった運輸部門は今後数年の重要行動分野。電力部門は早期の脱炭素化が必要。」
第4回 ゼロエミ企業	マティアス・パウゼンバイン	「洋上風力開発は長期プロセスであり、明確な目標値や法制度整備が必要。イノベーションもコスト削減のために重要。」
	ラルフ・ハンター	「原子力運転管理モデルを活用し、安全文化を維持しつつ稼働率向上実現。運転の80年延長も、技術的見地に立てば合理的」
第5回 総合エネルギー企業	ガイ・オーテン	「将来の大きなマクロトレンドはエネルギー転換とデジタル化」
	ディディエ・オロー	「経営戦略の前提となるメガトレンドとして、脱炭素化、分散化、デジタル化の3つの潮流が存在」
	マリアヌ・レニョー	「経営戦略として①原子力と再エネ重視、②デジタル化を受けた消費者向け新サービス、③将来の電力システム構築が3本柱」
第6回 技術・イノベーション	内山田竹志	「自動車のCO2排出削減には車両電動化が必須。電動化は、EVだけでなく、HV、PHV、FCVを含む広い概念。」
	リチャード・ポルト	「将来的に水素は産業部門熱需要、運輸燃料として化石燃料を代替する可能性」
	アルン・マジマダール	「シェール革命、再エネ・蓄電池の低コスト化、デジタル化、水素とCO2によるメタン・エタノール精製等が変革を牽引」
	ジョン・ホプキンス	「SMRは従来原子力に比して安全性、経済性に優れる。変動再エネに対し負荷追従が可能。カーボンフリー水素製造源にも」

**論点1-3 こうした技術の大変動は、過渡的には、エネルギー情勢の安定化よりも地政学・地経学リスクを増幅するのではないか？ こうした認識で2050年シナリオを構想すべきではないか？**

(1) 地政学的リスクは増大しているとみてよいか？ 資料13~16

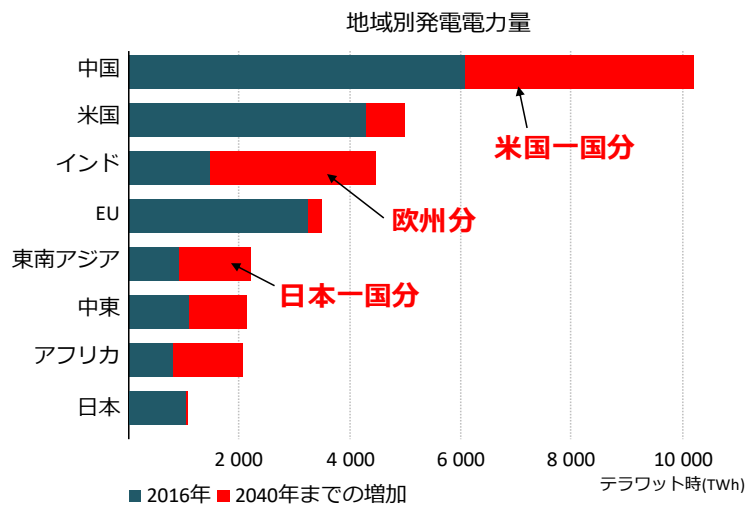
- ・シェール革命と再エネ価格低下による産油国の構造変革。可能性の一方でこれが生む不安定性。
- ・新興国の需要動向にも要注目。インド、中国、東南アジアの需要増のインパクト。中国のガスシフトの含意。

(2) 新興国の台頭。需要サイドでも供給サイドでもメインプレーヤーに。地経学的リスクも顕在化しているのでは？

- ・脱炭素化テクノロジー(再エネ・蓄電・水素・原子力・デジタルなど)における中国の実力向上。 資料17
- ・経済的ポジションを活用した地政学的な動き。
- ・エネルギーサプライチェーンのコアを自国技術が握り、その革新をリードする重要性が浮上。

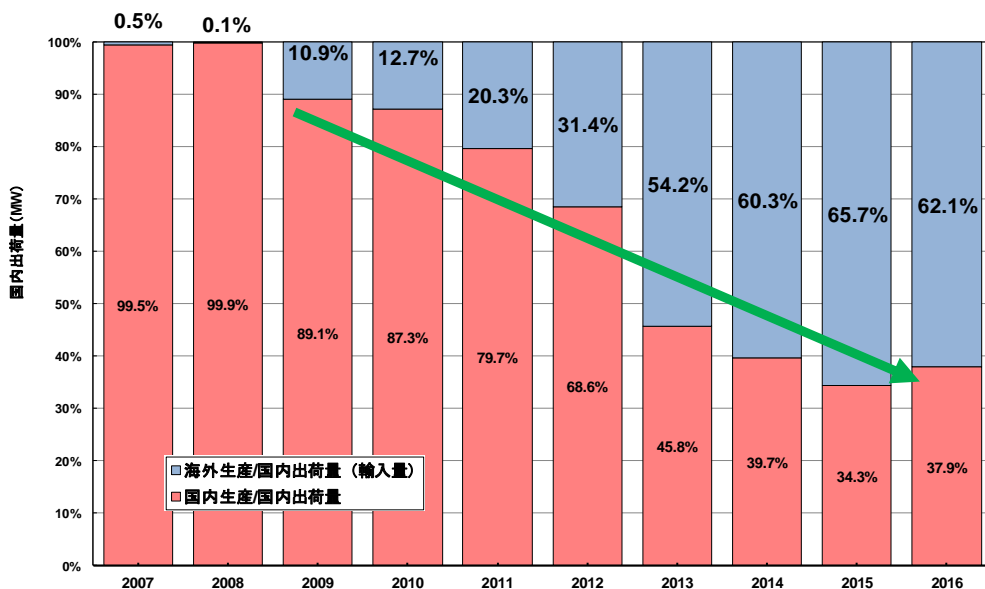
(3) 過渡的にはエネルギー情勢は不安定化するとの認識で、2050年シナリオを構想すべきではないか？

新興国の電力需要の伸び  
(第7回情勢懇 ファティ・ピロル氏資料)



2040年までのインドの発電電力量の増分は現在のEUの発電電力量に相当  
2040年までの中国の発電電力量の増分は現在の米国の発電電力量に相当

太陽光発電の国内出荷量に占める海外パネル比率



(出典) 資源総合システム社調べ

**論点1-4 エネルギー転換・脱炭素化に向けた国家間・産業間の競争が金融も巻き込み本格化。**  
**その本質は何か？野心的だが決め打ちはずしただかに行動、この中で国家レベルでのエネルギー転換・脱炭素化競争が始まっていると見るべきではないか？**

- (1) 主要国は自国重視のエネルギー転換・脱炭素化への大胆な戦略を表明、**エネルギーを巡る国家間の覇権争いへ**。その戦略は、総じて、**野心的だが、したたかでしなやか**。各国とも化石依存の問題を抱えつつも、エネルギー転換による脱炭素化に向けた「**変革の意思**」を躊躇なく表明、政策設計に腐心、**国際世論を巧みにリード**。方針通りの成果が得られていなくとも、また、方針転換が新たな課題を次々に生み出すという現実があったとしても、「**野心的なコミットメントが生むモメンタム**」を無視できず、**変革への加速的な競争へ**。⇒資料18
- (2) 主要エネルギー企業も、**野心的かつ柔軟な経営戦略を競い合う**状況に。かつての公益事業であるガス・電力産業、伝統的な石油産業も、**欧米企業の描く戦略は驚くほど多様**に。既存のコア分野への投資を継続しながらも、「**エネルギー転換・脱炭素化**」をうたい、新規分野への進出を表明、企業戦略全体への金融の支持を得て**主導権を競い合う**状況に。共通点は、かつての安定供給にあらず、**焦点は「成長する海外への展開とエネルギー転換・脱炭素化」**に。⇒資料19
- (3) **金融産業も長期の視点でエネルギー転換・脱炭素化競争の勝者を選別しようとする**動きに。石炭へのダイベストメントのような急速なエネルギー転換・脱炭素化を促す動きに注目が集まるが、エネルギーは「**技術と企業、インフラ、政策**」が密接に関連した「**構造体**」であり、既存の構造体の改革には時間も調整コストも伴う現実。「**時間軸を持つエネルギー転換・脱炭素化シナリオ**」を産業・政府・金融がともに設計し共有していく局面に。⇒資料20

