



Synapse
Energy Economics, Inc.

アメリカ電力政策最前線：アメリカの電力政策の進展と今後の行方

CASA Seminar

July 5, 2016

高橋賢児 Kenji Takahashi

Overview 概要

1. 高橋家の取り組み: Deep Energy Retrofit
2. 電源ミックスの変化と今後の行方
3. 電源ミックス変化の要因
4. クリーンパワープランの現状と今後の行方
5. アメリカのエネルギー効率化政策について

高橋家の取り組み: Deep Energy Retrofit

高橋レジデンス



一回目:断熱対策プロジェクト: Blown-in Cellulose



- 2008年にMassSaveプログラムの補助金で断熱対策をする。
- 補助金で費用の8割カバー



一回目:断熱対策プロジェクト: Blown-in Cellulose



2回目: Deep Energy Retrofit (DER) プロジェクト (2012年)

- 断熱材
 - 屋根: R-70 with 2" CCSF (R-13) and 5" OCSF (R-18) between rafters and 6" rigid foam (R-39) on the roof;
 - 屋根裏部屋の壁: R-47 with 6" OCSF in cavity (R-21) and two layers of 2" polyiso in the exterior wall (R-26);
 - 地下室の壁: R-20 with closed-cell spray foam;
 - 地下室の床: R-10 with xps rigid foam;
- 窓: 地下と屋根裏部屋にIntus の3重窓(R-7); 既存の窓には外窓をつける
- 冷暖房: 三菱のエアコン(Unit 1)、95%熱効率のガスファーネスと冷房エアコン(Unit 2)
- 給湯器: リンナイのタンクレス(Unit 1)、タンク型給湯器(Unit 2)
- 換気: 全熱交換型換気扇 ERV(Energy Recovery Ventilator) 、95%顕熱効率
- 太陽光発電: 5 kW システム

高橋レジデンス



DERプロジェクト終了



屋内の断熱: Gut Renovation



- 屋内はポリイソシアネートのスプレーフォームで断熱する。
- Gut Renovationをすると、自治体の建物のエネルギー基準に従わなければならないため、一般的には省エネプログラムの対象にはならない。

屋根の断熱



インテリア完成



Intusの3重窓

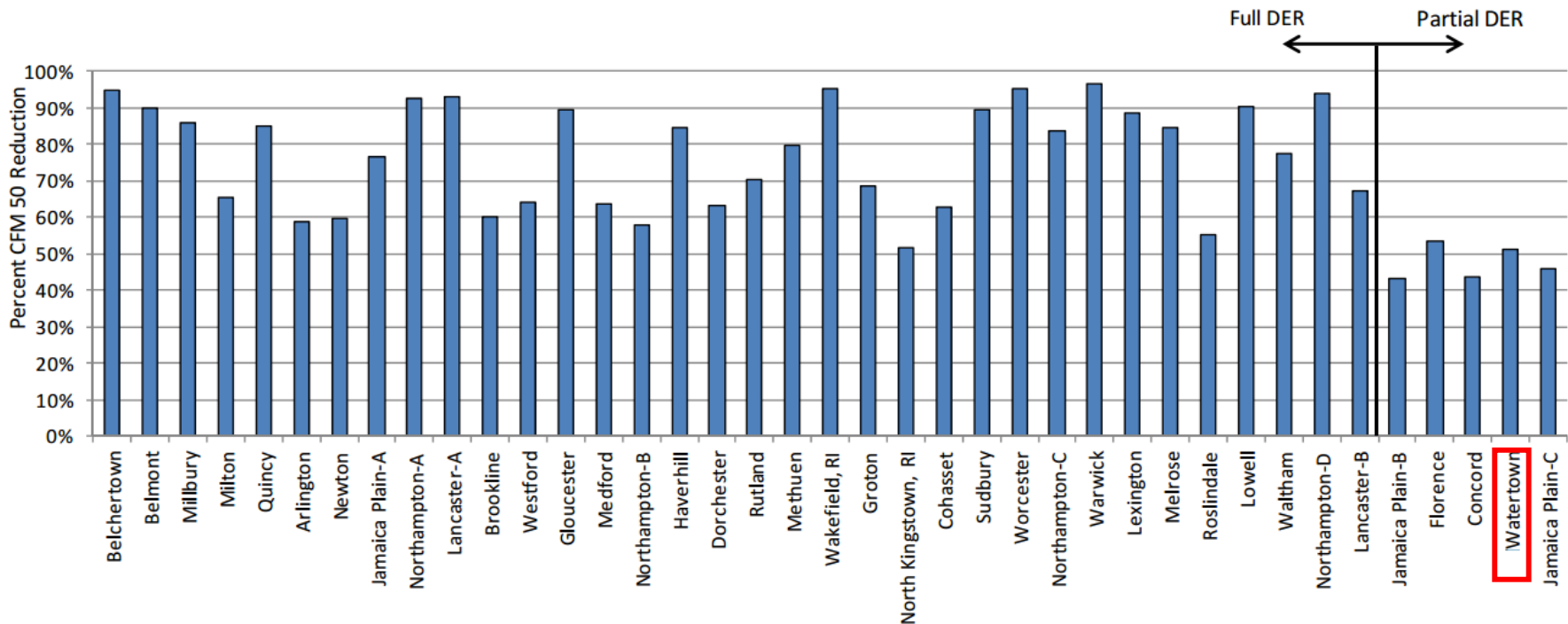


断熱効果



屋根・屋根裏に高断熱・高気密対策をすると屋根から熱が逃げにくくなり、雪は解けずに長い間屋根に残る。

DERプロジェクトの気密性向上比較

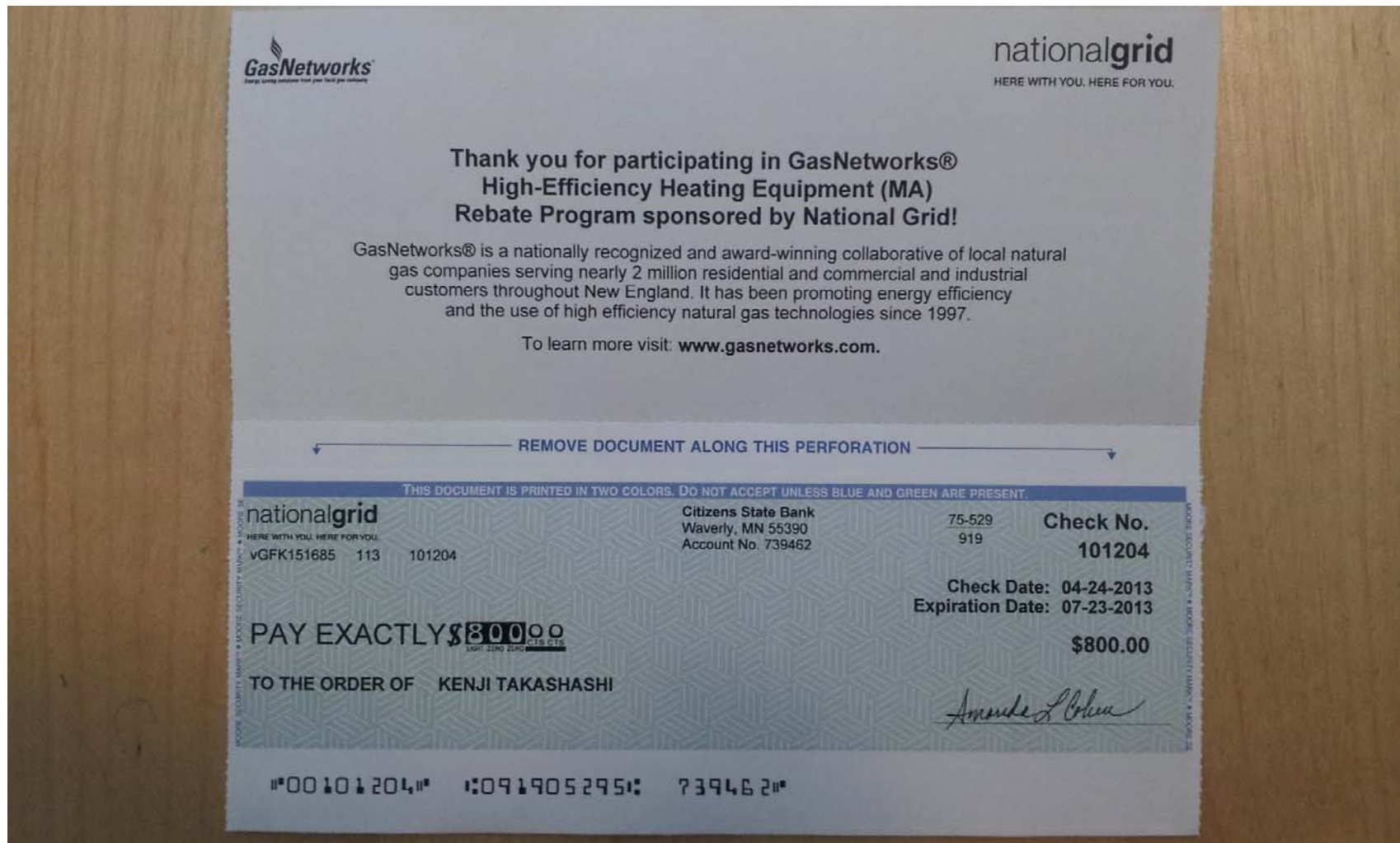


Source: Building Science Corporation (2014). Performance Results for Massachusetts & Rhode Island DER Pilot Community. Building America Report for U.S. DOE

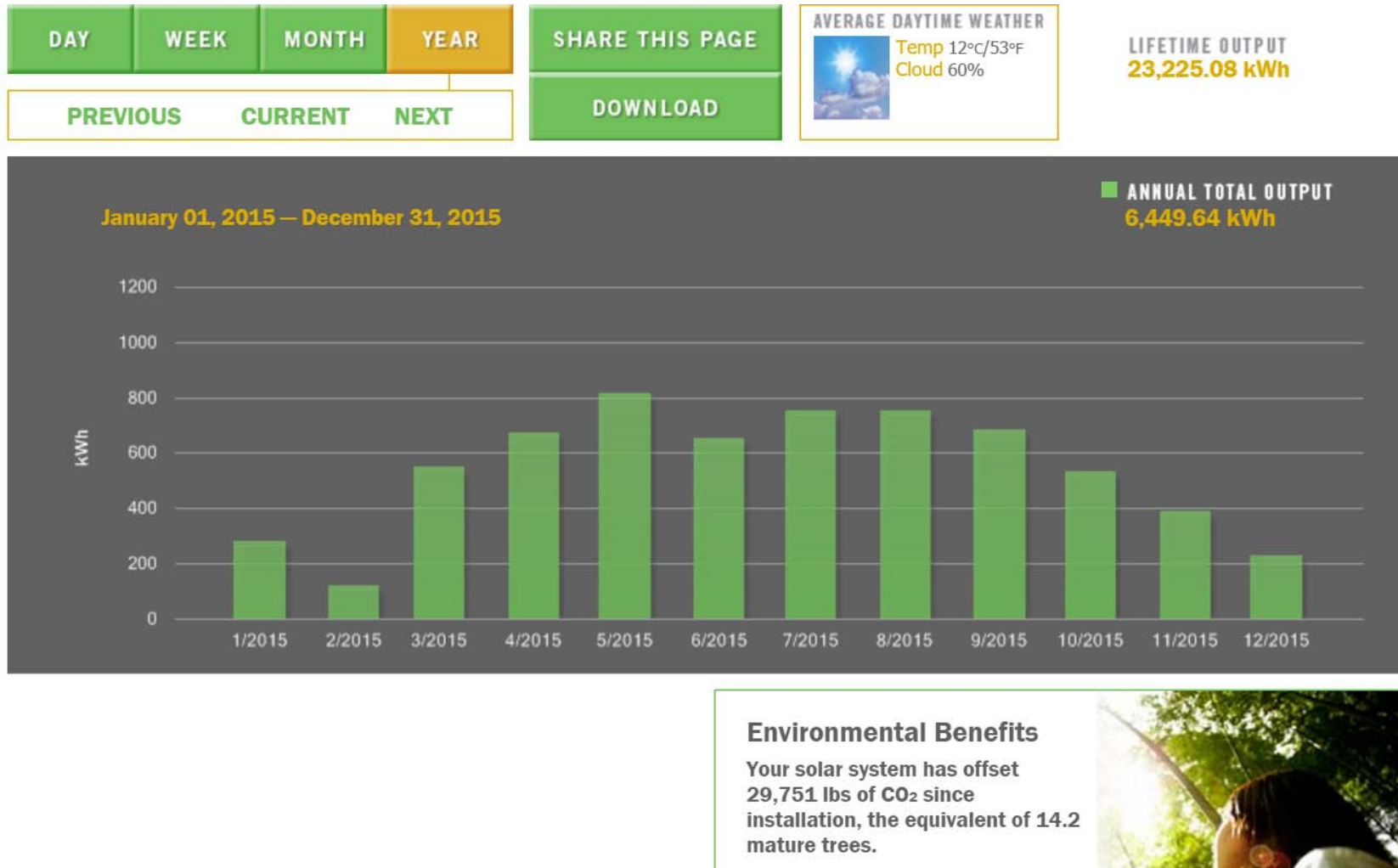
暖房機器・給湯器



MASS SAVE リポート



5 kW 太陽光発電：年間発電量



太陽光発電証書(SREC)



Facility Name: Takahashi-Kenji-MA-PV-5.04kW Residence

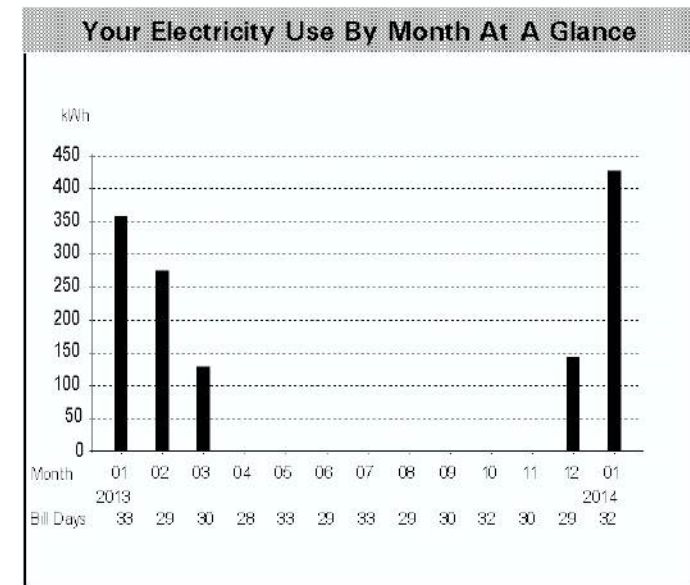
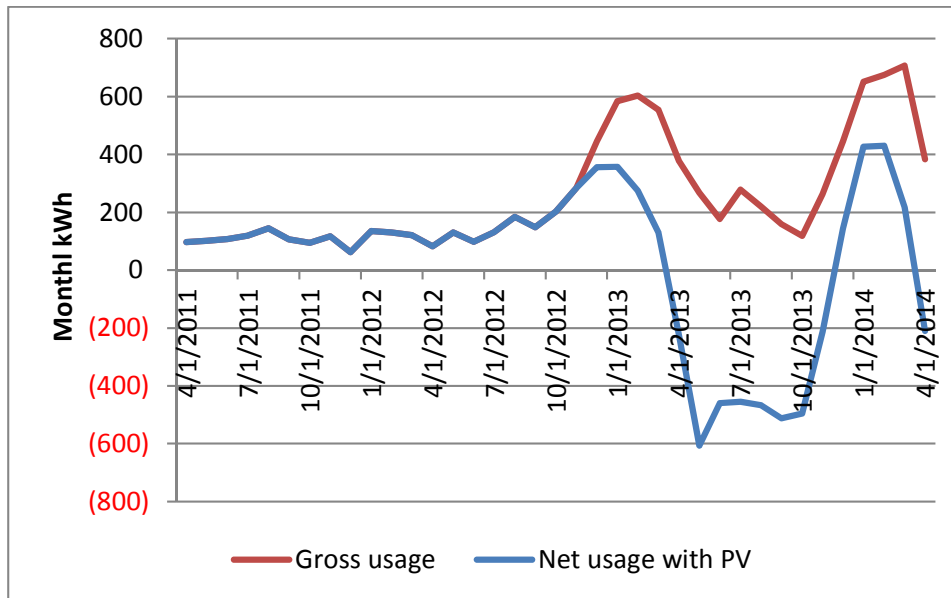
Generation Month	SRECs Sold	Sale State	Compliance Year	Clearing Price	Payment/ SREC	Total Payment
2015-12-01	1	MA	2015	\$437.75	\$415.86	\$415.86
Total:	1				Total:	\$415.86

