

カリフォルニア州の再エネ普及政策 現状と対策

京都大学再生可能エネルギー経済学講座
研究会 説明資料

2016年7月12日

山家公雄

目次

1. 米国調査の概要と所感
 2. カリフォルニア州の電力事情(概要)
 3. CA-ISOの概要と役割
 4. 大規模ユーティリティPG&Eの挑戦
 5. 評判の市営電力SMUDの挑戦
- (参考)エネルギー委員会責任者の独白

1. 米国調査概要と所感

○時期:2016/4/17~4/29

○メンバー:敬称略

・京大再エネ経済学講座(エネルギー戦略研究所)

山家、内藤、小川

・(社)海外電力調査会(JEPIC)

飯沼、宍戸

○訪問先:

・NY州:NY州政府/PSC、NY-ISO、Con-Edison、AvanGrid

UBS、Moody's

・CA州:CEC(州政府)、CA-ISO、PG&E、SMUD

○趣旨:

・特に再エネ普及策を採る2州の背景・目的と対策を理解する

Facts-Finds (私見) 1

- 両州はエネルギー・環境政策を州法等で規定。最大の政策目標は温室効果ガス削減(▲80%/50)。再エネ、省エネ、消費者自給は重要施策。
- 完全自由化のNY州は市場機能活用重視。部分自由化のCA州は市場機能に加えてユテリティへの規制を活用。
- 再エネは、2030年までに電力比率50%(50%/30)。対象は消費量で、供給事業者(小売り、ユテリティ)に課される(再エネ調達量/総調達量)。
- 再エネ普及に関し、政策当局は、大規模資源と並んで分散エネルギー資源(DER)の普及に注力。DERは省エネ(供給減)効果と再エネ効果の両睨みで、主役は太陽光(RTS: Roof Top Solar、BTM: Behind The Meter)で蓄電池にも関心。

Fact-Finds (私見) 2

- 大規模再エネ資源は、低コストで中長期的(本質的)な解決策との認識は共通。ISOを主にシステム・マーケットオペレートの革新に注力。一方、インフラ制約、行政区域制約等を背景に、多くの調整事項が存在。
- 普及政策、大幅コスト低下、消費者の意識・要望等を背景に、BTMは急増。これに伴い、信頼性、コスト、公平性、投資誘因、ユテリティ経営問題等様々な課題が表面化(Death-Spiral、Disruptive-Technology等)。
- どのようにDER普及を進めるかは政府、規制当局、ISO、ユテリティ、サードパーティ等関係者の共通の課題。
- 負だけでなく、正の側面を合わせて評価し、低コストで積極的に活用する方向で議論しているところ。ユテリティのビジネスモデル、サードパーティの技術革新が焦点。

2. カリフォルニア州の電力事情(概要)

○同州の特徴

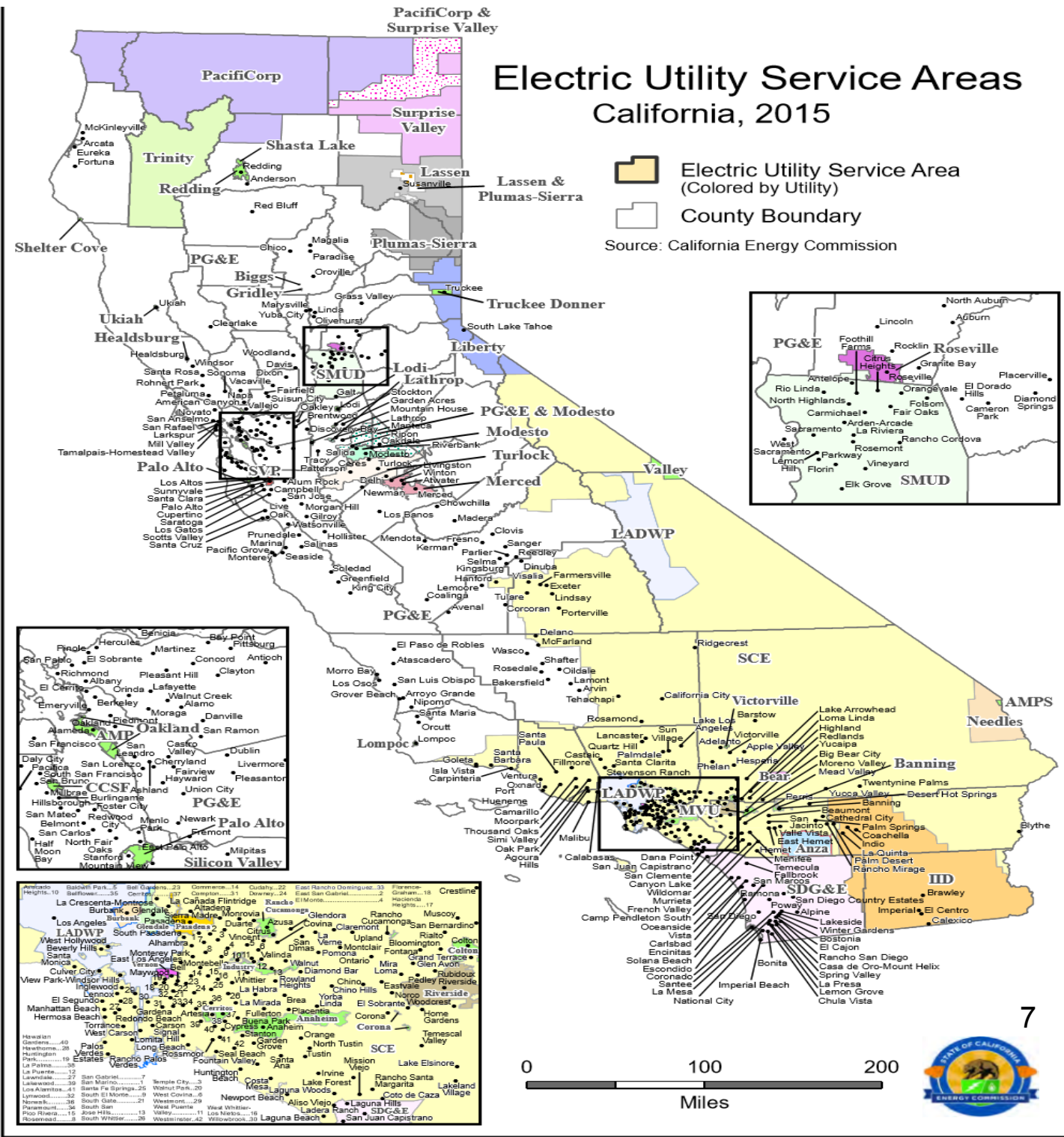
- ・世界第6位の経済規模(米、中、日、独、英>加州>仏)。
- ・環境で世界(全米)をリード。Jurisdictionは連邦政府に対抗。様々な環境、エネルギー政策を策定・実施。

○自由化、業界構造、基本は垂直統合

- ・部分自由化。
- ・3大ユテリティ(IOUs: Investor-owned Utilities: PG&E、SCE、SDG&E)は送電、配電、小売(大口は自由化)、発電(一部設備保有)事業を実施。PUC(公益事業委員会)の規制を受ける。
- ・背景にカリフォルニアエネルギー危機(1999~2000年)。
- ・LADWP、SMUD等の市営電力会社(Municipalities、POUs: Publicly Owned Utilities)、Co-op等多くの事業者が存在。CEC(州政府エネルギー委員会)が監督。

カリフォルニア州 ユティリティマップ

Electric Utility Service Areas California, 2015



(出所) CEC
(California-Energy-Comission)



カリフォルニア州の環境・エネルギー政策

・温室効果ガス(GHG)削減目標(AB32)

*2020年度までに1990年度と同水準

*2050年までに80%削減(対1990年) 30年までに40%(知事目標)

・再エネ普及

*RPS:2030年までに50%、20年までに33%(SB350)

*知事目標:大規模800万kW、小規模1200万kW(2020年)

*小規模再エネ普及

*太陽光発電普及:Solar-Initiative、NEM等

・省エネ推進

*省エネ効果2030年までに2倍に(SB350) *省電力⇒De-Coupling

*ZEH、ZEB *知事目標:既存ビルの省エネ50%向上(2030年)

*ZEV:230万台(2030年)、 *知事目標:ガソリン依存5割削減(2030年)

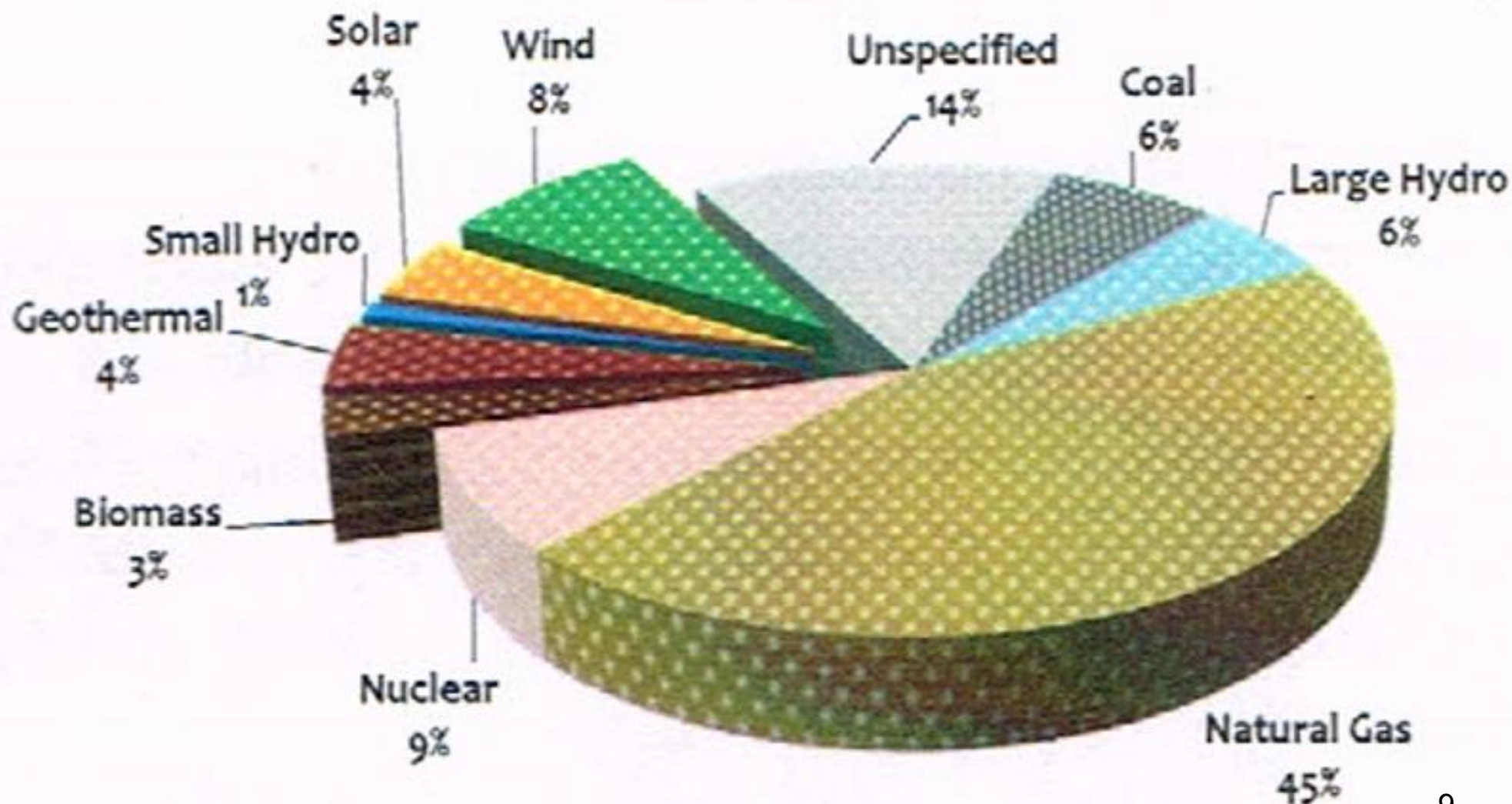
・DER普及

*Storage:IOUsに調達義務付け(AB2514)

*DR : IOUsにピークの10% 調達を義務付け(2025年、AB1330)

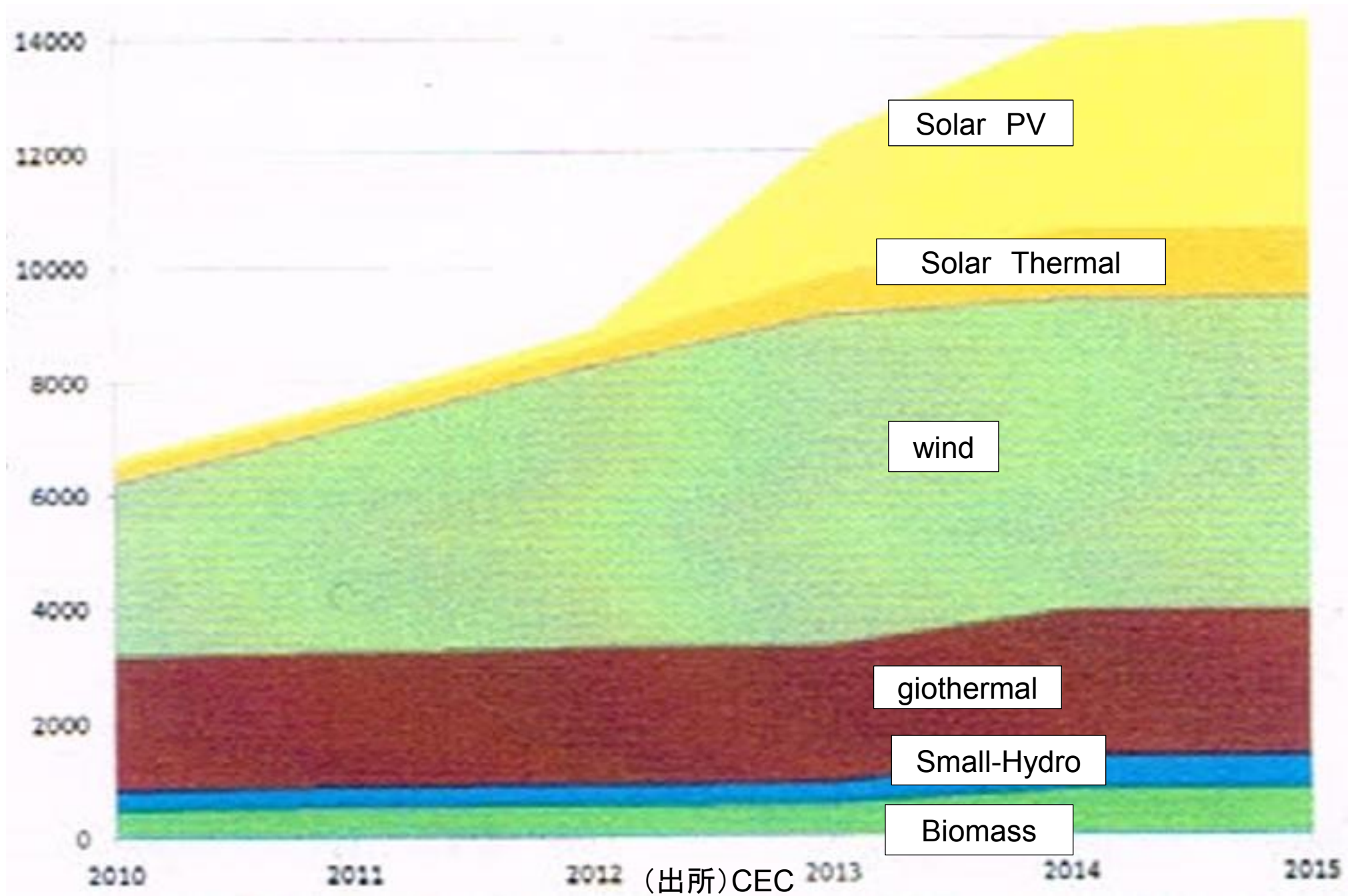
加州の発電電力量構成(2014年度)

