

# 蛇行しながら進む米国の脱炭素(後編)

～脱炭素と電力の安定供給の狭間で揺れるカリフォルニア州～  
～「ソーラー+バッテリーの一本足打法」は限界か～

Clean Energy Research Lab.

代表

阪口 幸雄

(シリコンバレー在住)



## 1. はじめに

現在の米国のエネルギー政策、州政府の動向、民間の動向を、前編・中編でみてきたが、いかがだろうか。本連載のタイトルである「蛇行しながら進む米国の脱炭素」の雰囲気を感じとっていただけたらだろうか。

最終回は、米国の中でも比較的一本線で進んできたカリフォルニア州を取り上げる。カリフォルニア州は、その先進の気概、民主党中心の州議会や州知事、豊富な自然エネルギー、低いエネルギー自給率などにより、2000年代よりクリーンエネルギー化を進めてきた。2000年・2001年にはエネルギー危機にも瀕し、時の州知事がリコールされ、エネルギーや電力の安定供給の大切さが骨身に染みている。

近年も、頻発する山火事やその予防としての計画停電、渇水とその結果としての水力発電や火力発電量の低下、猛暑によるピーク電力量の跳ね上がりや停電などに悩まされている。またトランプ政権時代には連邦政府との不毛な訴訟合戦も経験したが、それでも全米の先頭を走る姿勢は変わらない。

しかし、再エネ比率の上昇は危険と隣り合わせであり、先進州のカリフォルニア州やハワイ州での「実験」はきわめて脆いバランスの上に乗っており、州民の命や生活に密接にかかわるが、政策はえてして行き当たりばったりになることが多い。2022年時点では、再エネ比率は33～40%程度であり、まだ残っている安定電力（原子力発電、ガス火力発電）に救われているが、2030年の目標である60%（大型水力は含まない）ではきわめて危ないバランスとなる。

本稿では、カリフォルニア州におけるこれらの状況を取り上げ、再エネ100%に向かう舵取りの難しさをご理解いただければと思う。

## 2. カリフォルニア州の概要

カリフォルニア州は人口、経済規模ともに全米最大であり、州全体では4000万人の人口である。ロサンゼルス広域都市圏で人口1300万人超、サンフランシスコ

を中心とする「ベイエリア」で人口700万人超の巨大都市圏をもつ。面積は日本よりも広い。カリフォルニア州を国と見立てると、GDPは5位に位置する。

表1 カリフォルニア州の全米での位置付けと日本との比較

	米国	カリフォルニア州	日本
面積	9628000 km <sup>2</sup> (3位)	423967 km <sup>2</sup> (全米3位)	377962 km <sup>2</sup> (62位)
人口	3億3100万人 (3位)	3953万人 (全米1位)	1億2648万人 (11位)
GDP	20.89兆ドル (1位)	3.35兆ドル (国比較5位)	5.06兆ドル (3位)
年間消費電力量	3,842TWh/年	280TWh/年	905TWh/年

### (1) カリフォルニア州の政治体制

州議会、州知事も民主党が中心を占め環境対策に熱心である。

ギャビン・ニューサム知事はサンフランシスコ市長を経て2019年に就任。リベラル派である。

コロナ対策の一環として他州と比較して厳しい集会・営業制限措置を導入したが、この期間に高級料理店でパーティーを開いていたことが発覚し、州民の反感を買ひ、リコール運動に発展した（リコールは否定された）。2022年の中間選挙で再選された。民主党からの大統領選挙への出馬が取り沙汰されている。

### (2) 農業州

カリフォルニア州は農業州であり、2019年の収入は\$50B（約6兆円）に上る。これは米国全体の農業収入の13.5%を占め全米1位であり、過去50年以上、1位の地位を維持している。

全米の農場面積のうちカリフォルニア州には2.7%の24.3Mエーカー（全米16位）があり、農場の数は69900軒で全米の3.5%（全米8位）。農場の平均面積は348エーカーで全米平均の444エーカーより小さい

が、75品目においてカリフォルニア州が米国内生産量の上位を占める。

近年のカリフォルニア州の深刻な雨不足・水不足は、カリフォルニア州の農家を悩ませている。

図1 カリフォルニア州議会の構成（民主党（黒色）が上下院ともに安定多数を占める）

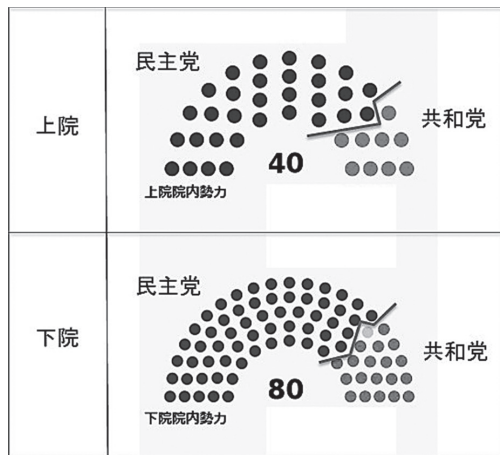


図2 カリフォルニア州は全米トップの農業州である

Top 5 Agricultural States in Crop Cash Receipts, 2019		
Rank	State	Crop Cash Receipts <sup>1</sup> \$1,000
	United States	370,636,400
1	California	50,116,898
2	Iowa	27,535,876
3	Nebraska	21,594,555
4	Texas	21,117,057
5	Minnesota	16,858,883

<sup>1</sup> Based on USDA Economic Research Service cash receipts, September 2020 release.