Total Brokerage Payments

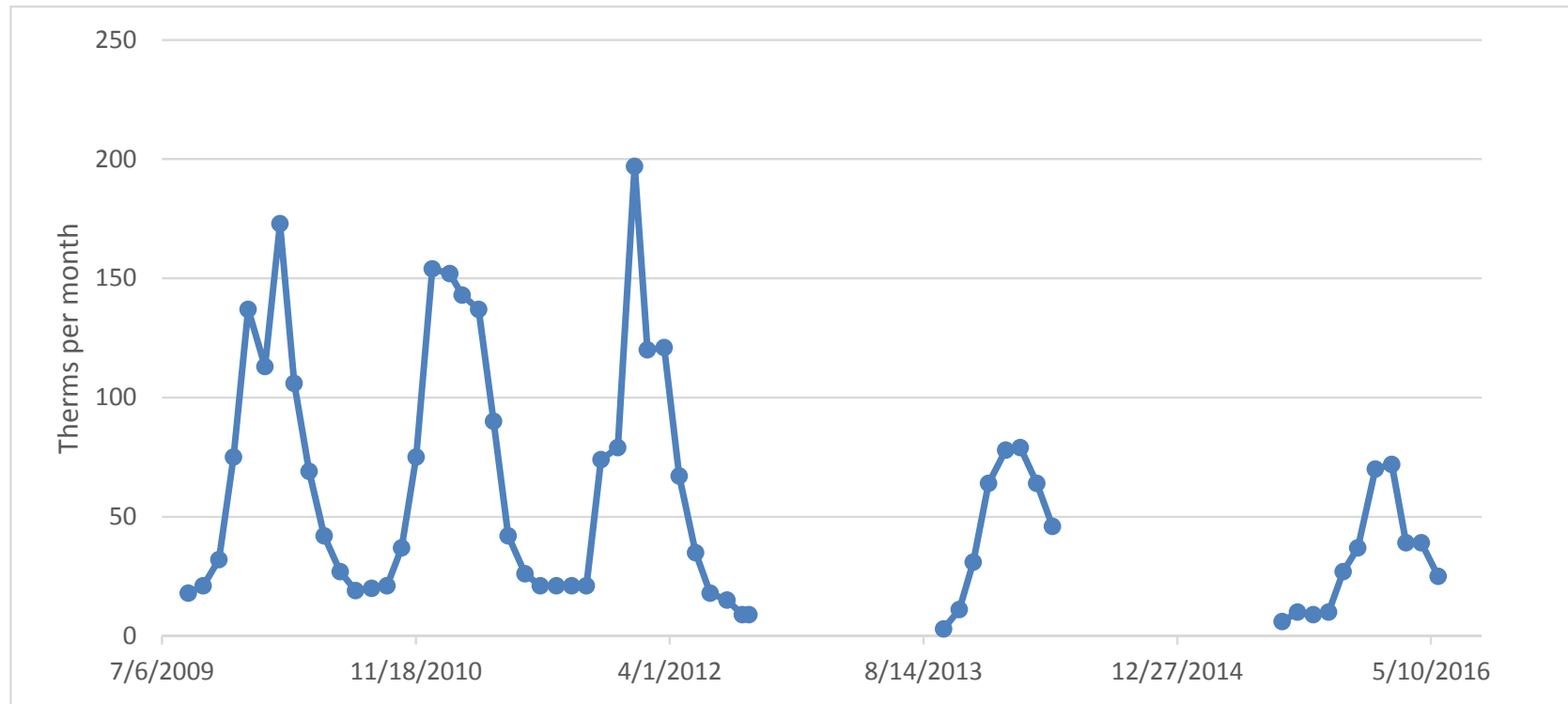
	SRECs Sold		Total Payment
Total:	1	Total:	\$415.86

- SREC価格は 1 MW h あたり220から440ドル
- 3年半でSREC収入が約5800ドル

エネルギー消費の変化: Unit 1の電気使用量

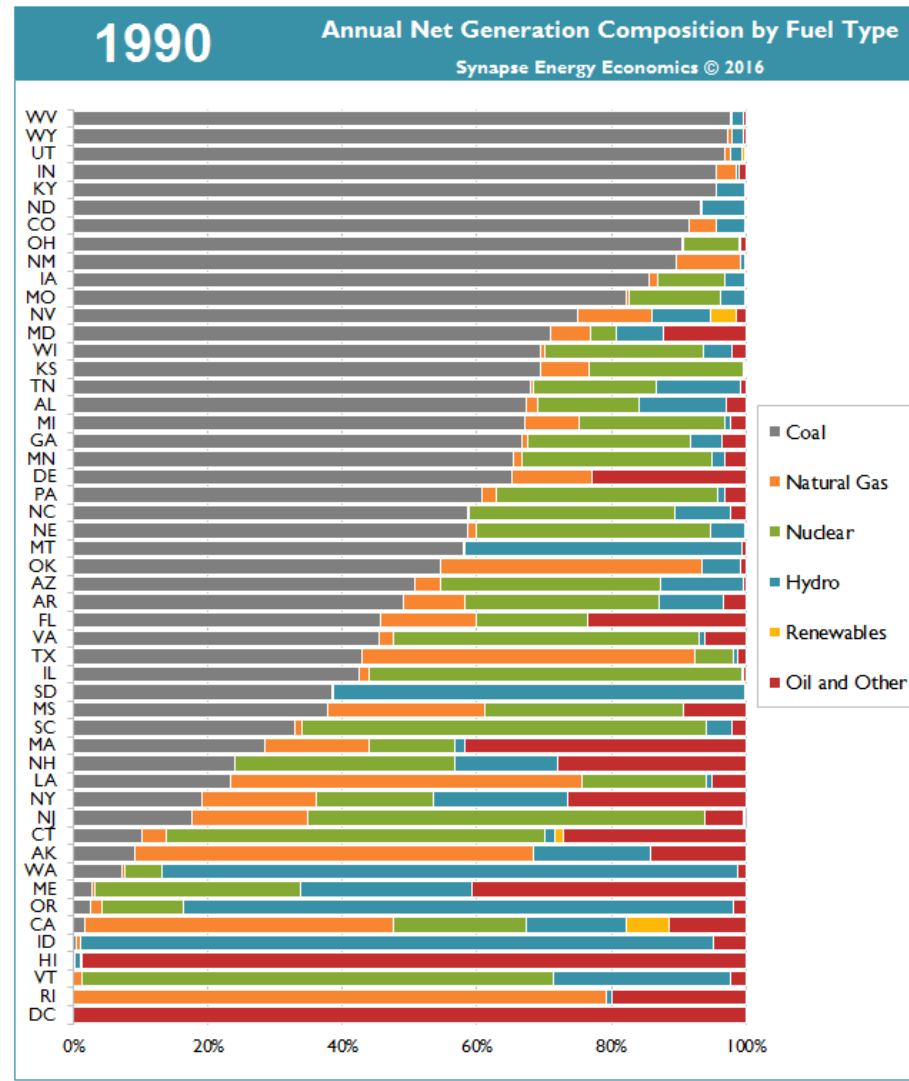


エネルギー消費の変化: Unit 2のガス使用量

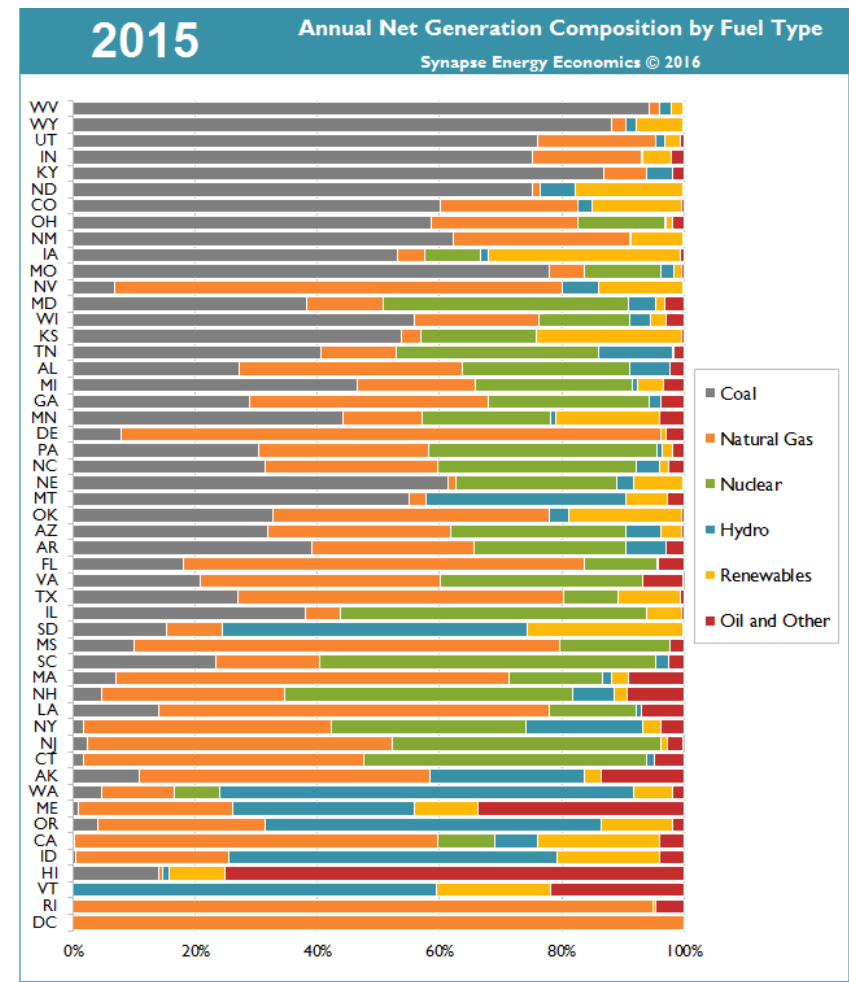
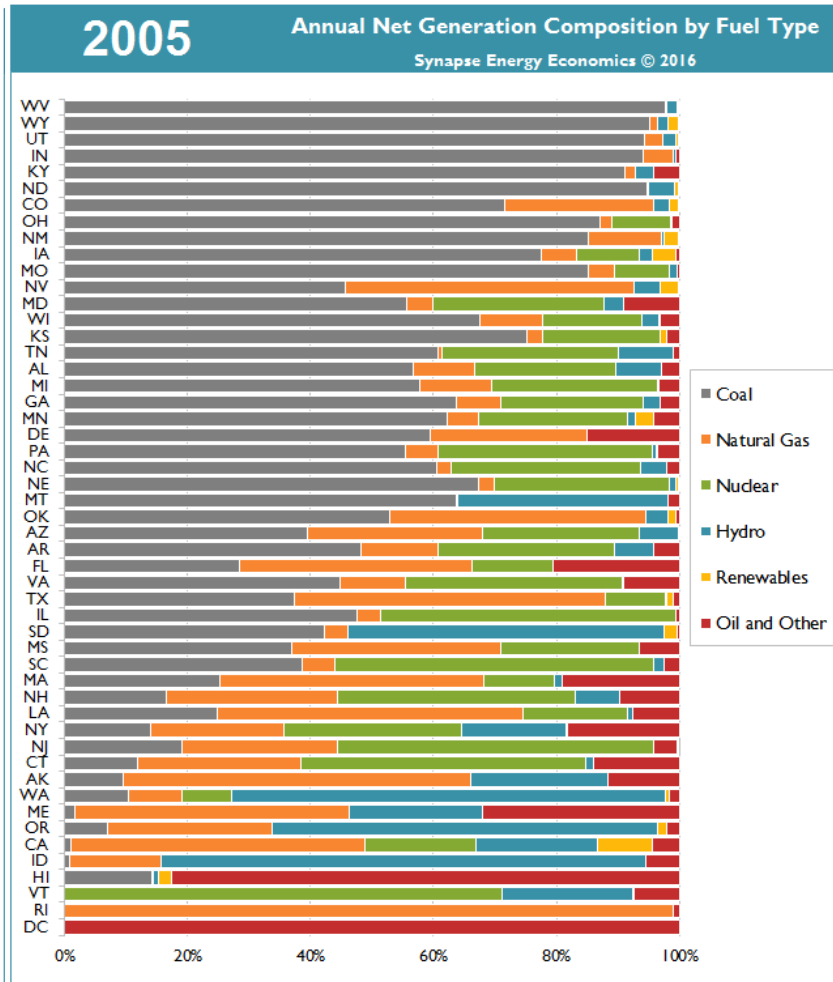


