

[京都大学再生可能エネルギー講座]

電力系統(供給信頼度維持)は 再生可能エネルギーと どう寄り添うか??

2017.1.30

西村 陽(にしむら・きよし) 大阪大学大学院工学研究科特任教授

1961年富山県生まれ。1984年一橋大学経済学部卒業。

関西電力で調査、戦略、マーケティング、電力市場改革等を担当。

公益事業学会理事・学術研究会幹事、国際公共政策学会理事

早稲田大学先進グリッド研究所 研究院教授

1999～2001年学習院大学特別客員教授。2006～2008 大阪大学招聘教授。

『電力改革の構図と戦略』 『電力自由化完全ガイド』 『検証エンロン破綻』

『電力のマーケティングとブランド戦略』 エナジー・エコノミクス』

『にっぽん電化史①～③』 『電力システム改革の検証～

開かれた議論と国民の選択のために』 『まるわかり電力システム改革キーワード360』

『電力・ガス改革とエネルギー政策の新展開』 (2017/3予定)等。



本日の問題意識

○「再生可能エネルギー」に対する正統的電力技術者の観察は一貫している。

～再生可能エネルギーは電力系統(信頼度確保)にとって害毒であり、それを吸収する能力を備えて安定供給を守る必要がある。(政治的理由他でそうなることは否定しない)

～そのためにはネットワークの強化と高速電源(水力・ガスタービン)の充実が第一である。

Q1.それはなぜか??

Q2.それは本当か?? 他の手段があるとすれば何か??

Q3.再生可能大量導入時代のあるべき考え方とは??

[電力技術の潮流変化]

これまでのエネルギー(電力)技術の発展の基本的枠組み

① 大型化・大規模化

- 発電・送電にはスケールメリットがあり、大型化することで効

率が

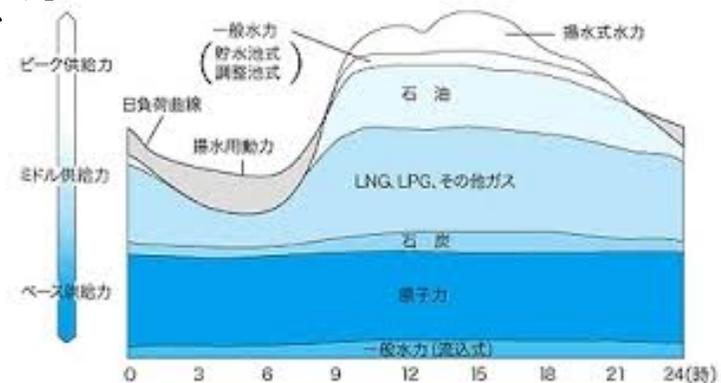


② 強固なネットワーク

- 多重で強いネットワークを持つこ

とで供給信頼度は上がり、

エ



③ 需要変動に供給が自在に反応

- 電気は貯蔵が効かず、需要は大きく変動するので供給側の

2000年代以降に現れたエネルギー技術の新潮流

① 大型化・大規模化→小型化

☆分散型発電

☆再生可能エネルギー



② 強固なネットワーク→需要サイド

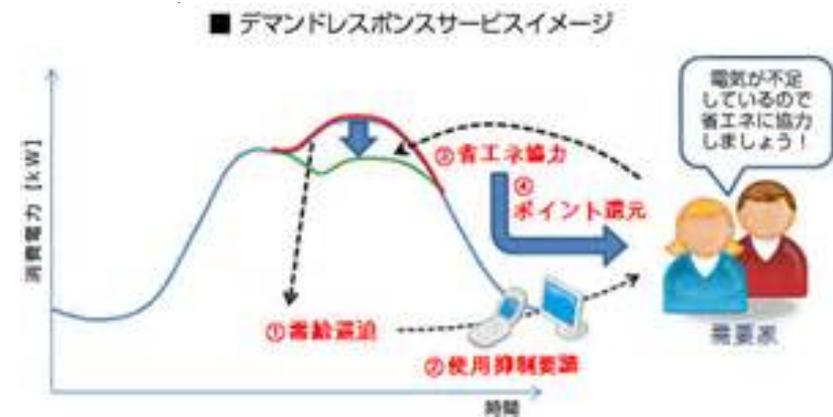
☆HEMS、家庭内IoT

☆地産地消モデル、スマートコミュニティ

③ 供給が反応→需要側も動く

☆蓄電池・需要による系統調整

☆ネガワット(デマンドレスポンス)

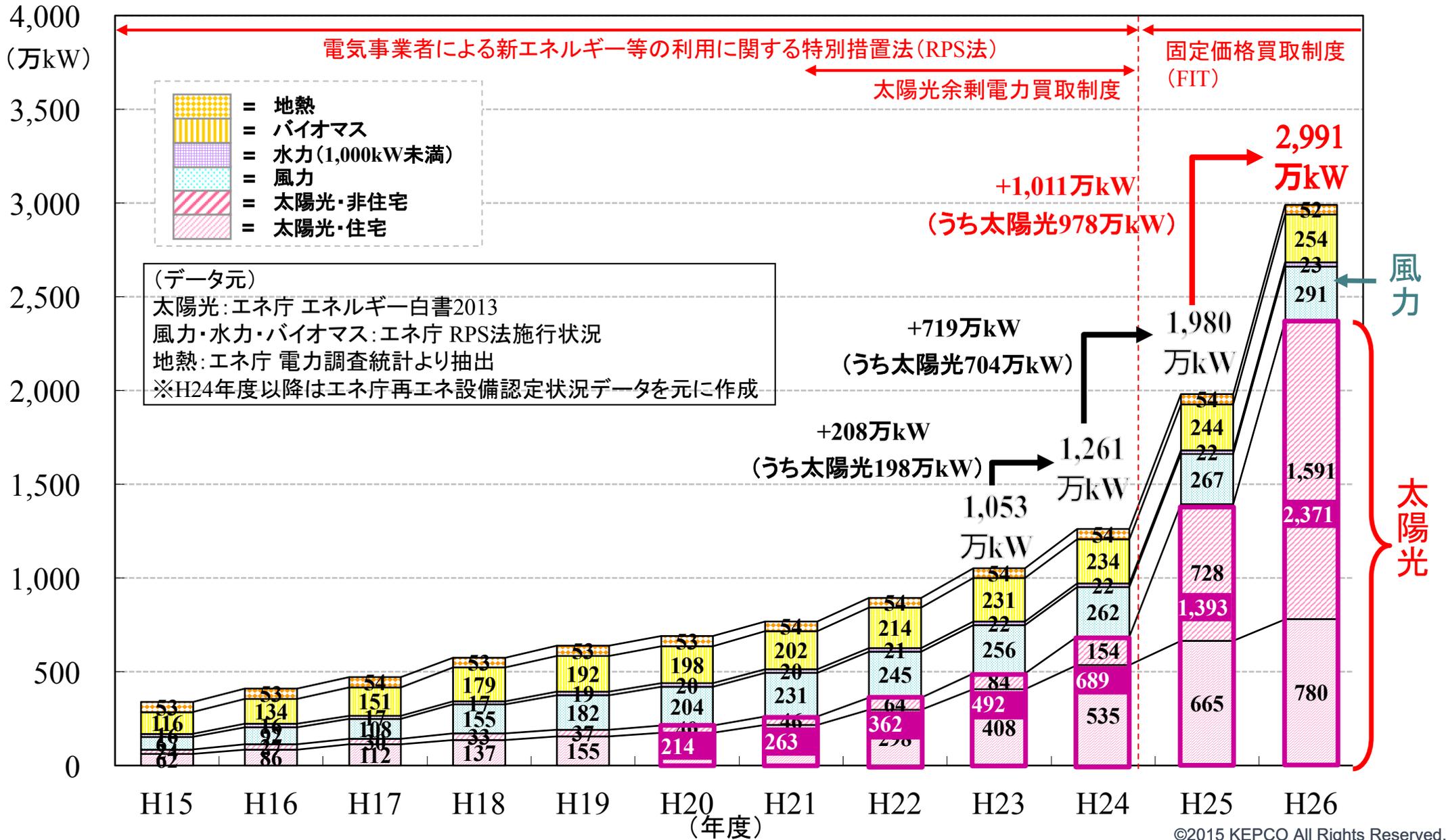


正統的な電力技術者の事実認識と思考のスタンス

- ①電力系統とは、正弦波(交流)で同期した多くの発電機とそれらをつなぐネットワークで構成されたものであり、それによって需要側の変動と系統内の事故事象(停止等)に対応して信頼度を維持(停電防止)している。
- ②正弦波(交流)で同期しない発電システム(直流で発電する太陽光、同期制御できない風力等、地熱とバイオマス以外の再生可能エネルギー)は①の定義では需要の一種であり、発電機ではない。
- ③需要の変動に加えて②の変動が加わる状況(再生可能エネルギー普及下)の電力系統にはより強い変動吸収力が必要であり、周期数調整能力を持った電源(揚水・水力・高速ガスタービン)を十分持つ必要がある。

→さて、①、②、③とも完璧に正しいか??

