

# カリフォルニア州の電力改革 -再エネ50%を目指して-

## 京都大学再エネ講座シンポジウム ご説明資料

京大大学経済学研究科特任教授

2016年11月23日

山家公雄

# 目次

## 始めに. 米国調査の概要

1. カリフォルニア(CA)州のエネルギー事情
2. CA-ISOの概要と役割
3. 大規模ユテリティ、PG&Eの挑戦
4. 市営電力会社SMUDの挑戦
5. CA州電力改革のまとめ

## 始めに: 米国調査概要

- 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
  - ・(一社)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: ←今回シンポジウムの趣旨
  - ・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
  - ・再エネの広域展開(送電網)、地域展開(配電網)、両者の関連について理解する

# 1. カリフォルニア州の電力事情

## カリフォルニア州のBalancing-Groupと電気事業者



- 【電気事業者の類型】
- ・IOUs: Investor owned Utilities  
PG&E  
SCE  
SDG&E
  - ・POUs: Publicly Owned Utilities (Municipalities )  
LADWP  
SMUD
  - ・CO-OP

## 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。
- ・太陽光発電設置量は全米の約6割

### ○自由化、業界構造、基本は垂直統合

- ・部分自由化。
- ・3大ユティリティ(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)

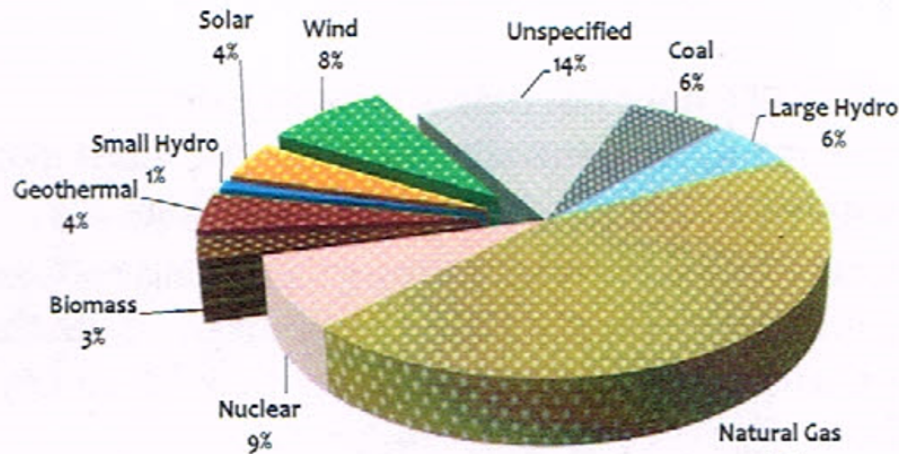
### ・DER普及

\*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)

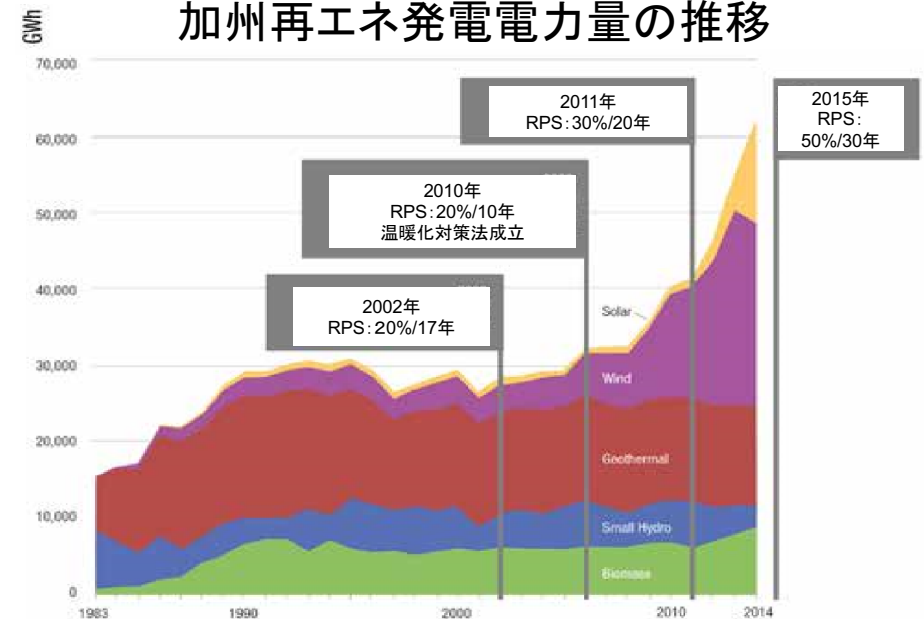
All renewables: 20.38% of Generation Mix



