

エネルギー政策の方向性

2019年11月
資源エネルギー庁

1. 第5次エネルギー基本計画について
2. 今後の検討状況について
 - (1) 持続可能な電力システム構築に向けた課題
 - ①再エネの主力電源化と電源の持続可能な投資に向けて
 - ②電力ネットワークの再構築
 - (2) 脱炭素社会に向けたイノベーションの促進

1. 第5次エネルギー基本計画について

2. 今後の検討状況について

(1) 持続可能な電力システム構築に向けた課題

- ① 再エネの主力電源化と需要が持続可能な電源に向けて
- ② 電力ネットワークの再構築

(2) 脱炭素社会に向けたイノベーションの促進

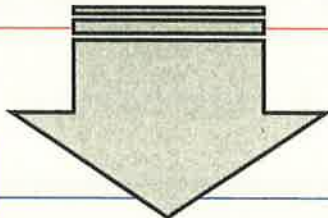
震災前から現在までの電源構成などの推移

	2010年度 (震災前)		2013年度 震災後		2018年度
電源構成	火力 65% 石炭：28% LNG：29% 石油：9%	増	88% 石炭：33% LNG：41% 石油：15%	微減	77% 石炭：31% LNG：38% 石油：7%
	再エネ 9% バイオ：1% 水力：8%	微増	11% 太陽光：1% バイオ：2% 水力：7%	増	17% 太陽光：6% 風力：1% バイオ：2% 水力：8%
	原子力 25% 運転基数 50基	激減	1% 運転基数 2基 → 0基	微増	6% 運転基数 6基 → 9基
エネルギー起源 CO2	11.4億トン	悪化	12.4億トン	改善	10.6億トン
電力コスト	5.0兆円 燃料費：5.0兆円 再エネ買取：0兆円	悪化	9.7兆円 燃料費：9.2兆円 再エネ買取：0.5兆円	改善	8.5兆円 燃料費：5.7兆円 再エネ買取：2.8兆円
エネルギー 自給率	20%	悪化	7%	改善	12%

エネルギー基本計画

<エネルギー政策の基本的視点>

エネルギー政策の要諦は、安全性（Safety）を前提とした上で、エネルギーの安定供給（Energy Security）を第一とし、経済効率性の向上（Economic Efficiency）による低コストでのエネルギー供給を実現し、同時に、環境への適合（Environment）を図るため、最大限の取組を行うことである。



エネルギーミックス

<エネルギーミックスの位置付け>

エネルギー基本計画を踏まえ、こうしたエネルギー政策の基本的視点である、安全性、安定供給、経済効率性及び環境適合について達成すべき政策目標を想定した上で、政策の基本的な方向性に基づいて施策を講じたときに実現されるであろう将来のエネルギー需給構造の見通しであり、あるべき姿を示すものである。

エネルギーミックス～3E+Sの同時実現～

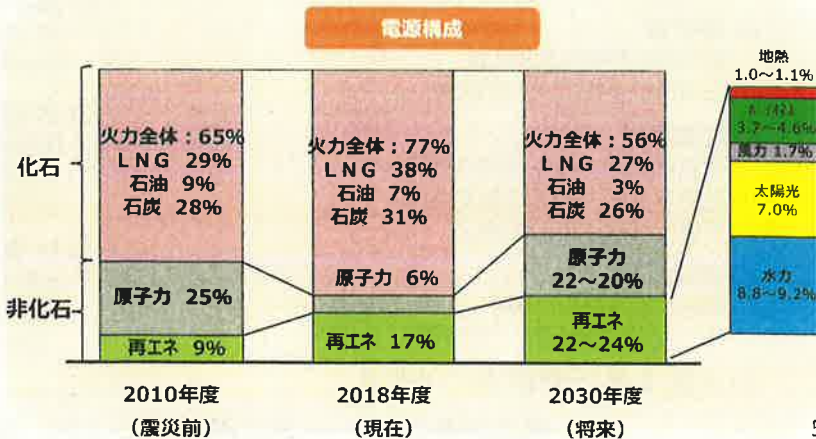
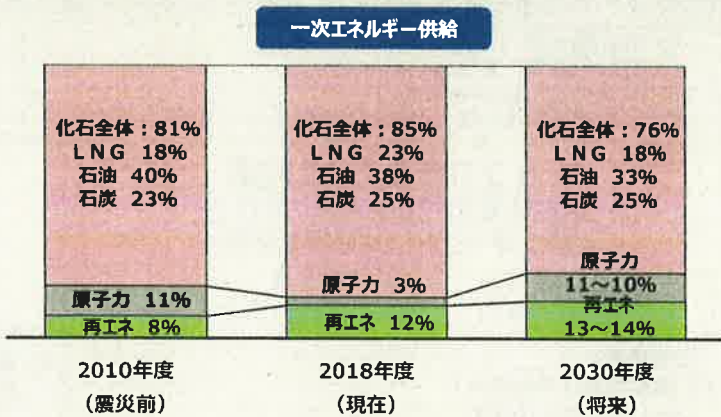
<3E+Sに関する政策目標>



自給率 (Energy Security)
震災前（約20%）を更に上回る概ね25%程度

経済効率性 (電力コスト) (Economic Efficiency)
現状よりも引き下げる

温室効果ガス排出量 (Environment)
欧米に遜色ない温室効果ガス削減目標



30年エネルギーミックスの進捗 ～着実に進展。他方で道半ば～

	震災前 (2010年度)	震災後 (2013年度)	足下		ミックス (2030年度)	進捗状況	
			(2017年度)	(2018年度)			
政策目標 (3E)	①エネルギー起源CO2排出量 (GHG総排出量)	11.4億トン (GHG:13.1億トン)	12.4億トン (GHG:14.1億トン)	11.1億トン (GHG:12.9億トン)	10.6億トン (GHG:12.4億トン)	9.3億トン (GHG:10.4億トン)	
	②電力コスト (燃料費 + FIT買取費)	5.0兆円 燃料費: 5.0兆円 (原油価格83\$/bbl) FIT買取: 0兆円	9.7兆円 燃料費: 9.2兆円 (原油価格110\$/bbl, 数量要因+1.6兆円, 価格要因+2.7兆円) FIT買取: 0.5兆円	7.4兆円 燃料費: 5.0兆円 (原油価格54\$/bbl, 数量要因+1.4兆円, 価格要因+2.9兆円) FIT買取: 2.4兆円	8.5兆円 燃料費: 5.7兆円 (原油価格63\$/bbl, 数量要因+2.0兆円, 価格要因+1.6兆円) FIT買取: 2.8兆円	9.2~9.5兆円 燃料費: 5.3兆円 (原油価格128\$/bbl) FIT買取: 3.7~4.0兆円	
	③エネルギー自給率 (1次エネルギー全体)	20%	7%	10%	12%	24%	
	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%	19% 再エネ16% 原子力3%	23% 再エネ17% 原子力6%	44% 再エネ22~24% 原子力22~20%	
	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	3.5億kl 産業・業務: 2.2 家庭: 0.5 運輸: 0.8	3.4億kl 産業・業務: 2.1 家庭: 0.5 運輸: 0.8	3.3億kl 産業・業務: 2.3 家庭: 0.4 運輸: 0.6	

※四捨五入の関係で合計があわない場合がある。
※2030年度の電力コストは系統安定化費用0.1兆円を含む。

出所) 総合エネルギー統計(2018年度速報値)等を基に資源エネルギー庁作成

第5次エネルギー基本計画 (2018年7月閣議決定) の概要

<p>「3E+S」</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 安全最優先 (Safety) ○ 資源自給率 (Energy security) ○ 環境適合 (Environment) ○ 国民負担抑制 (Economic efficiency) 	⇒	<p>「より高度な3E+S」</p> <ul style="list-style-type: none"> + 技術・ガバナンス改革による安全の革新 + 技術自給率向上/選択肢の多様化確保 + 脱炭素化への挑戦 + 自国産業競争力の強化
<p>2030年に向けた対応 ～温室効果ガス26%削減に向けて～ ～エネルギーミックスの確実な実現～</p> <ul style="list-style-type: none"> - 現状は道半ば - 計画的な推進 - 実現重視の取組 - 施策の深掘り・強化 <p><主な施策></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 再生可能エネルギー <ul style="list-style-type: none"> ・主力電源化への布石 ・低コスト化, 系統制約の克服, 火力調整力の確保 ○ 原子力 <ul style="list-style-type: none"> ・依存度を可能な限り低減 ・不断の安全性向上と再稼働 ○ 化石燃料 <ul style="list-style-type: none"> ・化石燃料等の自主開発の促進 ・高効率な火力発電の有効活用 ・災害リスク等への対応強化 ○ 省エネ <ul style="list-style-type: none"> ・徹底的な省エネの継続 ・省エネ法と支援策の一体実施 ○ 水素/蓄電/分散型エネルギーの推進 	<p>2050年に向けた対応 ～温室効果ガス80%削減を目指して～ ～エネルギー転換・脱炭素化への挑戦～</p> <ul style="list-style-type: none"> - 可能性と不確実性 - 野心的な複線シナリオ - あらゆる選択肢の追求 <p><主な方向></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 再生可能エネルギー <ul style="list-style-type: none"> ・経済的に自立し脱炭素化した主力電源化を目指す ・水素/蓄電/デジタル技術開発に着手 ○ 原子力 <ul style="list-style-type: none"> ・脱炭素化の選択肢 ・安全炉息求/バックエンド技術開発に着手 ○ 化石燃料 <ul style="list-style-type: none"> ・過渡期は主力、資源外交を強化 ・ガス利用へのシフト、非効率石炭フェードアウト ・脱炭素化に向けて水素開発に着手 ○ 熱・輸送、分散型エネルギー <ul style="list-style-type: none"> ・水素・蓄電等による脱炭素化への挑戦 ・分散型エネルギーシステムと地域開発 (次世代再エネ・蓄電、EV、マイクログリッド等の組合せ) 	

