
再生可能エネルギーを取巻く最新動向

2019年10月9日

エネルギー環境保全マネジメント研究部会

横山 健児

- 再生可能エネルギーを取り巻く状況
- 再生可能エネルギーの導入（予定）量
- 再生可能エネルギーの主力電源化に向けた論点
- エネルギー源別の状況と課題
 - 太陽光発電
 - 風力発電
 - バイオマス発電
 - 水力発電
 - 地熱発電
- 再生可能エネルギー導入拡大に向けた新たな取組み



「持続可能な開発目標」(Sustainable Development Goals : SDGs)を中核とする「持続可能な開発のための2030アジェンダ」は、平成27(2015)年9月25日に、ニューヨーク・国連本部で開催された国連サミットで採択された。

1. 貧困の撲滅
2. 飢餓撲滅、食料安全保障
3. 健康・福祉
4. 質の高い教育
5. ジェンダー平等
6. 水・衛生の持続可能な管理
7. 持続可能なエネルギーへのアクセス
8. 包摂的で持続可能な経済成長、雇用
9. 強靱なインフラ、産業化・イノベーション
10. 国内と国家間の不平等の是正
11. 持続可能な都市
12. 持続可能な消費と生産
13. 気候変動への対処
14. 海洋と海洋資源の保全・持続可能な利用
15. 陸域生態系、森林管理、砂漠化への対処、生物多様性
16. 平和で包摂的な社会の促進
17. 実施手段の強化と持続可能な開発のためのグローバル・パートナーシップの活性化

主な国・地域の温暖化ガス削減目標

欧州連合(EU)	2030年に1990年比で少なくとも40%減。 50年に同80~95%減
米 国	25年に05年比26~28%減。 50年に同80%減
日 本	30年に13年比26%減。 50年に現在より80%減。
中 国	30年にGDP当たり05年比60~65%減
インド	30年にGDP当たり05年比33~35%減
ロシア	30年に90年比25~30%減

(注)中国は二酸化炭素の排出量

- 地球温暖化防止に向けた高いCO2削減目標を果たす必要あり
- 再エネ活用によるCO2削減はCSRにとどまらず事業継続の必須目標

2015年9月国連サミット

SDGs

持続可能な開発目標 (SDGs:17ゴール、169ターゲット) を中核とする2016年以降2030年までの国際目標

2015年12月COP21

パリ協定

平均気温上昇を産業革命前から2℃より十分低く保ち、また、1.5℃以下に抑える努力を追求/適応能力を向上/資金の流れを低排出で気候に強靱な発展に向けた道筋に導く

2016年5月閣議決定

地球温暖化対策計画

温室効果ガスの排出抑制及び吸収の目標、事業者、国民等が講ずべき措置に関する基本的事項、目標達成のために、国、地方公共団体が講ずべき施策等



SBT取得取組みの公表

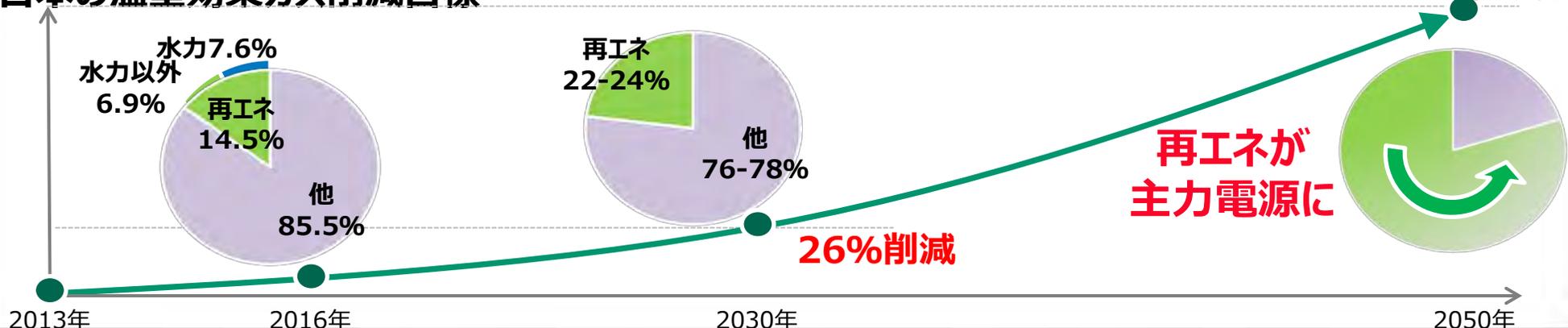


2℃目標を経営戦略に反映し財務報告での開示を要請



日本の温室効果ガス削減目標

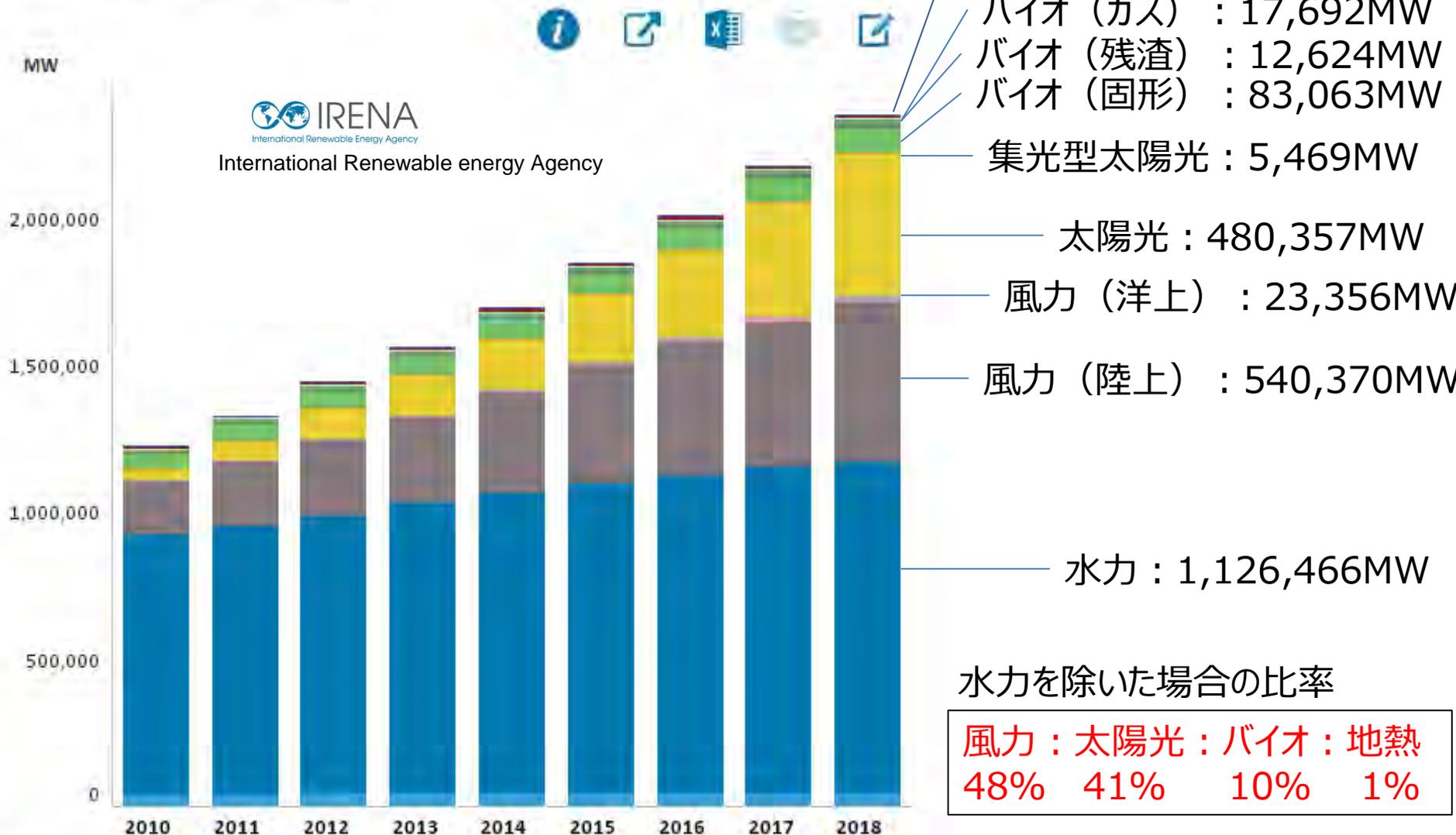
円グラフ：電源構成 (再エネの数値は水力を含む)



数値参考：第5次エネルギー基本計画 (2018/7/3閣議決定)・日本のエネルギー「エネルギーの今を知る20の質問」(ともに資源エネルギー庁)

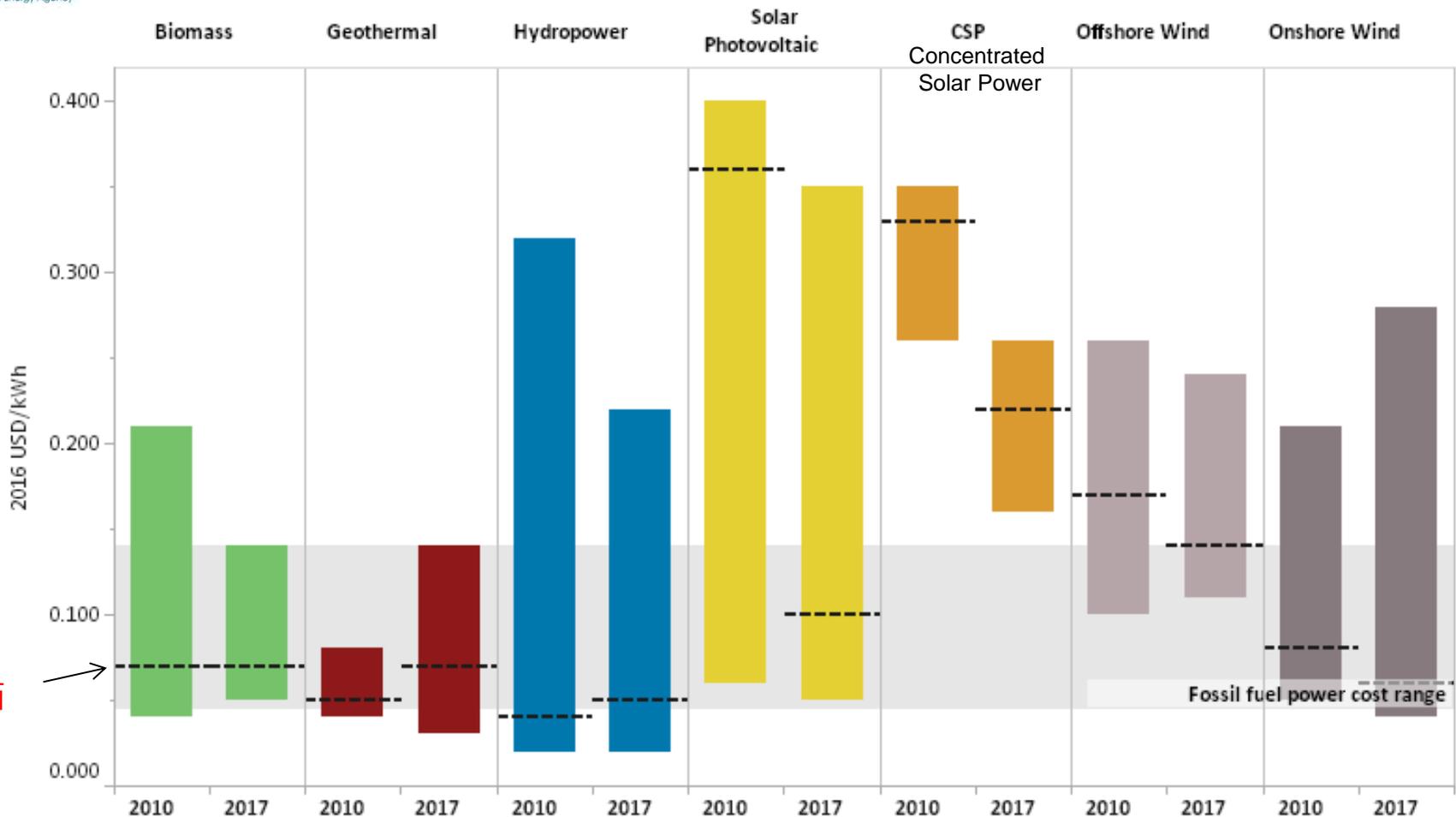
Trends in Renewable Energy

Click on the chart to explore trends in renewable energy



再生可能エネルギーのグローバルコスト

Global levelised cost of electricity from utility-scale renewable power generation technologies
2010-2017

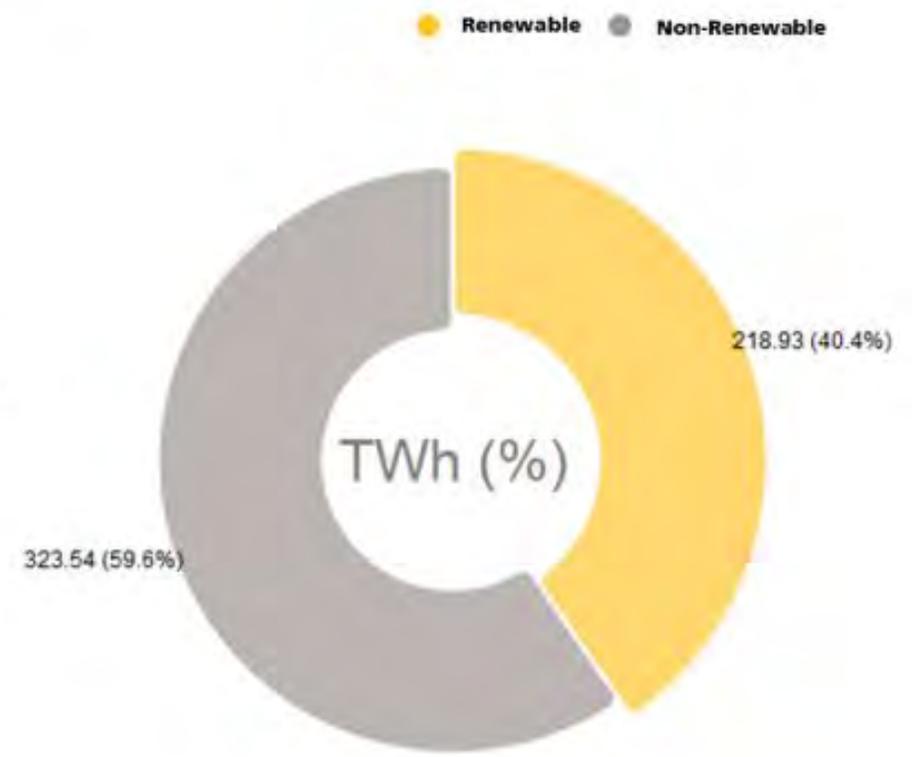
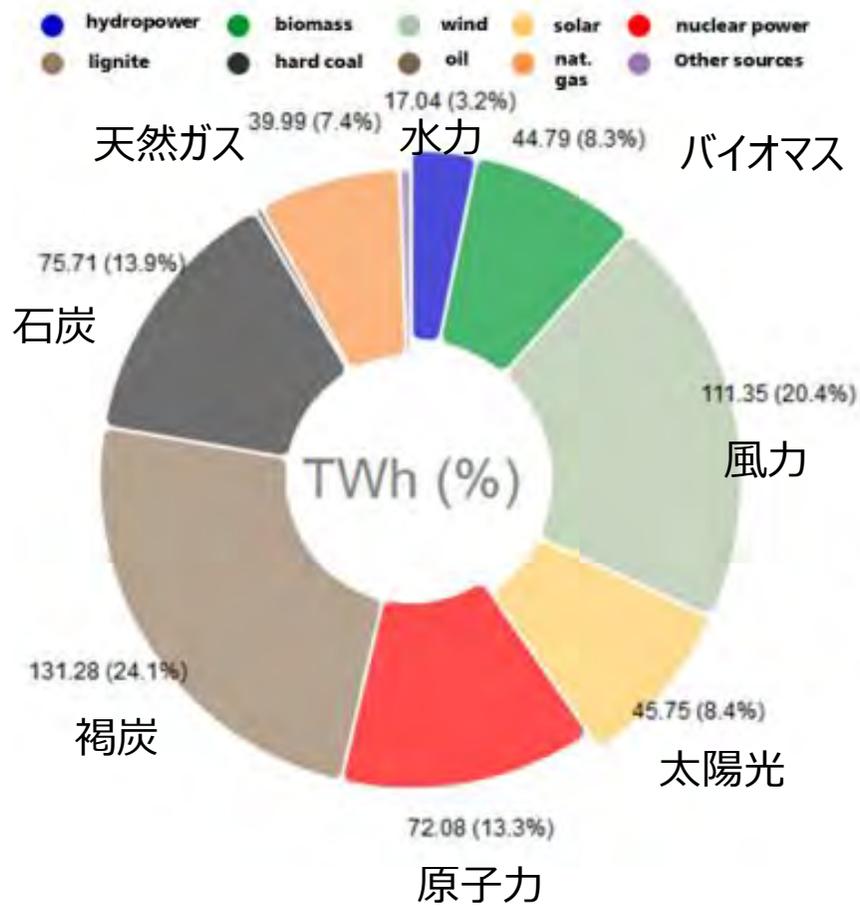


化石燃料
発電コスト

均等化
発電原価

Source: IRENA Renewable Energy Cost Database. Note: All costs are in 2016 USD. The dashed lines are the global weighted average LCOE value for plants commissioned in each year. Cost of Capital is 7.5% for OECD and China and 10% for Rest of World. The band represents the fossil fuel-fired power generation cost range.