(出所) CEC

8

## 加州再エネ発電電力量の推移

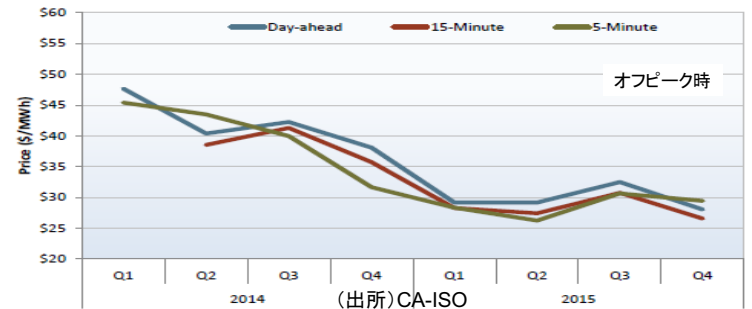
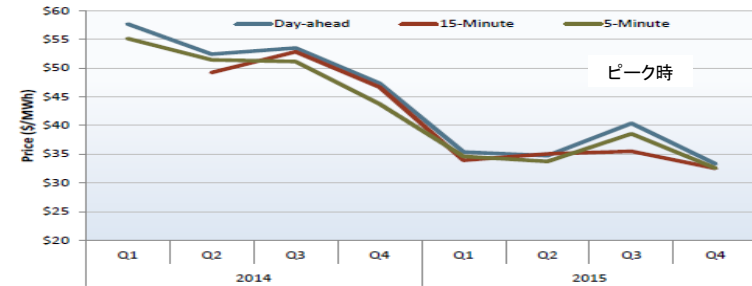


Source: California Energy Commission. Tracking Progress webpage. Renewable Energy. Updated September 3, 2015.