基本計画の策定 ⇒ 総力戦 (プロジェクト・国際連携・金融対話・政策)

主要国の長期戦略

	削減目標	柔軟性の確保	主な戦略・スタンス		
			ゼロエミ化	省エネ・電化	海外
日本	2050年： ▲80% 最終到達点： 脱炭素社会	「あるべき姿」としての 長期的なビジョン (あらゆる選択肢を追求し、柔軟に見直し) <small>各分野についても、「あるべき姿」としての長期的なビジョンを示す。ビジネス主導による非連続的なイノベーションを実現するには、あらゆる選択肢を追求し、柔軟に見直し。</small>	ゼロエミ比率 引き上げ (再エネ+原子力) カーボンリサイクル 水素社会の実現	省エネ・電化を 推進	環境技術・製品の 国際展開を通じて 貢献
米国	▲80%以上	削減目標に向けた野心的ビジョン (足下での政策立案を意図するものではない) <small>providing an ambitious vision to reduce net GHG emissions by 80 percent or more below 2005 levels by 2050.</small>	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%	議論のための情報提供 (政策の青写真ではない) <small>not a blue print for action. Rather, the report is meant to inform the conversation about how Canada can achieve a low-carbon economy.</small>	電化分の確保 (水力・変動再エネ + 原子力) <small>※既にゼロエミ電源比率は約80%</small>	大幅な電化 (約20%→40~70%)	国際貢献を 視野 (0~15%)
フランス	▲75%	目標達成に向けたあり得る経路 (行動計画ではない) <small>the scenario is not an action plan; it rather presents a possible path for achieving our objectives.</small>	電化分の確保 (再エネ + 原子力) <small>※既にゼロエミ電源比率は90%以上</small>	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
英国	▲80%以上	経路検討による今後数年の打ち手の参考 (長期予測は困難) <small>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</small>	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%	排出削減に向けた方向性を提示 (マスタープランを模索するものではない) <small>※定期的な見直しを行う not a rigid instrument; it points to the direction needed to achieve a greenhouse gas-neutral economy.</small>	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

(参考) パリ協定長期成長戦略のポイント

<p>第1章：基本的な考え方 (ビジョン)</p> <ul style="list-style-type: none"> 最終到達点としての「脱炭素社会」を掲げ、それを野心的に今世紀後半のできるだけ早期に実現することを目指すとともに、2050年までに80%の削減に大胆に取り組む <small>※積み上げではない、将来の「あるべき姿」 ※1.5℃努力目標を含むパリ協定の長期目標の実現にも貢献</small> ビジネス主導の非連続的なイノベーションを通じた「環境と成長の好循環」の実現、取組を今から迅速に実施、世界への貢献、将来に希望の持てる明るい社会を描き行動を起こす [要案：SDGs達成、共創、Society5.0、地域循環共生圏、課題解決先進国] 	<p>第2章：各分野のビジョンと対策・施策の方向性</p> <p>第1節：排出削減対策・施策</p> <p>1. エネルギー：エネルギー転換・脱炭素化を進めるため、あらゆる選択肢を追求</p> <ul style="list-style-type: none"> 再エネの主力電源化 火力はパリ協定の長期目標と整合的にCO₂排出削減 CCS・CCU/カーボンリサイクルの推進 水素社会の実現/蓄電池/原子力/省エネ <p>2. 産業：脱炭素化のものづくり</p> <ul style="list-style-type: none"> CO₂フリー水素の活用 (「ゼロカーボン・スタート」の挑戦等) CCU/バイオマスによる原料転換 (人工光合成等) 抜本的な省エネ、中長期的なフロン類の廃絶等 <p>3. 運輸：“Well-to-Wheel Zero Emission” チャレンジへの貢献</p> <ul style="list-style-type: none"> 2050年までに世界で供給する日本車について世界最高水準の環境性能を実現 ビッグデータ・IoT等を活用した道路・交通システム <p>4. 地域・くらし：2050年までにカーボンニュートラルでレジリエントで快適な地域とくらしを実現/地域循環共生圏の創造</p> <ul style="list-style-type: none"> 可能な地域・企業等から2050年を待たずにカーボンニュートラルを実現 カーボンニュートラルなくらし(住宅やオフィス等のストック平均でZEB・ZEH相当を進めるための技術開発や普及促進/ライフスタイルの転換) 地域づくり(カーボンニュートラルな都市、農山漁村づくり)、分散型エネルギーシステムの構築 <p>第2節：吸収源対策</p>	<p>第3章：「環境と成長の好循環」を実現するための横断的施策</p> <p>第1節：イノベーションの推進</p> <ul style="list-style-type: none"> 温室効果ガス的大幅削減につながる横断的な脱炭素技術の実用化・普及のためのイノベーションの推進・社会実装可能なコストの実現 (1) 革新的環境イノベーション戦略 <ul style="list-style-type: none"> コスト等の明確な目標の設定、官民リソースの最大限の投入、国内外における技術シーズの発掘や創出、ニーズからの課題設定、ビジネスにつながる支援の強化等 挑戦的な研究開発、G20の研究機関間の連携を強化し国際共同研究開発の展開 (RD20) 等 実用化に向けた目標の設定・課題の見える化 <ul style="list-style-type: none"> CO₂フリー水素製造コストの10分の1以下など既存エネルギーと同等のコストの実現 CCU/カーボンリサイクル製品の既存製品と同等のコストの実現、原子力 (原子炉・核融合) (ほか) (2) 経済社会システム/ライフスタイルのイノベーション <p>第2節：グリーン・ファイナンスの推進</p> <ul style="list-style-type: none"> イノベーション等を適切に「見える化」し、金融機関等がそれを後押しする資金循環の仕組みを構築 (1) TCFD[※]等による開示や対話を通じた資金循環の構築 <small>※気候関連財務情報開示タスクフォース</small> <ul style="list-style-type: none"> 産業：TCFDガイダンス・シナリオ分析ガイド拡充/金融機関等：グリーン投資ガイダンス策定 産業界と金融界の対話の場 (TCFDコンソーシアム) 国際的な知見共有、発信の促進 (TCFDサミット (2019年秋)) (2) ESG金融の拡大に向けた取組の促進 <ul style="list-style-type: none"> ESG金融への取組促進 (グリーンボンド発行支援、ESG地域金融普及等)、ESG対話プラットフォームの整備、ESG金融リテラシー向上、ESG金融ハイレベル・パネル 等 <p>第3節：ビジネス主導の国際展開、国際協力</p> <ul style="list-style-type: none"> 日本の強みである優れた環境技術・製品等の国際展開/相手国と協働した双方に裨益するコイノベーション (1) 政策・制度構築や国際ルールづくりと連動した脱炭素技術の国際展開 <ul style="list-style-type: none"> 相手国における制度構築や国際ルールづくりによるビジネス環境整備を通じた、脱炭素技術の普及と温室効果ガスの排出削減 (ASEANでの官民イニシアティブの立上げの提案、市場メカニズムを活用した適切な国際枠組みの構築 等) (2) CO₂排出削減に貢献するインフラ輸出の強化 <ul style="list-style-type: none"> パリ協定の長期目標と整合的にCO₂排出削減に貢献するエネルギーインフラや都市・交通インフラ (洋上風力・地熱発電などの再エネ、水素、CCS・CCU/カーボンリサイクル、スマートシティ等) の国際展開 (3) 地球規模の脱炭素社会に向けた基盤づくり <ul style="list-style-type: none"> 相手国におけるNDC策定・緩和策にかかると計画策定支援等、サプライチェーン全体の透明性向上 	<p>第4章：その他</p> <ul style="list-style-type: none"> 人材育成 公正な移行 政府の率先的取組 適応によるレジリエントな社会づくりとの一体的な推進 カーボンプライシング(専門的・技術的議論が必要) 	<p>第5章：長期戦略のレビューと実施</p> <ul style="list-style-type: none"> レビュー：6年程度を目安としつつ情勢を踏まえて柔軟に検討を加えるとともに必要に応じて見直し 実践：将来の情勢変化に応じた分析/連携/対話
---	--	---	--	--