All renewables: 20.38% of Generation Mix



(出所) CEC

加州内大規模再エネ発電設備容量(MW)の推移



3. CA-ISOの概要と役割

- BA (Balancing-Agency) で IOU エリア を担当 (80~85%)。
- システムオペレーションを実施。
- マーケットオペレーションを実施 (nodes、locations)。

*1日前市場

— 7日前~1日前、13時に結果発表

*リアルタイム市場 (15分間、5分間)

— 前日13時~当日75分前、30分前に発表

*アンシナリー市場

— Regulation energy (up、down)

— Spinning reserve (10分間)、 non-S.R (10分以内)

▪ EIM (Energy Imbalance Market) の運営

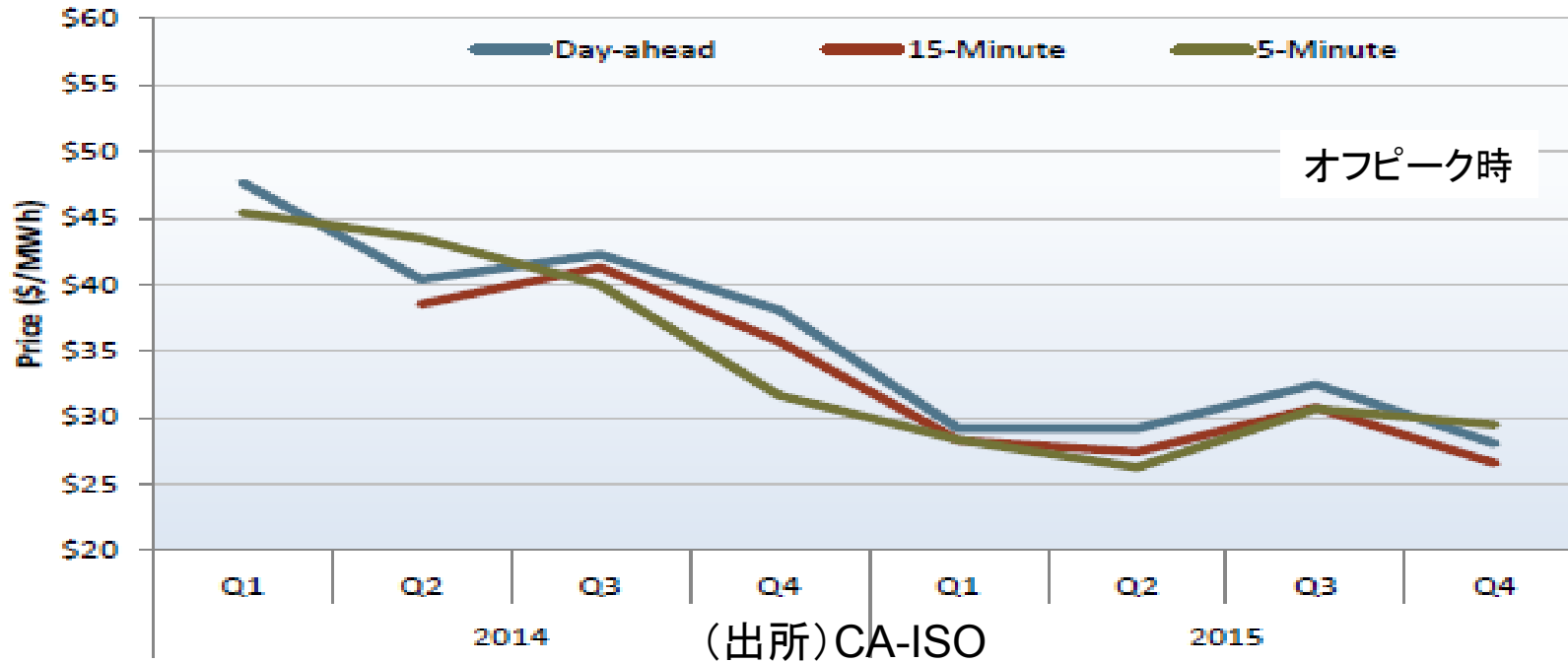
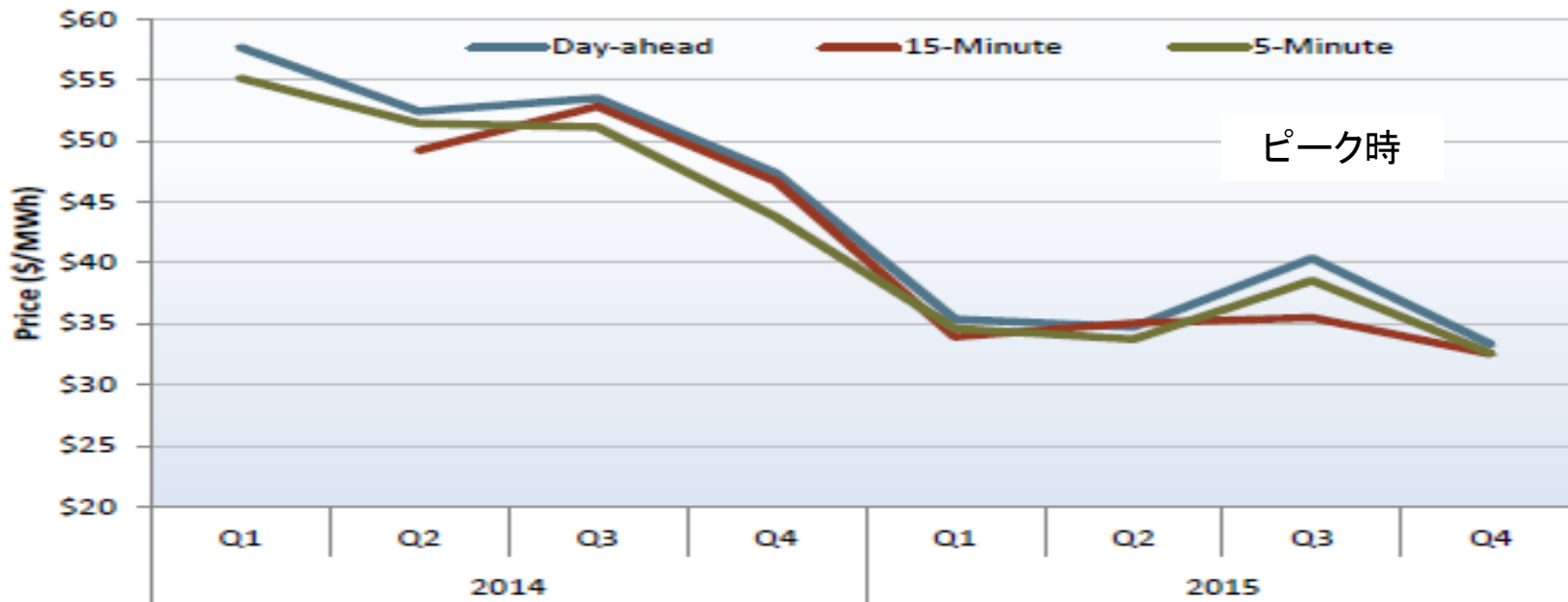
*2014年11月より、リアルタイム市場を州外BAAにも拡張。

▪ DERの市場参加について

*規模要件: 0.5MW以上

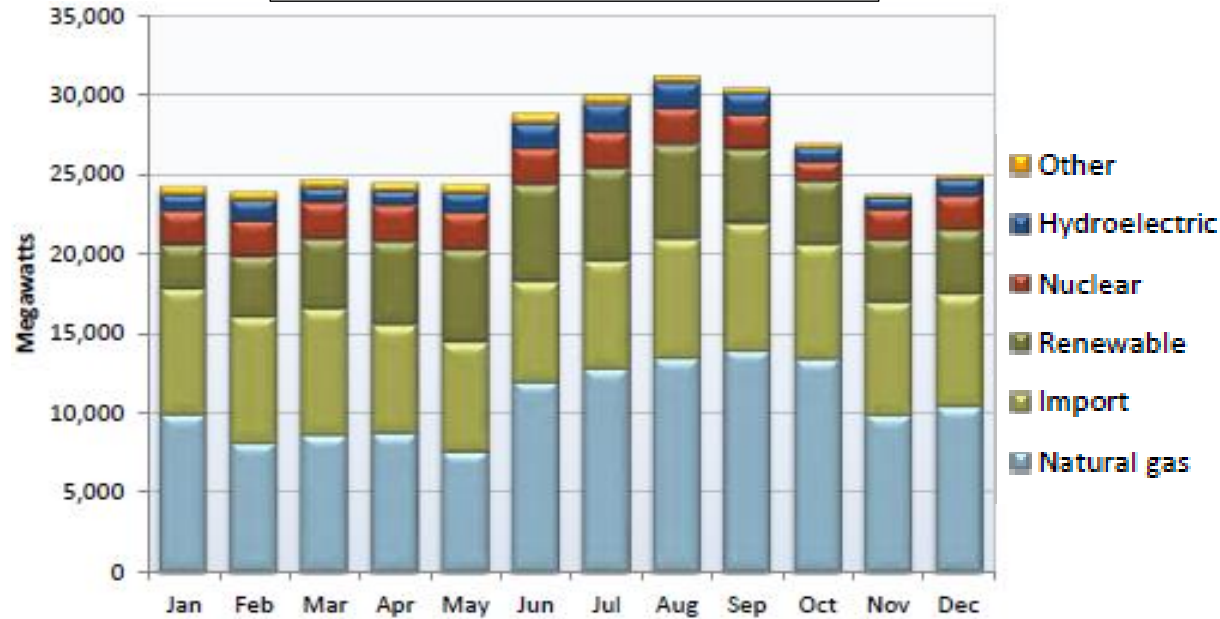
*運用基準 (Operation-Requirement)、給電基準 (Dispatch-Instruction)

四半期毎卸価格の推移

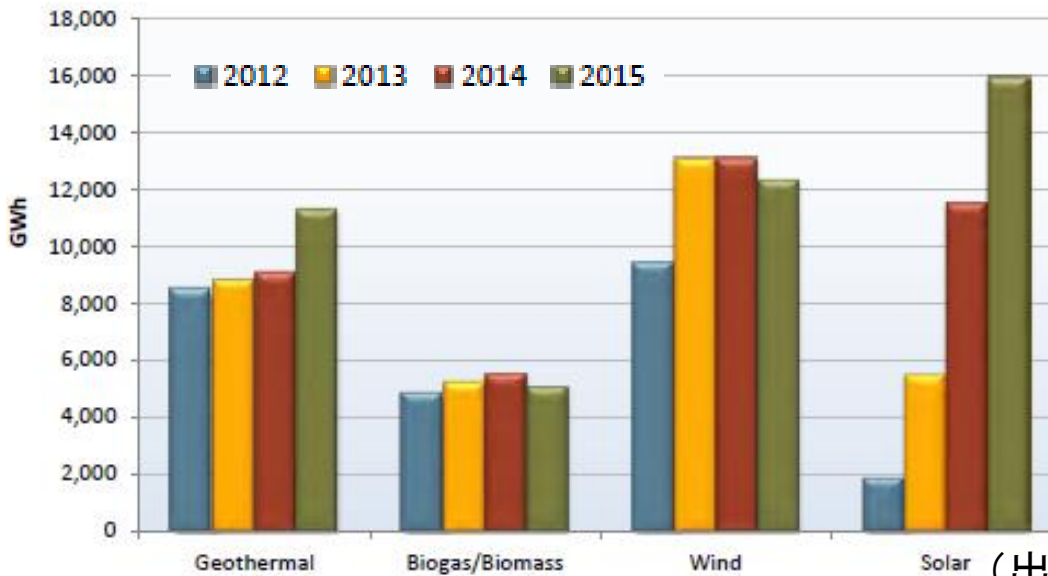


供給発電量の推移 (ISO管轄)

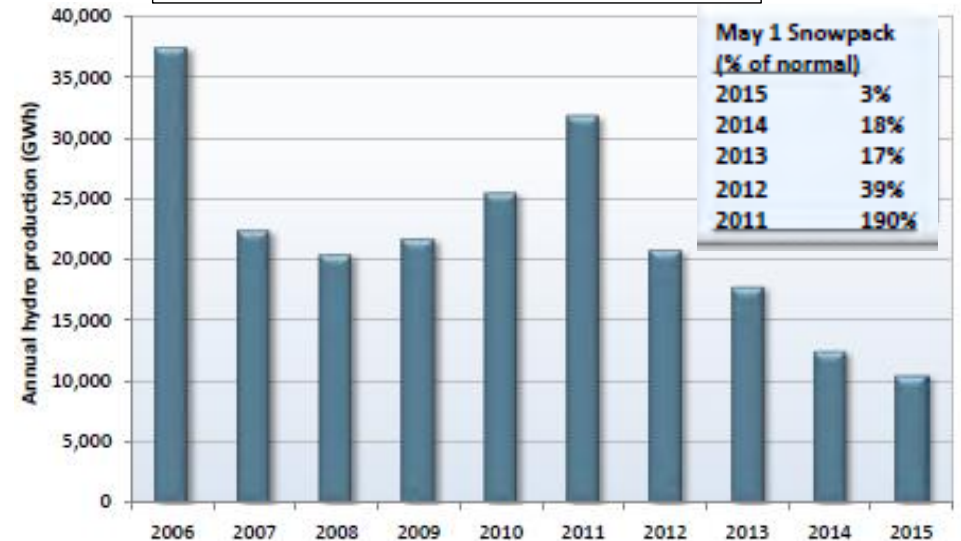
全電源 (2015年、月毎)



再エネ (2012~2015年)



