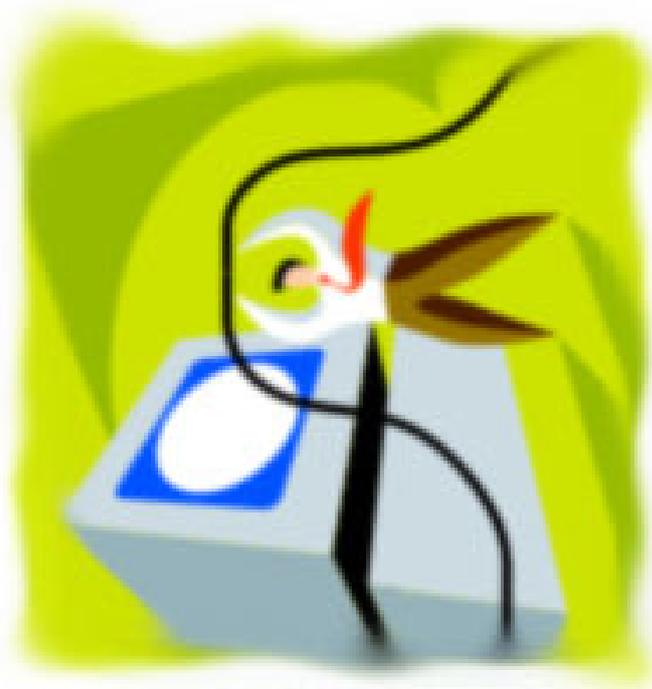


デマンドレスポンスはどこに向かうのか？



平成26年6月23日

インターテックリサーチ株式会社
新谷

1. デマンドレスポンスのこれまでの進展
 - 従来日本ではデマンドレスポンスをどう捉えていたか
 - 米国でのデマンドレスポンスの捉え方の変遷
 - 現在の米国でのデマンドレスポンスに関する共通認識
2. デマンドレスポンスの今後の方向性
 - 定性的な方向性
 - 技術的な方向性
 - 定量的な方向性
 - 政治的な方向性

3. Fast-DRの事例

デマンドレスポンスのこれまでの進展

1.1 従来日本ではデマンドレスポンスをどう捉えていたか

- 3.11以前

日本の電力会社は発電能力には十分な余裕があるので、米国のように、DRとして電力需要のピーク対応にわざわざ一般家庭まで巻き込むほどのことはない

- 3.11直後

これまでの電力供給システムは供給力の確保に主眼が置かれ、需要家の選択行動を活用して『需要を抑制することで供給力に余裕を持たせる』との視点に乏しかったと、一転してDR推進の動きが活発になった

- 原発再稼働の動きがでてきて

今後原子力発電所が再稼働すれば、需給逼迫を心配する必要がなくなり、日本ではDRの出番がなくなるだろうという意見

日本での一般的なDRの捉え方：DR＝ピーク負荷削減の仕組み

※ 2013年9電力会社合計970万kWの需給調整契約や、大口需要家向け時間帯別電力メニユーは、DRとは考えられていない

1. デマンドレスポンスのこれまでの進展

1.2 従来、米国でデマンドレスポンスはどうか捉えられていたか

DSM ≠ DR ≠ EE, DSM ≧ DLC, TOU, DR ≧ CPP, RTP, PTR

	従来からあった 家庭向けピーク需要削減の仕組み	最近使われだした ピーク家庭向け需要削減の仕組み
仕組みの 名称と特徴	デマンドサイドマネジメント: DSM — 直接制御(DLC: direct Load Control) 普段の電気料金を割り引く代わりに、電力 会社が系統の状況に応じて一般家庭の工 アコンなどを運転を直接制御する	デマンドレスポンス: DR — スマートサーモスタット等 電力価格に変化をつける(ダイナミック料金)ことより、 需要家の電力使用時間帯を系統負荷が少ない時間帯 に誘導するが、需要の制御主体はあくまでも需要家側
関連する 電気料金 メニュー	時間帯別料金(TOU: Time-of-Use Rate)	緊急ピーク時課金(CPP: Critical Peak price) リアルタイム料金(RTP: Real-Time price) 緊急ピーク時リベート(PTR: Peak Time Rebate)
その他の特徴		電力需要に対して価格弾力性が増すので、より競争的 な卸電力市場形成に貢献

出所：平成23年3月発行 電力中央研究所報告『米国における家庭用デマンドレスポンス・プログラムの現状と展望
 —パイロットプログラムの評価と本格導入における課題— (調査報告：Y10005)』

1.2 従来、米国でデマンドレスポンスはどうか捉えられていたか

■ 当時の米国エネルギー省（DOE）におけるDRの定義

Demand response allows retail customers to participate in electricity markets by giving them the ability to respond to prices as they change over time – either daily or hourly in most instances. Methods of engaging customers in demand response efforts include offering a retail electricity rate that reflects the time-varying nature of electricity costs or programs that provide incentives to reduce load at critical times.

電源には、ベース電源、ミドル電源、ピーク電源があり、従来は天候等の変化により、季節ごと、日ごと、時間ごとに変化する需要に対して、これらの電源を必要に応じて組み合わせて使い、電力を供給してきた。したがって、電力供給コストは、季節ごと、日ごと、時間ごとに変化するにもかかわらず、従来、小売電力価格は、いつ電気を使っても消費する電力に応じた一律料金制がとられていた。それに対して、デマンドレスポンスのこれまでの進展、電力供給コストに連動した小売料金メニューの導入や、系統の需給逼迫時に電力利用を控える契約で、消費者の電力消費量を自発的・意識的に変化させる仕組みである。

1.3 最近、米国でデマンドレスポンスはどうか捉えられているか

■ 最近の、DRに関するDOEの定義

Demand response provides an opportunity for consumers to play a significant role in the operation of the electric grid by reducing or shifting their electricity usage during peak periods in response to time-based rates or other forms of financial incentives. Demand response programs are being used by electric system planners and operators as resource options for balancing supply and demand. Methods of engaging customers in demand response efforts include offering time-based rates such as time-of-use pricing, critical peak pricing, variable peak pricing, real time pricing, and critical peak rebates. It also includes direct load control programs which provide the ability for power companies to cycle air conditioners and water heaters on and off during periods of peak demand in exchange for a financial incentive and lower electric bills.

デマンドレスポンスは、時間帯別料金その他の経済的インセンティブによって、消費者がピーク時に電気使用量を削減するか、あるいは別時間帯にシフトすることで、系統運用に重要な役割を果たす機会を提供する仕組みである。電力会社や系統運用機関は、DRプログラムを、電力需給バランスをとるためのリソースとして使用する。

顧客がDRに参加する方法としては、TOU、CPP、RTP、PTRなどさまざまな**時間帯別料金プログラム**と、系統の需給逼迫時等に電力利用を控える契約を
行い消費者の電力消費量を変化させる**インセンティブプログラム**がある。