【参考】主要国のGHG削減の進捗状況 ～日・英は目標に向け進展。仏・独は足元で停滞。
電源の非化石化、ガス転換、省エネ等のバランスの取れた取組が重要。～

2016年	GHG削減 中期目標と進捗	要因1：非化石電源比率(再エネ+原子力)	要因2：エネルギー消費削減
日 11億トンCO ₂ 9.0トンCO ₂ /人	▲1.7%p/年 2013年比▲26% ①目標ラインと 同水準 ②足元も 削減 (直近3年の平均、以下同じ)	非化石 19 再エネ 3 原子力 16 44 24 ✓ 非化石は低水準だが 増加 ・再エネ増加 ・原子力も徐々に増加	最終エネルギー消費/GDP 2012年比 ▲35% ✓ 削減
英 4億トンCO ₂ 5.7トンCO ₂ /人	▲2.7%p/年 1990年比▲57% ①目標ラインと 同水準 ②足元も 削減	非化石 47 再エネ 22 原子力 25 52 ✓ 非化石が 増加 ・再エネ増加 ・原子力比率も維持 ✓ 石炭→ ガス転換	一次エネルギー消費削減率 2007年比 ▲17% ✓ 削減
米 48億トンCO ₂ 14.9トンCO ₂ /人	▲1.7%p/年 2005年比▲28% ①目標ラインより 上ぶれ ②足元は 削減	非化石 34 再エネ 20 原子力 15 20 15 ✓ 非化石が 増加 ・再エネ増加 ・原子力比率も維持 ✓ 石炭→ ガス転換	最終エネルギー消費削減率 (2005年比) ✓ 横ばい
仏 3億トンCO ₂ 4.4トンCO ₂ /人	+1.0%p/年 1990年比▲40% ①目標ラインより 上ぶれ ②足元も 横ばい	非化石 91 再エネ 74 原子力 18 40 ✓ 非化石が既に高水準 (引上げ余地は限られる) ・原子力が7割 ※再エネCO ₂ のうち、運輸・家庭等の「非電力」1分が9割	最終エネルギー消費削減率 2012年比 ▲20% ✓ 過去： 削減 ✓ 足元： 横ばい
独 7億トンCO ₂ 8.9トンCO ₂ /人	+0.3%p/年 1990年比▲55% ①目標ラインより 上ぶれ ②足元も 横ばい	非化石 43 再エネ 13 原子力 30 65 ✓ 非化石が 横ばい ・再エネ増加 ・原子力比率低減 ✓ 石炭依存(4割)	一次エネルギー消費削減率 2008年比 ▲20% ✓ 過去： 削減 ✓ 足元： 横ばい
EU 31億トンCO ₂ 6.4トンCO ₂ /人	+0.2%p/年 1990年比▲40% ①目標ラインと 同水準 ②足元は 横ばい	非化石 56 再エネ 26 原子力 30 ✓ 非化石が 横ばい ・再エネ増加 ・原子力比率低減	一次エネルギー消費削減率 2005年比 ▲26% ✓ 過去： 削減 ✓ 足元： 横ばい

【参考】国土面積と再エネ導入量 (2016年)

日本は面積あたり再エネ導入は高水準。他方、需要が大きいため再エネ比率は上げにくい。

	面積グループ① (日本と同程度)				面積グループ② (九州と同程度)		
	ドイツ	ノルウェー	日本	カリフォルニア	アルバニア	九州	デンマーク
国土面積	35万km ²	37万km ²	38万km ²	42万km ²	3万km ²	4万km ²	4万km ²
再エネ発電量	1,900 億kWh 風力: 800 バイオマス: 500 太陽光: 400	1,450 億kWh 水力: 1430 風力: 20	1,600 億kWh 水力: 800 太陽光: 500 バイオマス: 200	800 億kWh 水力: 300 太陽光: 200 風力: 100	80 億kWh 水力: 80	170 億kWh 太陽光: 80 水力: 50 バイオマス: 30	180 億kWh 風力: 130 バイオマス: 50 太陽光: 10
面積当たり再エネ	54 万kWh/km ² 風力: 22 バイオマス: 15 太陽光: 11	40 万kWh/km ² 水力: 39 風力: 1	41 万kWh/km ² 水力: 21 太陽光: 13 バイオマス: 4	19 万kWh/km ² 水力: 7 太陽光: 4 風力: 3	28 万kWh/km ² 水力: 28	40 万kWh/km ² 太陽光: 18 水力: 13 バイオマス: 7	44 万kWh/km ² 風力: 30 バイオマス: 12 太陽光: 2
需要規模 (純輸出入) ※需要は総発電量	6,400 億kWh (純輸出500 億kWh)	1,500 億kWh (純輸出200 億kWh)	10,500 億kWh (輸出入なし)	2,000 億kWh (純輸入700 億kWh)	80 億kWh (純輸出0.4 億kWh)	1,090 億kWh (純輸出140 億kWh)	310 億kWh (純輸入50 億kWh)
再エネ比率	29% 風力: 12% バイオマス: 8% 太陽光: 6%	98% 水力: 96% 風力: 1%	15% 水力: 8% 太陽光: 5% バイオマス: 2%	40% 水力: 15% 太陽光: 10% 風力: 7%	100% 水力: 100%	15% 太陽光: 7% 水力: 5% バイオマス: 3%	60% 風力: 42% バイオマス: 16% 太陽光: 2%
	仮に日本の需要でそれぞれ再エネ比率を計算した場合				仮に九州の需要でそれぞれ再エネ比率を計算した場合		
	18%	14%	15%	7%	7%	15%	17%

【参考】同様の面積の国における 比較イメージ

- 人口が多いほど電力需要が大きくなる。
- 電力需要が大きいかほど、再エネ比率を上げることは難しくなる。



12

1. 第5次エネルギー基本計画について

2. 今後の検討状況について

(1) 持続可能な電力システム構築に向けた課題

- ①再エネの主力電源化と電源の持続可能な投資に向けて
- ②電力ネットワークの再構築

(2) 脱炭素社会に向けたイノベーションの促進

13

●補助金支援、義務量割付け（Renewable Portfolio Standard）制度（～2012年）

●固定価格買取（FIT; Feed-in Tariff）制度（2012年～）

➢ 電気事業者に、国が定めた調達価格・調達期間での、再生可能エネルギー電気の調達を義務付け。買取費用は国民から賦課金で徴収。

●固定価格買取制度の改正（2016年～）

➢ 太陽光への導入偏重、高価格案件の未稼働といった課題への対応。
 ✓ コスト効率的に適切な量を導入するための入札制度、中長期価格目標設定
 ✓ 未稼働案件の防止や適切な事業実施を確保するための事業計画認定制度 等



FIT制度の成果

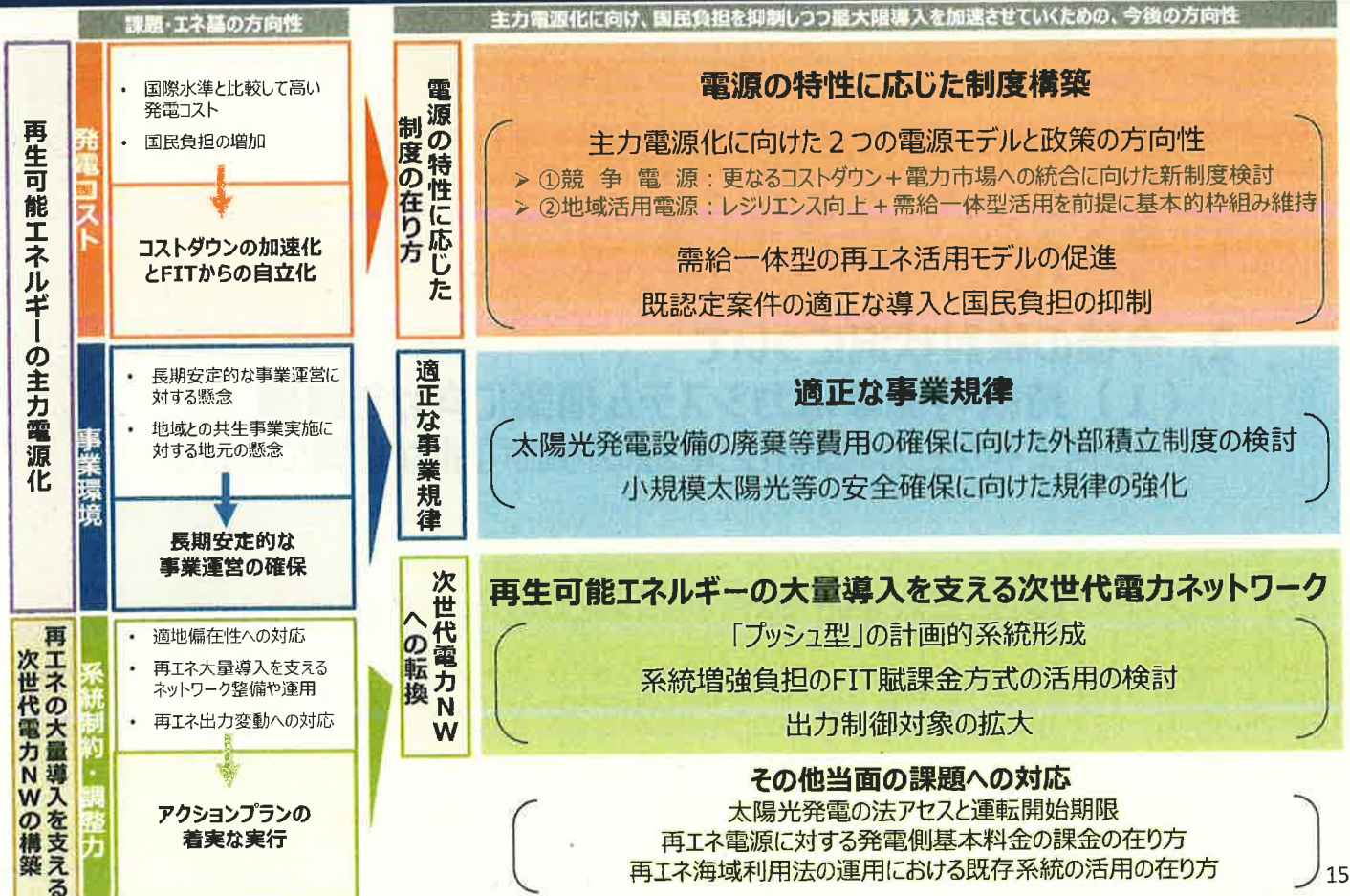
- 再生可能エネルギー発電事業への新規参入、投資拡大
- 再生可能エネルギーの急速な導入拡大：比率（2010年：9% → 2017年16%）
- 発電コスト低下：太陽光調達価格（2012年：40円/kWh → 2019年：14円/kWh）

