

2030年以降を見据えた次世代電力ネットワークの在り方

2018年3月22日
資源エネルギー庁

- 1. 2030年以降を見据えたNWシステム**
2. 次世代型調整力の在り方について

5. Globality 事業の国際的な展開

海外との連携

大型発電所
(火力低炭素化、原子力)

水素

電力を水素に転換して
エネルギーを貯蔵

自然変動再エネ
(太陽光、風力)

需要地近隣への設置による低ロス化

揚水・系統蓄電池等
調整力

基幹送電線

バックアップ
+
品質維持
(アンシラリー)
+
ベース提供

↑ TSO
送電
↓ DSO
配電

1. Flexibility 連系して安定供給

NET-ZERO

2. Security 必要な時に電力を使える環境整備 情報セキュリティの確保

PVパネル



EV = 蓄電池



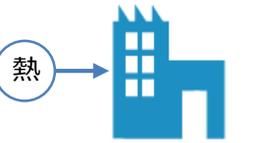
電動化

【エネルギーデータの活用】
IoTを含む他のビジネスとの連携が可能になる。

NET-ZERO



ZEB



ガスコージェネ

【熱の有効活用】
CO2を排出する自家発を利用する需要家は現状では賦課金の負担が低い、低炭素化の促進とどうバランスを取るべきか？

【託送のサービスの変質】
分散化 (NET-ZEROエネルギー等) の進展で、NWの主な役割が「電気 (kWh)を運ぶこと」から、「電力品質の維持」や「バックアップが受けられる」ことに変容するのではないか。かかる変化を踏まえ、適切な課金体系への移行が必要ではないか。