電源ミックスの変化と今後の行方

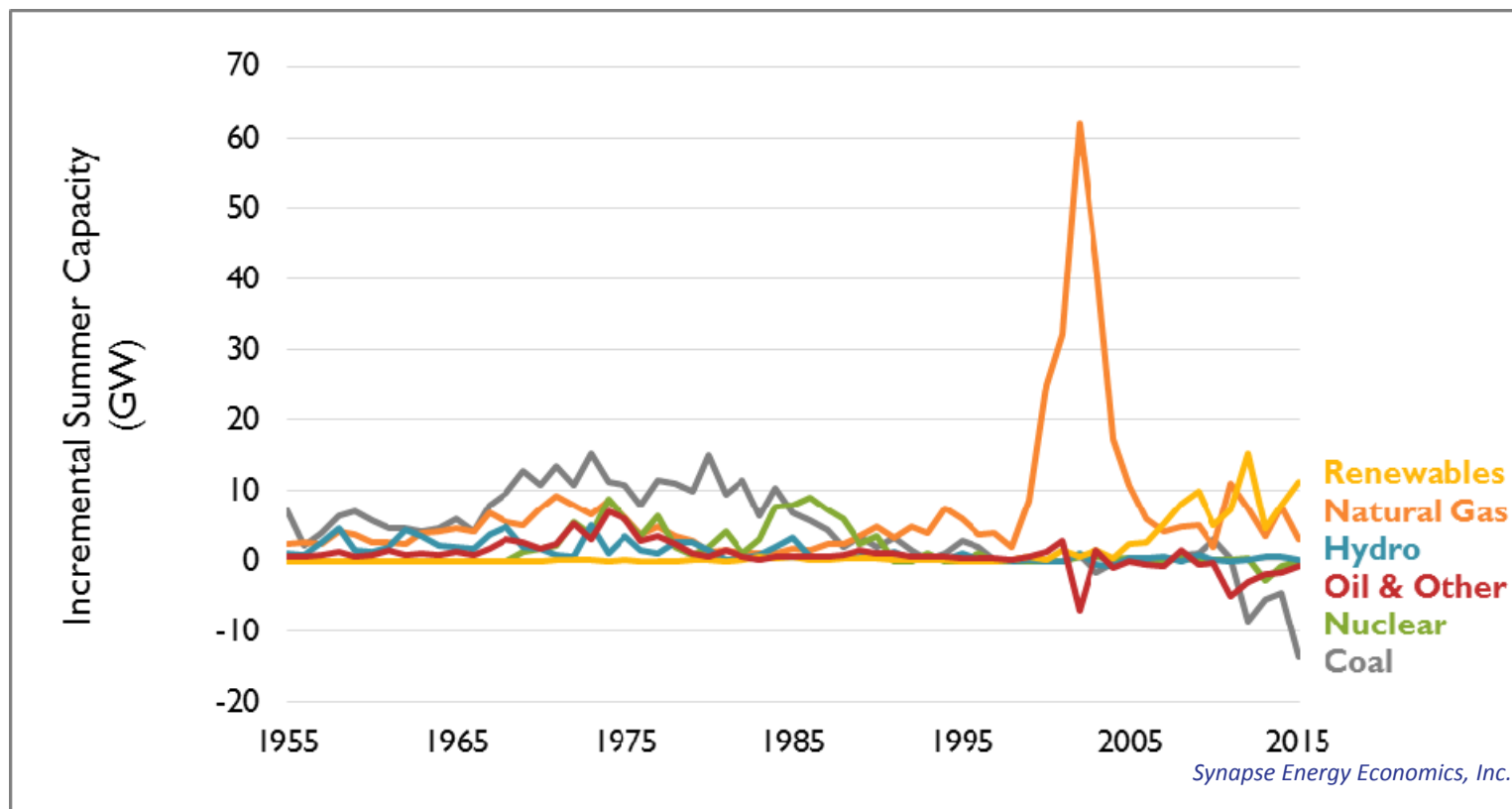
州の電源ミックスの変化 1990年から2015年まで



州の電源ミックスの変化 過去10年間



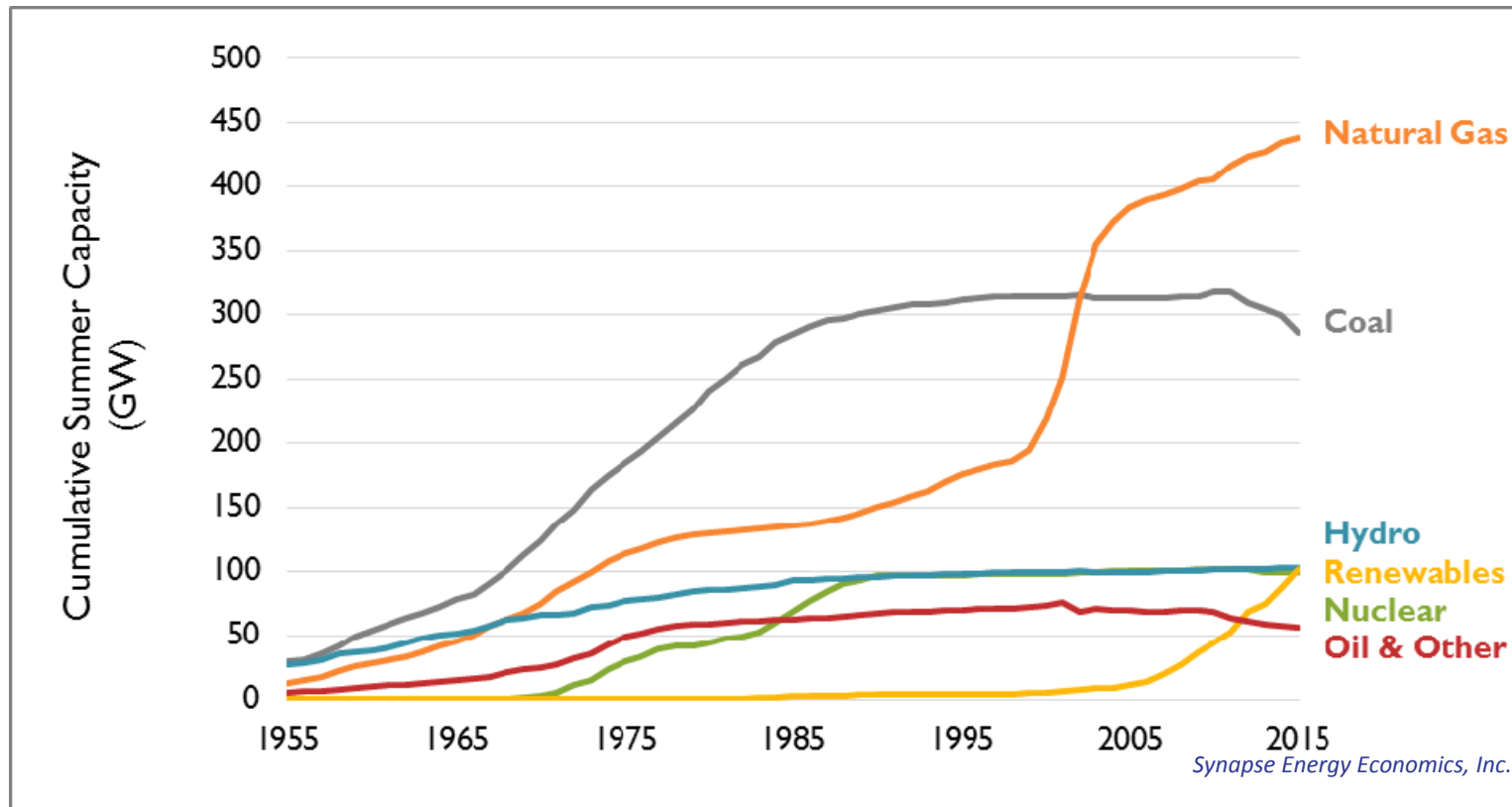
追加的発電容量の推移：石炭火力発電の設備容量が過去最低に



注：このデータには閉鎖された設備容量も含まれている

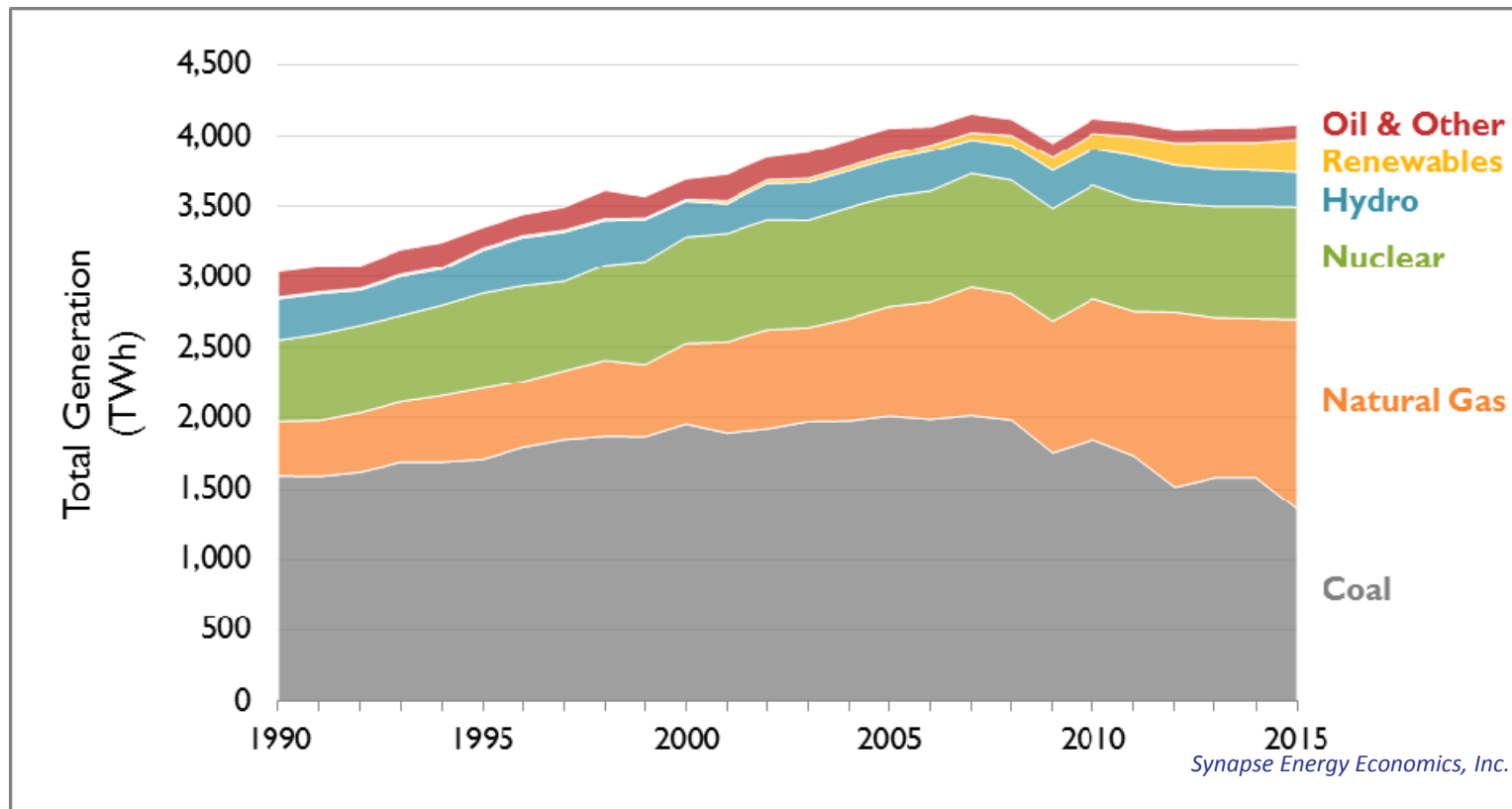
石炭、石油火力と原子力発電所の発電設備追加は低下傾向にあるが、自然エネルギーと天然ガス発電は増加傾向にある。2012年以降、自然エネルギー発電設備の増加が顕著。

発電所の総設備容量の推移



- 2015年に再エネの総設備容量が全体の9.5%に到達し、水力と原子力と同等になる。

電源別発電量の推移：石炭火力が過去最低に

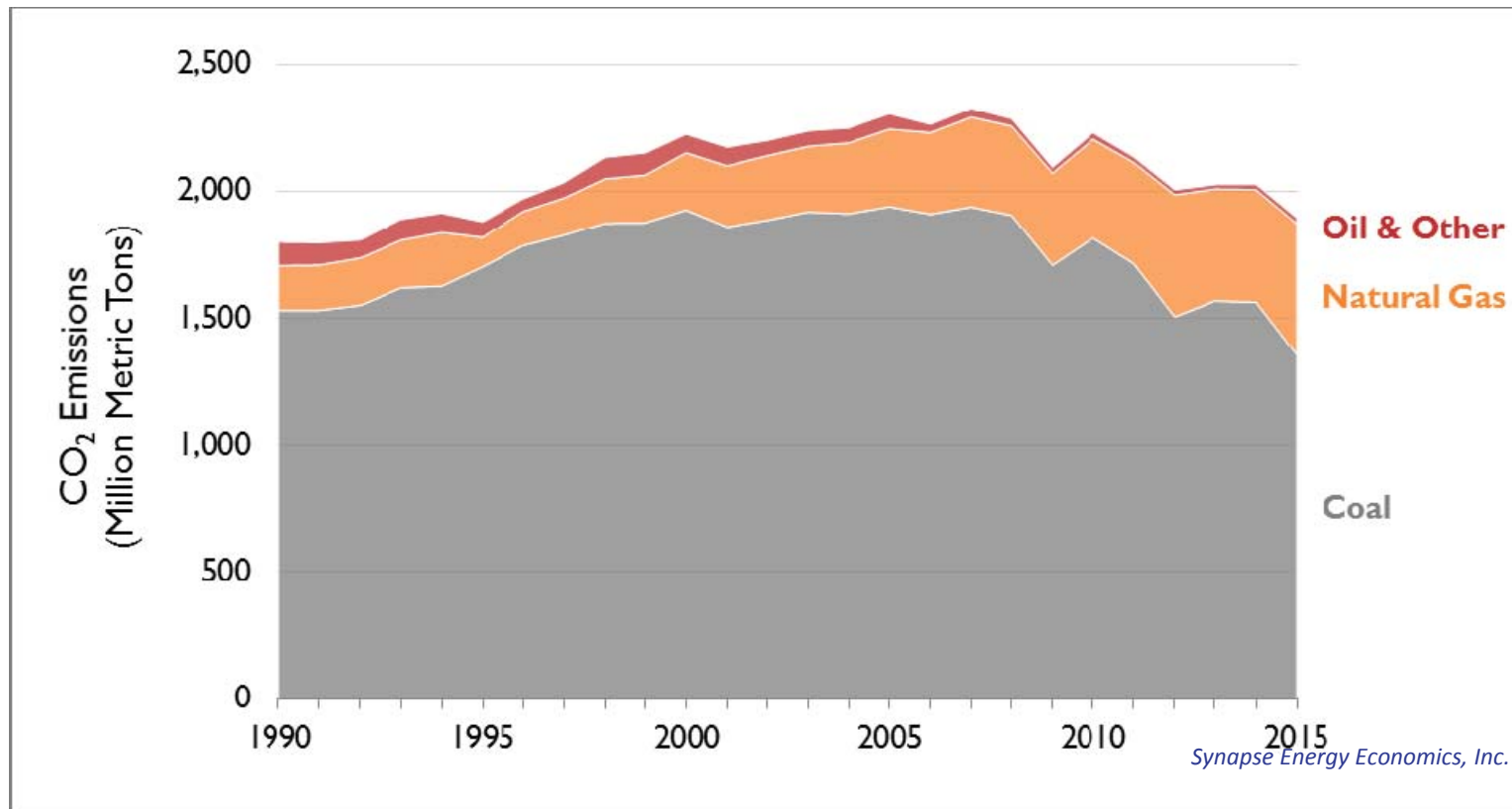


- 2015年に天然ガス発電の発電量が石炭発電とほぼ同等になる。
- 2005年以来、全国の総発電量の伸びがなくなる。年間増加率がわずか0.1%に。

最近の発電設備容量の変化の詳細：自然エネルギーの ネット設備追加が他の電源を抜く

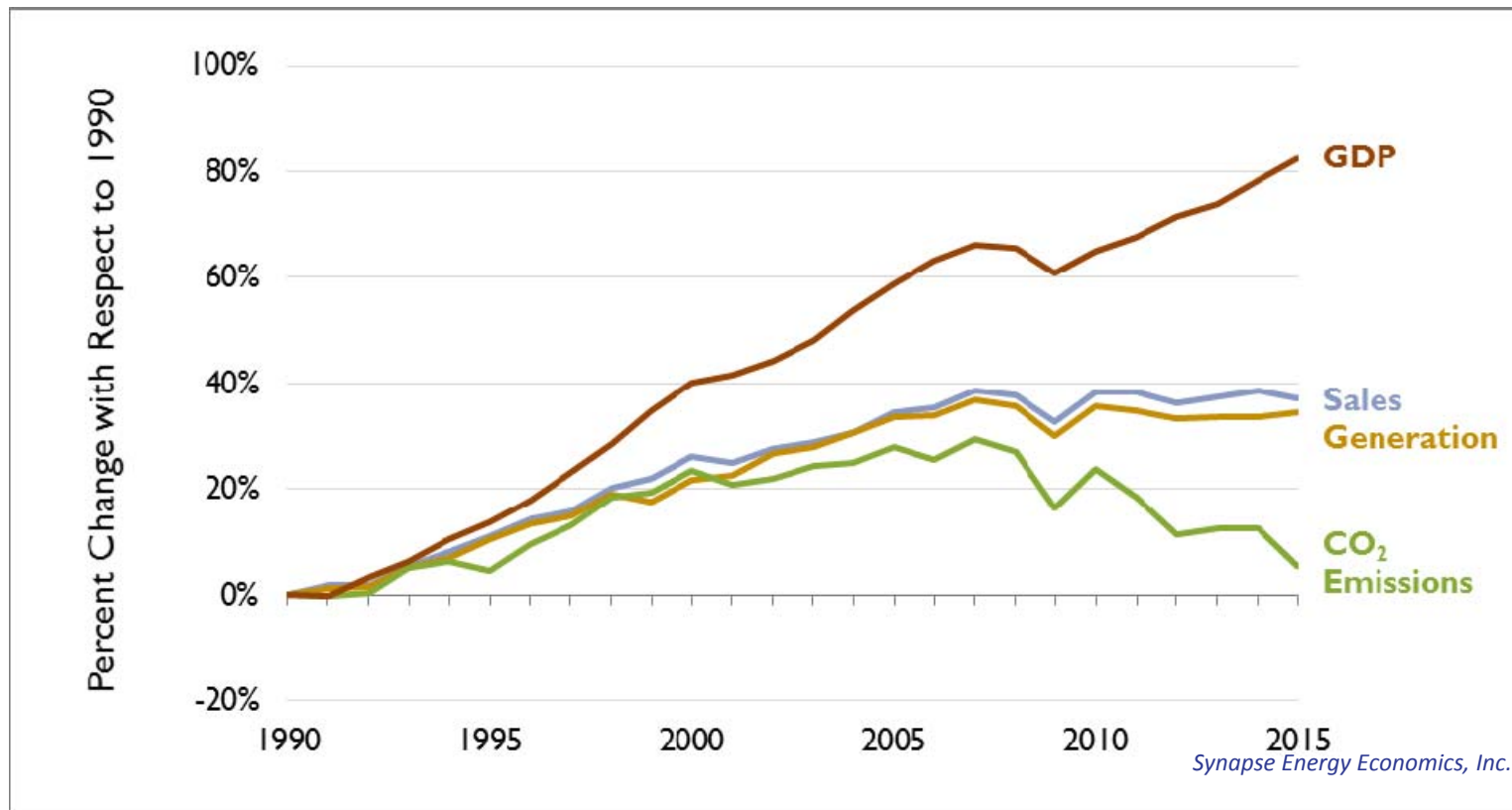
	Installed		Retired		Net (installed less retired)	
	2014	2015	2014	2015	2014	2015
Coal	0.1	0.0	4.5	13.7	-4.4	-13.7
Natural Gas	8.3	6.1	3.9	2.9	4.4	3.1
Nuclear	-	-	0.6	-	-0.6	0.0
Hydro	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	0.1
Renewables	8.2	11.3	0.1	0.1	8.2	11.3
Geothermal	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0
Storage	0.0	0.1	-	-	0.0	0.1
Solar	3.6	3.5	0.0	-	3.6	3.5
Wind	4.6	7.7	0.1	0.0	4.5	7.6
DG - Solar					3.6	3.7
DG - Wind					0.0	0.0
Oil and Other	0.3	0.3	1.2	1.1	-0.9	-0.8
Biomass	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1
Oil	0.1	0.0	1.0	1.0	-1.0	-0.9
MSW	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0
Other	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	17.1	17.8	10.4	17.9	6.7	-0.1

電力部門のCO₂ 排出量の推移：1995年以来最も低いレベルになる



- 2007年にピークに達する。それ以降排出量は減少し、今は1995年レベルに。

電力消費、GDP、CO₂排出量の関係



Note: Values for GDP have been adjusted for inflation.