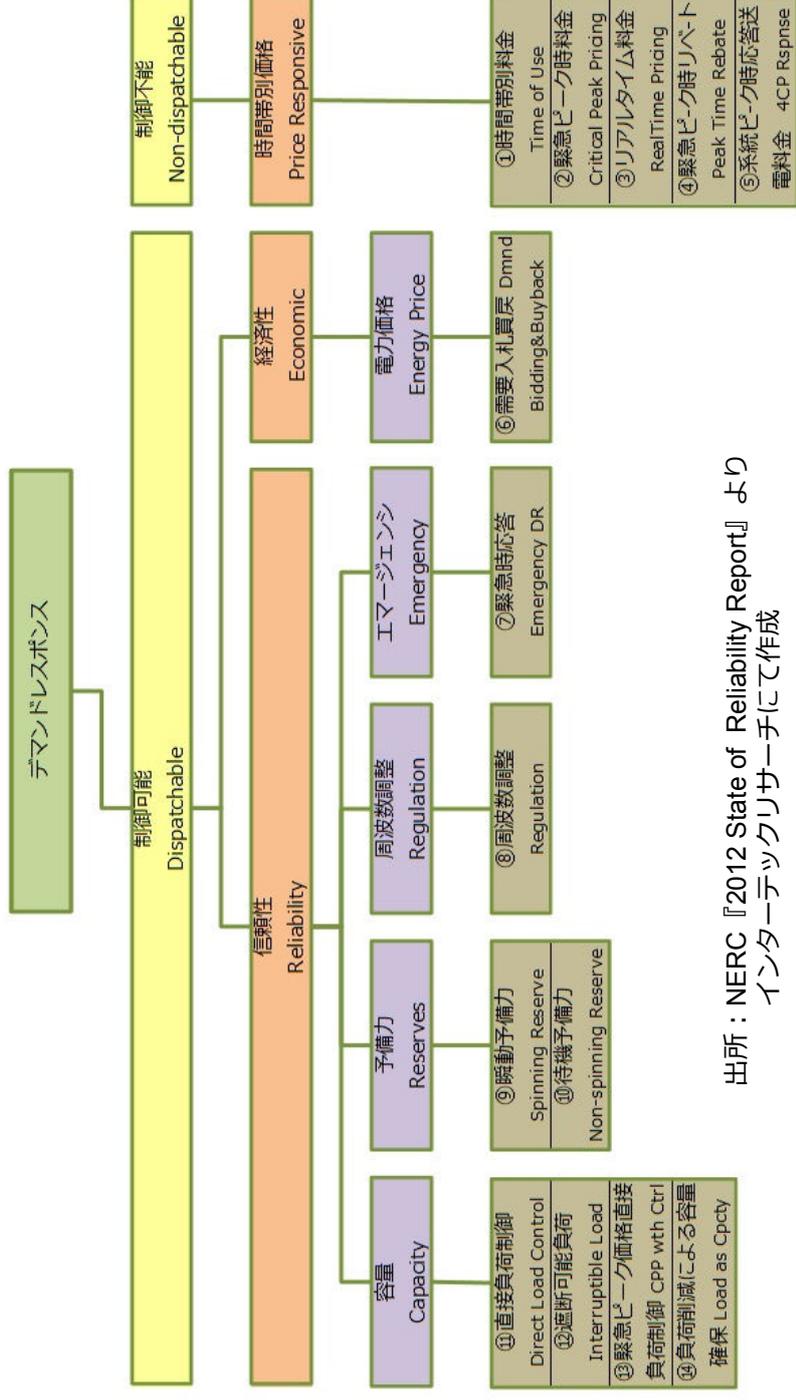
1. デマンドレスポンスのこれまでの進展

1.3 最近、米国でデマンドレスポンスはどのように捉えられているか

DSM ⇨ DR, EE

DR ⇨ **DLC**, Price Responsive Program (TOU, CPP, RTP, PTR) ,

Ancillary Services (Regulation, Reserves) , Emergency

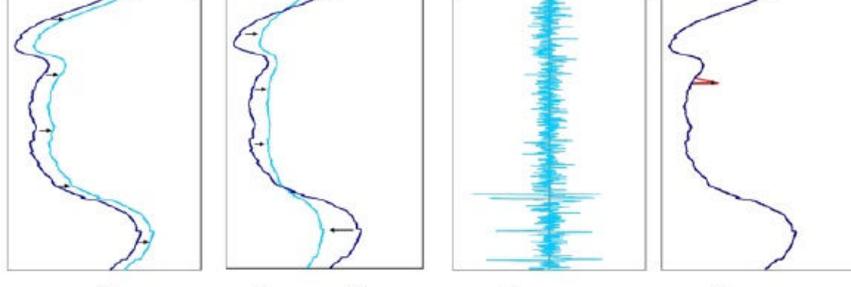


出所：NERC 『2012 State of Reliability Report』より
インターテックリサーチにて作成

1.3 最近、米国でデマンドレスポンスはどのように捉えられているか

DR ⊃ Active DR (PRP, Peak Shaving, Ancillary Services) Passive DR (EE)

1. **Energy Efficiency** programs reduce electricity consumption and usually reduce peak demand – *Historic program*
2. **Price Response** programs move consumption from day to night (real time pricing or time of use) – *Historic program*
3. **Peak Shaving** programs require more response during peak hours and focus on reducing peaks every high-load day – *Historic program*
4. **Reliability Services – Regulation Response** continuously follows the power system's minute-to-minute commands to balance the aggregate system – *This is just beginning to be done*
5. **Reliability Services – Spinning Reserve** requires the fastest, shortest duration response. Response is only required during power system “events” – *This is new and slowly developing*

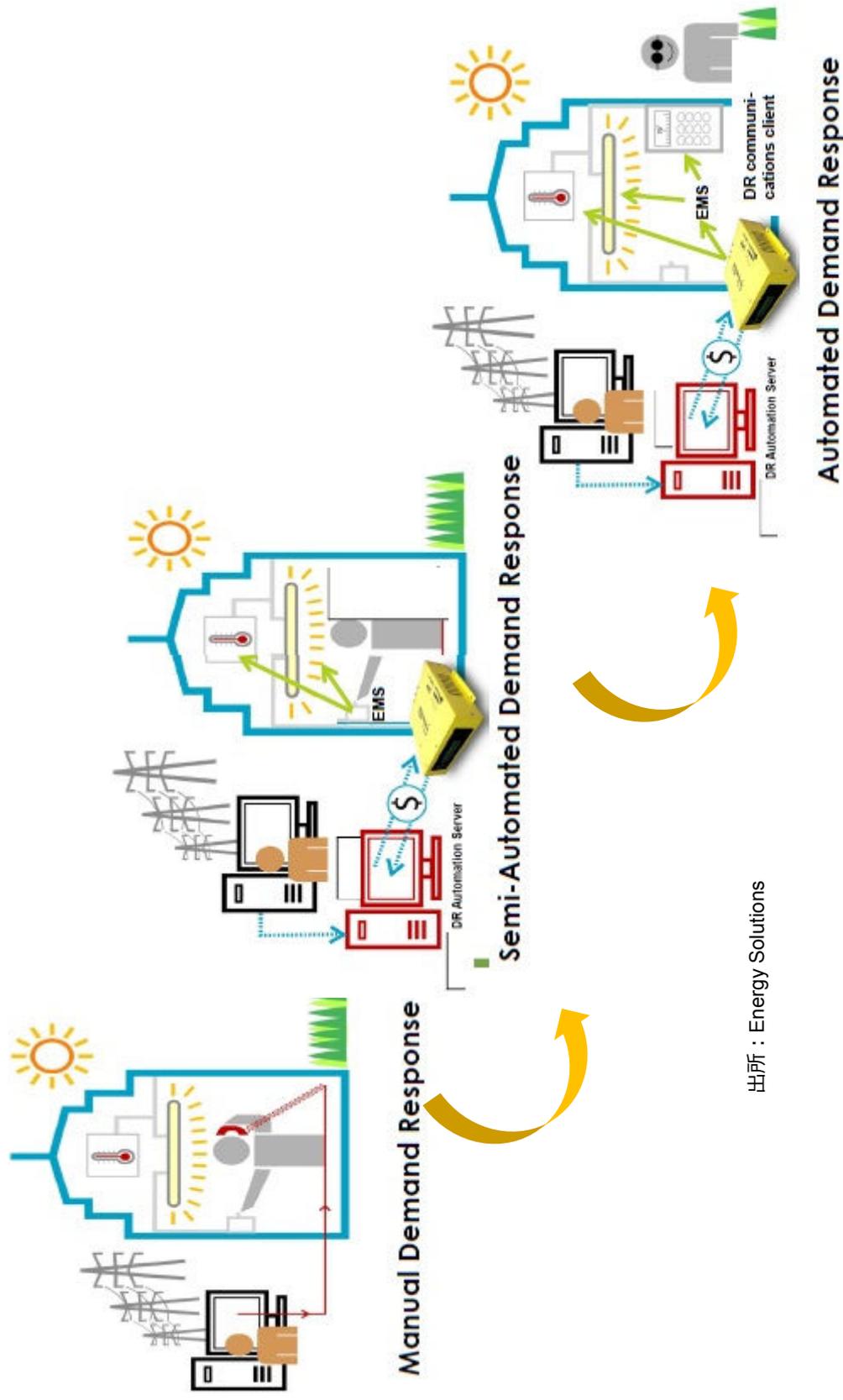


This DOE Workshop Is Focusing On The Bulk Power System Reliability Services

出所：2011年11月発行 DOE主催のワークショップ『Load Participation in Ancillary Services WORKSHOP REPORT』

1. デマンドレスポンスのこれまでの進展

1.4 デマンドレスポンスの運用形態の進展



1.5 現在の米国におけるデマンドレスポンスの捉え方のまとめ

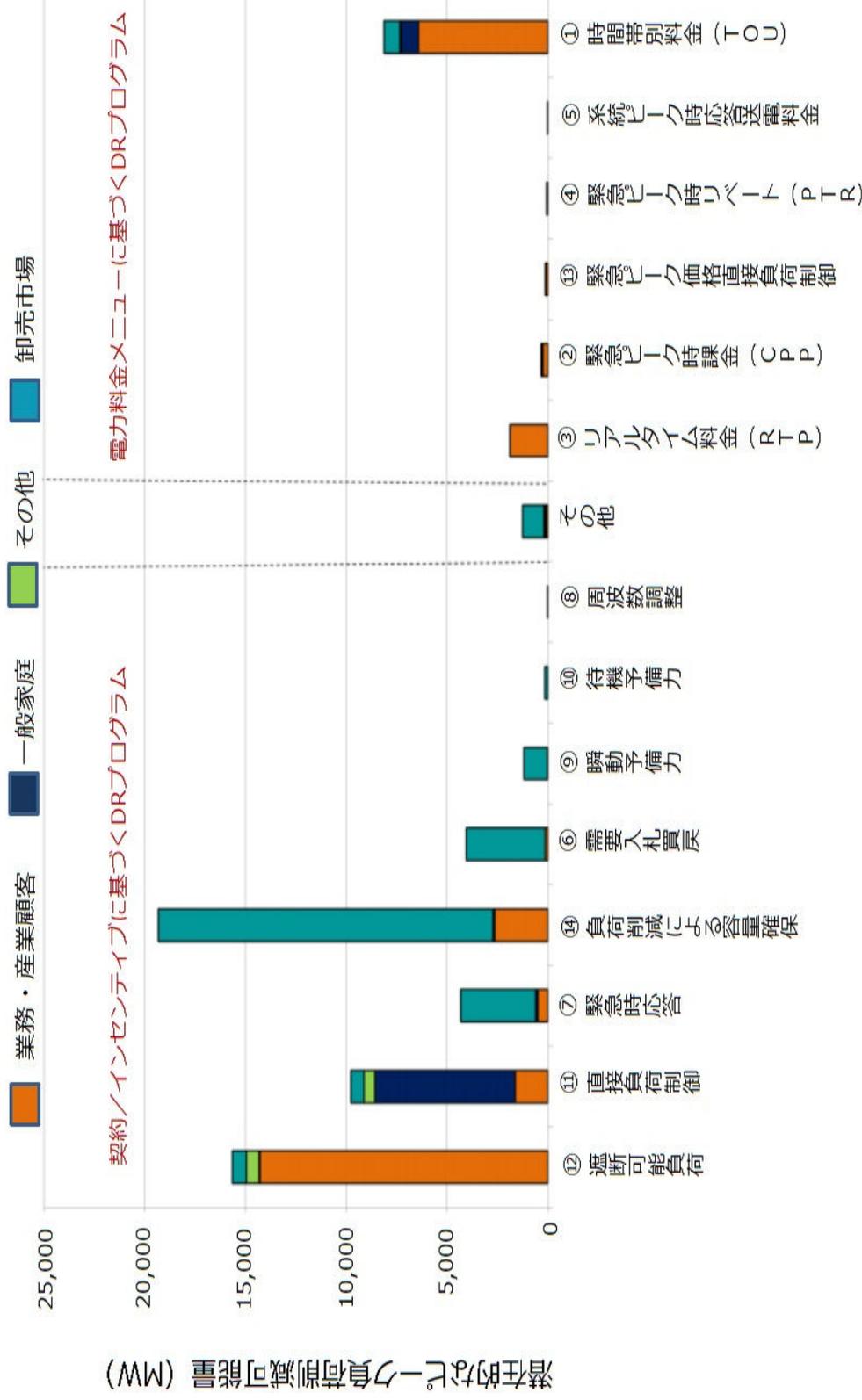
- DRとは、年間数回しかない特異日のピーク負荷削減のためだけではなく、系統の需給バランスや電力市場の状況に応じて、一定期間、顧客のエネルギー使用量を変更すること。
- 顧客側での負荷削減を要求するDRの場合でも、純粹に負荷を削減するだけでなく、顧客サイトにある自家発電機を起動して、系統からの電力を使う代わりに、自家発電機の電力を使う場合や、顧客サイトにあたる蓄電池、太陽光発電等の電力を使う場合もデマンドレスポンスとみなす。
- 負荷を削減する方向だけでなく、周波数制御のように、負荷を増大する方向のレスポンスもデマンドレスポンスとみならず。
- 自動的に系統運用者からのDRシグナルに追従する自動DRだけでなく、旧来の需給調整契約のように、必要に応じて電話などで負荷削減を行う形態もデマンドレスポンスである。

