

ドイツにおける太陽光発電システム（PV）の設置状況

2023年4月28日

[ポイント]

- ・2023年4月15日にドイツ最後となる3基の原子力発電を停止した。2030年までに80%を再生可能エネルギーに切り替えることを目標としているドイツでは、太陽光発電や風力発電により更なる普及を目指すこととなる。
- ・連邦議会は、2022年7月に再生可能エネルギーの拡大を加速させる「イースターパッケージ（Osterpaket）」を決定、2023年1月1日に発効した。「公共の利益に優先するもの」と定義づけ、オープンスペースの拡大や記念物保護の緩和などによる再生可能エネルギーの拡大を図っている。
- ・PV設置場所は、NRW州が最も多く、2022年は2020年比で約10倍増加している。
- ・市街地（建物や駐車場等）とオープンスペース（農地）のPV数は、約113倍の違いがあり、2022年オープンスペースの総電力数はBayern州（約1200GW）で最も多く、764haの耕地が消費された。
- ・市街地のPV数は、16州とも2022年8月、2023年1月に増加が見られたことから、PV設置した運用開始まで2022年2月エネルギー危機、9月連邦政府による「イースターパッケージ」から8～9か月要していることが読み取れる。

1. はじめに

各国で地球温暖化ガス削減目標が掲げられ気候保護に向けた対策に動き出す中、ドイツ連邦政府は、2021年8月23日には公共および民間の建物に太陽光発電システム設置における義務を示した気候保護法を可決した。この法案を受けて、Baden-Württemberg、Hamburgは2022年1月より義務化を伴う条例に基づく運用を開始している。さらに、2022年2月のロシアによるウクライナ侵攻によりロシアの天然ガス供給や物流、電気代高騰など、本格的なエネルギー対策をせざるを得ない状況となったことに加え、電気代高騰や物価高が直面した住民もまたエネルギー対策に大きく意識が変化した。そのため、2022年12月までに稼働している3基の原子力発電を停止すること¹、2035年までに80%を再生可能エネルギーに切り替えることを目標としていたドイツでは、2022年2月のエネルギー転換も相まって、住民の生活に最も近い太陽光発電装置の動きが加速したと考えられる。

そこで、再生可能エネルギーの中でも特に住民の意思決定が強く反映される太陽光発電設置状況に着目し、連邦電力ネットワーク庁（BNA）が公開しているMaStR（Marktstammdatenregister）から州ごとのPV設置状況を把握する。ドイツでは、全家用PV設置に対して、連邦電力ネットワーク庁（BNA）

¹2021年12月31日に原子力発電3基の停止に続き、2022年12月31日までにドイツ最後となる残り3基を停止する予定であったが、ウクライナによるロシア侵攻によるエネルギー危機により、連邦議会は2022年11月11日に「2023年4月15日までに限定的に引き続き運転することができる」と原子力法の改正をした。その後、原子力法に基づき2023年4月15日に原子力発電3基は停止された。

に設置完了後 12 カ月以内の登録が義務付けられていて、付与された設置に必要な番号に基づき地域電力会社にシステム登録される。この MaStR 登録の義務は、市場マスターデータ登録条例 (kurz MaStRV 2017.7.1) に個人または組織として登録者とシステムを登録する義務が示され、MaStRV の法的根拠は、エネルギー産業法 (EnWG) 111e および 111f に基づくものである。日本では、斜面地や農地などに設置されるソーラーパネルを自治体が把握できずにトラブルになる事例がたびたび話題となるが、ドイツでは登録の義務化登録番号に基づく電力供給手続きとなるため、抜け落ちることはまずないと考えられる。

2. PV 設置に対する州政府の動き

2-1 日照時間や人口からみる州の状況

図 1 は、2020 年間平均日照時間を示したものである。年によって多少の変化はあるが、南部に位置する Baden-Württemberg や Bayern は日照時間が長く、南ドイツは太陽光発電に有利な土地と言える。また、2021 年州別人口 (表 1) を見ると、Bayern や Baden-Württemberg は人口が 1 千万人を超えるため多くの電力が必要とされ、北ドイツの風力発電で生成した電力を南部まで送電するか、太陽光発電や水力発電によって自力で電力を賄わなければならない状況にある。しかし、北ドイツから電力を送電する場合、送電線の整備やコストがかかるため、短期間で整備できる太陽光発電の需要が非常に高まっている地域だと思われる。

2-2 各州の太陽光発電システムにおける条例

ドイツでは、太陽光発電システムは、①市街地の住宅、商業施設、公共施設の建物の屋根やバルコニー、小屋、駐車場などに設置する場合と、②オープンスペース (農地や鉄道や高速道路の路肩など) に PV 設置が可能である。ただし、①市街地では、記念物保護