- GDPは増加するとともに、CO₂排出量は減少するというディカプリングが起こっている。

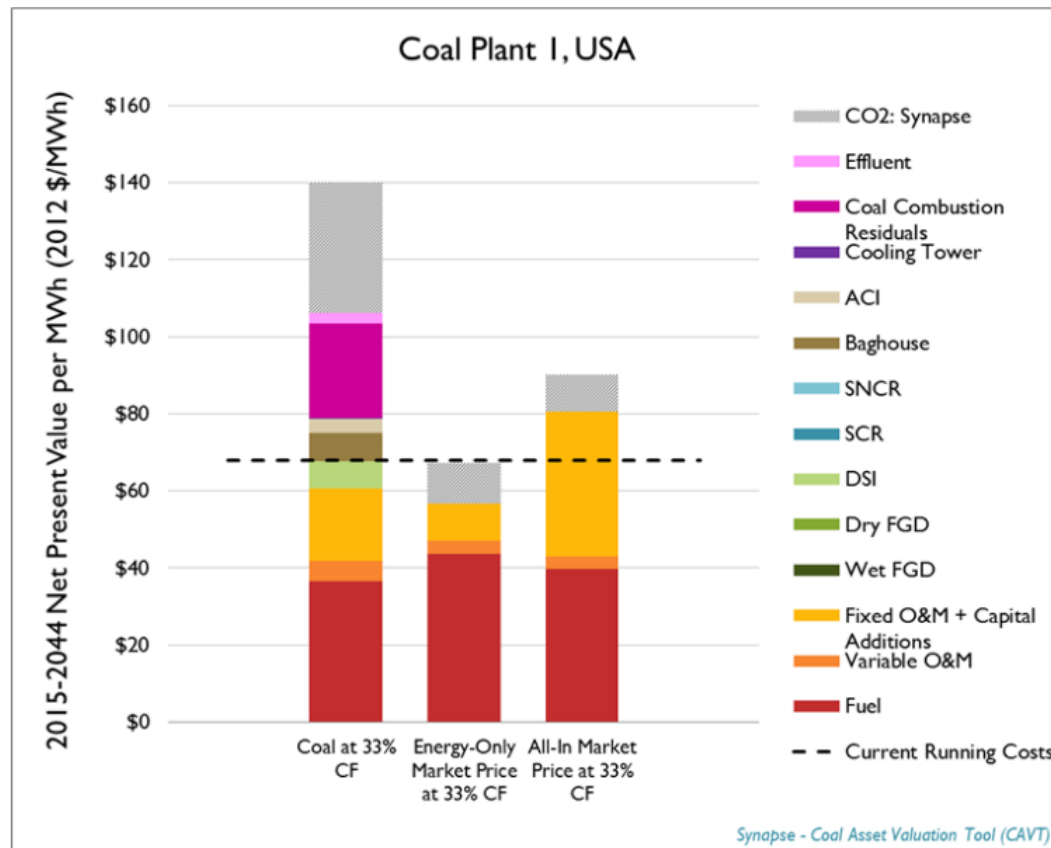
電源ミックス変化の要因

電源ミックス変化の要因

1. シェールガス開発による低い天然ガス価格
2. 老朽化する石炭火力発電所と厳しくなる米国EPA（環境保護庁）による環境規制
3. 環境保護団体による州の電力規制、意思決定への積極的、包括的介入
4. 低下し続ける自然エネルギー発電コストと州と連邦レベルでの再エネ政策
5. 州レベルのエネルギー効率化政策
6. オバマ政権による電気機器のエネルギー効率基準改善と建築物のエネルギー基準改善
7. オバマ政権による景気刺激策

2.石炭火力発電所の経済性の変化

環境対策費用を含めた石炭火力発電の価格と市場の電力価格の比較



注：CF: Capacity Factor (設備稼働率)

2. 石炭火力発電の経済性:環境対策によりコストが増大

図1. 環境対策費用を想定しない場合

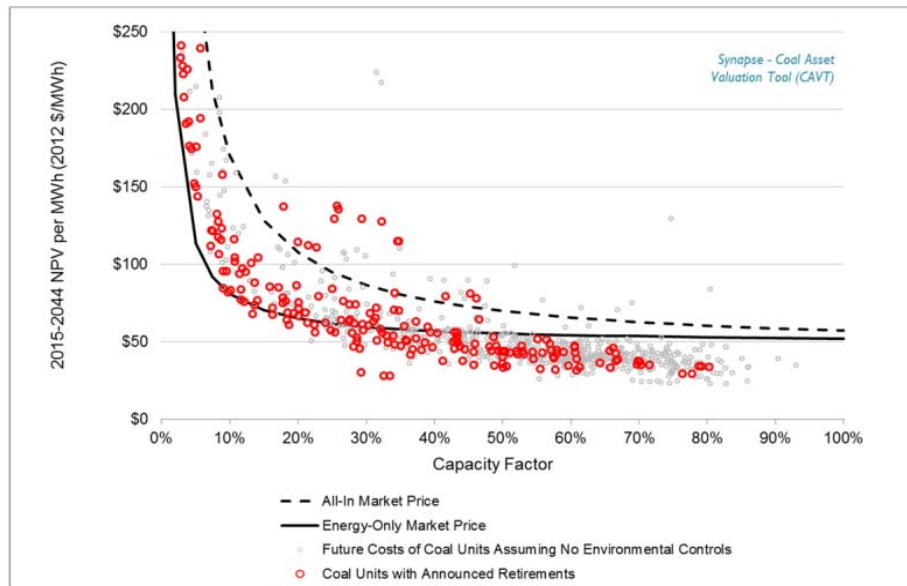
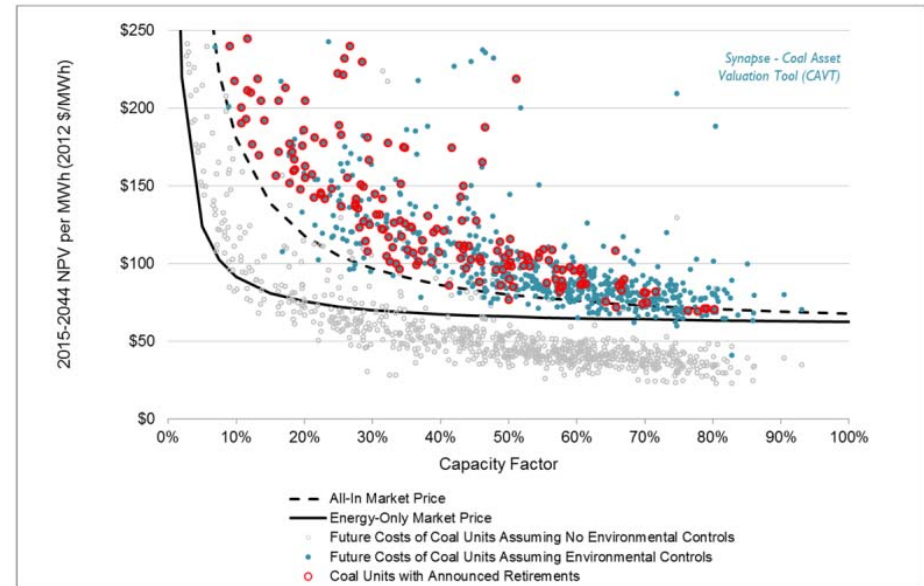


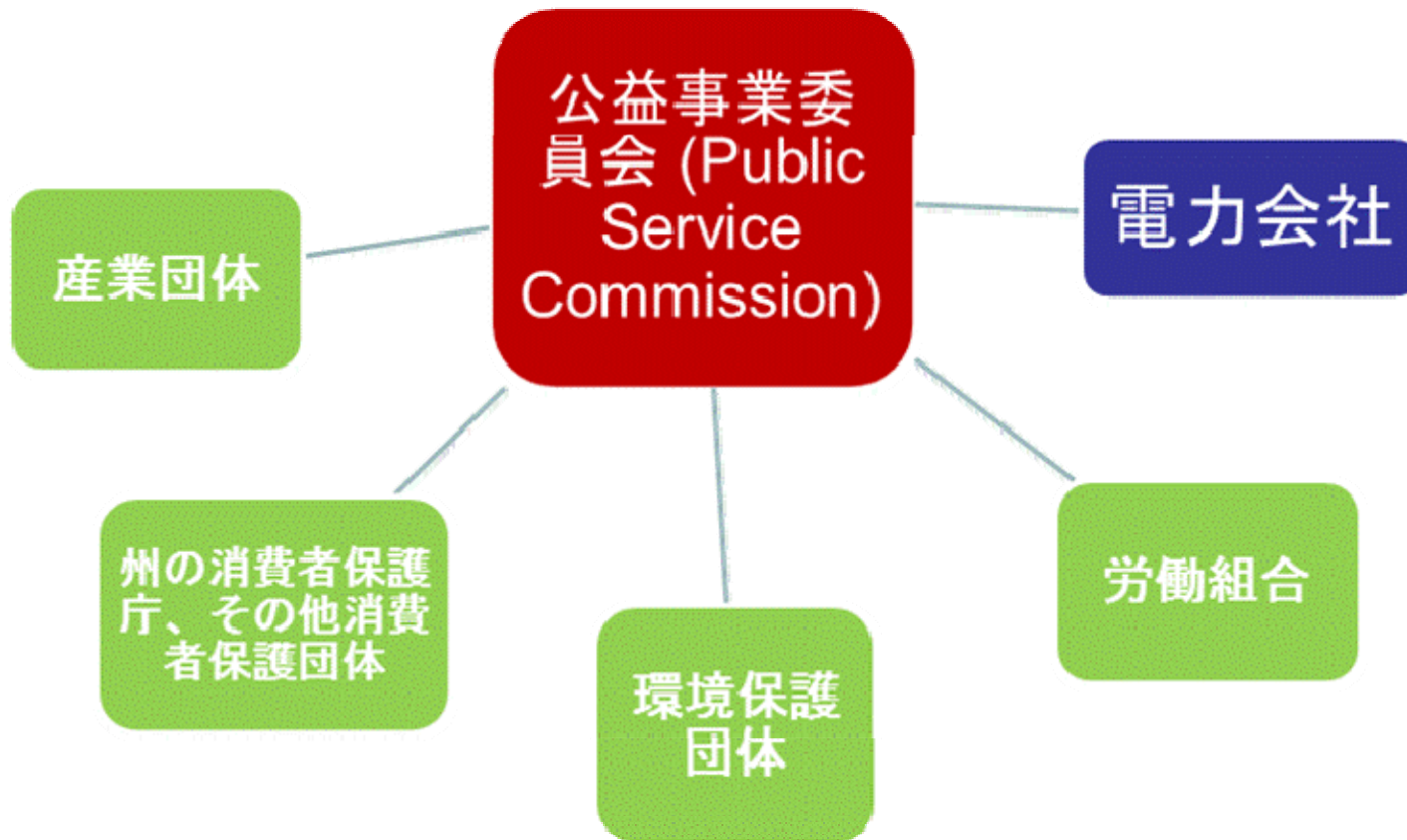
図2. 環境対策費用を想定した場合



注：○はすでに廃炉を決めた発電所

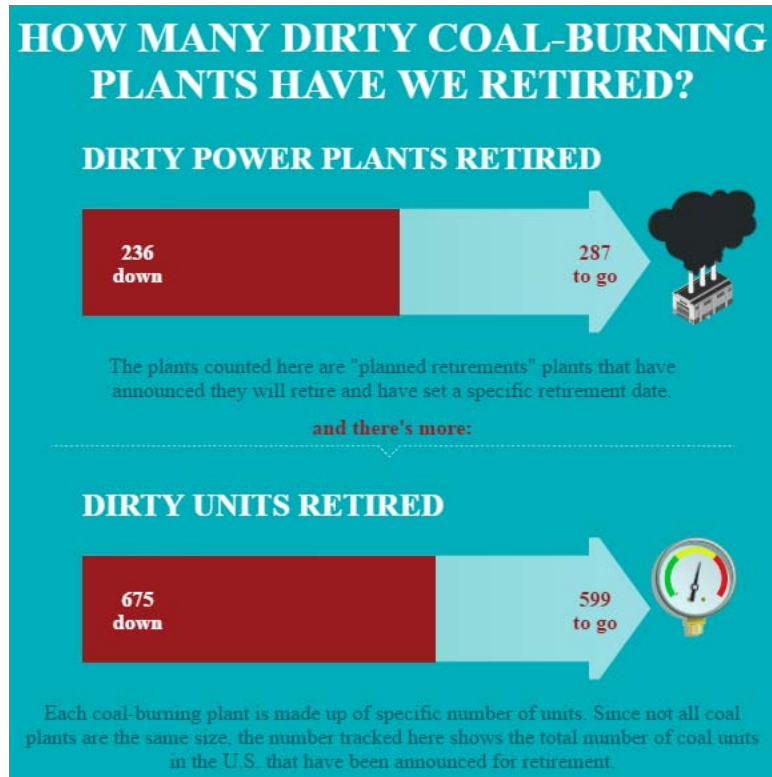
Source: Synapse Energy Economics (2015). Forecasting Coal Unit Competitiveness,
<http://www.synapse-energy.com/sites/default/files/Forecasting-Coal-Unit-Competitiveness-14-021.pdf>

3. 「民主的」電力規制：参加型規制制度



3. 市民参加制度の効果

シエラクラブの「Beyond Coal」キャンペーンの成果



- **Red markers:** active or upcoming plants.
- **Yellow markers:** progressing plants.
- **Green markers:** defeated plants!

Source: Sierra Club, <http://content.sierraclub.org/coal/victories>

4. 自然エネルギー発電コスト：太陽光発電設置コストの予測

図1. 家庭用システムの設置費用予測

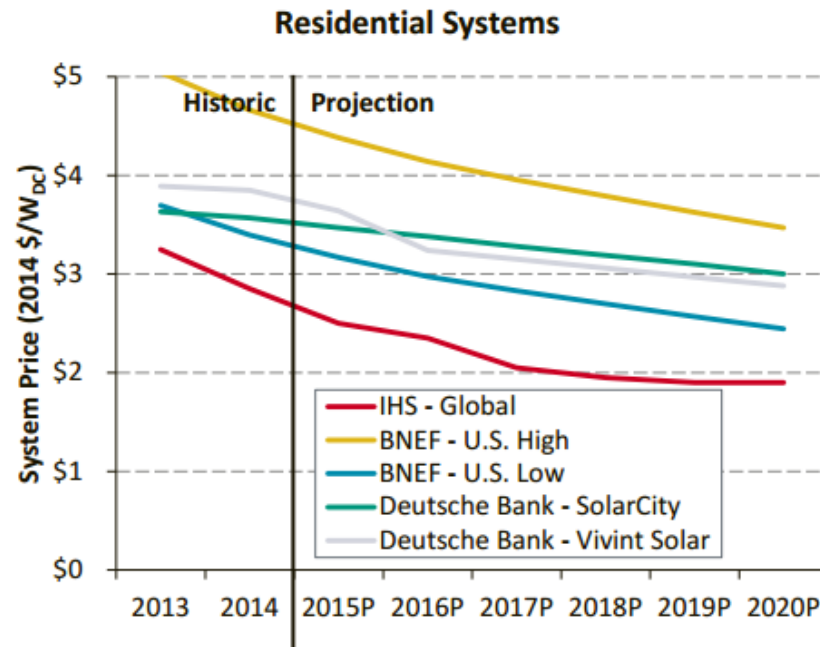
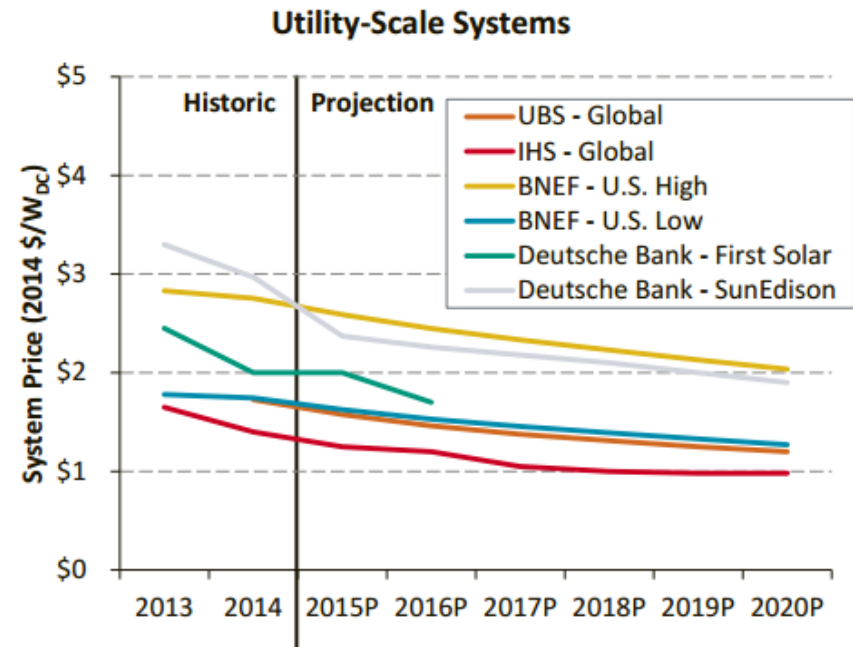
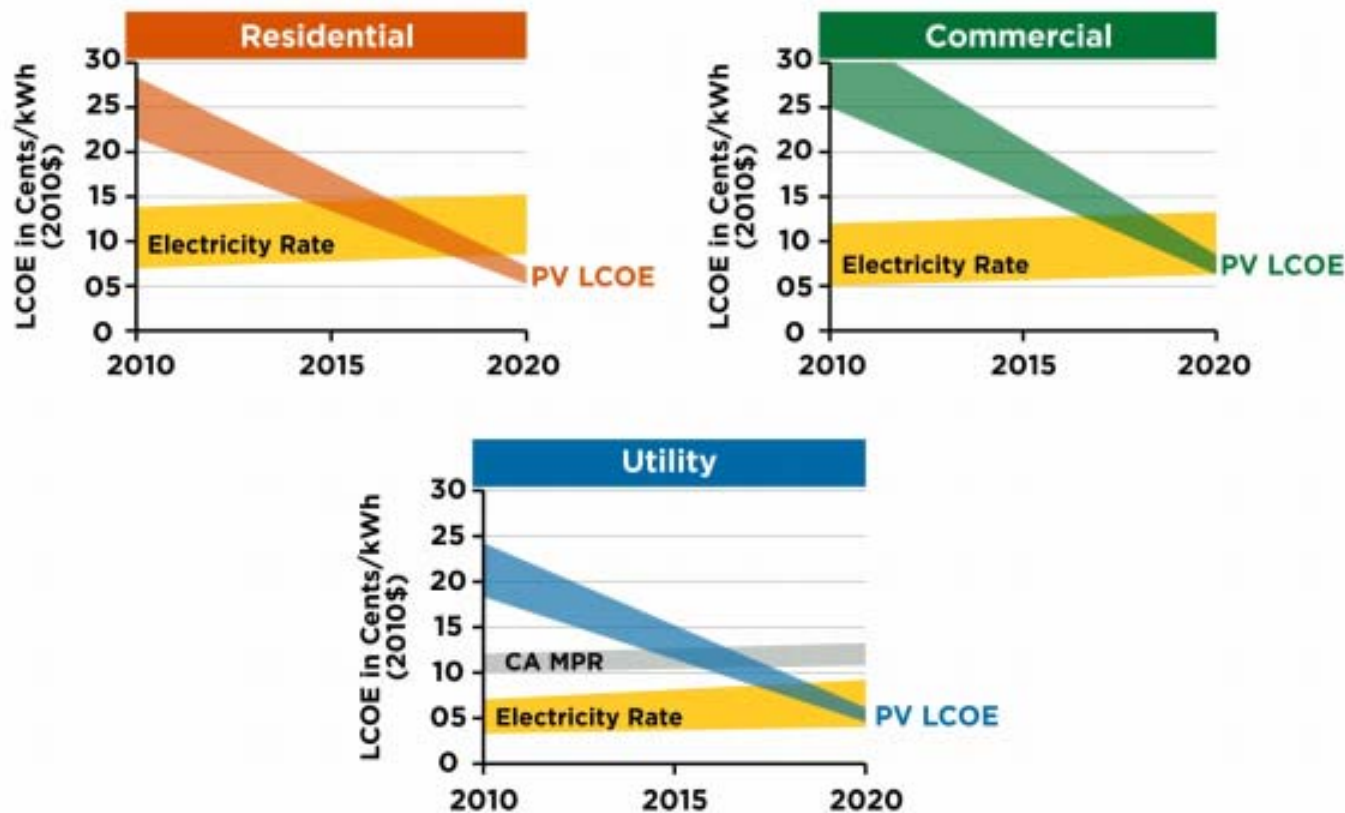