### (3) 山火事と停電

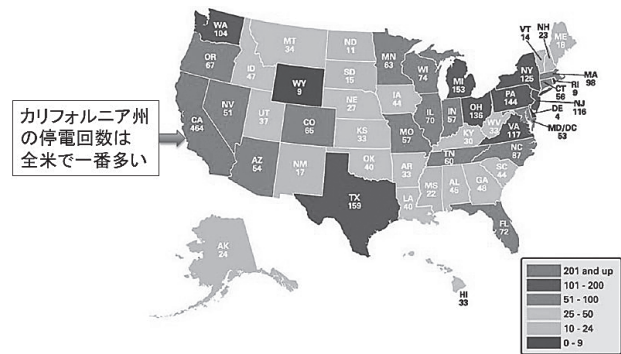
カリフォルニア州では、毎年、暑く乾燥した風が吹く8月から11月にかけて山火事が発生する。原因はさまざまあるが、電力会社の送配電線のショートや老朽化した電力機器により発火する事例もあり、州政府と電力会社は対応を模索している。

2020年8月16日、熱波の影響の中、Dry thunderstorm（雨が地表に達しない雷雨）が発生し、落雷により300カ所以上で山火事が発生し、例年より早く山火事被害が拡大した。

発生した山火事のうち「AUGUST COMPLEX」は1032649エーカーに及びカリフォルニア州で過去最大面積を消失させる山火事となり、2020年が焼失面積でも過去最大となった。

2018年12月、CPUC（カリフォルニア州公益事業委員会）は、山火事発生の可能性が高まった場合、州の

図3 カリフォルニア州は全米でも停電が多い州である



三大電力会社が、送配電網への電力供給を停止できるプログラムを承認。風が強く、乾燥するなどの条件が揃った場合、電力会社が事前に通知を行えば、その地域の電力供給を停止することが可能になった。

2019年10月にPG&E（パシフィック・ガス・アンド・エレクトリック社）が初めてPublic Safety Power Shutoff (PSPS：公共の安全のための輪番停電制度)を実施し、200万人以上の顧客に影響した（図4）。

図4 送電線起因の山火事を予防するための計画停電の警告地域



火事が多発する地域の電力会社のPG&Eは、複数年にわたる取り組みの一環として、下記を実行中である。

1	火災の危険性が高い地域の1万マイルにおよぶ電線の地中化を開始。
2	電柱や電線被覆を強化し、電力網を強化。
3	火災の危険性が高い地域とその周辺では、強化された送電線安全設定を使用し、脅威を検知した場合に素早く自動的に電力を停止する。
4	樹木やその他の植物を州の基準以上に管理する。
5	PSPS発生時に発電機で電気を確保するマイクログリッドを設置する。

#### （4）一次エネルギー自給率の低さ

カリフォルニア州は、テキサス州に次いで全米で2番目の天然ガス消費州であるが、そのうち自州で算出する天然ガスは7%であり、残りの93%は他州からの輸入に頼っている。

ガソリンに関しても似たような状況であり、カリフォルニア州で走り回る大型・小型車両で必要とするガソリンの自給率も25%程度と低い。カリフォルニア州には全米で3位の処理能力をもつ精製施設があるが、原油を州外や国外<sup>注1</sup>から輸入し、州内で精製し最終製品を州内に供給している。これらの精製の原油の約半分は、外国からの輸入に頼っている。

米国は国としてはエネルギー自給率がほぼ100%であるが、カリフォルニア州でみた場合は、自給率はきわめて低い。これがカリフォルニア州が電化および再エネ化に邁進する理由のひとつとなっている。

#### （5）天然ガスの状況

天然ガスは、米国の一次エネルギーの3分の1を占める重要なエネルギー源であるが、米国では、2008年ごろからのシェール革命を契機に、ほぼ100%自給できるようになっている。

しかしカリフォルニア州は、表2に示すように、自給率は約7%である。

表2 カリフォルニア州における天然ガスの消費量と生産量

項目	2021年における生産・消費量
消費量	2,034 Billion Cubic Feet
生産量	142 Billion Cubic Feet (7.0%)
貯留量	604 Billion Cubic Feet

カリフォルニア州内での総発電量194 TWhに対して、州内のガス火力発電量は97 TWhであり、ガス火力発電への依存度は約50%であるが、燃料である天然ガスを、パイプラインを用いた他州からの輸入に頼っているという非常におぼつかない状況である。

#### （6）天然ガス貯留

他州より輸入した天然ガス（メタン）のうち、604 Billion Cubic Feet程度を、地下の枯渇した地層に貯留し、パイプラインで州内に供給している。州内に12カ所（14施設）の天然ガス貯蔵施設がある。

カリフォルニア州最大の貯留施設は、「アライソ渓谷貯留地」であり、テキサス、アメリカ中西部、ロッキー

山脈などからパイプラインによって運ばれてきたガスを貯蔵している。

1970年代に放棄された油田を利用しており、約262億立方メートル（86 Billion Cubic Feet）の貯蔵規模で、アメリカ合衆国でも第2位の貯蔵量である。

この「アライソ渓谷貯留地」で、2015年にガス漏れ事故が起き、メタンの総漏れ量は7万3000トン、温室効果は二酸化炭素重量換算で600万トン分に相当するとされている（メタンの温室効果は二酸化炭素の25倍といわれている）。

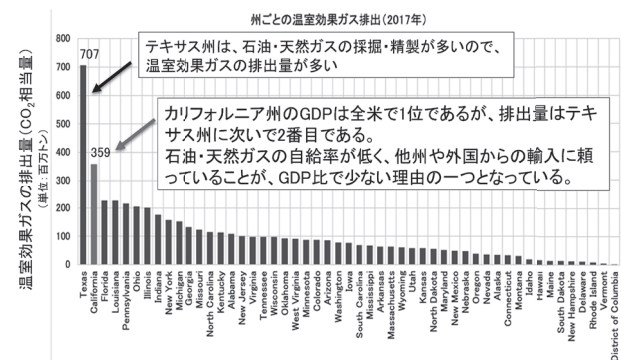
ガス漏れは2015年10月23日（米国時間）に発覚したが、修復には2016年2月18日までかかった。

