

# バッテリー・ストレージの時代が到来する米国 ～テキサス州と気候変動対策法がけん引する 米国の電力システム～



エネルギー戦略研究所株式会社 取締役研究所長  
京都大学 大学院経済学研究科 特任教授  
**山家 公雄**

気候変動対策などを盛り込んだインフレ抑制法が、8月16日に成立し、10年間に及ぶ再生可能エネルギー（以下再エネ）・蓄電設備（ストレージ）投資にかかわる税額控除が導入される。コスト低下、燃料価格高騰などにより、風力・太陽光の自然変動電源の普及は米国でも加速度がついているが、余剰電力や出力抑制の発生、需給調整が次第に難しくなるなどの課題も認識されるようになり、バッテリーを主とするストレージへの関心が高まっている。本稿では、ここ1～2年の米国電力情勢のデータにもとづき解説し、再エネ・ストレージの時代に入ったことを示す。けん引するのは、エネルギーオンリーマーケットで価格シグナルにて効率的に資源配分を決めるテキサス州である。

となる。

図1右図は、ISO/RTO（独立系統運用者/地域送電組織）ごとの追加容量を示しているが、テキサス州系統運用の約9割を占めるERCOT（Electric Reliability Council of Texas）が810万kWと断トツ1位で、風力・太陽光が多くを占める。広大なMISO、PJMは500万kW前後であり、比較的ガス火力の割合が大きい。CAISOは170万kWであるが、ERCOTとともにストレージ（その他）が目立っている。全体としては、風力・太陽光が8割近くを占め、カリフォルニア州、テキサス州を主にストレージの導入が始まっていることがうかがえる。

## 1. 全米の電源開発：ここ2年間は追加容量の8割は太陽光・風力・バッテリー

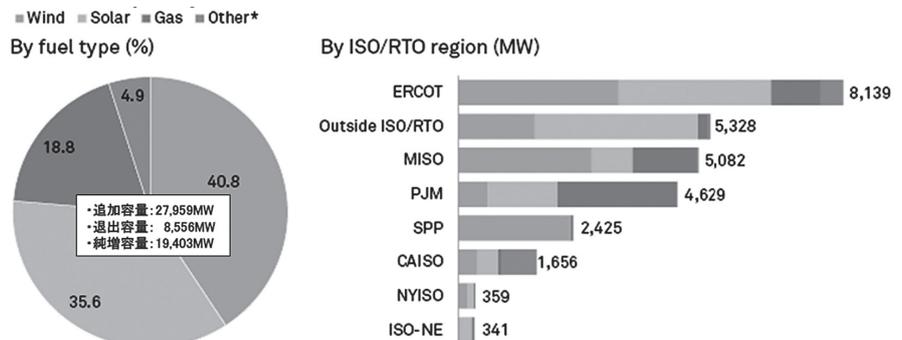
### (1) 2021年：風力・太陽光で8割、バッテリー時代の萌芽、テキサス州がけん引

図1は2021年度の米国において追加された発電容量を示したものである（Utility-Scale）。同年は、約2800万kWが追加されたが、内訳は風力約41%、太陽光約36%と両者で77%を占める（図1左図）。以下、ガス約19%、ストレージを含むその他約5%と続く。ちなみに、同年の退出容量は石炭火力を主に860万kWであり、それを差し引いた純増ベースでは約1900万kW