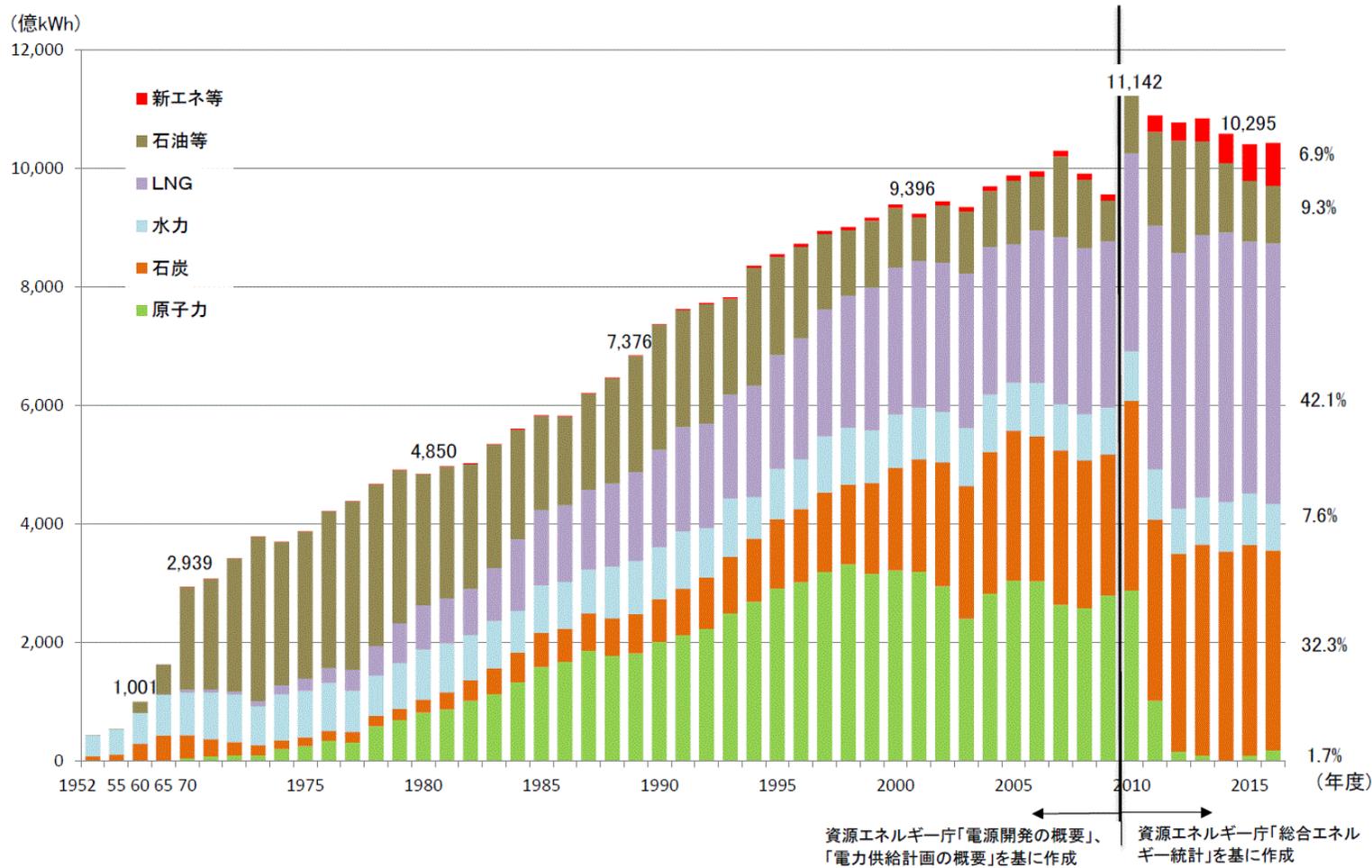
- ✓ 2018年度の再生可能エネルギー比率は40%を超えた
- ✓ 風力が20.4%、太陽光が8.4%を占める



出所：独フラウンホーファーISE

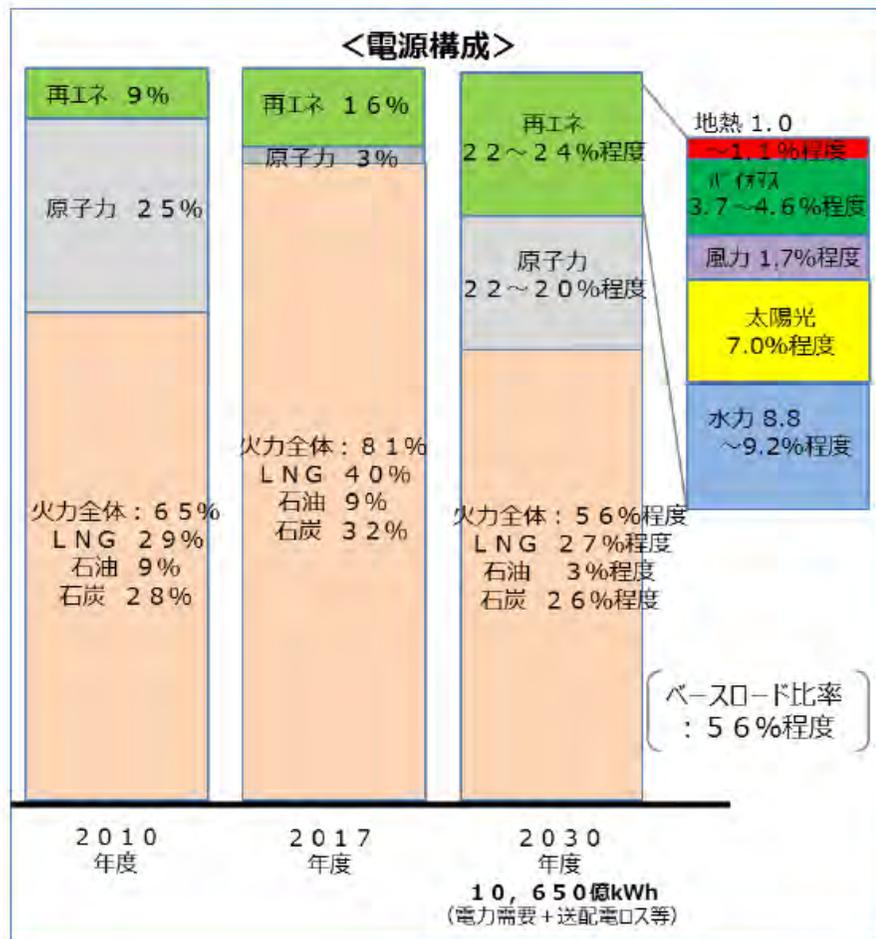
日本の発受電電力量の推移

- ✓ 原子力が稼働していた2010年におけるエネルギー比率は
新エネ等：2.2% 石油等：8.6% LNG：29% 水力：7.3% 石炭：27.8% 原子力25.1%
- ✓ 新エネ等の発電量は2016年で725億kWh（6.9%）。



日本の再生可能エネルギー導入目標

- ✓ 日本では2030年に再生可能エネルギーの比率を22～24%に増加させることを目指している。
- ✓ 水力を除く新エネ等を現状より倍増する必要あり（1500億kWh規模）
- ✓ 不安的な再生可能エネルギーの導入に関しては余剰電力が発生することが懸念されている。

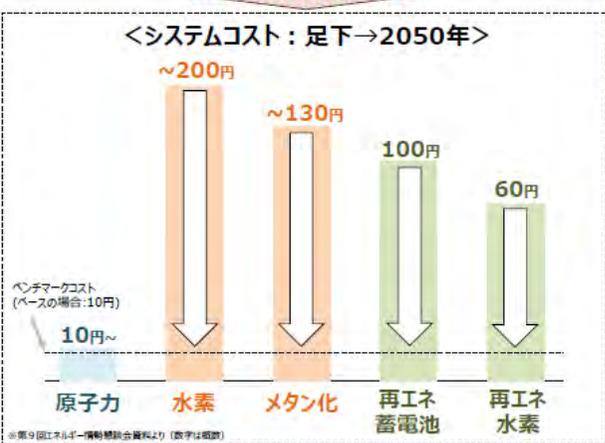
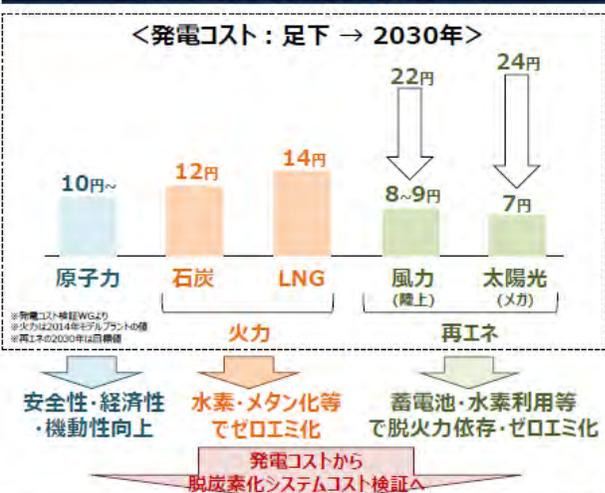


(kW)	導入水準 (18年6月)	FIT前導入量 +FIT認定量 (18年6月)	ミックス (2030年度)	ミックスに 対する 導入進捗率
太陽光	4,600万	7,680万	6,400万	約72%
風力	360万	940万	1,000万	約36%
地熱	54万	60万	140~155万	約36%
中小水力	970万	990万	1,090~1,170万	約86%
バイオ	360万	1,090万	602~728万	約54%

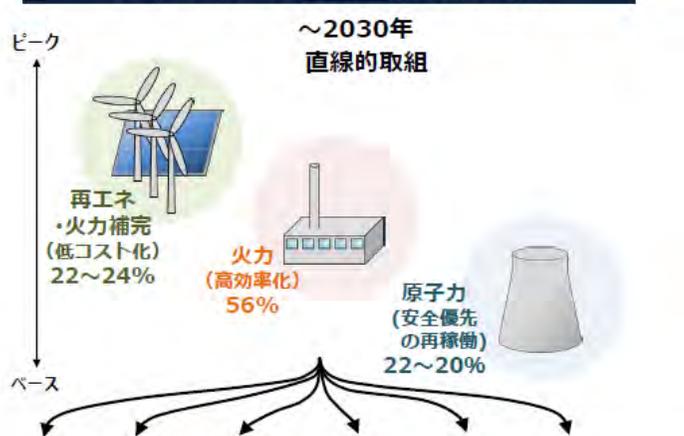
※バイオマスはバイオマス比率考慮後出力。
 ※改正FIT法による失効分を反映済。経過措置による2017年4月以降の失効分（10kW未満太陽光）は、現在集計中であり、反映されていない。
 ※地熱・中小水力・バイオマスの「ミックスに対する進捗率」はミックスで示された値の中間値に対する導入量の進捗。