メンテの高度化
電線地中化の推進

コミュニティグリッド
オフグリッド、他
自立：地産地消

4. Functionality

AI、IoT等のデジタル技術による各機能の革新

【デジタル技術】
発電、需給予測、グリッド保守管理、電力の最適制御等の各機能に、いかなる革新をもたらすか？

3. Mobility 需要の可動性の向上

需要地概念の変容が起こる可能性があるのではないか？

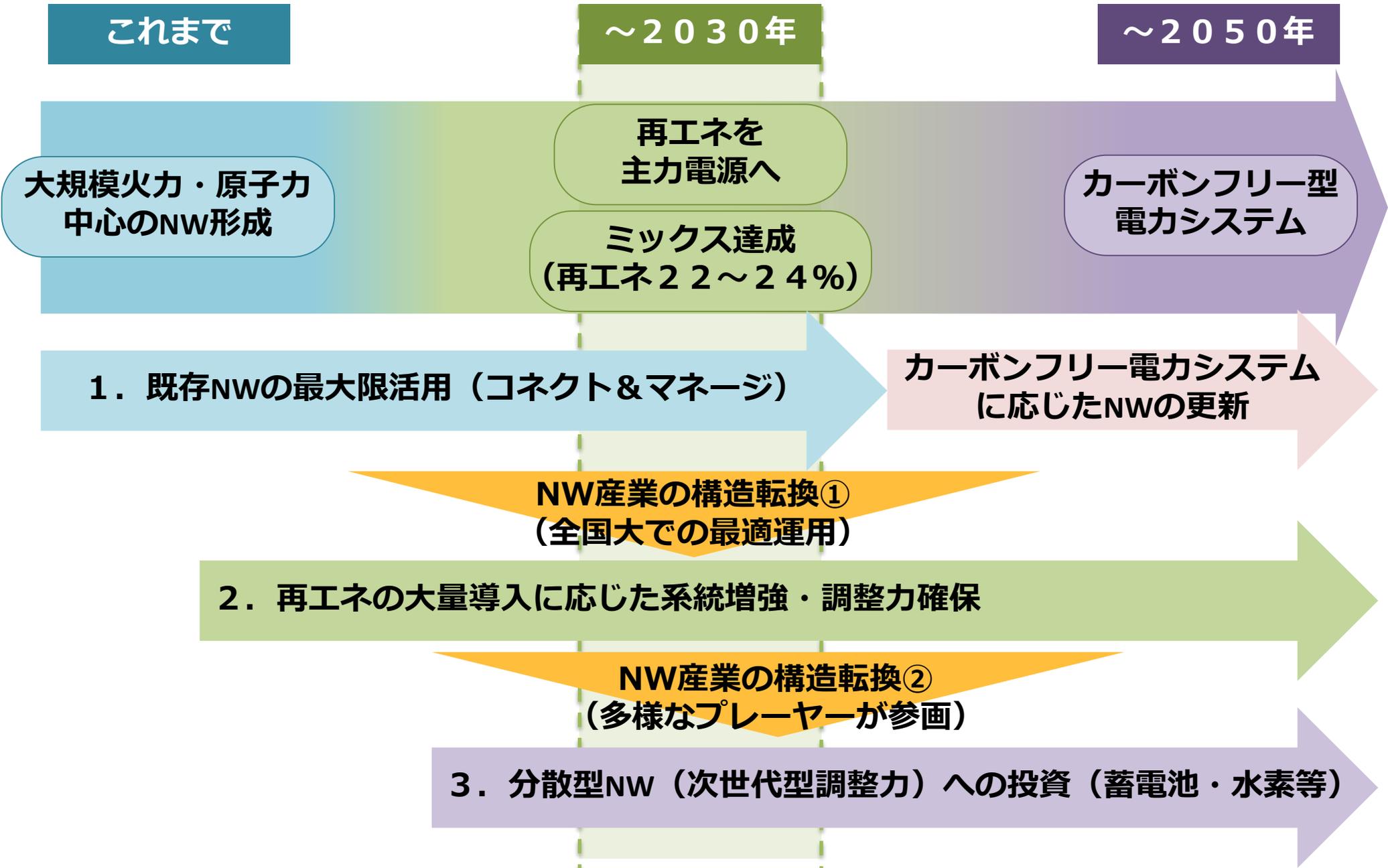
計量の変容が起る可能性があるのではないか？

充電需要の制御により、NW投資・発電側の投資・運用の最適化が図られるのではないか？

- ← 電気：遠隔地への配電
- ← ガス (LP含む) [他のエネルギーインフラ]
- ← 通信、水道[ネットワークインフラ]
- ← 宅配、郵便

【ユニバーサルサービスの維持】
他の事業と連携が必要になるのではないか？

(参考) 再エネ導入拡大・分散化に応じた電力NWの構造改革



電力ネットワーク（NW）コスト改革に係る3つの基本方針（概念図）

1. 既存NW等コストの徹底削減

2. 次世代投資の確保（系統増強・調整力等）

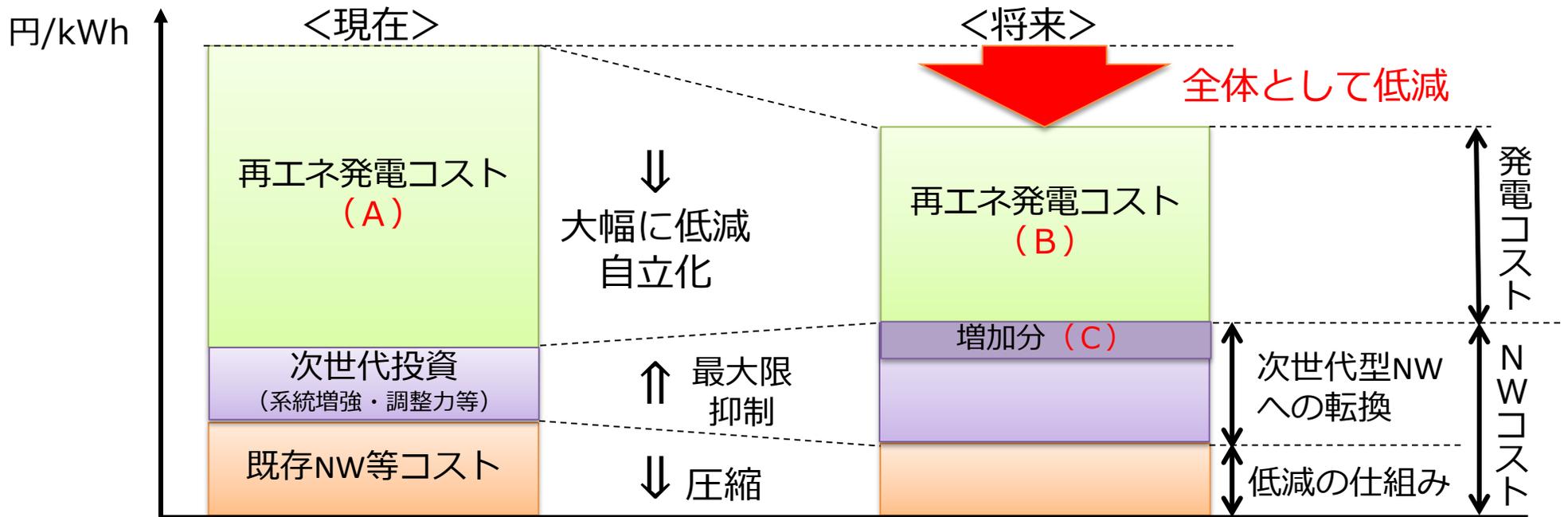
3. 発電側もNWコスト最小化を追求する仕組み

- 再エネ大量導入を実現する次世代NWへの転換
- 「発電+NW」の合計でみた再エネ導入コストの最小化

コスト = 単価 ↓ × 量 ↑

最大限抑制

再エネ導入コスト： A（現在） > B + C（将来）



※日本版コネクト&マネージ等により、必要となるNW投資量を低減させることも必要

NWコスト負担の在り方

- 再エネ大量導入等の環境変化を踏まえた次世代NWの構築にあたり、NWコストの負担の在り方（どのような費用か、誰が負担すべきか、どのように負担すべきか）についても改めて検討することが必要ではないか。

<留意すべき論点（例）>

- ✓ 再エネ大量導入に対応した負担の在り方をどのように考えるべきか。たとえば、再エネの地域偏在性によって、エリアごとに発生している負担の濃淡をどう調整していくべきか。
- ✓ 全国大での最適運用が今後進展する中、NWコストの負担の在り方をどのように構築すべきか。
- ✓ 分散型の進展等により系統需要が減少傾向となる中、持続的なNWシステムをどのように維持すべきか。
- ✓ 様々な環境変化が起こる中で、公共領域（独占）と私的領域（競争）に変化が生じていくのであれば、その変化に対応した負担の在り方も検討すべきではないか。