図2. メガソーラーの設置費用予測



Source: U.S. DOE (2015). Photovoltaic System Pricing Trends, <http://www.nrel.gov/docs/fy15osti/64898.pdf>

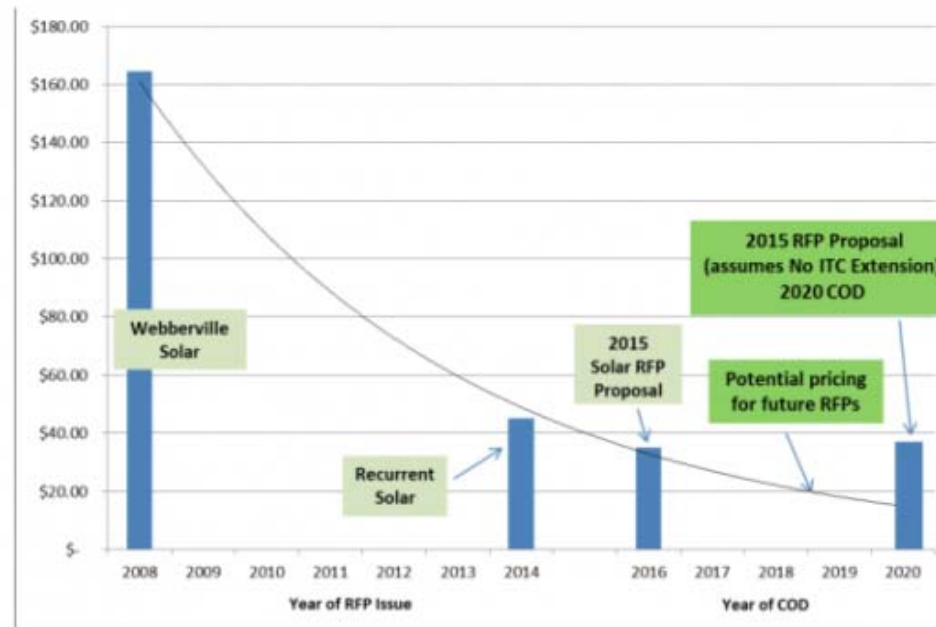
4. 自然エネルギー発電コスト：エネルギー省のSunShot Initiativeによる目標



Source: U.S. DOE (2012). SunShot Vision Study, http://energy.gov/sites/prod/files/2014/01/f7/47927_chapter4.pdf

4. 自然エネルギー発電コスト：オースティンエナジーのソーラープロジェクト

- オースティンエナジーの最新のソーラープロジェクト競売結果は、1 kWh あたり4セント以下。
- 実際の現在の大型プロジェクトはすでにグリッドパリティに到達しているか、しつつある。



Source: <http://www.greentechmedia.com/articles/read/cheapest-solar-ever-austin-energy-gets-1.2-gigawatts-of-solar-bids-for-less>

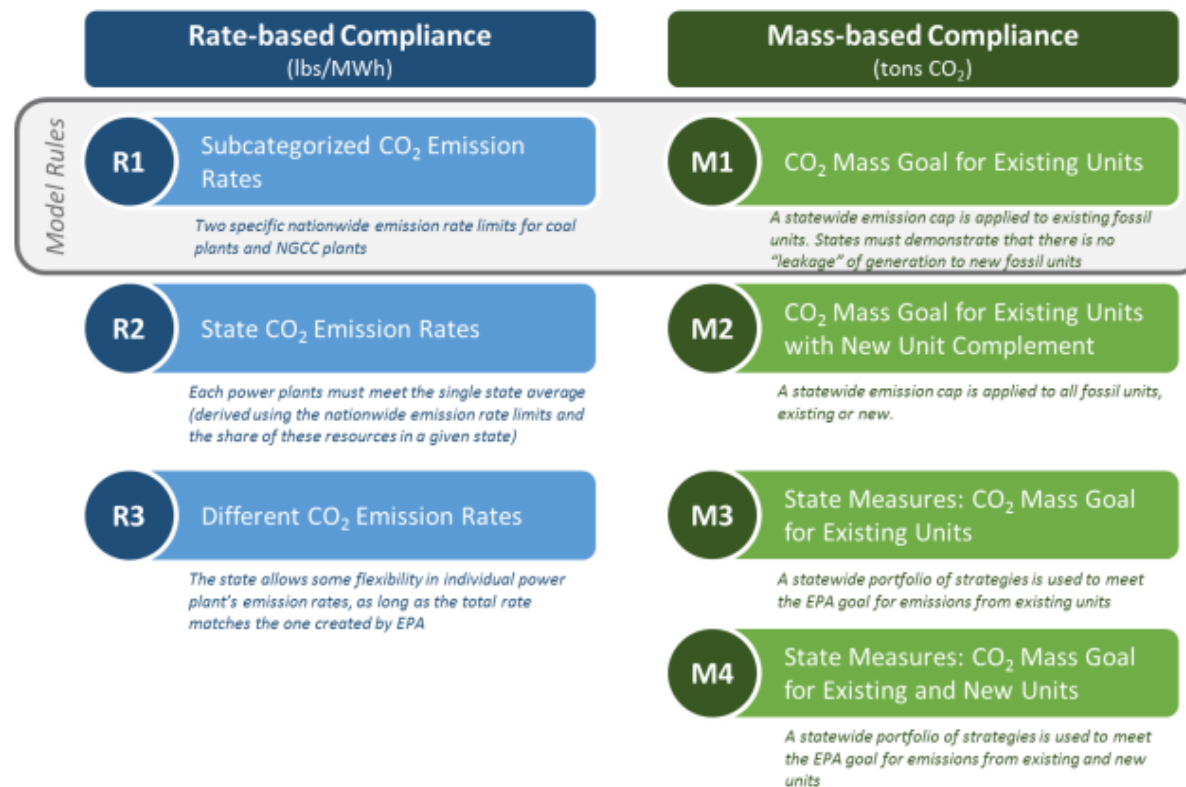
Clean Power Plan (クリーンパワープラン)

Clean Power Plan (CPP)の簡単な概要

- アメリカ連邦政府による史上初のCO₂排出量規制・制度
- 2030年までにCO₂を発電所から全国で平均して32%削減
- 様々な電源(Building Blocks)と柔軟なコンプライアンス方法を認めている
- Building blocks (BB):
 - BB 1 – 既存の石炭火力発電所の熱効率向上
 - BB 2 – 天然ガス火力発電で石炭火力発電を代用
 - BB 3 – 自然エネルギーで石炭火力発電を代用
- エネルギー効率化対策の役割

CPPのコンプライアンスの方法

- コンプライアンスには様々な方法が認められている。
- 大きく分けて、排出率の基づく手法と、総排出量に基づく手法がある。



C P Pのスケジュール



Source: <https://cleanpowerplanmaps.epa.gov/cpp/>

市民、消費者、会社、地域社会、専門家、 州政府などの参加

- 米国環境保護長(EPA)の透明で包括的な市民参加プロセス
 - 200以上の団体に助言を求める
 - 100回以上のミーティング
 - 430万のパブリックコメント
- “People’s plan” 例：ケンタッキー、フロリダなど
- 炭素排出権取引市場にかかわる既存のステークホルダープロセス

CPPケースの現状と今後の行方

- CPPの裁判判決状況

- 連邦控訴裁判所(U.S. Court of Appeals) : 執行停止(Stay Request) 要請を棄却 (2016年1月)
- 最高裁判所 : 数日後、執行停止を受諾
- 6月2日の連邦控訴裁判所の3パネル判事議論が予定されていたが、キャンセルされ、代わって9月27にすべての判事が議論することになる。
- 最高裁判所 : 州のCPP計画書の最終締め切りである2018年9月までには判決下る可能性が高い

- CPPの裁判判決状況

- Whether the EPA has the legal authority to impose these regulatory requirements on existing power plants under Section 111(d) in the first place
- The extent to which the EPA can look at so-called “outside the fenceline” measures
- Extensive revisions to its initial CPP proposal so as to insulate it from legal challenge.
- If the new source standards under Section 111(b) don’t survive, the EPA cannot proceed with the CPP. (source: https://www.washingtonpost.com/news/volokh-conspiracy/wp/2016/02/10/placing-the-clean-power-plan-in-context/?tid=a_inl)

White Houseの反応

Statement by the Press Secretary

We disagree with the Supreme Court's decision to stay the Clean Power Plan while litigation proceeds. The Clean Power Plan is based on a strong legal and technical foundation, gives States the time and flexibility they need to develop tailored, cost-effective plans to reduce their emissions, and will deliver better air quality, improved public health, clean energy investment and jobs across the country, and major progress in our efforts to confront the risks posed by climate change. We remain confident that we will prevail on the merits. Even while the litigation proceeds, EPA has indicated it will work with states that choose to continue plan development and will prepare the tools those states will need. At the same time, the Administration will continue to take aggressive steps to make forward progress to reduce carbon emissions.

- 判決に対して反意を表明
- 訴訟中も環境保護庁（EPA）は州の計画策定を支援
- 政権はCO2削減のための積極的な策を行う

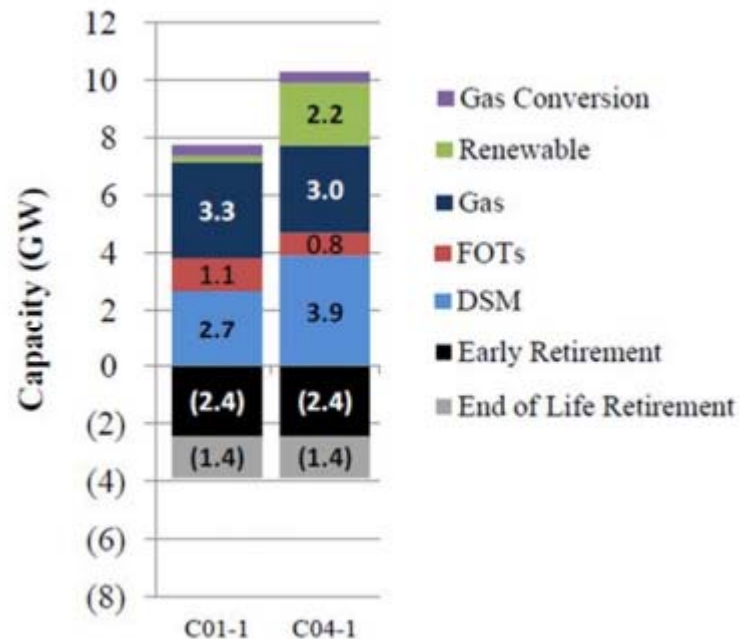
Source: The White House, Office of the Press Secretary (February 9, 2016)
<https://www.whitehouse.gov/the-press-office/2016/02/09/press-secretary-josh-earnest-supreme-courts-decision-stay-clean-power>

CPPの行方: 各地の動き

- 主政府のポジション
 - 17州が*Governors' Accord for a New Energy Future*のもとCPPを支持
 - 27州がEPAを訴訟
- 目標到達予測
 - 北東州のRegional Greenhouse Gas Initiative (RGGI)
 - カリフォルニアの Global Warming Solutions Act of 2006。2020年までに1990年レベルに。
 - アーカンソー州で昨年石炭火力の使用が25%減少し、すでにCPPの目標を達成するレベルに到達

C P P の行方: PacifiCorpのIRP(資源統合計画) の事例

図 1. 二つのシナリオの下での電源ミックス

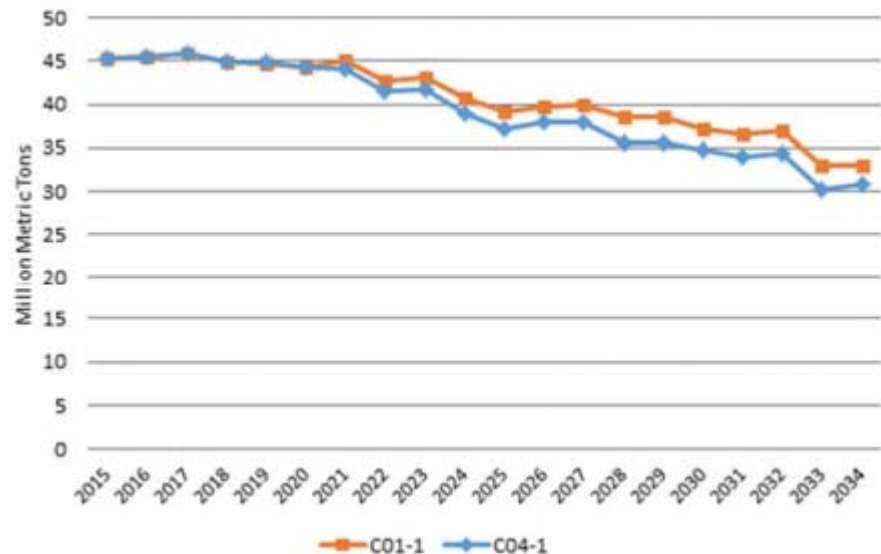


Source: Developed based on PacifiCorp (2015). 2015 Integrated Resource Plan, Volume I, Figure 8.1.