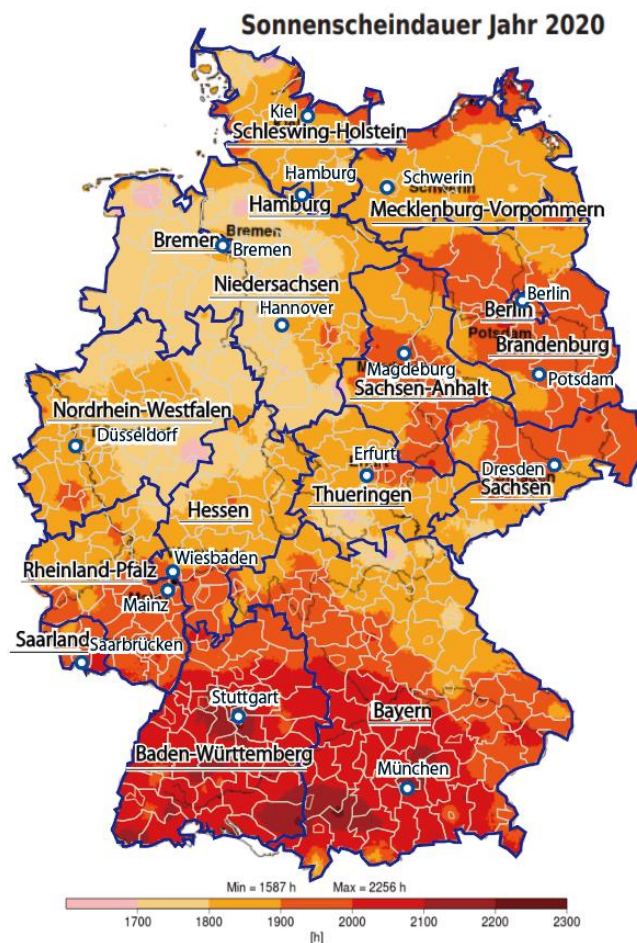


図 1 2020 年間平均日照時間 DWD²

表 1 2021 年州別人口 (2021. 12. 31 国勢調査)

	州	人口 (人)
1	Nordrhein-Westfalen	17,924,591
2	Bayern	13,176,989
3	Baden-Württemberg	11,124,642
4	Niedersachsen	8,027,031
5	Hessen	6,295,017
6	Rheinland-Pfalz	4,106,485
7	Sachsen	4,043,002
8	Berlin	3,677,472
9	Schleswig-Holstein	2,922,005
10	Brandenburg	2,537,868
11	Sachsen-Anhalt	2,169,253
12	Thüringen	2,108,863
13	Hamburg	1,853,935
14	Mecklenburg-Vorpommern	1,611,160
15	Saarland	982,348
16	Bremen	676,463

² Deutscher Wetterdienst(DWD) ドイツ気象サービス KlimaKarten Deutschland (気候マップ) より https://www.dwd.de/DE/Home/home_node.html

法や旧市街地法など歴史的建造物保護に関する規制がある場合は、市役所による PV 設置許可が必要であり、②オープンスペースでは、自然保護法による生態系や自然環境の保護および土地利用変更が必要である³。

また、太陽光発電普及にあたり、①市街地は連邦気候保護法（Klimaschutzgesetz）、②オープンスペースは再生可能エネルギー法（Erneuerbare-Energien-Gesetzes）が大きく影響しており、2021年8月に、公共および民間の建物に太陽光発電システムを設置義務の根拠となる連邦気候保護法が可決、2016年7月に高速道路と鉄道線路の路肩から農地や草地の恵まれない地域に PV 設置可能の範囲を可能とした再生可能エネルギー法が改正された。いずれも州政府が市街地では PV 設置の義務化、オープンスペースでは PV 設置範囲の拡大をそれぞれ条例に定めることができる⁴。また、PV 設置が禁止されていた歴史的建造物に対して、2022年6月には Nordrhein-Westfalen、2023年1月には Bayern が州記念物保護法を改正しており、PV 設置禁止の対象やエリアが解除されてきている。

表2 各州の PV 義務化とオープンスペース拡大および記念物保護の緩和状況（2023年4月現在）

		建物/ 駐車場 PV 義務化	オープンスペース拡大	記念物保護の緩和
1	Nordrhein-Westfalen	2023～	△	2022～
2	Bayern	2023～	2017～	2023～
3	Baden-Württemberg	2022～	2017～	2022～
4	Niedersachsen	2023～	2021～	×
5	Hessen	×	2018～	2016～
6	Rheinland-Pfalz	2023～	2018～	×
7	Sachsen	×	2021～	×
8	Berlin	2023～	×	×
9	Schleswig-Holstein	2023～	△	2022～
10	Brandenburg	計画中	△	2023～
11	Sachsen-Anhalt		2022～	2023～
12	Thüringen	×	△	×
13	Hamburg	2020～	×	×
14	Mecklenburg-Vorpommern	×	△	×
15	Saarland	×	2018～	×
16	Bremen	2023.5 発効予定	×	×