<一般的な費用の負担方法>

類型	託送料金	税、賦課金等
負担主体	すべての小売電気事業者	すべての送配電／小売電気事業者
最終負担者	各地域内の全ての需要家	全国全ての需要家
負担額の水準	各地域内で同一	全国同一
負担額の決定主体	各事業者が設定（国の認可・届出）	国
再エネ導入時代の負担の公平性	再エネの地域偏在性 →エリアごとに負担濃淡	全国一律
収入と支出の一致	事前設定＋効率化 インセンティブ	事後調整（賦課金）

※現行制度の考え方をもとに整理したもの

1. 2030年以降を見据えたNWシステム
2. **次世代型調整力の在り方について**

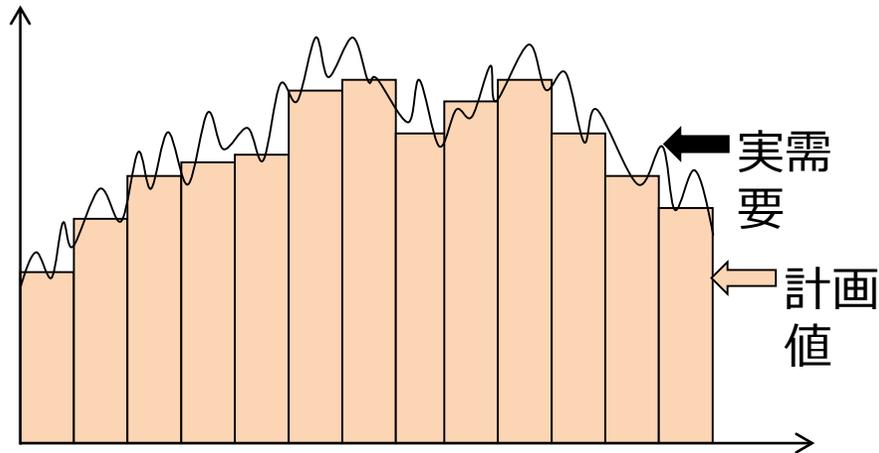
次世代型調整力の在り方について

- 発電量が天候によって出力が左右される太陽光発電や風力発電においては、系統全体の需要と供給を一致させる（周波数を維持する）ために、火力・揚水等の電源を用いて出力変動を調整することが必要。しかし、今後、**再生可能エネルギーの大量導入が更に進めば**、これらの変動対策がより求められ、**既存の調整力では不足する可能性**が考えられる。
- 具体的には、現状では、火力・揚水等によって短周期や長周期の変動抑制制御が行われ、また、必要に応じて揚水の下げ代不足対策運転により電力の需給バランスは調整されているが、**既存の調整力と同等の機能を有するカーボンフリーな調整力の準備が進められている**。
- カーボンフリーな次世代型調整力は、実用化に向けて研究開発・実証が進められているところであり、調整力毎に課題が明らかになってきている。実用化に向けて、更なる取組を進めていくべきではないか。

(参考) 調整力の例

- 発電量が天候によって左右される太陽光発電や風力発電は、出力が変動する。
- 出力変動は大きく二種類があり、一つは、雲の通過・風向きの変化・太陽高度の変化等によって生じる①短周期変動・長周期変動と昼夜の時間帯の変化等によって発生する②長周期以上の変動が存在する。

短周期・長周期変動

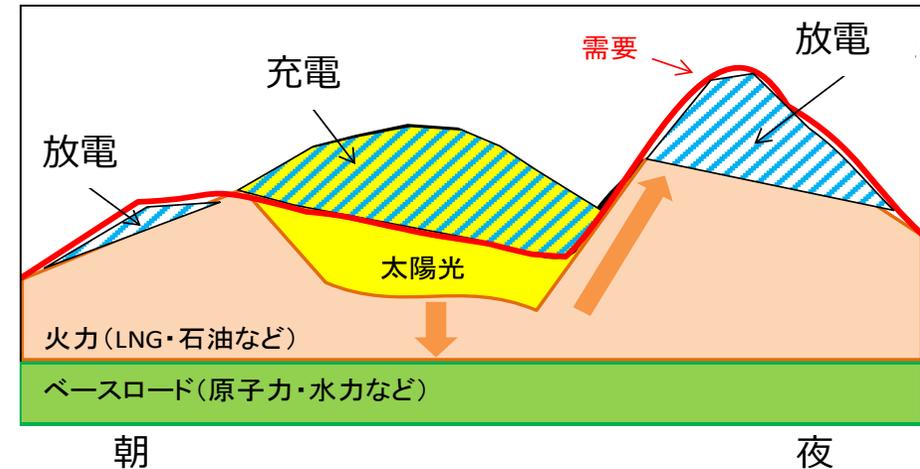


①短周期・長周期の変動対策

現状、GC後火力・水力等に対応
(実需要直前の数秒～十数分等)

+ 高出力のエネルギーリソースに対応
(例：蓄電池、VPP、水素、DR等)

長周期以上の変動対策



②長周期以上の変動対策 (再エネ余剰吸収含む)

現状、GC前 (実需要数時間以上前) に火力等に対応

+ 大容量の蓄エネシステムに対応
(例：蓄電池、VPP、水素等)