注：詳しくは以下のレポートを参照：

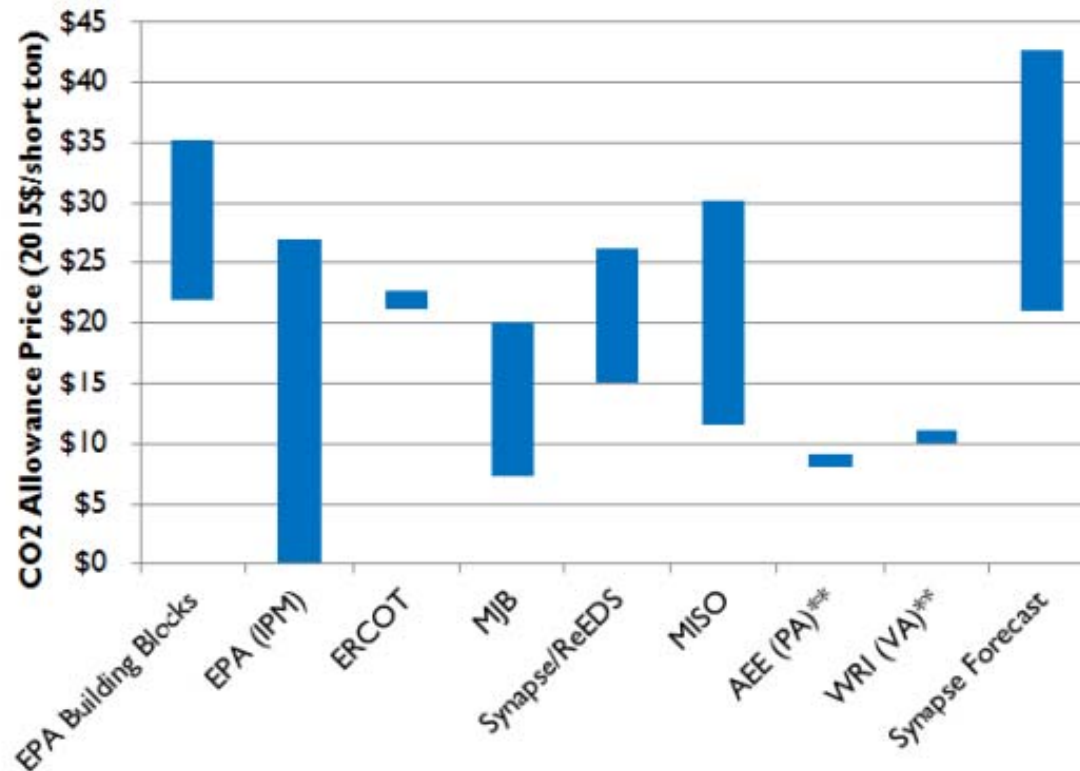
Synapse Energy Economics (2015). Air Emissions Displacement by Energy Efficiency and Renewable Energy

図 2. 二つのシナリオの下でのCO₂排出量



Source: PacifiCorp (2015). 2015 Integrated Resource Plan, Volume I, Appendix M, page 272.

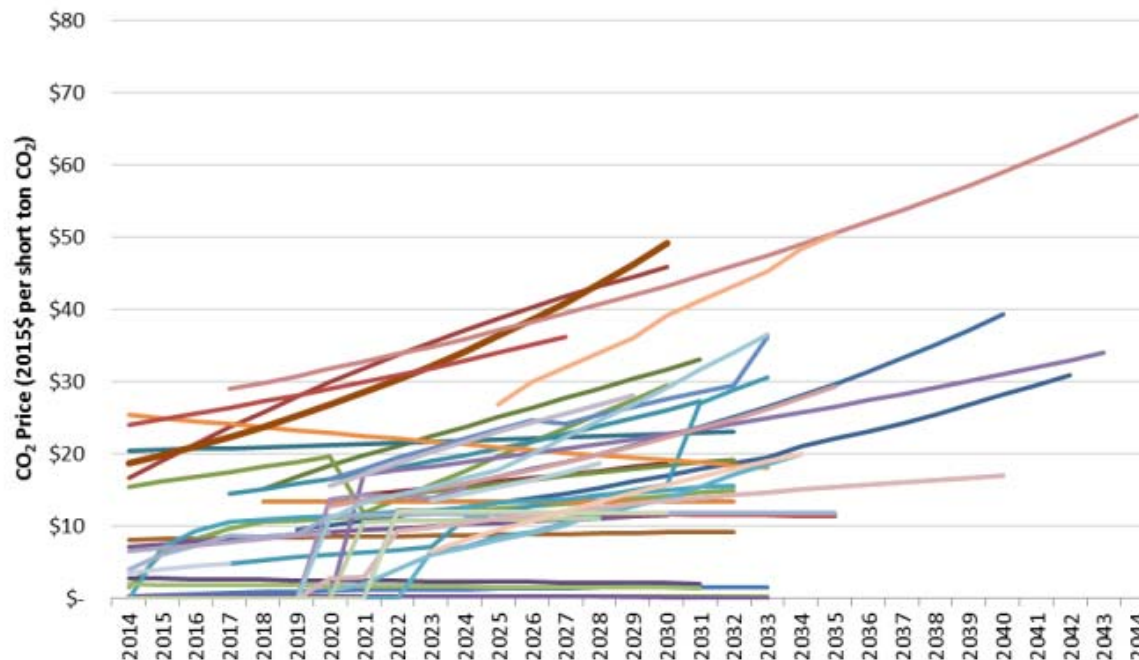
C P P の行方: CPPに関するCO₂価格予測



Source: Synapse (2016). Spring 2016 National Carbon Dioxide Price Forecast, http://www.synapse-energy.com/sites/default/files/2016-Synapse-CO2-Price-Forecast-66-008_0.pdf

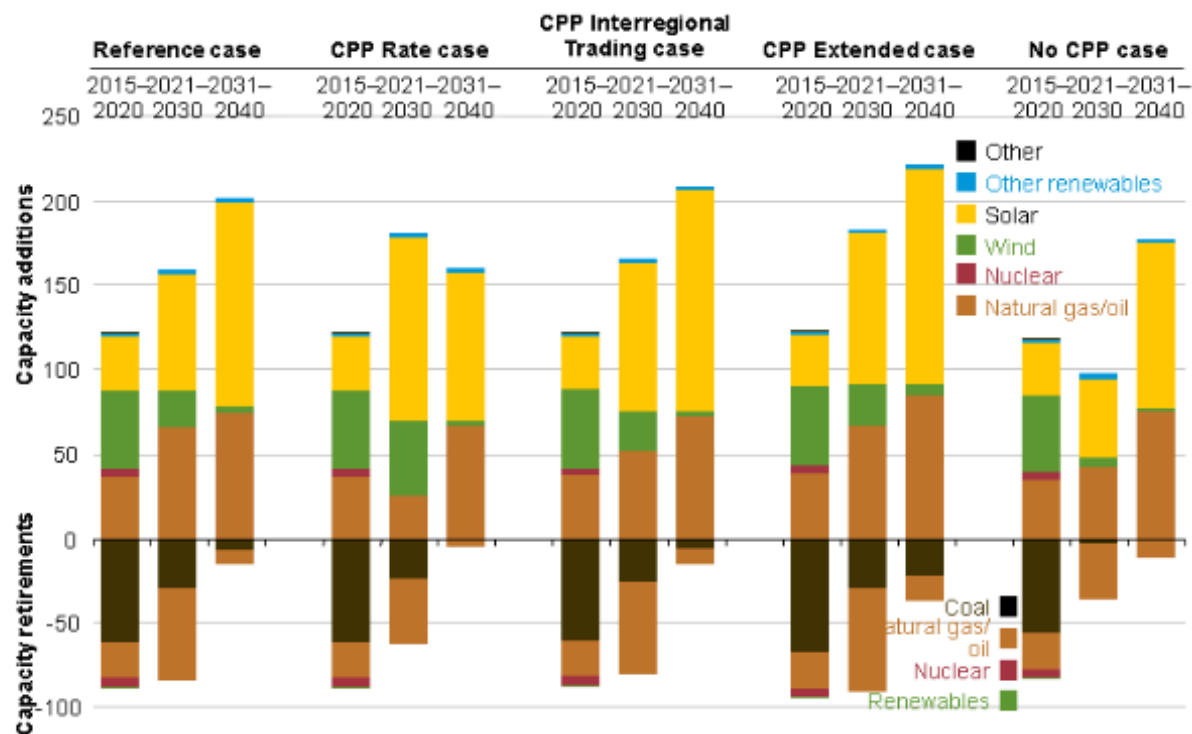
電力会社の資源統合計画（IRP）で使われているCO2価格のまとめ

- 価格予測はまちまちではあるが、多くの電力会社がすでに二酸化炭素価格を想定して将来の電力ミックスを予測している。



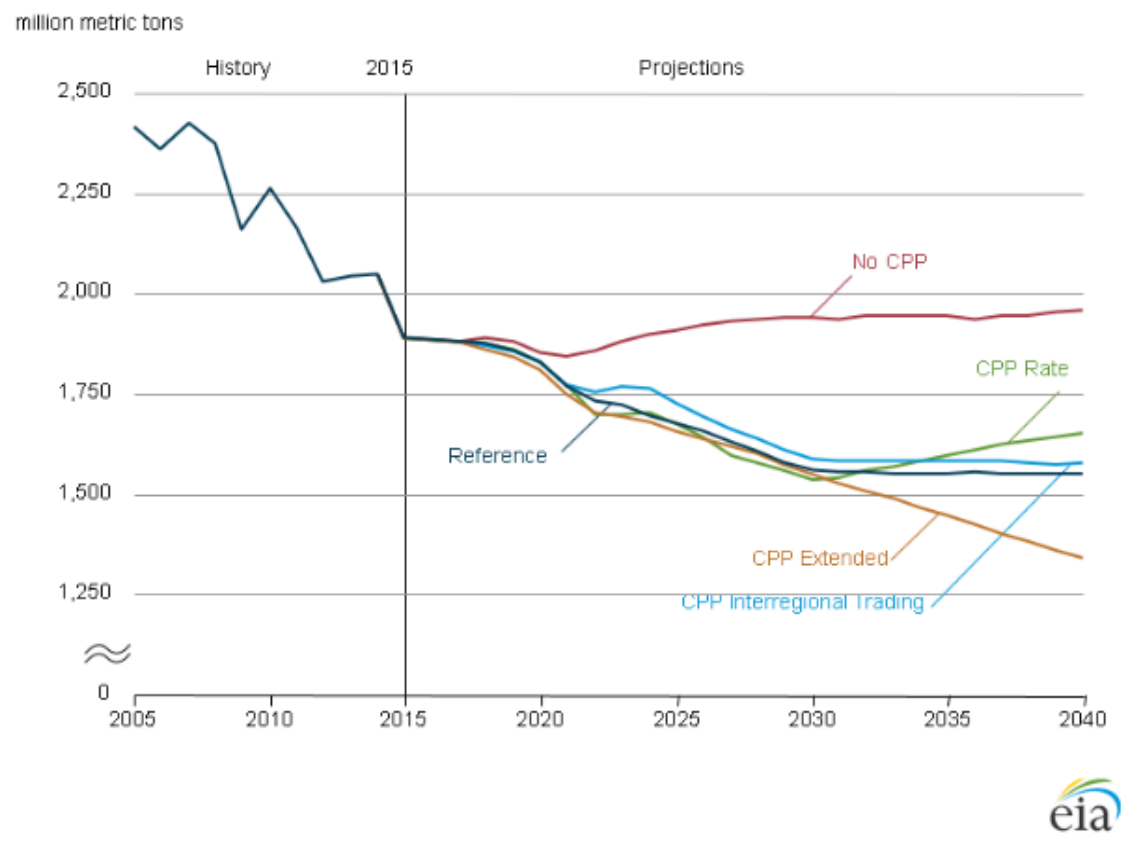
Source: Synapse (2016). Spring 2016 National Carbon Dioxide Price Forecast, http://www.synapse-energy.com/sites/default/files/2016-Synapse-CO2-Price-Forecast-66-008_0.pdf

C P P の行方: EIA (米国エネルギー情報局) による電 源ミックスの推移の予測



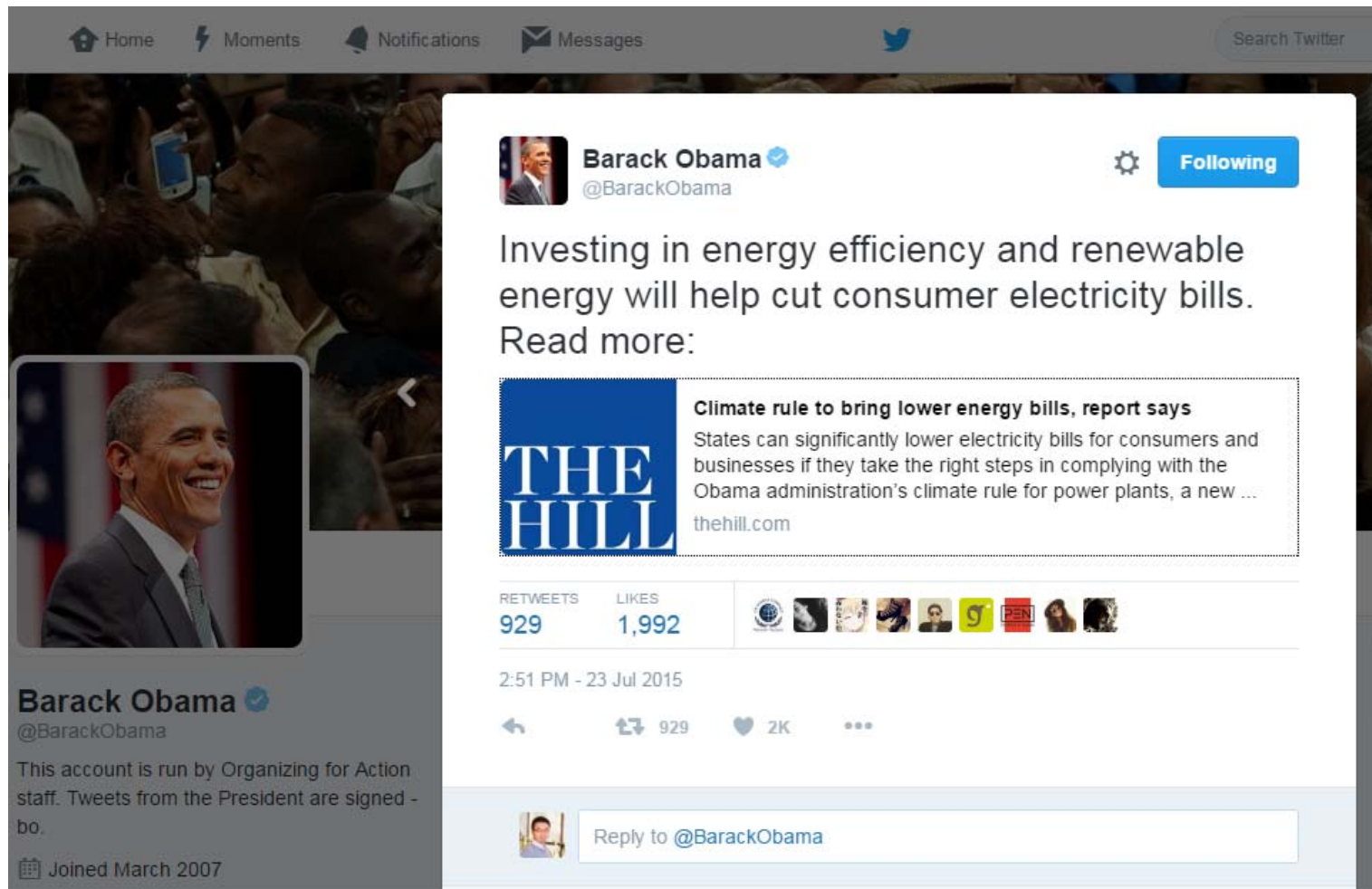
- CPP導入によって老朽化した火力発電所の閉鎖がより進む。
- CPP導入なしでも太陽光の導入が著しく増加すると予測されるが、CPP導入でその量がさらに増える。

C P P の行方: EIA による C O 2 排出量予測



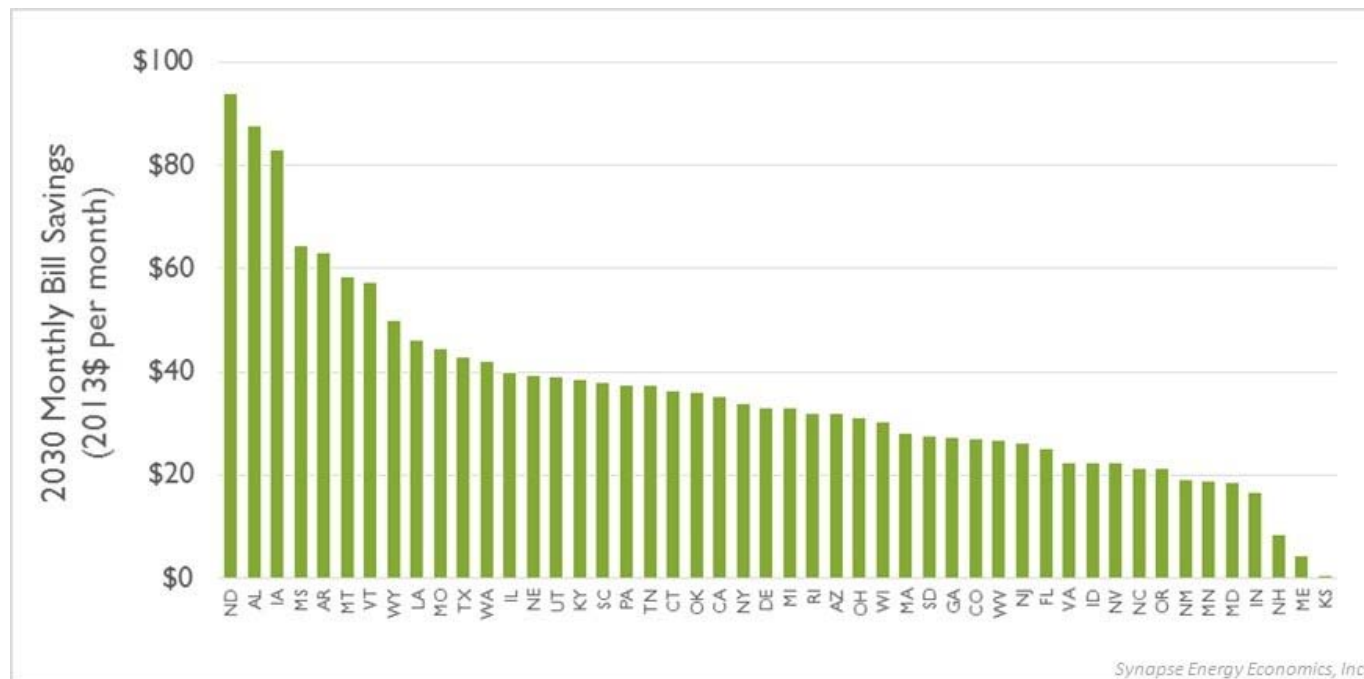
- CPP導入によりCO2が削減される。
- 削減量は各州のCPP順守のやり方とCPPの2030年以降の政策によって変わってくる。