## 2. カリフォルニアISOの概要と役割

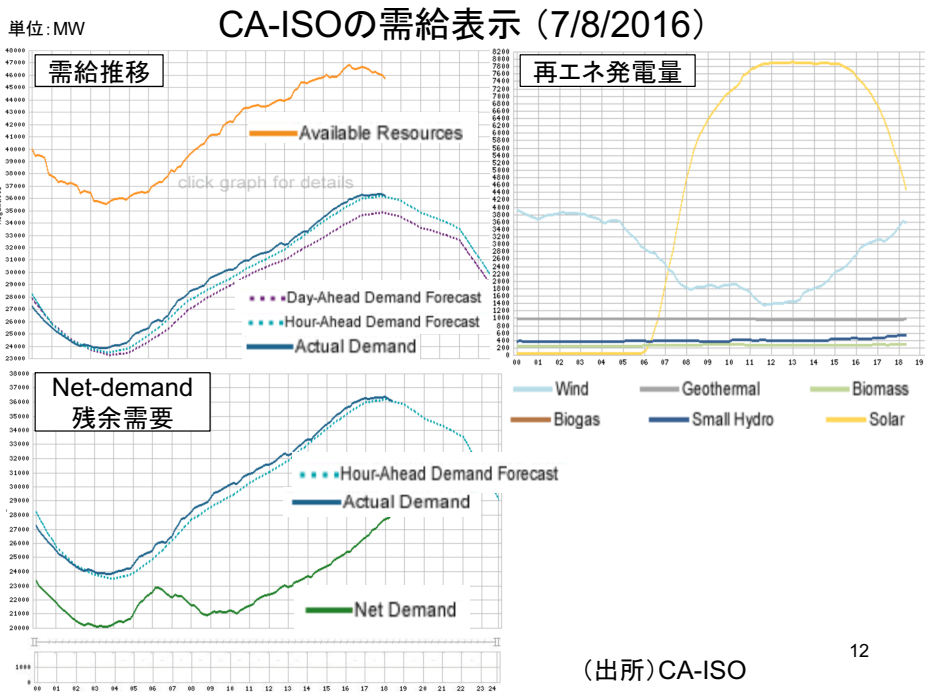
10

### 四半期毎卸価格の推移(CA-ISO)



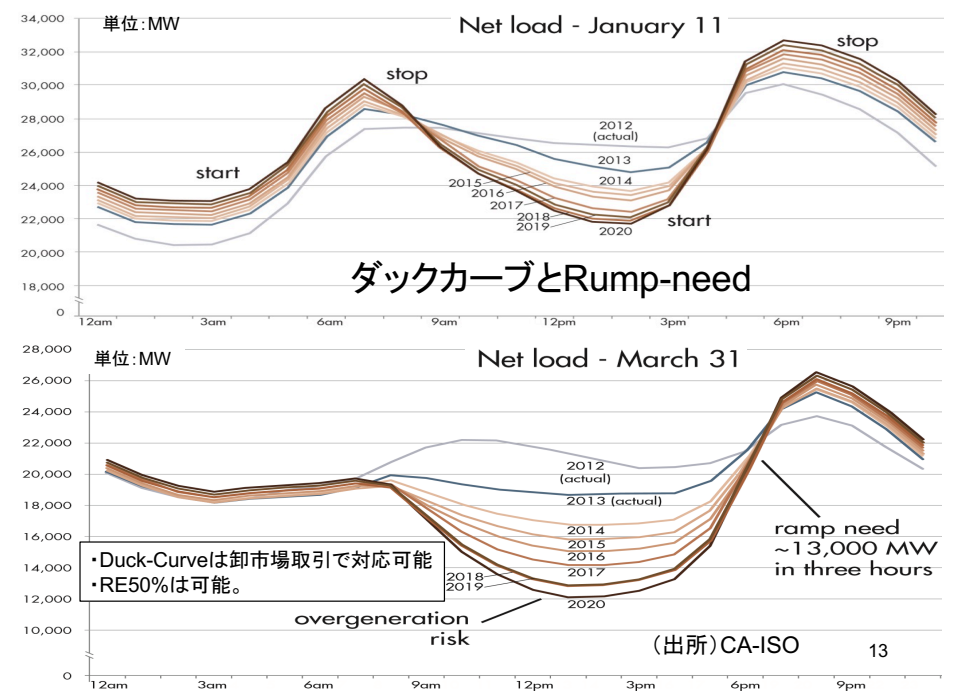
(出所) CA-ISO

11



(出所) CA-ISO

12

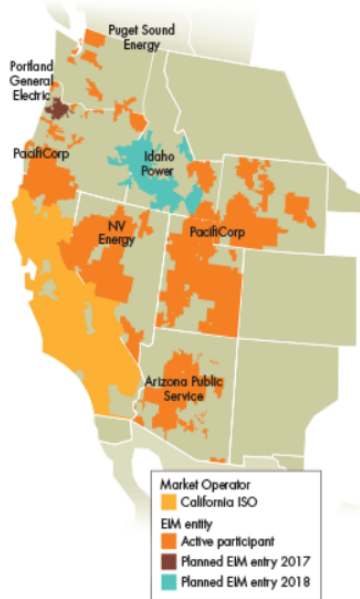


• Duck-Curveは卸市場取引で対応可能  
• RE50%は可能。

(出所) CA-ISO

13

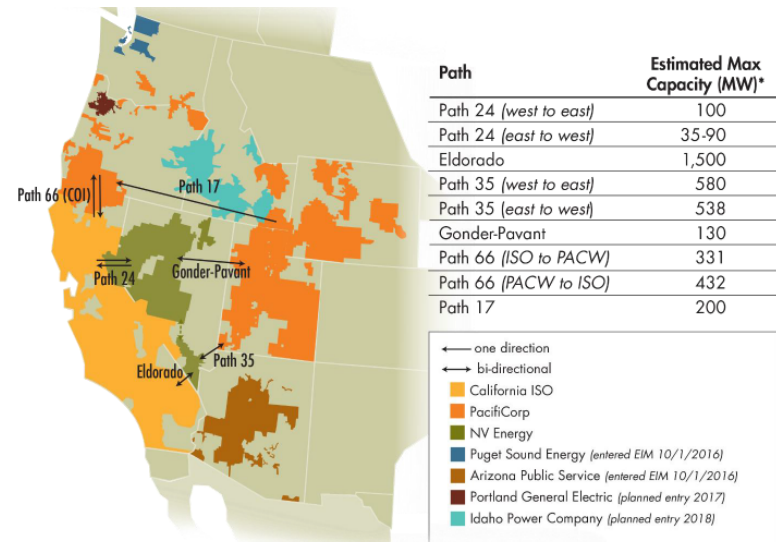
# Energy Imbalance Market (EIM) の概要



- 2014年11月より、リアルタイム市場を州外BAAs(BA-Areas)にも拡張。
- ・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想定系統容量



Path	Estimated Max Capacity (MW)*
Path 24 (west to east)	100
Path 24 (east to west)	35-90
Eldorado	1,500
Path 35 (west to east)	580
Path 35 (east to west)	538
Gonder-Pavant	130
Path 66 (ISO to PACW)	331
Path 66 (PACW to ISO)	432
Path 17	200

- ← one direction
- ↔ bi-directional
- California ISO
- PacifiCorp
- NV Energy
- Puget Sound Energy (entered EIM 10/1/2016)
- Arizona Public Service (entered EIM 10/1/2016)
- Portland General Electric (planned entry 2017)
- Idaho Power Company (planned entry 2018)