### (2) 2022年：太陽光・バッテリー時代の到来、勢いを増すテキサス州

図2は2022年度の米国において追加される予定の発電容量を示したものである（Utility-Scale）。同年は、前年に続いて再エネが増えるが、特に太陽光とスト

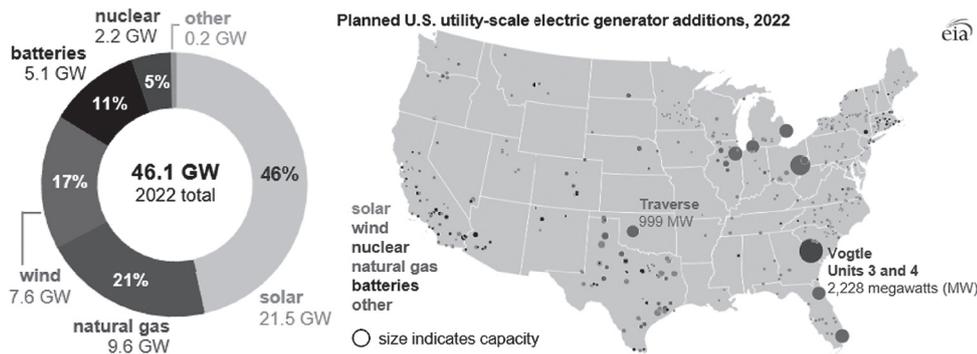
図1 米国2021年度追加発電容量（電源種別シェア、ISO/RTO別容量）



Data compiled Jan. 11, 2022.  
\* Includes hydro, biomass, oil, geothermal and energy storage capacity.

出所：S&P Global Market Intelligence（左図中央枠内に一部加筆）<sup>注1</sup>

図2 米国2022年度新規発電計画 (GW、%)



出所：EIA<sup>注2</sup>

レージの伸びが目立つ。約4600万kWが追加されるが、内訳は太陽光46%、ガス21%、風力17%、バッテリー等11%、原子力5%となっている(図2左図)。廃止予定は約1500万kWであり、内訳は石炭1160万kW、ガス230万kW、原子力80万kWである。この結果純増は約3100万kWとなる。

風力の割合が低い、投資減税の扱いが不透明であることの影響が考えられる。直近の調査では、風力はバッテリーとともに上方修正となっている一方で、太陽光、ガスは下方修正となる(合計45GW、太陽光21.5→17.8GW、風力7.6→11.2GW、ガス9.6→9.2GW、バッテリー5.1→6.2GW)。図2右図は立地であるが、再エネは連邦全体で開発されるが引き続きテキサス州、カリフォルニア州がバッテリーを含めてけん引する。

図3左図は、2012年以降の太陽光発電導入量の推移を示しているが、直近の1年間(2021/6~2022/6)で15.6GW(+31%)増えている。図3右図は直近1年間の地域別追加量を示しているが、テキサス州が約4.5GWとカリフォルニア州、東岸中央部、南西部の約

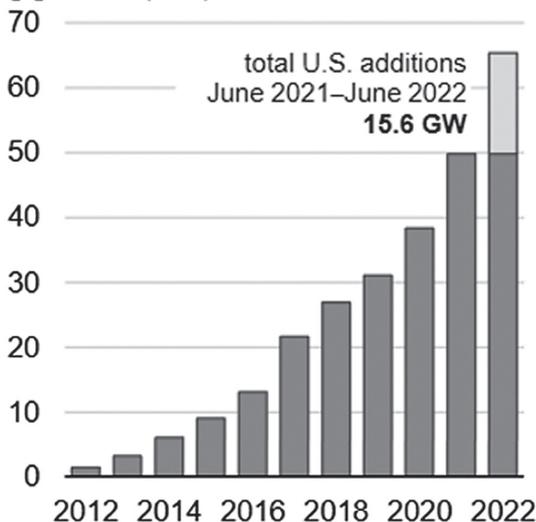
2GWを大きく上回っている。従来は、太陽光はカリフォルニア州、風力はテキサス州がけん引していたが、ここにきてどちらもテキサス州が断トツの様相を示している。