	削減目標	柔軟性の確保	主な戦略・スタンス
米国	▲80%以上 (2005年比)	<b>削減目標に向けた野心的ビジョン</b> (足下での政策立案を意図するものではない) providing an ambitious vision to reduce net GHG emissions by 80 percent or more below 2005 levels by 2050.	ゼロエミ比率 引き上げ 変動再エネ + 原子力 大幅な電化 (約20%→45~60%) 米国製品の市場拡大を通じた貢献
カナダ	▲80% (2005年比)	<b>議論のための情報提供</b> (政策の青写真ではない) not a blue print for action. Rather, the report is meant to inform the conversation about how Canada can achieve a low-carbon economy.	電化分の確保 水力・変動再エネ + 原子力 大幅な電化 (約20%→40~70%) 国際貢献を視野 (0~15%) ※既にゼロエミ電源比率は約80%
フランス	▲75% (1990年比)	<b>目標達成に向けたあり得る経路</b> (行動計画ではない) the scenario is not an action plan: it rather presents a possible path for achieving our objectives.	電化分の確保 再エネ + 原子力 大幅な省エネ (1990年比半減) 仏企業の国際開発支援を通じて貢献 ※既にゼロエミ電源比率は90%以上
英国※	▲80%以上 (1990年比)	<b>経路検討による今後数年の打ち手の参考</b> (長期予測は困難) exploring the plausible potential pathways to 2050 helps us to identify low-regrets steps we can take in the next few years common to many versions of the future	ゼロエミ比率 引き上げ 変動再エネ + 原子力 省エネ・電化を推進 環境投資で世界を先導
ドイツ	▲80~95% (1990年比)	<b>排出削減に向けた方向性を提示</b> (マスタープランを模索するものではない) not a rigid instrument; it points to the direction needed to achieve a greenhouse gas-neutral economy. ※定期的な見直しを行う	引き上げ 変動再エネ 大幅な省エネ (1990年比半減) 途上国投資機運の維持・強化

第4回情勢懇	エクセロン社	Delivering the Nuclear Promise ~コストパフォーマンスの向上
	オーステッド社	Leading the energy transformation ~エネルギー変革をリードする
第5回情勢懇	シェル社	Decision-making in the face of a radically uncertain future ~不確実な将来を見据えた意思決定
	EDF社	Worldwide leader of the energy transition ~エネルギー転換の世界的先駆者
	エンジー社	Transformation Plan for Energy Transition ~今後のエネルギー変遷を睨んだ経営変革プラン

## 論点1-5 今、問うべきは、日本のリスクと可能性、そして可能性を顕在化させる打ち手ではないか？

- (1) 低炭素化技術分野では新興国も台頭、日本のポジションも相対化している現実。  
 (2) 他方、完璧な脱炭素のエネルギーシステムはなお開発途上。各国の対応も試行錯誤である現実。  
 (3) 脱炭素化のステージでは日本が主導できる可能性。日本は、多くの脱炭素化技術の基盤を持ち、かつ、資源国と新興国、先進国と緊密な関係を構築している数少ない国。このアセットをどの方向に向けていくのか、**どういう手を打てば潜在力が顕在化する**か。こうした視点で50年シナリオを設計することでよいか？ **▶資料21. 22**

低炭素化技術		脱炭素化技術	
品目	世界シェアトップ3	品目	世界シェアトップ3
太陽光パネル [2016]	①ジンコソーラー (中) [8.9%] ②トリナソーラー (中) [8.8%] ③カナディアンソーラー (中/加) [7.0%]	水素 (FCV) [2016]	①トヨタ自動車 (日) [86.9%] ②本田技研工業 (日) [9.1%] ③現代自動車 (韓) [4.0%]
風力発電機 [2017]	①ヴェスタス (デンマーク) [37%] ②シーメンスガメサ (独) [24%] ③GE (米) [17%]	蓄電池 (電動車用) [2017]	①パナソニック (日) [16.7%] ②CATL (中) [16.5%] ③BYD (中) [10.8%]
高効率火力 (ガスタービン) [2015]	①GE (米) [43%] ②シーメンス (独) [37%] ③三菱日立パワーシステムズ (日) [16%]	原子力 (運転中軽水炉) [2016] ※基数ベース	①アレバ (仏) + 三菱重工 [23%] ①ウエスチングハウス (米) [23%] ③GE (米) + 日立 [12%] ・ ・ ⑥東芝 [4%]