(出所)CA-ISO

# EIM取引とその効果(2016年度第3四半期)

EIM取引の効果 (単位:百万ドル)

Region	July	August	September	Total
ISO	2.24	1.38	1.82	5.44
NV Energy	1.88	2.16	1.55	5.60
PacifiCorp	6.09	4.92	4.12	15.12
Total	10.21	8.46	7.49	26.16

EIMの取引状況 (単位: MWh)

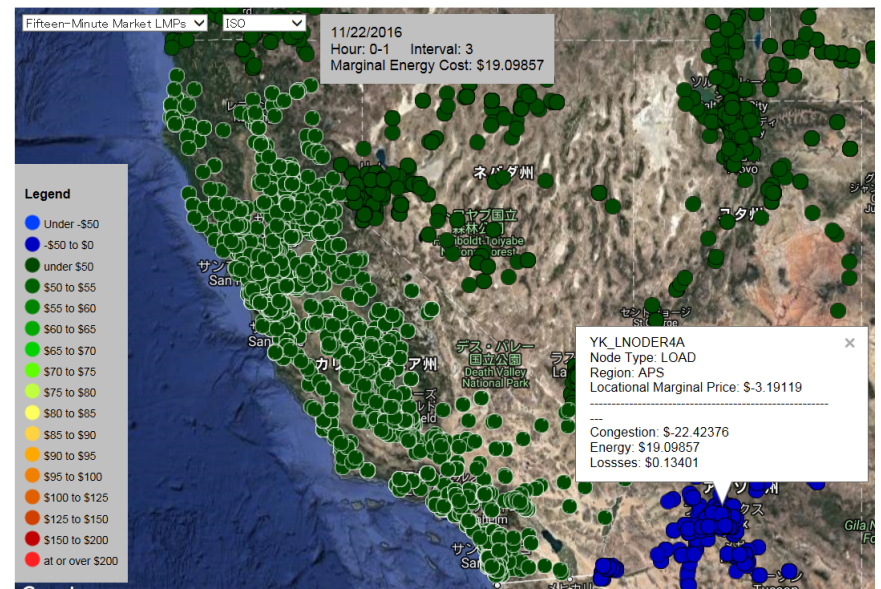
Year	Month	from_BAA	to_BAA	15m EIM transfer (15m - base)	5m EIM transfer (5m - base)
2016	July	ISO	NVE	98,367	74,066
		ISO	PACW	11,355	10,307
		NVE	ISO	87,320	128,163
		NVE	PACE	21,399	20,360
		PACE	NVE	121,645	134,126
		PACE	PACW	35,009	41,903
2016	August	PACW	ISO	77,136	89,060
		ISO	NVE	86,448	48,552
		ISO	PACW	8,563	7,060
		NVE	ISO	83,739	162,291
		NVE	PACE	27,116	18,591
		PACE	NVE	90,167	119,377
2016	September	PACE	PACW	40,312	43,989
		PACW	ISO	71,676	85,137
		ISO	NVE	79,834	47,666
		ISO	PACW	12,266	11,478
		NVE	ISO	82,438	159,449
		NVE	PACE	43,115	28,130
2016	September	PACE	NVE	78,024	103,023
		PACE	PACW	14,351	32,477
		PACW	ISO	62,451	69,885
		ISO	ISO		