あらゆる選択肢の可能性を追求する野心的な複線シナリオの採用

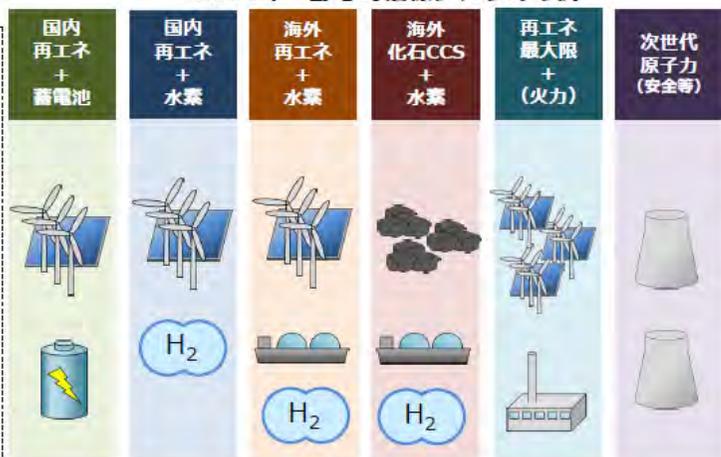
発電コストからシステムコスト検証へ



30年単一ターゲットから50年複数ゴールへ



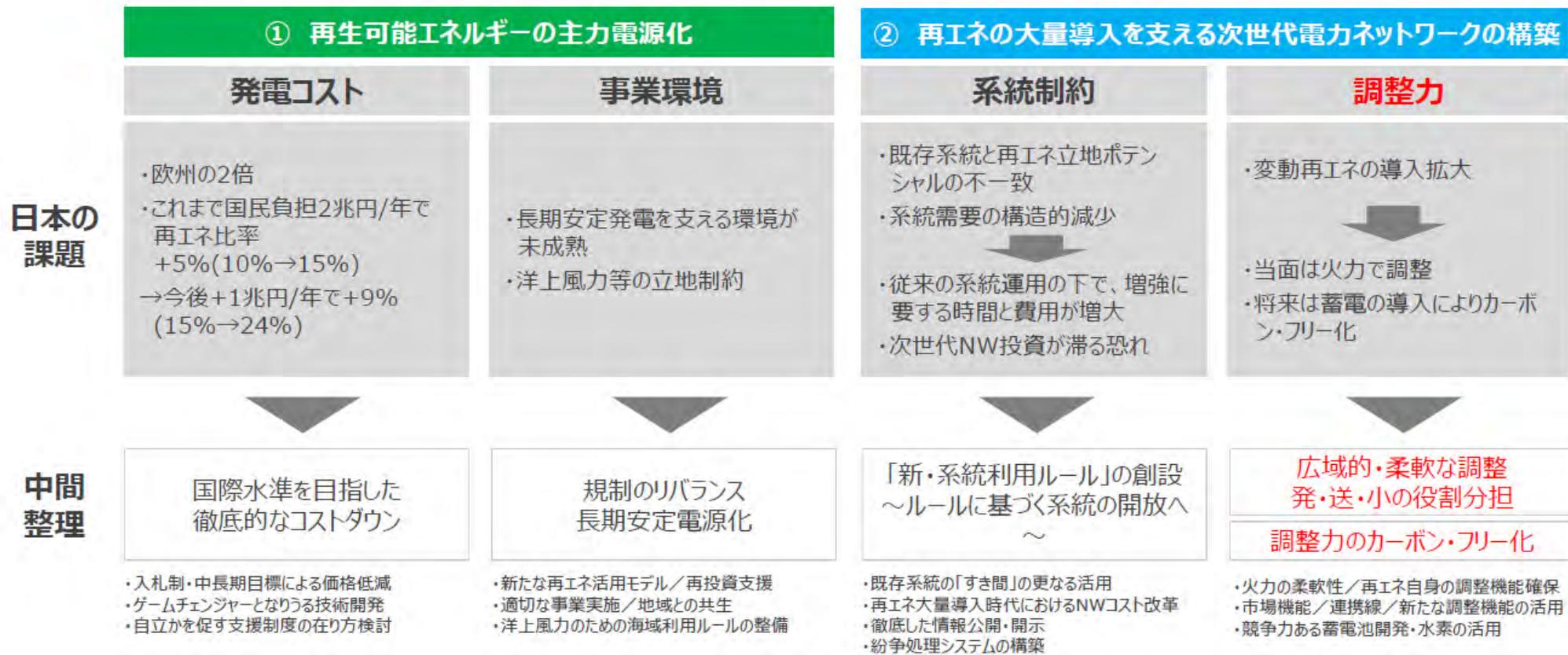
〜2050年 野心的複線シナリオの例



- 再生可能エネルギーの課題解決方針
 - ・経済的に自立した脱炭素化した主力電源を目指す
- 原子力の課題解決方針
 - ・実用段階にある脱炭素化の選択肢
 - ・人材・技術・産業基盤の強化に直ちに着手
- 火力の課題解決方針
 - ・CCS+水素への転換を日本が主導
- 熱システム・輸送システムの課題解決方針
 - ・難易度が高い領域を除き、電化・水素化への転換の可能性を追求
- 省エネルギー・分散型エネルギーシステムの課題解決方針
 - ・効率的で脱炭素化した分散エネルギーシステムの成立の可能性を高めていく

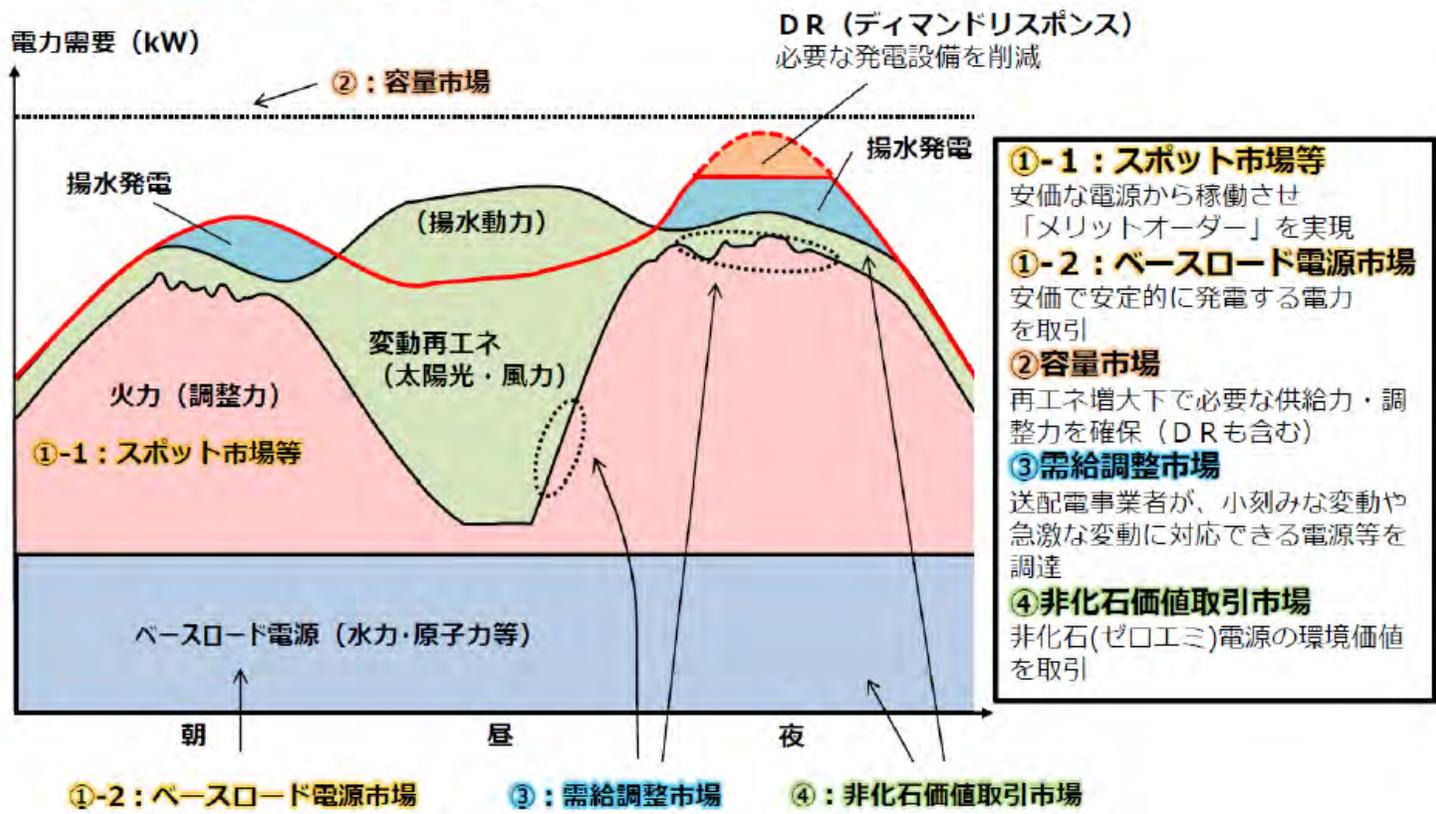
経済的に自立した再生可能エネルギーの主力電源化、蓄電池、水素の活用

- ✓ パリ協定の枠組みを受けた、第5次エネルギー基本計画（2018年7月）では、①再生可能エネルギーの主力電源化、②再エネの大量導入を支える次世代電力ネットワークの構築を方針として掲げている
- ✓ 出力変動のある再生可能エネルギーの導入拡大を図るために、需給バランスを一致させる調整力を効率的かつ効果的に確保することが重要となっている



- ✓ 再生可能エネルギーの主力電源化に伴い、火力(調整力)、揚水発電だけでなく、VPPを活用したデマンドリスpons等、調整電源(kW、ΔkW)の必要性・価値が高まっている。
- ✓ 2021年に創設予定の需給調整市場では、一般送配電事業者が周波数調整や需給バランス調整を行うために必要な調整力を市場を通じて、効率的に調達取引される。

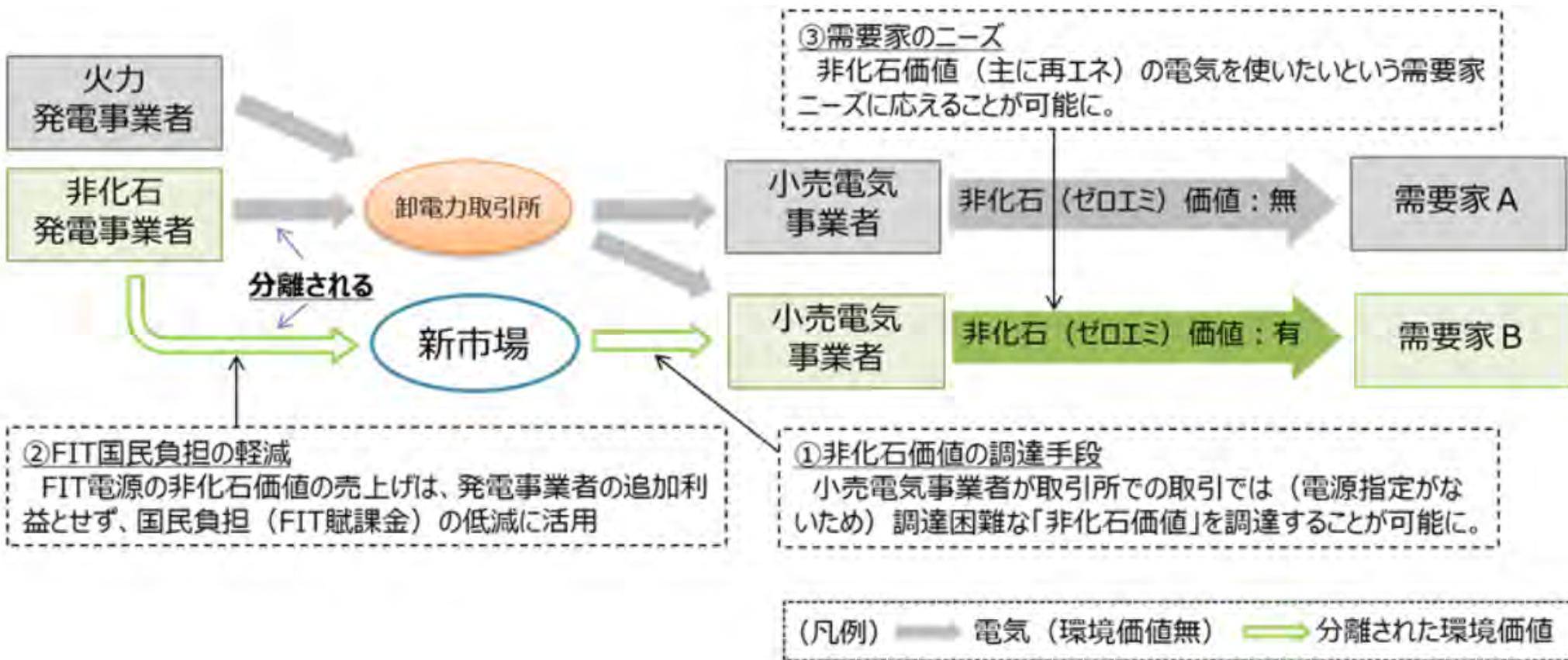
※
 一日の需給ロードカーブ (イメージ)
 (赤線：実需要曲線、黒線：発電曲線)

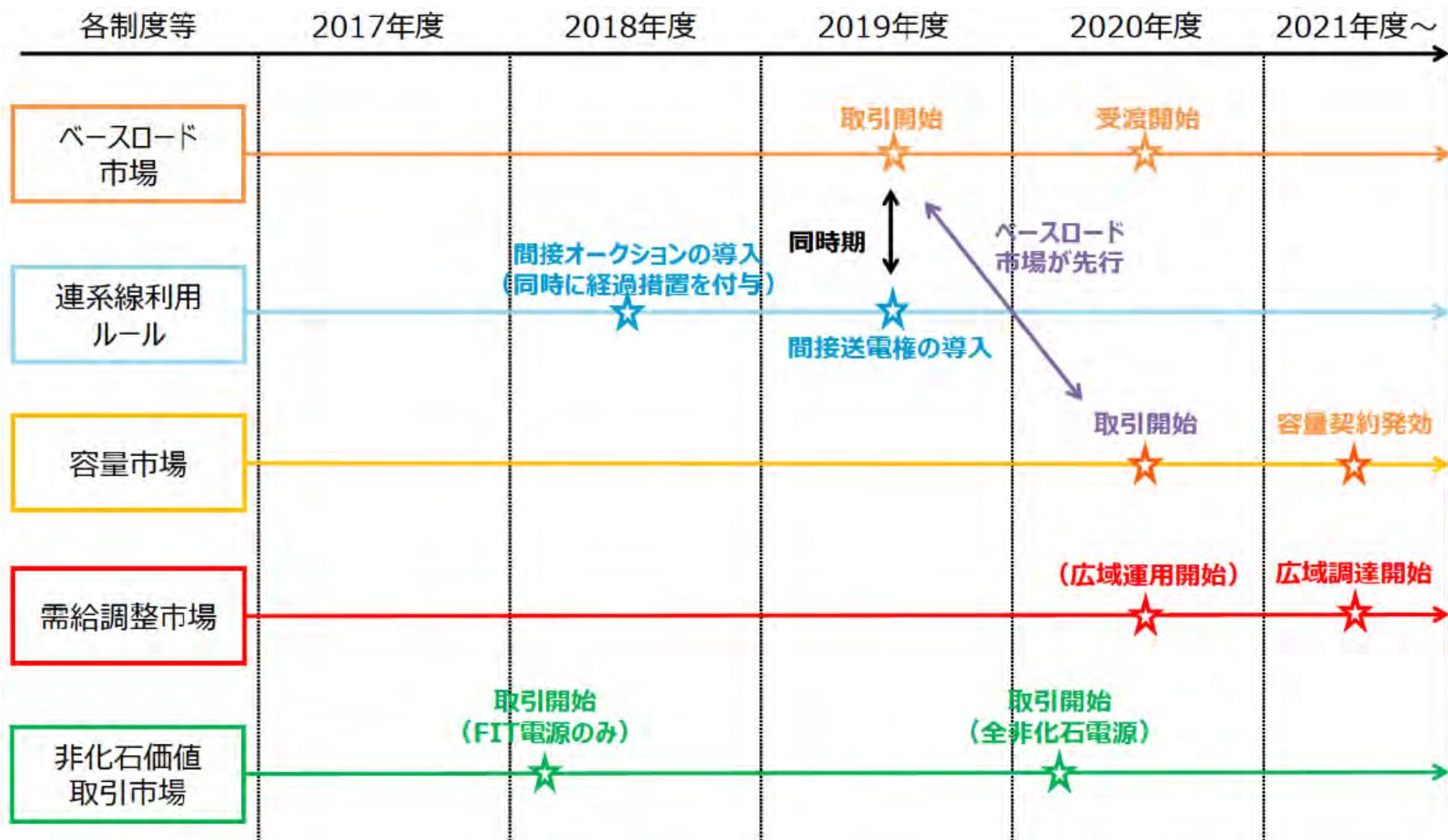


電源等の価値※

- kWh価値**
実際に発電された電力
- kW価値**
発電することができる能力
- ΔkW価値**
短期間で需給調整できる能力
- その他**
非化石電源で発電された電気に付随する環境価値

- ✓ ①非化石価値を顕在化し、取引を可能とすることで、小売電気事業者の非化石電源調達目標の達成を後押しするとともに、②需要家にとっての選択肢を拡大しつつ、固定価格買取り（FIT）制度による国民負担の軽減に資する、新たな市場である非化石価値取引市場を創設する。
- ✓ RE100における公的証明として認められる方向。





電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法

第一条 この法律は、エネルギー源としての再生可能エネルギー源を利用することが、内外の経済的社会的環境に応じたエネルギーの安定的かつ適切な供給の確保及びエネルギーの供給に係る環境への負荷の低減を図る上で重要となっていることに鑑み、電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関し、その価格、期間等について特別の措置を講ずることにより、電気についてエネルギー源としての再生可能エネルギー源の利用を促進し、もって我が国の国際競争力の強化及び我が国産業の振興、地域の活性化その他国民経済の健全な発展に寄与することを目的とする。