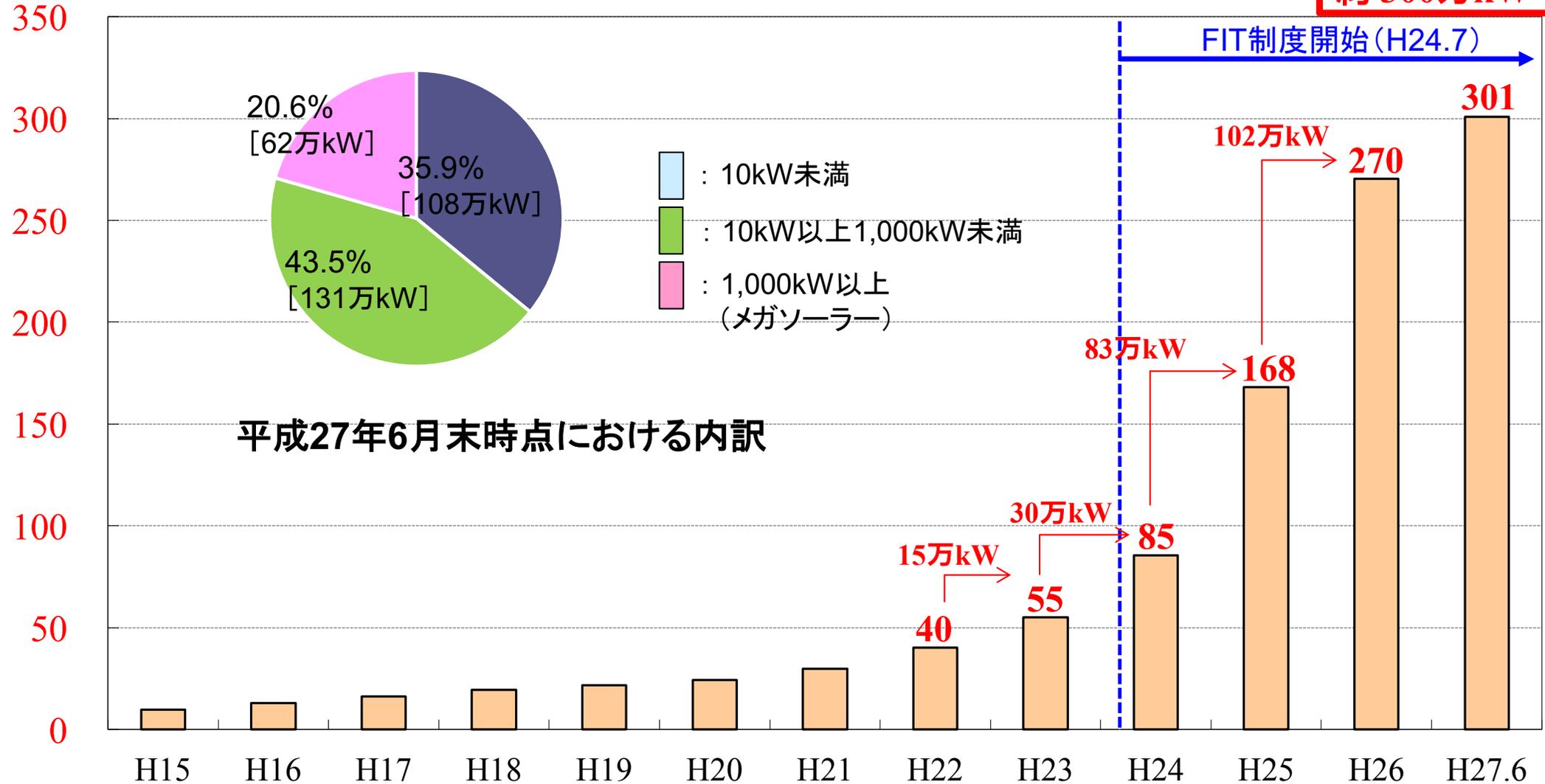
FIT制度開始以降、再エネ導入量は加速的に増加。その大半が太陽光



関西は全国の1割程度(地価が高く、駐車場等の方が採算がよいいため)

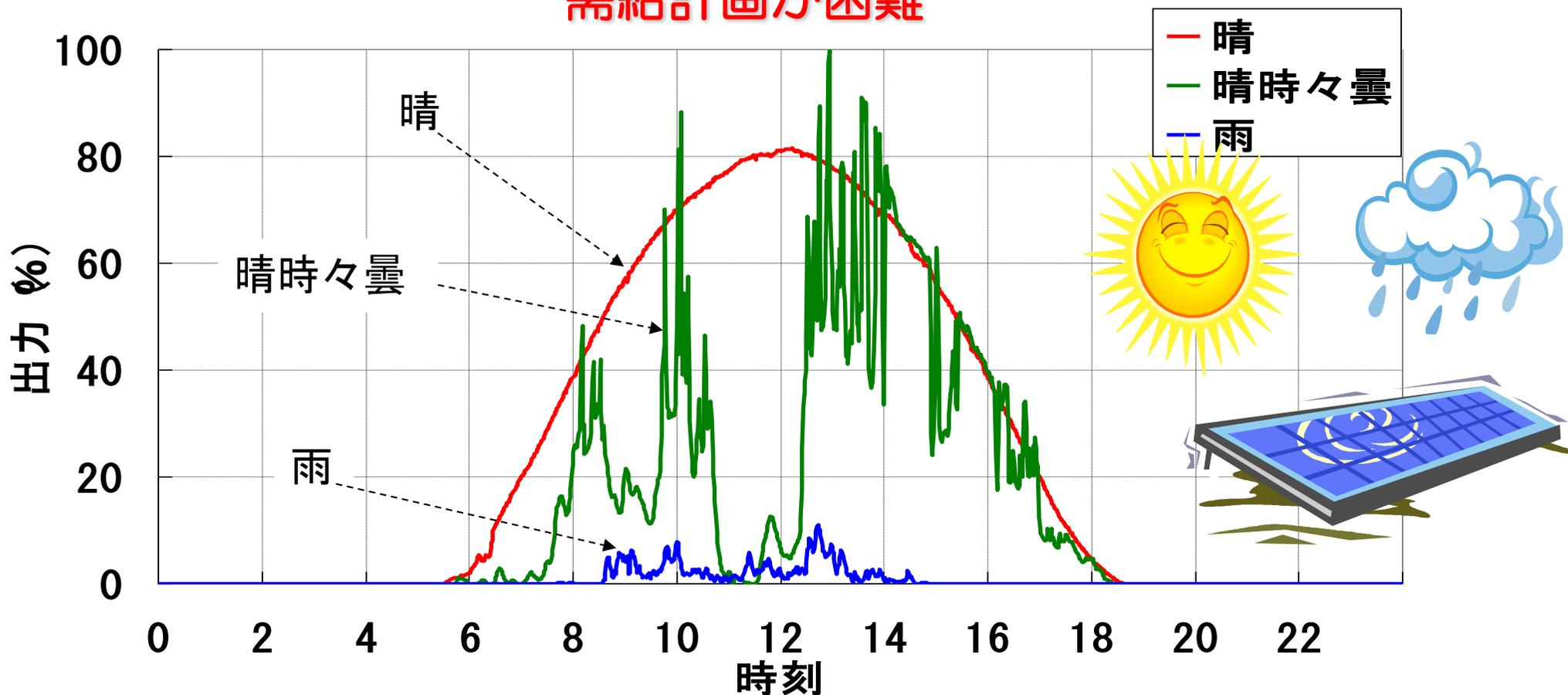
平成27年6月末
約 300万kW

(万kW)