Flexible ramping procurement diversity saving (MW)

	July	Aug	Sept
Average MW saving	272	270	276
Sum of BAA requirements	771	770	777
Percentage savings	35%	35%	36%

(出所)CA-ISO

# CA-ISO地点毎卸市場価格の表示(15分毎)



(出所)CA-ISO

## CA-ISOの概要と役割(再掲+α)

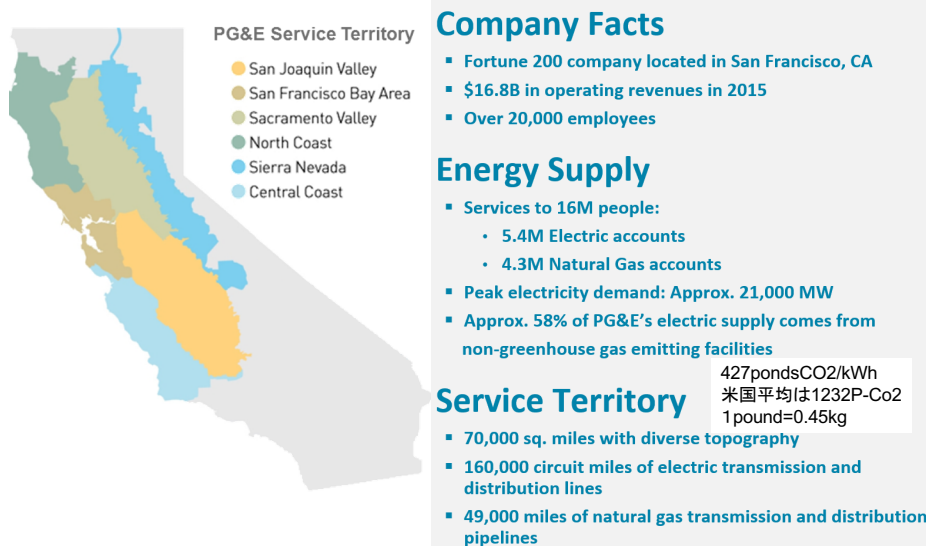
- BA (Balancing-Authority) でIOUエリアを担当 (80~85%)。
- システムオペレーション(系統運用)を実施。
- マーケットオペレーションを実施(nodes、locations)。
  - \*1日前市場
    - 7日前~1日前、13時に結果発表
  - \*リアルタイム市場(15分間、5分間)
    - 前日13時~当日75分前、30分前に発表
  - \*アンシナリー市場
    - Regulation energy(up、down)
    - Spinning reserve(10分間)、non-S.R(10分以内)
- EIM(Energy Imbalance 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-Requriment)、給電基準(Dispatch-Instruction)