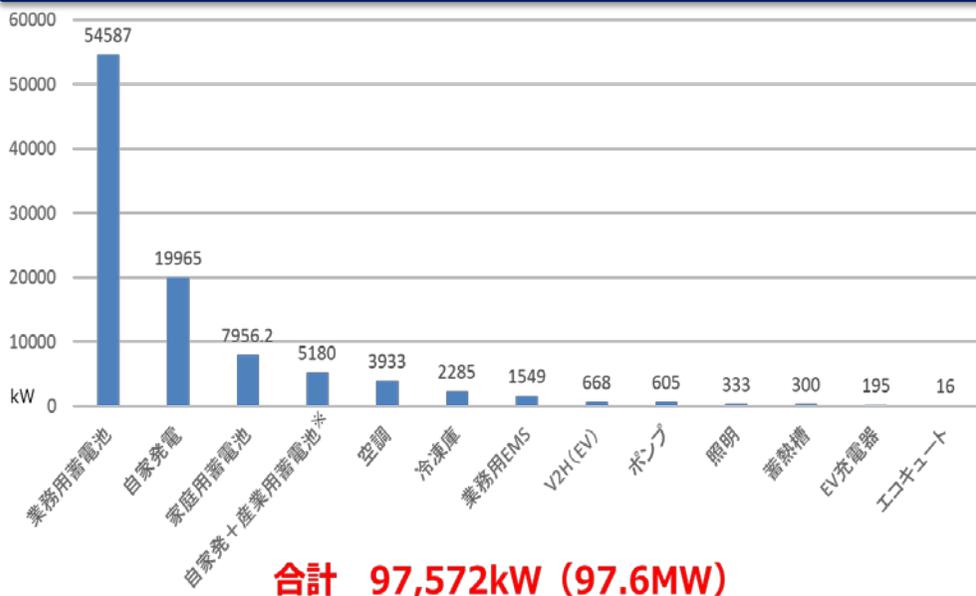
想定される市場等：需給調整市場 (ΔkW)

想定される市場等：需給調整市場 (ΔkW)
卸市場 (kWh)

調整力のカーボンフリー化① 分散型エネルギーリソースの活用(VPP)

- VPPのリソースの一つであるデマンドレスポンス(DR)は、調整力公募において、電源よりも2年連続で約30%以上の低価格で落札している。バーチャルパワープラント(VPP)は、本来の目的を持つ定置用蓄電池やEVなど分散型エネルギーリソースをマルチユースするため、低コストな調整力を提供できると期待されている。
- DRは、送配電事業者の調整力(3時間以内に応動)として調達実績があるが、より早い応動(15分以内、5分以内等)ができる調整力として調達されるには、①エネルギーリソースが、応動時間内に確実に調整力を提供できることの検証(エネルギーリソースが制御可能であることを、常に把握し、適切に制御するシステムの整備)、②VPPにおけるサイバーセキュリティ対策の確立という課題があり、実用化にむけて課題の解決を進めていくべきではないか。

2016年度・2017年度VPP実証で導入したリソース



*自家発と産業用蓄電池をセットで制御対象としているもの

平成30年度向け調整力の公募におけるDRの平均契約価格

	(円/kW)		
	前年度	当年度	増減
合計	4,415	4,085	▲ 330
電源	6,165	5,210	▲ 954
DR	3,753	3,661	▲ 92

※ 平均価格は電源等の契約額の合計を落札容量の合計で除した加重平均として委員会事務局が算定。

平均価格
応札容量・落札容量

	前年度		当年度		増減	
	件数	容量 (万kW)	件数	容量 (万kW)	件数	容量 (万kW)
募集容量	-	132.7	-	132.2	-	▲ 0.5
応札容量	63	165.4	55	175.4	▲ 8	10.0
電源	6	54.2	7	59.3	1	5.1
DR	57	111.2	48	116.1	▲ 9	4.9
落札容量	41	132.0	46	132.2	5	0.2
電源	5	36.2	7	36.1	2	▲ 0.1
DR	36	95.8	39	96.1	3	0.3

● 旧一電(発電・小売部門)以外

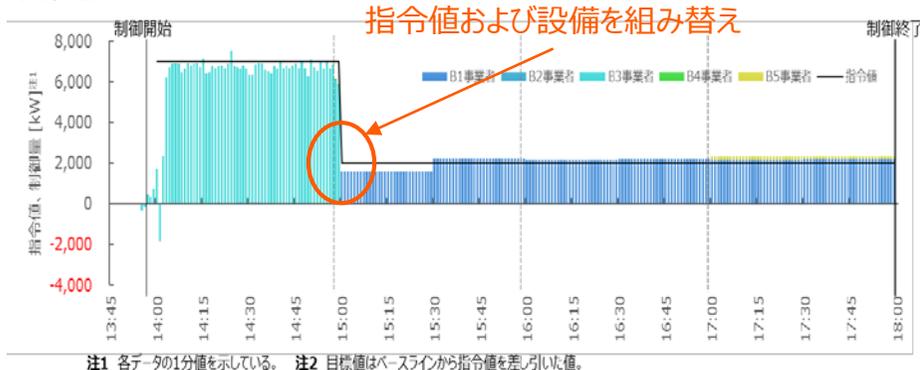
応札容量	43	40.3	46	50.4	3	10.1
落札容量	22	27.1	37	36.8	15	9.7