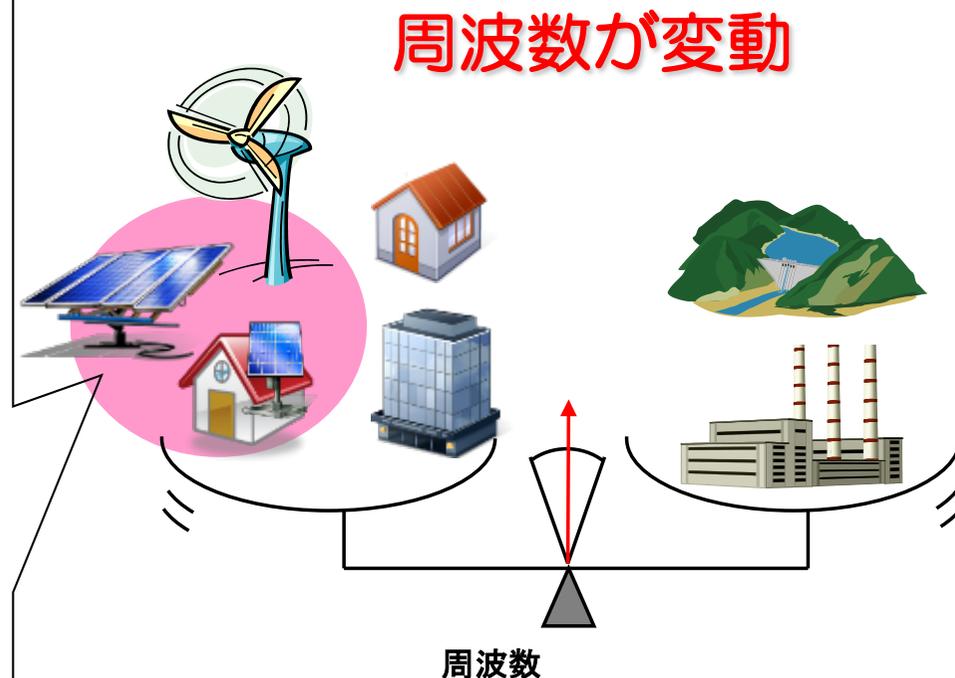
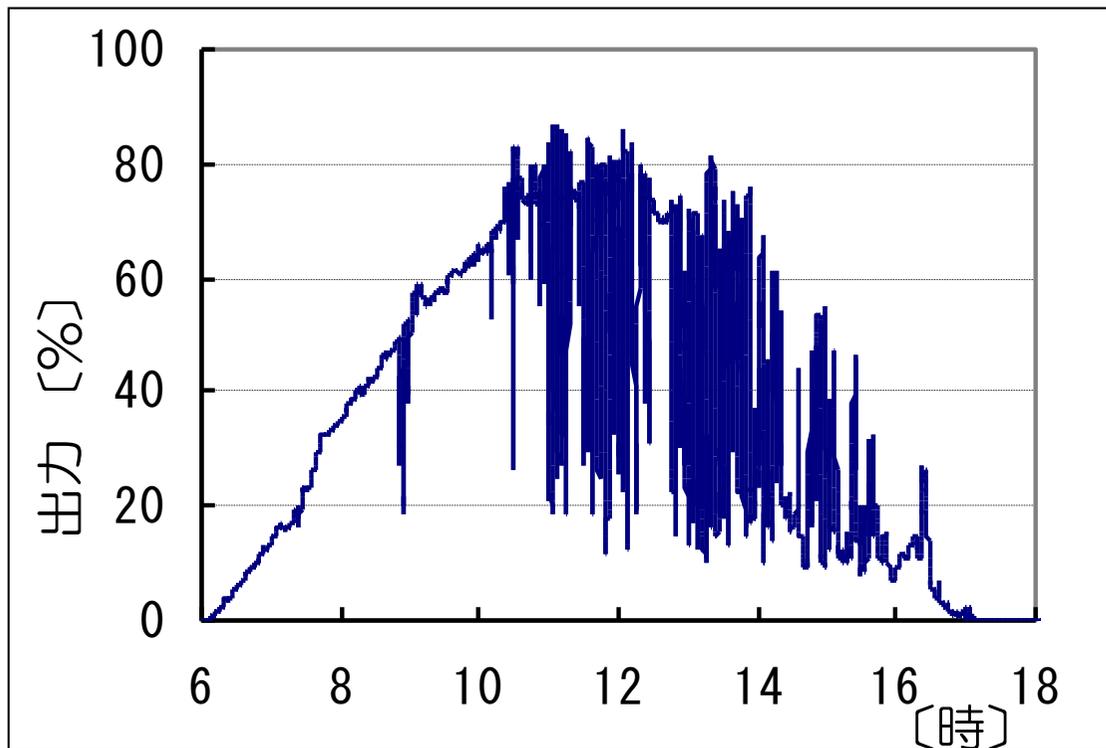


障害	電力系統への影響	課題	とるべき対応
<p>① 天候任せな 発電量</p>	<p>需給計画が困難</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・需給計画の困難化 ・バックアップ電源の確保 	<p>太陽光発電の出力予測、把握による需給調整力の確保</p>
<p>② 出力変動が 大きい</p>	<p>周波数が変動</p>	<p>需給調整力の向上</p>	<p>蓄電池による需給調整力の向上</p>
<p>③ 配電系統に 広く分布</p>	<p>電圧上昇 電圧変動</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・電圧上昇 ・電圧変動 	<p>配電系統の高度化</p>

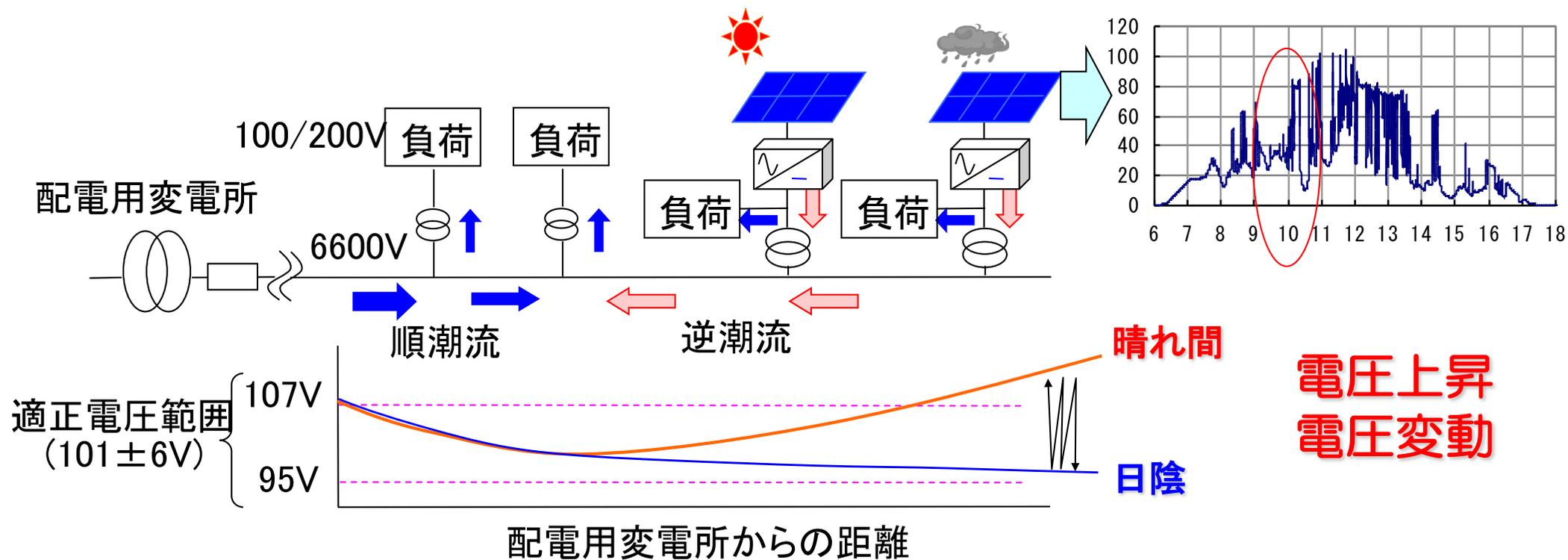
需給計画が困難



課題	<ul style="list-style-type: none"> ・需給計画の困難化 ・バックアップ電源の確保
とるべき対策	<u>太陽光発電の出力予測</u> 、把握による需給調整力の確保