(出所) 太陽光パネル：資源総合システム社調べ

風力発電機：Bloomberg New Energy Finance

ガスタービン：MHI提供資料より資源エネルギー庁作成

FCV：「2017年度版 燃料電池関連技術・市場の将来展望」(富士経済)に基づきNEDO作成

蓄電池(電動車用)：SNE Research 社のPress Release

原子力：「世界の原子力発電開発の動向 2017年版(日本原子力産業協会)」より資源エネルギー庁作成

## 論点2 50年シナリオの設計 ～野心的複線シナリオ・科学的レビュー・システム間検証

### 論点2-1 VUCA 環境とOODA ループ 注 VUCA Volatility Uncertainty Complexity Ambiguity

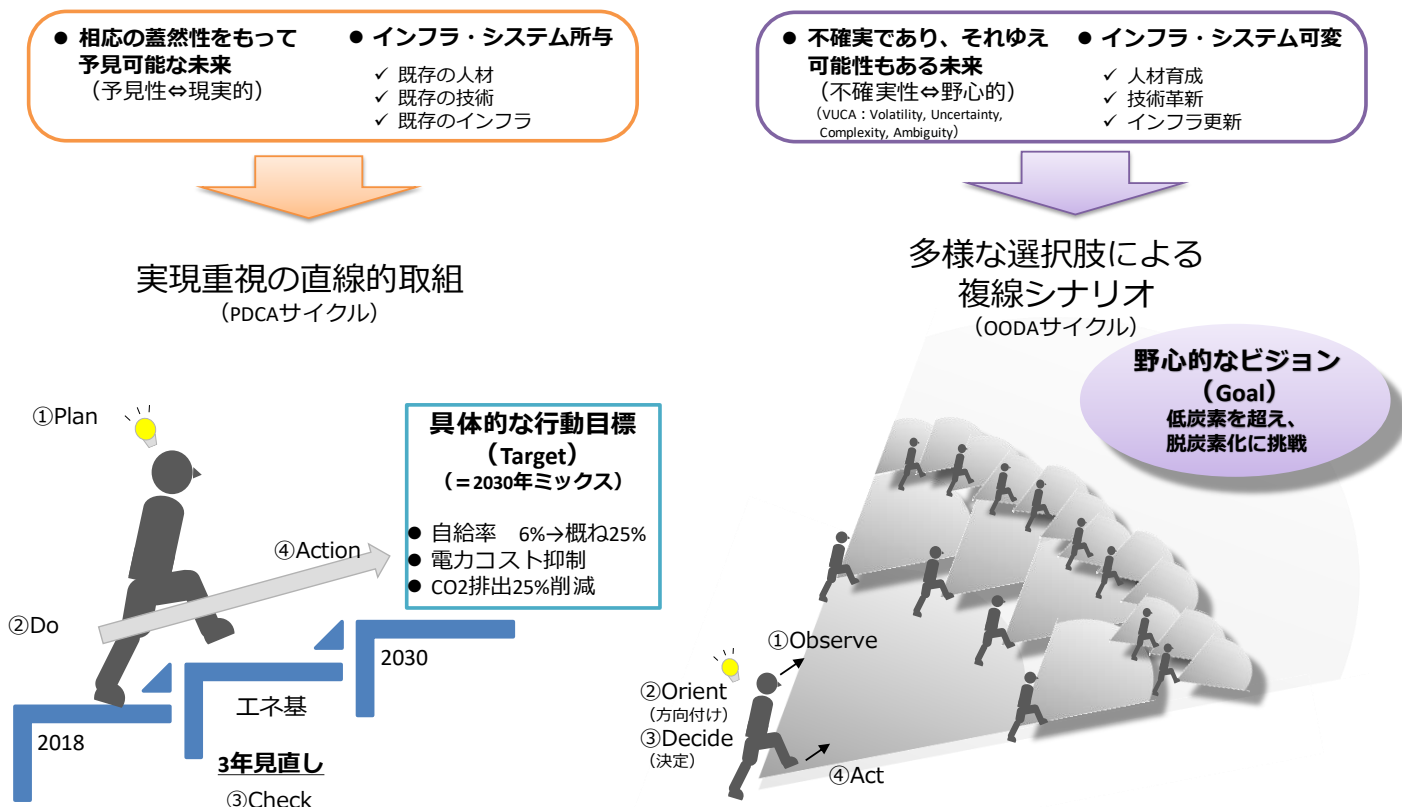
OODA Observe Orient Decide Act

2050年という長期展望であり、技術の可能性と不確実性、情勢変化も不透明。複雑で予測困難な環境下での2050年シナリオをどう設計すべきか？野心的なゴールを掲げつつも、事態の変化に応じて、常にこれを設定し直すしなやかさが必要ではないか？

- (1) 技術予見性の高い2030年エネルギー基本計画は、3E+S 実現を目指した単一ターゲットの計画的シナリオで設計。  
 (2) 他方、可能性と不確実性が混在する2050年シナリオは、同様の設計で対処できるか？可能性に着目して「野心的なシナリオ」とするとともに、不確実性に着目して「多様性を加味したしなやかな複線シナリオ」とすべきではないか？

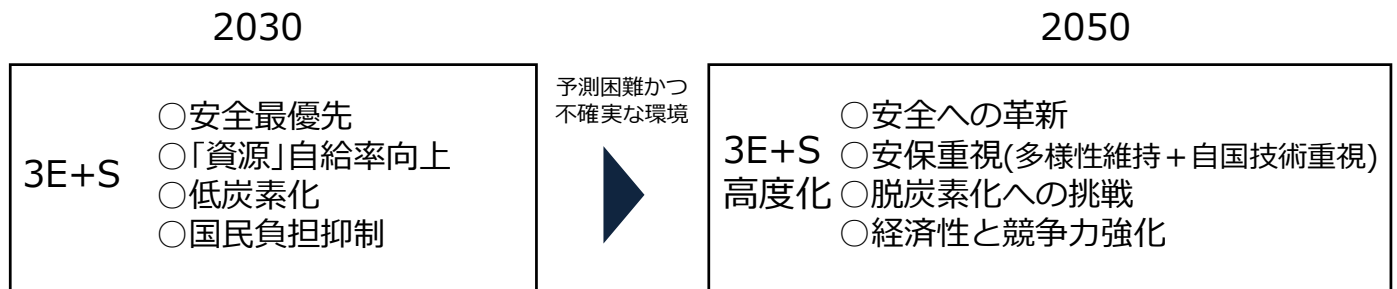
⇒資料23～25

- 2030年の計画＝予測可能な環境
  - ➡ ターゲット＋計画力重視
  - ➡ PDCA(計画、実行、評価、改善)
- 2050年シナリオ＝複雑で予測困難な環境(VUCA 環境 Volatility Uncertainty Complexity Ambiguity)
  - ➡ ゴール＋対応力重視
  - ➡ OODA(360° 観察・方向付・判断・行動 Observe Orient Decide Act)



論点2-2 エネルギー政策の基本である「3E+S」の観点については一層の高度化が必要ではないか。

- (1) 脱炭素化への挑戦に加え、安全の革新、多様性と自国技術を重視したエネルギー安全保障、技術革新・競争力強化を踏まえた経済性の向上、についても重視すべきではないか？
- (2) 平時の3E+S の視点に加え、有事における最大リスクを最小化（再エネ系の自然変動リスク、原子力系の事故リスク、化石系の地政学的リスク、蓄電系のレアメタルリスク、先端技術の他国依存リスク）するための対応力をも重視した「野心的かつしなやかな複線シナリオ」で設計してはどうか？





### 論点2-3 野心的な複線シナリオの採用

「野心的な複線シナリオ」では、あらゆる選択肢の可能性を追求することを基本とすることでどうか？

- (1) 2050年シナリオは、長期かつ野心的な目標を目指すものだが、この実現には、**非連続の技術開発が必須**。非連続の技術開発の勝者を、今この段階で見極めるのはそもそも難しい。
- (2) G20 諸国の多くは再エネ主力化に原子力も組み合わせたシナリオを採用。ドイツは、再エネ拡大のみで実現するシナリオを選択、FIT 自立で先行した一方で、再エネ拡大に伴い石炭依存が減らず、20年目標先送りに見られるようにCO2削減が停滞、電気代も高止まりする状況。これに対して、英国は、北海油田の枯渇、老朽石炭と原子力廃炉に直面する中で、全方位の脱炭素戦略を採用、再エネ拡大・ガスシフト・原子力維持・産業構造転換による省エネを組み合わせ、CO2削減に成功。また、現在、安価で脱炭素化に近似した成果を実現しているのは、フランスやスウェーデン、米国ワシントン州など原子力と水力を主軸にする国・州。▶資料26~29

英国の電力由来CO2の排出推移

	1990年	2010年	2015年
需要 (発電量)	3,200 億kWh	3,800 億kWh	3,400 億kWh
再エネ	60 億kWh	260 億kWh	840 億kWh
原子力	660 億kWh	620 億kWh	700 億kWh
火力	2,500 億kWh	2,900 億kWh	1,800 億kWh
CO2排出量 (電力)	2.2 億トン	1.7 億トン	1.2 億トン
電気料金 (家庭)		18円 /kWh	27円 /kWh

ドイツの電力由来CO2の排出推移

	1990年	2010年	2015年
需要 (発電量)	5,500 億kWh	6,300 億kWh	6,400 億kWh
再エネ	190 億kWh	1,000 億kWh	1,900 億kWh
原子力	1,500 億kWh	1,400 億kWh	920 億kWh
火力	3,800 億kWh	3,800 億kWh	3,600 億kWh
CO2排出量 (電力)	3.4 億トン	3.0 億トン	2.9 億トン
電気料金 (家庭)		32円 /kWh	40円 /kWh

主要国の一人当たりCO2排出の推移

	2000年	2009年	2015年
米国	20.0トン	16.7トン	15.5トン
日本	9.0トン	8.3トン	9.0トン
ドイツ	10.0トン	8.9トン	8.9トン
中国	2.5トン	5.3トン	6.6トン
英国	8.8トン	7.4トン	6.0トン
フランス	6.0トン	5.2トン	4.4トン

EU主要国・米国主要州・日本のCO2排出係数と発電構成 (2015年)

	スウェーデン	フランス	米ワシントン州	デンマーク	米カリフォルニア	ドイツ	日本
安定ゼロエミ	88%	88%	76%	15%	26%	25%	12%
変動ゼロエミ	10%	5%	6%	51%	14%	18%	4%
火力	2%	7%	17%	34%	60%	56%	85%