## 2. 2021年2月の大停電を乗り越えて時代を切り開くテキサス州

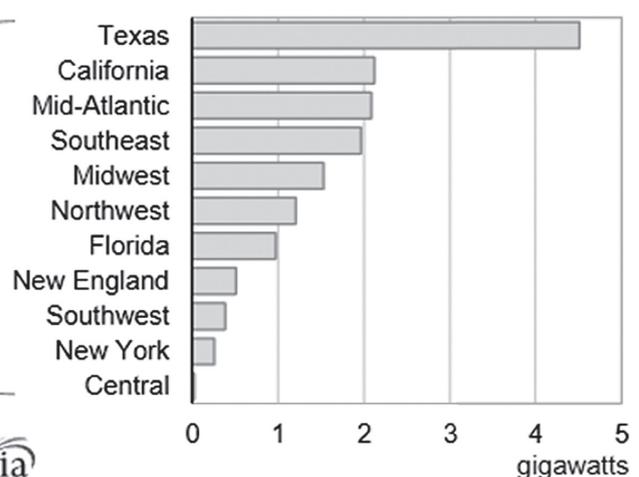
米国で最も効率的な電力システムと称されるERCOTはテキサス州系統運用の約9割を占める。ERCOTは、系統が独立していること、容量市場(kW)を持たずに卸市場(kWh)取引とアンシラリー市場(kWh、ΔkW)の市場取引のみで必要な電力と予備力を確保するエネルギーオンリー市場である。市場価格のシグナルのみで、需給調整や投資判断を行う方式は、安定性に欠けるのではとの疑念をもたれてきた。

図3 太陽光発電設置容量の推移(2012年~2022年)と直近1年間の地域毎新規導入量(2021年6月~2022年6月)

U.S. solar PV capacity as of June 1 (2012-2022)  
gigawatts (GW)

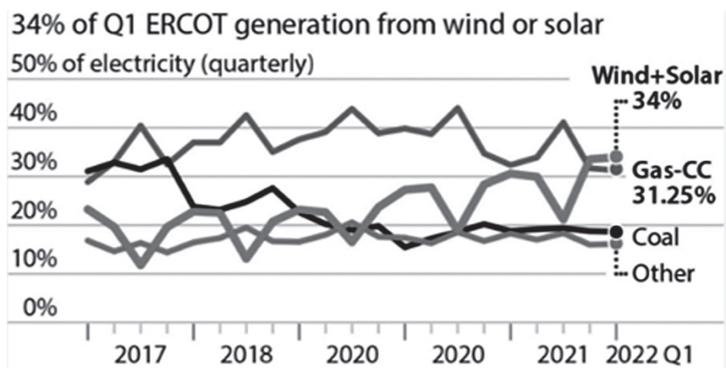


solar capacity additions by region  
June 2021-June 2022



出所：EIA<sup>注3</sup>

図4 ERCOTの発電電力量シェアの推移(2017年1Q~2022年1Q)



出所：ERCOT<sup>注4</sup>

シェール革命による燃料価格低下や風力を主とする再エネ普及を背景に、2012年から2018年まで7年間低価格が続き、石炭火力を主に廃止が増えていた。

2019年には計画予備率が6%台まで下がり、同年夏に8年ぶりに価格スパイクが生じ、発電事業は一息つくことになる。2021年2月には120年振りの大寒波が到来し、ガス火力を主に半数の発電所が凍結し、大停電に陥った。2019年夏の価格スパイクを機に再エネへの投資意欲に火がつき、計画予備力は120%を超える水準を示していたが、2021年2月の停電と価格高騰は、再エネに加えてバッテリー投資に火がついた感がある。2023年度以降は、計画予備率が30%を超えて推移する。以下、テキサス州の最近の動向を見ていく。

### (1) 2022年第1四半期に風力・太陽光は3分の1超に

図4は、直近5年間のERCOTにおける四半期ごと電源種別発電電力量シェアの推移を示している。石炭が急低下する一方で、風力・太陽光が急上昇してきている。主力のガスCC(コンバインドサイクル)は、4割前後で安定的に推移してきているが、2021年入り後、再エネ普及やガス価格高騰もあり、低下傾向にある。直近の2022年1Q(第1四半期)は、風力・太陽光で34%を記録し、初めてガスCCの31.25%を上回った。なお、テキサス州は、全米最高の人口増加率、経済成長率を享受しており、電力需要は着実に伸びている。