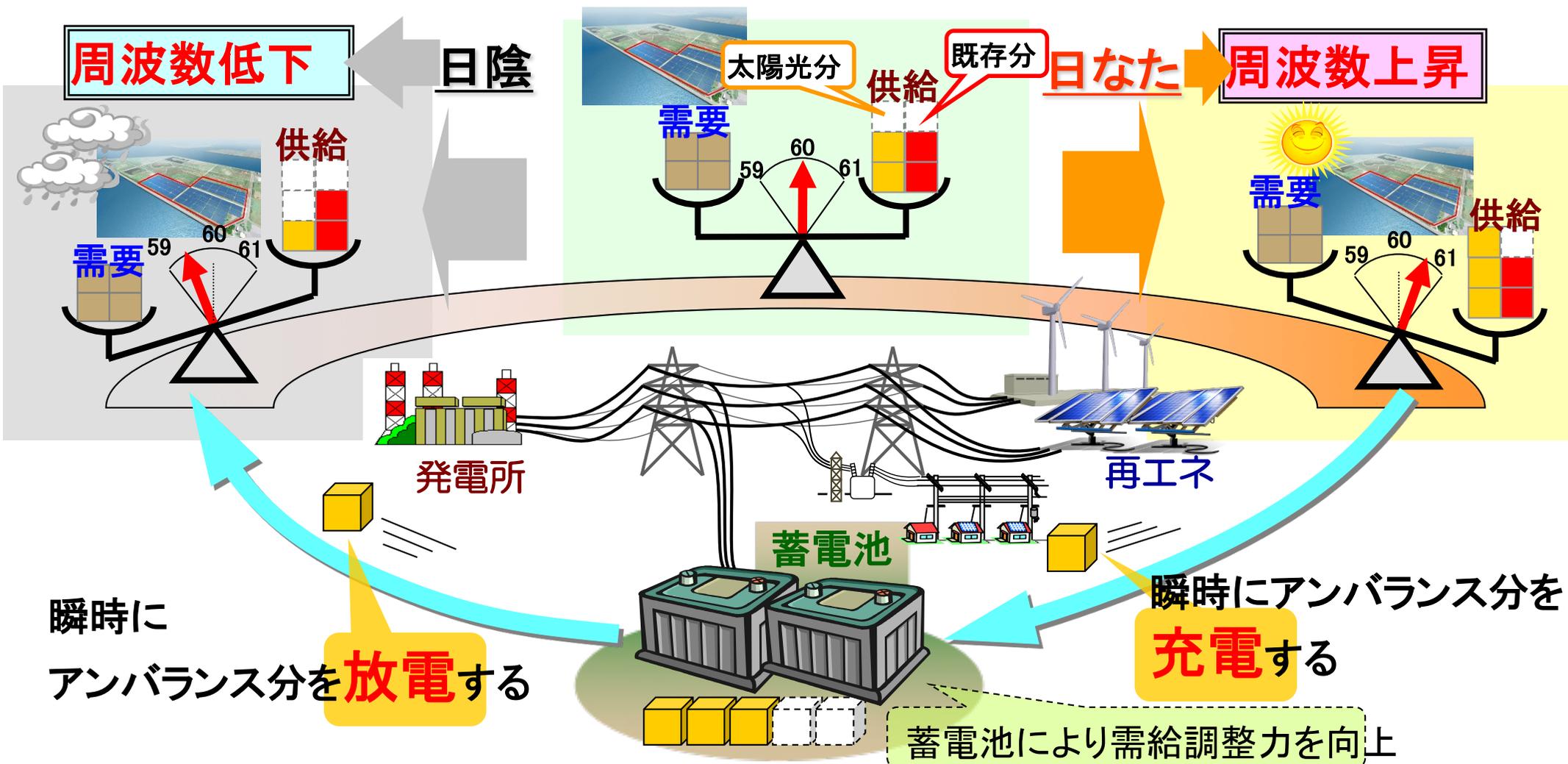


課題	需給調整力の向上
とるべき対策	需給調整力の向上(既存発電機+蓄電池)

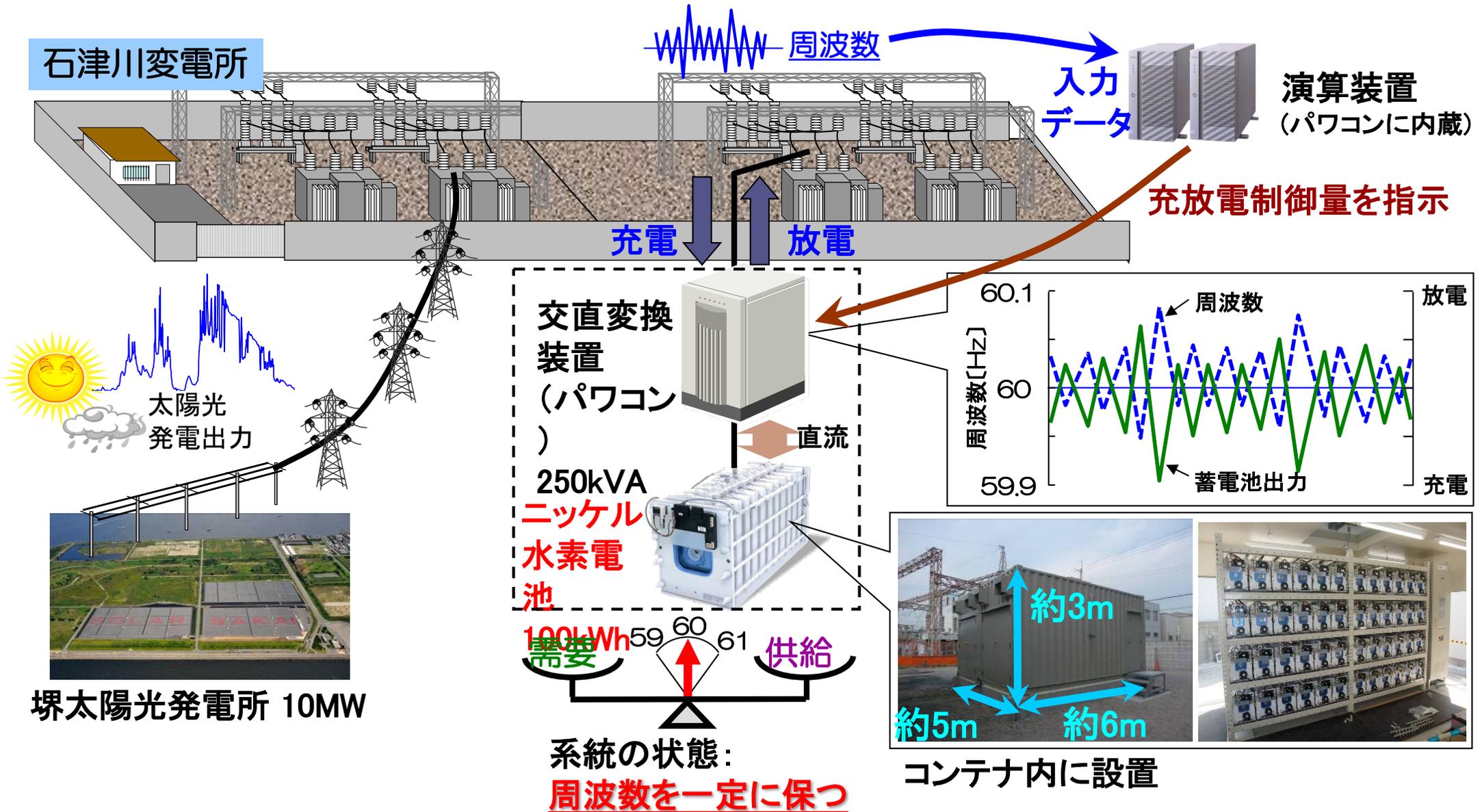


課題	・電圧上昇 ・電圧変動
検討中の対策	<u>配電系統の高度化(電圧調整器の設置・高速切り替え)</u>

太陽光が大量導入されると、需給調整力不足のおそれあり。そこで**瞬時に出力調整可能な蓄電池を活用した新たな需給制御手法**の検討を実施。



石津川変電所に実証設備を設置し、蓄電池システムの研究を実施
(目的: 蓄電池のハード特性の把握、蓄電池制御ロジックの開発)