18

## 3. 大規模ユテリティ、PG&Eの挑戦

19

## PG&E: 概要

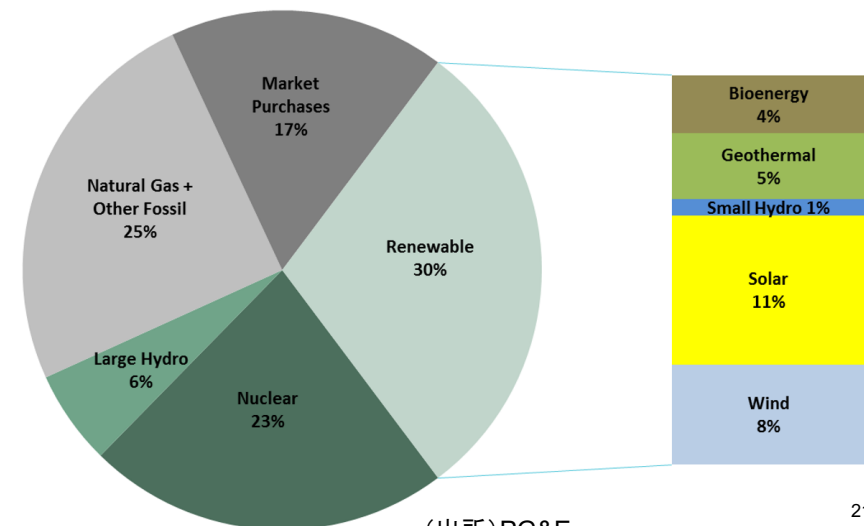


(出所)PG&E

20

## PG&E: 販売電力の調達状況(2015年)

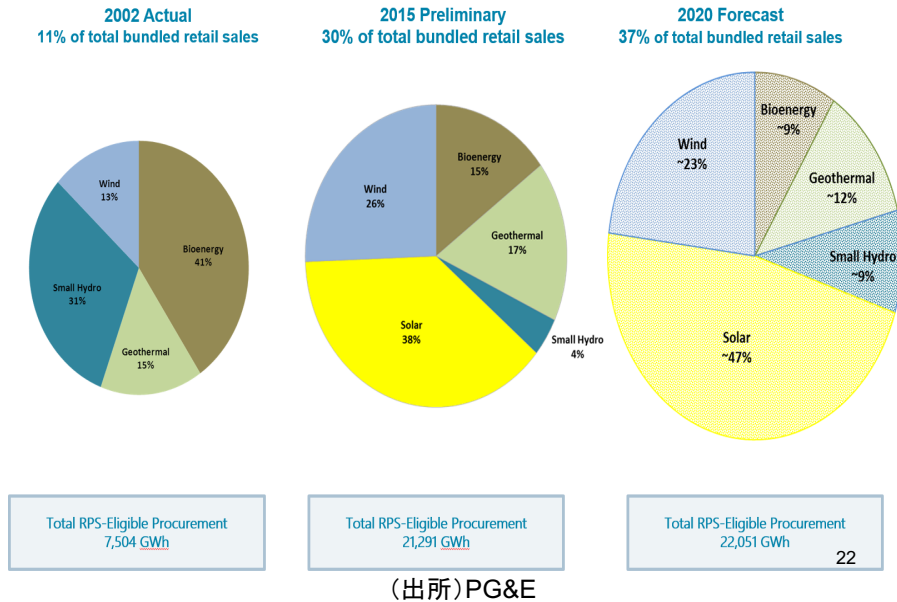
Figures represent % of PG&E's total bundled retail sales