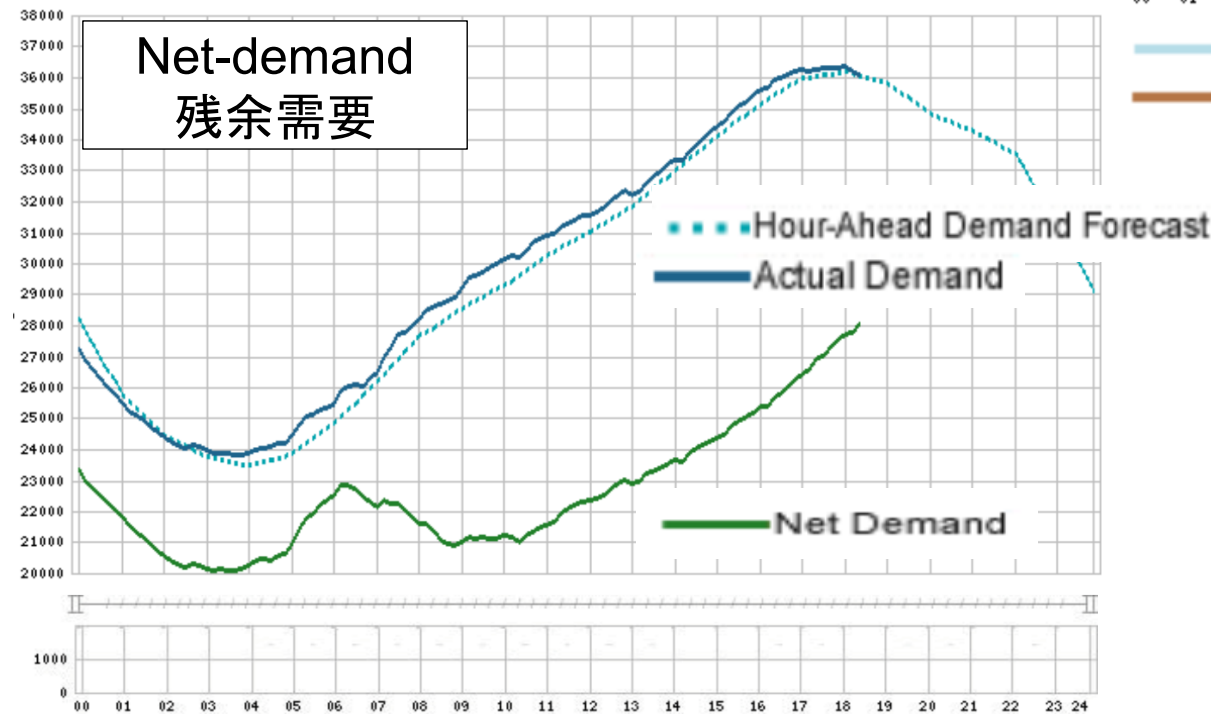
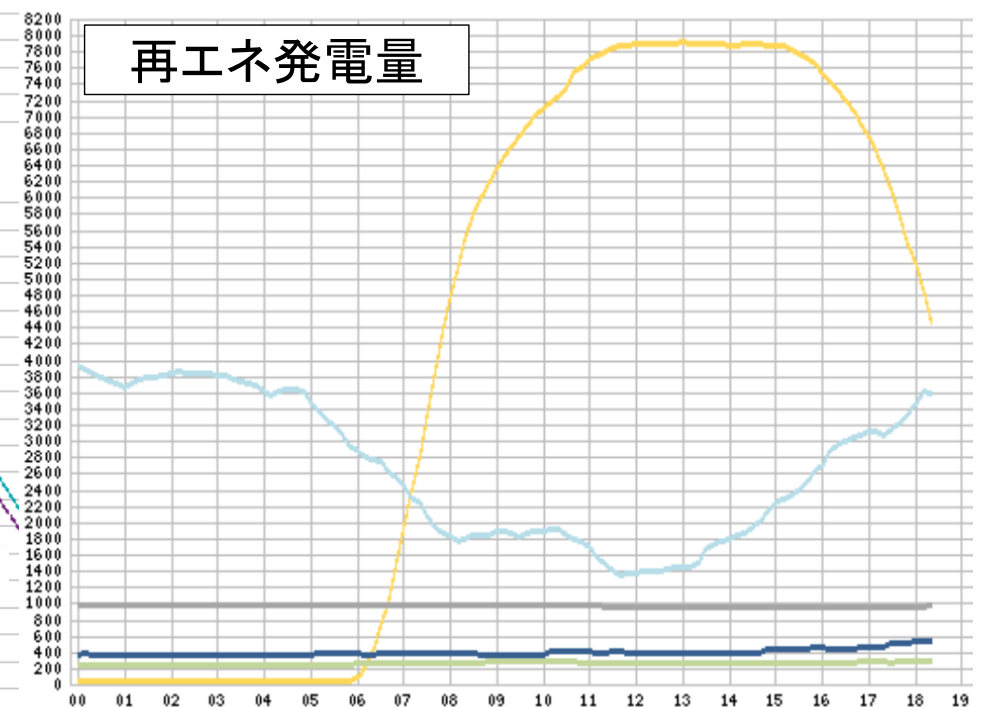
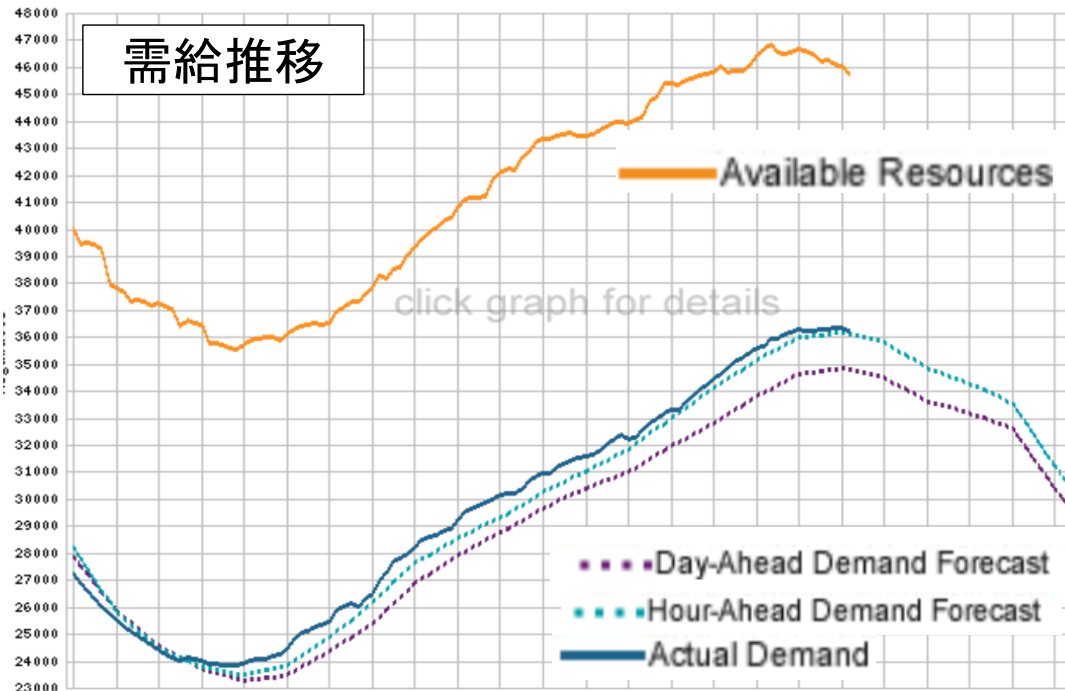
水力 (2006~2015年)



(出所) CA-ISO

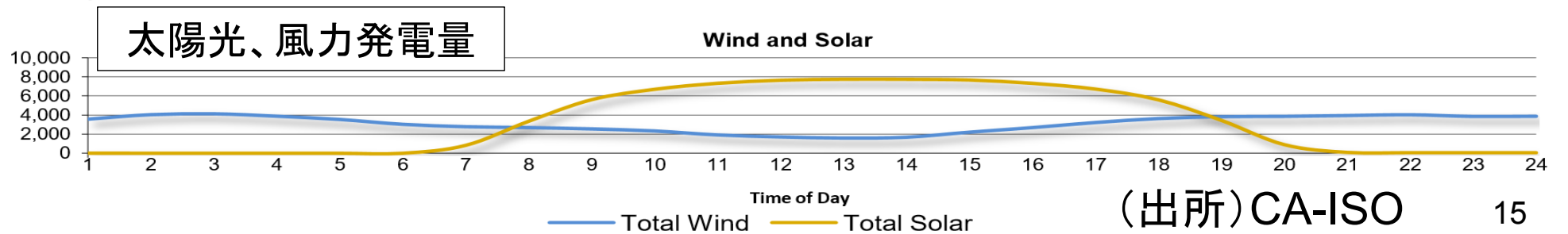
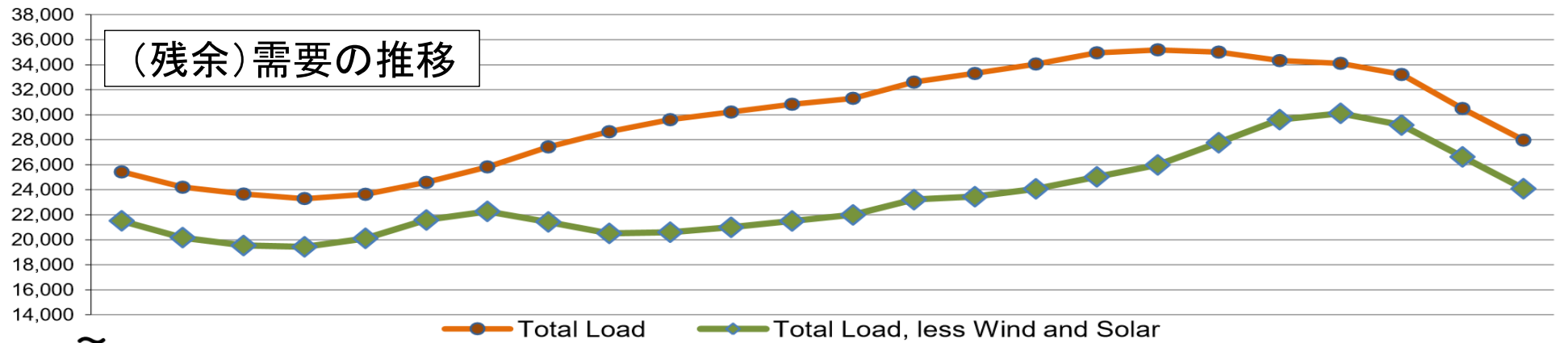
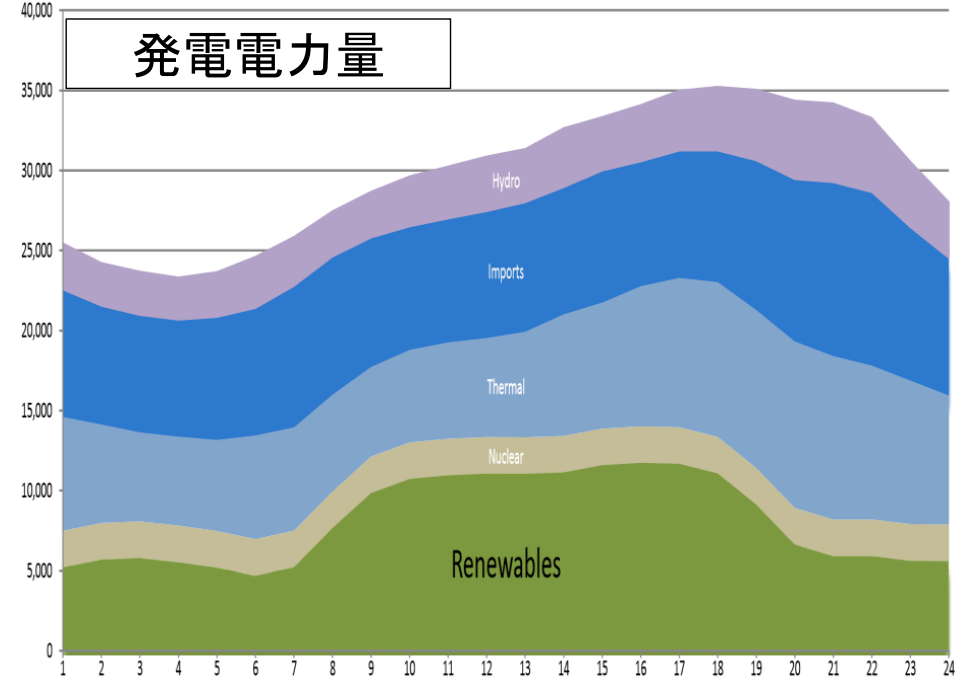
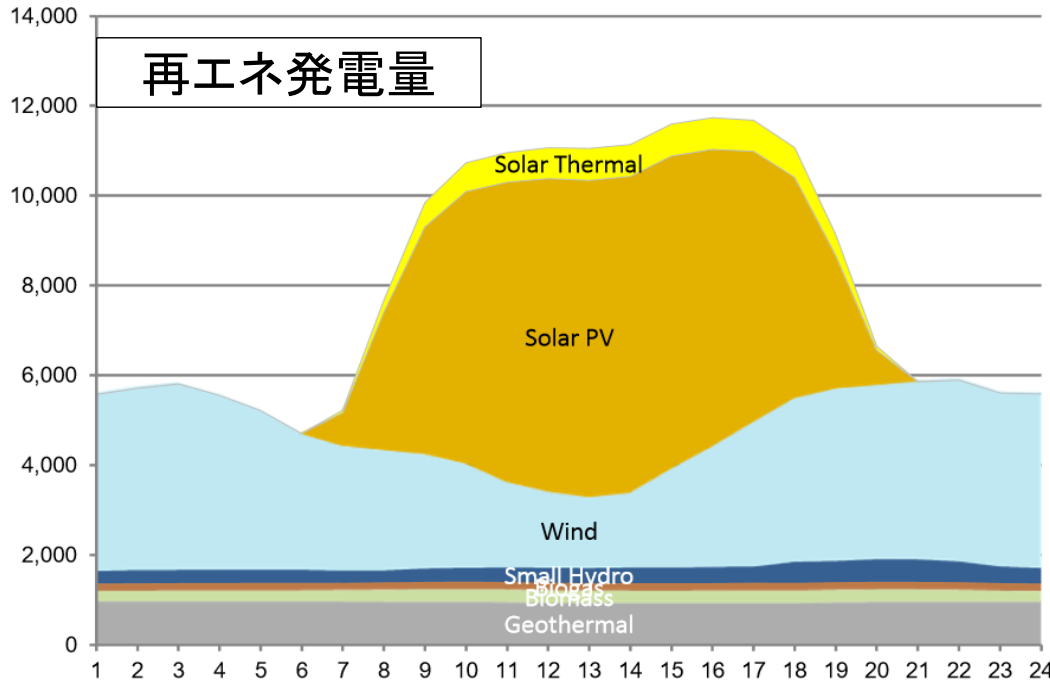
単位: MW