(参考) VPPが提供する調整力

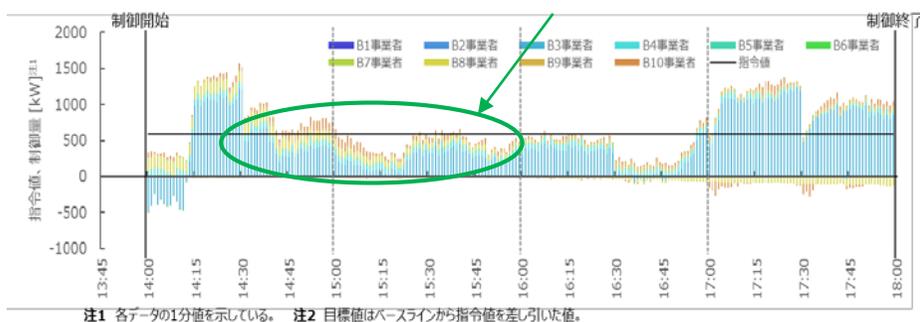
- 実証において、VPPは**15分以内の応動で求められる上げ調整力を提供可能**か、検証している。また、**複数のリソースを組み合わせて調整力を提供することも可能**であり、分散型エネルギーリソースを統合して調整力を提供することが期待されている。
- さらに、**需要をシフトして再エネ余剰を吸収**することで、出力抑制回避するサービスの検証も実施している。