2-3 各州の太陽光発電システムにおける条例

連邦議会は 2022 年 7 月 7 日、再生可能エネルギーの拡大を加速させる「イースターパッケージ（Osterpaket）」を決定、2023 年 1 月 1 日に発効した⁵。「イースターパッケージ」では、EEG 2023 を含むエネルギー事業法、熱電併給法、エネルギー配分法（EnUG）など法案がそれぞれ可決された。ロバート・ハベック経済相は、気候変動の目標を達成し、ロシアからのより大きなエネルギー独立を達成し、雇用を創出するための「必要な努力」として、立法パッケージの承認を得た。

³ 詳細は以下を参照「沼田麻美子;ドイツにおける太陽光発電の普及に向けた政策動向に関する研究-PV 義務化とエリア拡大の検討、日本建築学会計画系論文集 88 巻 (2023) 805 号 DOI: <https://doi.org/10.3130/aija.88.996>」

⁴ オープンスペースにおける PV 設置に関して、Brandenburg などは年間電力制限や農地の「不利な地域」の解釈など規定はあるが農地に PV 設置が禁止されていない州もある（表 2 オープンスペース△印）。このため、特に東ドイツではメガソーラーが設置されるケースも多い。

⁵ <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/energiewende-beschleunigen-2040310> (Die Bundesregierung 「再生可能資源からのより多くのエネルギー2023.3.15」参照)

EEG2023 では、最大 30 kW の出力を持つ 小型 PV 屋根システムの減税、農地の草地のソーラー パーク（荒地または Natura2000 エリアがない限り）および高速道路と鉄道の側路肩のエリアを最大 500m（以前は 200m）までと PV 設置範囲が拡大された。また、2035 年から 5 年早めた 2030 年までに 80% の再生可能エネルギー、2030 年までに 215 GW の PV/年間が目標とされる。特に、2022 年 7 月の再生可能エネルギー法（EEG2023） § 2 再生可能エネルギーの特別な重要性において、発電所の建設と運営を「公共の利益に優先する」ものであり、「公共の安全」に役立つものと定義し、再生可能エネルギーの大幅な拡大経路と発電目標と位置づけたことが大きな意味を持つ。これにより、プロセスを計画する際に、他の関心事項よりも優先順位が高くなるため、過去数十年で最大のエネルギー政策立法のパッケージと言われている。つまり、再生可能エネルギーは「公共の利益に優先」とされるため、記念物保護の対象や自然保護よりも優先度が高く、歴史的建造物にソーラーパネルを設置する場合、記念物保護の観点だけでは拒否することが難しい状況になったということである。また、この 2022 年 7 月の「イースターパッケージ」の可決以降、記念物保護法や再生可能エネルギー法を改正する州も増え、それに伴い旧市街地法やオープンスペース条例の権限を持つ市町村も属する州の方針に合わせて条例改正、または検討中が増えている。

3. MaStR データから読み取る PV 設置 2020 年から 2022 年までの 3 年間の変化

3-1 設置場所の比較

2020 年、2021 年、2022 年の年間 PV 設置場所⁶の比較を図 2 に示す。州人口が少ない Saarland、Bremen、Hamburg では大きな変化は見られなかったが、全体的に 2022 年の PV 設置場所は増えている。特に、州人口順に Nordrhein-Westfalen、Bayern、Baden-Württemberg と PV 設置場所数も同様の傾向があり、一般住宅の屋根やバルコニーなどに PV が多く設置されたと考えられる。2022 年で最も多