2 この法律において「再生可能エネルギー電気」とは、再生可能エネルギー発電設備を用いて再生可能エネルギー源を変換して得られる電気をいう。

4 この法律において「再生可能エネルギー源」とは、次に掲げるエネルギー源をいう。

- 一 太陽光
- 二 風力
- 三 水力
- 四 地熱

五 バイオマス（動植物に由来する有機物であってエネルギー源として利用することができるもの（原油、石油ガス、可燃性天然ガス及び石炭並びにこれらから製造される製品を除く。）をいう。第六条第三項及び第八項において同じ。）

六 前各号に掲げるもののほか、原油、石油ガス、可燃性天然ガス及び石炭並びにこれらから製造される製品以外のエネルギー源のうち、電気のエネルギー源として永続的に利用できると認められるものとして政令で定めるもの

エネルギー供給事業者による非化石エネルギー源の利用及び化石エネルギー原料の有効な利用の促進に関する法律施行令

第四条 法第二条第三項の政令で定めるものは、次のとおりとする。

一 太陽光

二 風力

三 水力

四 地熱

五 太陽熱

六 大気中の熱その他の自然界に存する熱 (前二号に掲げるものを除く。)

七 バイオマス (動植物に由来する有機物であってエネルギー源として利用することができるもの (法第二条第二項に規定する化石燃料を除く。) をいう。)

(特定エネルギー供給事業者が行う事業)

固定価格買取制度

コストの高い再生可能エネルギーの導入を促進するため、電力会社が買い取る費用の一部を電気の利用者から賦課金という形で集めて、再生可能エネルギーで発電した電気を電力会社が一定期間、一定価格で買い取ることを国が約束する制度。 ※経済産業省資源エネルギー庁Web「なっとく！再生可能エネルギー」から抜粋

調達価格・期間の例（税抜、一部抜粋したもの）

	太陽光		
	2MW～	10kW～2MW	～10kW
2012年度	40円		42円
2017年度	入札	21円	28円
2018年度	入札	18円	26円
2019年度	2MW～	500k～ 2MW	10～ 500kW
	入札		14円
2019年度			24円
期間	20年間		10年間

	陸上風力	
	20kW～	～20kW
2012年度	22円	55円
2017年度	21円（陸上） 36円（洋上）	55円
2018年度	20円（陸上） 36円（洋上）	
2019年度	19円（陸上） 36円（洋上）	
期間	20年間	

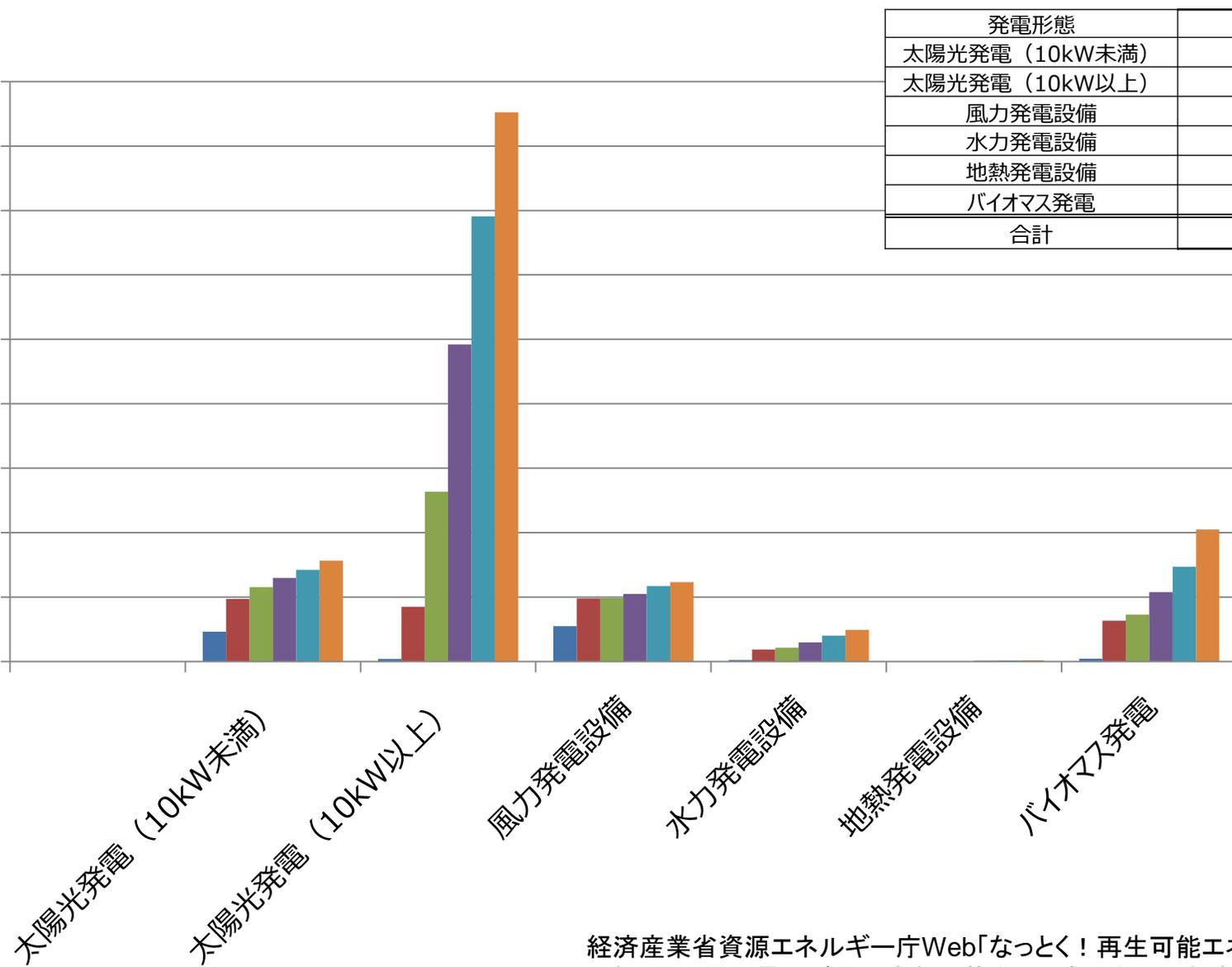
	中小水力		地熱	バイオマス					
	5MW～ 30MW	～ 200kW	15MW～	メタン 発酵ガス*1	一般木材バイオマス・農作物の収穫に伴って生じるバ イオマス固体燃料*2	農作物の収穫に伴って生じるバ イオマス液体燃料*3			
2012年度	24円	34円	26円	39円	24円		—		
2017年度	20円				20MW～	21円		～20MW	24円
2018年度					10MW～	入札		～10MW	24円
2019年度					入札	24円			
期間	20年間		15年間	20年間					

*1 下水汚泥・家畜糞尿・食品残さ由来のメタンガス、*2 製材端材、輸入材、剪定枝、パーム椰子殻、パームトランク *3 パーム油

固定価格買取制度における買取実績

(万kWh)

4,500,000.0
4,000,000.0
3,500,000.0
3,000,000.0
2,500,000.0
2,000,000.0
1,500,000.0
1,000,000.0
500,000.0
0.0

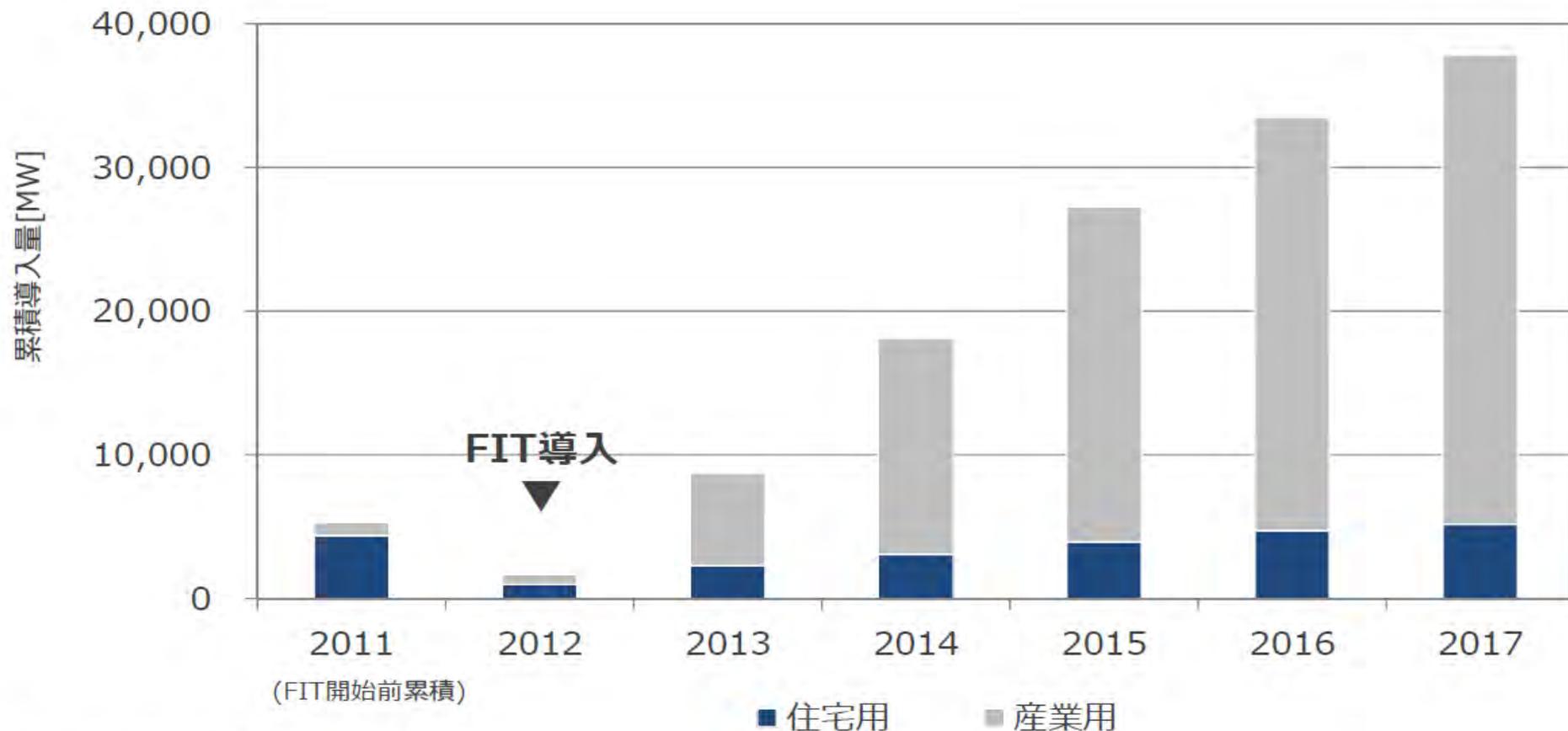


(万kWh)

発電形態	2017年度
太陽光発電 (10kW未満)	782,689.5
太陽光発電 (10kW以上)	4,261,477.4
風力発電設備	616,663.7
水力発電設備	245,829.7
地熱発電設備	10,126.9
バイオマス発電	1,024,778.2
合計	6,941,565.4

■平成24年度
■平成25年度
■平成26年度
■平成27年度
■平成28年度
■平成29年度

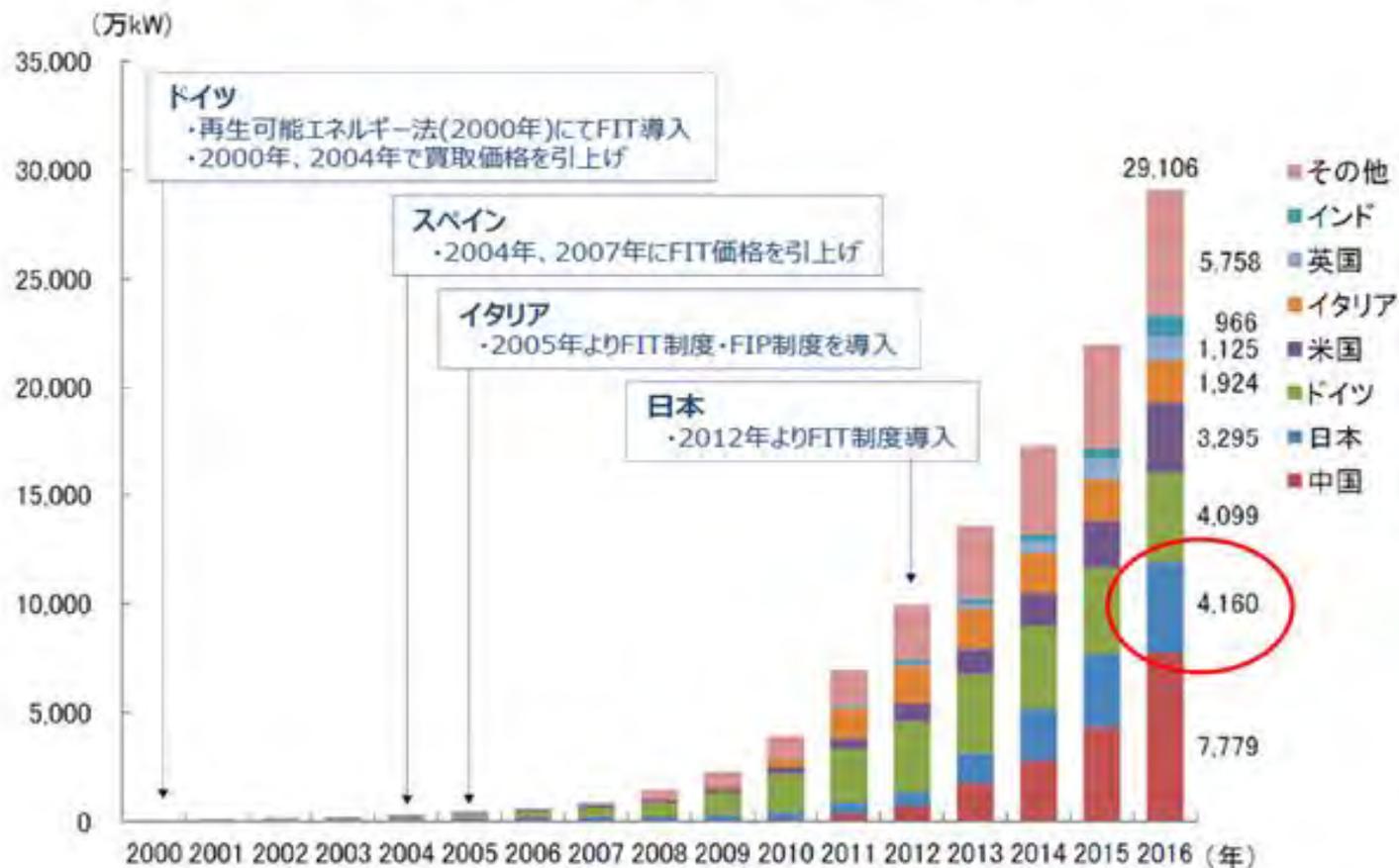
固定価格買取制度 (FIT) 開始後、産業用の導入が急拡大



(出典： 経済産業省公開データよりNTTファシリティーズ作成)