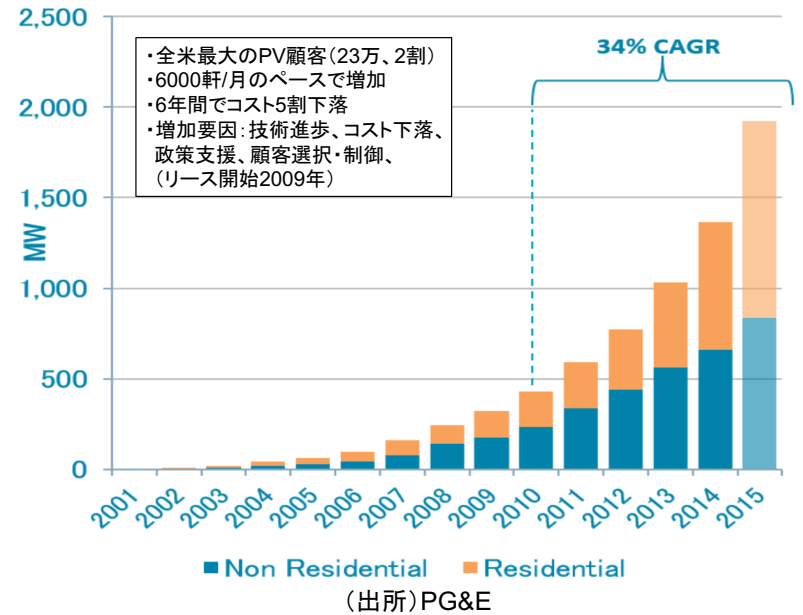
(出所)PG&E

21

# 電源構成の推移・見通し

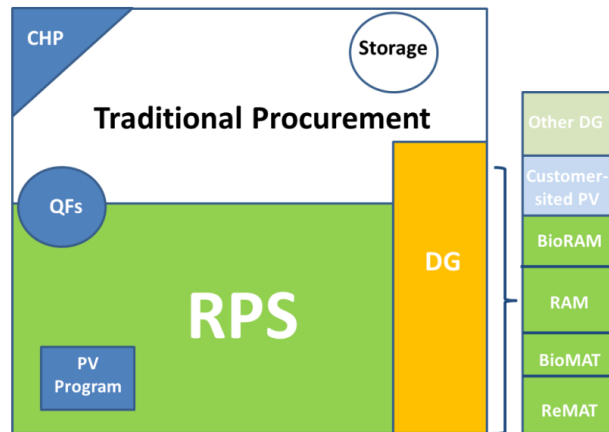


# PG&E管内太陽光発電設置量の推移と予想



# カリフォルニア州の再エネ推進策 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



# 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
- DER普及政策に対しても、配電計画や料金制度に係る検討を・提案を実施

## 4. カリフォルニア州の市営電力会社SMUDの挑戦

26

## サクラメント市営電力(SMUD)の概要 市民が運営する直統合型のユティリティ



- 620,000 meters
- 1.46 million population
- \$1.47 billion in revenues
- 900 mi<sup>2</sup>, 2331 km<sup>2</sup> service territory
- 7 member, elected Board of Directors Public Owned
- Not-for-Profit Utility
- 2nd largest muni in California, 6th largest in the US
- 3299 MW peak I<sub>les</sub>
- 11,000GWH sale S

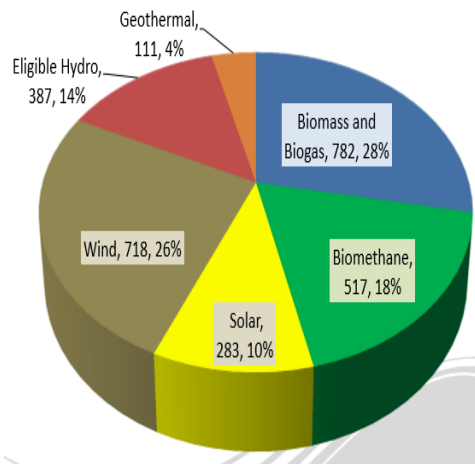


- **Board Adopted Goals**
  - 33% Renewables By 2020
  - 15% Efficiency Savings
  - 90% Reduction In GHG Emissions By 2050

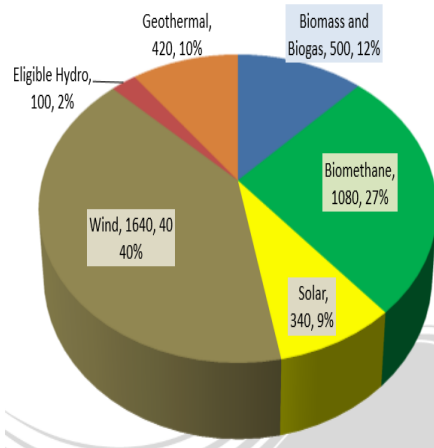
(出所) SMUD : Sacramento Municipal Utility District