(出所) IEA CO2 emissions from fuel combustion 2017, 総合エネルギー統計より作成

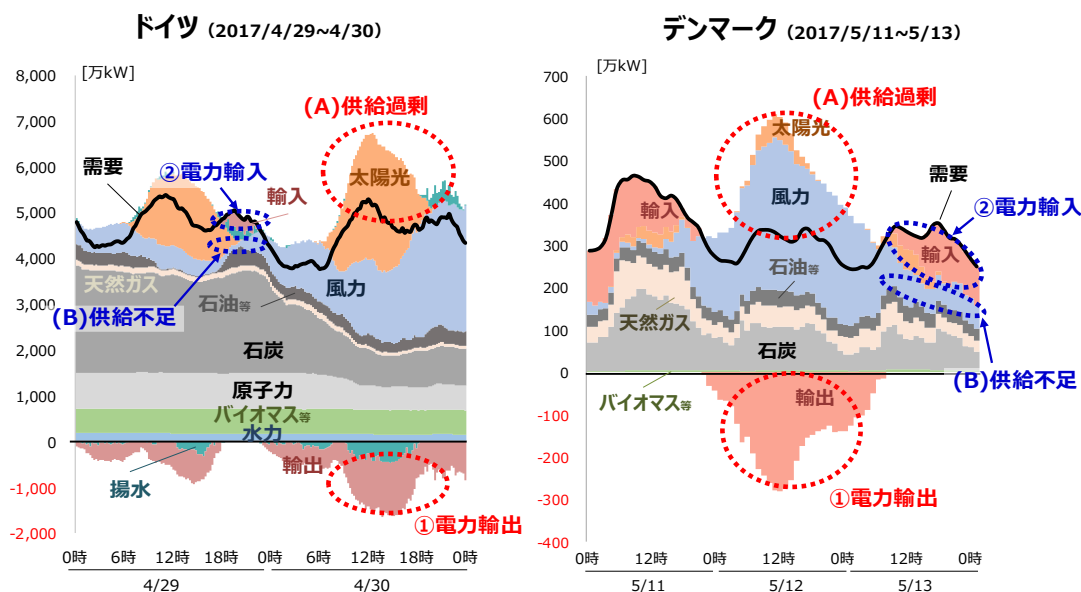
- (3) エネルギー選択には**国ごとの特殊性・固有性**。①化石資源の賦存状況、②自然条件で決まる再エネ稼働率、③電力ネットワークやガスパイプライン網などの国際的なエネルギー連携状況、④エネルギー相対価格体系の4点が各国のエネルギー選択の出発点を決定。我が国のエネルギー環境は、国内炭を持つ一方で欧州大陸と電力網がつながり再エネ拡大が容易なドイツよりも、北海油田が枯渇し島国である英国に類似。➡資料30～35
- (4) (1)の2050年シナリオに伴う不確実性、(2)の先行する主要国情勢から得られる教訓、(3)我が国固有のエネルギー環境の3点から判断すれば、**エネルギー転換・脱炭素化に向けたあらゆる技術的選択肢の可能性を追求しつつ、再エネ追求で先行するドイツのシナリオと英国の全方位のシナリオを組み合わせ**、化石資源の再生に挑む資源国やエネルギー需要拡大が不可避な新興国からなる **G20 諸国にも訴求できる「エネルギー転換・脱炭素化を目指した全方位での複線シナリオ」**を採用することが現時点では妥当ではないか？

### 欧州における国際連系

国際連系 = 他国電源を調整手段として利用可能

自然条件**良好** = (A) **供給過剰** ➡ ① **電力輸出**

自然条件**悪化** = (B) **供給不足** ➡ ② **電力輸入**



～ ①**連系容量大** = 需要に合わせた出力抑制不要 ➡ ②**大きく再エネ拡大が可能**

	デンマーク	ドイツ	英国	日本
需要規模 (年間発電量)	300億kWh	6,000億kWh	3,000億kWh	11,000億kWh (1.1兆kWh)
変動再エネ比率	51% (太陽光2% 風力49%)	18% (太陽光6% 風力12%)	14% (太陽光2% 風力12%)	6% (太陽光5% 風力1%)
国際連系線 (設備容量に対する連系線の容量)	44%	10%	6%	連系線なし
電力輸出入	調整力の 国外依存 (再エネ比率が高い日の輸出入)			輸出入なし
	80% (430万kW 輸出: 280万kW 輸入: 150万kW)	40% (1,600万kW 輸出: 1200万kW 輸入: 400万kW)	35% (850万kW 輸出: 320万kW 輸入: 530万kW)	輸出入なし
[kWh]年間輸出入	輸出 33% (100億kWh)	13% (850億kWh)	1% (20億kWh)	輸出入なし
	輸入 55% (160億kWh)	5% (340億kWh)	8% (240億kWh)	輸出入なし

※Interconnection level

(出所) ENTSO-E "Transparency Platform", "Statistical Factsheet", 欧州委員会資料等より作成

## 欧州大でのノルウェー水力の活用

- EUは、再エネ導入目標を20年20%から30年27%以上への引き上げ検討中。
- その一環で、ノルウェー水力を欧州大の再エネの調整力として活用を検討中。  
**〔「Green Battery」〕**
- ノルウェーは他国との電力融通を促進する観点から、**国際連系線の整備**を推進。

### 指令改正の状況（三者協議にて議論・調整中）

#### 改正案の概要（欧州委員会）

**2030年**のEU全体の再エネ導入目標を**27%**（総最終消費エネルギー比）に設定  
 ※排出削減目標は▲40%（1990年比）

#### 目標決定後、各国の目標・アクションプランが策定

- 目標値については意見に相違があり、三者協議にて議論、調整中。
- ✓ 欧州委員会：「27%」で提案したものの、「30%」は達成可能
  - ✓ 欧州理事会：「27%」として既に合意したレベルを維持
  - ✓ 欧州議会：「35%」に引き上げるべき

### ノルウェーの発電量構成と国際連系線整備状況

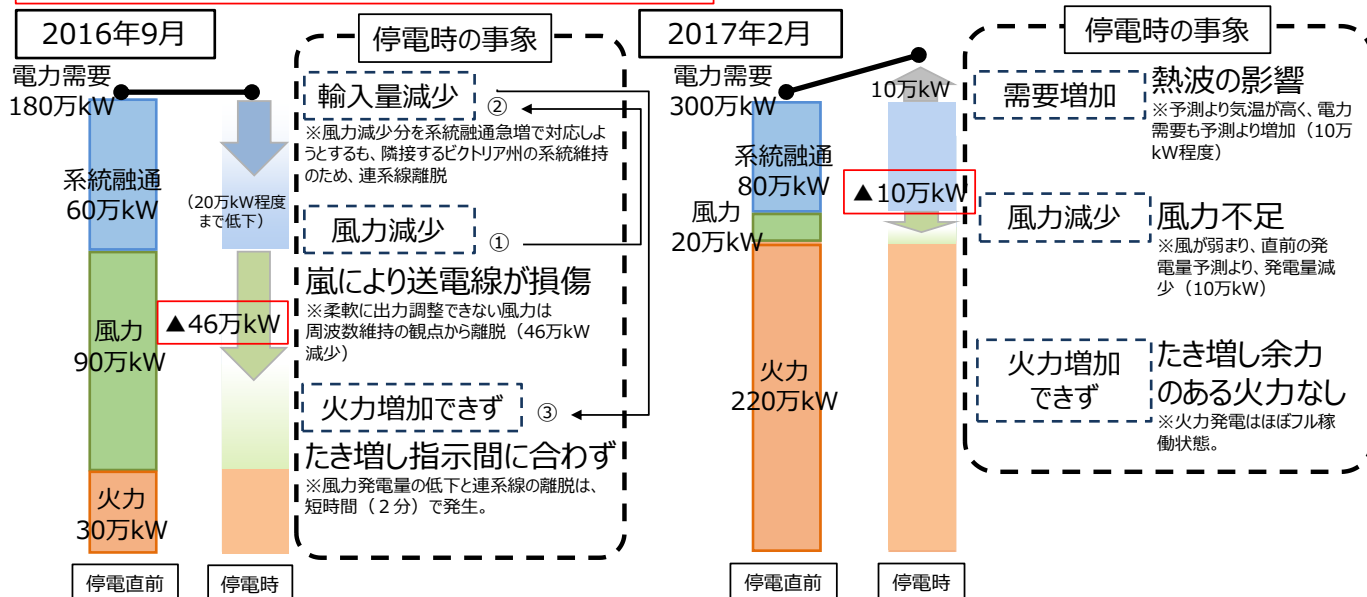
ノルウェーの発電量のうち、**水力発電が占める割合は96%**（2016年）。  
 ノルウェーと他国との国際連系線整備状況は以下