### (2) 太陽光110GW、バッテリー60GWの投資計画

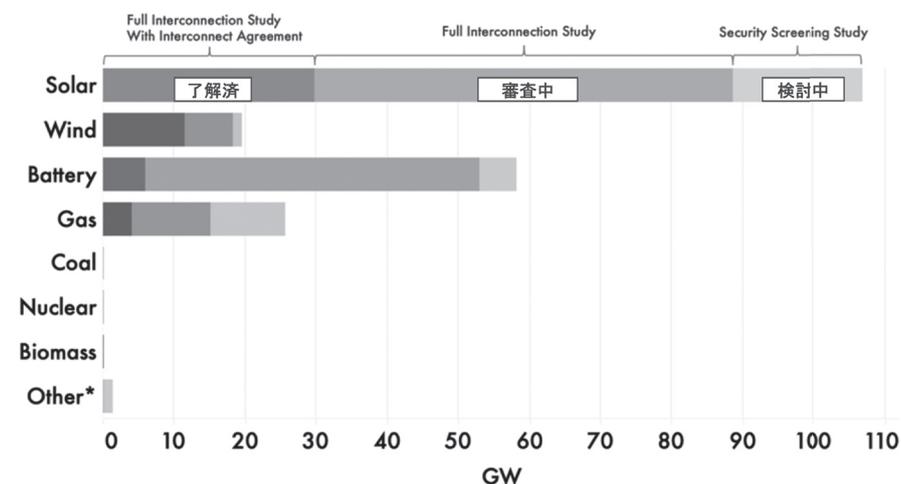
図5は、2022年5月時点のERCOTにおける電源別系統接続状況である。太陽光発電の旺盛な開発意欲が見て取れる。30GWが了解済、60GW弱が審査中、そして20GW弱が検討中である。風力は10GW強が了解済、10GW弱が審査中である。特筆すべきは、バッテリーであり、6GWが了解済、審査中が約50GWも存在する。

テキサス州は、自由競争の理念が浸透しており、競争力のある電源が投資される。石炭が減少したのは競争力がなくなったから、天然ガスがそして風力が増えたのはコストが低いからである。ERCOTは、ノーダンプライス方式であり、変電所ごとに混雑費用を含む市場価格が5分ごとに決まる。こうしたなかでは、高い価格帯の時間が長い場所に投資が計画される。最近では、日照時間と価格が一致する傾向が強まっている。また余剰電力や出力変動が生じる時間や量が増えており、太陽光とバッテリーが投資適格と判断される。実にシンプルである。太陽光やバッテリーは計画から運転開始まで2年程度である。送電線投資は5年間隔で検討されるが、独立系統のメリットで、州政府の判断のみで決断できる。

### (3) バッテリー設置：2021年10月の110万kWから2023年2月は400万kW超へ

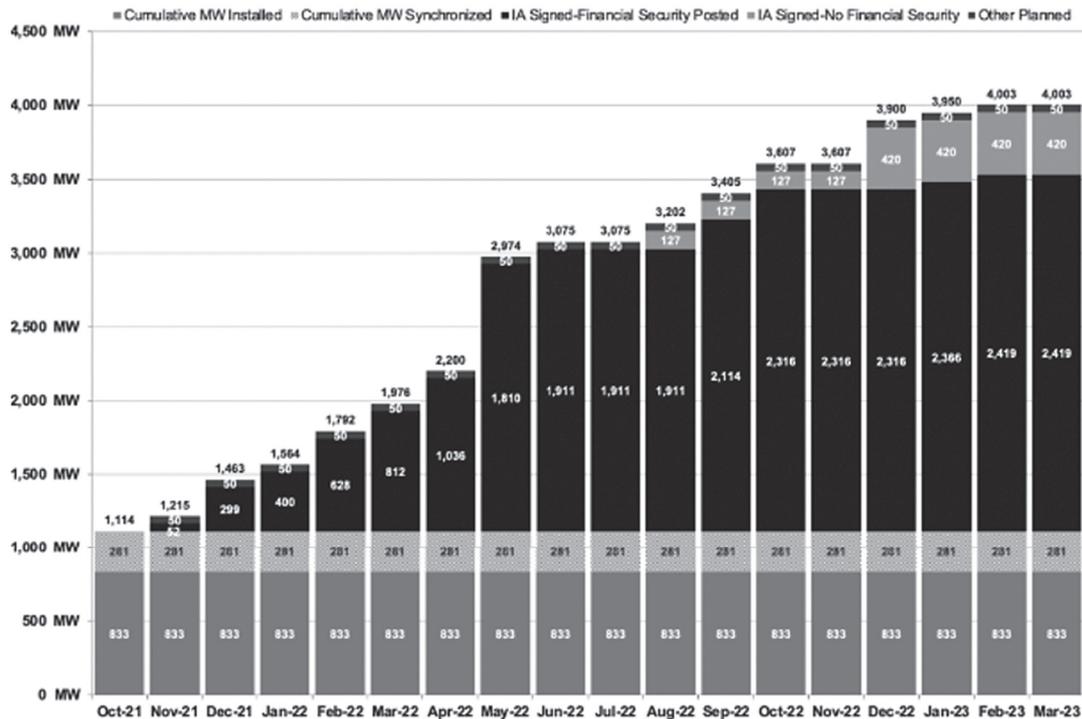
図6は、ERCOTにおける蓄電池系統接続の見通しである。やや古いデータであるが、2021年10月時点で約110万kW設置されている。その後急速に設置量が