指令値の変更や複数のリソースを制御

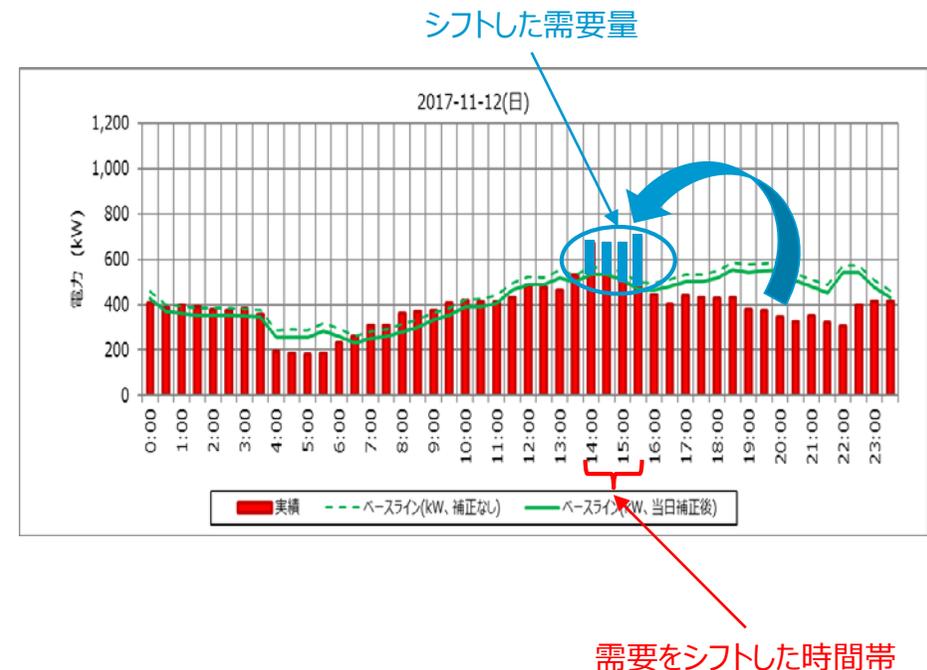
事業者A



事業者B

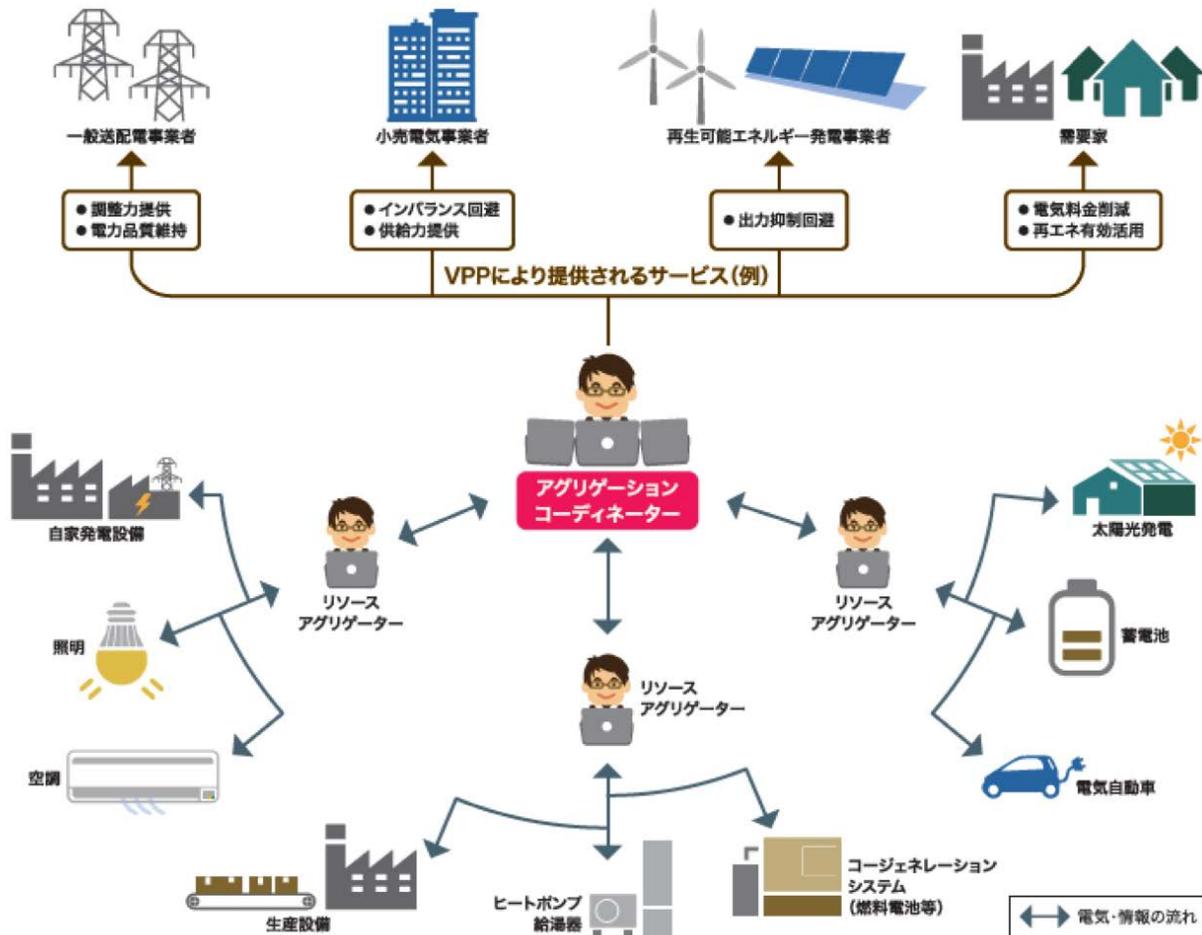


需要をシフトするVPP



(参考) バーチャルパワープラント (VPP) について

- バーチャルパワープラント (VPP) とは、①太陽光発電等の再生可能エネルギー発電設備や、②蓄電池やエコキュート等のエネルギー機器、③デマンドレスポンス (DR) 等の需要家側の取組等、系統上に散在するエネルギーリソースを遠隔に制御することで、**電力創出など、発電所と同等の機能を提供**することをいう。



VPPが調整力となるための主な課題

DRは、送配電事業者の調整力(3時間以内に応動)として、調達実績がある。より早い応動(15分以内、5分以内等)ができる調整力として調達されるためには、主に以下のような課題を克服する必要がある。

- (1) エネルギーリソースが、応動時間内に確実に調整力を提供できることの検証 (エネルギーリソースが制御可能であることを、常に把握し、適切に制御するシステムの整備)
- (2) VPPにおけるサイバーセキュリティ対策の確立

⇒ これらは、VPP構築実証事業等にて対応中。

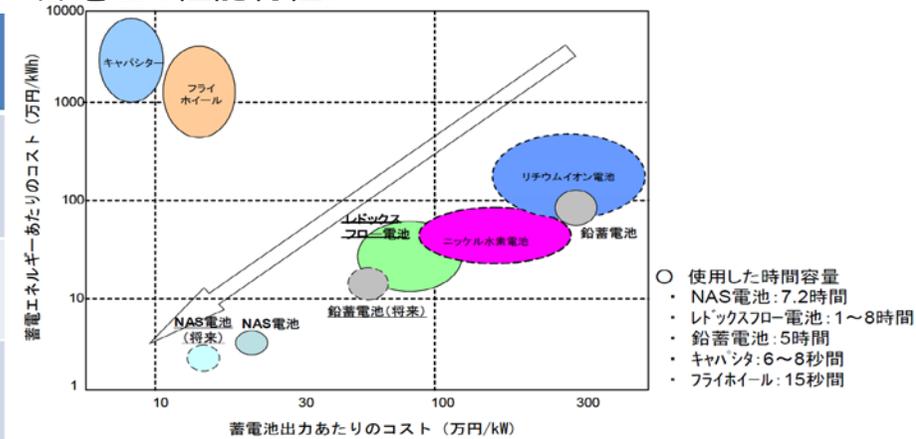
調整力のカーボンフリー化② 蓄電池の活用

- 蓄電池は種類により性能が異なるが、多様な調整力として期待される。しかし、**現状ではコストが高い**。
- 2020年度までの目標価格は、競合対象（揚水発電等）を念頭に定めてきたが、今後は、例えば需給調整市場での活用など**具体的な活用用途を想定した上で、どの程度の価格水準になれば経済的に活用可能かを検討し、コスト目標を設定すべきではないか**。
- なお、蓄電池は同時に複数の役割を果たすことができる特徴（例：短周期変動と長周期変動調整、非常用電源とピークカット）があり、**マルチユースすることで実質的なコスト低減につながるのではないか**。

<用途別の蓄電池の目標価格（2020年度目標）>

	(2015年度) 実績価格	(2020年度) 目標価格	目標価格の考え方
kWh用蓄電池 (主に家庭用)	約22万円/kWh	9万円/kWh以下	住宅用太陽光の余剰買取期間を終了した需要家が、太陽光電気の自家消費の拡大により、15年程度で投資回収可能。
kW用蓄電池 (主に産業用)	約36万円/kW	15万円/kW以下	ピークカットによる契約電力削減により、7年程度で投資回収可能。
kWh用蓄電池 (主に系統用)	-	2.3万円/kWh以下	揚水発電の設置コスト(2.3万円/kWh)と同等を目指す。