FIT制度下で顕在化した課題

国民負担増大、コスト低減の国際水準未達、系統制約の顕在化、長期安定電源への懸念

今後 ⇒ FIT制度の抜本見直しの検討へ

再生エネ大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会の中間整理（第3次）概要（8月20日）



- FIT制度は、法律上、2020年度末までに抜本的な見直しを行う旨が規定。見直しに当たっては、再生可能エネルギーそれぞれの電源ごとにコスト低減の状況や地域貢献の程度などの特性を有することに留意し、電源ごとの特性に応じた制度的アプローチを具体的に検討する必要がある。

<競争力ある電源への成長が見込まれる電源（競争電源）>

- ✓ 発電コストが低減した電源（大規模太陽光、風力等）は、**今後、FIT制度からの自立化が見込まれる。**
- ✓ 自立に向け、電力市場の中で競争力のある電源となるよう、
 - 現行制度の下での入札を通じてコストダウンの加速化を図るとともに、
 - **電源ごとの案件の形成状況を見ながら、電力市場への統合を図っていく新たな制度を整備する。**
- ✓ 適地偏在性が大きい電源は、**発電コストとネットワークコストのトータルでの最小化**に資する形で、迅速に系統形成を図っていく。

<地域において活用され得る電源（地域活用電源）>

- ✓ **需要地近接性のある電源や地域エネルギー資源を活用できる電源**については、レジリエンス強化等にも資するよう、**需給一体型モデルの中で活用していく。**
- ✓ **自家消費や地域内における資源・エネルギーの循環を前提に、当面は現行制度の基本的な枠組みを維持**しつつ、電力市場への統合については電源の特性に応じた検討を進めていく。
- ✓ 地域における共生を図るポテンシャルが見込まれるものとして、エネルギー分野以外の適切な行政分野と連携を深めていく。

16

再エネ大量導入を支える次世代電力ネットワーク：「プッシュ型」の計画的系統形成

- 再エネ電源の大量導入を促しつつ、国民負担を抑制していく観点からも、**電源からの要請に都度対応する「プル型」の系統形成から、電源のポテンシャルを考慮し、計画的に対応する「プッシュ型」の系統形成への転換**に向けた検討を進めていくことが重要であり、**今後、系統整備に関する新たな長期方針（マスタープラン）の策定等に向けた検討が必要ではないか。**

中長期のポテンシャルを見据えた系統形成

今後の系統増強の基本的視座の検討

- ✓ 中長期的な系統形成における基本的な考え方を議論
- ✓ **地域間連系線における費用便益分析の導入**
- ✓ 各エリアの将来の電源ポテンシャルまで考慮した設備増強判断の実施と、費用の全国負担スキームの導入

潜在的なアクセスニーズを踏まえた系統形成

一括検討プロセスの導入

- ✓ 一般送配電事業者が主体的に系統増強プロセスを提案し、効率的な系統形成を実現

再エネの規模・特性に応じた系統形成

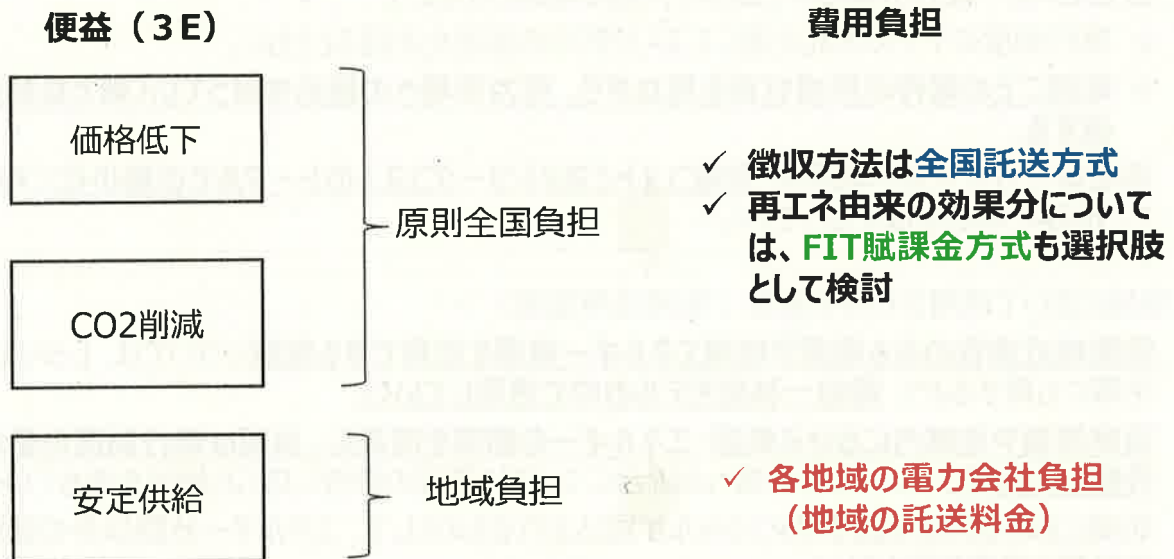
洋上風力の系統確保スキームの導入

- ✓ 洋上風力の特性を考慮して、国があらかじめ必要な系統容量を押さえるスキームへの移行
- ✓ **小規模安定再エネへの配慮の検討**
- ✓ 今後の系統増強において小規模安定再エネへの配慮の必要性について議論

17

再エネ大量導入を支える次世代電力ネットワーク：系統増強負担のFIT賦課金方式の検討

- 連系線増強に伴う3Eの便益のうち、広域メリットオーダーによりもたらされる便益分については、原則全国負担。その際、再エネ由来の効果分（価格低下及びCO2削減）に対応した負担については、FIT賦課金方式の活用も選択肢として検討することが適切であることを確認。
- 安定供給強化の便益分については、受益する各地域の電力会社（一般送配電事業者）が負担する。
- 連系線増強に伴って一体的に地内系統の増強が発生するのであれば、地内系統の増強についても、連系線本体と同様に賦課金方式を適用することの是非については今後検討が必要ではないか。



18

再エネの主力電源化と電源の持続可能な投資に向けて

<状況変化・顕在化している課題>

<考え方>

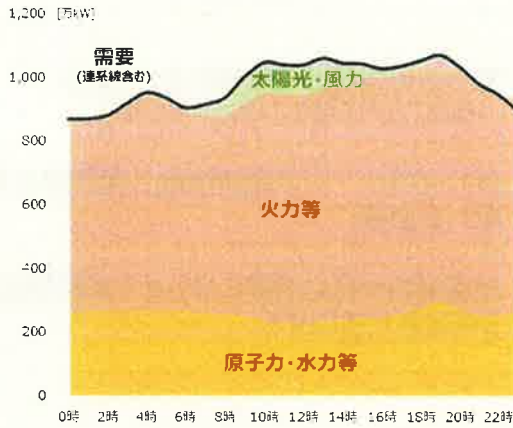
<p>(1) 市場への 統合の推進</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 初期の導入支援であるFIT制度により導入が進んだ再エネは、<u>市場での電力価値を意識せず投資・発電</u>。 ⇒ 再エネが<u>主力電源</u>となるためには、<u>他の電源と同様に電力市場で取引されること</u>が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 海外では、固定価格での買い取り(FIT)から、市場価格ベースに移行。 ● 再エネの最大限導入を加速させつつ、国民負担を抑制していくため、<u>市場での電力価値を意識した投資・発電を念頭においた価格支援制度の在り方を検討</u>すべきではないか。
<p>(2) 価格支援制度 からの自立</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 今後、<u>再エネの発電コストの低減が他電源と遜色ない水準まで進む</u>ことが期待される。 ⇒ その際には、<u>国民負担による価格支援が不要となること(自立)</u>が期待。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 価格支援制度から自立した電源であっても、長期の電力市場価格が大幅に変動する場合、<u>投資予見性の課題を検討</u>すべきではないか。

19

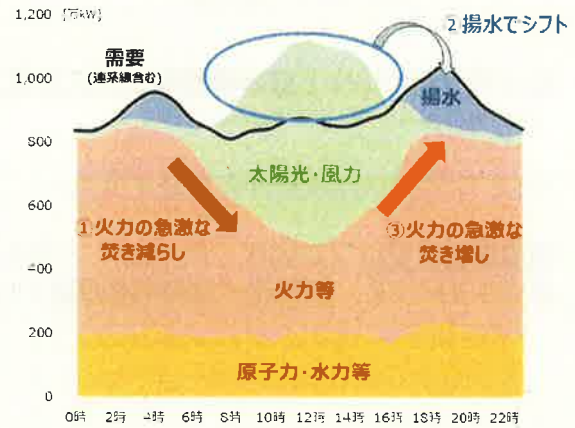
(1) 再エネの市場への統合に向けて：電力需給の視点

- 再エネ比率を長期的に引き上げていく中で、**電力システムとの調和**が大きな課題になる。
- 再エネ比率が低ければ（電力需給に関係なく再エネを発電させ）火力等で調整すれば足りたが、再エネ比率が高まると調整のコストが高まる。（再エネの出力制御にもつながる）
- さらなる再エネ導入に向けて、**再エネ自身が電力需給を踏まえた発電**を行うよう誘導すべきではないか。