2000年以降、固定価格買取制度（FIT）等の支援策により世界各国で太陽光発電の導入が加速

世界の太陽光発電の導入状況（累積導入量の推移）



出典：資源エネルギー庁
エネルギー白書

太陽光発電のメリット

- ✓クリーンで枯渇しない（サステナブルエネルギー）
- ✓設置場所を選ばない
- ✓メンテナンスが容易で長寿命である
- ✓**電気料金よりもkWh単価が安くなってきている。**

太陽光発電のデメリット

- ✓現状はシステム価格が高い。（欧州の2倍）
- ✓電気を貯めることが出来ない。 → 出力制御
- ✓雨のときは発電しない。（安定供給の確保が難しい）
- ✓エネルギー密度が低い

〈太陽電池の規模〉1 MW：サッカーコート1面分（約7,400m²）

- ✓ 2009年11月に開始した余剰電力買取制度における買取期間は10年。余剰電力買取制度以前の買取りも2019年に終了。
- ✓ 2019年時点で買取りが終了する住宅用太陽光発電は56万件程度で、売電期間終了後の売電価格の想定が、当時の48円/kWhから8円/kWh程度に下がる見込み。

住宅用太陽光発電導入件数(累計)



1994～2005年度: 財団法人 新エネルギー財団 (NEF) の補助金交付実績より
 2006～2008年度: 一般社団法人 新エネルギー導入促進協議会 (NEPC) による調査より
 2008年度～現在: 太陽光発電普及拡大センター (J-PEC) での補助金交付決定件数より JPEA集計

国民負担の増大をもたらす	<ul style="list-style-type: none"> 既に国民負担が年間2.4兆円に達している中、これらが後々動き出すと、<u>その時点から20年間FITによる買取りが行われるため、国民負担が更に増大し、それが事業者の過剰な利益</u>となってしまう。
新規開発・コストダウンが進まない	<ul style="list-style-type: none"> 事業者の立場としては、入札による新規案件の価格競争よりも、まずは<u>高価格で残っている案件の発掘・開発を進めていくことが優先</u>。これらが運転開始する又は諦めて撤退するなどして解消されないことには、<u>新規開発への着手は後回し</u>にならざるを得ない。【事業者A】
系統容量が押さえられてしまう	<ul style="list-style-type: none"> 新規開発を進めたいが、系統がなかなか空いていない。最近では、「適地かどうか」よりも「<u>系統が空いているかどうか</u>」を入口にして開発地を探している。<u>無理筋な未稼働案件が消えてくれば、系統にも余裕が生まれ、新規開発の幅が広がる</u>。【事業者B】

経産省の対応

- 2012～14年度認定の事業用太陽光発電で、運転開始期限が設定されていないものが対象。
- 以下の期限までに運転開始準備段階に入ったものは、従来の調達価格を維持。間に合わなかったものは、運転開始準備段階に入った時点の2年前の調達価格（例：2019年度受領⇒2017年度21円/kWh）を適用。

		(提出期限)	系統連系工事着工申込みの受領期限	運転開始期限※2
	原則 (2MW未満)	(2019/2/1)	2019/3/31	2020/3/31
猶予措置	2MW以上	(2019/8末目途)	2019/9/30	2020/9/30
	条例アセス対象	(2020/2末目途)	2020/3/31	2020/12/31

※経済産業省ニュースリリース「FIT制度における太陽光発電の未稼働案件への新たな対応を決定しました」から抜粋

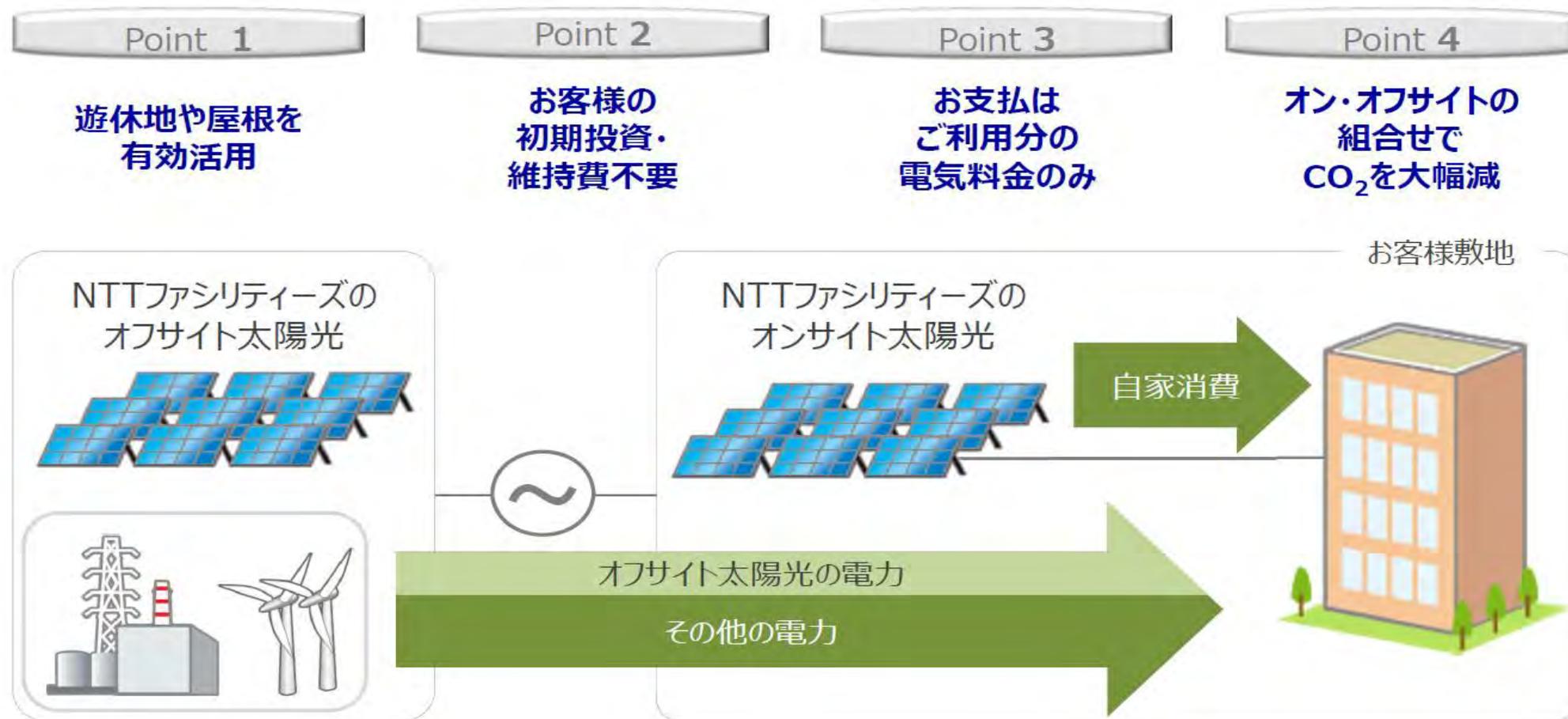
・経済産業省は太陽光や風力発電の事業者がつくった電気を大手電力があらかじめ決めた価格で買い取る制度を終了する。買い取り費用の増加で消費者の負担が高まっており、新たな競争入札制度を導入してコスト低減を進める。2020年にも関連法を改正する。

（総合資源エネルギー調査会の小委員会で中間整理案）

・小規模の事業用太陽光や家庭用の太陽光では買い取り制度自体は残すが、買い取りは全量でなく自家消費で余った分だけにする

・地熱、バイオマス発電では買い取り制度の基本的な枠組みを維持

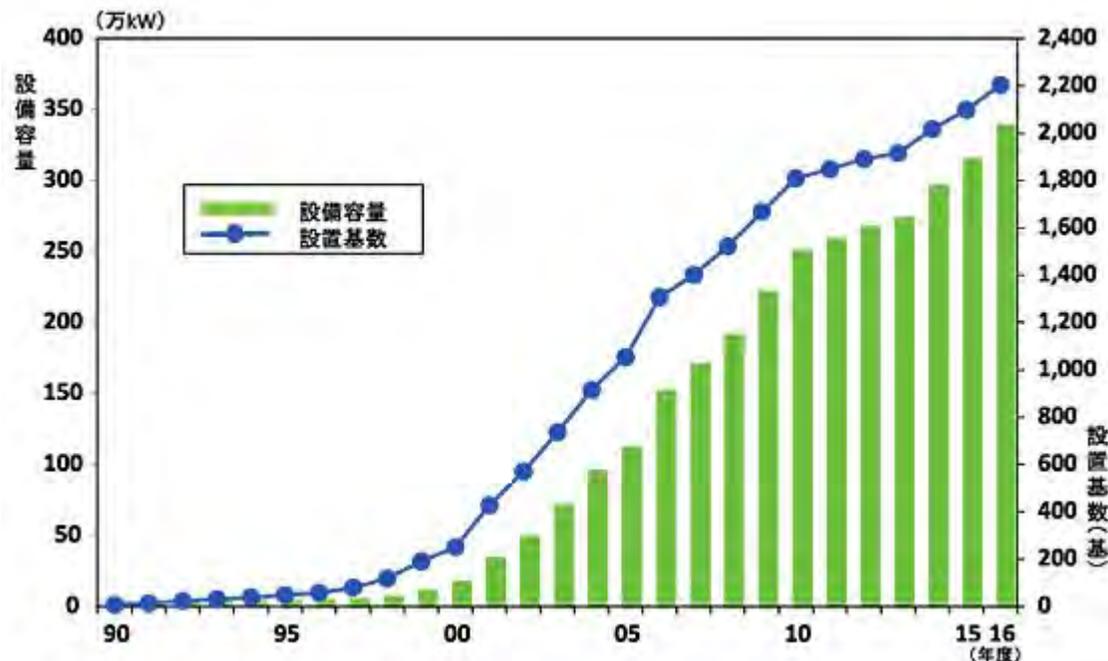
お客様の敷地内に太陽光発電を設置、自家消費型でグリーン電力を供給。
さらに、非FITの太陽光発電所からグリーン電力を供給



- ✓ 特長：
 - 大きさの2乗に比例するスケールアップが容易（地上：3MW、洋上：6MW）
 - 大規模に発電できれば発電コストが火力並み
 - 夜間も発電稼働
 - 陸上と洋上で発電が可能
- ✓ 課題：
 - 日本の発電コストは高止の傾向
（海外風車メーカーが7割のシェア（国内は2社のみ）、メンテナンス人材不足）
 - 系統接続に対する制約、環境アセスメントや地元調整等に対するコスト

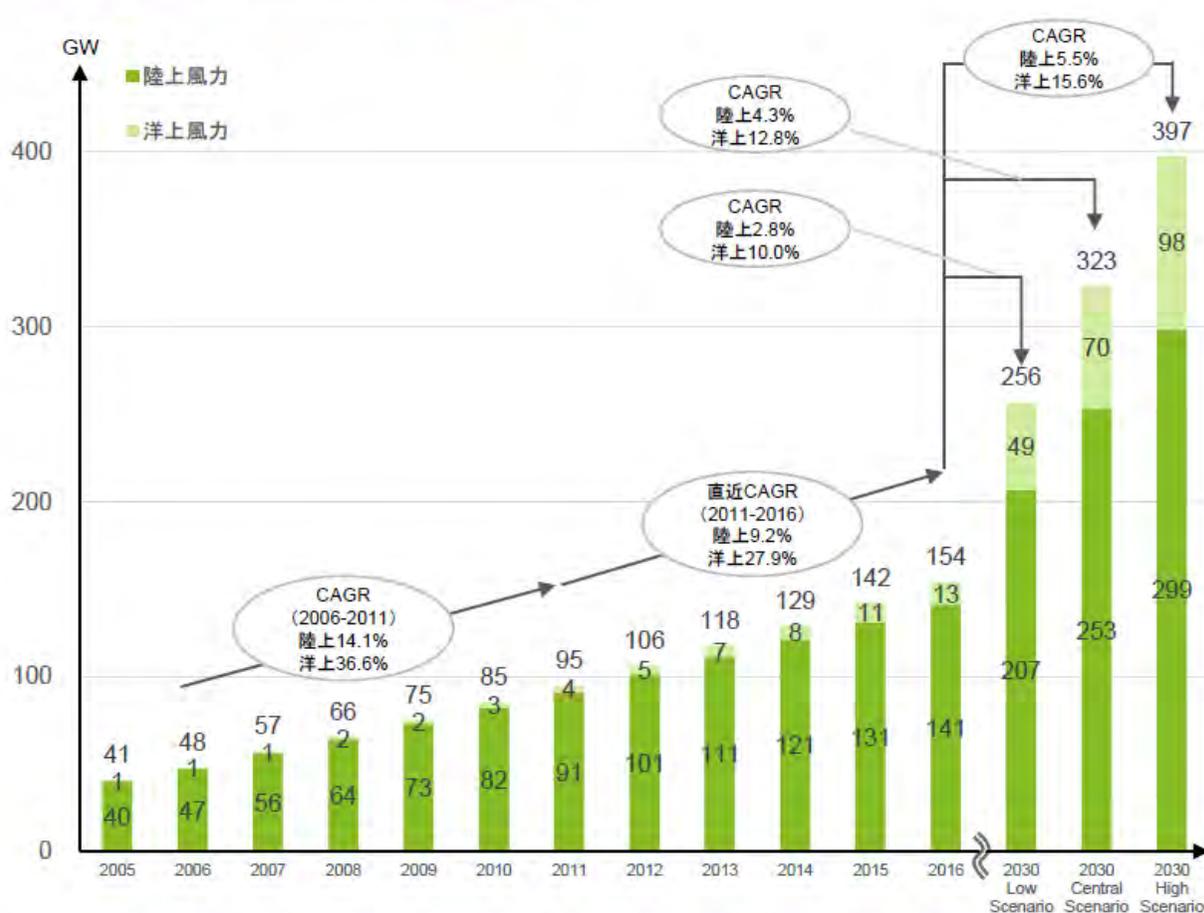
日本における 風力発電導入量の推移

新エネルギー・産業技術総合開発機構
(NEDO)ホームページ



- ✓ 2030年のCentral Scenarioで323GW
- ✓ 洋上風力のCAGR（年平均成長率）が高い

風力発電導入量の推移(発電容量)*1



GW	陸上		洋上	
	導入量	CAGR	導入量	CAGR
2011	91		4	
2016	141	9.2% (2011-2016)	13	27.9% (2011-2016)
2030 Low	207	2.8% (2016-2030)	49	10.0% (2016-2030)
2030 Central	253	4.3% (2016-2030)	70	12.8% (2016-2030)
2030 High	299	5.5% (2016-2030)	98	15.6% (2016-2030)

デロイトトーマツコンサルティング合同会社
 「平成29年度電気施設等の保安規制の合理化検討に係る調査 風力発電業界の構造調査」

*1出所: Wind Europe「2016 European Statistics」、 「Wind energy in Europe: Scenarios for 2030」

✓ 洋上風力発電の利点

- 陸上風力や太陽光に比べ発電効率が高い（陸上風力20～30%、洋上50%）。
- 風の強さや風向きが変わりにくく発電量が安定
- 発電設備の大型化による建設費の減少
- 欧州では長期的に石炭火力より発電単価が下がると予想

✓ 世界の洋上風力発電量：2017年が510億kWh（16年比21%増） 2030年には5490億kWhにキロワット時に

✓ 日本の状況：

- 風力発電自体、**地形の影響で風向きが複雑で、台風による強風が発生し、雷が多発することからあまり普及が進んでいない**
- **洋上風力も漁業権の問題や大陸棚がなく水深が急に深くなることからまだ事例が少ない**
- 但し、今後は石炭火力の建設計画の撤回に伴って拡大する可能性がある