1.6 この捉え方に従った場合、日本のデマンドレスポンスはどのような状況にあると考えればよいのか？

- 需給調整契約高の970万kWは、電力9社平均6%あり、米国の系統運用機関がピーク需要に占めるDR資源調達割合と比べて遜色がない。
- 時間帯別電気料金メニューはDRプログラムの1つ。日本では、少なくとも特別高圧、高圧顧客はすでに時間帯別電気料金契約が行われており、個人顧客についても一部時間帯別料金契約が執り行われているので、日本では、既にかなりDRが普及していることになる。
- ただし、再生可能エネルギーの出力変動やアンシラリーサービスへのDR適用を考えた場合、インセンティブ型で、かつ、Fast-DRタイプの自動DRの仕組みと、通信インフラの整備が必要で、それが今後の課題となるだろう。

1. デマンドレスポンスのこれまでの進展

1.7 米国における現状でのDRプログラムタイプ別市場規模



出所：FERC、「Assessment of Demand Response & Advanced Metering Staff Report 2012」よりインタリサーチにて作成

1. デマンドレスポンスのこれまでの進展

1.7 米国における現状でのDRプログラムタイプ別市場規模

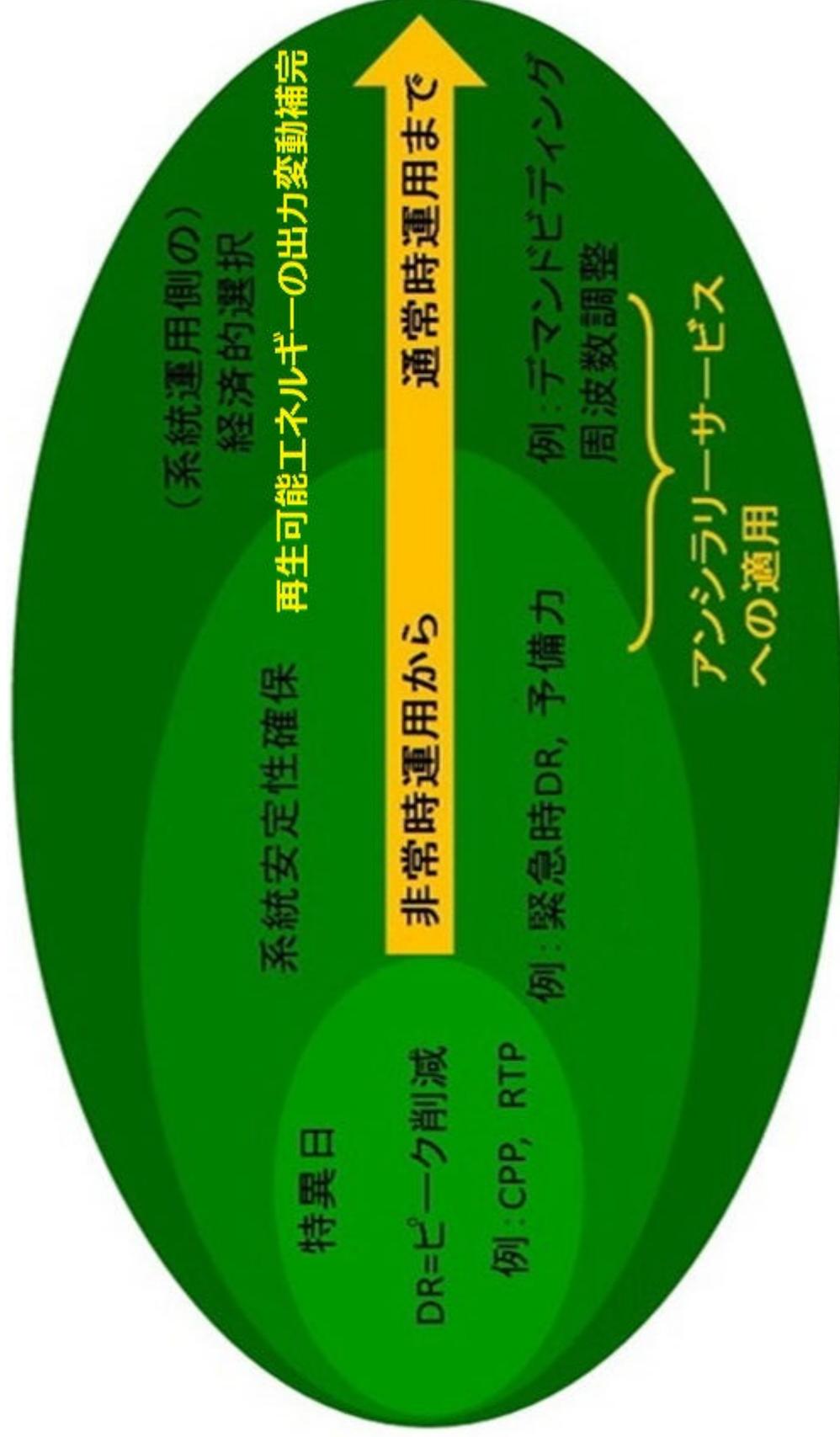
DRプログラムタイプ	DR資源提供元				合計 (MW)	割合
	大口需要家	住宅	卸売市場	その他		
⑭ 負荷削減による容量確保	2,649	77	16,600	0	19,327	29.1%
⑫ 遮断可能負荷	14,268	45	685	649	15,647	23.6%
⑪ 直接負荷制御	1,638	6,940	666	534	9,777	14.7%
① 時間帯別料金 (TOU)	6,425	858	789	69	8,141	12.3%
⑦ 緊急時応答	494	110	3,734	0	4,339	6.5%
⑥ 需要入札買戻	139	0	3,927	0	4,066	6.1%
③ リアルタイム料金 (RTP)	1,868	6	0	0	1,874	2.8%
その他	105	40	1,076	54	1,276	1.9%
⑨ 瞬動予備力	40	0	1,150	0	1,190	1.8%
② 緊急ピーク時料金 (CPP)	261	54	6	0	321	0.5%
⑩ 待機予備力	0	0	174	0	174	0.3%
⑬ 緊急ピーク価格直接負荷制御	129	2	0	15	147	0.2%
④ 緊急ピーク時リバート	58	1	0	0	59	0.1%
⑤ 系統ピーク時応答送電料金	12	0	0	0	13	0.0%
⑧ 周波数調整	0	0	0	0	0	0.0%
合計 (MW)	28,086	8,133	28,807	1,321	66,351	
割合	42.3%	12.3%	43.4%	2.0%		

出所：FERC、「Assessment of Demand Response & Advanced Metering Staff Report 2012」よりインターテクニクス社にて作成