### 3. カリフォルニア州の温室効果ガス排出状況

アメリカ全体の温室効果ガス排出量は二酸化炭素換算で約66億トン（2019年）であるが、図5に示すように、カリフォルニアはそのうち約6%を占める約3.7億トンを排出し、全米2位である。（日本は2019年で12.1億トンである）。

前述のようにカリフォルニア州のガス・石油の自給率は低く、他州や外国からの輸入に頼っており、これが温暖化ガス排出がGDP比で少ない理由のひとつとなっている。

図5 州ごとの温室効果ガス排出量の比較



カリフォルニア州内での温室効果ガス排出の詳細を図6に示す。

運輸部門の排出量が多く、特に大型車両からの排出量の削減が大きな課題となっている。

#### 脱炭素に向けたカリフォルニア州の取り組み

カリフォルニア州は脱炭素化では全米のトップを走っており、混乱が続く連邦政府とは一線を画して、パリ協定遵守を目標として独自ペースで進めてきている。

これは、現在の低いエネルギー自給率を向上させる



という目標の裏返しでもある。

なお、カリフォルニア州の電力料金は、ハワイ、アラスカに次いで全米で3番目に高く、筆者の自宅では、0.28ドル/kWh (36円/kWh) となっているが、2035年には1.5倍になるのではと個人的には感じている。

図6 カリフォルニア州内での産業別の温室効果ガス排出量

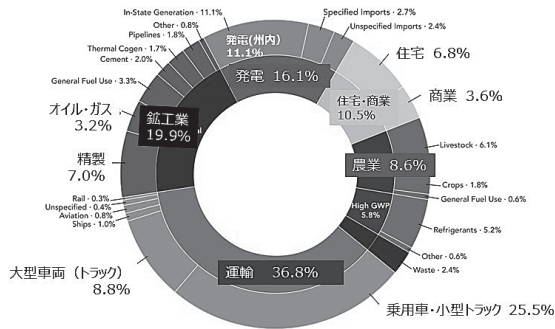
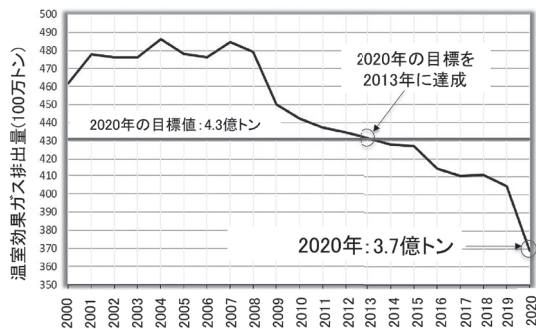


図7 カリフォルニア州内での温室効果ガス排出の推移 (2000年~2020年)



## 4. 発電部門

### (1) 2021年の状況

カリフォルニア州の2021年の消費電力は277TWhであったが、このうち再エネは93TWhであり、再エネ発電比率 (RPS) は33.6%であった。原子力発電、大型水力発電を含めると49%であった<sup>注2</sup>。

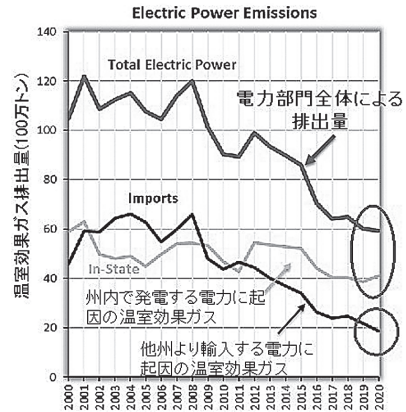
電力部門による総排出量は、継続して減少しており、これが州全体の排出量低減のドライバーとなっている。カリフォルニア州は、州内で必要な電力の約30%を州外からの輸入に頼っているが、州内発電と州外からの輸入電力の両方でクリーン化を図っている。

なお、2020年は、総排出量はほぼフラット、州内発電に起因する排出量は微増となったが、これは、雨・水不足により、州内水力発電が44%減少したことが原因である。それにもかかわらず、2019年とほぼ同レベルにとどまったのは州内太陽光発電量の10%増と、よりクリーンな輸入電力によって補われたからである。

他州より輸入する電力に起因の温室効果ガスは継続

して減少している。これは他州よりの輸入電力に占める石炭火力発電量が減り、再エネ発電比率が上がったためである。

図8 カリフォルニア州の電力部門における温室効果ガス排出の推移



カリフォルニア州は、再エネ発電比率を2030年に60%に、2045年までに100%にしようとしている。

ちなみに、バイデン政権は全米で2035年までに発電部門からの温暖化ガス排出をゼロにする目標をもって、カリフォルニア州は、これは無理だと考えており、自州のプランを変更する予定は今のところはない。

後述のように、最後に残った原子力発電所 (2.2GW)<sup>注3</sup>を2025年に廃止すると、2030年のRPS60%はかなり危ないと当社ではみているが、連邦政府の支援もあり、この原子力発電所は10年間残りそうである。

### (2) RPSの州法化

再生可能エネルギー利用割合基準 (RPS) は、電力小売事業者 (LSE: Load Serving Entity) に対し、販売電力量の一定割合を適格な再生可能エネルギーから調達することを要求するものである。

2002年に初めて導入され、2017年までに20%を目指すこととされた。その後、2006年に「2010年までに20%を目指す」、2011年に「2020年までに33%を目指す」、2015年に「2030年までに50%を目指す」と修正された。

最後の修正は2018年の上院法案100によって実施され、2030年までに60%、2045年までにカーボンフリーの電力100%を目指すこととされた。各電力小売事業者は、このRPS目標を達成できないと、ペナルティーを課される。

また、LSEはRPS比率や、予備を含めた供給量の確保だけでなく、夕方の急激な需要拡大のためのフレキシブルリソースの確保も義務付けられている。電力小売事業者は、再エネ電力を優先して調達する傾向