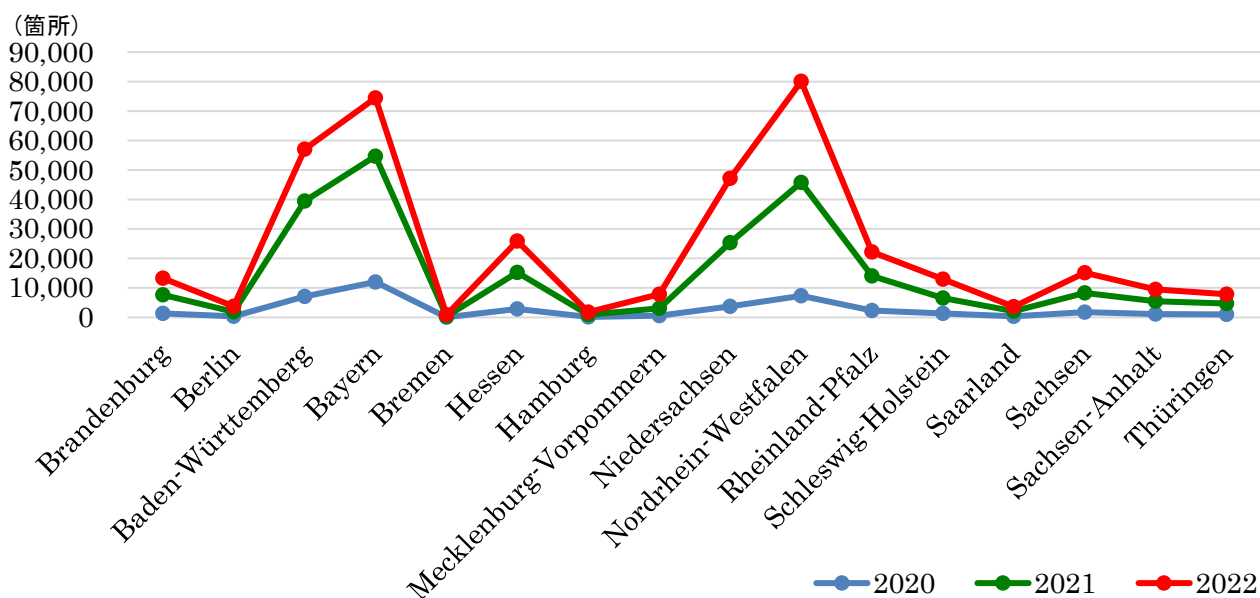


図2 設置場所数 2020年から2022年までの推移

⁶ 建物の屋根に設置した PV も、いわゆるメガソーラーとされるオープンスペースの PV も 1 か所として数えている。また、システム登録義務化が 2017 年以降だったことから通信事業確認年日や登録年日が 2017 年以降に偏っていたため、試運転日を抽出年とした。抽出年は、2020 年 1 月 1 日～12 月 31 日、2021 年 1 月 1 日～12 月 31 日、2022 年 1 月 1 日～12 月 31 日である。

かった Nordrhein-Westfalen では、2020 年比で 10.2 倍増えている。

試運転開始から運用開始までの期間（図 3）では、2020 年はネット登録義務期間 1 年を要していたものが、2022 年は全ての州において平均 103 日まで短縮している。登録手続きの簡素化や電力ネットの接続がうまく機能しているほか、試運転まで設置できた太陽光エネルギーをすぐに使用したい、または使用せざるを得ない状況にあるとも考えられる。

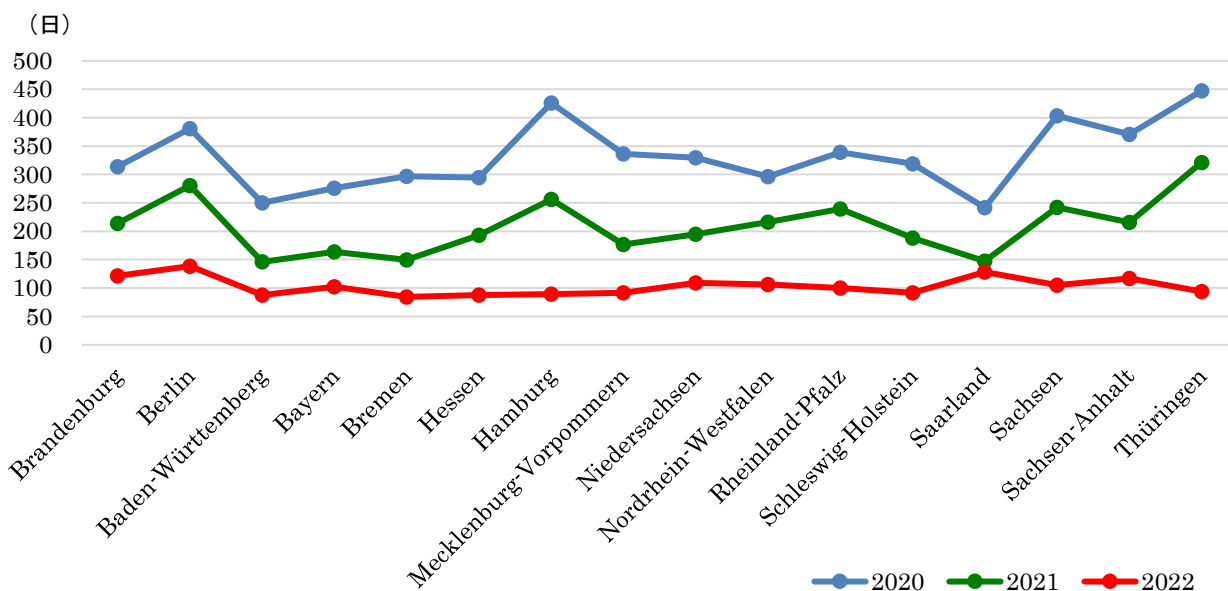


図3 試運転から運用開始までの平均期間 2020年から2022年までの推移

3-2 太陽光発電における総電力数の比較

太陽光発電における総電力数は、PV 設置数（図 2）と同様に 2022 年の総電力数は増加しているが、特に PV 設置数（図 2）に対して Bayern は他の州よりも総電力数が増えている（図 4）。これは、建物や駐車場の PV 数と農地などのオープンスペースの PV 数のパネル枚数が異なることによるものであり、2022 年のデータでは、オープンスペース 1 か所あたりに設置されたパネル枚数と市街地 1 か所あたりに設置されたパネル枚数では、約 113 倍の違いが確認できた。つまり、他の州よりも Bayern ではオープンスペースの PV 数が増えたことを示している。