デマンドレスポンスの今後の方向性

2. デマンドレスポンスの今後の方向性

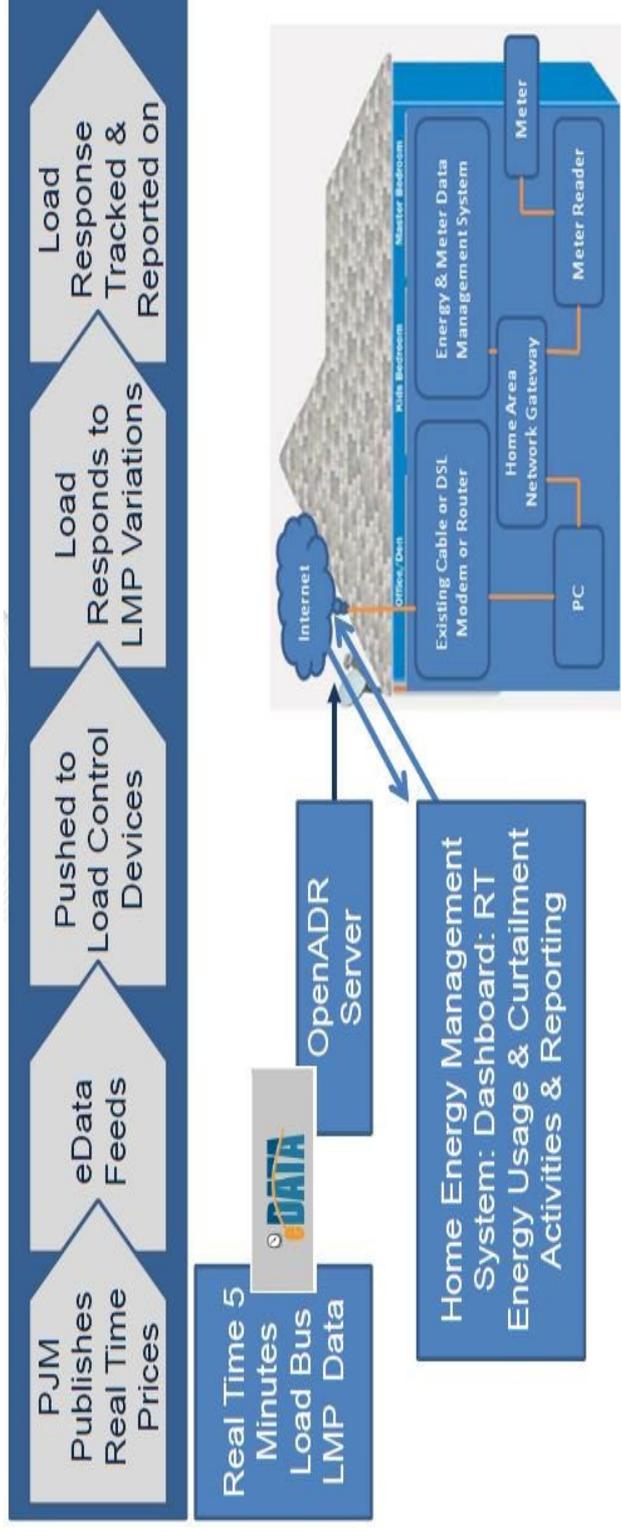
2.1 定性的な方向性：用途の広がり



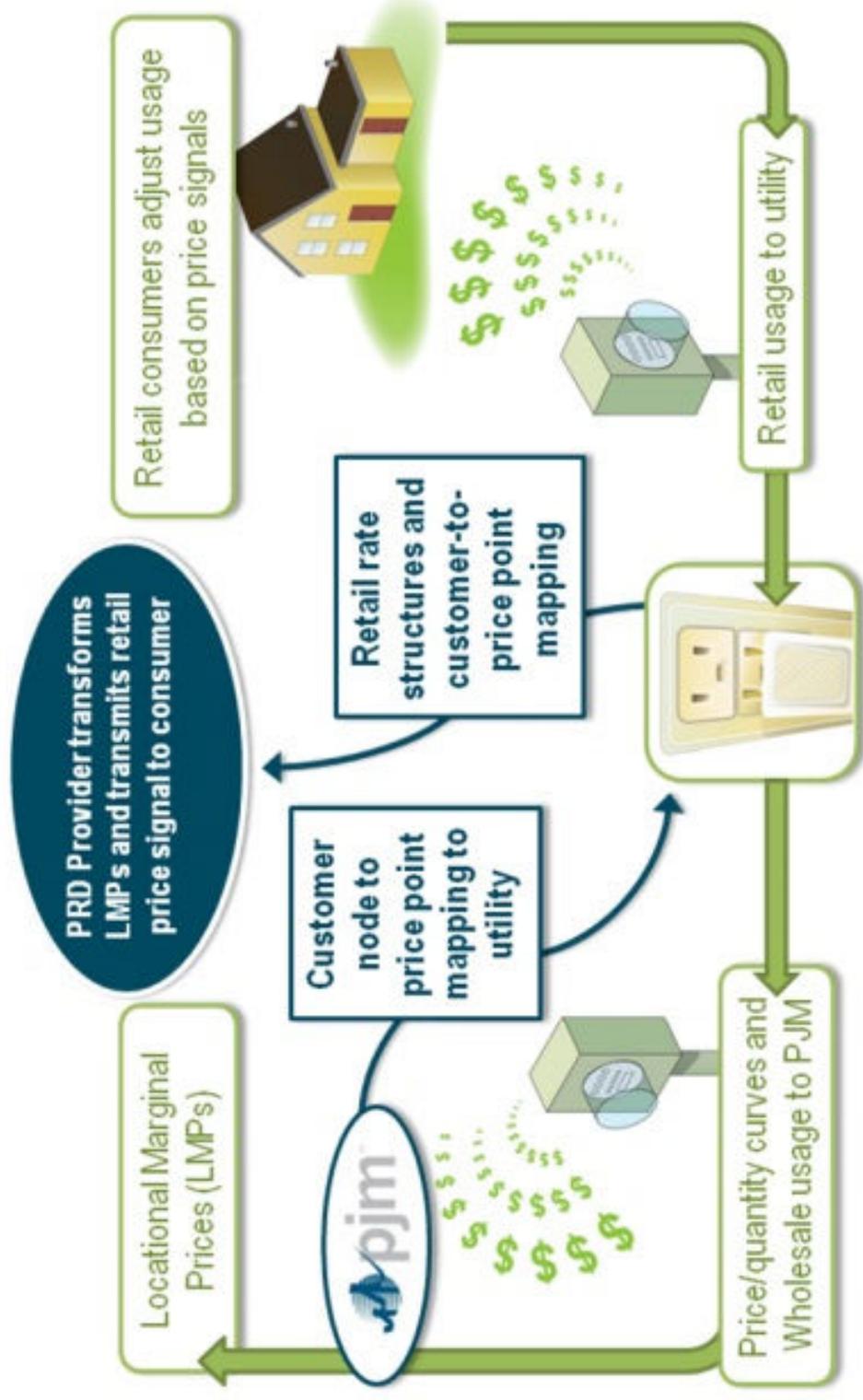
2. デマンドレスポンスの今後の方向性

2.2 技術的な方向性：PRD (Price Responsive Demand)

- スマートメーターの普及／標準装備
⇒ 一般家庭を含めTOU型DRが標準となる
 - ICTインフラコストの低減
 - 手動型DRから自動DRへ
 - SlowDRからFastDRへ
- この流れの中で従来、1日前にDRイベント通知が行われていたCPP、PTR、RTPのような電料料金ベースのDRプログラムも、FastDRへ移行？

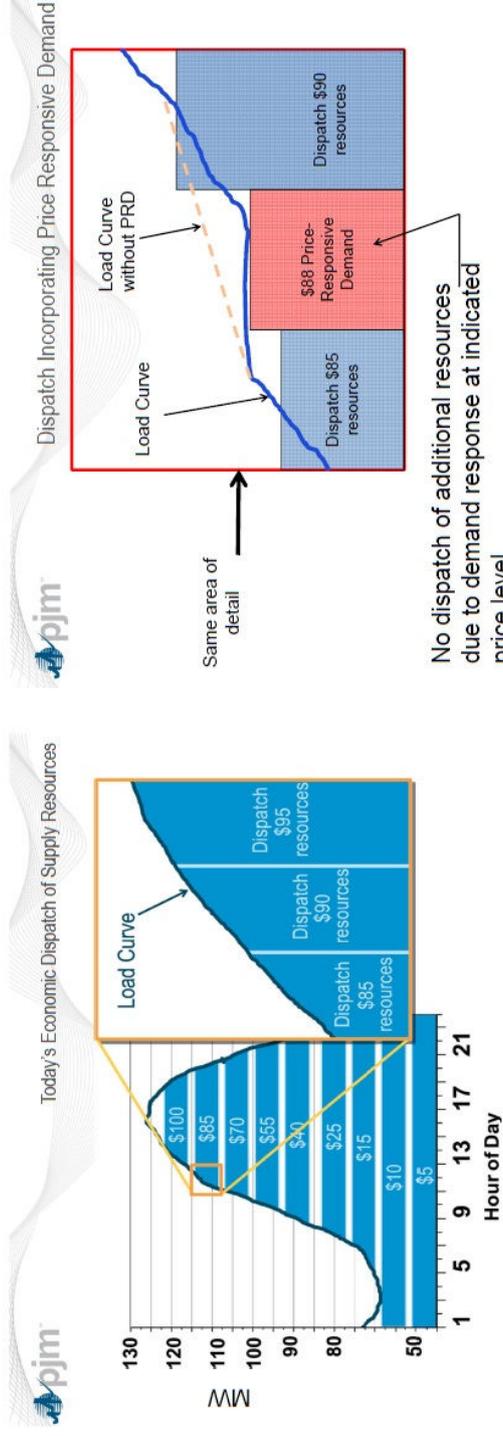


2.2 技術的な方向性：PRD

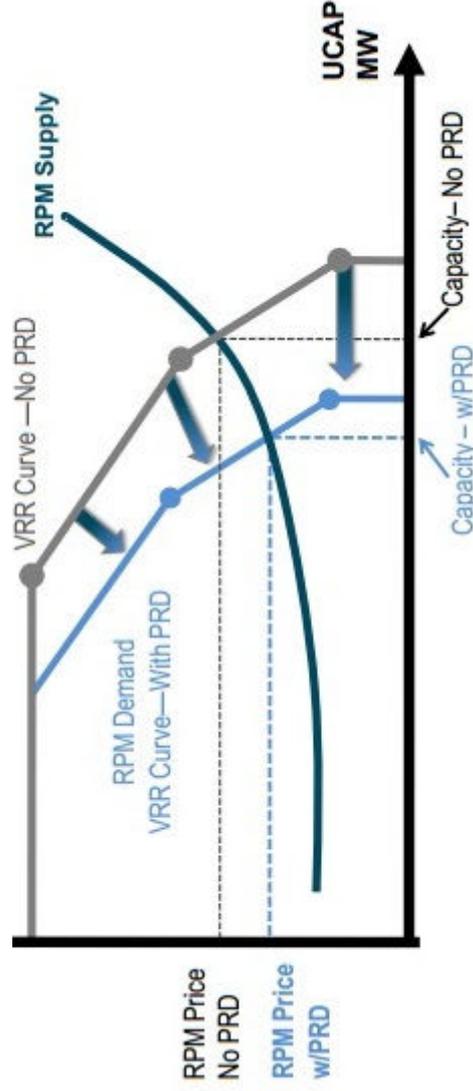


2. デマンドレスポンスの今後の方向性

2.2 技術的な方向性：PRD



PRD調達年度	調達予定量
2016/2017年向け	2500MW
2017/2018年向け	3500MW
2018/2019年向け	4000MW
2019/2020年以降	上限なし