① 監視機能の高度化

センサー内蔵開閉器

電圧・電流・力率を測定・計算し、情報を伝送



② 電圧制御機能の高度化

遠隔制御型 電圧調整器



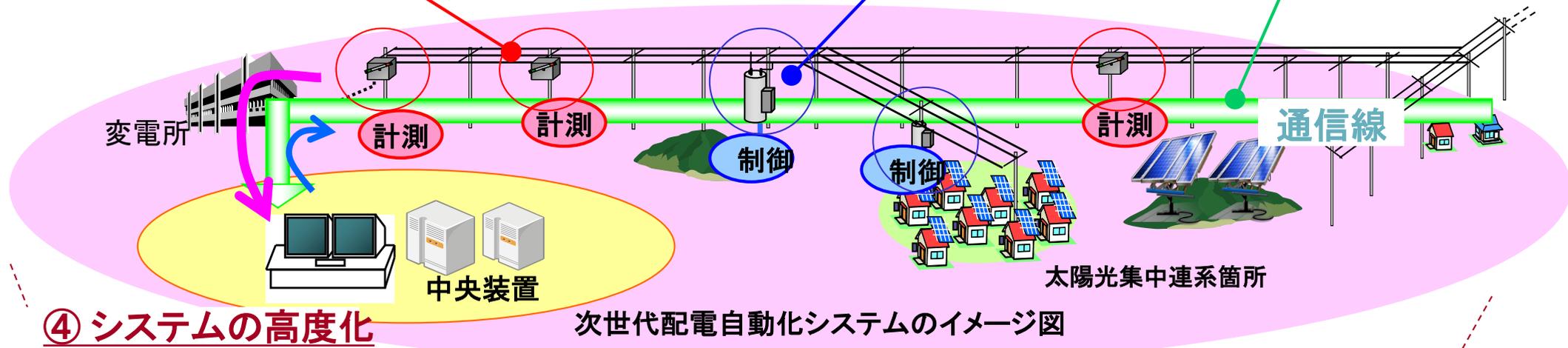
- ・遠隔制御により電圧を調整
- ・電圧調整動作の高速化

刻々と変化する
大量データの伝送へ対応

③ 通信線の高速化

- ・高速通信線(光など)
- ・情報量の増加
- ・伝送遅延の短縮

+



④ システムの高度化

大量の情報を一元的に監視・制御するため、次世代配電自動化システムを開発

次世代配電自動化システムのイメージ図

配電系統の監視・制御を高度化することで、再エネの普及拡大に貢献



電圧調整器
(幹線用)



電圧調整器
(太陽光集中連系箇所用)

本日の問題意識に戻ろう。

[正統的な電力技術者の観察]

○「再生可能エネルギー」の増加に対応するには、ネットワークの強化と高速電源(水力・ガスタービン)の充実が第一である。

Q1.それはなぜか?? →再生可能の特性のため

Q2.それは本当か?? 他の手段があるとすれば何か??

→はたして別の方法(Alternative)はないのか??

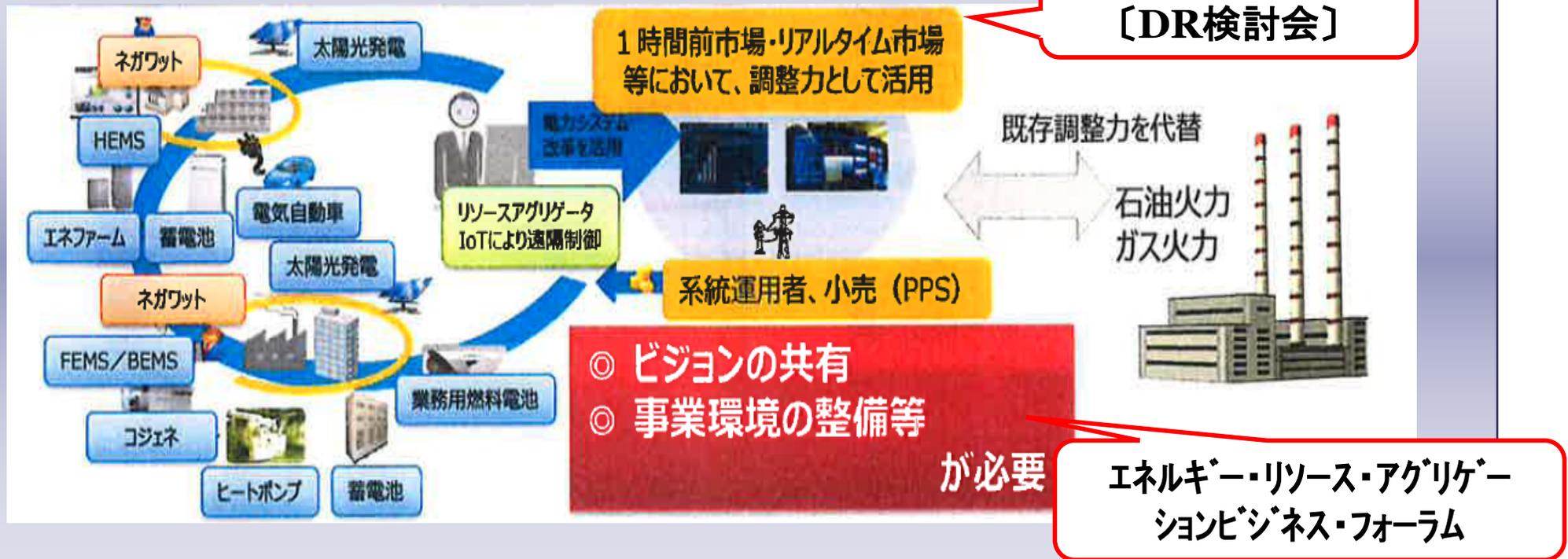
[Alternative]

- ・発電機のかわりに使える資源はないのか。それはネットワークにつないで使うことができるか。

Q3.再生可能大量導入時代のあるべき考え方とは??

節電のインセンティブを抜本的に高める。家庭の太陽光発電やIoTを活用し、節電した電力量を売電できる「ネガワット取引市場」を2017年までに創設する。そのため、来年度中に、事業者間の取引ルールを策定し、エネルギー機器を遠隔制御するための通信規格を整備する。

将来像のイメージ



○kWh市場での取引(JEPX含む=類型1)と、送配電事業者による調
整力

調達の一部としての活用(類型2)でDRの活用の制度整備が進んだ。

第5回電力基本政策小委員会(128.3.30)

資料7より抜粋

各組織におけるネガワットの検討予定スケジュール (2016年4月～)

電力基本政策小委員会	電力取引監視等委員会 (制度設計専門会合)	ERAB検討会 (ネガワットWG)
【3/30】 <ul style="list-style-type: none">○施行日決定 (論点①)○インバランス供給の対象となるネガワット取引量の下限 (論点②)		
【5月】 <ul style="list-style-type: none">○ネガワット取引の形態 (論点②)○ネガワット事業者への情報提供 (論点③)	【4月～6月】 <ul style="list-style-type: none">※複数回を想定○ネガワット事業者に求める規律 (論点③)○インバランス計算手法 (論点④)○ネガワットの業務フロー (論点④)	【4～5月】 <ul style="list-style-type: none">※複数回を想定○売上補填の方法 (論点④)○ベースラインの設定 (論点④)
【6 or 7月】 <ul style="list-style-type: none">○全体方針の決定		【6月】 ガイドラインの改定