にあるが、再エネルギーソースばかり増えると、需給調整が困難になるため、州政府の方針で、2014年に導入された。LSEの月別確保量義務は、夕方の3時間の増加（ランプ変動（各月最大値）+（N-1相当量））である。

図10にカリフォルニア州における再エネ発電の増加を示す。2021年時点では、比較的変動が少ない地熱、バイオマスや、夜間に発電量が増える風力などでバランスがとれている。昼間しか発電しない太陽光発電は、昼間の需要を賄い、出力抑制などはまだ少ないが、今後太陽光発電が急速に増えると考えられている。

図9 カリフォルニア州におけるRPS目標（2030年で60%を達成する目標である）

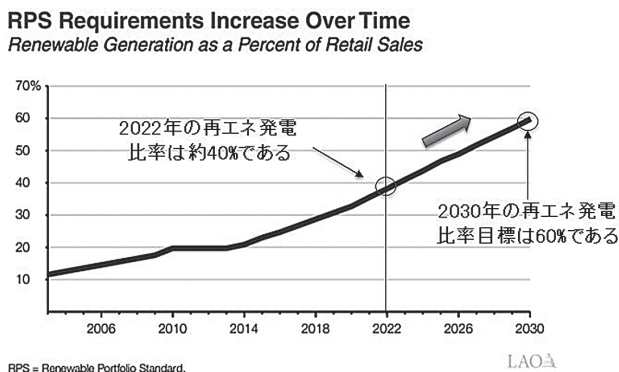
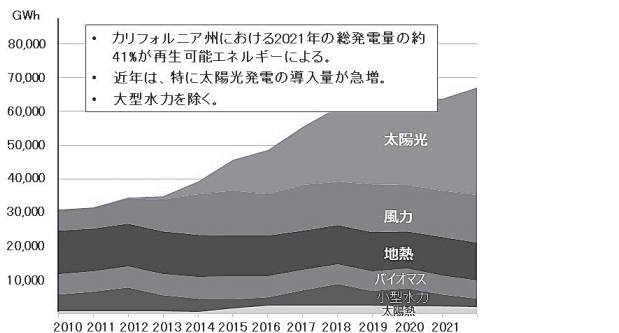


図10 カリフォルニア州の再生可能エネルギー発電の推移（2009年～2021年）



### (3) 2032年に向けた、「太陽光発電+バッテリーの一本足打法」

表3は、カリフォルニア州の2032年までの新規の発電リソースの累計設置プランである（カリフォルニア州政府発表<sup>注4</sup>）。2021年以前に設置された施設は含まれていない。

表3 カリフォルニア州の2032年までの新規電源計画

施設の種類（単位はMW）			2022	2023	2024	2025	2026	2028	2030	2032	
再エネ発電	バイオマス発電		34	65	83	107	107	134	134	134	
	地熱発電		14	114	114	114	184	1,160	1,160	1,160	
	風力発電	州内	陸上	1,719	1,741	2,071	3,553	3,553	3,553	3,553	3,553
			オフショア					120	195	195	1,708
		州外								1,500	1,500
大型ソーラー発電		3,094	6,549	7,750	11,000	11,000	11,397	14,457	18,883		
エネルギー貯蔵	バッテリーエネルギー貯蔵		2,565	4,604	10,617	12,553	12,553	13,609	14,086	14,751	
	長期間のエネルギー貯蔵						196	1,000	1,000	1,000	
デマンドレスポンスによる需要カット			151	151	353	441	441	441	441	441	
合計（MW）			7,577	13,224	20,988	27,768	28,154	31,489	36,527	43,131	

2024年から2028年の間の、太陽光発電所の累計新規設置量（MW）と、バッテリーの新規設置量（MW）を比べると、バッテリー設置量の方が多い。（2030年でほぼ1：1となる）。

2030年の再エネ発電比率（MWh）目標は60%なので、それ以外のリソースがまだ40%残っており、計算上は大丈夫かと思われるが、夜間や冬季を考えると心もとない。

なお、再エネ発電比率が10～20%程度の州では、再エネ発電とエネルギー貯蔵の比率(MW)は10：1かもっと少なくすむ。

カリフォルニア州がいかに系統の安定化や、夕方以降の急激な上昇（ランピング）を考慮（心配）しているか、そしてそれをいかにバッテリーに頼っているかがわかる。

かなり、「力任せ」の感があるが、今時点の技術力やコストを考えると、一番安全な解であろう。

エネルギー貯蔵（バッテリー）へ頼るにあたって、カリフォルニア州政府は、電力市場の仕組みそのものを変えようとしているが、本稿ではそれらには深堀しない。

なお、この表の年度はLSEと発電事業者間の契約年度であり、実際の設置・認可・稼働には契約から3～5年必要となる。

### 2050年に向かっては何か必要か

図11は、2032年までの新規設置計画（州政府による決定）を、2050年に延ばした参考図である。2033年以降はあくまで予想であり、決定ではないが、2050年には、累計設置量（MW）は、120GWに達する。ただし、エネルギー貯蔵（40GW）は電力を産まないもので、それ以外の純粋な発電リソースの合計は約90GWである。

カリフォルニア州の通常（春・秋）のピークは35GW程度、年に数度あるピーク（酷暑日や厳冬日）

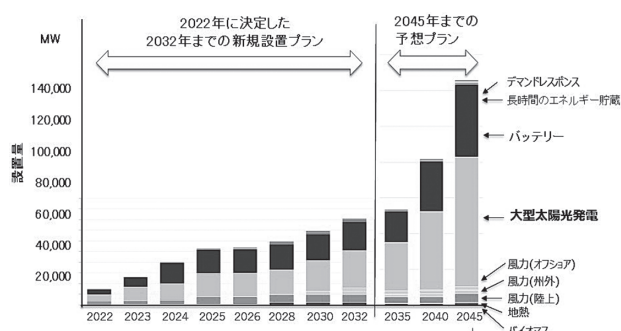
が43GW程度であり、昼間だけを考えると足りていることになる。今後、電化によって必要な電力量が大幅に増えることや、ソーラー頼りの現状では、冬季の電力量が不安である。