再エネ比率が低い場合のイメージ



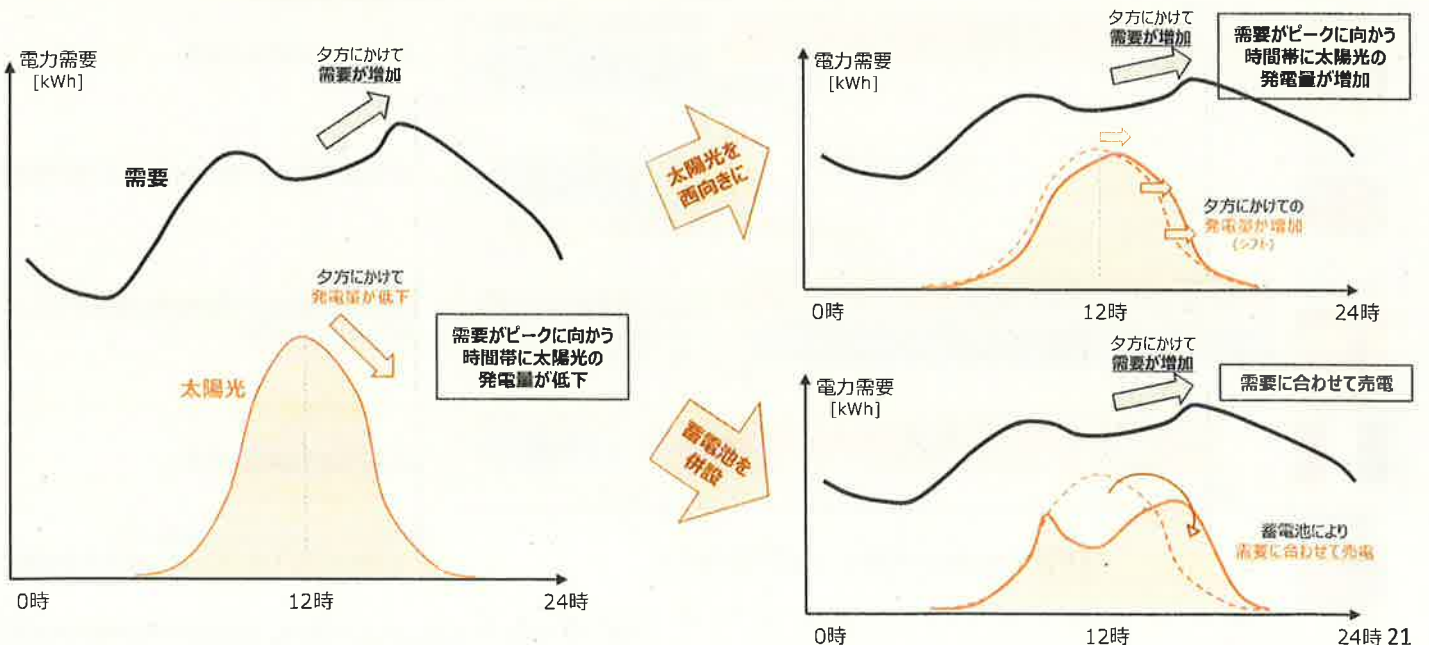
再エネ比率が高い場合のイメージ



出所) 九州電力 エリア需給実績より作成 (再エネ比率が低い場合は2016年6月4日、高い場合は2018年5月3日の需給)

(参考) 電力需給を踏まえた再エネ発電 (例：カリフォルニア等)

- 電力需要は夕方にかけてピークに到達する傾向がある一方、**太陽光発電は夕方にかけて発電量が低下**。
- カリフォルニア州（再エネ比率40%）では**太陽光パネルを西向きに設置する**（総発電量は低下するが、夕方の発電量は増加する）**事業者に対し、15%割増の設置補助**を与えて夕方の発電量を増加させるよう促していた。
- 今後、蓄電池が安くなれば、併設した**蓄電池で昼の発電分を需要が高くなる**（つまり市場価格が高くなる）**夕方にシフト**させる売電する事業者も出てくることを見込まれる。



(参考) 電力需給を踏まえた再エネ発電 (例: ドイツ)

- ドイツ (再エネ比率29%) では、2014年以降、固定価格での買取 (FIT: Feed in Tariff) から、市場価格をベースにプレミアムを上乗せする仕組み (FIP: Feed in Premium) に変更させ、発電事業者に最適化のインセンティブを持たせている。
- 例えばバイオマス発電では市場価格が低い時間帯では発電を回避するようになり、風力発電は市場価格が低い季節に合わせて定期検査を行うようになる。

<バイオマス発電>

- 電力卸市場価格は **1日の時間帯によって変化**。
(日中に比べて夕方の価格が高い傾向)
- バイオマス発電は **発電時間の調整が可能**。
- **市場価格が低い** (変動費 (燃料費) > 市場価格 + プレミアム) **時間帯では発電を回避**する。

<風力発電>

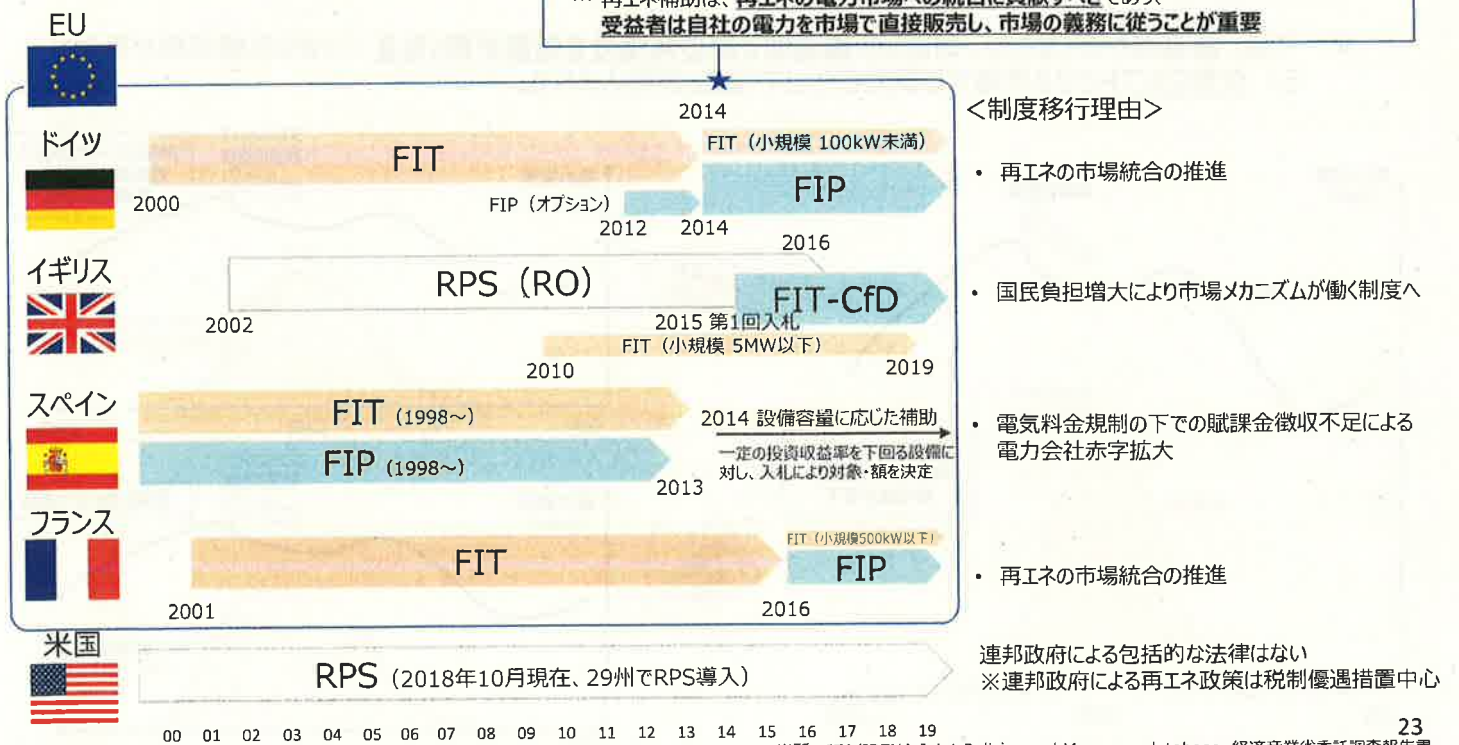
- 電力卸市場価格は **季節によって変化**。
(春秋に比べて夏冬の価格が高い傾向)
- 風力発電は一定の **定期検査 (稼働停止期間) が必要**。
- **市場価格が低い季節に合わせて定期検査を行う事業者が増加**する。

22

(参考) 海外の再エネ制度の変遷

- 世界に先駆けてFIT制度が導入されたEU諸国を中心に、再エネの市場価格ベースでの取引をベースとしたFIP制度 (プレミアムの付与) への移行が進んでいる。

「2014-2020年の環境・エネルギー関連の国庫補助金に関する新たなガイダンス」
… 再エネ補助は、再エネの電力市場への統合に貢献すべきであり、
受益者は自社の電力を市場で直接販売し、市場の義務に従うことが重要