<各電池の性能特性>



<需給調整市場における商品設計案>

	一・二次調整力 (GF・LFC) ※1		二次調整力②	三次調整力①	三次調整力② (低速枠)
	一次調整力 (GF相当枠)				
指令・制御	-	指令・制御	指令・制御	指令・制御	指令
監視の通信方法	オンライン	オンライン	オンライン	オンライン	オンライン
回線※2	-	専用線等	専用線等	専用線等	簡易指令システム等も可
発動までの応動時間	10秒以内	240秒以内	5分以内	15分以内	1時間以内
継続時間※3	240秒以上	15分以上	7～11時間以上	7～11時間以上	3時間程度
応札が想定される主な設備	発電機・蓄電池・DR等	発電機・蓄電池・DR等	発電機・蓄電池・DR等	発電機・DR・自家発電余剰等	発電機・DR・自家発電余剰等
商品区分	上げ/下げ※4	上げ/下げ※4	上げ/下げ※4	上げ/下げ※4	上げ/下げ※4

* 蓄電エネルギーあたりのコスト(万円/kWh) = 蓄電池出力あたりのコスト(万円/kW) ÷ 時間容量

※1 一次・二次 (GF・LFC) の細分化については参入状況等を考慮して検討

※2 求められるセキュリティ水準も含め今後更なる検討が必要

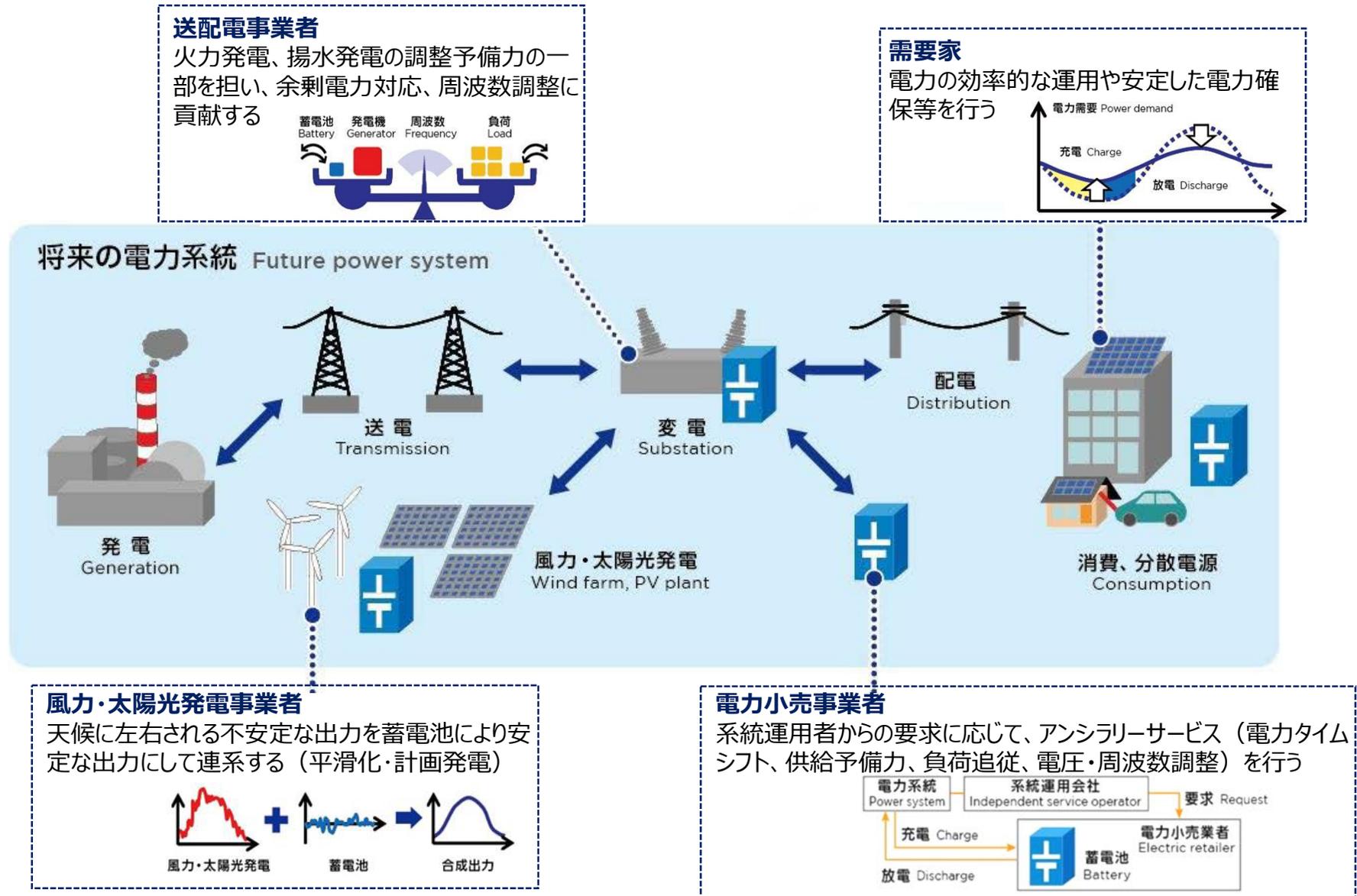
※3 最大値または指令値を継続して出力し続けることが可能な時間