#### (4) エネルギー貯蔵（バッテリー）

このプランのようにソーラー中心のプランでは、太陽が没した後はエネルギー貯蔵（バッテリーや揚水発電）に頼らざるを得なくなる。2050年のバッテリー設置量の40GWで夜間のピークはかろうじて賄える計算になるが、カリフォルニア州のエネルギー貯蔵の持続時間の多くが4時間である。

今後、発電施設と、エネルギー貯蔵施設の設置バランス（MW）と、バッテリーの持続時間（MWh）が重要となる。冬季には日射量が2/3近くに減るし、雨天の日も増える。

図11 カリフォルニア州の2050年までの新規の発電・貯蔵施設の予想（累計MW）



長時間のエネルギー貯蔵（LDES：Long Duration Energy Storage）や、夜間に発電量が増える風力発電が必要となる。

なお2032年までの電源計画ではソーラー（18.8GW）＋バッテリー（15.7GW）が中心で、風力の設置（6.7GW）は少しだけとなっている。

#### (5) 電化による必要電力量の増加とガス火力発電所の順次停止による供給・調整力への不安

2040年以降は、電化によって消費電力量（MWh）は1.5倍になると想定されるので、電力消費のピークシフト（平坦化）と、昼間に大量に余る電力の有効利用と、エネルギー貯蔵が必要となる。1日の電力量（MWh）が足りてもピーク電力（MW）が足りなければ停電につながる。

カリフォルニア州では、再エネ発電の増加と平行に、化石燃料を用いた火力発電を減らしていく計画となっている。

特に、海岸線沿いに設置し、海水をスチームの冷却に使い、温まった海水をそのまま海洋に投棄している「OTC（Once Through Cooling）」の火力発電所と原子力発電所を順番に停止する計画である<sup>注5</sup>（その他のガス火力発電所はギリギリまで温存する）。

カリフォルニア州にはこれらの「OTC発電所」が29カ所あり、発電容量としては31GWと、同州の通常のピーク需要の35GWにほぼ相当する（老朽化して休眠しているガス火力発電所も多い）。

同州は、2010年から計画的に停止（廃棄）しており、2018年の時点で19発電所の20.6GWが停まった。2020年末までにさらに6.3GWを停止させ、その後、2030年まで8年かけて残りの3.8GWを停めていく予定である。

ちなみに「カリフォルニアは温暖」だと考えている日本の方が多く、アラスカから流れてくる寒流のせいで、サンフランシスコ近辺では夏でも泳げない。また、ラッコやサーモンなどの寒流で生活する生き物が西海岸にはとても多い。

温排水の海洋廃棄問題は、「脱炭素」ではないが、地球（海洋）温暖化にとって大事な問題である。

しかし、貴重な調整力であり、夜間や悪天候時の発電リソースであるガス火力発電所を止めすぎることに対する不安は大きい。次に述べる原子力発電所の停止と同様、電力の安定供給に向けて、どの発電所を残すかが問われている。

### 5. カリフォルニア州で原子力発電所の廃炉を10年先延ばしへ<sup>注6</sup>

カリフォルニア州は10年前までは、2カ所、4基の原子力発電所があったが、そのうちの1カ所のサンオノフレ原子力発電所（SONGS：San Onofre Nuclear Generating Station、2基、2.2GW）は、日本メーカーの設計施工ミスで2012年に放射能漏れ（細管よりの冷却水漏洩）を起こし、そのまま廃炉<sup>注7</sup>となり、2GWが突然無くなった。

まだ稼働中のディアブロ・キャニオン原子力発電所（Diablo Canyon Power Plant、2基、2.2GW）は州内電力の10分の1近くを供給している。原子力発電所への批評家は、地震が多いカリフォルニア州中央海岸沿いの地震による放射能漏れの危険性などを理由に、長い間その閉鎖を求めており、2025年までの閉鎖が予定されていた。

カリフォルニア州は、化石燃料への依存度を下げながら電力需要を満たす方法を模索していたが、2021年11月、マサチューセッツ工科大学とスタンフォード大学の研究者らは、これら2基を2050年まで稼働させた



場合、電力網のコストを最大210億ドル削減でき、カリフォルニア州の気候目標を達成するためにソーラーパネル設置に必要となる9万エーカーの土地も節約できるとする報告書を発表。

同月、米国原子力学会も、運転継続を促す声明を発表。

閉鎖すれば州内の電力供給の安定性を損なうだけでなく、輪番停電の可能性もあり、カリフォルニア州最大の無炭素電源を失い州外の火力発電所に依存することになるため、州政府や連邦政府の脱炭素化計画が損なわれると指摘。

設備使用率が100%近い2.2GWの原子力発電所を、設備使用率が20%の太陽光発電で補おうとすると、5倍の設置量（11GW）とエネルギー貯蔵（2.2GW×数時間）が必要になるが、前記の2025年までの新規設置プラン（これは契約年であり稼働年ではない）ではとても足りないのがわかる。

州のRPS計画と安定供給を優先しこの原子力発電所を延命させるか、地震などのリスク回避を優先するかの瀬戸際の決断となるが、この「ディアブロ・キャニオン停止問題」は数年前（前の州知事時代）から、ぐつぐつと水面下で煮立っており、遅まきながら現州知事が恐る恐る提案した格好となっている。

連邦エネルギー省のグランホルム長官も、2021年11月30日に、この閉鎖計画を見直す可能性がある」と述べた。

2022年6月、カリフォルニア州議会はディアブロ・キャニオン原子力発電所閉鎖の延期のために、energy trailer billの一環として、最大7500万ドルの資金援助を行うことを承認した<sup>注8</sup>。