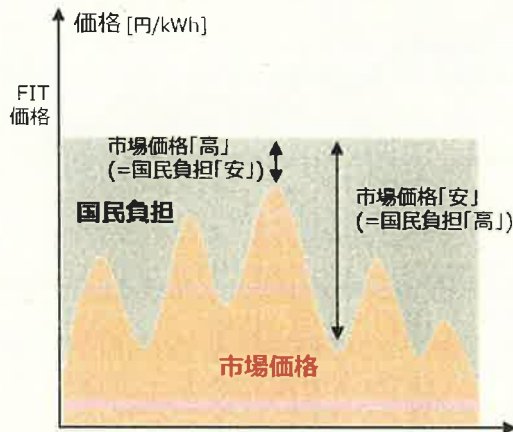


(1) 再エネの市場への統合に向けて：国民負担の視点

- FIT制度は、電力会社による固定価格買取を義務付けた上で、「固定価格と電力市場価格との差額」を電力会社に交付する仕組み。
- この差額（下図の灰色部分）が国民負担であり、**市場価格の低いタイミング**（需給が弛緩している時）の**再エネ発電・買取は国民負担が大きくなる**。

※ この際、電力システム全体では、調整コスト（FIT外部の国民負担）も大きくなる。

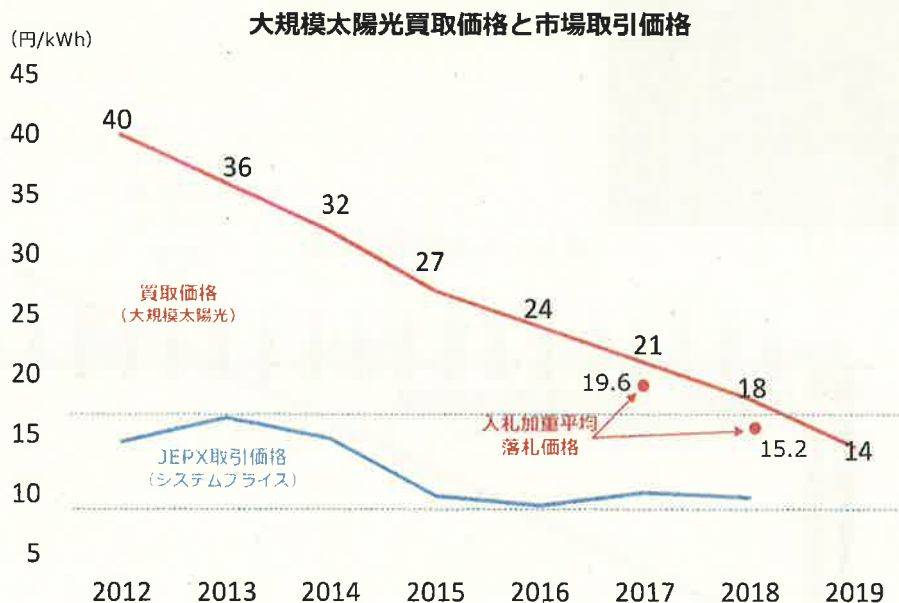
価格変動が大きい電力市場でのFIT



24

(2) 価格支援制度からの自立後の課題：発電コスト

- 大規模太陽光などの再エネコストが急速に低下し、他電源並みの発電単価になることが視野に。いずれ**国民負担による価格支援が不要となる「自立」**が期待される。



※JEPX取引価格は、スポット市場のシステムプライスを約定量で加重平均したもの。

25

1. 第5次エネルギー基本計画について

2. 今後の検討状況について

(1) 持続可能な電力システム構築に向けた課題

② 電力ネットワークの再構築

(2) 脱炭素社会に向けたイノベーションの促進

脱炭素化に向けたレジリエンス小委員会の中間整理概要(8月20日)と今後の主要検討課題

電力ネットワークの構造的変化

① 再エネ主力電源化

⇒既存系統の利用に加え、系統増強も必要
⇒地域偏在性の高まり

② レジリエンス強化

⇒送電広域化+地産地消モデル
⇒災害からの早期復旧

③ 設備の老朽化

⇒更新投資の必要性

④ デジタル化の進展

⇒配電：AI・IoT等を活用した分散リソースの制御
⇒電気の流れが双方向化

⑤ 人口減少等により需要見通しが不透明化

⇒投資の予見可能性低下

+

電力システム改革 (発送電分離)

中間整理概要(8月20日)

① ネットワーク形成の在り方の改革

『ブッシュ型系統形成への転換』：再エネポテンシャルも踏まえ計画的・能動的な系統形成、マスタープラン検討、費用対効果分析等に基づく合理的な増強

『北本連系統線の更なる増強』：±30万kW増強に向けた詳細検討

『需要側コネク&マネージ』：EV(電気自動車)など需要側リソース(蓄電池の充放電等)を有効活用し、系統形成・運用を効率化

② 費用の抑制と公平な負担

『負担の平準化』：地域間連系統線の増強費用を原則全国負担(再エネ由来分はFIT賦課金方式を検討)

『国民負担の抑制』：卸電力取引の市場間値差収入の系統形成への活用

③ 託送料金制度改革

『コスト抑制』：インセンティブ規制の導入検討(レバニューキャップ等)、効率化効果の「消費者還元」に「将来投資の原資」でのシェア

『投資環境整備』：再エネ対応等、ネットワークの高度化に向けて事業者にとって不可避な投資・費用の別枠化

④ 次世代型ネットワークへの転換

『送電の広域化』：需給調整市場の創設をはじめとした送電運用の広域化の促進、仕様の統一化・共通化の推進等

『配電の分散化』：配電側新ビジネスに対応したライセンスの検討、電気計量制度の見直し(規制を一部合理化)や電力データの活用による多様なビジネスモデルの創出

⑤ レジリエンス・災害対応強化

『対策費用確保』：災害復旧費用などの公平な確保の仕組みの検討

『役割分担』：災害時の事業者や需要家の役割分担を整理

今後の主要検討課題

① ネットワーク形成の在り方の改革

・系統増強・運用ルール策定
・マスタープラン策定

② 費用の抑制と公平な負担

・費用負担ルールの策定 (FIT賦課金方式、値差収入活用含む)

③ 託送料金制度改革

・制度の詳細設計 (インセンティブ規制制度設計、不可避な投資・費用の特定)

④ 次世代型ネットワークへの転換

・新たな事業ライセンスの創設
・計量制度の合理化
・電力データ活用推進のための制度策定

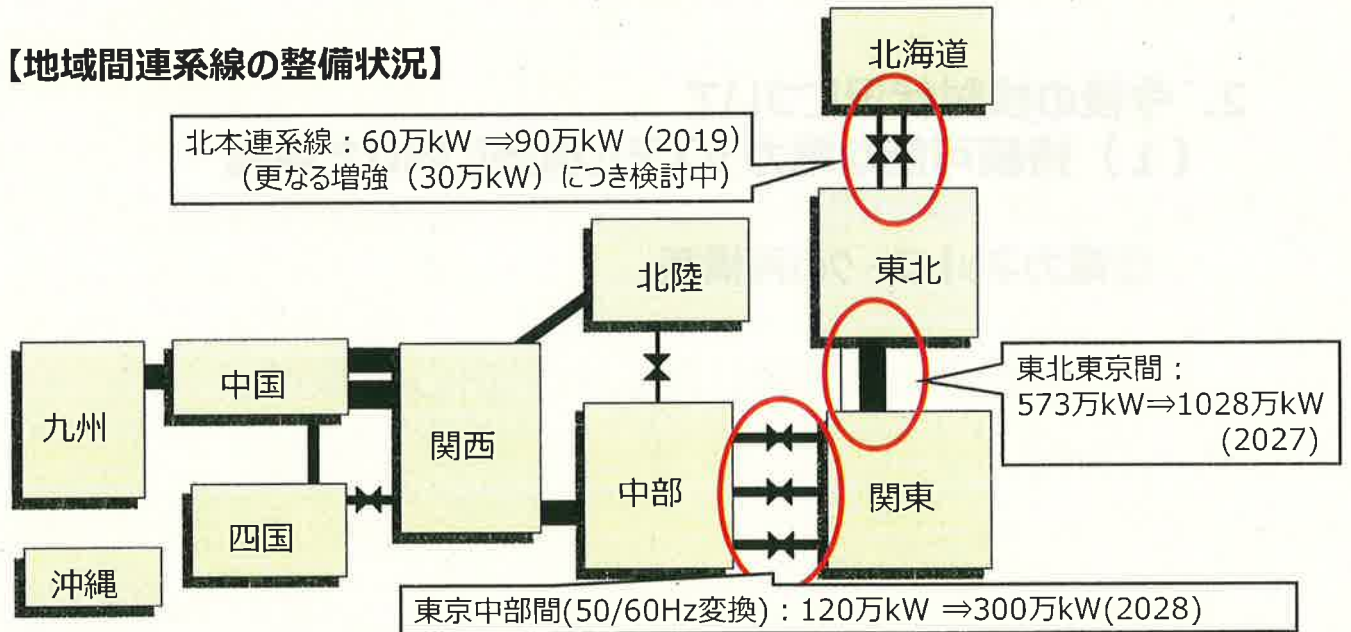
⑤ レジリエンス・災害対応強化

・対策費用確保のための制度設計

ネットワークの在り方の改革、費用の抑制と公平な負担

- レジリエンスの観点から連系線等を増強し、系統を広域化・相互融通可能にすることで停電リスクを低下させる。
- その際、再生可能エネルギーの大量導入を促しつつ、国民負担を抑制し公平に負担する観点からも、計画的に系統を整備する「プッシュ型」の系統形成を行い、FIT賦課金方式などの全国負担方式を選択肢として検討。