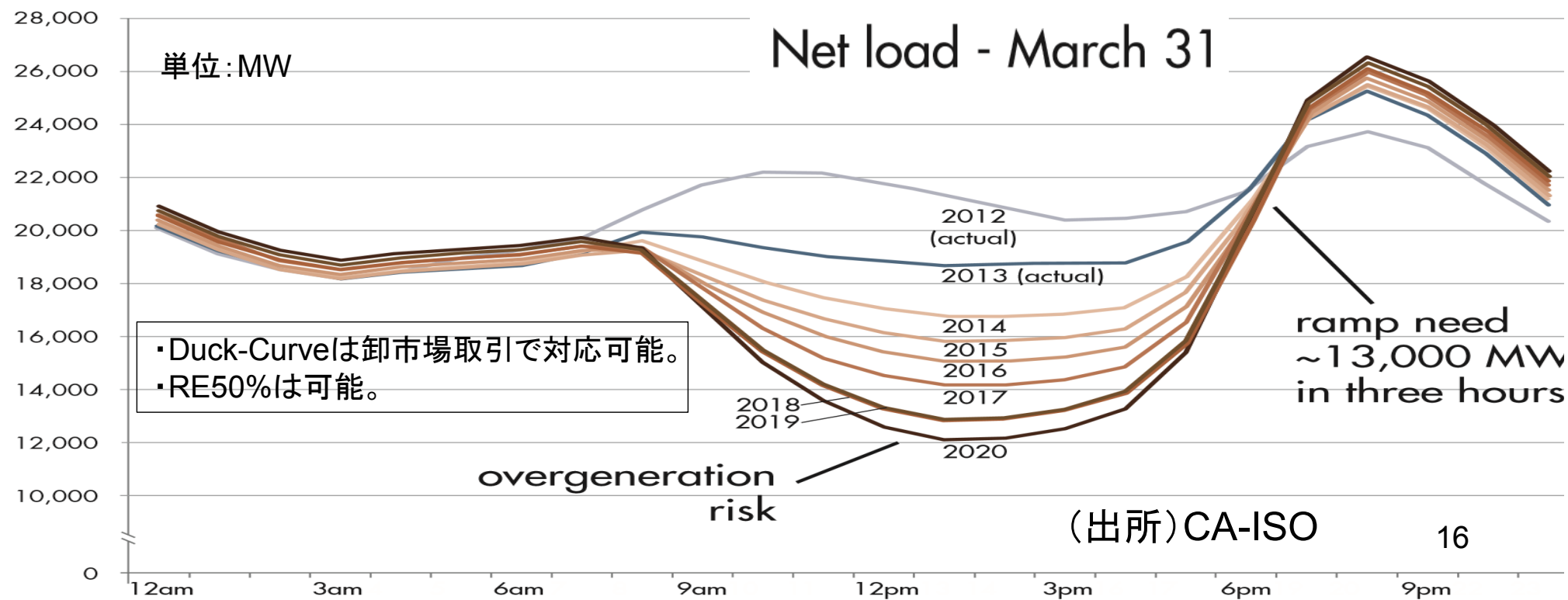
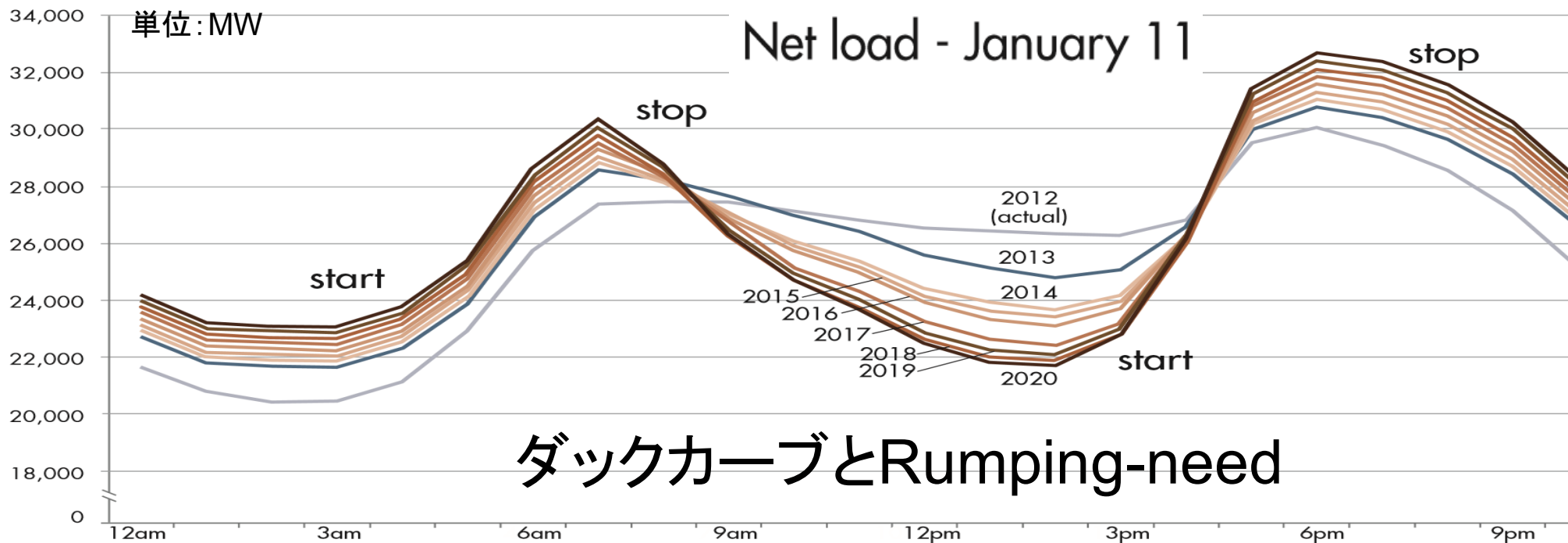
CA-ISOの需給表示 (7/8/2016)



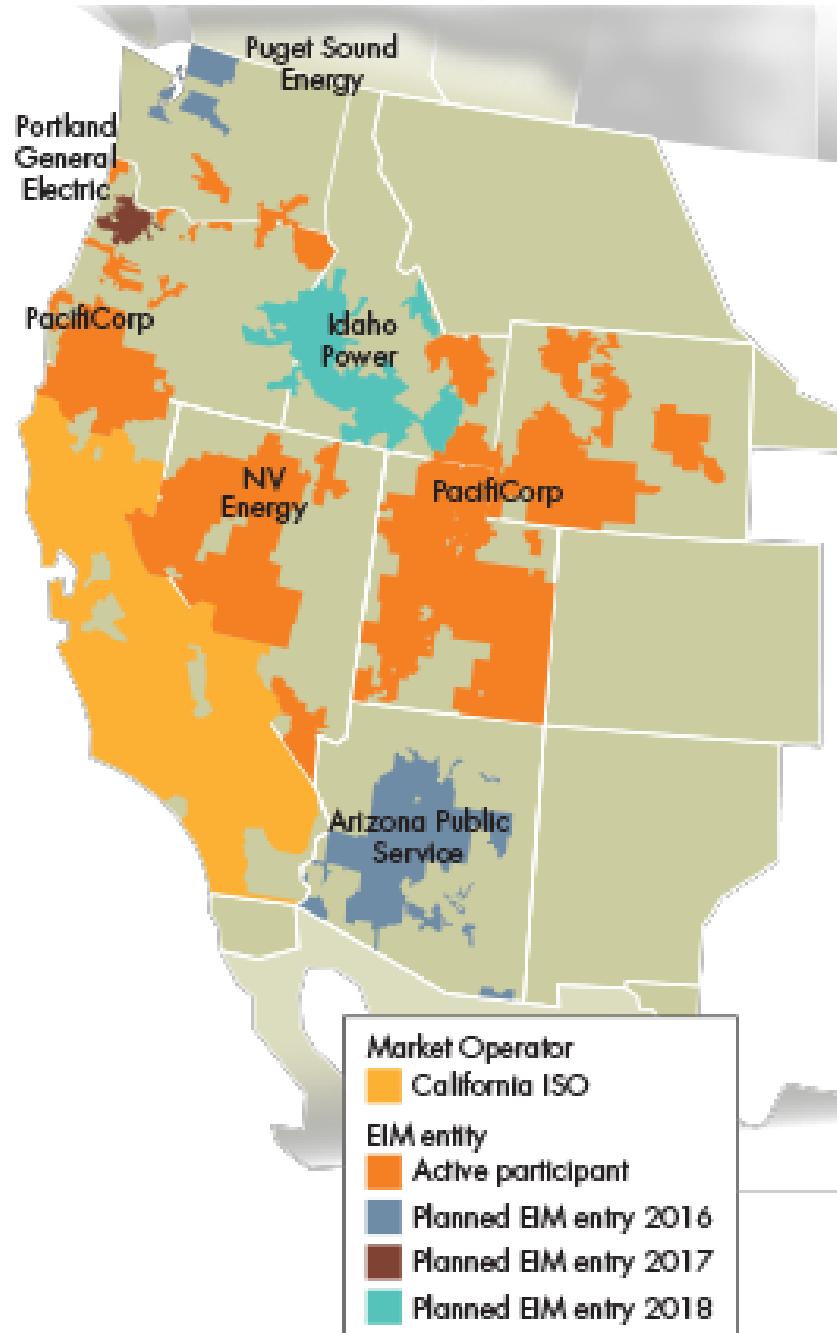
(出所) CA-ISO

加州の需給状況 (7/7/2016、CA-ISO)





Energy Imbalance Market (EIM) の概要



- ・参加BAAs
 - *CA-ISO、PacifiCorp (2014/11)
 - *NV-Energy (15/12)
 - *Puget-Sound-Energy (16/1)
 - *Arizona-Public-Service (16/1)
 - *Portland-General-Electric (17)
 - *Idaho-Power (18)
- ・取引市場
 - *FMM: Fifteen-Minute Market (15分)
 - *RTD: Real-Time Dispatch (5分)
- ・課題
 - *RPSルール等の調整
 - *政治判断 > システム判断

(出所) CA-ISO

EIM取引とその効果(2016年度第1四半期)

EIM取引の効果 (単位:百万ドル)

Region	January	February	March	Total
CAISO	1.97	1.19	3.18	6.35
NV Energy	0.34	0.75	0.62	1.70
PacifiCorp	2.21	4.95	3.69	10.85
Total	4.53	6.89	7.49	18.90

EIMの取引状況 (単位:MWh)

Year	Month	from_BAA	to_BAA	15m EIM transfer (15m - base)	5m EIM transfer (5m - base)
2016	January	CISO	NEVP	100,643	69,845
2016	January	CISO	PACW	31,606	34,024
2016	January	NEVP	CISO	48,895	93,833
2016	January	NEVP	PACE	84,902	65,572
2016	January	PACE	NEVP	36,387	51,786
2016	January	PACE	PACW	39,612	58,139
2016	January	PACW	CISO	59,035	60,965
2016	February	CISO	NEVP	70,729	75,587
2016	February	CISO	PACW	15,617	17,377
2016	February	NEVP	CISO	69,461	92,008
2016	February	NEVP	PACE	62,732	65,937
2016	February	PACE	NEVP	48,928	49,354
2016	February	PACE	PACW	26,490	43,735
2016	February	PACW	CISO	74,595	83,854
2016	March	CISO	NEVP	136,887	139,781
2016	March	CISO	PACW	11,347	11,413
2016	March	NEVP	CISO	49,315	79,251
2016	March	NEVP	PACE	95,008	88,972
2016	March	PACE	NEVP	38,034	46,286
2016	March	PACE	PACW	9,278	23,291
2016	March	PACW	CISO	93,571	97,051

There is no PACW to PACE transfer capability

Flexible ramping procurement diversity saving (MW)

	January	February	March
Average MW saving	255	261	265
Sum of BAA requirements	758	752	753
Percentage savings	34%	35%	35%

4. 大規模ユーティリティPG&Eの挑戦

- ・カリフォルニア州最大のエネルギー・ユティリティ(IOU)。
- ・加州電力危機時(2000年)に会社更生法申請
- ・中小規模需要家は小売り供給義務。
PUCの規制を受ける。ISOがバランシング実施。
- ・GHG、再エネ、省エネ、DER、蓄電池等多くの政策要請を受ける。
- ・デカップリング等の配慮もあるが、株主説明を含め困惑している状況。
- ・特に、BTM普及の影響が大きく、この対策に注力・政府提言。
 - * BTM制度見直し
 - * コミュニティソーラー制度
 - * 州外大規模再エネのRPSカウント

PG&E : 概要



Company Facts

- Fortune 200 company located in San Francisco, CA
- \$16.8B in operating revenues in 2015
- Over 20,000 employees

Energy Supply

- Services to 16M people:
 - 5.4M Electric accounts
 - 4.3M Natural Gas accounts
- Peak electricity demand: Approx. 21,000 MW
- Approx. 58% of PG&E's electric supply comes from non-greenhouse gas emitting facilities

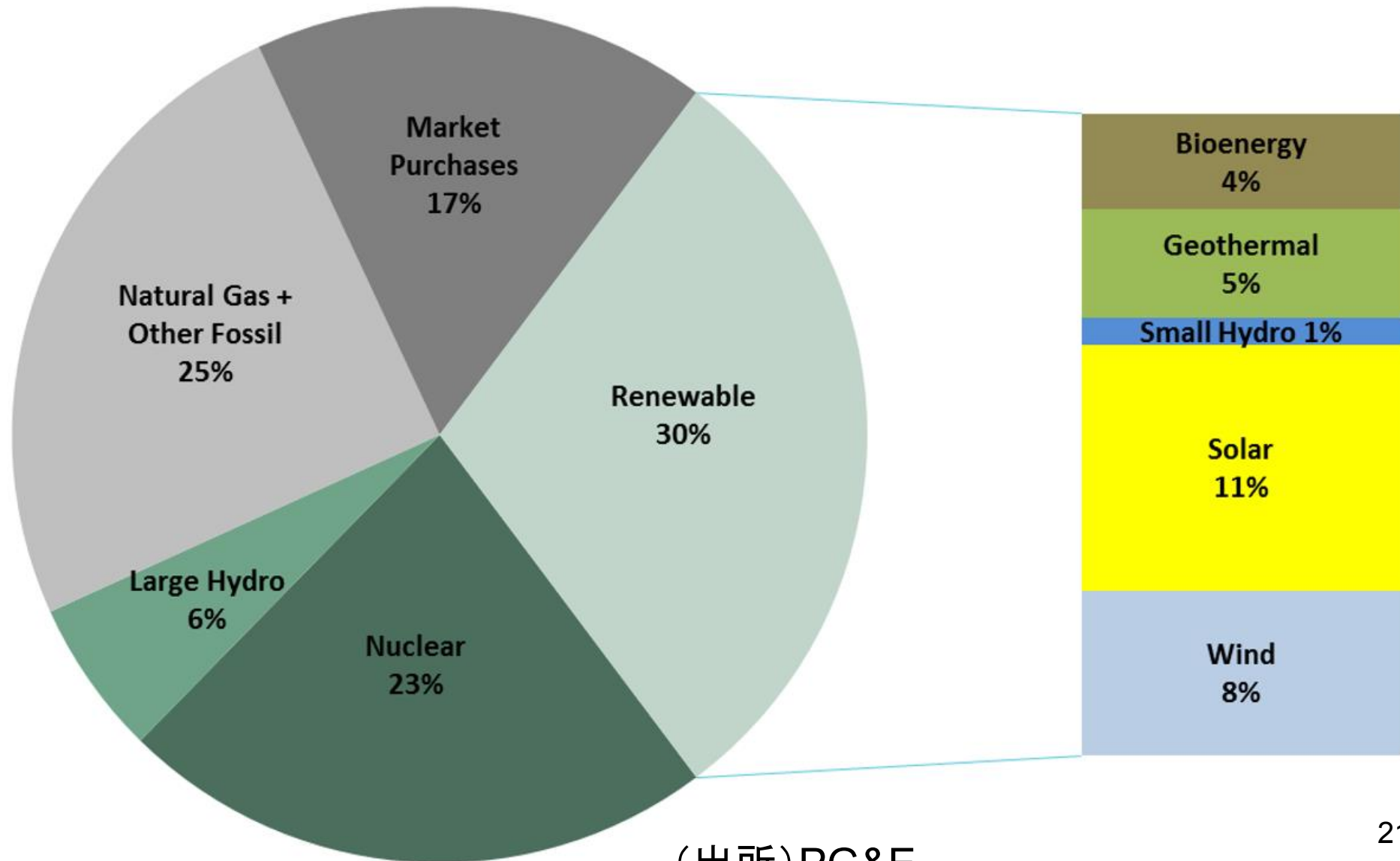
Service Territory

- 70,000 sq. miles with diverse topography
- 160,000 circuit miles of electric transmission and distribution lines
- 49,000 miles of natural gas transmission and distribution pipelines

427poundsCO₂/kWh
米国平均は1232P-Co₂
1 pound=0.45kg

PG&E: 電源構成 (2015年)

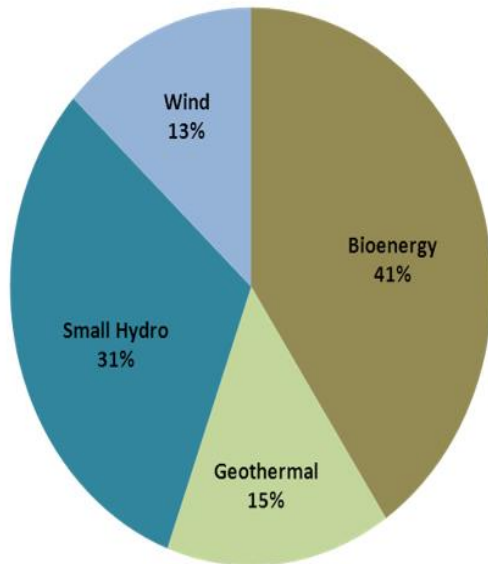
Figures represent % of PG&E's total bundled retail sales