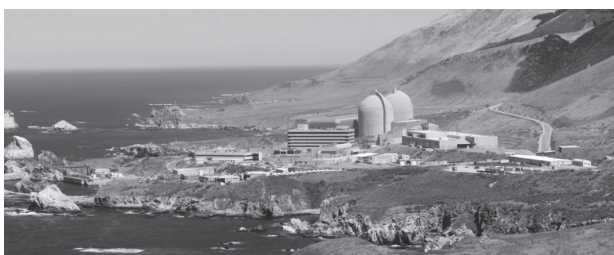
2022年8月11日、ニューサム州知事は、稼働を最長10年、2035年10月31日まで延長する起草法案を同州議会に提出。

ニューサム知事提案の法案は下記となっている。

2022年9月1日、カリフォルニア州議会は上院法案846号を可決し、この融資を承認。

2022年10月、PG&Eは、米国原子力規制委員会（NRC）に原発の運転免許を更新するよう申請。

図12 廃炉の10年間の延期が決まりそうなディアブロ・キャニオン原子力発電所



出所：Wikipedia

最大14億ドル（約1,900億円）の費用で継続運用する。

州はPG&Eに14億ドルの免責融資を認め、再ライセンスの費用を賄う。

1基は2029年10月31日、もう1基は2030年10月31日を新たな閉鎖期日とする。

2035年10月31日以降には延長しない。

環境影響に関する広範な技術的分析を行わずに原発の運転を維持できるよう、州の規制から免除を切り離す。

原発を運営するPG&E（パシフィック・ガス・アンド・エレクトリック社）は、米エネルギー省の60億ドルの原発運転維持プログラムに申請する。

延長にはさらに米国エネルギー省、カリフォルニア州土地委員会、カリフォルニアエネルギー委員会、カリフォルニア沿岸委員会、およびカリフォルニア電力会社からの承認が必要となる。

カリフォルニア州公益事業委員会（CPUC）に、原発の運転が経済的に成り立たなくなるようなコスト上昇を監視し、その運転が「カリフォルニア州の電力消費者にとって経済的に不利、あるいは財政的に破滅的であることが判明」すれば、原発を閉鎖するよう命じる。

2025年の稼働停止を取りやめ操業を続けるコストとして最大14億ドル（1,700億円）の返済免除条件付き融資を提供する。

2022年11月、連邦エネルギー省は、インフラ投資・雇用法に含まれる民生用原子力クレジットプログラムから11億ドル（1300億円）の資金提供を承認した。

## 6. カリフォルニア大規模洋上風力発電

### (1) 洋上（オフショア）風力電力への期待

カリフォルニア州では夜間に海からの強い風が吹くことが多いので、洋上風力発電を導入することで太陽光発電所との補完的な関係を構築し、エネルギー貯蔵装置（バッテリー）の設置量を減らすことが望まれている。

これらより、バックアッププランとしての洋上風力発電の検討が進んでおり、2022年8月10日にカリフォルニア州政府より発表<sup>注9</sup>された新しい目標では、2030年までに5GW、2045年までに25GWとなっている（前記の「2032年プラン」では2030年に1.7GWである）。

なお、カリフォルニア州には遠浅の沿岸は少なく、一気に水深が深くなる。着床式は水深60mが限界とされており、カリフォルニア州ではほとんどが浮体式になると思われる。

このため、浮体式に関する新しい技術や産業がカリフォルニア州で根付くことが期待されている。技術さえ確立すれば、浮体式の方が設置やメンテナンスが楽であると考えている。

図13 カリフォルニア州太平洋沿岸の風況

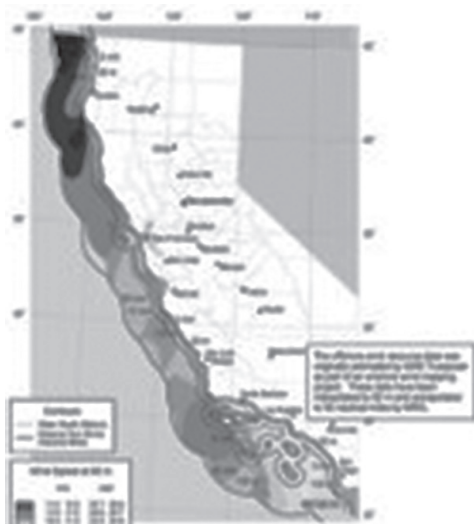
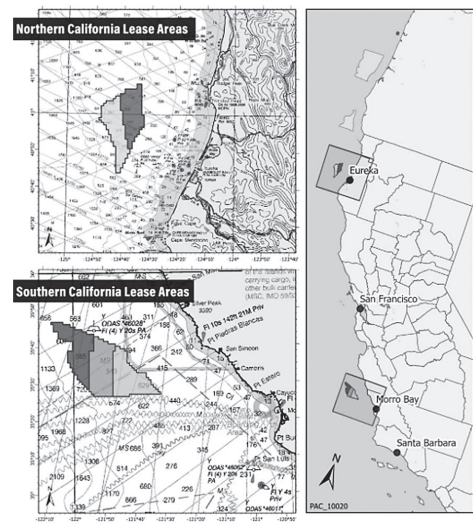


図14 カリフォルニア州でリース権が入札された5地点



## (2) 入札実施

米国内務省は2022年12月7日、カリフォルニア州沖合での洋上風力発電のリース権入札が総額7億5710万ドル（約850億円）で成立したと発表した。

バイデン政権になってから2度の洋上風力リース権入札が成立しているが、太平洋地域では今回が初めてとなる。

リース権入札にかけられた地域は、同州北部と中部の沖合にある5つの区域で、総面積37万3268エーカー（約1510平方キロ）に及ぶ。発電予定電力は4.6GWで、150万世帯以上の電力を賄う量とされる。両地域とも、原子力発電所がかつてあった地域であり、送電線が来ている。