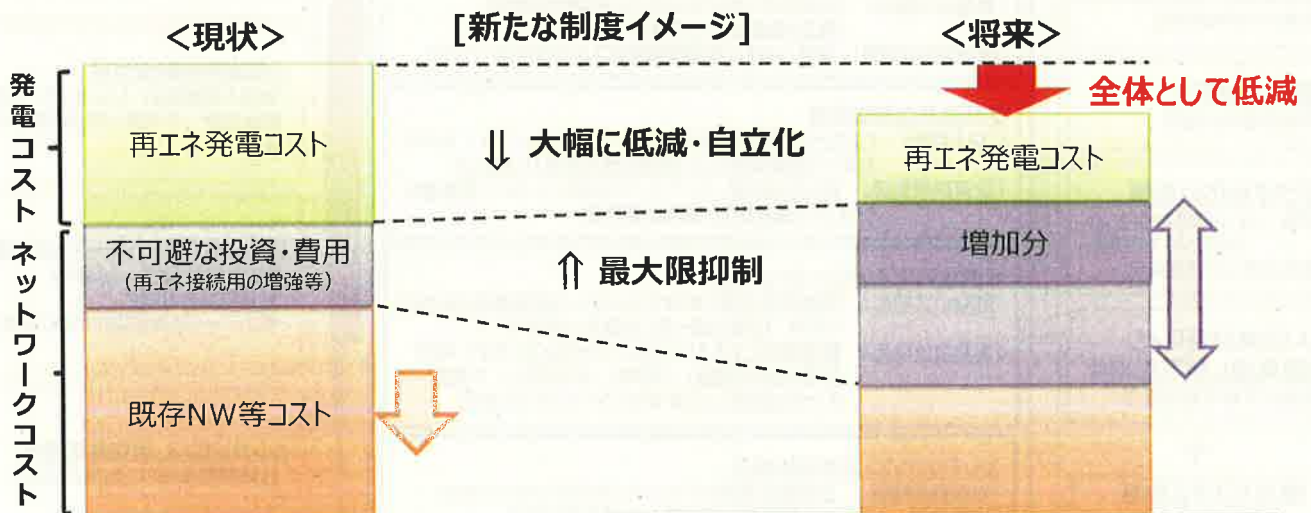
【地域間連系線の整備状況】



30

託送料金制度改革、レジリエンス・災害対応強化

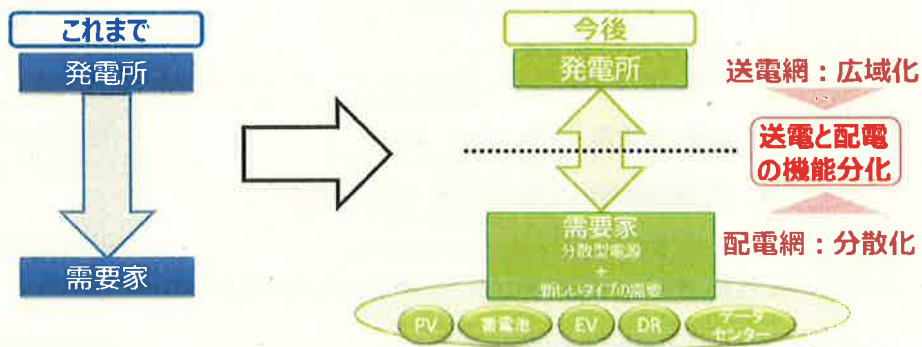
- 再生可能エネルギーの主力電源化やレジリエンス強化等に対応するため、欧州型のインセンティブ規制のような「必要なネットワーク投資の確保」と「国民負担抑制」を両立する託送制度改革を目指す。
- その際、レジリエンスの観点から特に災害復旧の費用回収については、災害復旧を更に迅速・確実にするための措置を検討。



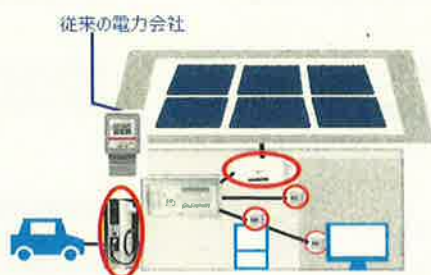
31

次世代型ネットワークへの転換

- 太陽光やEVなどの普及により、電気の流れは双方向化。
- デジタル制御により新しいビジネスの可能性。
- こうしたビジネスの普及のため、合理的な計量制度やビジネス環境の在り方の検討が必要。



柔軟な計量制度の在り方



【現状】
EVや家電等の個別機器毎に検定済メーターが必要

【今後】
一定の技術的能力を有する事業者を対象として計量制度の合理化を検討

1. 第5次エネルギー基本計画について

2. 今後の検討状況について

(1) 持続可能な電力システム構築に向けた課題

- 1 再エネの主力電源化と電源の持続可能な投資に向けて
- 2 電力ネットワークの再構築

(2) 脱炭素社会に向けたイノベーションの促進

水素・燃料電池戦略ロードマップの実現に向けて

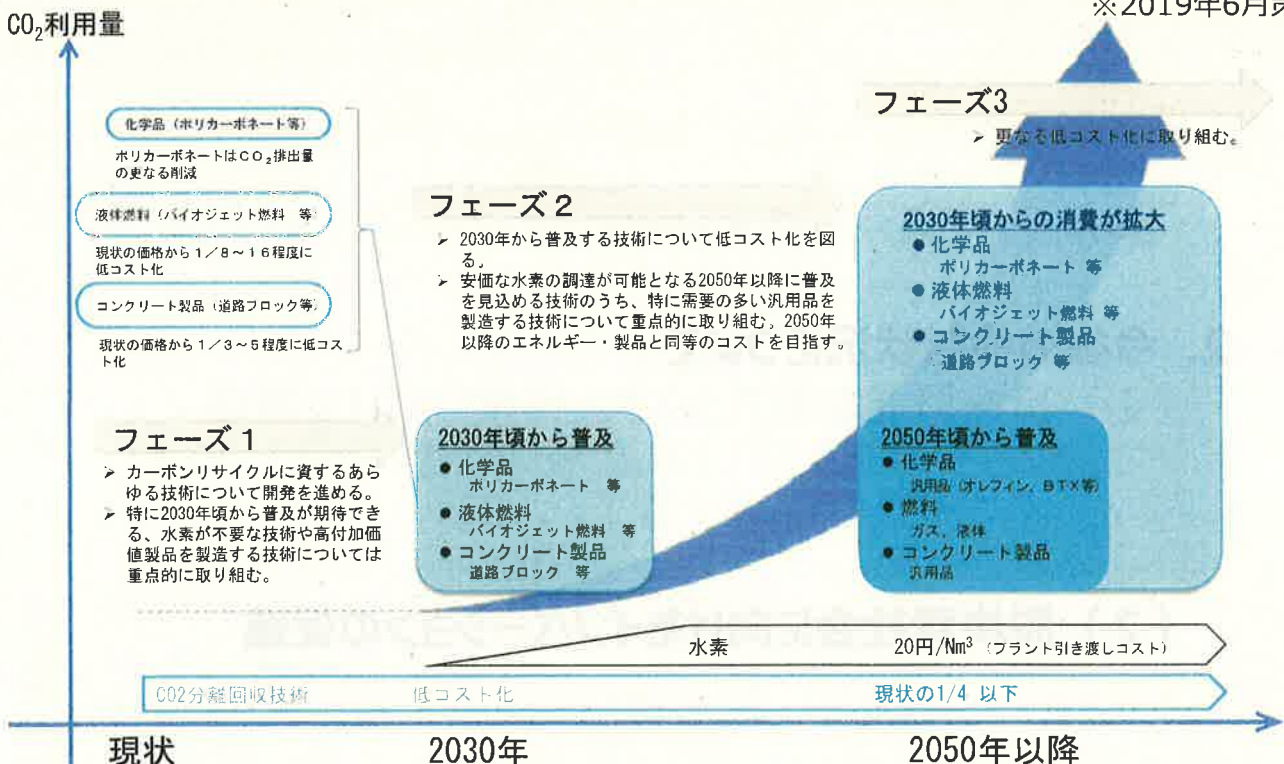
- ロードマップでは、基本戦略等で掲げた目標の確実な実現に向けて、①目指すべきターゲットを新たに設定し、達成に向けて必要な取組を規定、②有識者による評価WGを設置し、分野ごとのフォローアップを実施することとした。(下図)
- **このロードマップで掲げるターゲットの着実な達成に向け、重点的に取り組むべき技術開発分野・項目を特定した、水素・燃料電池技術開発戦略を策定。**