そこで、2022 年の市街地（建物）とオープンスペース（農地）の総電力数を比較したものを図 5 に示す。特にオープンスペースで総電力数が多い州は、Bayern と Brandenburg である。原子力発電 1 基が 100 万 kW（1000MW）の電力を生成する中、Bayern は 2022 年オープンスペース 1 年間で同等の電力を生成できたこととなる。しかし、2022 年の Bayern のオープンスペースで、PV 設置に伴い消費された耕地面積を見ると、ドイツ全体で 1,503ha に対し、Bayern は 764ha で約半分の耕地を消費したことになる。このように、Bayern は市街地においても最も電力数が多いことから、太陽光発電の拡大政策によって、Bayern は農地、歴史的建造物含む建物に最も影響を受けた州といえるのではないだろうか。

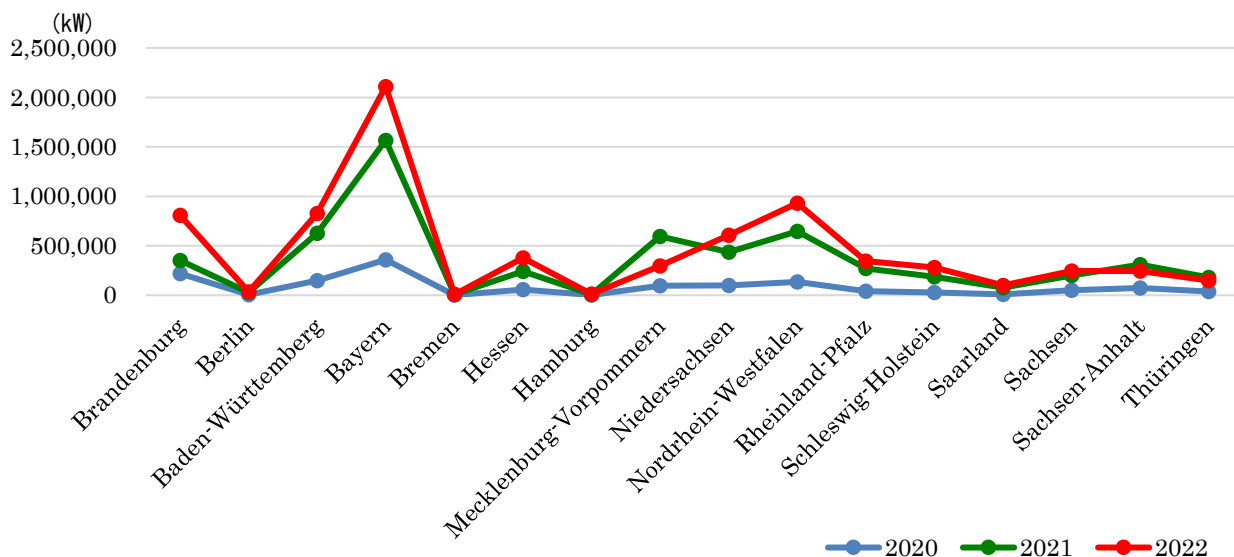


図4 太陽光発電における総電力数 2020年から2022年までの推移

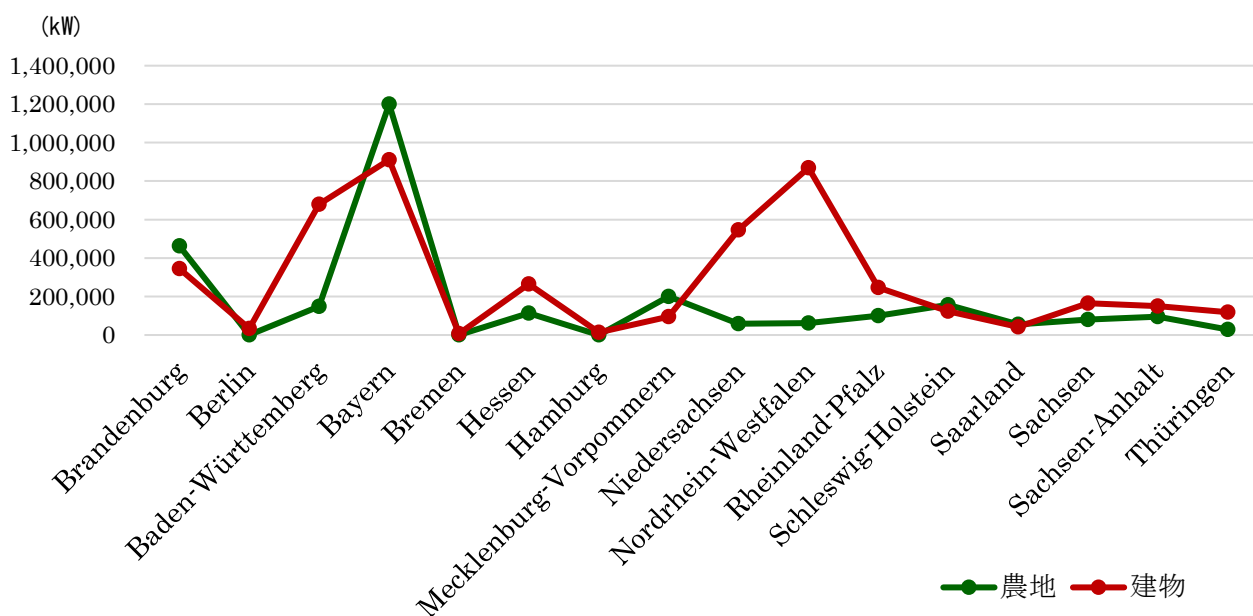


図5 太陽光発電における総電力数2022年 市街地（建物や駐車場）とオープンスペース（農地や鉄道路肩等）の比較

4. MaStR データから読み取る 2023 年 3 月までの月別 PV 設置の変化

4-1 各州における PV 設置場所の推移