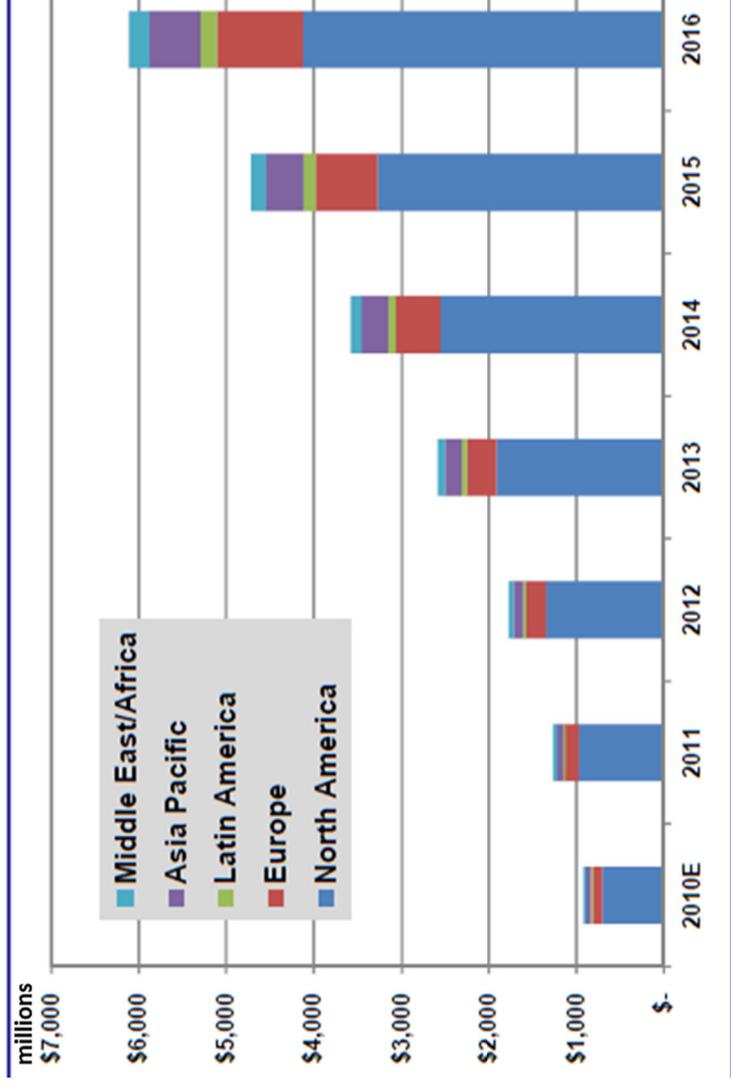
出所：PJM入手資料

2. デマンドレスポンスの今後の方向性

2.3 定量的な方向性

ピーク負荷削減目的のDR需要は、少なくとも今後2年間、世界的に拡大が予測されていますが、

Demand Response Services External Spending by Region, World Markets: 2010-2016



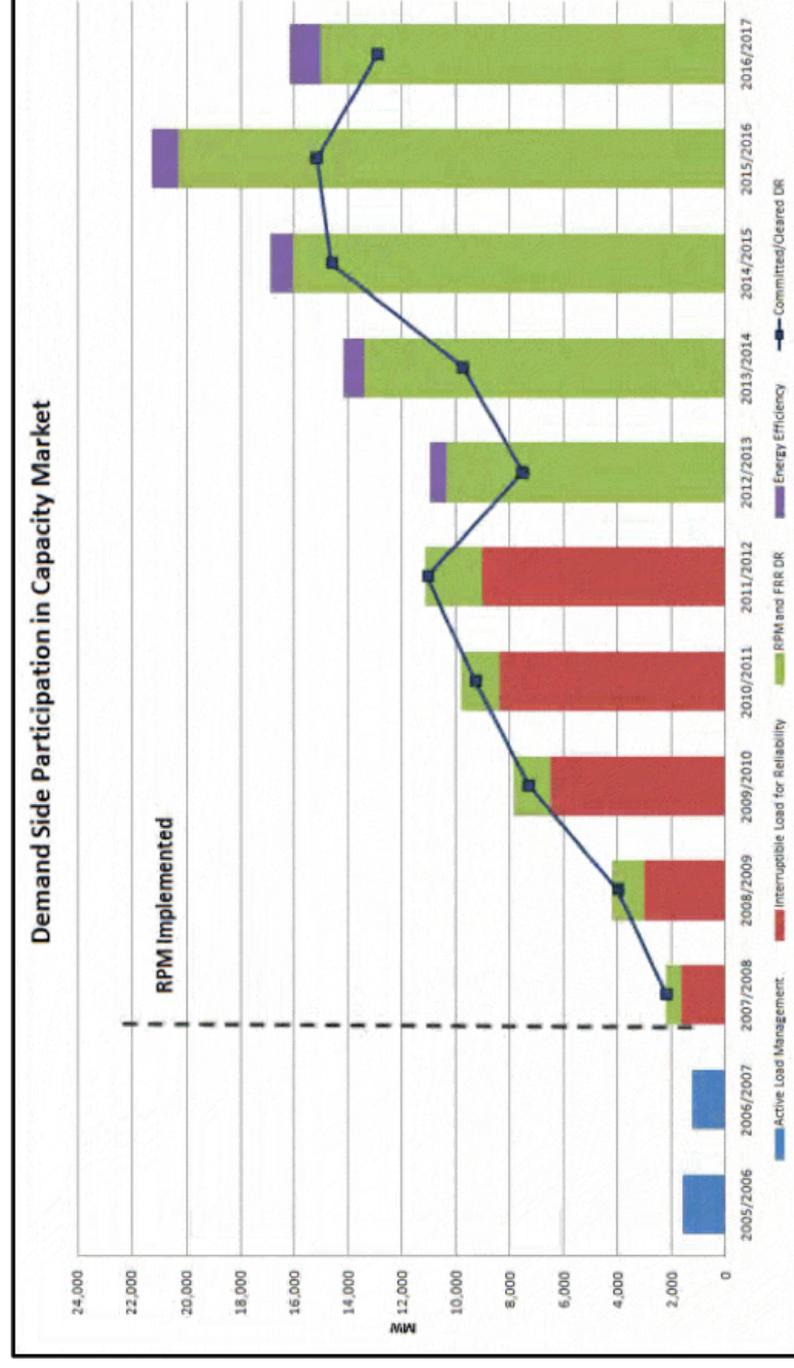
(Source: Pike Research)

出所：NewEnergyNews More：INCREASING DEMAND FOR DEMAND RESPONSE

2. デマンドレスポンスの今後の方向性

2.3 定量的な方向性

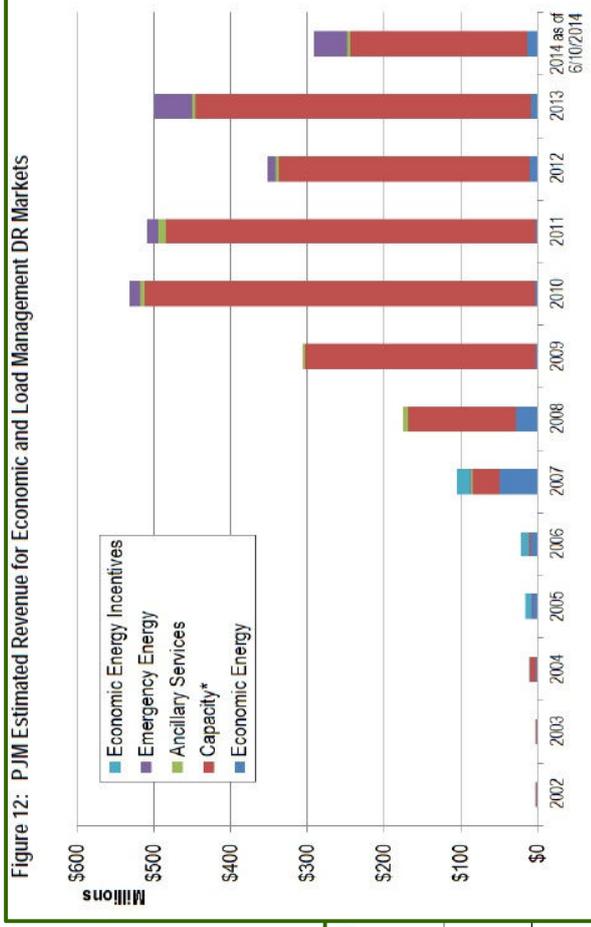
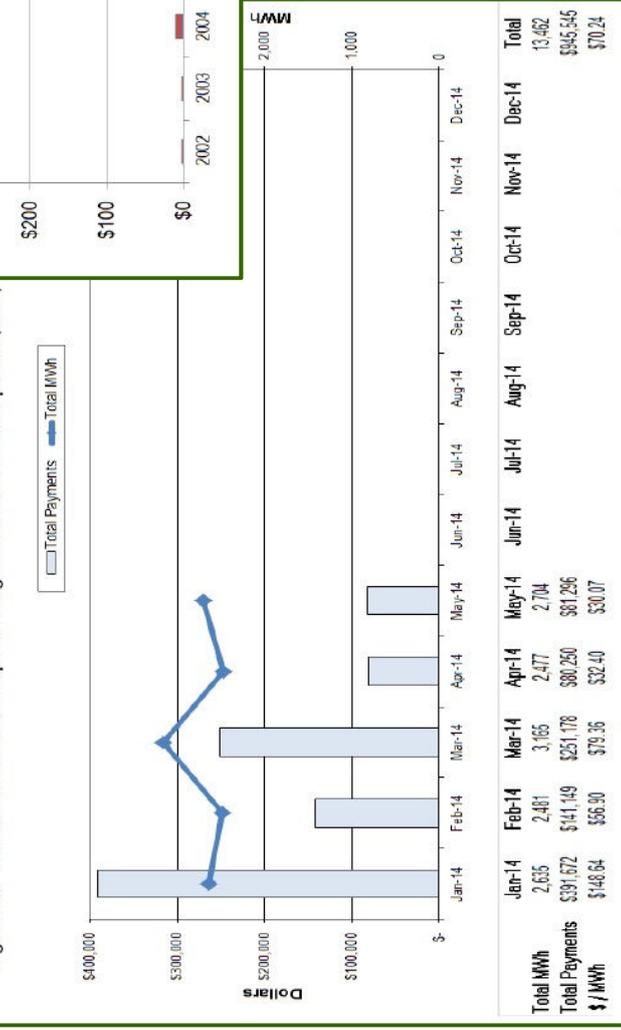
PJM、ISO-NEの3年後の容量市場取引結果では、2016年度のピーク負荷削減目的のDDR需要の減少が明らかとなっている