今回入札にかけられた5つの海域の落札企業は、表4のとおりである<sup>注10</sup>。

落札額は1件あたり、1億3000万～1億7380万ドル（200億円～250億円）である。

落札企業は、合計1500平方キロメートルの5カ所の

用地の風力タービン計画を、米国内務省の海洋エネルギー管理局に提出する独占的権利を獲得する。

今年8月に成立したインフレ削減法では風力タービンなどクリーンエネルギー生産設備投資への税額控除（ITC：Investment Tax Credit）に多額の予算が手当てされているが、船舶の確保や規制・許認可など、乗り越えなければならない課題も多い。

5カ所のうち3カ所は、中央海岸沿いのモロ湾付近に集まっている。残りの2カ所は、北部ハンボルト郡の沖合に位置している。

モロ湾サイト周辺の風速は、年平均で毎秒8～10メートルに達し、北海ですでに展開されている大型洋上風力発電基地周辺の風速を上回っている。海岸から遠く離れた深海の海面上を吹く風は、強く安定していることが多く、風力発電には理想的である。

モロ湾沖やその他カリフォルニア州の候補地では、風はお昼頃に弱まり、夕方に強くなる。これは、消費者の電力需要とほぼ同期しており、かつ太陽光発電所が発電する電力とは正反対のパターンを描く。

今回落札されたエリアの予想発電量は4.6GWであるが、カリフォルニア州は2045年までに25GW分の洋上風力発電設備を建設するプランも発表している。

表4 オフショア発電海5箇所で入札した5社

	落札企業	国名	落札額
1	エクイノール・ウィンドUS (Equinor Wind US)	ノルウェー	\$130,000,000
2	RWE オフショア・ウインド・ホールディングス (RWE Offshore Wind Holdings)	ドイツ	\$157,700,000
3	カリフォルニア・ノース・フローティング (Central California Offshore Wind)	デンマーク (コペンハーゲン・インフラストラクチャ・パートナーの子会社)	\$173,800,000
4	セントラル・カリフォルニア・オフショア・ウインド (Central California Offshore Wind)	米国	\$150,300,000
5	インベナジー・カリフォルニア・オフショア (Invenergy California Offshore)	米国	\$145,300,000



## 7. カリフォルニア州の運輸部門

### (1) 2020年の状況

運輸部門の排出量は2020年は減少したが、これは下記が貢献したためである。

- コロナパンデミックの影響で小型車からの排出が大きく減少した。
- 2019年から2020年にかけて、道路を走るゼロエミッション車（ZEV）が18%増加した。
- 乗用車の燃費は、2009年の20.3mpgから着実に上昇し、2020年には24.1mpgとなった。

表5 カリフォルニア州のゼロエミッション車規制の内容（2018～2025年）

年度（モデル年）	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
ZEV（BEV、FCEV） 要求比率	4.50%	7.00%	9.50%	12.00%	14.50%	17.00%	19.50%	22.00%
うちTZEV（PHEV）が 認められる比率	2.50%	3.00%	3.50%	4.00%	4.50%	5.00%	5.50%	6.00%
規制対象	年間売上20,000台超えの大規模メーカーは、ZEVの販売が必須。 トヨタ、ホンダ、日産、GM、Ford、FCA 年間売上4,500台～20,000台の中規模メーカーは、TZEVだけで22%達成も可能。 スバル、マツダ、VW、BMW、Daimler、Jaguar、Hyundai、KIA							

### (2) ゼロエミッション車（ZEV）の割合と自動車メーカーへの規制

カリフォルニア州の2021年の乗用車販売台数に占めるZEVの割合は12.4%であった。過去最多だった2018年の15万7143台から約6割増加して25万台を突破した<sup>註11</sup>。2022年第1四半期（1～3月）のZEV販売台数は8万1292台で、2016年以前の各年間販売台数をひとつの四半期だけで上回った。タイプ別の内訳は、バッテリー式6万7118台（全体の82.6%）、プラグインハイブリッド車1万3348台（16.4%）、Fuel Cell車826台（1%）だった。

### (3) 2025年までの規制

この規制では、対象となるZEVの車種、航続距離とその販売台数に応じてCreditが得られる仕組みで、目標が達成できない場合、ペナルティ（5000ドル／Credit）を払うか、他社からCreditを購入しなければならない。

2018年モデルからはハイブリッド車が対象外となり、他のZEV州での販売でもカリフォルニア州の販売としてみならず「トラベル条項」が燃料電池自動車（FCEV：Fuel Cell Electric Vehicle）のみ対象になるなど厳しくなっている。

### (4) 2026年以降の具体的なZEV規制案

また、カリフォルニア州大気資源委員会（CARB）は、州内で販売する全ての新車（乗用車と小型トラック）を2035年までにZEVにするという目標の達成に向けて、2022年4月12日に2026年以降の具体的なZEV規制案を発表した。この中で、CARBは新車販売に占めるZEVの割合を2026年式モデルでは35%、2030年式では68%にすることを提案している。

しかし、この目標値が自動車メーカーに及ぼす追加コストは2026～2040年で302億ドル、年平均20億ドルと見積もっている。ゼネラルモーターズ（GM）やトヨタなど主要自動車メーカーを代表する自動車イノベーション協会（AAI）は声明で「自動車メーカーは最終的に採択された基準に見合うよう努力するが、今回の規制案の目標値はカリフォルニア州内ですら非常に困難で、同州の規制に準拠する他州では達成できないだろう」と述べた。

同州では、自動車が出す温室効果ガスとZEVの販売に対して、州独自の規制を設けることが認められており、トランプ前政権時にはその権利を無効にされたが、3月9日に連邦環境保護庁（EPA）から再認<sup>註12</sup>を受け、今回の発表が実現した。