スウェーデン	4地点計3.7GW（交流）
デンマーク	海底送電線1.7GW（直流）
オランダ	700MW（直流）
フィンランド	各50-100MW
ロシア	
※ドイツ	1.4GW（2020年）
	1.4GW（計画中）
※英国	1.4GW（2021年）

## 南オーストラリア州での停電発生と系統安定化に向けた蓄電池事業

### 南オーストラリア州での停電時の電力供給イメージ

※Australian Energy Market Operator, Power System Incident Reportより作成、数値は概数。



### 対応策

#### 調整火力拡充

（一部実施※1）

#### 系統増強

（検討中※2）

#### 蓄電池による調整力確保

### ①10万kW（12.9万kWh）系統用蓄電池事業

- ・風力発電の電力を充電し、需要ピーク時に放電。
- ・Tesla社が落札し、2017年12月に事業開始。

※州政府が約44億円を投じる電力対策の一環。（報道ベース）

### ②25万kW級VPP事業（検討中）

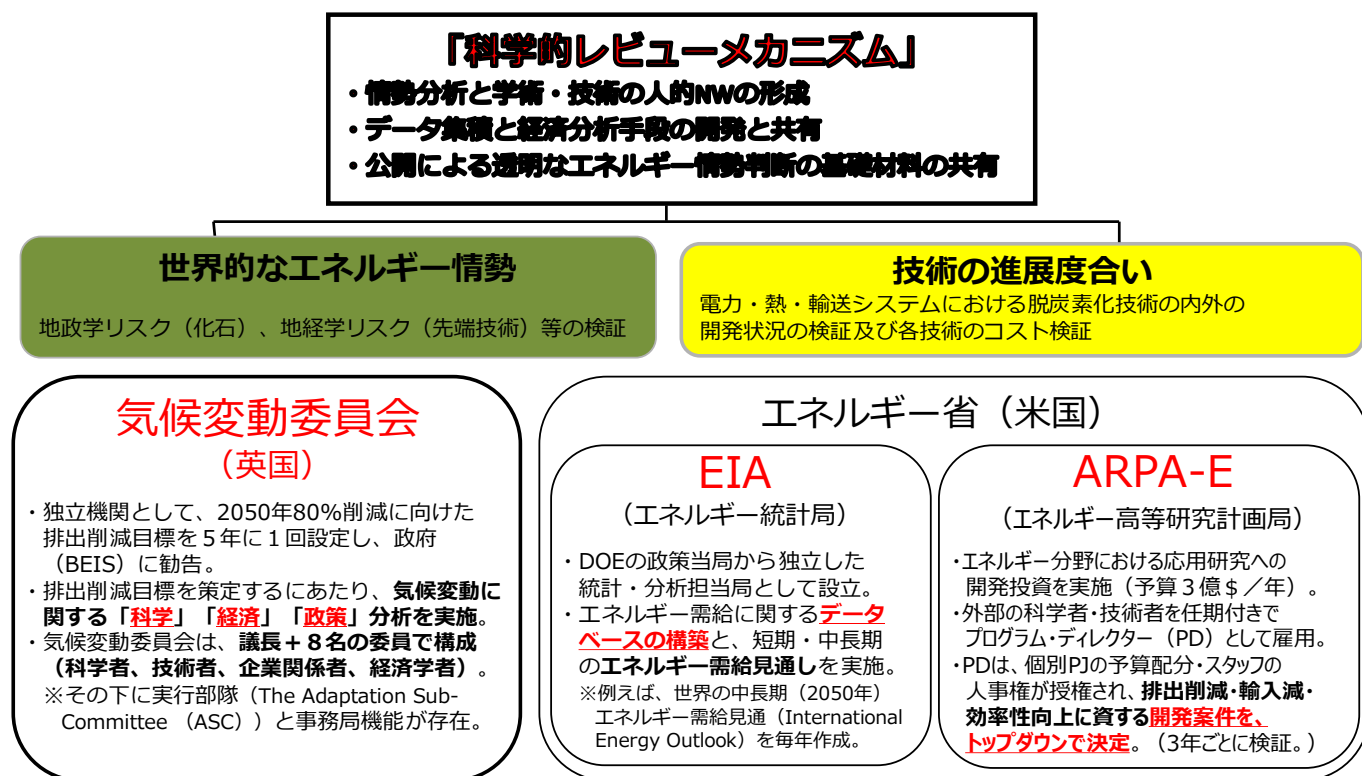
- ・5万世帯に太陽光＋蓄電池を無料配布。

※1：非常用ディーゼル電源の設置例あり  
 ※2：本の連系線を検討中（接続先はニューサウスウェールズ州とビクトリア州）

## 論点2-4 科学的レビューメカニズム

「野心的な複線シナリオ」とした場合、射程が2050年と長期を展望したものであり、**技術と世界情勢は予見しがたい形で大きく変動**することは**確実**。その中でも、したたかにエネルギー転換・脱炭素化を進めていくための**透明な仕掛け**、「科学的レビューメカニズム」が必要ではないか？

- (1) 複線シナリオとした場合、世界のエネルギー情勢と技術革新の進展度合いを常に見極め、これに即して、各選択肢の**開発目標**、技術的選択肢間の相対的な**重点度合い**などをしなやかに決定・修正していくことが必要。このため、透明な「科学的レビューメカニズム」を設けることが不可欠ではないか？
- (2) 選択肢間の重点度合いを決める要素は何か？平時における3E+S の評価は当然のこととして、有事における対応力の視点から、最大リスク(再エネ系の自然変動リスク、原子力系の事故リスク、化石系の地政学リスク、蓄電系のレアメタルリスク、先端技術系の他国依存リスク)を最小化するためのあらゆる選択肢保持という価値を考慮してはどうか？
- (3) 科学的レビューメカニズムを「**冷静かつ改革志向のエネルギー選択に関する意思決定のインフラ**」とするための要件は何か？例えば、以下の要素を満たすインフラを構築すべきではないか？ **➡資料36～38**
  - ・情勢分析と学術・技術の人的ネットワークの形成
  - ・データ集積と経済分析手段の開発と共有
  - ・公開による透明なエネルギー情勢判断の基礎材料の共有