	基本戦略での目標	目指すべきターゲットの設定	ターゲット達成に向けた取組	
利用	モビリティ	FCV 20万台@2025 80万台@2030	2025年 <ul style="list-style-type: none"> ● FCVとHVの価格差 (300万円→70万円) ● FCV主要システムのコスト (燃料電池 約2万円/kW→0.5万円/kW) 水素貯蔵 約70万円→30万円) 	● 徹底的な規制改革と技術開発
		ST 320カ所@2025 900カ所@2030	2025年 <ul style="list-style-type: none"> ● 整備・運営費 (整備費 3.5億円→2億円) 運営費 3.4千万円→1.5千万円) ● ST構成機器のコスト (圧縮機 0.9億円→0.5億円) 蓄圧器 0.5億円→0.1億円) 	● 全国的なSTネットワーク、土日営業の拡大 ● ガリガド/エビゴ併設STの拡大
		バス 1200台@2030	20年代前半 <ul style="list-style-type: none"> ● FCバス車両価格 (1億500万円→5250万円) ※トラック、船舶、鉄道分野での水素利用拡大に向け、指針策定や技術開発等を進める	● バス対応STの拡大
発電	商用化@2030	2020年 <ul style="list-style-type: none"> ● 水素専焼発電での発電効率 (26%→27%) ※1MW級ガスタービン 	● 高効率な燃焼器等の開発	
	グリッドパリティの早期実現	2025年 <ul style="list-style-type: none"> ● 業務・産業用燃料電池のグリッドパリティの実現 	● セルスタックの技術開発	
供給	化石+CCS	水素コスト 30円/Nm3@2030 20円/Nm3@将来	20年代前半 <ul style="list-style-type: none"> ● 製造：褐炭ガス化による製造コスト (数億円/Nm3→12円/Nm3) ● 貯蔵・輸送：液化水素タンクの規模 (数千m³→5万m³) 水素液化効率 (13.6kWh/kg→6kWh/kg) 	● 褐炭ガス化炉の大型化・高効率化 ● 液化水素タンクの断熱性向上・大型化
		再エネ水素	水電解システムコスト 5万円/kW@将来	2030年 <ul style="list-style-type: none"> ● 水電解装置のコスト (20万円/kW→5万円/kW) ● 水電解効率 (5kWh/Nm3→4.3kWh/Nm3)

34

カーボンリサイクル技術ロードマップ

※2019年6月策定



<見直し>カーボンリサイクル産学官国際会議などを通じて得られた国際的な技術の状況や新しい提案を踏まえて柔軟に技術の追加をおこなうとともに、5年を目安として、「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」の改訂等の動きを見つつ、必要に応じて見直す。

35

原子力の安全性向上

- 新規制基準に対応した安全対策によって、炉心損傷頻度等は大きく低減と評価。
- さらに、事業者はリスクガバナンスの確立に向けた自主的な安全対策（リスク評価・マネジメント等）に取り組む、国や産業界は各取組をサポートし、更なる安全性向上を目指す。

リスクガバナンスの確立

(リスク評価・マネジメント等を通じて継続的にリスク低減を目指す)

新規制基準に対応した安全対策とその効果 (例)

電源対策



空冷式非常発電装置の設置

地震対策



配管設備の増強

津波対策



防潮堤の設置

対策による削減度

炉心損傷頻度
 $1.4 \times 10^{-5} \Rightarrow 7.2 \times 10^{-7}$ $3.7 \times 10^{-7} \Rightarrow 1.1 \times 10^{-7}$ $4.0 \times 10^{-5} \Rightarrow 1.6 \times 10^{-7}$
約 1 / 19 **約 1 / 3** **約 1 / 250**

格納容器機能喪失頻度
 $1.4 \times 10^{-5} \Rightarrow 1.7 \times 10^{-7}$ $3.7 \times 10^{-7} \Rightarrow 6.6 \times 10^{-8}$ $4.0 \times 10^{-5} \Rightarrow 1.2 \times 10^{-7}$
約 1 / 82 **約 1 / 5** **約 1 / 330**

※関西電力高浜3号機第1回安全性向上評価届出書（2018年1月10日届出）における確率論的リスク評価（PRA）結果（内的PRA、地震PRA、津波PRA）

自主的な安全対策 (例)

リスク評価を活用した自主的な安全対策

- 確率論的リスク評価（PRA）の結果から、炉心損傷頻度の低減など、リスク上の重要度に応じて優先的に実施すべき対策を自主的に抽出・実施。

出典 関西電力

現場を中心とした自主的な安全確保活動

- 現場レベルでのリスクや危険要因を自覚し、安全文化に対する共通理解を構築するため、部門・役職を超えた組織横断的な議論を実施し、社員の意識改革や業務の改善につなげている。

出典 九州電力

原子力技術・人材の維持強化（イノベーションの創出）

- 安全性・経済性・機動性に優れた炉の追求に向けて、技術開発に対する支援を強化。
 (NEXIPイニシアチブ：Nuclear Energy × Innovation Promotion)

革新的な原子力技術開発

■ 高速炉

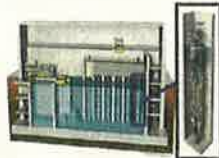
- ・戦略ロードマップに基づき多様な高速炉技術の競争を促進。



高速炉

■ 革新炉

- ・社会課題に対応する革新的な原子力技術開発を支援。
 (2019年度予算 6.5億円)



小型軽水炉



高温ガス炉

研究機関の連携・民間活用の促進

- 日本原子力研究開発機構（JAEA）を活用し、民間の取組を活性化

- ・データ、知財等の知見の共有・提供
- ・試験研究施設の供用 等



常陽：高速実験炉

国際協力・企業連携

フランス



- ・ナトリウム冷却高速炉の開発
- ・その他の多様な概念の検討
- ・シミュレーションや実験等のR&D

米国



- ・GAINイニシアチブにより、革新的な原子力技術の開発を促進
- ・この支援を受けて、小型軽水炉が2026年に商業運転を見込む。

- ・国内技術維持のため、新たに高速炉の多目的試験研究炉（VTR）を建設予定。



さらに人材育成や規制との対話に向けた取組を有機的に連携し、原子力イノベーションを促進していくことが必要。 37

最終処分に関する政府間国際ラウンドテーブルの立上げ

- 高レベル放射性廃棄物の処分の実現は、原子力を利用する全ての国の共通の課題。
- 長い年月をかけて地層処分に取り組む各国政府との国際協力を強化することが重要。このような観点から、世界の原子力主要国政府が参加する初めての「国際ラウンドテーブル」の立ち上げについて、G20軽井沢大臣会合で合意。
- これまでの各国の理解活動における経験・知見を共有化するとともに、各国地下研究所間の研究協力や人材交流を促進することを通じて、地層処分の実現に向けた、各国の取組を後押ししていく。
- 第1回のラウンドテーブルは、10月14日にパリで、OECD/NEA（経済協力開発機構/原子力機関）の協力の下で開催予定。

<国際ラウンドテーブルの成果イメージ>

①地層処分の実現に向けた国際協力の「基本戦略」を策定

- ①国民理解のための対話活動の経験・教訓の共有や、
- ②技術力の維持・強化のための地下研等を活用した研究協力など、政府の国際協力に当たっての基本的な考え方を、「基本戦略」として策定。

②対話活動の知見・経験を集めたベストプラクティス集を策定

- 各国の対話活動の知見・経験を集めたベストプラクティス集を策定し、各国において国内の対話活動に活用。



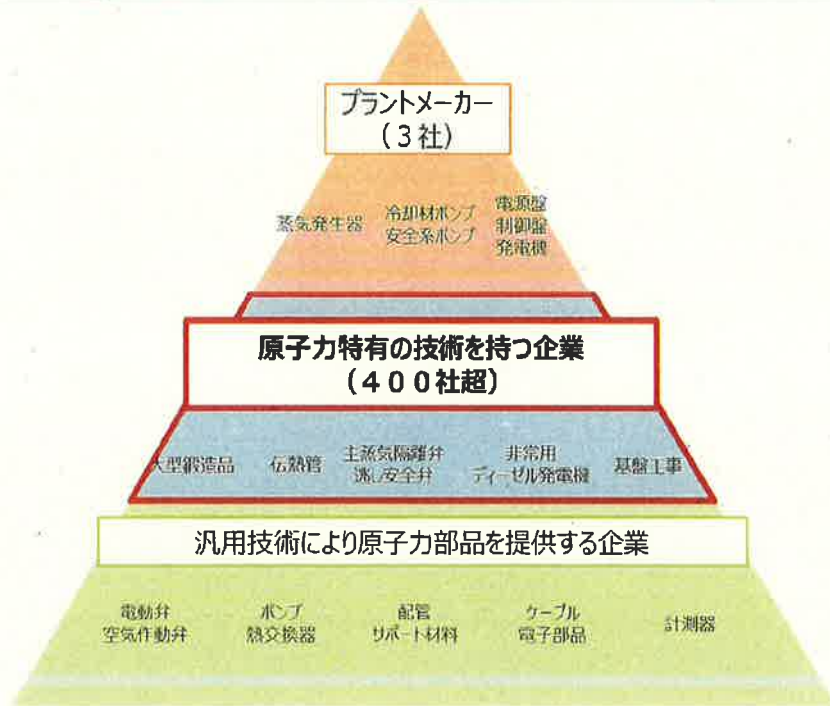
「最終処分国際ラウンドテーブル」の共同記者会見
(2019年6月16日、G20軽井沢大臣会合)

直近の原子力メーカーの各部門の原子力従事者数

- メーカーにおいて、原子力関連業務に従事する従業員数は、震災前は上昇傾向にあったが、震災以降は減少傾向。特に、溶接工などの高い技術力を持つ技能職が大きく減少。



- 東京電力福島第一原子力発電所の廃炉や、今後増えていく古い原子力発電所の廃炉を安全かつ円滑に進めていくためにも、高いレベルの原子力技術・人材を維持・発展することが必要。



<BWRおよびPWRの主なサプライヤーマップ>