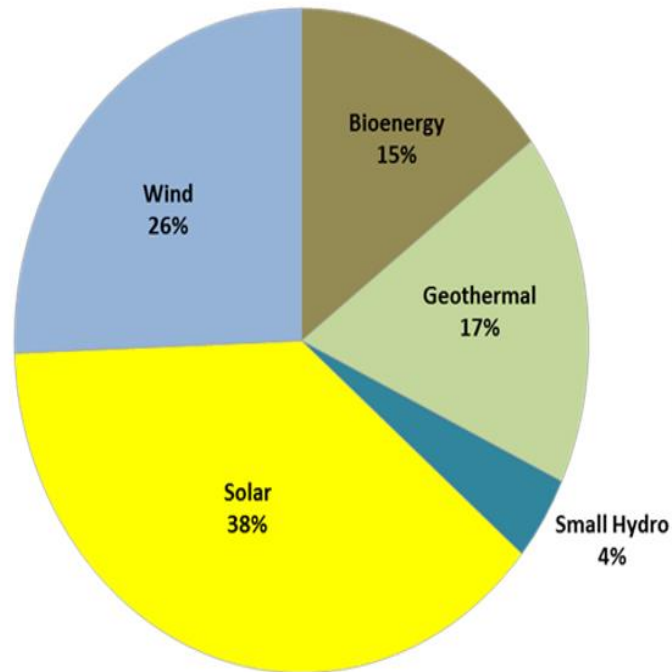
(出所) PG&E

電源構成の推移・見通し

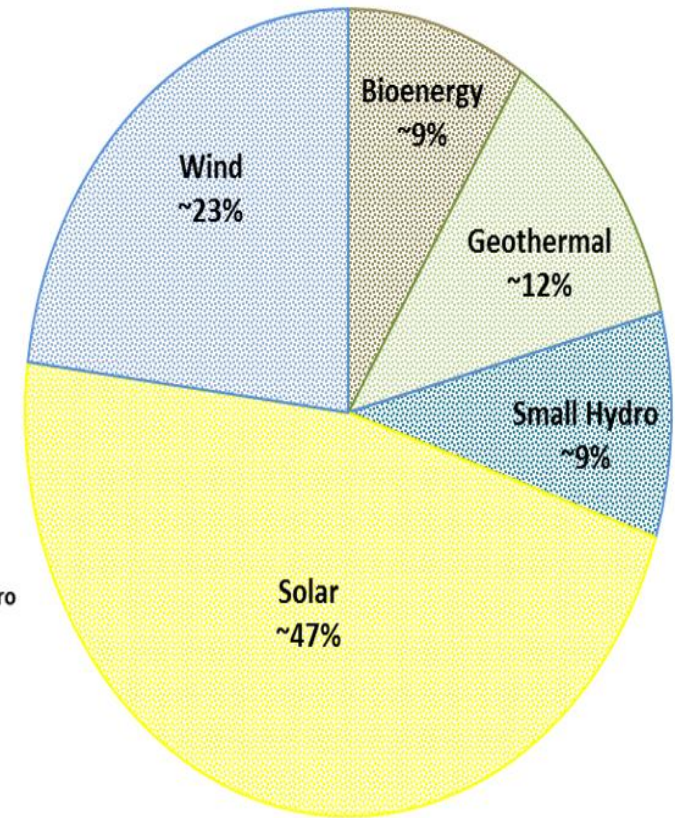
2002 Actual
11% of total bundled retail sales



2015 Preliminary
30% of total bundled retail sales



2020 Forecast
37% of total bundled retail sales



Total RPS-Eligible Procurement
7,504 GWh

Total RPS-Eligible Procurement
21,291 GWh

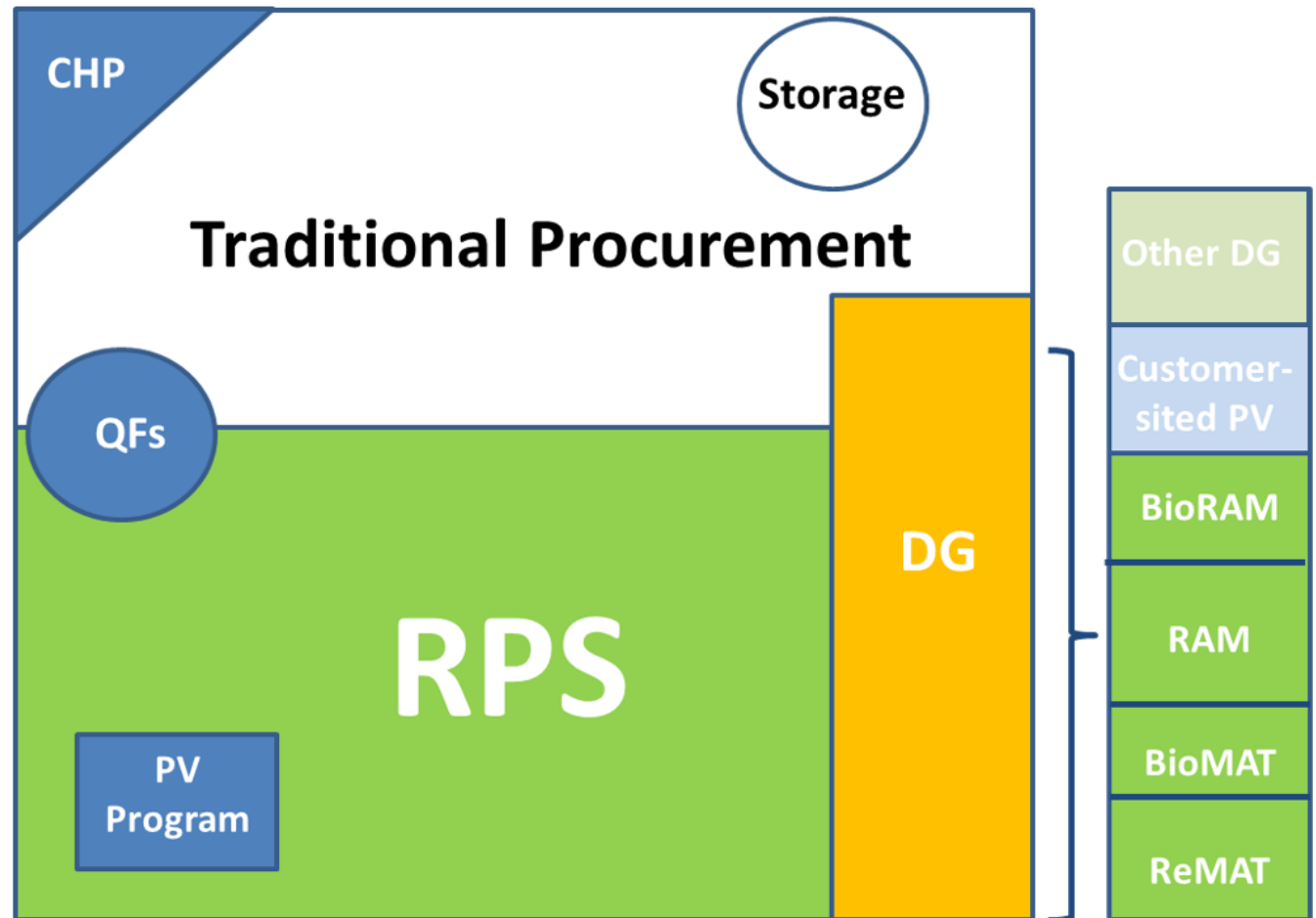
Total RPS-Eligible Procurement
22,051 GWh

22

(出所) PG&E

再エネ推進策：RPSと特別調達

- Prescriptive procurement is growing fast
- Carve-outs are more expensive
- Technology and size-specific carve-outs do not reflect portfolio needs



PG&E prefers a technology-neutral competitive solicitation process that ensures the least-cost best-fit procurement

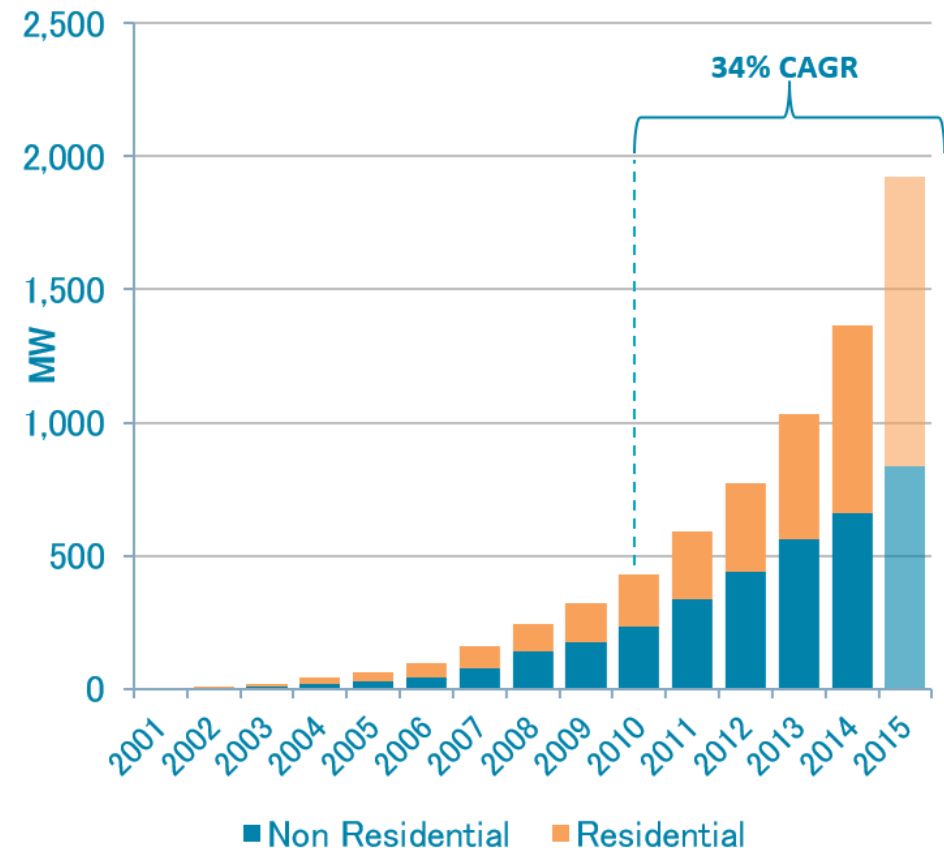


Rooftop Solar is Growing Rapidly

PG&E has 25% of all U.S. rooftop PV installations and continues to support our customers who want to “go solar”

- PG&E has **225,000+ solar customers**, more than any other U.S. utility
- P&GE adds **6,000 new solar customers each month** – with industry-leading interconnection speed
- **Drivers of growth**: technology/cost improvements: policy support; and customer choice and control
- Over the past 6 years, solar **costs have declined by over 50%**

Cumulative Retail Solar PV Capacity



分散資源促進策と対顧客プログラム

Policy	Description	Status
California Solar Initiative	\$/kW credit for roof-top solar investment	Program closed upon reaching targets
Federal tax policy	Investment tax credit and accelerated depreciation	30% through 2019 26% in 2020 22% in 2021 10% beyond 2022
Net Energy Metering (NEM)	On-site generation in excess of demand paid full retail rate NEM Customers avoid ~\$0.25/kWh	New program being implemented Current NEM customers protected; reduces cost-shift by ~5%–15%
Residential rate design	Steeply inverted tiers / no fixed charges	Rate reform underway

DG Incentive Programs

- California Solar Initiative Program
- Self-Generation Incentive Program
- California Solar Initiative Thermal Program
- Multi-Family Affordable Solar Housing

DG Tariff Programs

- Net Energy Metering (NEM)
- NEM Aggregation
- Virtual Net Metering
- Renewable Energy Self-Generation Bill Credit Transfer

(出所) PG&E



Upcoming Changes to NEM

Overview of NEM Successor Program

- Underlying NEM design providing full retail rate compensation remains the same
- Protected for existing customers for 20 years from interconnection
- Changes for new customers under the NEM successor program (estimated mid-2016)
 - NEM program cap (previously 2,409MW) is removed
 - 1 MW project-specific cap removed
 - Customer pays small interconnection fee
 - Customer must take service under a Time-of-Use rate structure with evening peak
 - Customer must pay for certain non-by-passable charges per kWh of usage
- Virtual NEM and NEM Aggregation will continue and be subject to the same requirements
- The California Public Utility Commission will re-examine NEM in 2019



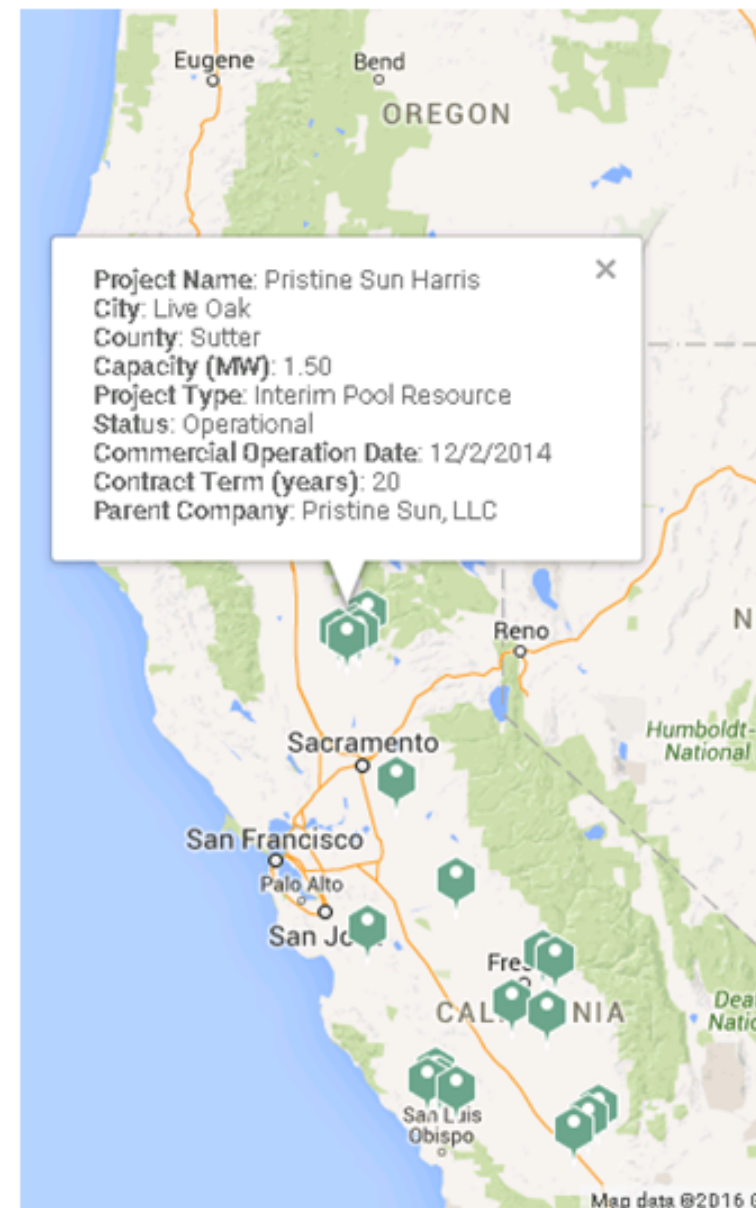
PG&E's Community Solar Options

Solar Choice Program

- 272 MW Program
- 2 customer options
 - Customer-Utility
 - Customer-Developer-Utility
- Enrollment open for 3 years
- 40,000 – 50,000 customer maximum
- **Customer does not receive NEM benefit:**
Customer pays a modest (cost-based) premium for the solar energy

Incremental, New Solar Projects

- In response to customer enrollment, PG&E issues competitive solicitations for the power and sign **long-term contracts for new solar resources** within our service area.
- Projects are procured through existing wholesale procurement mechanisms.