2. デマンドレスポンスの今後の方向性

2.3 定量的な方向性 (PJMのアシラリー市場)

Figure 28: Economic Demand Response Regulation Market Participation (2014)



出所 : PJM 2014年6月18日 「2014 Demand Response Operations Markets Activity Report: June 2014」

2.3 定量的な方向性 (Bloombergの分析)

米国北東部 (PJM、NYISO及びISO-NE) 容量市場 (先渡市場) のバックログのおかげであと2年、DR業界は大きく伸びるだろう。しかしながら、その裏に多くの不確実性が隠れている。容量市場はDR業界の主要な収入源、かつ成長要因となっていた。しかし、

- PJM、ISO-NEおよびNYISOは、これ以上DRの比率が上がらないよう、あるゾーンでDR資源調達割合を低くする処置を講じているようだし、
- ERCOTやCAISO等の市場では、キャパシティとしてのDR資源調達を当面考えていない。
- DRアグリゲーターからは、DR資源での容量市場参加マージン定価が報告されており、
- FERCオーダー745によるDR資源参加促進策にもかかわらず、発電機と電力取引市場で勝負するDRアグリゲーターは少ない。

ERCOTやCAISOの市場でDRが成長するかどうかは、ひとえに新たなDRプログラム開発イニシアチブに依存している。:

- ERCOTでは、天候連動負荷制御イニシアチブ (weather-sensitive load initiative) が新たなビジネス機会を作り出す可能性がある。
- カリフォルニア州のDRビジネスは、まだCAISOではなく電力会社がイニシアチブをとっており、CAISOレベルでの中小ビジネス企業へのDR展開はOpenADRおよび広範なBEMSベンダーの努力に依存している。
- 顧客のDRに対する理解力はまだ不明だが、BEMS/DR/照明制御をバンドリングした新しいモデルがDR普及促進に火を点けるかもしれない。

ただ、これらは一夜にして実現するはずもなく、OpenADR準拠の製品やサービスを軌道に乗せるためにはまだまだ努力が必要である。

出所 : Bloomberg, US DEMAND RESPONSE : STATE OF THE UNION, 30 OCTOBER 2013

2.4 政治的な方向性

PJMは、FERCに対してPJMの容量市場でのDR資源調達の上限を設定することをFERCに要請、2017/2018年度分の容量市場から、DR資源調達に上限が課せられることになった。

容量市場に入札する他の資源との平等を図るため、夏季限定型DR、拡張夏季限定型DRの容量市場での調達に上限を設けたが、通年型DRに関しては、調達上限を設けていない

FERC OKs Limits on DR in Capacity Auction – UPDATE

February 4, 2014

Prices Likely to Increase

The Federal Energy Regulatory Commission approved PJM's request to cap the quantity of Limited and Extended Summer demand response that clears in the annual base capacity auction, rejecting protests of opponents, who said it will increase costs and stunt the growth of DR.

The commission's 4-0 ruling late Thursday ([ER14-504](#)) allows the changes to take effect in May's Base Residual Auction for delivery year 2017-18.

The new rules cap the amount of Limited and Extended Summer DR at 10% of PJM's reliability requirement, with Limited DR providing no more than 4%.

2.4 政治的な方向性

FERCオーダー745：系統運用者に対して、「Economic DR（経済的DR）」を電源と比較して経済的であるという理由から利用する場合、スポット市場またはリアルタイム市場における地点限界価格（LMP）を、DR資源提供者にも支払うことを義務付け、DR普及促進を図るもの。
米国高等裁判所は、このFERCオーダー745を無効とした。

今回の判決の結果、州規制当局もDR資源をどう取り扱うか判断することが余儀なくされ、周りの州でDR資源をエネルギーミックスの一部として有効に利用していることが分かれば、DR資源を見直す結果になる。

What the Court Decision on FERC Order 745 Means for Demand Response



Order 745 is not the only issue moving the market.

Katherine Tweed
May 27, 2014

Demand response was dealt a blow on Friday when the U.S. Court of Appeals in Washington, D.C. vacated the Federal Energy Regulatory Commission's Order 745 in a 2-1 decision, stating that FERC has gone too far.

出所：GreenTechGrid.com

Fast-DRの事例

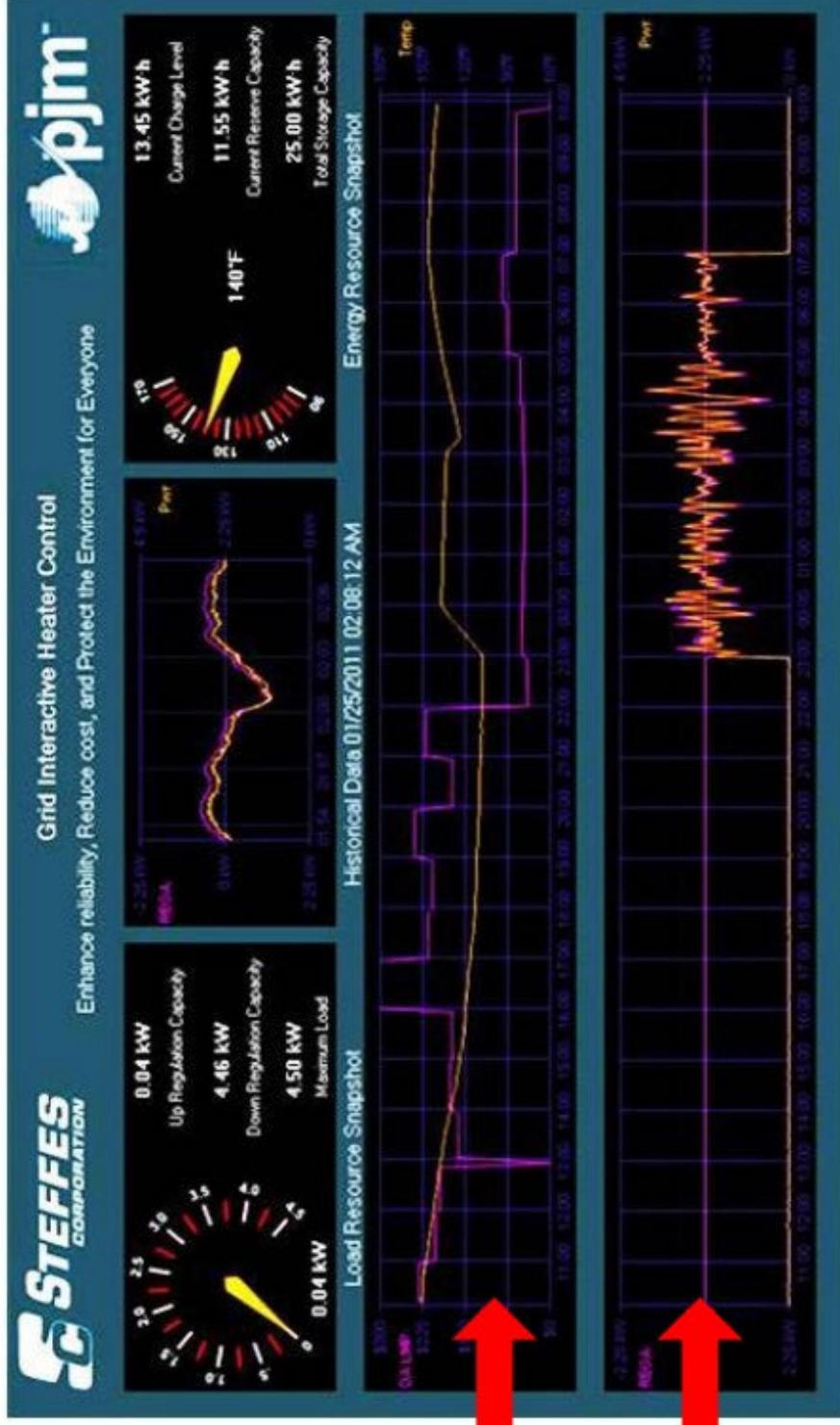
- 1) PJM : 電気温水器をDR資源とする周波数制御
- 2) Alcoa : アルミ精錬工程をDR資源とするアンシラリーサービス
- 3) Viridity Energy : ファイラデルフィア交通局の蓄電池にためた回生エネルギーをDR資源とする周波数制御

PJM water heater

105-gallon electric
water heater
demonstrates
minimization of cost
while responding to
the PJM wholesale
price signal and the
PJM frequency
regulation signal.