### (5) ガソリン車の新車販売を2035年までに禁止

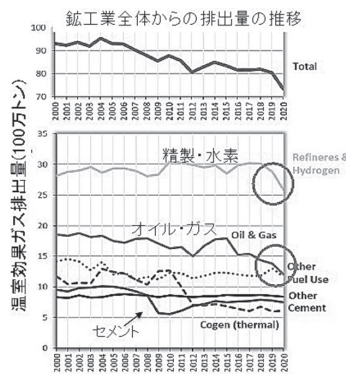
ニューサム知事は2年前の2020年9月に、同州内におけるガソリン車（乗用車および小型トラック）の新車販売を2035年までに禁止する知事令を発表<sup>註13</sup>している。

また、中型、大型トラックの販売についても2045年

図15 2035年までのガソリン車の販売禁止を発表するニュートン知事



図16 カリフォルニア州の鉱工業部門からの温室効果ガス排出の動向



までに100%ゼロエミッションにするための規制を作成する予定であるが、大型トラックのゼロエミッション化は難航が予想される。特にクラス8と言われる15トン以上の車両は、カリフォルニア州の大型車両全体の78%の温室効果ガスを排出していると言われるが、100%電動化はかなり難しいと言われている。

## 8. カリフォルニア州の鉱工業部門

カリフォルニア州における鉱工業部門からの温室効果ガスの排出量の推移を図16に示す。

鉱工業部門の排出量は、2019年と比較して700万トン（9%）減少した。

この減少は、精製部門と石油・ガス生産部門の両方からの排出量の減少によるものである。

なお、カリフォルニア州の精製所と水素製造は、鉱工業部門における最大の個別排出源であり、全体の35%を占める。

現在、化石燃料（石油・ガス・石炭）を熱源としている部門の中で、低温で大丈夫な施設は電化へ、高温（500度以上）が必要な部門は水素やCCS（二酸化炭素回収貯留）の活用への移行を今後20年で行わなければならない。

カリフォルニア州で温室効果ガス排出量が二酸化炭素換算で年間2.5万トン以上の事業者は、約450事業者あるが、彼らは発電、産業部門、輸送部門、燃料供給事業者など、広範囲に広がる。彼らが使いやすい脱炭素ソリューションが求められる。

## 9. まとめ（電気を止めないために）

電力会社にとって一番の優先項目は、エジソン・テスラ以降の130年間変わらず、「Keep the lights ON（電灯を灯し続けろ）」である。日本と比べて停電回数・時間ともに圧倒的に多い米国に長年住んでいるとひしひしとわかる。

特にカリフォルニア州は山火事予防のための計画停電が頻発するが、再エネ発電比率向上とともに停電回数・時間が増えるのではたまらない。

自衛としてのマイクログリッドや自家発電も増えてはいるが、やはりレジリエンスを考慮した電力供給網が大事である。夜間の発電量が多い風力発電との組み合わせや、エネルギー貯蔵（バッテリー）の大規模な設置も含めて十分な余裕をもったトータルのエネルギー供給体制を考えてほしいと、いち住民である筆者は強く思う。

夜間に風が吹かない日もあるので、電力を止めないためのバックアップ電源は継続して必須となる。再エネ発電比率90%は力技で比較的達成しやすいが、100%はきわめて難しいところである。

2030年は、カリフォルニア州にとって、再エネ発電比率が60%となるきわめて大事な年であるが、全米でも脱炭素へ向かっての各種のインフラやエコシステムが揃うかどうかの大事な年となる。

水素やCCSなどの新しい流れは楽しみではあるが、経済的合理性が達成できるかどうかは、今後の技術的なブレークスルーと、規模の拡大にかかっている。

将来が予測し難い世の中になってきてはいるが、エネルギーは生活やビジネスに欠かせないものであり、日本はそのもてる力を発揮してほしい。

注1：2020年時点では、原油をエクアドル、サウジアラビア、イラク、コロンビアから輸入している。

注2：<https://www.energy.ca.gov/data-reports/energy-almanac/california-electricity-data/2021-total-system-electric-generation>

注3：設置量2.2GW、2021年の発電量16.5TWh（州内消費電力の8.5%に相当）

注4：<https://docs.cpuc.ca.gov/PublishedDocs/Published/G000/M449/K173/449173804.PDF>

注5：[https://www.energy.ca.gov/sites/default/files/2019-12/once\\_through\\_cooling\\_ada.pdf](https://www.energy.ca.gov/sites/default/files/2019-12/once_through_cooling_ada.pdf)

注6：<https://www.politico.com/news/2022/08/12/california-proposes-extend-nuclear-plant-cost-1-4-billion-00051535>

注7：[https://download.newsroom.edison.com/create\\_memory\\_file/?f\\_id=52407ebefe058b433f003d2a&content\\_verified=True](https://download.newsroom.edison.com/create_memory_file/?f_id=52407ebefe058b433f003d2a&content_verified=True)  
[https://www.mhi.com/jp/notice/notice\\_170314.html](https://www.mhi.com/jp/notice/notice_170314.html)

注8：[https://leginfo.legislature.ca.gov/faces/billTextClient.xhtml?bill\\_id=202120220SB122](https://leginfo.legislature.ca.gov/faces/billTextClient.xhtml?bill_id=202120220SB122)

注9：<https://www.energy.ca.gov/news/2022-08/cec-adopts-historic-california-offshore-wind-goals-enough-power-upwards-25>

注10：各地域の落札結果は、内務省海洋エネルギー管理規制施行局（BOEM）のウェブサイトから確認が可能。

<https://www.boem.gov/renewable-energy/state-activities/california>

注11：<https://www.energy.ca.gov/data-reports/energy-almanac/zero-emission-vehicle-and-infrastructure-statistics>

注12：<https://www.epa.gov/regulations-emissions-vehicles-and-engines/notice-decision-reconsideration-previous-withdrawal>

注13：<https://www.gov.ca.gov/2020/09/23/governor-newsom-announces-california-will-phase-out-gasoline-powered-cars-dramatically-reduce-demand-for-fossil-fuel-in-californias-fight-against-climate-change/>