CPUC Energy Storage Mandate

- PG&E to deploy 580MW of storage within its service territory by 2020
- PG&E can own up to 50% of targets
- Flexibility in targets:
 - Between T/D/customer buckets
 - Between years
- Utilities to host biennial solicitations through 2020
- Customer storage primarily drive by upfront incentive program (Self Generation Incentive Program (SGIP))

Proposed Energy Storage Procurement Targets (in MW)²²

Storage Grid Domain Point of Interconnection	2014	2016	2018	2020	Total
Southern California Edison					
Transmission	50	65	85	110	310
Distribution	30	40	50	65	185
Customer	10	15	25	35	85
Subtotal SCE	90	120	160	210	580
Pacific Gas and Electric					
Transmission	50	65	85	110	310
Distribution	30	40	50	65	185
Customer	10	15	25	35	85
Subtotal PG&E	90	120	160	210	580
San Diego Gas & Electric					
Transmission	10	15	22	33	80
Distribution	7	10	15	23	55
Customer	3	5	8	14	30
Subtotal SDG&E	20	30	45	70	165
Total - all 3 utilities	200	270	365	490	1,325

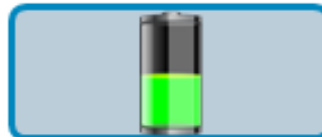


Distribution Resources Plan

- AB327 and CPUC Code 769 Mandate
- Distributed Energy Resources (DER) defined as:



Distributed
Renewable
Generation



Energy
Storage



Energy
Efficiency



Demand
Response

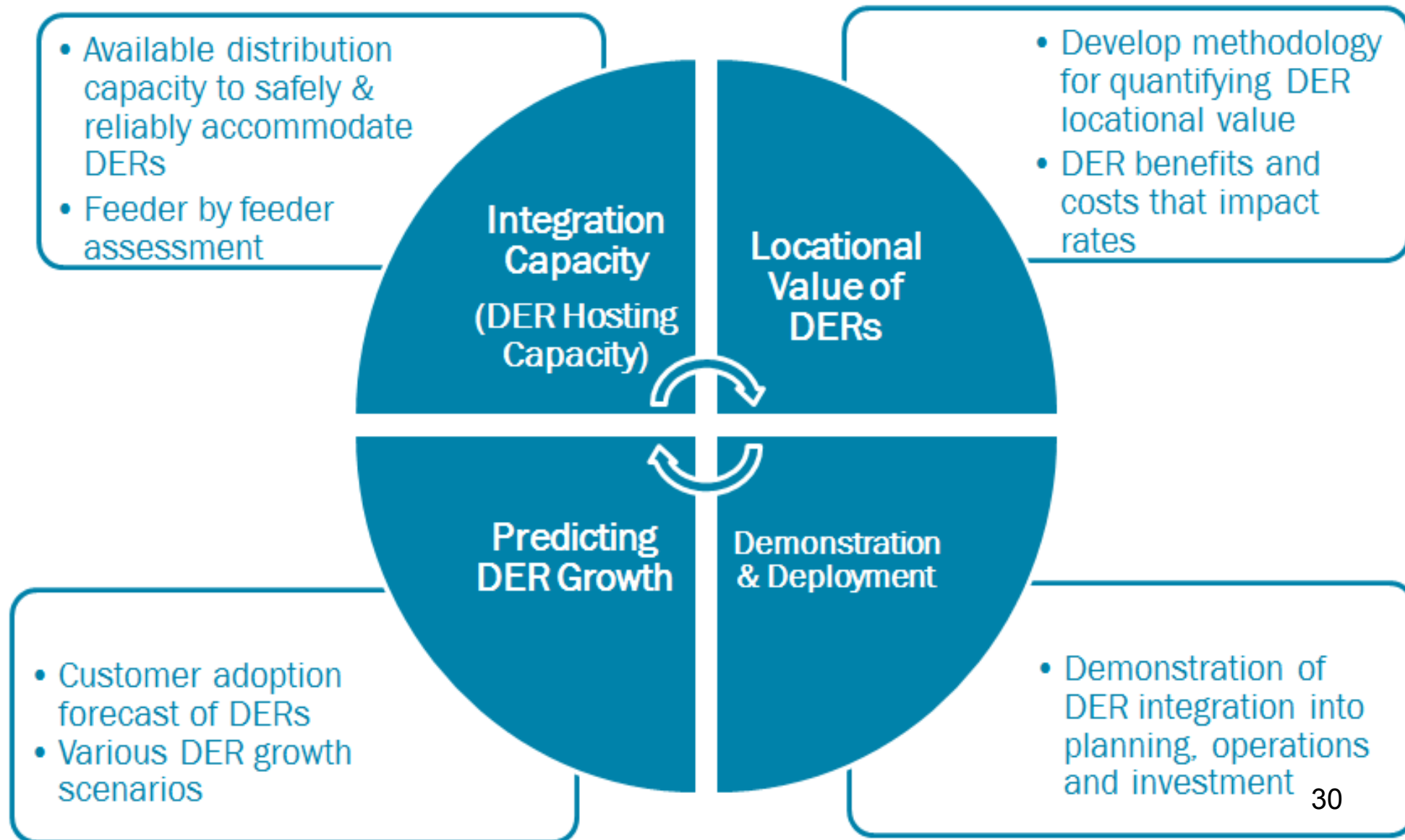


Electric
Vehicles

- **Submit distribution resources plan proposal to the CPUC by July 1, 2015**
 - Evaluate locational benefits and costs of DERs located on distribution system.
 - Recommend standard tariffs, contracts, or other mechanisms for deployment of cost-effective DER
 - Propose effective coordination of commission-approved programs, incentives, and tariffs to maximize benefits
 - Identify additional utility spending to integrate cost effective DER into distribution planning to yield net benefits
 - Identify barriers to deployment of DER



PG&E's Initial DRP serves as Technical Foundation for Integrating DERs into Planning and Operations



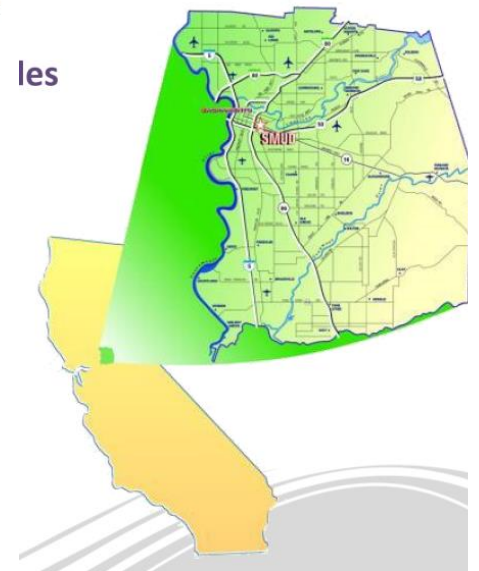
5. 評判の市営電力会社SMUDの挑戦

- SMUD: Sacramento Municipality Utility District / 垂直統合、BA
- カリフォルニア州都サクラメント市が運営する電力会社。選挙で選ばれた7名のボードメンバーにより運営。意思決定迅速、住民に近い、分散型システム時代に適するシステムとの評価も。
- 非利益組織で、効率がよく、料金は低い。
- 州公益事業委員会(PUC)の規制対象外。料金等自由に決められる。
- 市民意向の下、州政府を上回る目標を設定。
- 太陽光の急増で、新たな事業モデルを積極的に模索。DER普及と新モデルの両立を検討。
 - * 料金政策: TOU・CPP、デマンド料金、固定費の分離等
 - * スマートグリッド、DER市場整備

SMUDの概要



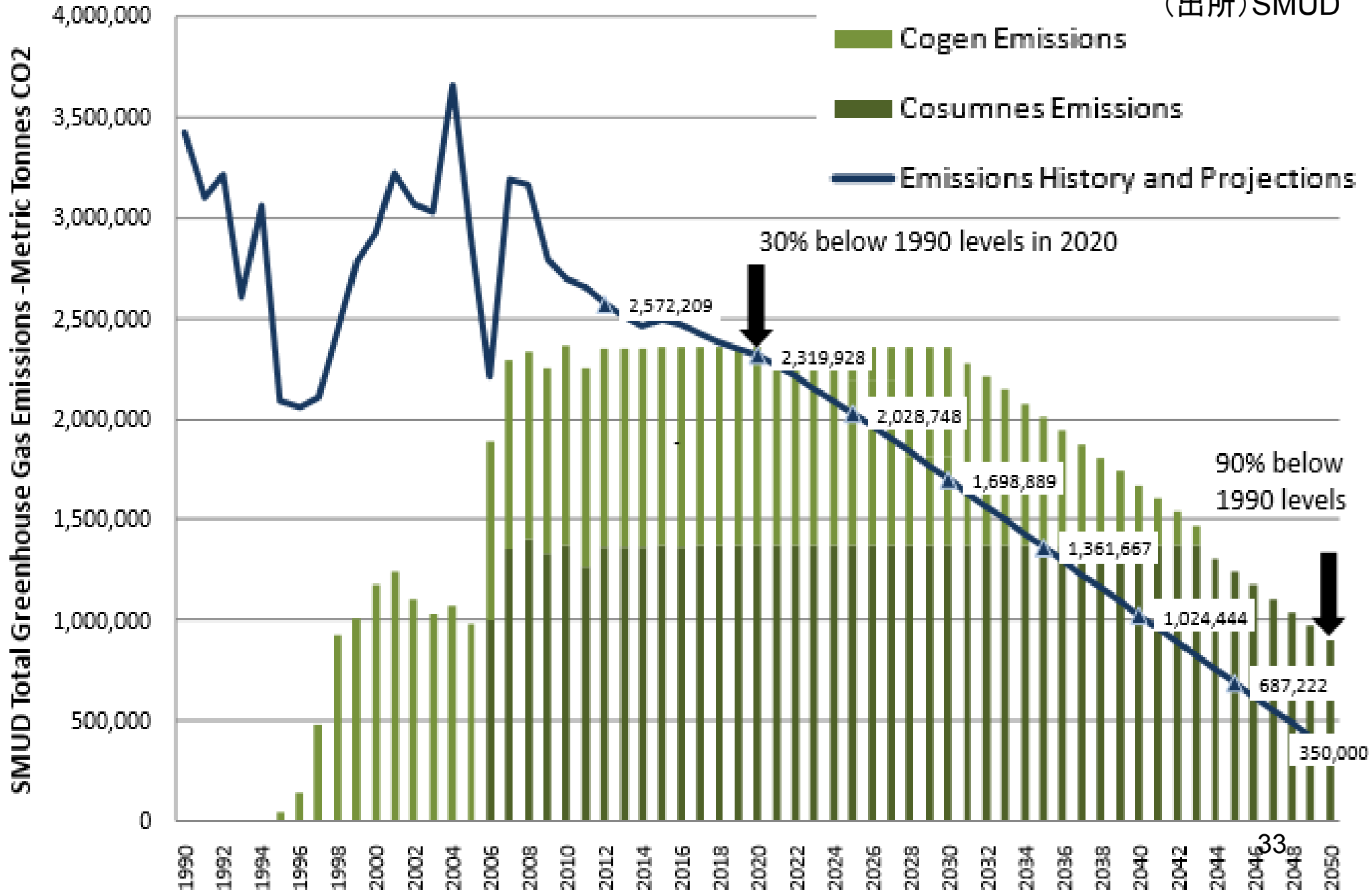
- 620,000 meters
- 1.46 million population
- \$1.47 billion in revenues
- 900 mi², 2331 km² service territory
- 7 member, elected Board of Directors
Public-Owned
- **Board Adopted Goals**
 - **33% Renewables By 2020**
 - **15% Efficiency Savings**
 - **90% Reduction In GHG Emissions By 2050**
- Not-for-Profit Utility
- 2nd largest muni in California, 6th largest in the US
- 3299 MW peak load
- 2071 employees
- 11,000GWH sale les



(出所) SMUD

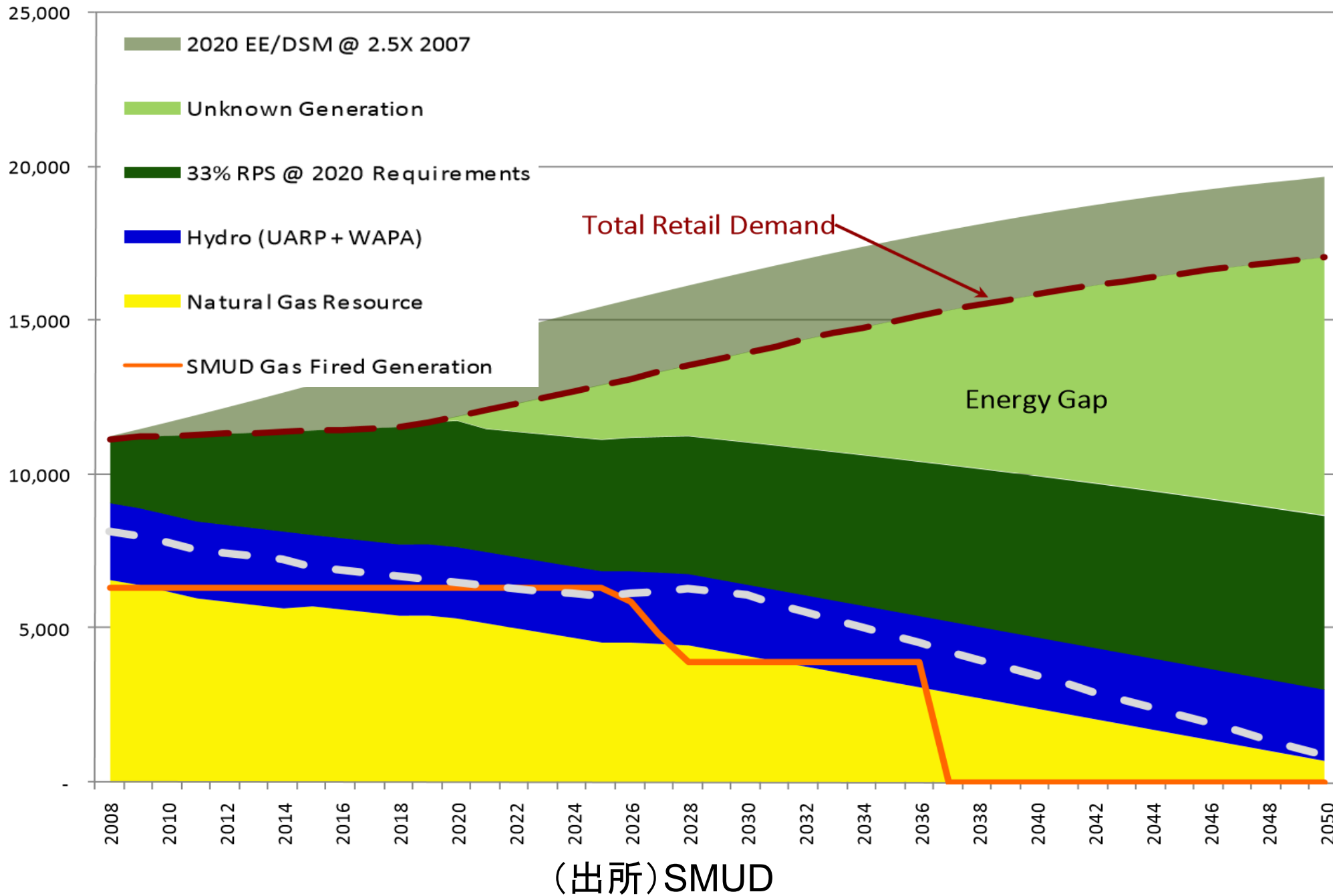
Board Greenhouse Gas Emissions Targets for SMUD Retail Load through 2050 - 90% below 1990 levels