図5 ERCOTの系統接続状況(2022年5月)



出所：ERCOT(「Solar」枠内に加筆)<sup>注5</sup>

図6 ERCOT 蓄電池接続の現状と見通し（2021年10月時点、～2023年3月）



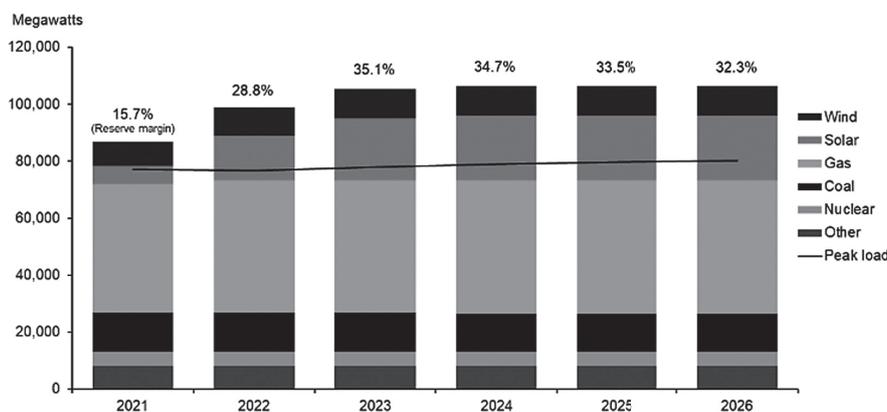
出所：ERCOT<sup>注6</sup>

増えていき、2022年4月には200万kWを、同年6月には300万kWをそして2023年2月には400万kWを超える見通しとなっている。

#### (4) 太陽光の導入増で2032年度以降は予備率30%超で推移

図7は、ERCOTにおける夏季ピーク時の計画（発電）予備率の見通しである。2019年には石炭火力の廃止もあり6%台まで低下したが、同年夏の価格スパイクもあり、その後、太陽光発電の大規模な開発計画を主因として着実に予備力が増える計画となっており、

図7 ERCOT夏季ピーク時発電予備力の見通し



NOTES: Percentages indicate ERCOT's reserve margin. Chart depicts generation capacity, peak load and reserve margin for the summer period. "Other" includes hydroelectric, biomass, grid interconnections and private-use networks.