※4 現状の運用においてはBG計画の中で下げ側の調整幅は十分にあり 事前に送配電が確保しておく必要性は少ない。

(参考) 電力・ガス基本政策小委員会 制度検討作業部会 事務局資料

(参考) 電池の適用ケース

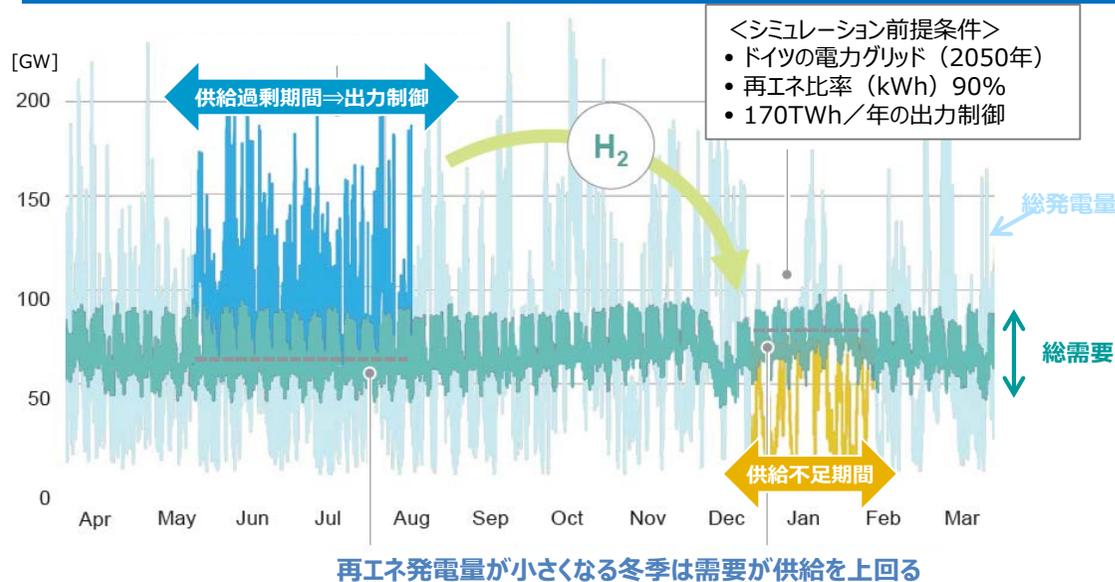
- 各事業者の立場に応じて、蓄電池は異なる要求に対応する必要がある。



調整力のカーボンフリー化③ Power-to-gasの活用

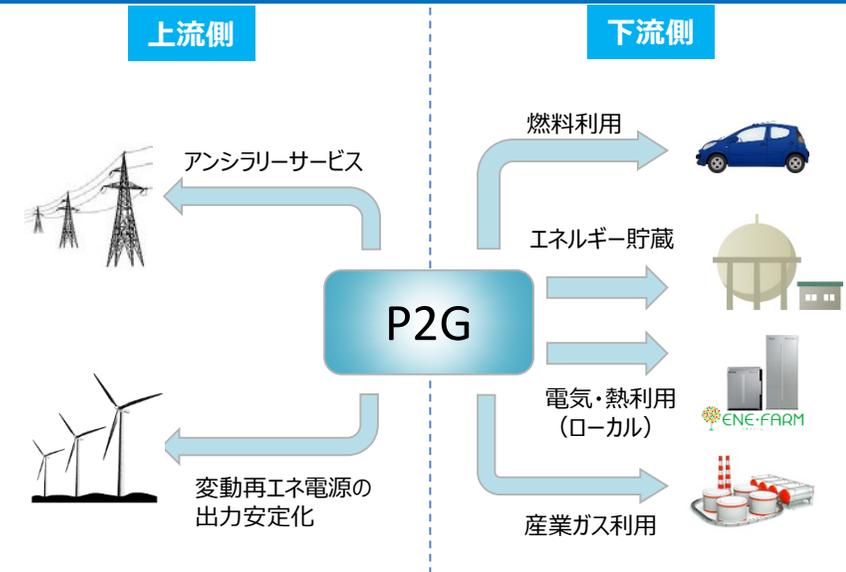
- 将来、大量の再エネが導入された電力システムにおいては、**大量の出力制御とバックアップが必要**となり、電力を水素に換えるPower-to-Gas技術のような**大規模・長期間のエネルギー貯蔵手段を活用する期待**が高まると考えられる。
- Power-to-Gasは、上流側でアンシラリーサービス等を提供しつつ、下流側で水素を様々な用途に利用することが可能。水素供給ビジネスの発展と連携させつつPower-to-gas技術開発を進め、**中長期的には次世代型の調整力としての事業化・社会実装を行っていくことが重要**なのではないか。

水素による長周期変動の調整イメージ



[出典] [Hydrogen Council \(2017\)](#)を資源エネルギー庁編集

Power-to-gasの付加価値創出イメージ



[出典] 資源エネルギー庁作成