※広域機関における詳細な手続きフロー等の整理結果も報告

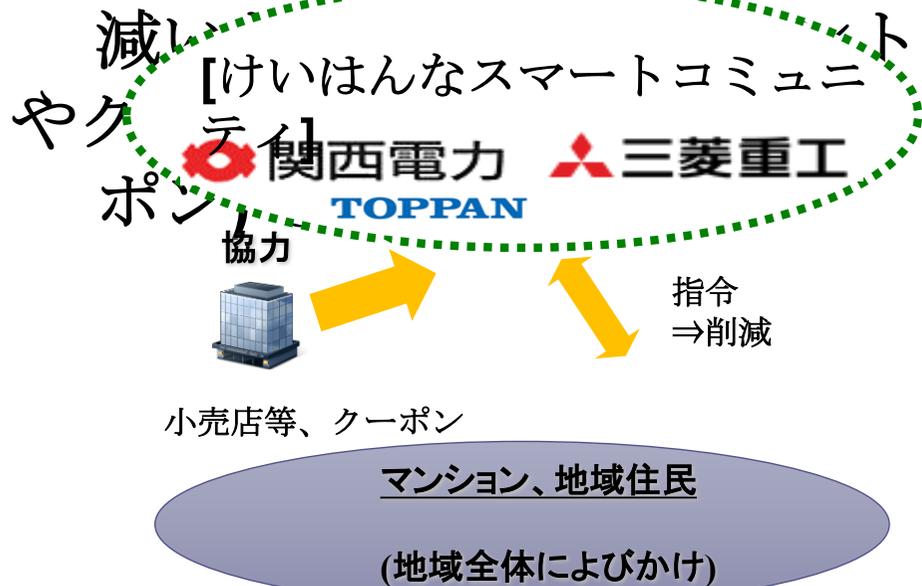
7月以降：約款の変更、一般送配電事業者・広域機関によるシステム整備
卸電力市場の取引ルールの整備等

2017年4月1日：ネガワット取引に関する第三弾の電事法施行

ネガワットの活用の姿

[kWh市場でのネガワット(類型1)]

○新しい街の開発で、多くのお客さまに指定時間に電気の利用を削減

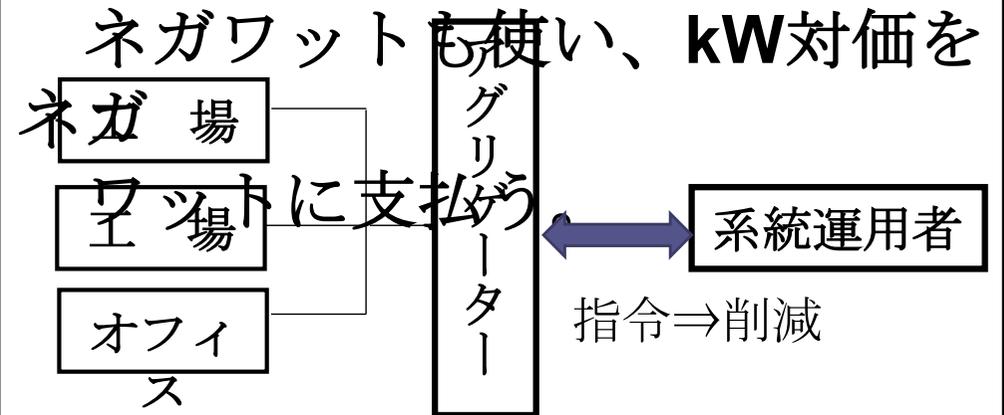


[kW市場でのネガワット(類型2)]

○電気の信頼度確保を担う系統運用

ユーザー(九電・送配電会社等)が確保

保する調整力に、発電機に加えて



※年度毎の入札により落札、契約。
(東京・中部・関西管内他で2017/4

～)

バーチャルパワープラント構築事業採択事業者一覧

- 採択件数：7件
- 制御対象機器の合計容量：19.1MW（今後リソースを拡大していく予定）

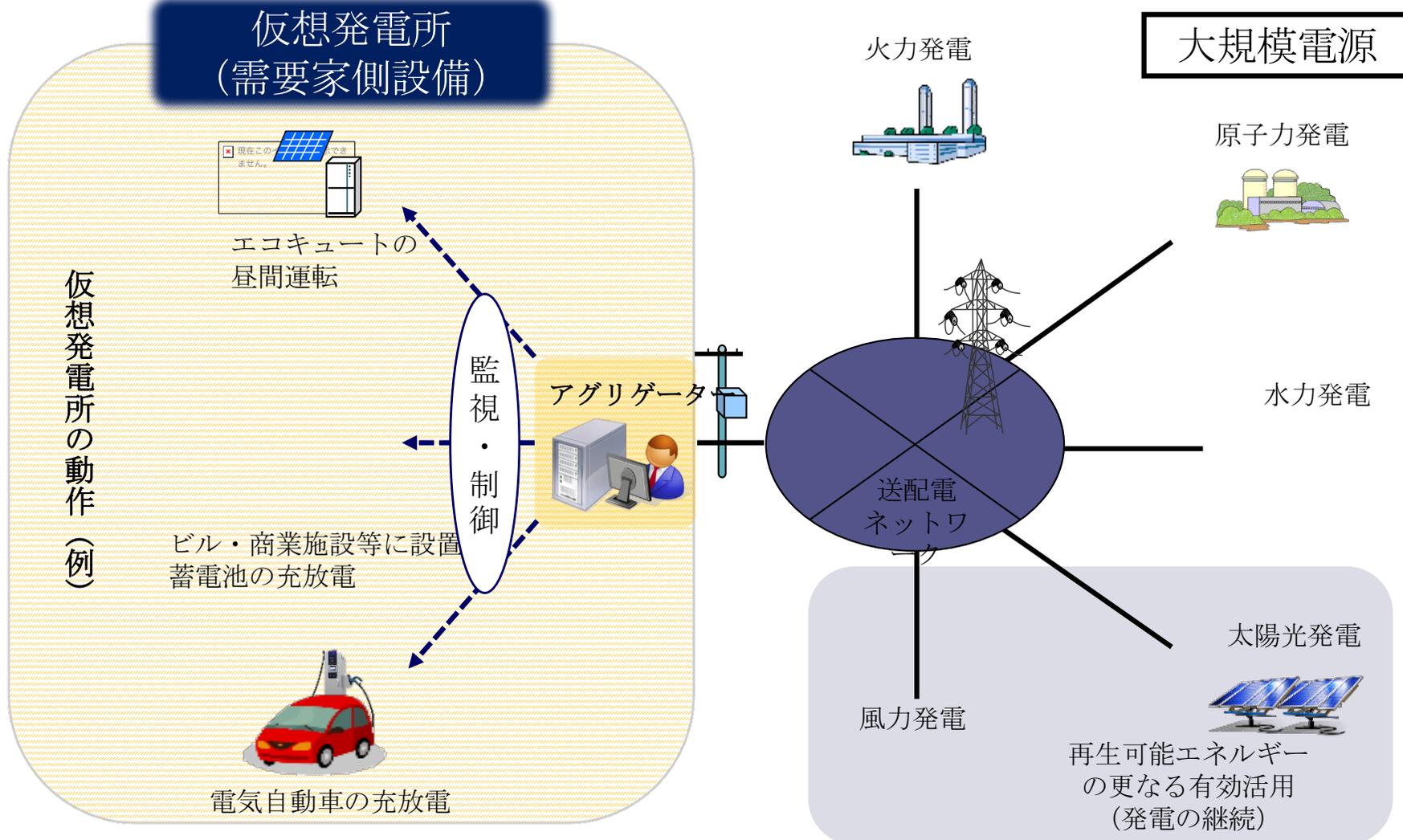
	事業者	制御対象機器 (一部を例示)	提供予定サービス（将来的な構想を含む）			
1	関西電力、他13社	大型蓄電池、 家庭用エコキュート 電気自動車	小売電気事業者向け	送配電事業者向け	需要家向け (エネマネ)	
2	東京電力エナジーパートナー、 横浜市、 IBJL東芝リース	蓄電池	小売電気事業者向け	ネガワット取引	需要家向け (BCP)	
3	日本電気、他8社	蓄電池	小売電気事業者向け	送配電事業者向け (調整力)	送配電事業者向け (配電網電圧)	再エネ事業者向け (出力制御回避)
4	アズビル、他4社	蓄熱槽 照明・空調 コジェネ	小売電気事業者向け	送配電事業者向け	需要家向け (エネマネ)	再エネ事業者向け (出力制御回避)
5	エナリス、他5社	家庭用蓄電池 電気自動車	小売電気事業者向け			
6	SBIエナジー	家庭用蓄電池 電気自動車	再エネ事業者向け (出力制御回避)	小売電気事業者向け	送配電事業者向け	
7	ローソン、 慶應義塾大学SFC研究所	照明・空調 ショーケース 蓄電池	小売電気事業者向け	送配電事業者向け		