出所：ERCOT<sup>注7</sup>

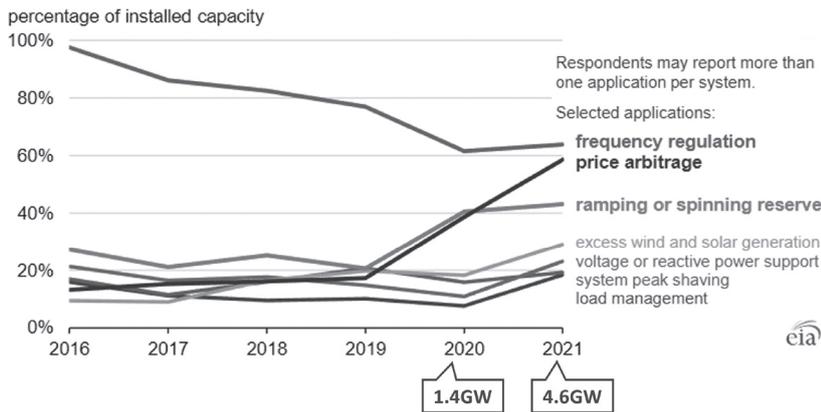
2023年以降は30%を超える。なお、同図にはバッテリーは含まれていない。

### 3. 終わりに インフレ抑制法で「バッテリーの時代」へ

#### (1) バッテリーのもつ多用途性は本領発揮へ

全米では、系統に接続しているバッテリーは、風力・太陽光の普及を背景に、近年、カリフォルニア州やテキサス州を主に急速に導入されてきている。図8は、2016年以降のバッテリー・ストレージの用途別シェアの推移を示したものである。EIA（エネルギー省エネルギー情報局）によれば、2020年末に1.4GW、2021年末に4.6GWとなっている。複数回答により、全回答を合計すると100%を上回る。バッテリーは、応答時間、瞬発力などによりさまざまな用途に利用されるが、周波数調整（Frequency-regulation）が最もシェアが高い。最近は、価格差を裁定する取引（Price-Arbitrage、価格が低いとき

図8 バッテリー・ストレージの用途別シェアの推移(2016年～2021年)(%)



出所：EIA (吹き出し加筆)<sup>注8</sup>

に蓄電し高いときに放電する)が急速に伸びてきている。また、短期出力調整(ramping or spinning reserve)や風力・太陽光の余剰吸収用としても増えてきている。

## (2) 画期的な気候変動対策法 10年間の減税で投資促進

8月16日に「インフレ抑制法」が成立した。10年間で歳出総額4730億ドル(59兆円)を支出するが、大企業向けに15%最低税率を導入し、7370億ドルの歳入を確保する。財政黒字でインフレ抑制効果があるとする。目玉は3690億ドルを支出する気候変動対策であり「気候変動対策法」とも称される。EV、省エネ住宅、再エネ・蓄電池に対する税額控除が主となるが、生産設備にも優遇措置が講じられる。温室効果ガス削減効果は、2005年対比で40%削減と試算される(バイデン政権の目標は50~52%削減)。

注目は風力・太陽光を主とする再エネに加えて蓄電装置(ストレージ)に係る投資減税措置である。10年間継続する支援策は、投資判断を容易にする。これまで太陽光とセットでの適用はあったが、単独での措置は今回が初めとなる。初期投資の3割を減免するITC(Investment Tax Credit)の対象となるが、ローカルコンテンツが認められる場合、そして移行産業の立地点である場合は、それぞれ10%の追加措置が設けられる。ストレージの技術に特に制約はない。本稿でみてきたように、減税処置がなくとも、再エネが普及しているテキサス州、カリフォルニア州、ハワイ州などでは、すでにバッテリーを主にストレージが普及しつつある。

今回の措置は、投資コストが3~5割軽減するものであり、普及に向けたインパクトは非常に大きい。事業投資だけでなく、生産設備整備も対象となっており、すでに世界の主要バッテリーメーカーが米国への進出を検討・表明している。もちろん、風力・太陽光などの変動電源の普及をも後押しする。テキサス州の太陽光発電とバッテリーへの投資が平行で急増している様は、本稿で解説したところである。

- 注1 : Nearly 28 GW of new US generating capacity added in 2021, led by wind | S&P Global Market Intelligence (spglobal.com)
- Renewables make up nearly all of Texas' new generating capacity. Can the market keep up the momentum? (renewableenergyworld.com)
- 注2 : U.S. Energy Information Administration - EIA - Independent Statistics and Analysis
- 注3 : U.S. Energy Information Administration - EIA - Independent Statistics and Analysis
- 注4 : Wind and solar generated record 34% of ERCOT power in Texas Q1 2022 | IEEFA
- 注5 : More Clean Power in Texas will Require More Grid Transmission and DER Development - Pecan Street Inc.
- 注6 : Texas adds battery storage to support grid ahead of winter (renewableenergyworld.com)
- 注7 : Surging Renewable Energy in Texas Prompts Electricity Generation Adequacy Questions - Dallasfed.org
- 注8 : U.S. Energy Information Administration - EIA - Independent Statistics and Analysis