(出所) SMUD



資源ミックス(電源構成)の予想

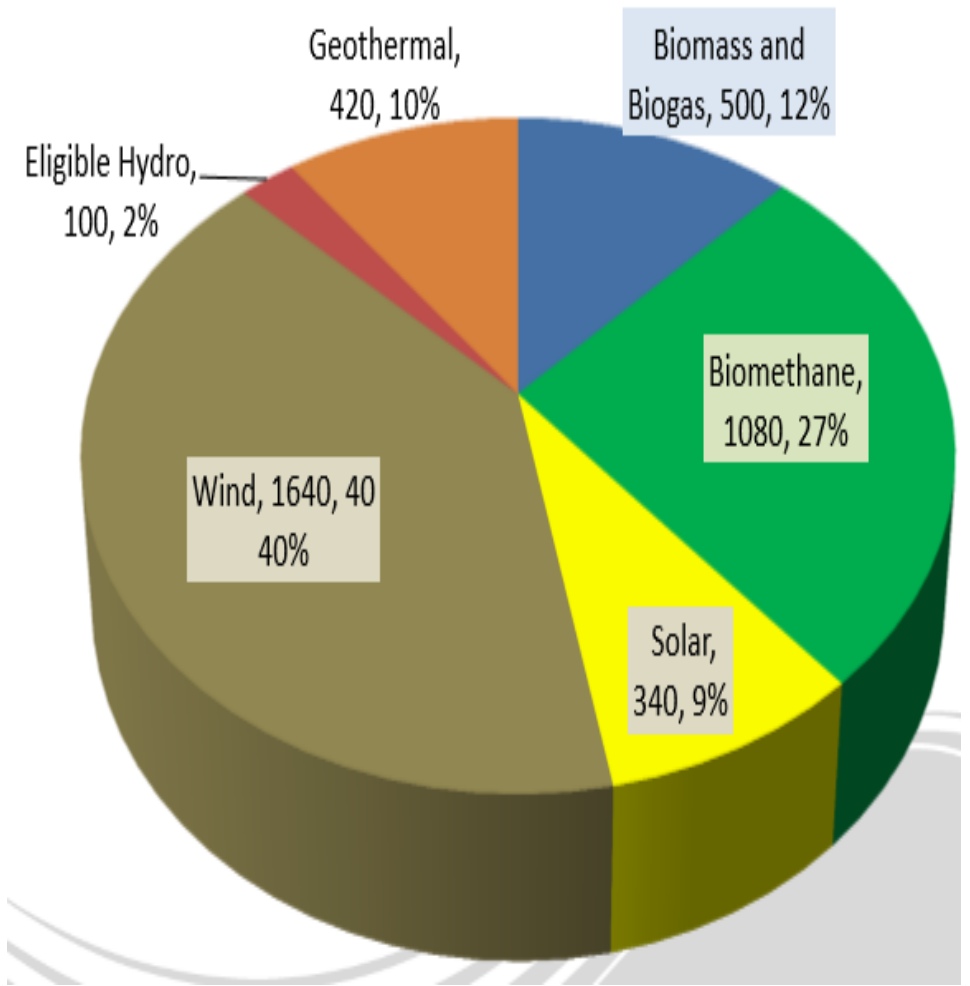
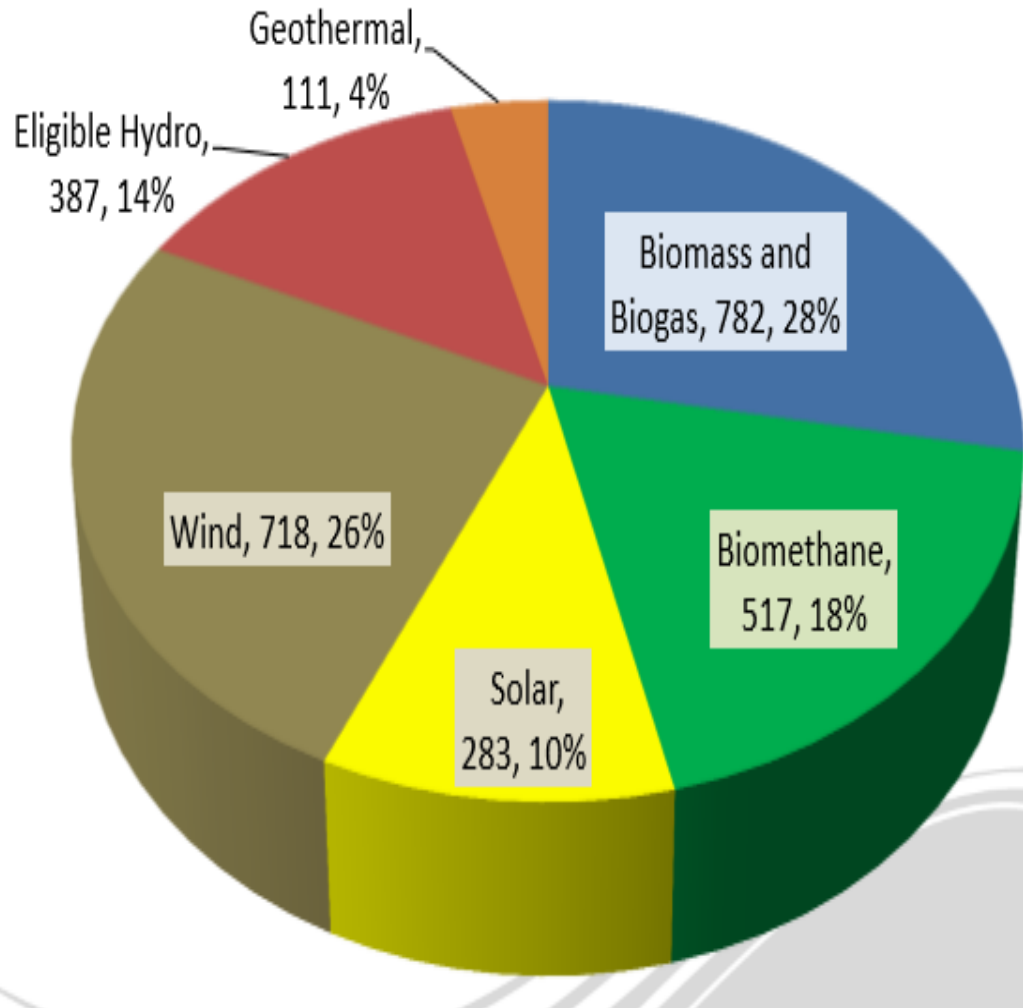
単位: GWh



再エネ電源構成：2014および2020

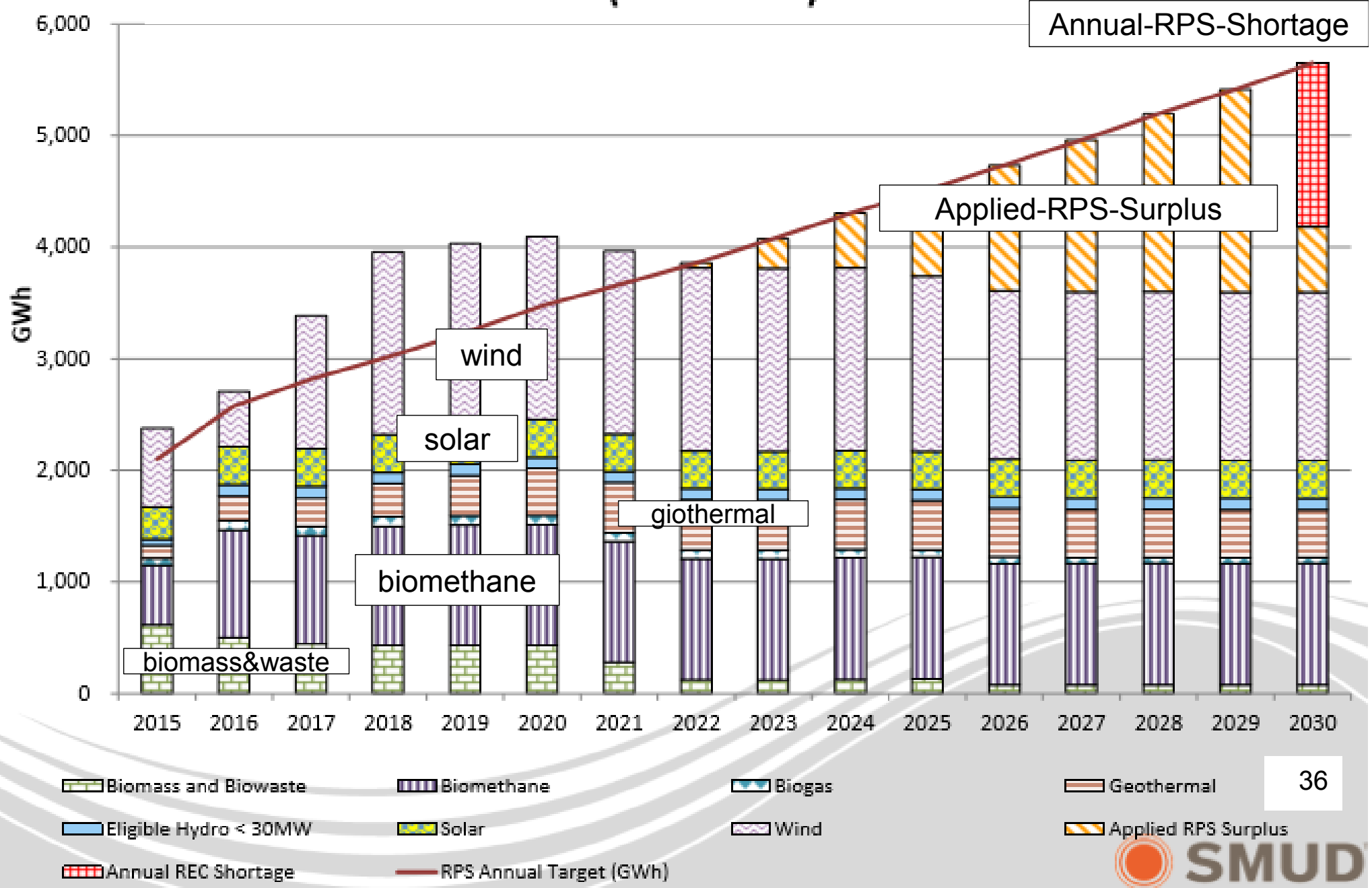
2014年度：2795GWH、26%

2020年度：4070GWH、39%



(出所) SMUD

RPS Compliance Requirements, Existing, Committed Resources (2015-2030)



DERに係るコスト・普及のトレンド

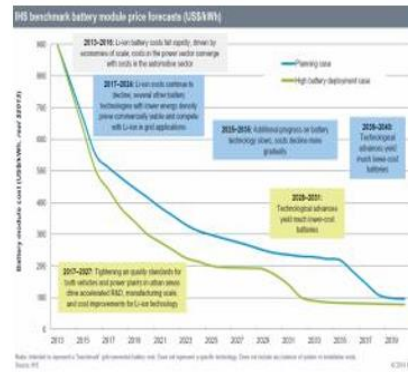
DG



Module \$/watt ↓60%
by ~2020

Creative financing
and data driven
marketing

Storage



Battery modules
cost-effective (for
SMUD customers) at
\$200/kWh

Cost-effective by
2025-2030, sooner
with demand charges

EV



Currently at
60cents/gal
equivalent, will
decrease with battery
costs

Affordable 200 mile
range by 2017

DR

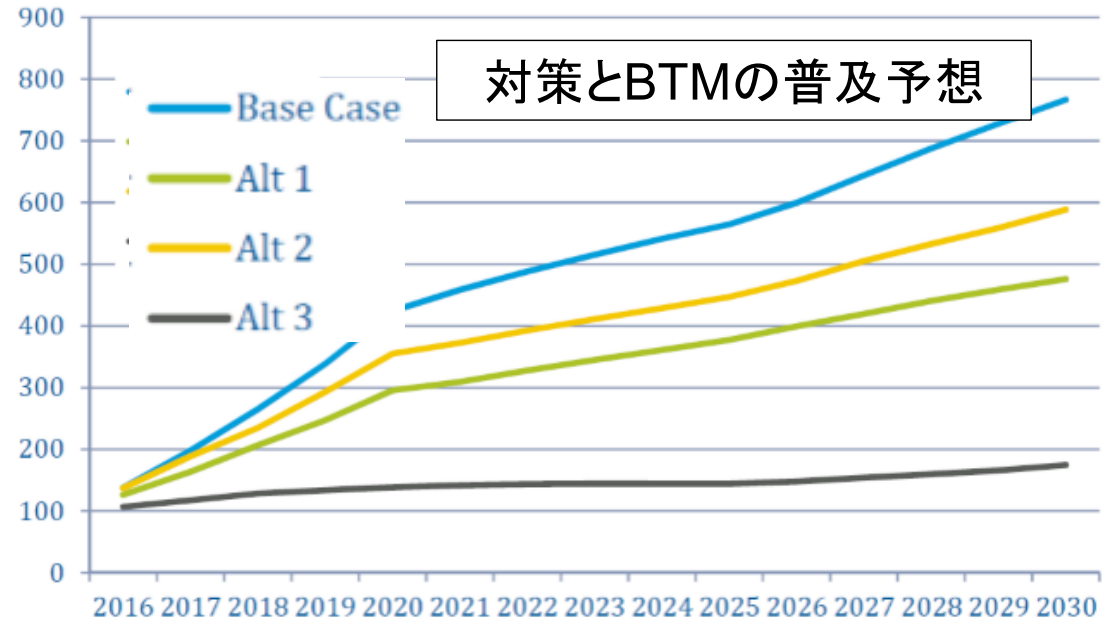
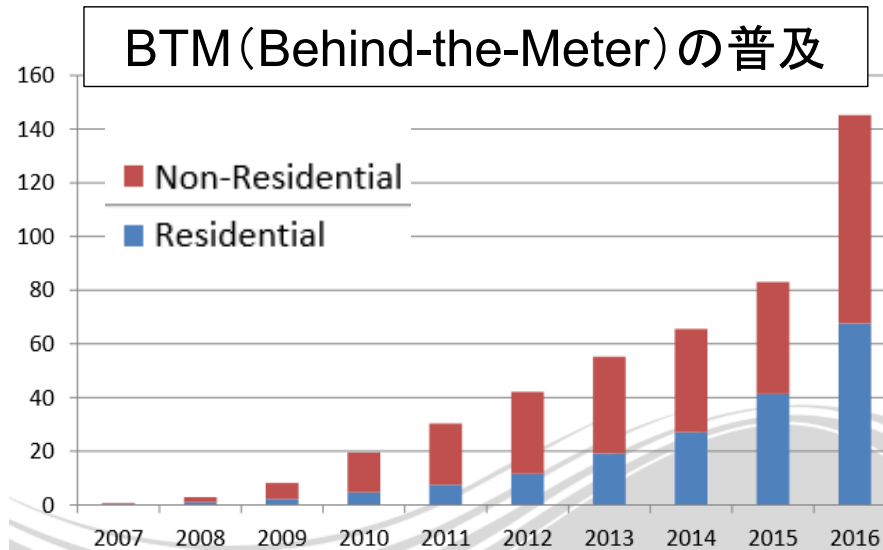