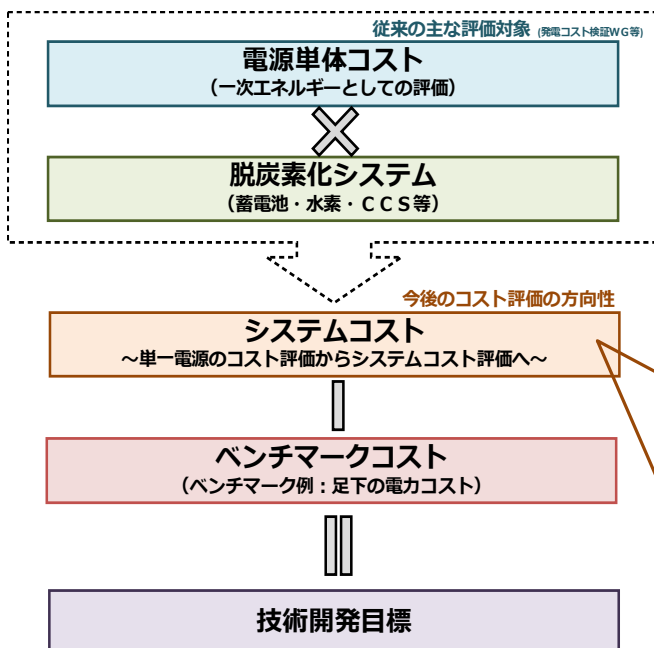
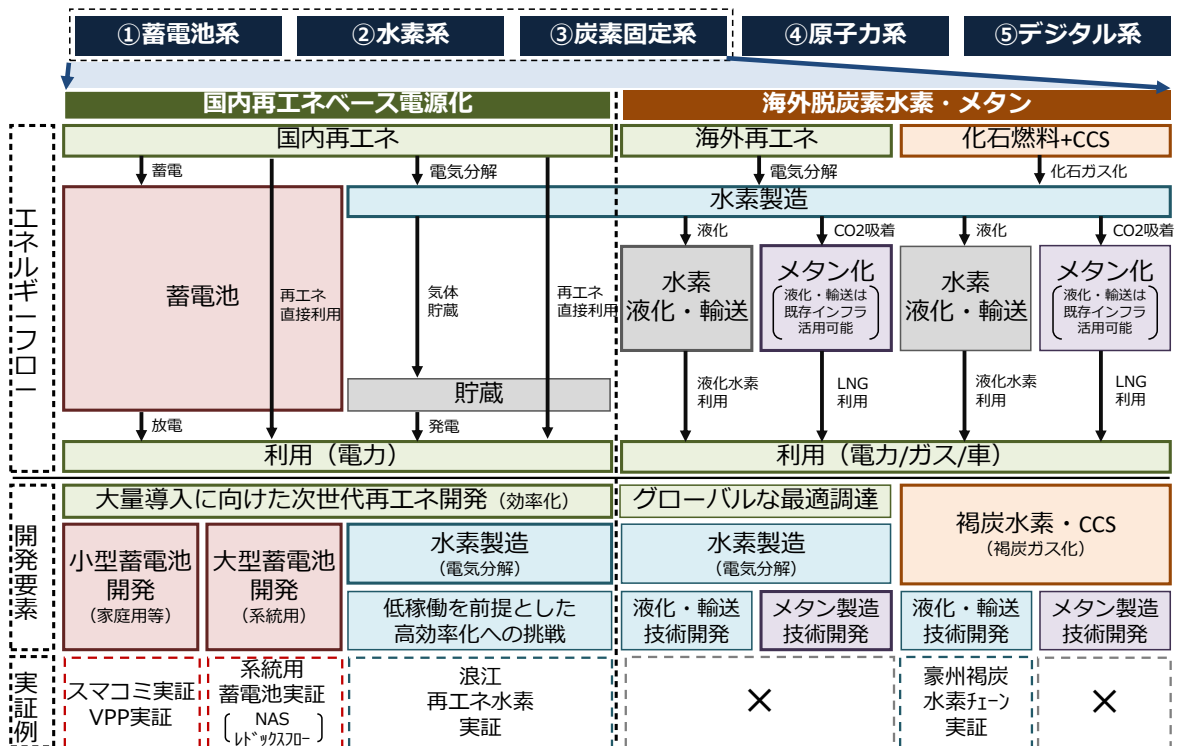


論点2-5 電源別コスト検証から脱炭素化システム間のコスト・リスク検証への転換

エネルギー転換・脱炭素化の選択肢をどう整理・設定するか。2050年シナリオは、電力ゼロエミだけが目標ではなく、電力・熱・輸送システムの脱炭素化がターゲット。そこで、脱炭素化を可能とするシステムを抽出、そのコスト・リスク検証へとアプローチを変えるべきではないか？

- (1) 2030年計画は主に「電源別のコスト検証」がベース。主に電力システムの低炭素化を設計。
- (2) これに対し、2050年シナリオは、「電力システム・熱システム・輸送システム」の脱炭素化を同時に追求。
- (3) このため、「電源別のコスト検証」から、システム間の相互作用も鳥瞰できる「①蓄電系、②水素系、③炭素固定系、④原子力系、⑤デジタル系などの脱炭素化システム間でのコスト・リスク評価」に転換してはどうか？

➡資料39.40



簡易的な試算として以下のシステムコストを、ベースまたはミドル/ピーク電源として試算し、技術開発目標を試算

- ①蓄電池系
  - 再エネ(国内) + 蓄電池(分散・大型)
  - 原子力(国内・ミドル/ピーク) + 蓄電池
- ②水素系
  - 再エネ(国内) + 水素
  - 再エネ(海外) + 水素
  - 原子力(国内) + 水素
- ③炭素固定系
  - 化石(国内) + CCS
  - 化石(海外) + CCS + 水素
  - 化石(海外) + CCS + 水素 + メタネーション
- ④原子力系
  - 原子力(国内・ベース)
- ⑤デジタル系
  - 再エネ(国内) + DR

### 論点3 野心的目標・各選択枝の課題・重点化の方向

#### ～蓄電・水素・炭素固定・原子力・デジタルシステムでのブレークスルー

#### 論点3-1 アプローチ

蓄電・水素・炭素固定・原子力・デジタル化という脱炭素化システムの現状評価は？

各選択枝の安全・安全保障・経済性・脱炭素化という頂に向けた傾斜は？

各選択枝の現状は**実用・実証・開発・研究**のステージか？

これらを明らかにするため、現時点でのシステム間のコスト・リスク評価による各選択枝の現状評価を行い、課題を明らかにし、取組の方向性を示してはどうか？

#### 論点3-2 現状で共有すべき大きな変革の方向性は何か？～野心的目標の具体

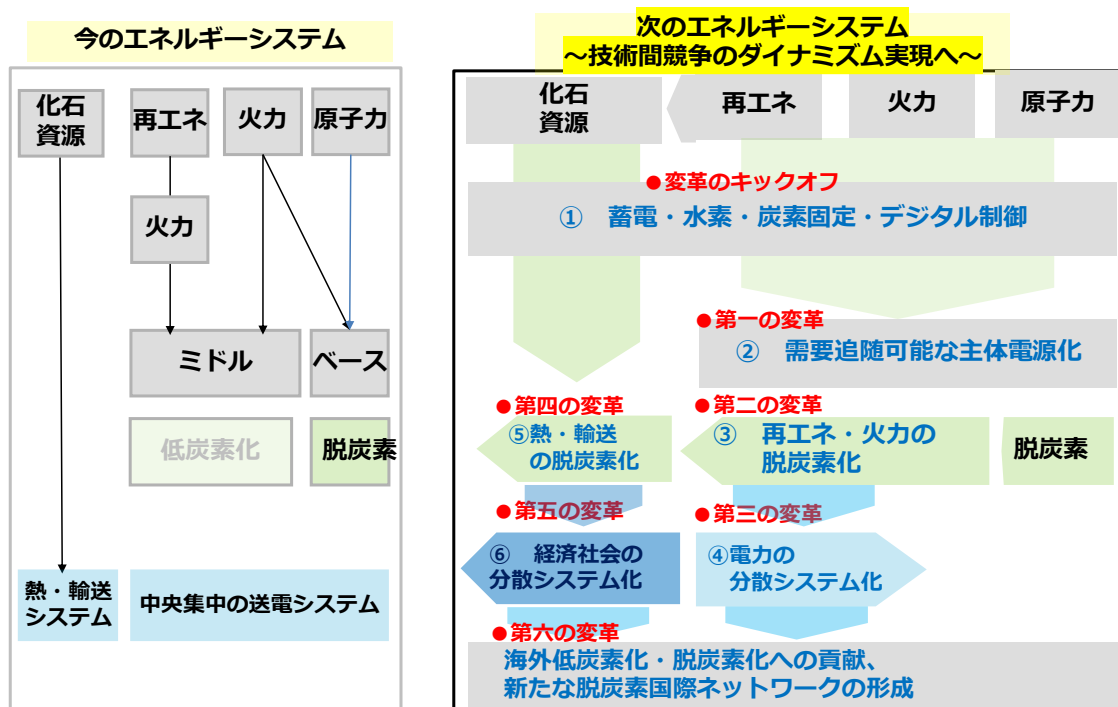
(1) 脱炭素化システムアプローチから見える**技術間競争のダイナミズム**を前面に出してはどうか？ ➡資料41