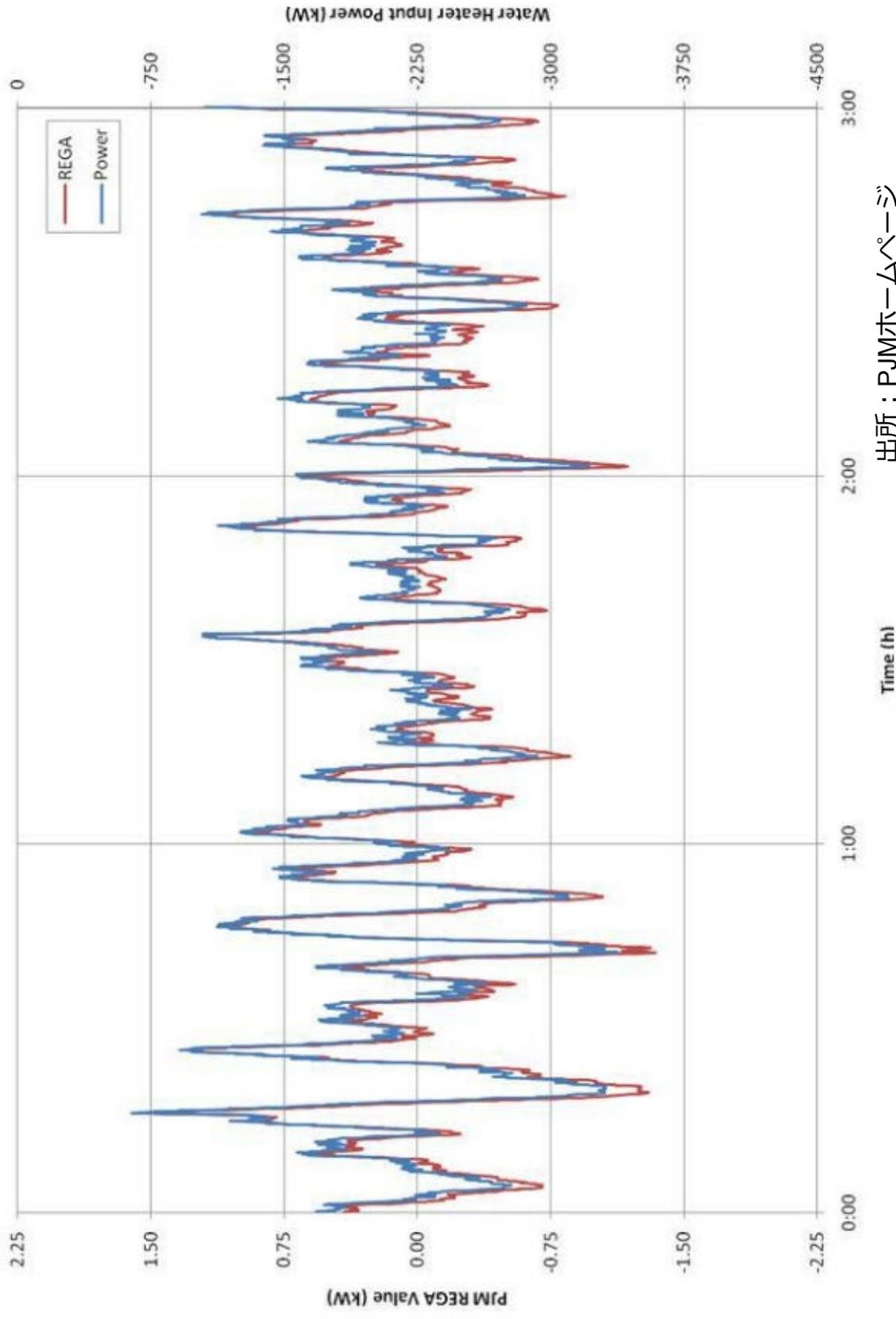


Water heater – Optimization of LMP and frequency regulation



出所：PJMホームページ

PJM frequency regulation signal and water heater consumption



出所：PJMホームページ



Alcoa's DR Pilot - Warrick Operations



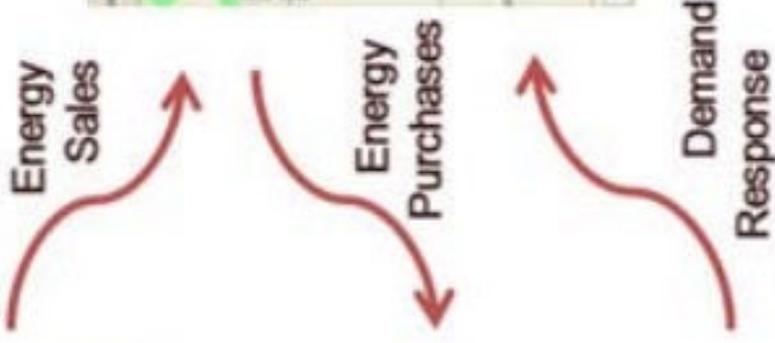
Power Plant
(570 MW)

Energy
Supplied

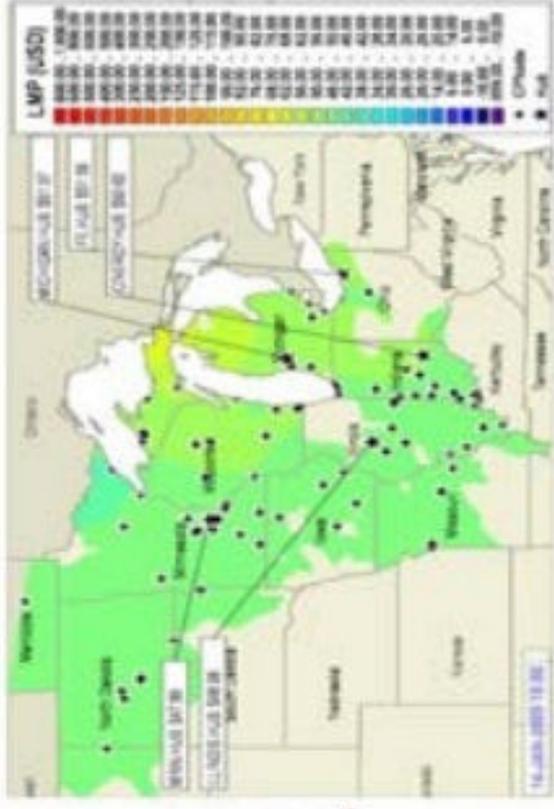


Aluminum
Smelter
(470 MW)

Rigid
Packaging
(60-90 MW)



Midwest ISO Market



- **Direct Load Control**
 - Energy - Load Following, Price Responsive Demand
 - Ancillary Services
 - Emergency Response (10 min)
 - Contingency Reserves (10 min)
 - Regulation (5 min with 4 sec. response)
 - Planning Capacity

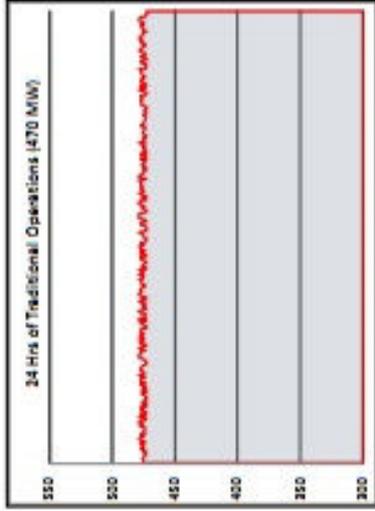
Only Supplier of Controllable Demand Response in MISO

- 70 MW's of Direct Load Control.
- 150 MW's of Interruptible Spinning Reserves.
- Enabled by Smart Meters and Advanced Controls



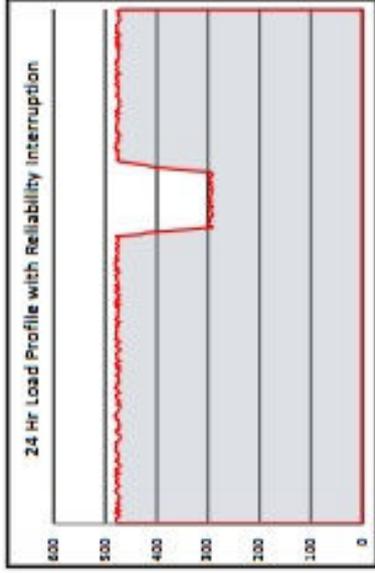
Alcoa - Unmatched Grid Management Capabilities

Ancillary Services are responses necessary to keep the bulk electric system stable and reliable



Base Load Consumption

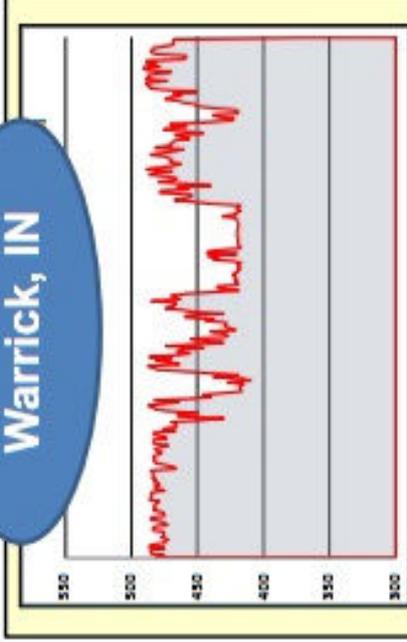
- Smelting provides steady 24/7 grid load
- Limited collaboration with energy system



Traditional Demand Response

- Alcoa provides emergency shutdown capability
- Smelter a last resort ancillary service

Warrick, IN



Dynamic Demand Response

- MISO remotely controls **70 MW of smelter load** in real time
- Enables dynamic grid regulation