東京電力ホールディングスと中部電力が共同出資するJERAが洋上風力発電事業に参入
東京電力ホールディングスはデンマークの洋上風力発電世界最大手のアーステッドと提携
中国電力とJFEスチールは、共同で進める千葉県の石炭火力発電所の建設計画を撤回
環境配慮などを企業に求める「ESG投資」にシフトする投資家からの圧力が強い

- ✓ 2018年11月30日の参院本会議で「洋上風力発電など海洋再生可能エネルギー発電設備を推進するための海域利用促進法」が成立した。
- ✓ 洋上風力発電事業者に最大30年間の一般海域の占用を認めることが柱。これまで3～5年の短期だった許可年数を長期の統ルールに延ばす。一般海域の中から「促進区域」を指定し、事業者を公募、選定した後、国交省が占用許可を決定する。
- ✓ 2030年度までに5カ所の促進区域での運転開始をめざす。陸上を含む風力発電全体の導入容量を16年度の330万キロワットから、30年度までに1000万キロワットまで引き上げる。

	洋上風力発電	陸上風力発電
風況	○風速 ○風向の安定性	△風速 △風向の安定性
風車1基あたりの大きさ（定格出力）	○ 5.9 MW程度※	△ 2.7 MW程度※
大型部材の輸送制約	○ 制約小 (船舶輸送のため)	△ 制約大 (道路輸送のため)

バイオマス発電の状況

- ✓ 18年3月時点で政府が固定価格買い取り制度（FIT）で認定しているバイオマス発電の容量は約864万キロワット。稼働したのは約15%（129万キロワット）。
- ✓ 国内の燃料調達コストが上昇しているため、一般木質・農作物残さにおける海外からの輸入燃料（輸入材、パーム椰子殻）を利用した発電計画に集中。
- ✓ 最近では新たな燃料として、マレーシアからのパーム油を燃料とした発電が計画されている。

	メタン 発酵ガス	未利用木質		一般木質・ 農作物残さ	建設廃材	一般廃棄物・ 木質以外	合計	
		2MW未満	2MW以上					
具体的な燃料	下水汚泥・家畜 糞尿・食品残さ 由来のメタンガス	間伐材、主伐材 (未利用分)		製材端材、輸入材 パーム椰子殻、も み殻、パーム油	建設資材廃棄 物（リサイクル 木材）、その他 木材	剪定枝・木くず、 紙、食品残さ、 廃食用油、黒 液	/	
固定買取価格 (円/kWh) ^{※1}	39	32	40	24	13	17		
導入容量 (MW) ^{※2}	47	16	312	667	13	237		1291
未稼働容量 (MW) ^{※2}	33	40	126	6990	74	84		7347
認定容量 (MW) ^{※2}	80	56	438	7657	87	320	8638	

※1 2017年度価格

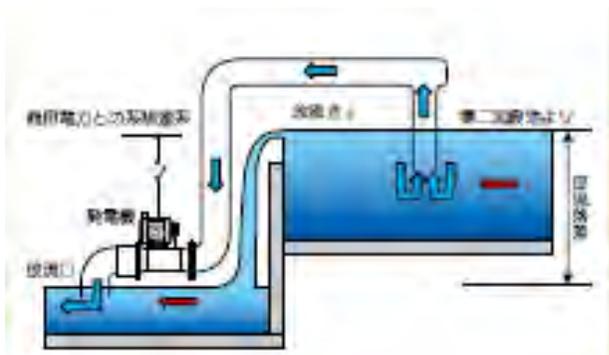
※2 固定価格買取制度 情報公表用ウェブサイトから作成。2018年6月末時点。新規認定分、バイオマス比率考慮あり

- ✓ **木質ペレット**の場合、海外メーカーの工場で生産される輸入品の価格は国産の2分の1～3分の1とされる。人手不足もあって国内の森林資産を生かし切れず、**燃料の輸入**頼みに拍車がかかっている。
- ✓ **パームやしの実殻**（PKS）においては、主産物であるパーム油の生産過程で**熱帯雨林を伐採**するため、**環境破壊につながる危険性**がある。

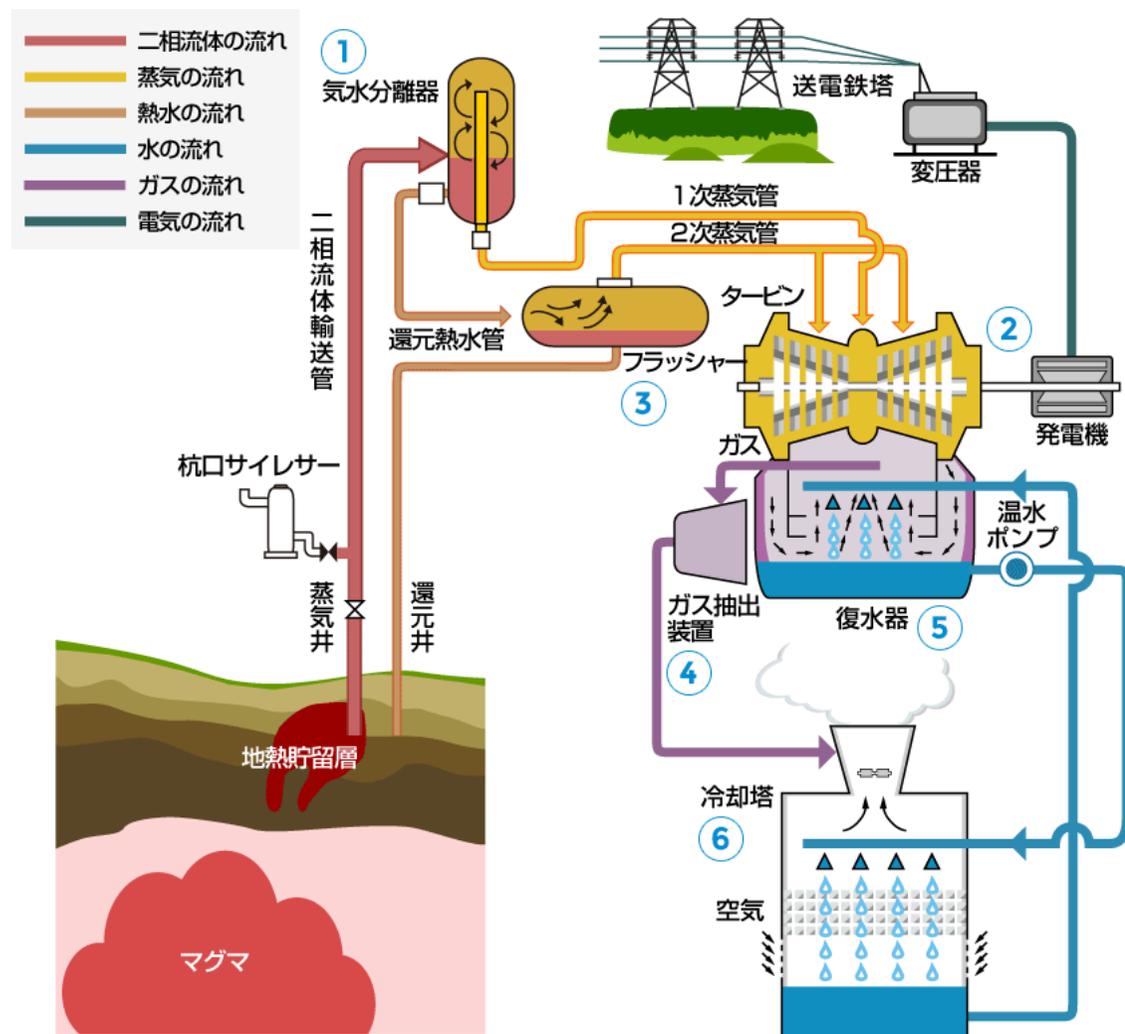
- ✓ 再エネ法で支援する対象は、これまで活用されてこなかった30MW未満の中小規模が対象
- ✓ FIT施行後に新たに導入された出力30MW未満の中小水力は285施設、発電容量は約24万キロワット（17年3月時点、環境エネルギー政策研究所調べ）で増加傾向。
- ✓ 中小水力発電における注意点
 - ①適切な落差や安定した流量が必要で、これらに適した設備を選択
 - ②歴史的な利害関係が存在する可能性が高い
 - ③法規制が複数の省庁に跨る（国立公園法、河川法）

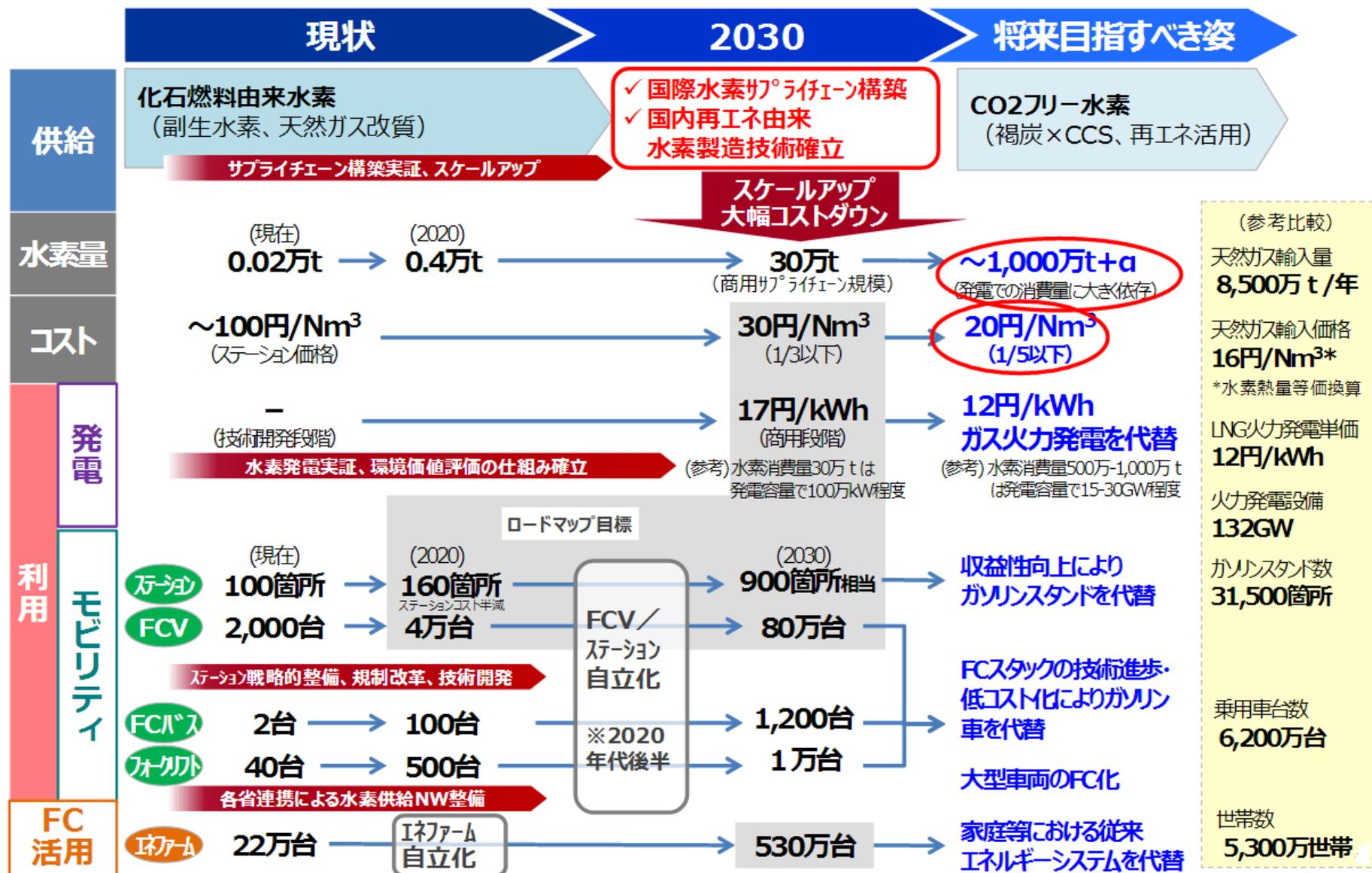
【小水力発電の例】 東京都下水道局「森ヶ崎水再生センター」

処理水の放流きよは、高潮などにそなえて海面より数メートル高い位置に設置。この放流落差を利用してサイフォン式水力発電機を実施（年間約80万kWh）。



- ✓ 地下からくる蒸気には蒸気卓越型と熱水卓越型がある。
 - ✓ 蒸発の潜熱が大きいことから、乾燥した蒸気だけを分離する必要がある。
 - ✓ 山中にある地熱発電所では、大量の冷却水は得られないことから冷却塔で冷やして再利用する必要がある。
 - ✓ 地熱発電が増えない理由
 - ①地下の状態を正確には調査できない
 - ②地熱発電の建設による影響がはっきりしないため反対される
- ※2019年1月29日に国内中規模以上の地熱発電が22年ぶりに運転を開始