- 第一のアクション: 蓄電・水素・CCS・デジタル化でキックオフ
- 第一の変革 : 電力システムで全てのエネルギー源が需要変動への主体的対応が可能に  
(どの電源もミドルもベースも担えるようになる)
- 第二の変革 : 電力システムで火力・火力補完の再エネを含め、全てのエネルギー源を脱炭素化
- 第三の変革 : 電力システムで小型再エネを軸とした分散化が加速
- 第四の変革 : 蓄電・水素・CCS・原子力・デジタル化の成果は熱・輸送システムの脱炭素化を同時に加速
- 第五の変革 : 電力・熱・輸送をエリア統合した経済社会の分散型エネルギーシステムへの進化も視野に
- 第六の変革 : 海外低炭素化・脱炭素化への貢献、新たなエネルギー転換国際ネットワークの形成

(2) これを踏まえた野心的目標は何か？

- 国内的には、
  - 1) エネルギー転換による脱炭素化という大方針
  - 2) 電力システムの**ゼロエミ化**、熱システムの**電化と水素化**、輸送システムの**電動化**
  - 3) 技術革新が**分散エネルギーシステム**、**次世代省エネの可能性**を拡大、**新たなエネルギーエコシステム形成**
- 対外的には、  
**ネガエミッション目標**(国内排出量を大幅に超える海外脱炭素化貢献)

(3) すべては非連続の挑戦。**過渡期のシナリオ**をどう加味するか？



## 論点3-3. 主要な選択枝の課題解決方針、過渡期の対応と重点化の方向性をどう示すか？

### (1) 電力システムのゼロエミ化

#### 1) 再エネ⇒資料42

- ・ 価格低下とデジタル技術で主力化への可能性が大きく拡大している再エネに関しては、その主力化に向け、自然変動リスクに対する耐性強化、脱火力補完による脱炭素化、ネットワークの再構築が次の課題として顕在化。水素・蓄電・デジタル技術の集中開発とネットワーク再構築投資が不可欠で、これを可能とする人材・技術・産業基盤の強化に直ちに着手すべきではないか？
- ・ 蓄電・水素・デジタルシステムと統合し再エネを自立した主力電源化、これにより分散システム化を加速するとの姿勢で臨むべきではないか？

#### 2) 原子力⇒資料43、44

- ・ 現状、**実用段階にある脱炭素化の選択枝**である原子力に関しては、更なる安全性向上による事故リスクの抑制、廃炉や廃棄物処理などのバックエンド問題への対処、これらによる社会信頼の回復が必須。人材・技術・産業の基盤強化に直ちに着手し、より安全性・経済性・機動性などに優れた炉の追求、バックエンド問題解決に向けた技術開発を進めることが必要ではないか？
- ・ なお、福島事故を経験した我が国としては、①**安全を最優先し**、②再エネ拡大を図る中で、**原子力への依存度は可能な限り低減する**、との方針は今後も堅持すべきではないか？

#### 3) 火力⇒資料45、46

- ・ 可能性と不確実性を伴う情勢変化の下、エネルギー転換・脱炭素化へ向けた過渡期においては、内外で化石エネルギー源はなお主力であり、地政学リスクへの対応に向け自主開発を継続。
- ・ この中で、過渡期の方針は、**ガスシフトと非効率石炭のフェードアウト**、世界における石炭利用の低炭素化支援に向けた**高効率クリーンコールに傾注**ということではないか？
- ・ 長期を展望すれば脱炭素化への挑戦も同時並行で展開。CCSと組み合わせた**水素転換を日本が主導**、**化石燃料再生を資源国・新興国とともに実現**するという姿勢で臨んではどうか？

### (2) 熱システム・輸送システムの脱炭素化

#### 1) 脱炭素化ベストミックスの追求へ

- ・ 双方とも石油、ガス、石炭に大きく依存。
- ・ **電化、水素化、電動化、分散デジタル化のベストミックス**へという方向でどうか？

#### 2) 地域分散エネルギーネットワークの可能性を追求すべきではないか？

- ・ CV(Connected Vehicle)化した自動車、再エネ、熱、上下水道などを経済的に束ね、**地域レベルで分散ネットワークの仕組みを加速**する方針で臨むべきではないか？

### (3) デジタル化によるエネルギー需要の高度化・効率化

- ・ デジタル技術を積極的に取り込み、需要の管理・制御をさらに高度化させ、エネルギー消費をさらに効率化させる**次世代省エネに挑戦**すべきではないか？

	1次エネルギー						電力											
	先進国 (OECD)			新興国 (非OECD)			日本			先進国 (OECD)			新興国 (非OECD)			日本		
	2015	2040 (ベース)	2040 (2度)	2015	2040 (ベース)	2040 (2度)	2015	2040 (ベース)	2040 (2度)	2015	2040 (ベース)	2040 (2度)	2015	2040 (ベース)	2040 (2度)	2015	2040 (ベース)	2040 (2度)
<b>再エネ</b>	10%	20%	32%	17%	21%	29%	11%	14%	26%	23%	42%	63%	23%	39%	63%	16%	27%	56%
<b>原子力</b>	10%	9%	15%	2%	5%	8%	1%	16%	24%	18%	14%	20%	4%	8%	12%	1%	22%	32%
<b>化石燃料</b>	80%	71%	53%	81%	75%	63%	88%	71%	49%	58%	44%	17%	73%	53%	25%	83%	51%	12%
<b>うち石炭</b>	18%	12%	5%	36%	28%	17%	38%	21%	11%	30%	16%	2%	47%	31%	8%	33%	22%	2%