2022 年 1 月から PV 設置の義務化の運用、2022 年 2 月にはロシアによるウクライナ侵攻を受けたエネルギーの影響、2022 年 9 月には連邦政府から「イースターパッケージ」による PV 設置の拡充策のように 2022 年は州政府の太陽光発電システムの普及にも大きな影響を与える一年となった。そこで、16 州の 2021 年 1 月から 2023 年 3 月までの月別の PV 設置状況から州の傾向を確認する。

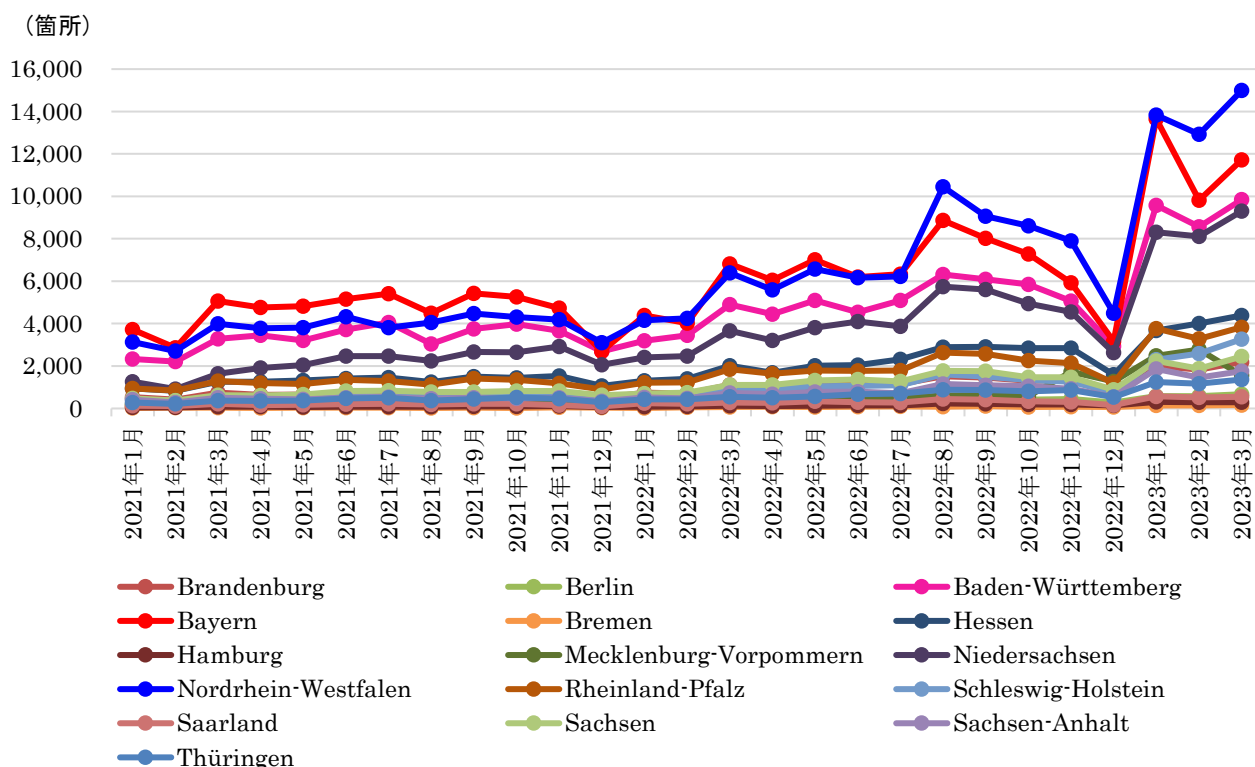


図6 PV設置場所数（市街地）の推移

市街地の設置場所の月ごとの変化（図6）を見ると、2022年8月、2023年1月に増加という各州とも同じ傾向を示している。2022年は、試運転から運転開始期間まで、平均103日だったことから、実際の運用開始は、2022年11月や2023年4月頃になると考えられるが、2022年2月にロシアの天然ガスによる影響、2022年9月に連邦政府から「イースターパッケージ」が発令された時期から試運転まで8~9か月近くかかっている。この要因として、太陽光発電装置に関するパネルや電力ネットの接続部品など低価格の中国製に依存していたことがあげられ、2020年のコロナ以来、品薄状態で物資が滞ったこと、さらに、品薄状態に加え2022年のウクライナでの戦争でロシアを通るシベリア鉄道が輸送ルートとして利用できないことから2022年12月以降は、材料と貨物の価格が爆発的に上昇しており、物資の滞りに加えて物資高騰についても問題として挙げられている⁷。