C P Pの電力消費者への影響



C P Pの電力消費者への影響

- シナプスのクリーンエナジーフューチャースタディー
 - C P Pの目標をこえるクリーンエネルギーシナリオの影響を調査
 - 省エネプログラムに参加する家庭はB A Uシナリオに比べて毎月の電気代が平均して35ドル安くなる
 - 16州では省エネプログラムに参加しなくても電気代がB A Uより安くなる。



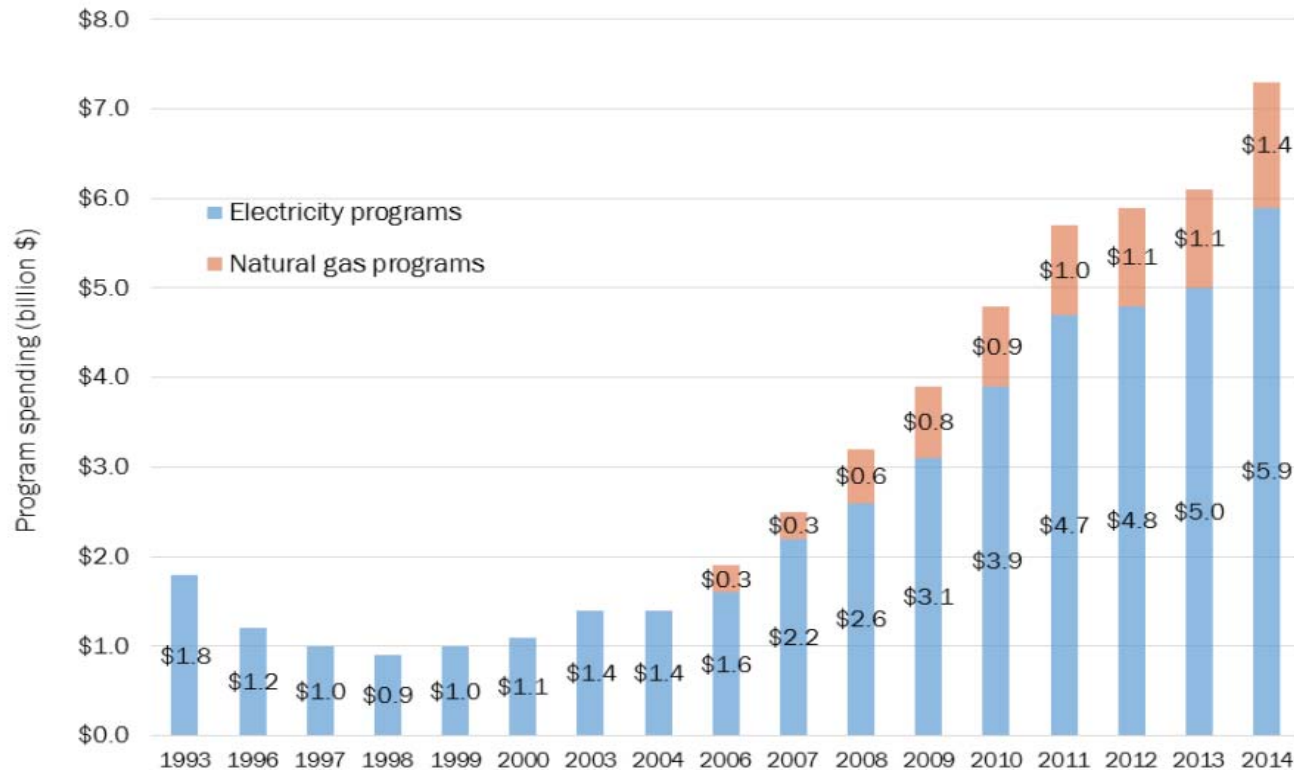
Energy Efficiency

(エネルギー効率化・省エネ対策)

概要

- 電力会社の省エネプログラム
- 省エネと電力卸売り市場
- 省エネとISOによる広域電力計画

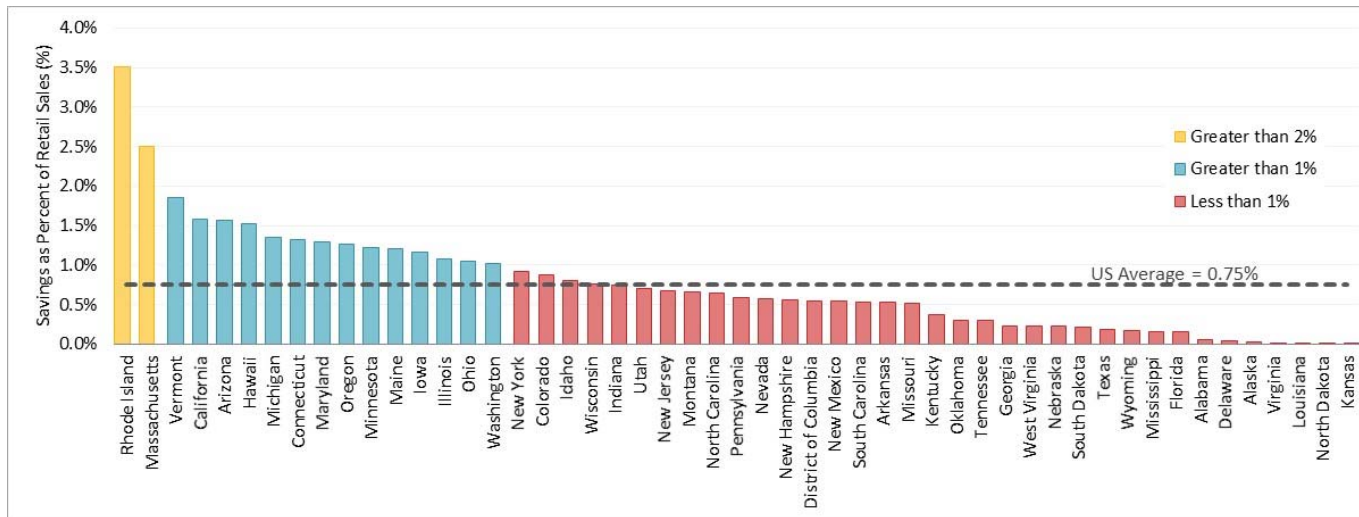
省エネプログラムの総費用のトレンド



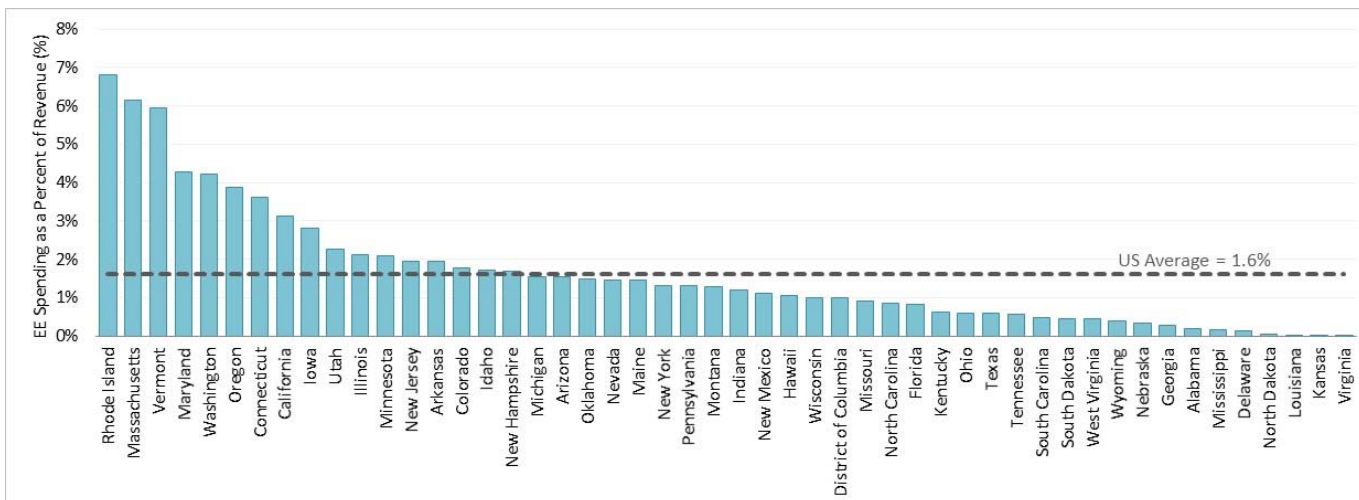
Source: ACEEE (2015) The State Energy Efficiency Scorecard

省エネプログラムの電力削減量と費用

2015年の各州の電力消費削減量（総販売量に対する割合）



2015年の各州の電力プログラム費用（総収益に対する割合）

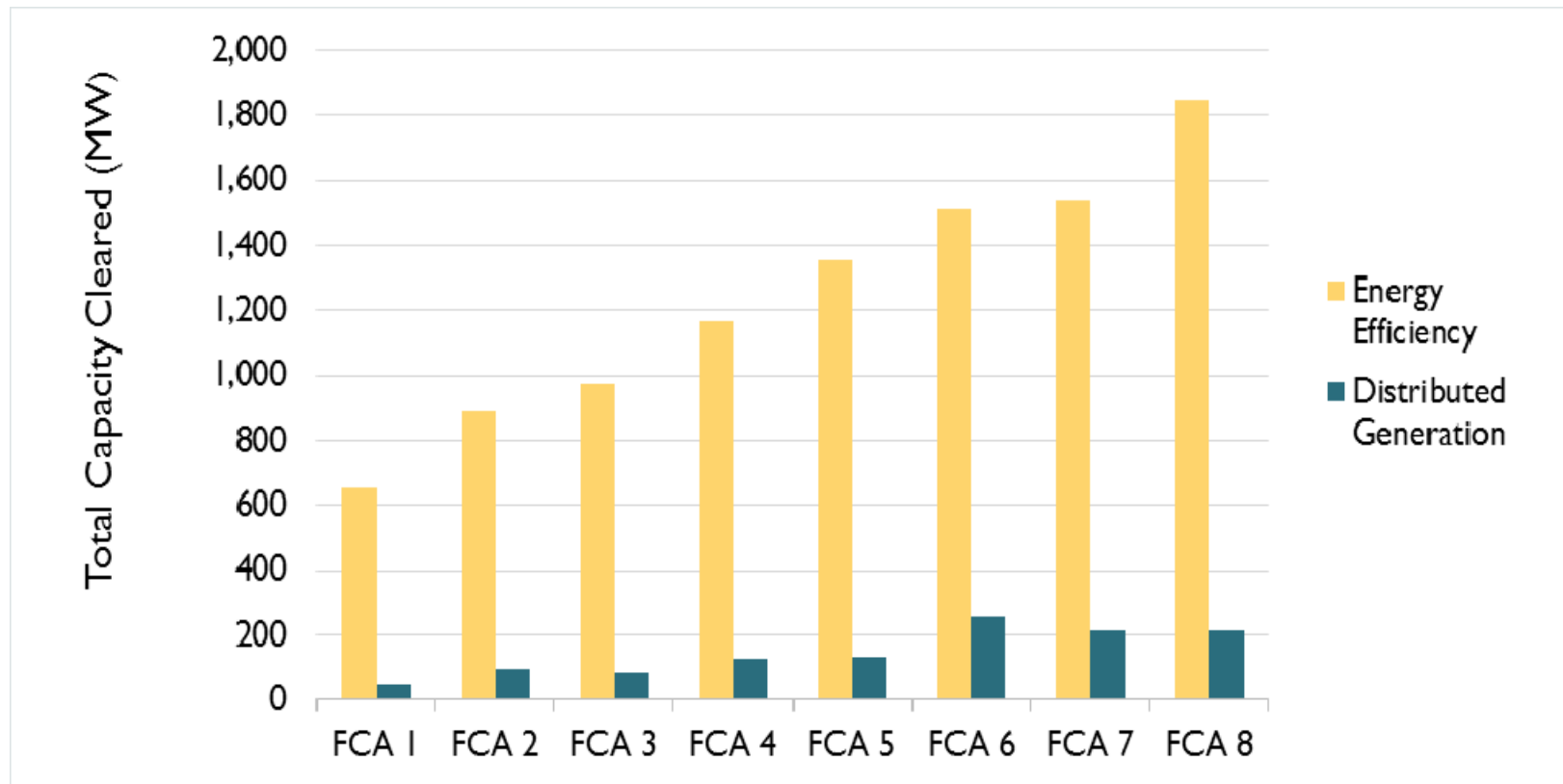


省エネと電力設備容量先物取引

- 地域によって独立系統運用機関（ISO）が電力設備容量の先物市場が存在する。
- 中でもニューイングランドISO (ISO-NE)市場では2010年から省エネや分散型発電が市場に参加できるようになる。PJMでは2012年から。
- 現在の省エネプロジェクトの割合
 - ISO-NE: 6%
 - PJM: 1%