出所：WEO2017

※(ベース)は新政策シナリオであり、(2度)は持続可能な発展シナリオ

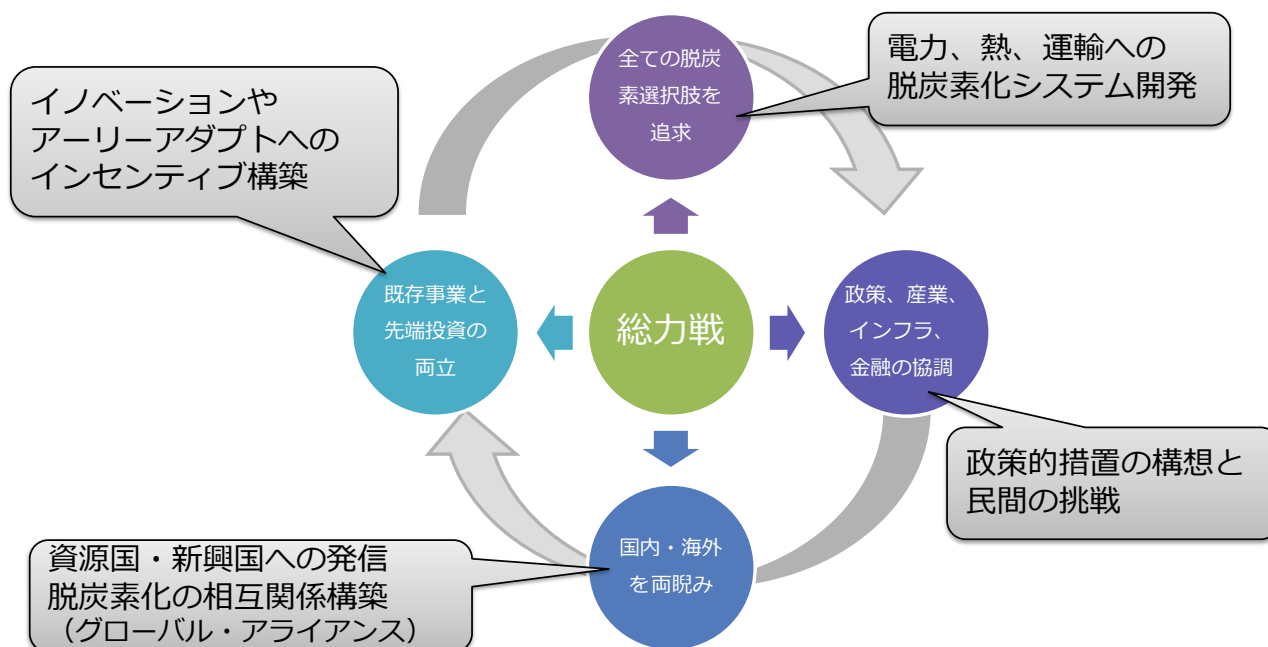
## 論点4 シナリオ実現に向けた総力戦対応

### 論点4-1 総力戦対応 資料47

2050年シナリオ実現に向け、今から着手すべき打ち手は何か？

脱炭素化への挑戦に加え、安全の革新、多様性と自国技術を重視したエネルギー安全保障、技術革新・競争力強化を踏まえた経済性の向上も同時達成する、高度化された「3E+S」への要請を実現する上では、以下のような意味での総力戦対応が不可欠ではないか？

- (1) あらゆる脱炭素化システムの可能性を追求するという意味での総力戦
- (2) 政策、産業、インフラ、金融の方向性を同調させるという意味での総力戦
- (3) 国内と海外を同時に視野に入れるという意味での総力戦
- (4) 既存技術での確実な収益確保と、これを先端的な分野へのリスク投資に回すという意味での総力戦
- (5) 2050年まで30年余り、今の若手の人材が2050年に中核を担う。長期の人材投資という意味での総力戦。



### 論点4-2 エネルギー価格が変動する中での過少投資問題への対処 資料48

悪化する投資環境の中でエネルギー転換・脱炭素化に向けた投資を促す仕組みをどう設計し、産業の体制をどう強化してすべきか？

- (1) 石油価格やガス価格のみならず、電力価格も再エネの急拡大により、かつてなく大幅に変動する構造に。このため、固定費の回収やリスクある投資がより困難に。また、国内需要の縮小と電力自由化も投資の阻害要因に。
- (2) 他方で、技術への開発投資、ネットワークへの投資、内外での脱炭素化投資など、なすべき投資は目白押し。
- (3) 特に、既存のエネルギーネットワークは脱炭素化を前提としたものでなく、過渡的には、既存ネットワークの更新と新ネットワークへの投資を同時並行で行うという極めて困難な状況に。
- (4) 悪化する投資環境の中で、エネルギー転換・脱炭素化投資を促す仕組みをどう設計し、産業の体制をどう強化してすべきか？



論点4-3 内政・外交・産業とインフラ・金融の対応を包含した4層の実行シナリオ

エネルギー転換・脱炭素化に向けた、内政・外交・産業とインフラ・金融の4層に関する基本方針は？

- (1) エネルギー転換・脱炭素化に向けた政策の方針 →資料49～52
- (2) 資源国やエネルギー需要が拡大する新興国をも巻き込んだ包摂的な新しいエネルギー外交の方針 →資料53
- (3) 産業競争力強化やインフラ再編の方針 →資料54、55
- (4) 低炭素化から脱炭素化システムに至る資金循環メカニズムの構築に向けた方針 →資料56

国民経済とエネルギー

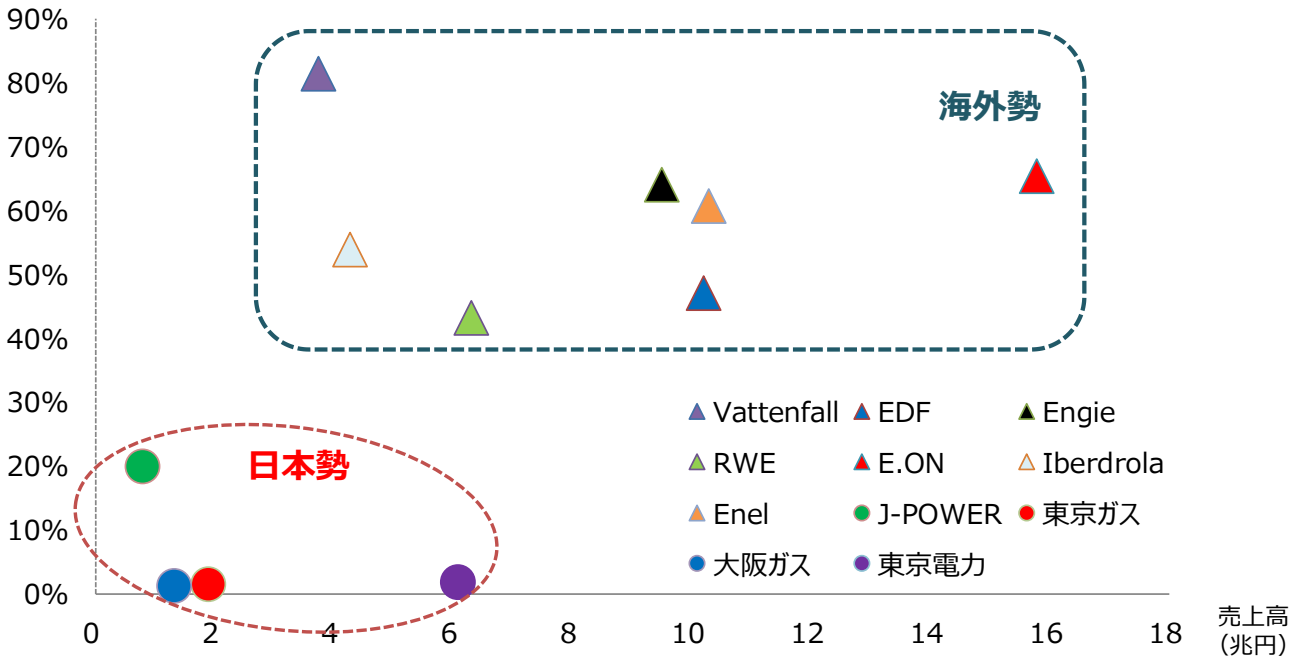
	油価	名目GDP	化石燃料	FIT	エネルギー/GDP
70年度	2ドル	77兆	1.3兆		1.7%
90年度	23ドル	463兆	6.7兆		1.4%
00年度	28ドル	529兆	7.1兆		1.3%
13年度	110ドル	507兆	26兆	0.5兆	
15年度	49ドル	532兆	15兆	1.5兆	3.2%
30年度	128ドル	806兆	21兆	4.0兆	3.1%

(※ 30年は15年策定のエネルギーミックスの数字)

GDP	532兆	電気代（総額）	16兆
所得税	18兆	電気代（家庭用）	7兆
消費税	17兆	電気代（産業用）	9兆
法人税	11兆	化石燃料	15兆



海外売上高比率



※中国の国家电网は30兆円以上の規模で世界一（海外比率は未公開）

（出所）各社年次レポート等より作成

## Beyond 2030のNWシステム（「分散化」「広域化」）（イメージ）