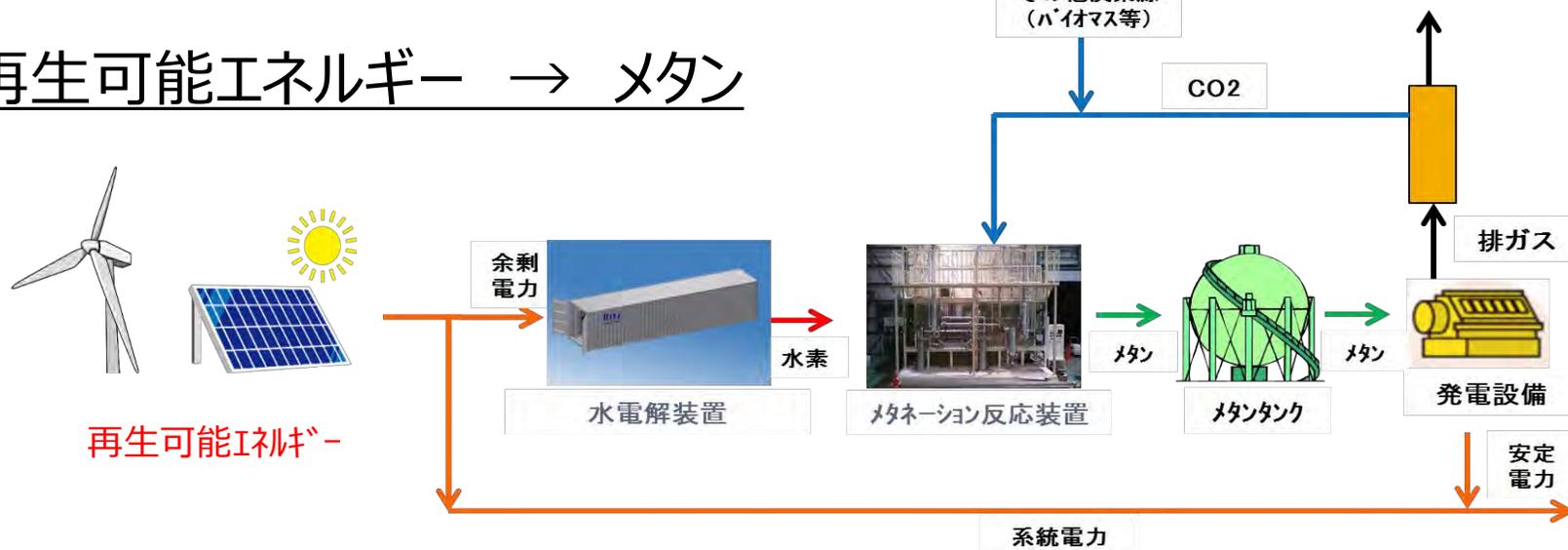


※経済産業省ニュースリリース「水素基本戦略」が決定されました」から抜粋

再生可能エネルギー → 水素

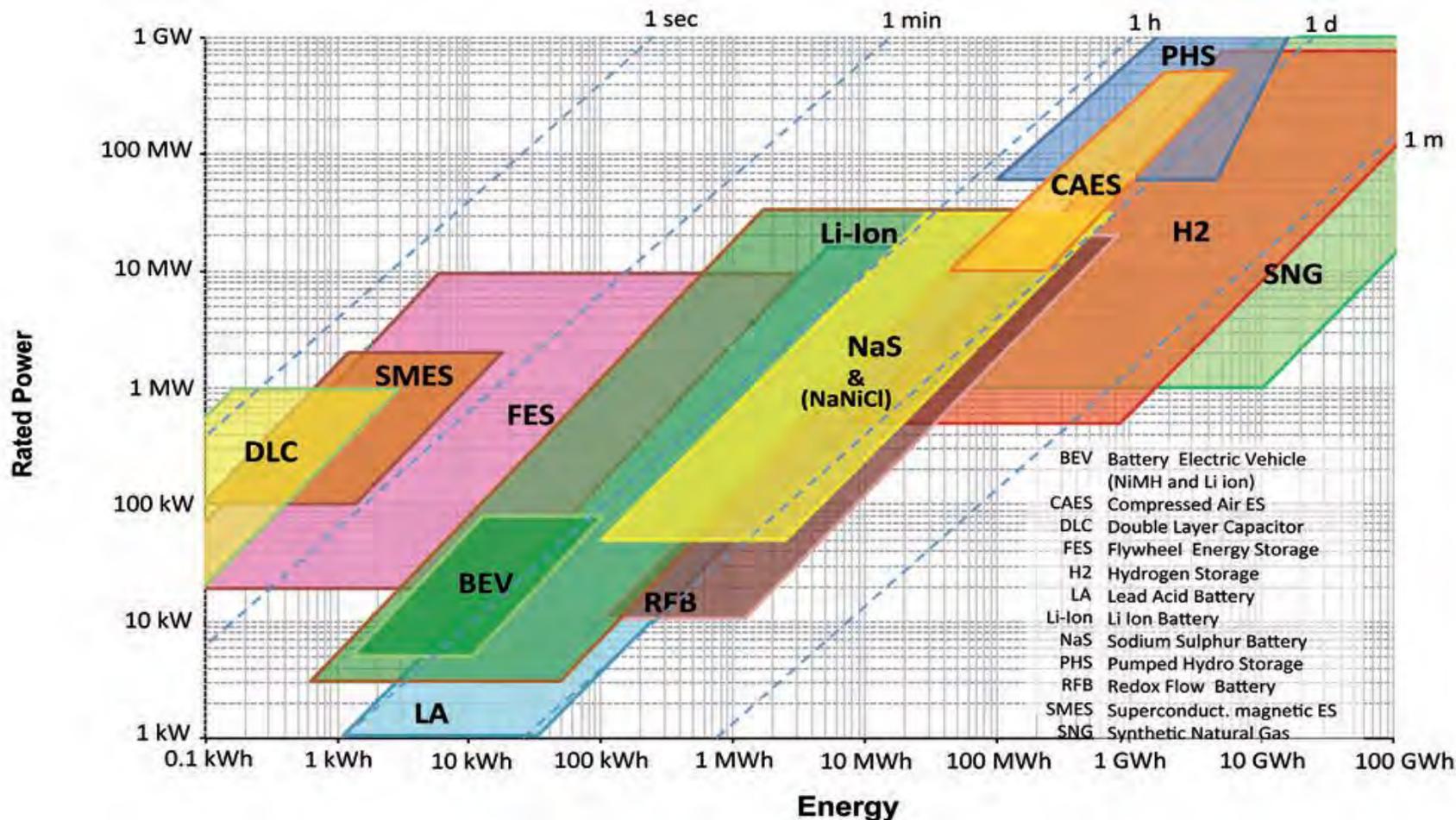


再生可能エネルギー → メタン



✓ 最近では再生可能エネルギーから液体燃料を製造する動きも (Power to Fuel)

電気エネルギー貯蔵方式の比較 (IEC White Paper "Electrical Energy Storage")



ガス貯蔵（水素やSNG(メタン)）は他の方式と比較して大量に貯蔵することが可能である（日単位や月単位の貯蔵）。再生可能エネルギーの大量導入対策には現状ガス貯蔵が有効

2013年時点で29ヶ所確認されており、その内確認されているだけでメタン変換している実証プラントは7ヶ所。今後も増えるものと予想されている。



	Project	Installed power (kW)	Electrolysis technique	Methanation principle
1	Werlte (D) – Audi AG	6.000	Alkaline	Chemical
2	Aragon (S) – ITHERR	4.000 + 70	Alkaline + PEM	n/a
3	Falkenhagen (D) – E.ON AG	2.000	PEM	n/a
4	Puglia region (I) – INGRID Project	1.200	Alkaline	n/a
5	Grapzow (D) – RH ₂ WIND Project Gruppe	1.000	Alkaline	n/a
6	Graben (D)	1.000	unknown	Chemical
7	Suderburg (D) – Greenpeace Energy (& Gasunie) <i>Canceled</i>	1.000	Alkaline	n/a
8	Hamburg (D) – Vattenfall	900	Alkaline	n/a
9	Prenzlau (D) – Enetrage AG	500	Alkaline	n/a
10	Frankfurt (D) – Thuga & ITM Power	360	PEM	n/a
11	Foulum (DK) Electrochaea	250	PEM	Biological
12	Stuttgart (D) – Solar Fuel & Fraunhofer IWES	250	PEM	Chemical
13	Karlsruhe (D) – DVGW & KIT	200	unknown	Chemical
14	Xermade (S) - Sotavento Project	200	Alkaline	n/a
15	Herten (D) – Stadt Herten & Evonic Industries	165	PEM	n/a
16	Leverkusen (D) – CO2RRECT Project: Siemens & RWE	100	unknown	unknown
17	Schwandorf (D) – Eucolino: Schmack & Viessmann	100	unknown	Biological
18	Ibbenburen (D) – RWE, CERAM Hyd	100	unknown	unknown
19	Utsira (N)	50	Alkaline	n/a
20	Freiburg (D) – H2Move: Fraunhofer ISE	40	unknown	unknown

	一次調整力	二次調整力①	二次調整力②	三次調整力①	三次調整力②
英呼称	Frequency Containment Reserve (FCR)	Synchronized Frequency Restoration Reserve (S-FRR)	Frequency Restoration Reserve (FRR)	Replacement Reserve (RR)	Replacement Reserve-for FIT (RR-FIT)
指令・制御	オフライン (自端制御)	オンライン (LFC信号)	オンライン (EDC信号)	オンライン (EDC信号)	オンライン
監視	オンライン (一部オフラインも可※2)	オンライン	オンライン	オンライン	専用線：オンライン 簡易指令システム：オフライン※2,5
回線	専用線※1 (監視がオフラインの場合は不要)	専用線※1	専用線※1	専用線※1	専用線 または 簡易指令システム
応動時間	10秒以内	5分以内	5分以内	15分以内※3	45分以内
継続時間	5分以上※3	30分以上	30分以上	商品ブロック時間(3時間)	商品ブロック時間(3時間)
並列要否	必須	必須	任意	任意	任意
指令間隔	- (自端制御)	0.5～数十秒※4	1～数分※4	1～数分※4	30分
監視間隔	1～数秒※2	1～5秒程度※4	1～5秒程度※4	1～5秒程度※4	未定※2,5
供出可能量 (入札量上限)	10秒以内に 出力変化可能な量 (機器性能上のGF幅 を上限)	5分以内に 出力変化可能な量 (機器性能上のLFC幅 を上限)	5分以内に 出力変化可能な量 (オンラインで調整可能 な幅を上限)	15分以内に 出力変化可能な量 (オンラインで調整可能 な幅を上限)	45分以内に 出力変化可能な量 (オンライン(簡易指令 システムも含む)で調整 可能な幅を上限)
最低入札量	5MW (監視がオフラインの場合は1MW)	5MW※1,4	5MW※1,4	5MW※1,4	専用線：5MW 簡易指令システム：1MW
刻み幅(入札単位)	1kW	1kW	1kW	1kW	1kW
上げ下げ区分	上げ/下げ	上げ/下げ	上げ/下げ	上げ/下げ	上げ/下げ

※1 簡易指令システムと中給システムの接続可否について、サイバーセキュリティの観点から国で検討中のため、これを踏まえて改めて検討。

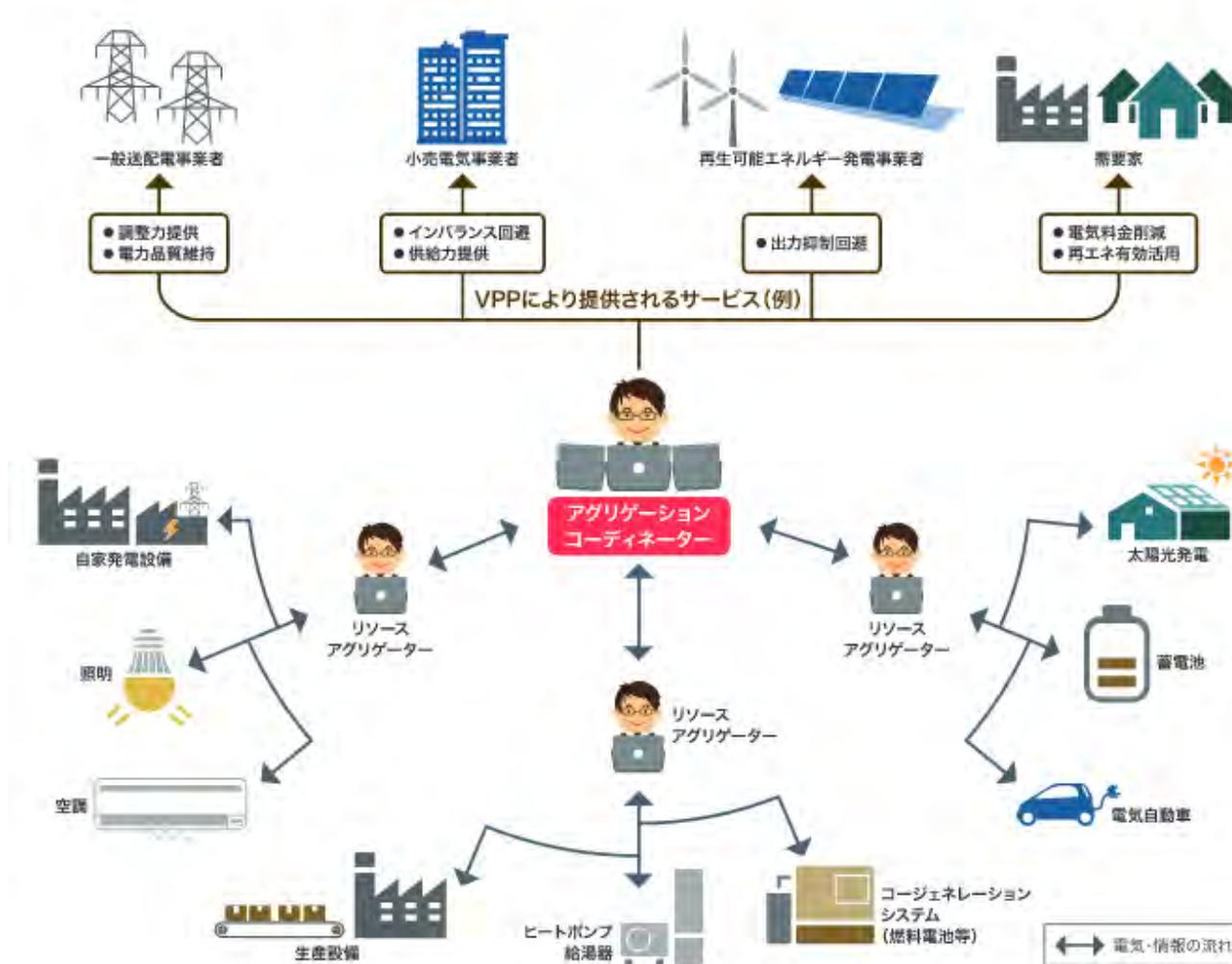
※2 事後に数値データを提供する必要有り(データの取得方法、提供方法等については今後検討)。

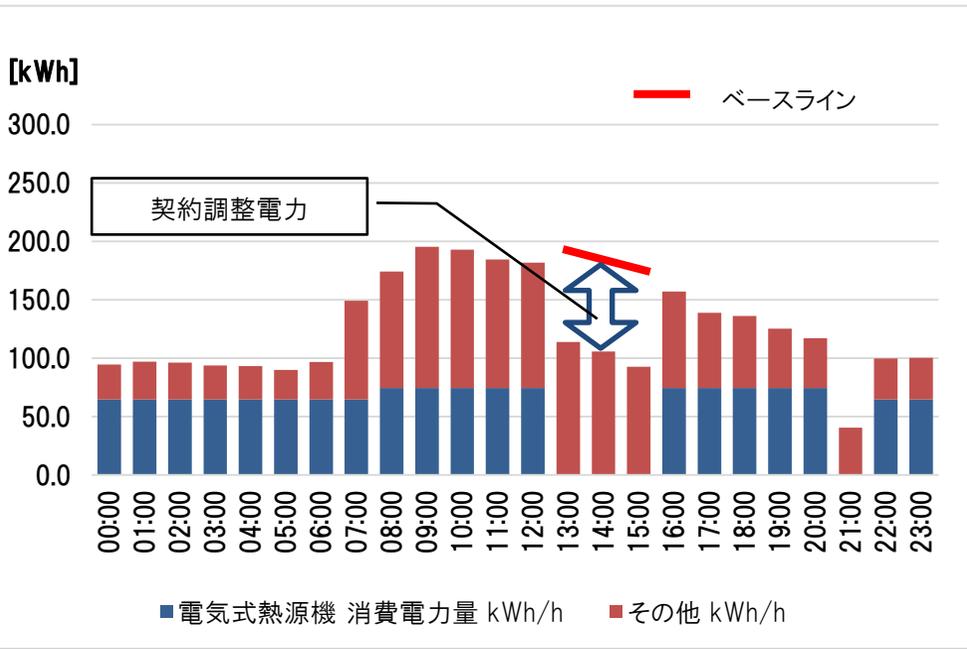
※3 沖縄エリアはエリア固有事情を踏まえて個別に設定。

※4 中給システムと簡易指令システムの接続が可能となった場合においても、監視の通信プロトコルや監視間隔等については、別途検討が必要。

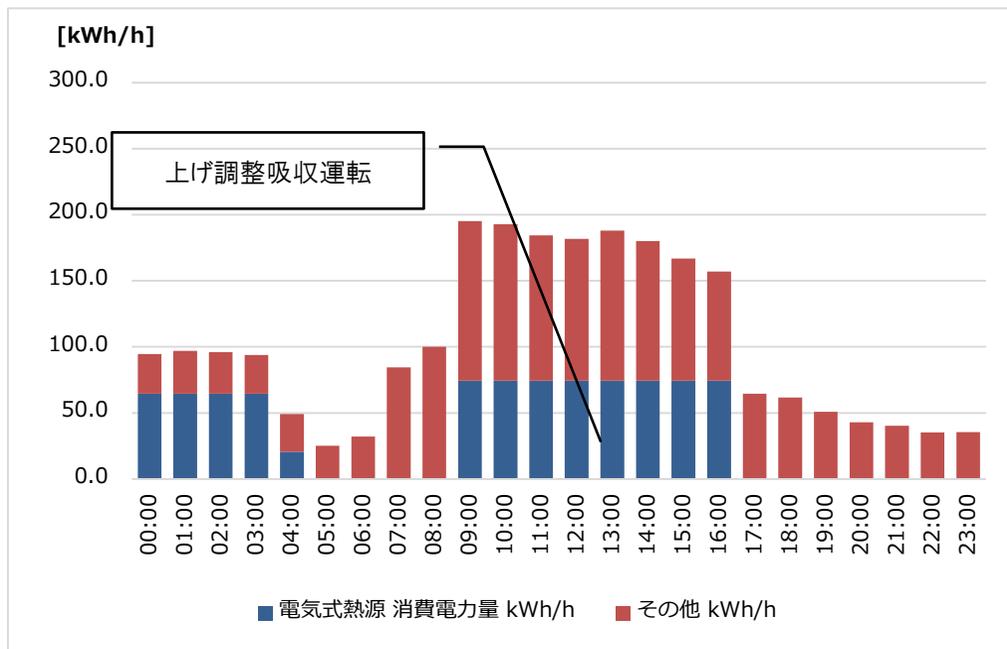
※5 簡易指令システムには上り情報を送受信する機能は実装されていない。現時点ではDRの参入がその大宗を占めることが想定され、エリア需要値の算定に影響は生じないが、今後、VPP等の発電系が接続することでエリア需要の算定精度が低下することが考えられるため、上り情報が不要な接続容量の上限を設ける等の対応策を検討。