また、2022年8月以降PV設置場所が増加傾向にある理由として、コロナで工場生産が鈍化していた中国の生産が回復した可能性も否定できない。同様に、ドイツでは2020年11月25日から2021年4月18日まで新型コロナウイルス感染拡大抑止のためのロックダウン、その後も2021年12月まで地域による部分的なロックダウンを継続していることから、PV設置業者や職人が確保できない理由も考えられる。また、2021年12月と2022年12月は前月より減少が見られるが、職人や事業者のクリスマス休暇によるものだと考えられる。

⁷ 2023年3月BW州フライブルク都市計画課およびBayern州ローテンブルク都市計画課によるヒアリング調査より

⁸ 2022年の市街地の1PVあたりの電力が0.39に対し、オープンスペースの1PVあたりの電力は0.46で、約1.2倍の違いがみられた。

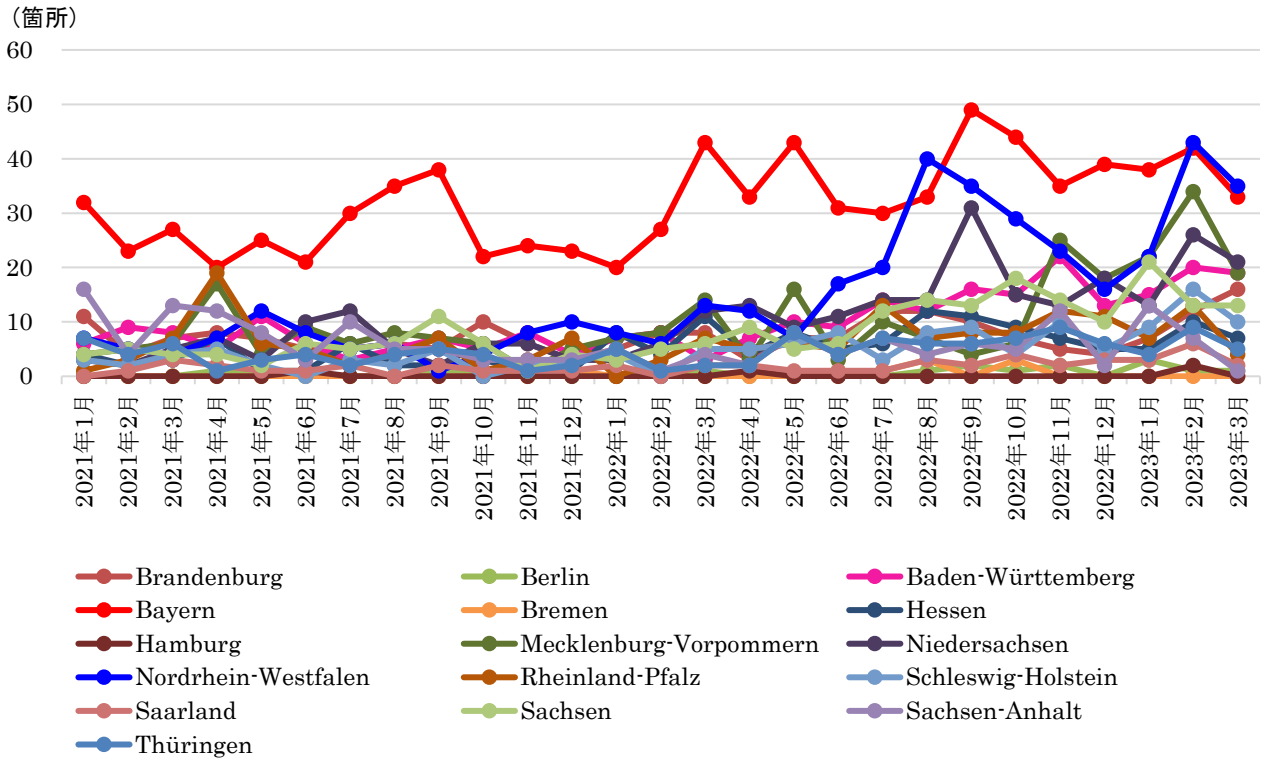


図7 PV設置場所（オープンスペース）の推移

次に、オープンスペースにおけるPV設置場所の推移（図7）を見ると、2021年は鈍化、2022年8月や2023年2月は増加、2022年12月は減少という市街地PVと同様の傾向が見られる。しかし、Bayernは2021年から一定以上のオープンスペースのPV設置を続け、2020年3月以降は約40か所にPV設置している。毎月定期的にオープンスペースにPV設置拡大をしていた結果、約1200MWと他の州よりも突出した電力生成状況を生み出している（図5参照）。このようにBayernは市街地とオープンスペース両方においてPV数を増やしているが、2022年Bayernの試運転から運用開始期間は、市街地は平均102日に対し、オープンスペースは平均142日で、オープンスペースの運用開始期間は他よりも時間を要する結果となっている。