37% households
likely to purchase
Smart Thermostat in
next 12 months*

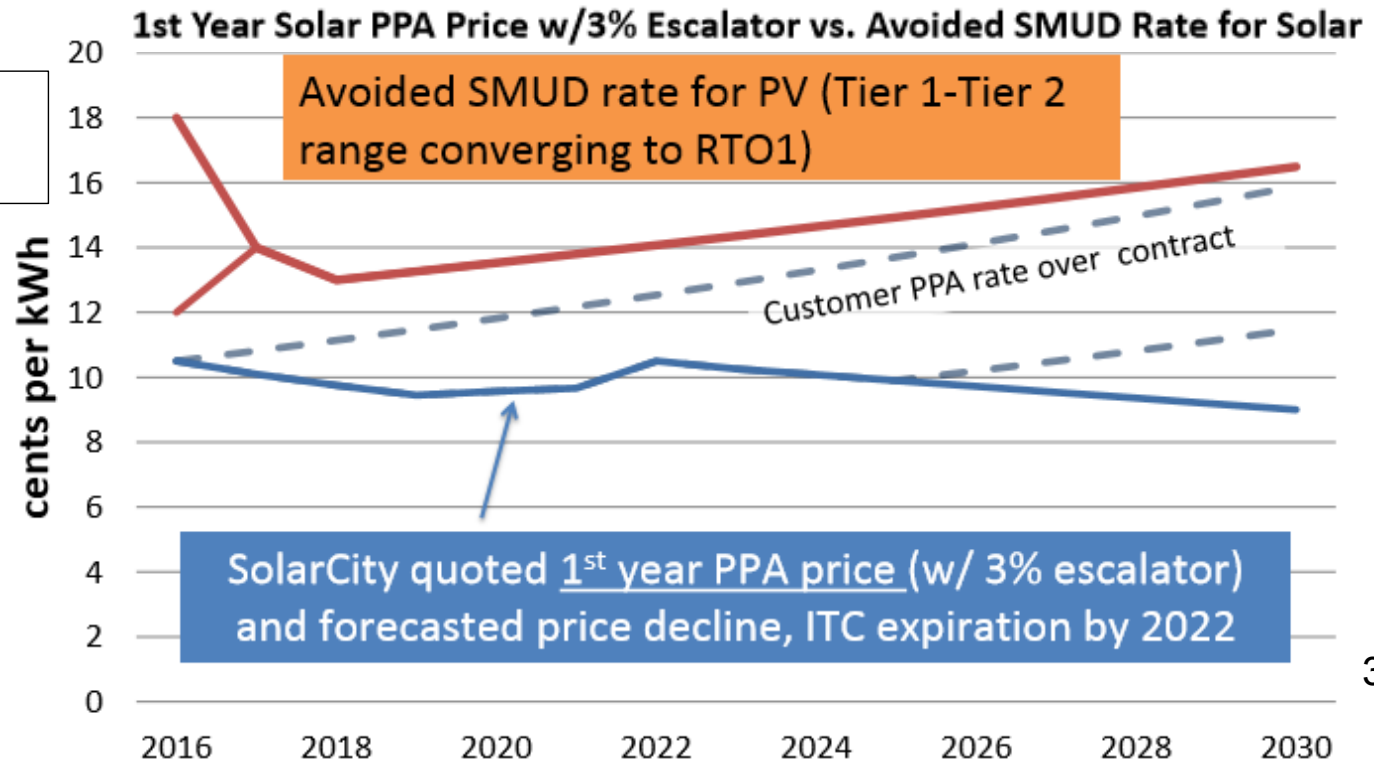
Will make DR more
cost-effective

*Icontrol Networks study,
N=1,600, US and Canada
StateOfTheSmartHome.com

BTMソーラーの普及と課題・対策

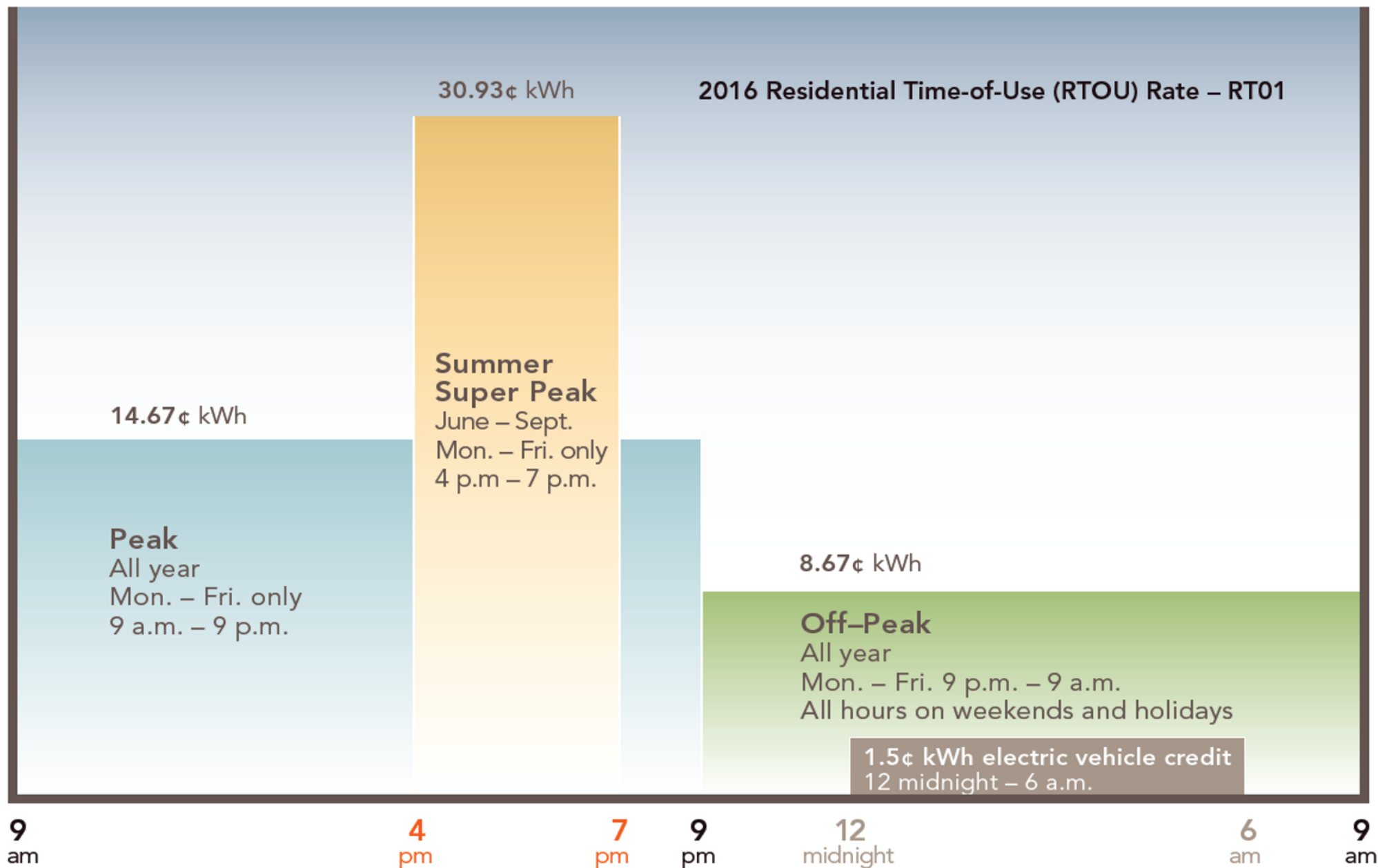


NME下での
Solar-Cityとの競争

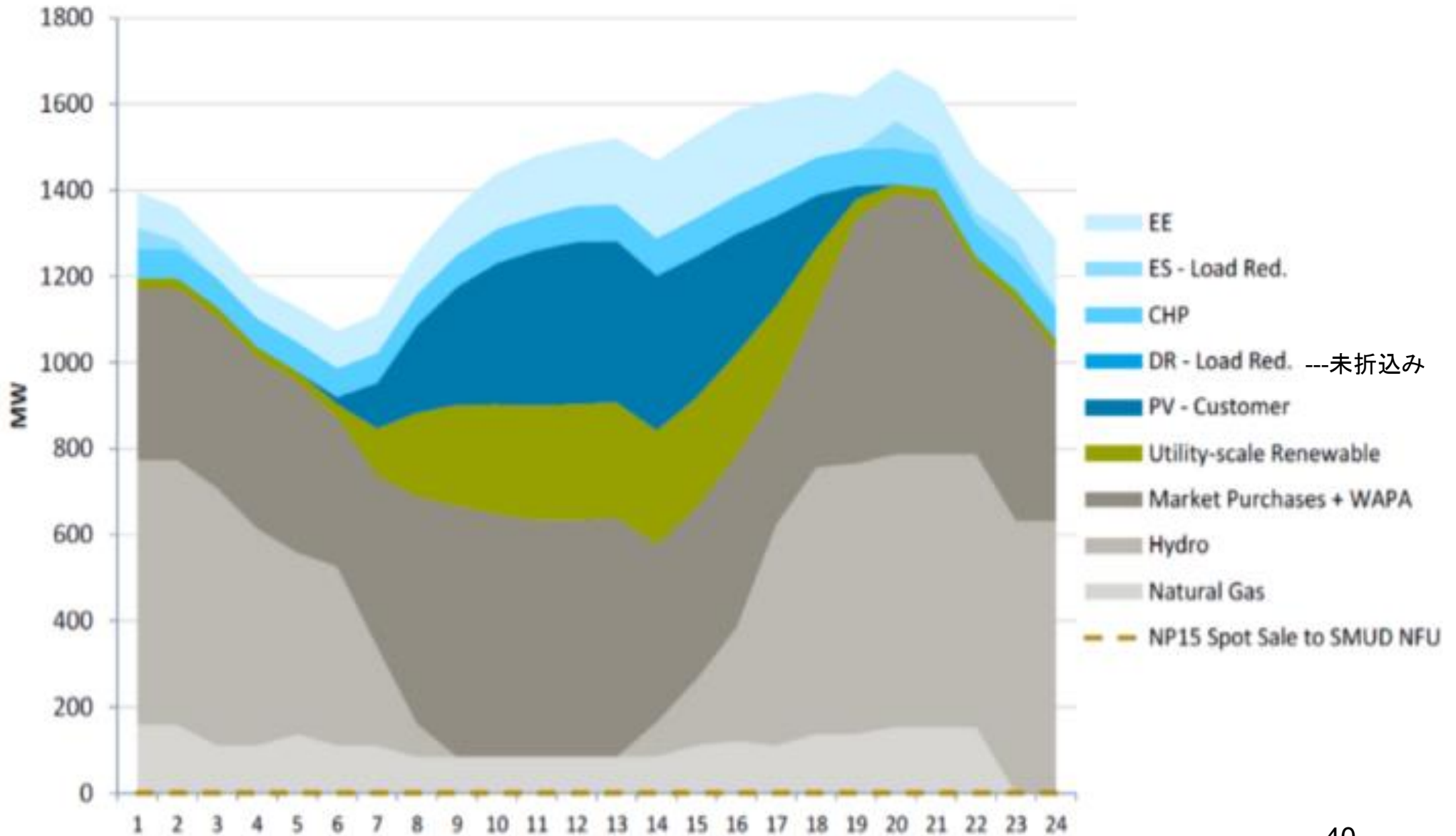


(出所) SMUD

お勧め電気料金: RTOU



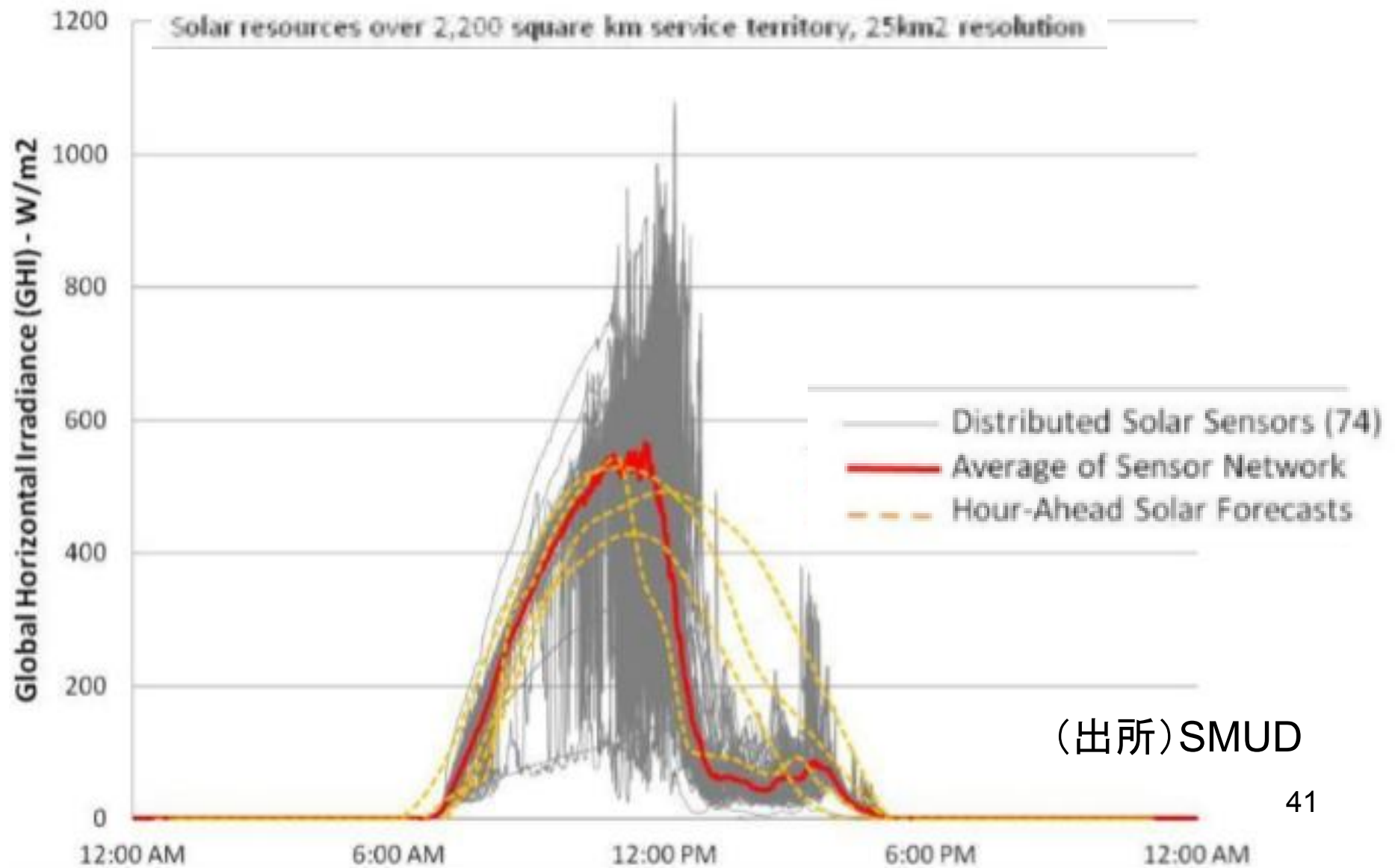
2030年5月5日（低需要時）の需給バランス



(出所) SMUD

太陽光変動の予想

Distributed Solar Sensor Variability and Aggregate Ramp, with Hour-Ahead Forecasts November 8, 2012



DER IMPACT ON RAMPING

- Evaluated maximum and average 3 hour ramp up rates from PLEXOS runs (2020-2030)
- When compared to unmanaged load (no DERs), the results show that DERs clearly reduce ramp rates

	Maximum Ramp Up	Average Ramp Up
Unmanaged	749 MW	101 MW
IRP Base Case	689 MW	81 MW
Combined DER	680 MW	72 MW

~400 total MW of PV generation

700 total MW of PV generation

(参考)CEC専門家の認識

- 電力需給の広域調整(州内、州外/EIM)について。
- 再エネ、省エネ等個別政策と市場メカニズムとの関係。
- 地域(市営)電力会社が活躍する時代か。
- DER普及は可能か、プロシューマーは多いのか多くなるのか。
- ユテリティの新たなビジネスモデルとは何か。