- ✓ 国内VPPサービスでは、分散電源をアグリゲートするリソースアグリゲーターとこれらを集約するアグリゲーションコーディネーターの2階層となっている。





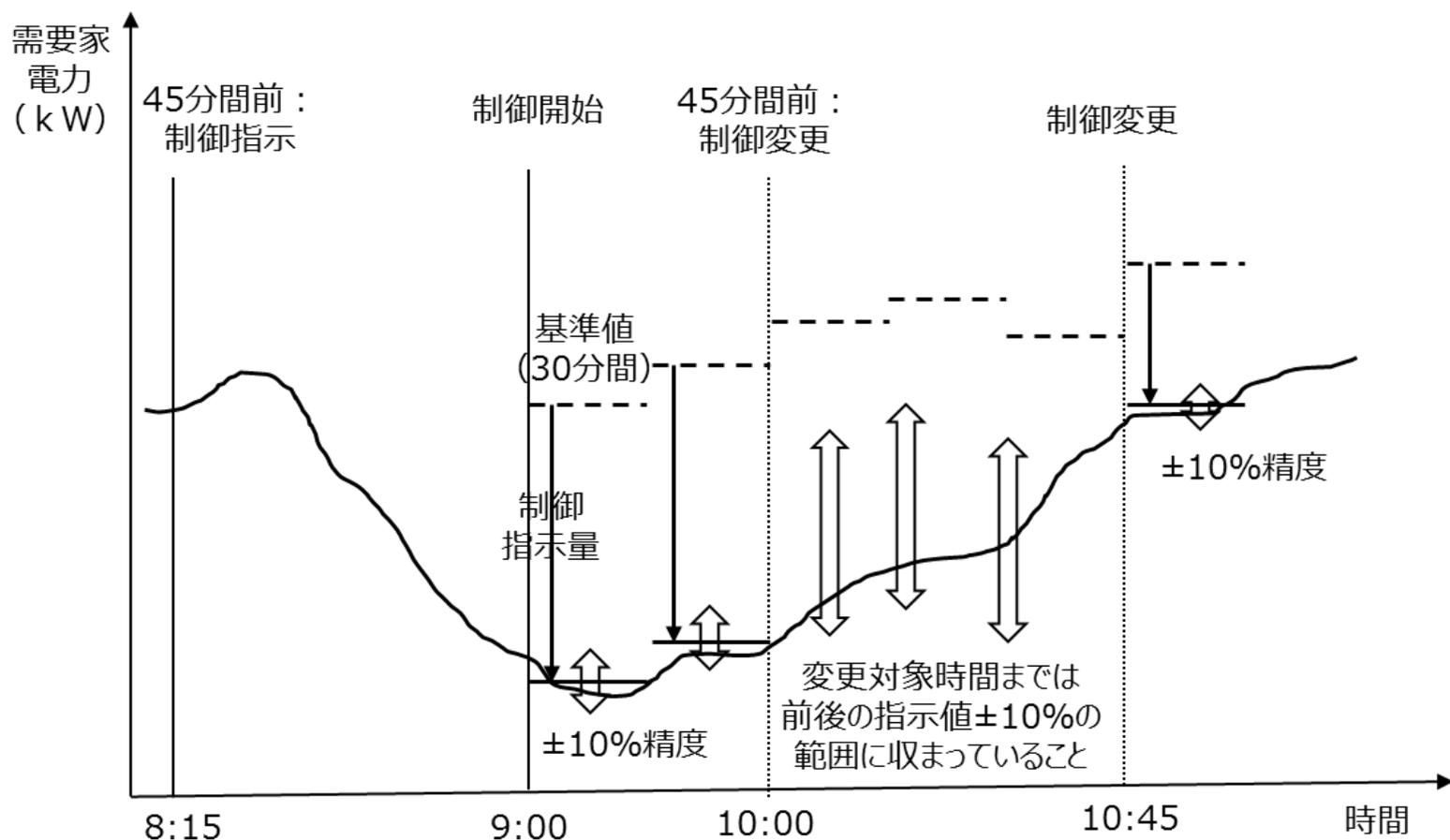
下げ調整運転のイメージ



上げ調整運転のイメージ

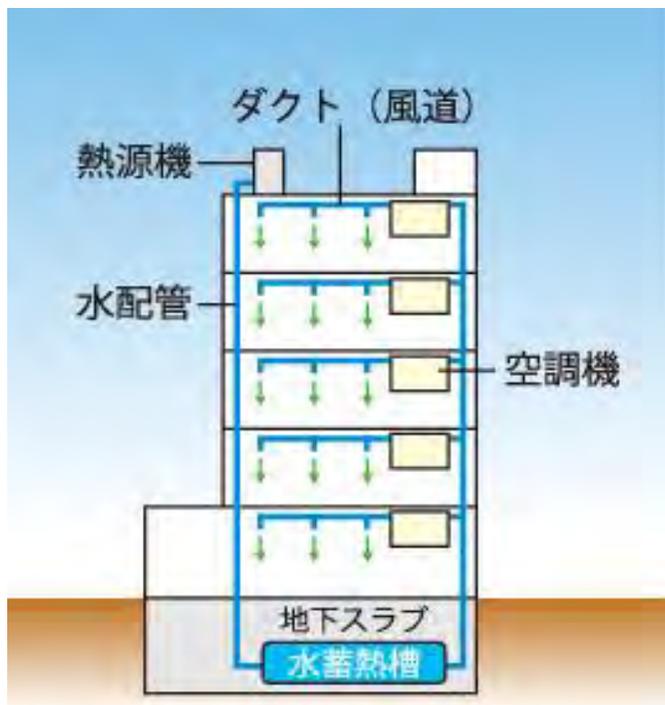
※上げ調整は不安定電源の出力抑制があるため
三次調整②では制度化されない方向

- ✓ アグリゲーションコーディネータが制御可能量と30分間単位の基準値を設定
- ✓ 45分前に制御指示がDSOから送付され、基準値から $\pm 10\%$ の精度で制御指示量を変動させる
- ✓ 制御指示量が変更される場合は、同様に45分前に指示され、変更指示時間から該当時間までは前後の制御指示量 $\pm 10\%$ の範囲に収まっていることが必要
- ✓ 評価は取引メータで実施

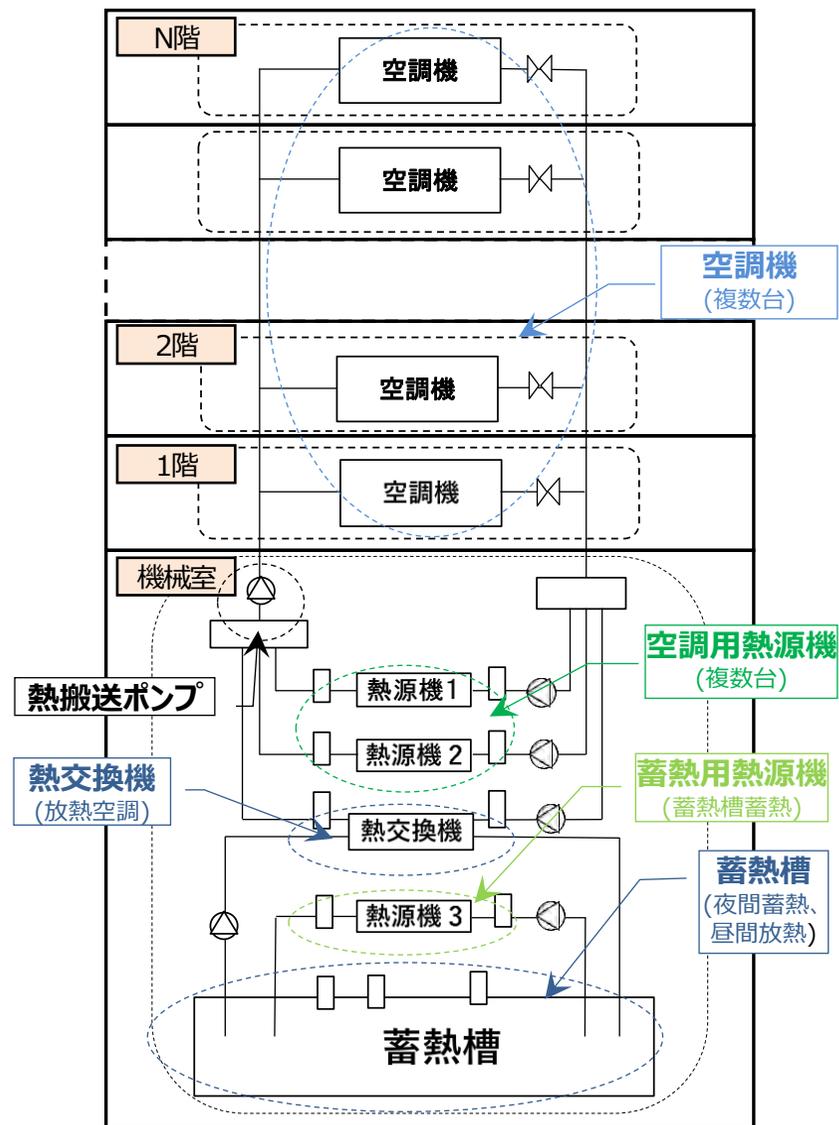


蓄熱槽による需給調整

電力需給調整運転開始時刻になると、蓄熱槽の熱量の放熱、蓄熱とともに、熱源機の台数制御によって、施設内の空調運転に影響を与えず、電力の需給調整を行う(蓄熱量による調整電力の創出)。

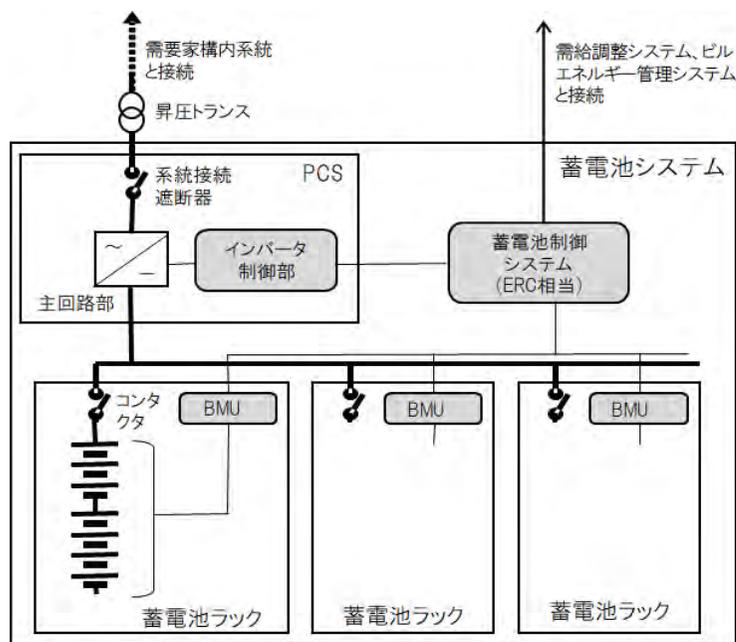


一般的なビルにおける代表的な蓄熱槽イメージ



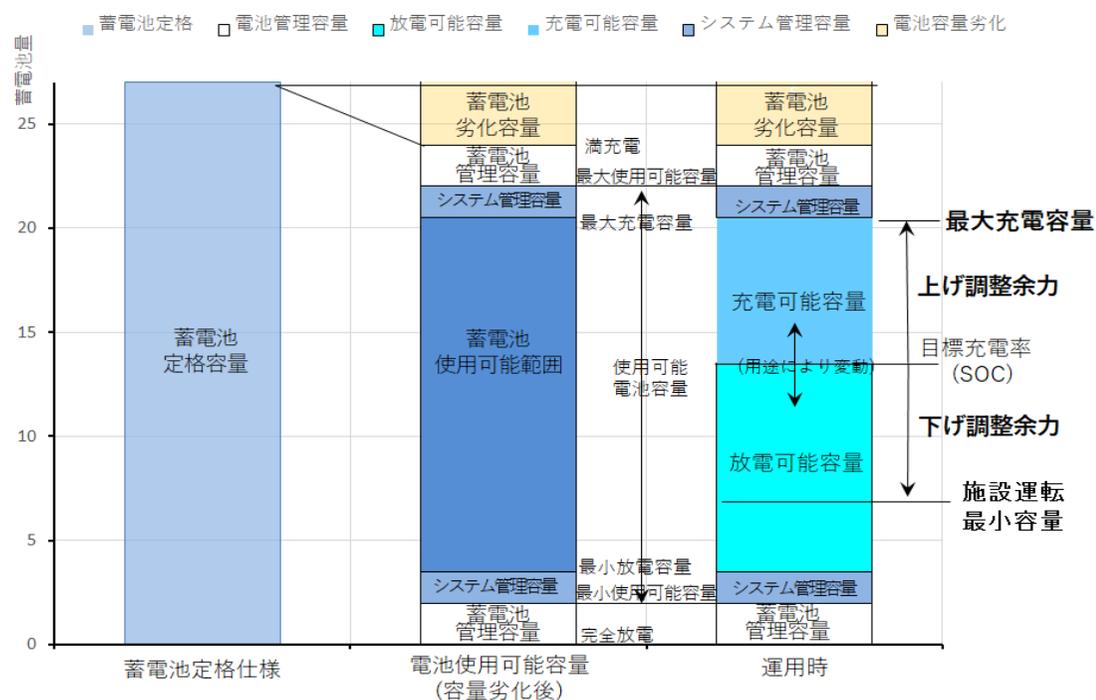
蓄熱槽に関係するシステムの基本構成例

蓄電池システムのように制御応答性がよく、周波数調整に使用できる調整力は、調整開始時点の施設の電力需要に対する電力の変化分 ΔkW で評価される。



蓄電池に関するシステムの基本構成例

蓄電池システム余力



蓄電池の活用方法