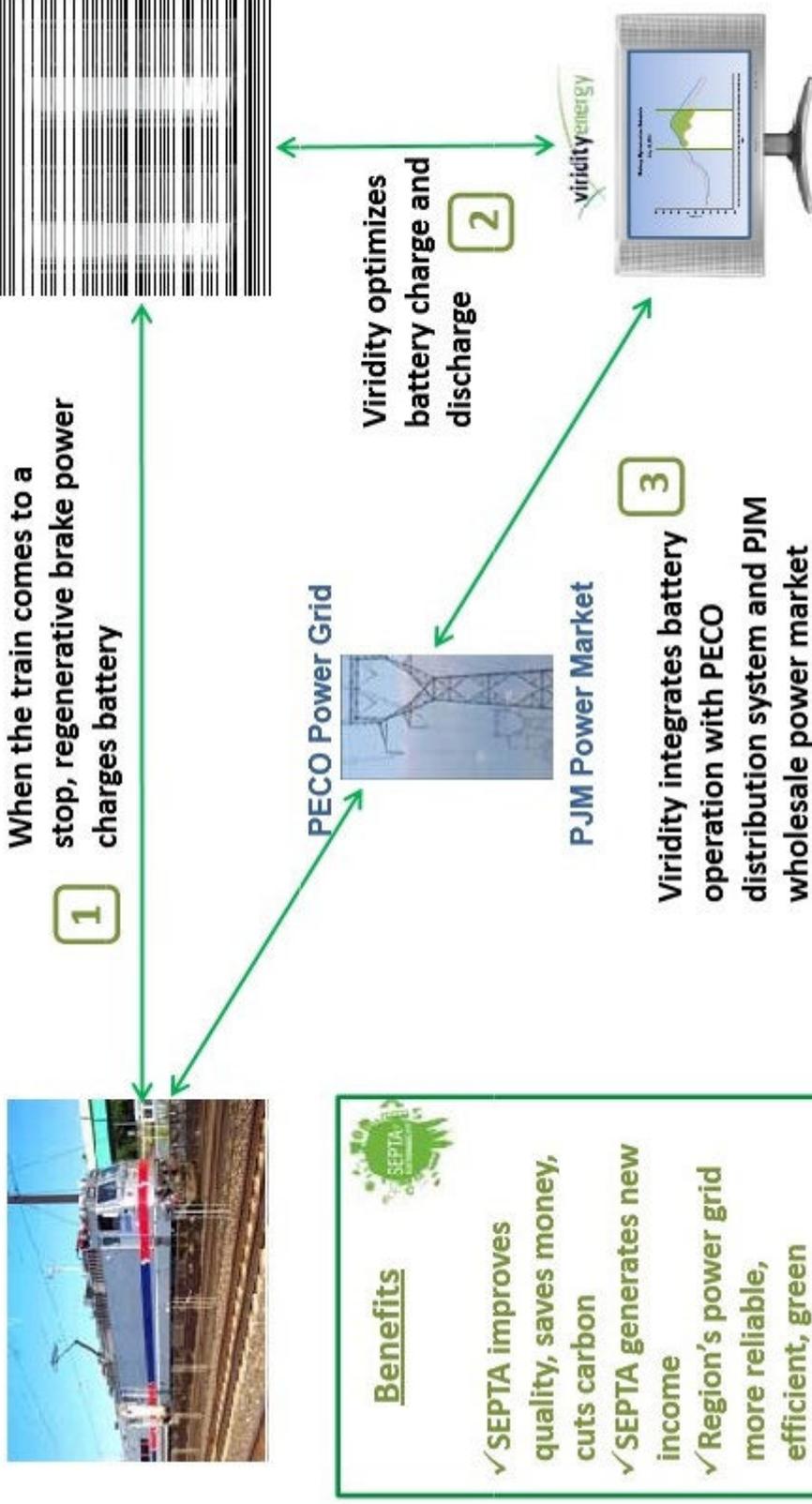
- Problem: SEPTA regenerative braking produces electric power. However, approximately 75 percent of the electricity generated by regenerative braking is wasted. It is routed to a bank of resistors and dissipated.
- Solution: Collect and store otherwise wasted regenerative energy from braking trains and then optimize the deployment of that stored energy based on real-time economic factors and conservation strategies.
- Scope:
 - Procure and deploy a 800KW/400KWh battery to store energy
 - Participate in PJM's regulation and energy markets
 - Conduct a "demonstration" phase to test / tune the system analyze results and assess long-term economics
 - Create extensible designs for prospective deployment to additional SEPTA substations

出所：Viridity Energy 「SEPTA Project」資料

Septa Recycled Energy & Optimization Project- Regulation Service



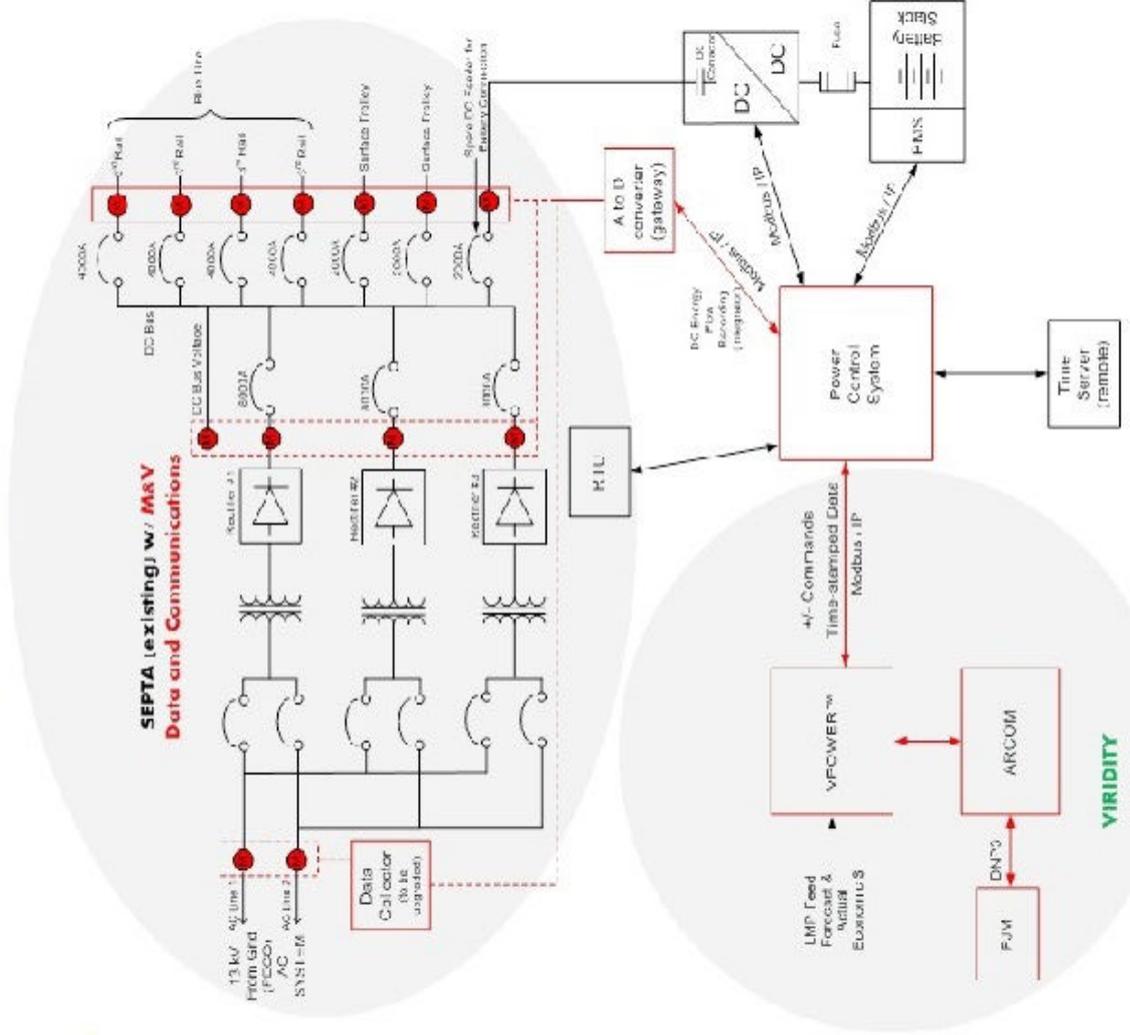
How it Works



Benefits

- ✓ SEPTA improves quality, saves money, cuts carbon
- ✓ SEPTA generates new income
- ✓ Region's power grid more reliable, efficient, green

SEPTA: Solution Overview



Estimated Annual Benefits¹

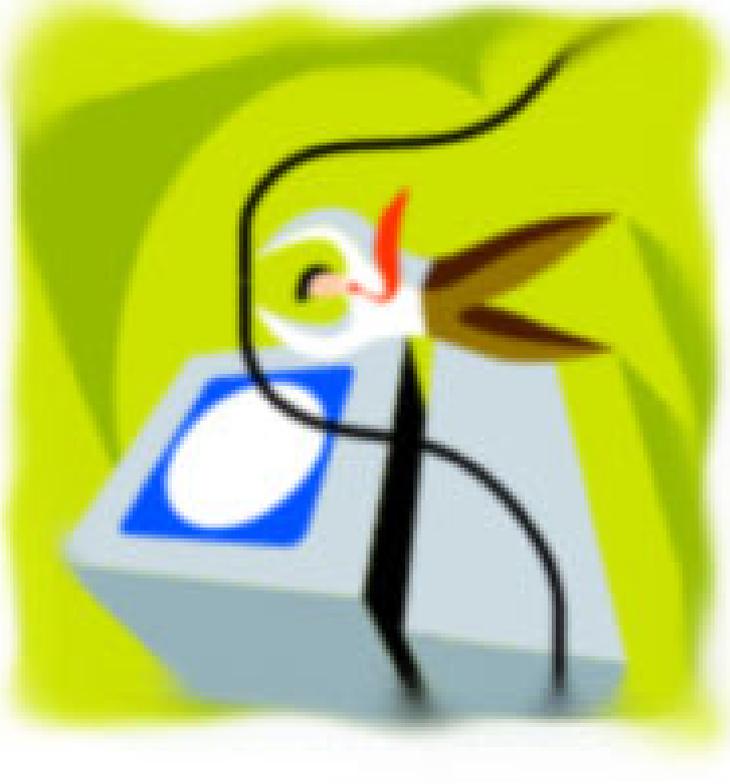


- Economic Benefit²: \$170,000-440,000
- Energy Savings: 2-4KWh/event -> 1057-2115 MWh
- Supply Savings: \$95,000-190,000
- Market Revenue: \$75,000-\$250,000
- Environment Benefit³: **Reduced Emissions**
 - CO2: more than 1,000 tons
 - SO2: more than 5 tons
 - NOx: more than 1 ton
 - Mercury: more than 50 lbs.

Qualifications:

1. Should the demonstration system continue to operate after project completion
2. Based on prior market prices and load flow simulations which may not reflect the final design
3. Based on PJM environmental data and the principle that demand response resources offset the need to burn traditional generators with carbon based fuels

出所 : Viridity Energy 「 SEPTA Project 」 資料



インターテックリサーチ株式会社

〒261-0001 千葉市美浜区幸町1-1-1-1419

Tel&Fax : 043-246-0340

E-mail : Takayuki.Shintani@itrco.jp

HP : <http://www.itrco.jp>

Blog: <http://www.itrco.jp/wordpress/>