4-2 太陽光発電における総電力の推移

太陽光発電における総電力の推移（図8）を見ると、1か所で大規模な電力を生成でき、かつ電力生成効率も高い⁸オープンスペースに設置されたPV数の推移と同様の傾向が見られるが、2022年2月の総電力が高いBrandenburgでは、PV数350,064枚で153,131kWの大規模なソーラーパークを2か所設けたものである。このソーラーパークにより約250haの耕地が消費されている。

また、総電力で2023年1月以降大きく伸びているNordrhein-WestfalenやBaden-Württembergでは、学校134kW（PV数344枚）、100kW（PV数294枚）、ホールや倉庫では約100kW（約300枚）、集合住宅では約750kW（約1,970枚）で大規模施設を活用したPV設置で総電力を増やしている。ソーラーパークのような広大な土地や大規模施設は定期的に場所を創出できるものではないが、年に数か所でも巨大なメガソーラーを設置できると太陽光発電における総電力への影響は大きい。

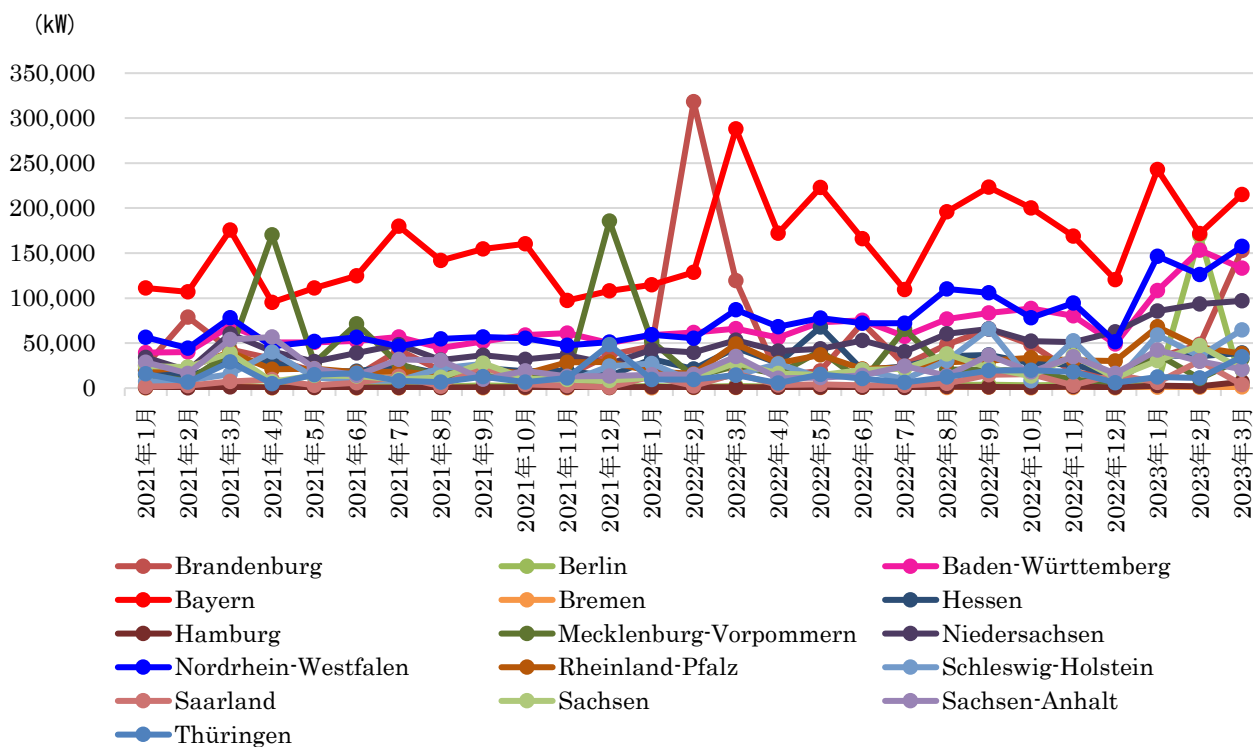


図7 太陽光発電における総電力（合計）

5. 最後に

2020年以降コロナ禍に気候保護対策として議論がされ、2021年8月には再生可能エネルギー法改正による太陽光発電義務化が可決、さらに2022年1月から運用開始する州も出る中、2022年2月のウクライナ侵攻によるエネルギー危機は、気候保護に関しても想定外の事態であった。当初はソーラーパネル設置の職人不足が懸念されていたが、2023年3月時点では、コロナによる中国からの太陽光発電設備に関するパネルや部品の品薄状態、さらにシベリア鉄道が使えないため更なる機材の高騰と太陽光発電普及には大きな問題が直面している。それでも、2022年のPV増加数では、2020年比で約10倍に増やし、EEG2023改正によりオープンスペース拡大や記念物保護法改正による記念物保護設置の緩和策など、可能な限りの政策により太陽光発電拡大による2035年の再生可能エネルギー80%に向け、着実に実行しているといえるだろう。

（沼田 麻美子）