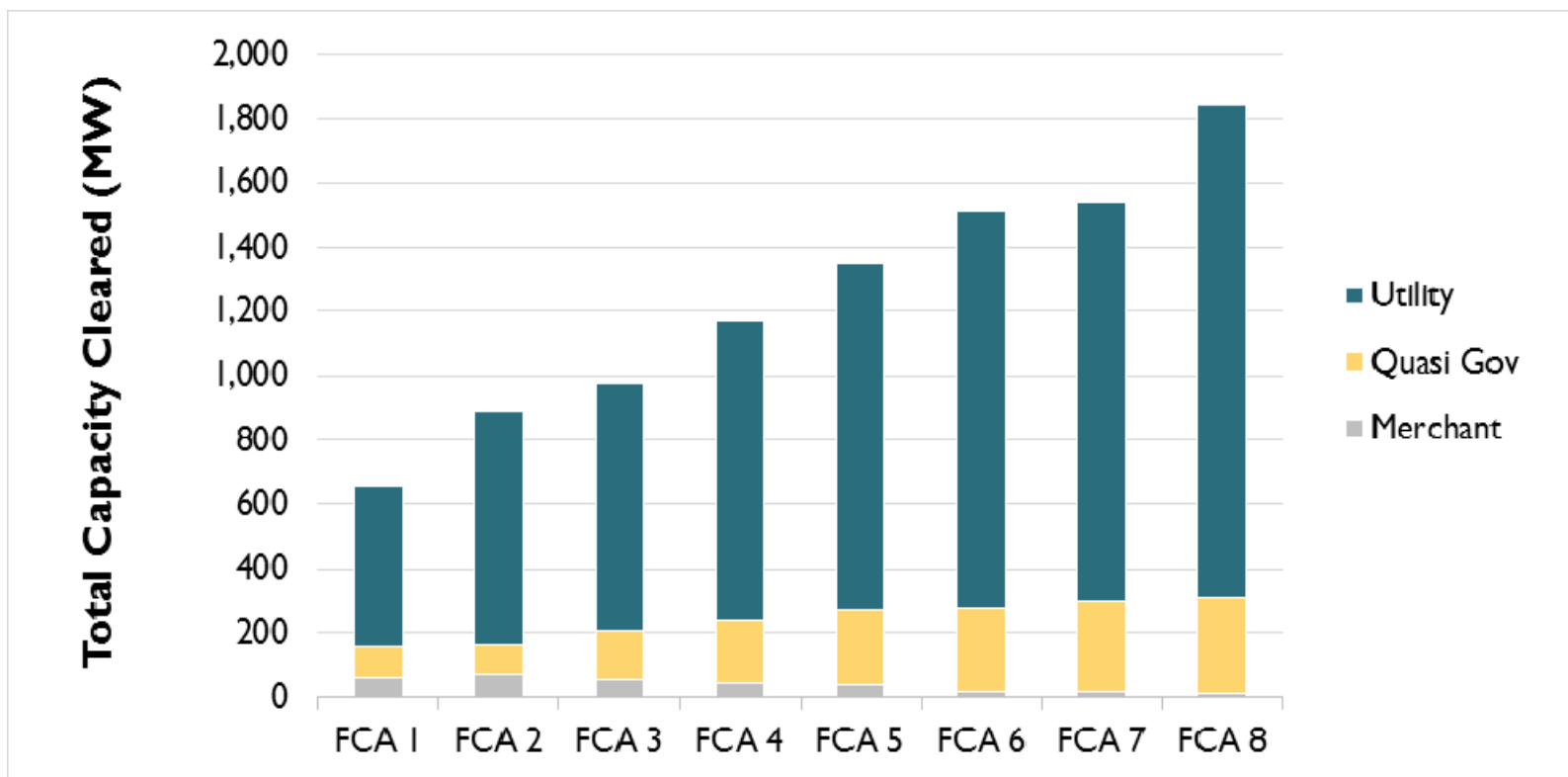
省エネと電力設備先物取引: ニューイングランド①

ニューイングランドの先物電力設備取引での省エネと分散型発電の推移



省エネと電力設備先物取引: ニューイングランド②

ニューイングランドの先物電力設備取引での省エネと分散型発電の推移:市場でクリアした入札者の内訳

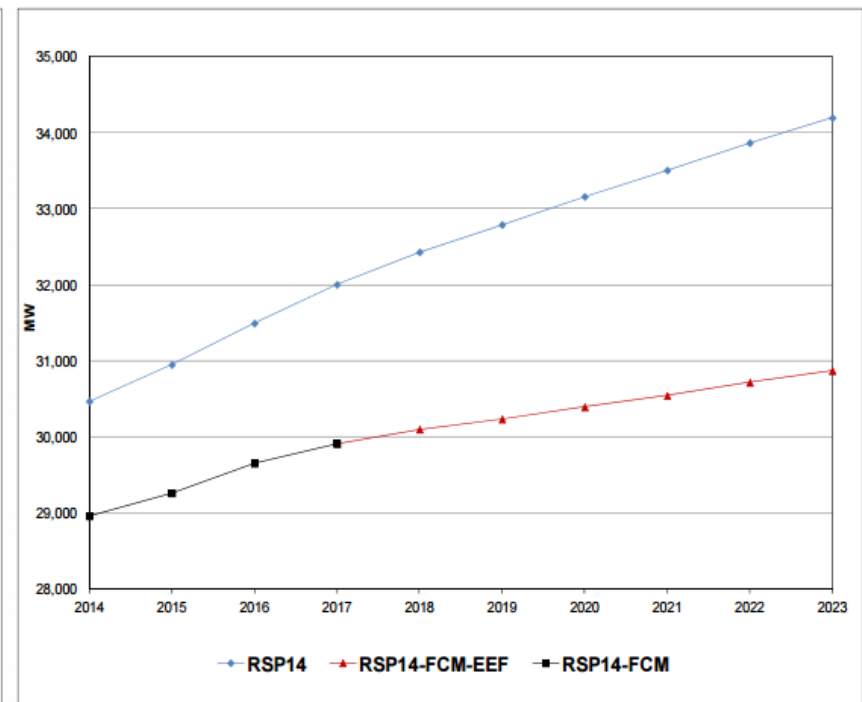
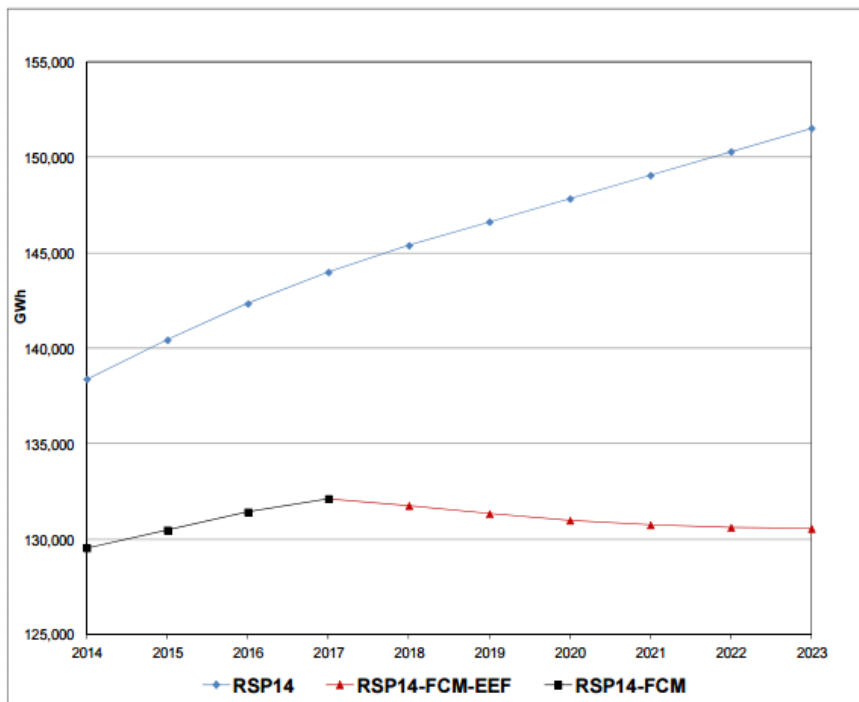


省エネと電力設備先物取引: 参加のルール

- 参加できる省エネプロジェクトタイプ
- 支払い期間と省エネ有効年数
 - ISO-NE: 業界で認められている耐用年数
 - PJM: 最長4年間
- プロジェクト規模：最低100 kW
- 参加要項：3年後のプロジェクトに関する情報提供
 - ピーク削減、プロジェクト費用、M&V（測定と検証）計画など
- M&V（測定と検証）計画
- ペナルティーなど

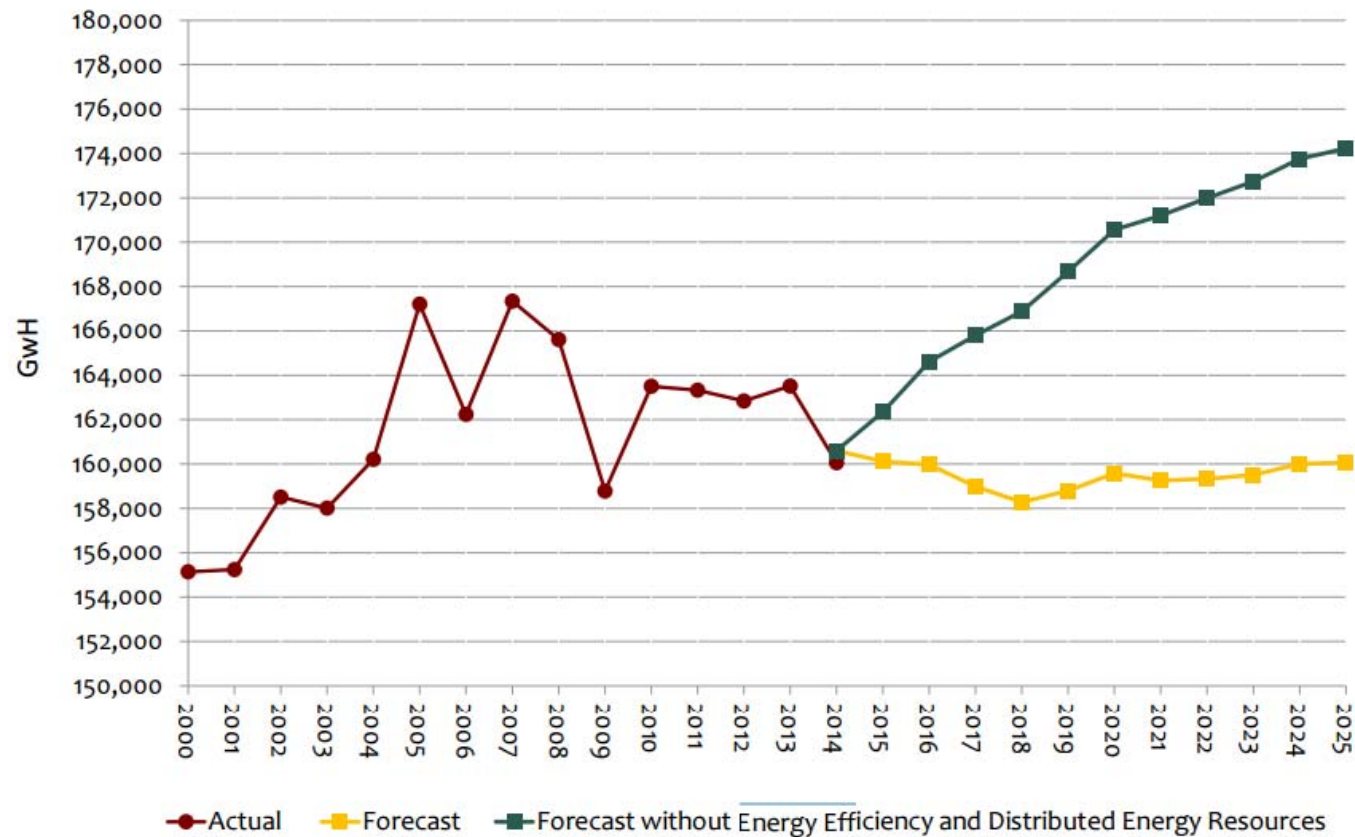
省エネとISOによる広域電力計画

ニューイングランドによる長期電力需要予測 (左が電力消費、右がピーク設備容量)



省エネと I S Oによる広域電力計画

ニューヨークISOによる長期電力需要予測



Source: NY ISO (2015). Power Trends 2015

Questions?



セミナーへのご参加ありがとうございました。

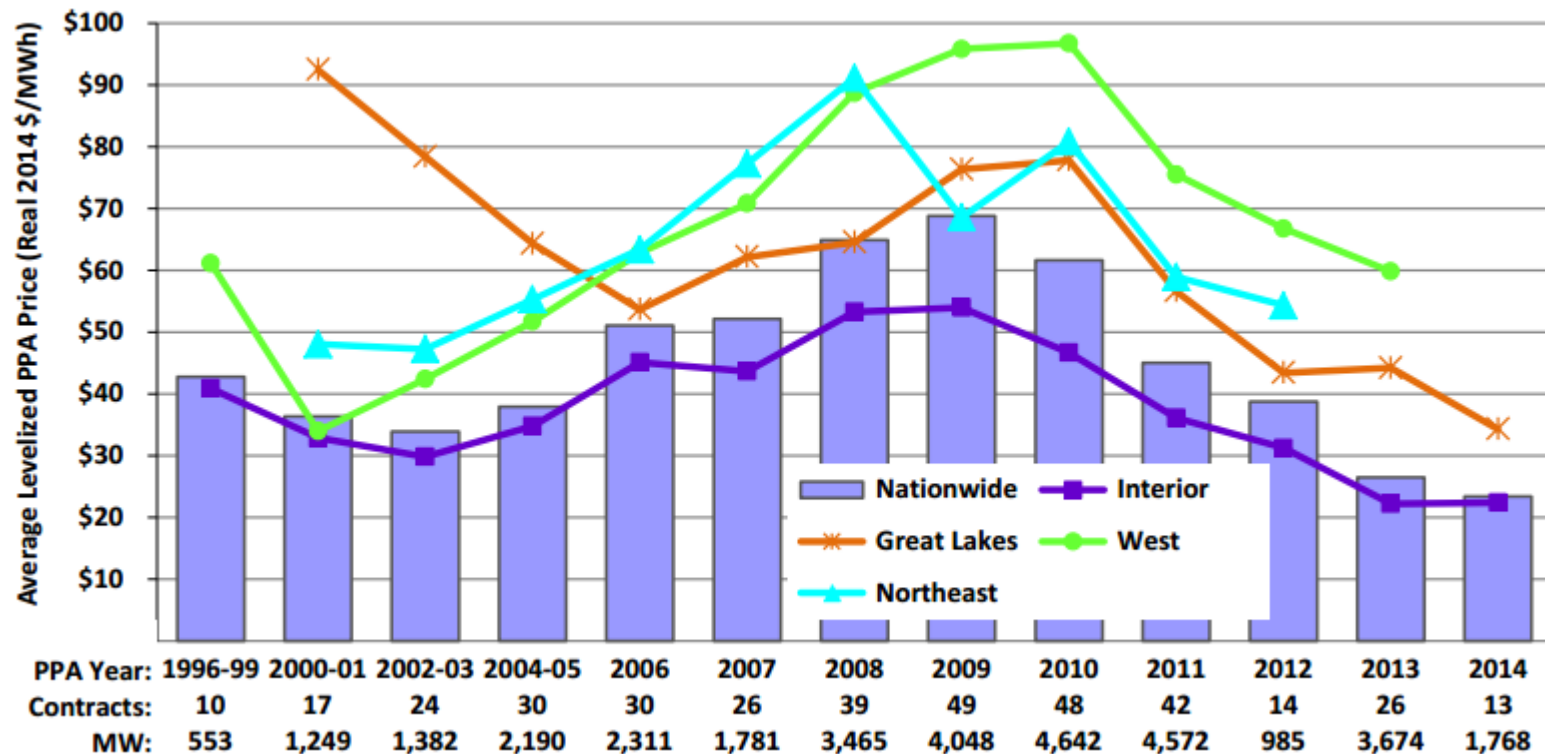
Kenji Takahashi

Synapse Energy Economics

ktakahashi@synapse-energy.com

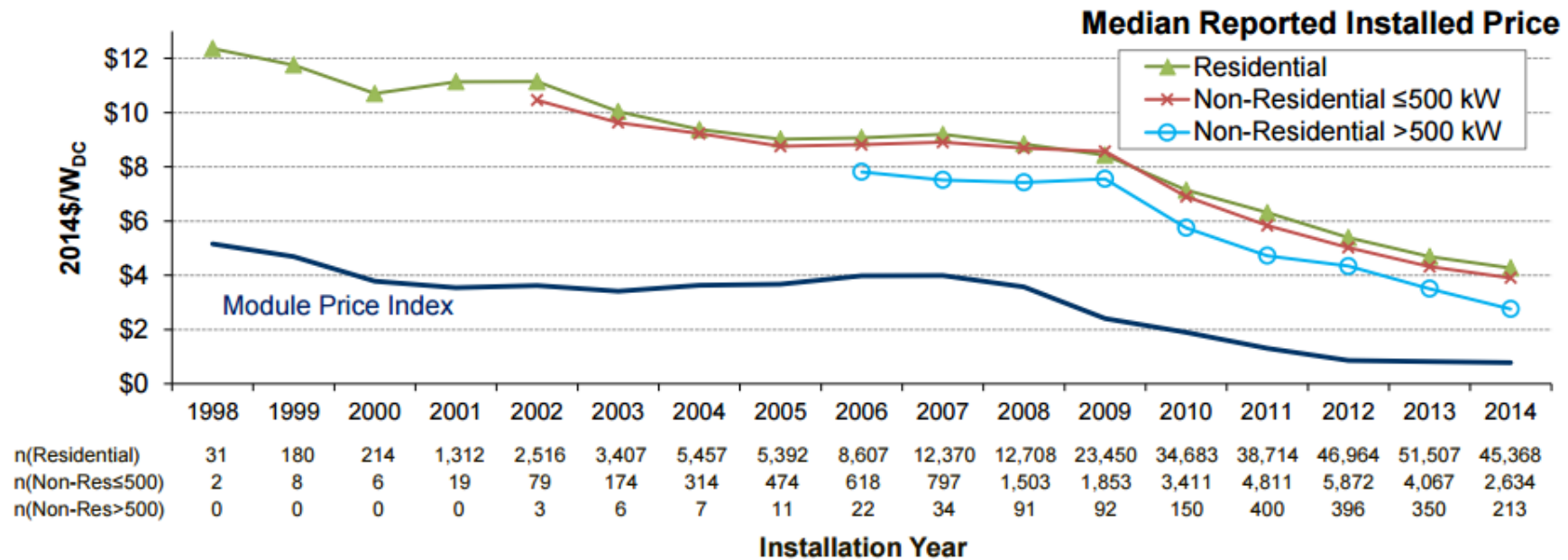
4. 自然エネルギー発電コスト：風力発電価格の推移

風力発電の電力購入契約 (PPA) 価格の推移 (\$/MWh)



Source: LBNL (2015). 2014 Wind Technologies Market Report, <http://energy.gov/sites/prod/files/2015/08/f25/2014-Wind-Technologies-Market-Report-8.7.pdf>

4. 自然エネルギー発電コスト：太陽光発電 設置コストの推移



Source: U.S. DOE (2015). Photovoltaic System Pricing Trends, <http://www.nrel.gov/docs/fy15osti/64898.pdf>

4. 自然エネルギー発電コスト：風力コスト低下の要因

- 連邦政府のインセンティブ
 - タックスクレジット（PTC、ITCなど）。最近連邦のPTC政策が2019年末まで引き伸ばされた。
 - 加速減価償却制度
 - 連邦の経済刺激対策によるグラント (ARRA Grant)
- 州レベルのインセンティブ
 - RPS
- 技術的性能の改善、風力発電の大型化など