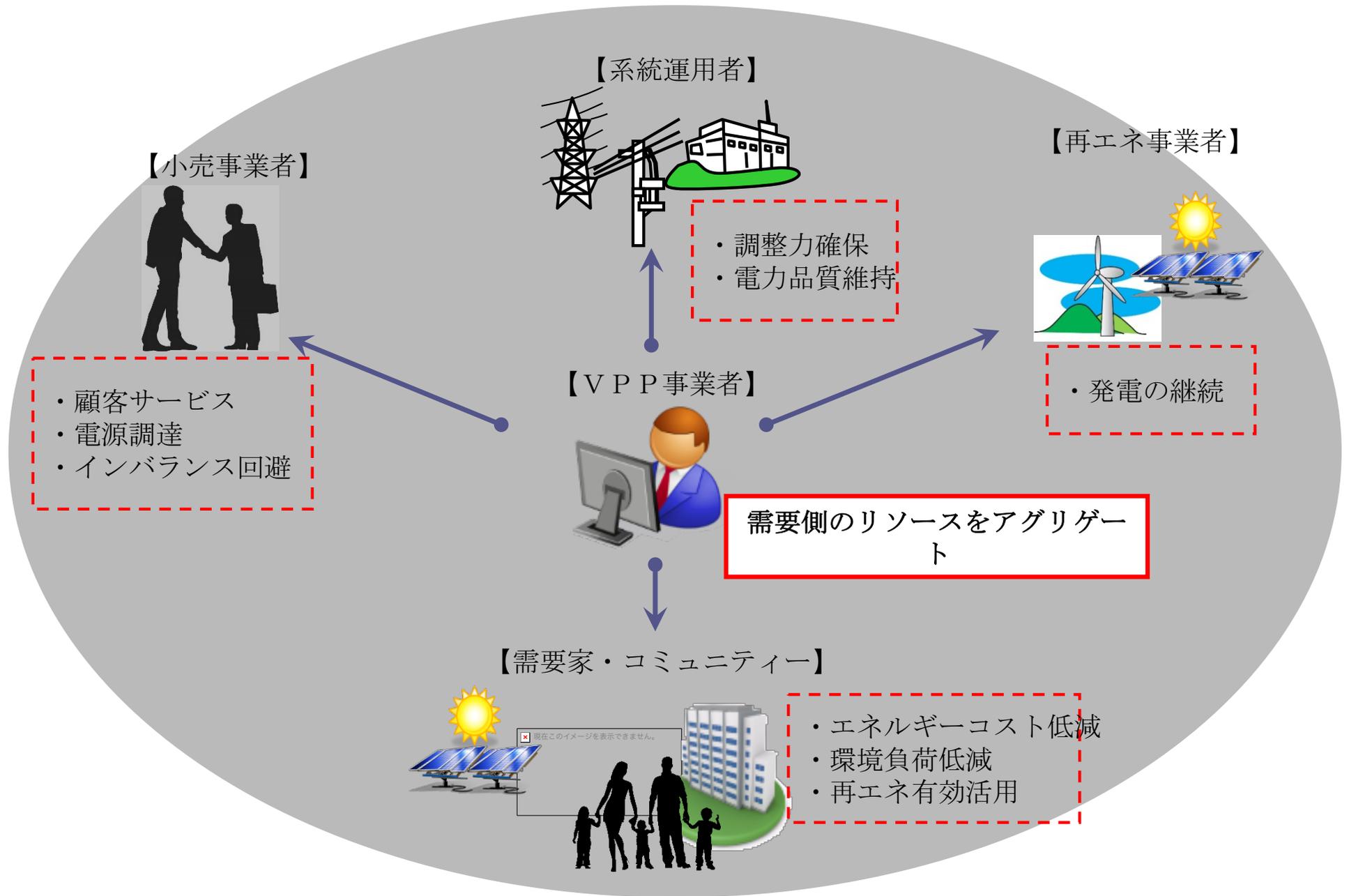
関西電力のVPP実証のイメージ図

需給調整は、これまで大規模電源にて実施してきたが、再生可能エネルギーの更なる有効活用のため、需要家側の設備等をうまく活用、あたかも一つの発電所（VPP）のように制御する技術

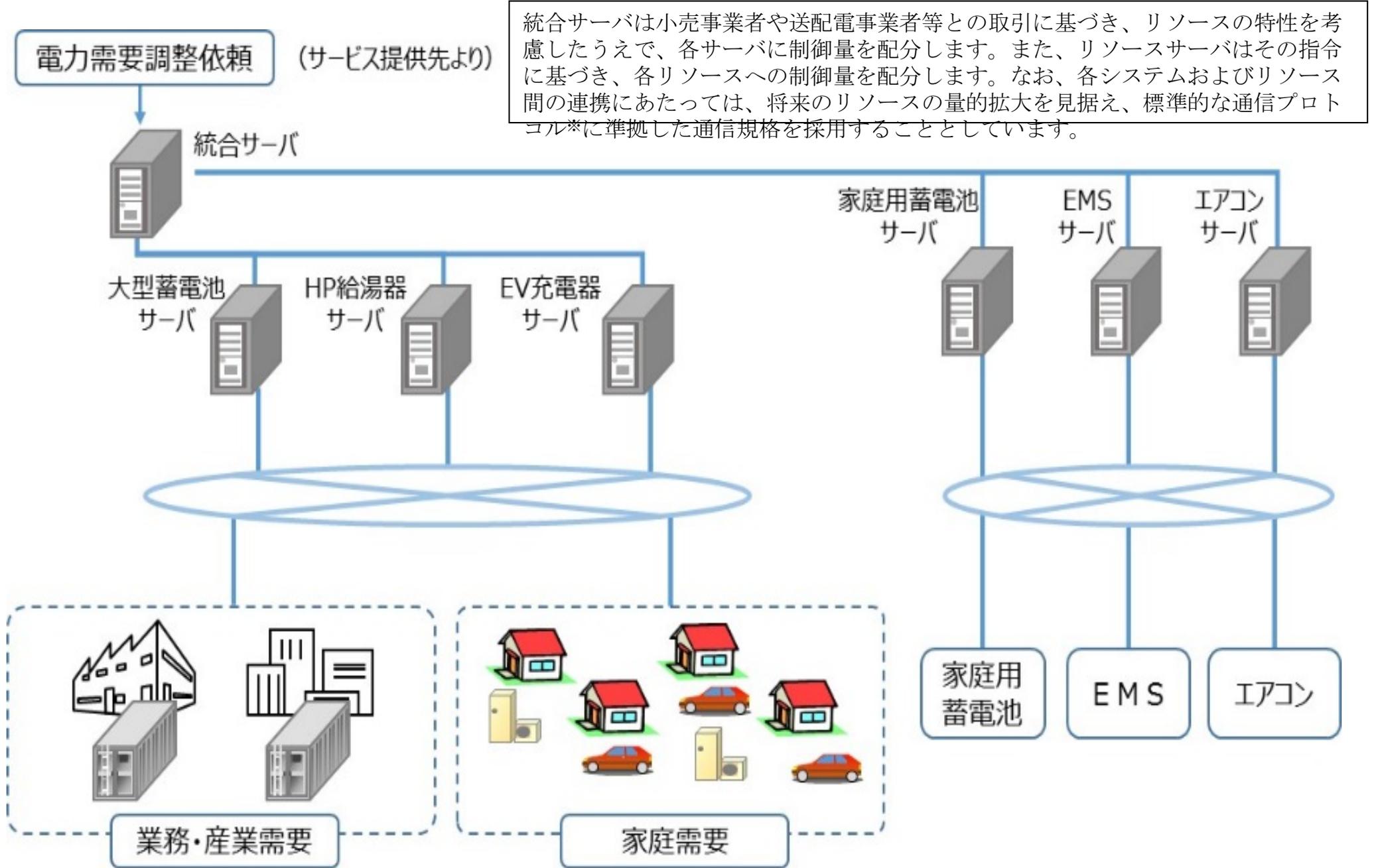
発電余剰時：需要側を増コントロール（蓄電、蓄熱等）

発電不足時：需要側を減コントロール（放電、空調等の負荷縮小）

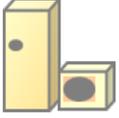
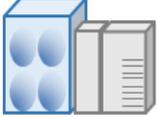
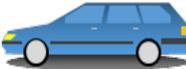