## 再エネ電源の規模と構成(2014年、2020年)

2014年度 : 2795GWH、26%



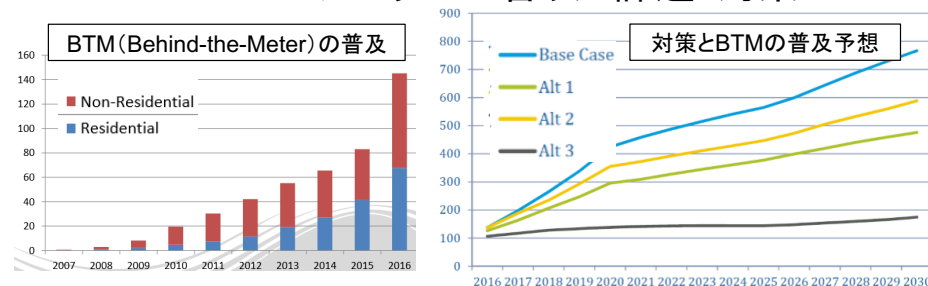
2020年度 : 4070GWH、39%



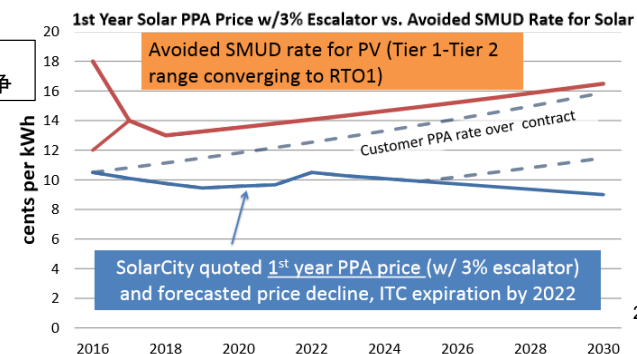
(出所) SMUD

28

## BTMソーラーの普及と課題・対策



NEM下でのSolar-Cityとの競争

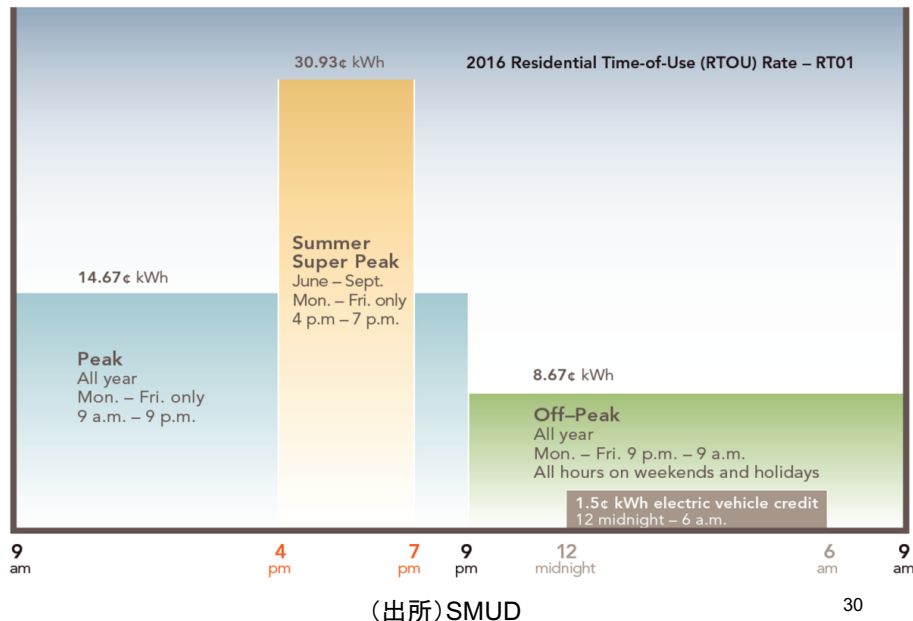


(出所) SMUD

29



## お勧め電気料金:RTOU



## 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

31

## 5. CA州電力改革のまとめ

- ・CA州は、世界をリードする環境・エネルギー政策を継続。
- ・対策は、市場と規制の組み合わせ。
- ・特に太陽光の増加は著しく、設置量は全米の6割を占める。
- ・消費者が選択する一方で、ダックカーブの出現・先鋭化、ルーフトップPVが普及する中で、ユテリティが直面する課題が表面化(デススパイラル?)
- ・ISOは、市場運営を州外まで拡大し、また蓄電池・DR等のフレキシビリティの取入れ等により、ダックカーブへ対応。
- ・IOU(私営)は、料金制度の変更、州外大規模再エネの活用等を提案するも、政策決定に時間を要する。
- ・POU(公営)の中には、市民との対話を通じて、関係者がwin-winとなる料金設定等の対策が進む。