関西電力VPP実証のシステム構築イメージ



バーチャルパワープラントで活用できるリソースの一覧

	EMS	空調	給湯	EV・PHV	蓄電池	PV	発電機
家庭用	HEMS 	エアコン 	家庭用HP給湯器 	自家用車 	小型蓄電池 	屋根上PV 	家庭用 ジェネレーション 
	エネゲート	Nature Japan	関西電力 住友電気工業 日本ユニシス エネゲート	関西電力 住友電気工業	NTTスマイルエナジー エリーパワー 三菱商事	三菱商事	
業務 産業用	BEMS FEMS 	業務用空調 	業務用HP給湯器 	社用車等 	大型蓄電池 	メガソーラ 	ジェネレーション 自家発電機 
	関西電気保安協会 住友電気工業 ダイヘン			エネゲート	関西電力 富士電機 三社電機製作所 GSユアサ 住友電気工業 大林組		

 今回実証予定のリソース

NYPSC's vision and policy goals

Stated Objectives

- Enhanced customer knowledge and tools to support management of the total energy bill
- Market animation and leverage of customer contributions
- System wide efficiency
- Fuel and resource diversity
- System reliability and resiliency
- Reduction of carbon emissions

REV: Reforming the Energy Vision

New York State is leading the nation in developing new policies to encourage and reward consumers to use new technologies to control energy use.



○ニューヨーク州では、規制当局と電力会社(Utility)が、需要の伸びに対応する既存配電投資のAlternativeとして顧客側資源の活用による安定供給維持を打ち出して世界的に話題に。

米国のUtilityの基本的役割

- ①配電設備を計画、建設、維持管理し、その対価を送った電気の量に応じて電気料金の一部として回収する。
(託送単価は州政府が規制・認可)は
※太陽光等自家発電が増えると、託送する電気が減り、
収支が合わなくなって単価の値上がりの可能性)
- ②卸市場(ISOが運用する市場)から電気を調達し、規制料金として利益・損失なく小売りする。
(日本の三段料金のような少々使用者保護ではない)
→自由化価格が冬場に時々暴騰する北東部では、
規制料金のシェアが70~90%を維持。
- ③すべての小売り事業者(新規参入者含む)のコールセンターサービス、検針・集金業務、請求・収納、引っ越し契約管理を行い、その対価は託送料金で回収する。
※日本では検針は配電、その他は各事業者(テキサス型)
- ④その他、規制当局の依頼をうけて省エネサービス、スイッチングのPR等各種の活動を行う。

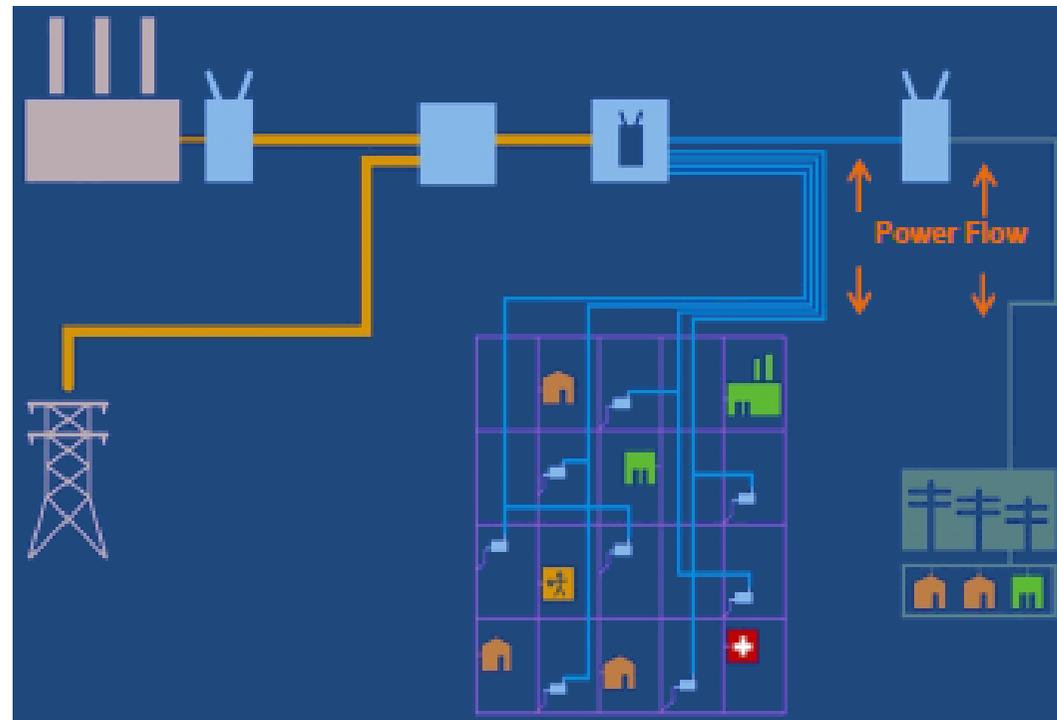


Integration is main REV theme

Customer resources
& behavior

Utility business
& operations

- Integrate individual resources
- Integrate resource portfolios
- Integrate market



○顧客のリソース(PV、自家発(CHP)、DR、EV)を統合して電力会社の運用に生かす。
→基本思想は日本のVPP実証と同じ

REVとはどんな考え方なのか (PUC・Ziebelman チェアマン※)

※PJM元会長、DRのViridity創業者

- 私はUtilityこそが電気事業のイノベーションを先導すべきと考えている。配電部門の役割を認めない欧州とは違う考え方だ。
- 再生可能が増えると託送電力量は減り、いわゆるデススパイラル(託送料の高騰による再生可能シフトの加速、配電経営の破たん)が起こる。NYは州の半分を再生可能、という目標なので、Utilityに他の発展可能性を持たせることが必要だ。
- NYはまだ需要増大地域があり、Utilityに従来どおりの投資計画を立てさせるととても高額な設備を作ることになる。再生可能エネルギーやDRによるピークダウンとうまくつなぎこみ、調整資源として生かせば消費者の託送料金負担は安くなる。クイーンズやブルックリンの一部ではREVの実験プロジェクトによって変電所の増設を回避することができた。要はREVは従来型の配電投資計画・建設のAlternative(かわりの選択肢)なのだ。

How do we make money in a REV world

Traditional	Earnings opportunities		Innovative
Traditional rate base opportunities	New rate base opportunities	Earnings adjustment mechanisms	Platform service revenues (PSRs)
<ul style="list-style-type: none"> • Pipes & wires • Regulated return on hard assets 	<ul style="list-style-type: none"> • Regulatory assets • DSP and software • Energy efficiency 	<ul style="list-style-type: none"> • System efficiency • Energy intensity • Interconnection • Carbon reduction 	<ul style="list-style-type: none"> • Marketplace transaction fees • AMI network use • Other
	Non-wires alternatives and demonstration projects		

○Utilityは将来的には

- ①従来の託送電力収入(規制小売りは利益も損失もない)、
- ②州政府が個別に認定する政策プロジェクト(新しいレートベース)
- ③CO2削減等のビジネス
- ④新たに構築していくREVのプラットフォームの仲介手数料利用の4つになる。④で儲かるかどうかは未知数だが、それを目指していきたい。

まとめ～再び本日の問題意識に戻ろう。

[正統的な電力技術者の観察]

Q1.それはなぜか?? →再生可能の特性に

Q2.それは本当か?? 他の手段があるとすれば何か??

→2つのAlternativeを消化した。

(日本のVPP実証、NYのREV)

他に欧州では本来変動でしかない風力を安定制御運転する試みも(安田先生)。

Q3.再生可能大量導入時代のあるべき考え方とは??

○正統的な電力技術の観察は正しいが、調整資源の状況によってはAlternativeが有力なものになる可能性もあり、かつそれら新資源(DR、蓄電池、小型発電機)の革新も鍵となる。