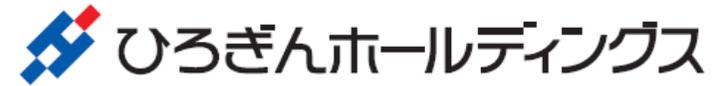


未来を、ひろげる。



太陽光発電の現状と課題解決に向けた動き

2024年6月

株式会社ひろぎんホールディングス
経済産業調査部

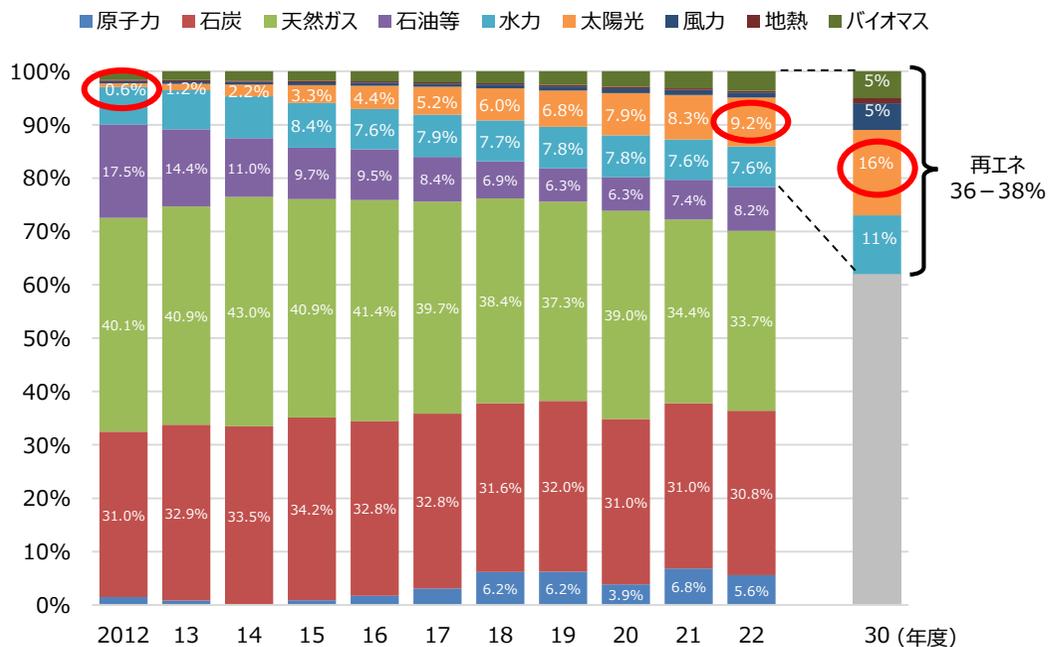
I.	太陽光発電の現状と課題	
1.	太陽光発電の導入目標	2
2.	導入に向けた課題	
	(1) 適地不足	3
	(2) 事業インセンティブの低下	4
	(3) 電力系統の制約	6
II.	課題解決に向けた動き	
1.	適地不足の解消	
	(1) 営農型太陽光発電	8
	(2) ペロブスカイト太陽電池	10
2.	事業インセンティブの向上	12
3.	系統制約の緩和・解消	14
III.	まとめ	16

- ◆ 本資料は情報提供のみを目的として作成されたものであり、何らかの行動を勧誘するものではありません。
- ◆ 本資料は、信頼できると思われる情報に基づいて作成されていますが、その正確性を保証するものではありません。また、本資料に記載された内容等は作成時点のものであり、今後予告なく修正、変更されることがあります。資料のご利用に関しては、お客さまご自身の責任において判断なされますよう、お願い申し上げます。
- ◆ 本資料に関連して生じた一切の損害については、責任を負いません。その他、専門的知識に係る問題については、必ず弁護士、税理士、公認会計士等の専門家にご相談のうえ、ご確認ください。
- ◆ 本資料の一部または全部を、当社の事前の了承なく複製または転送等を行うことを禁じます。
- ◆ 本件に関するご照会は、ひろぎんホールディングス経済産業調査部(082-247-4958)までお願いします。

1. 太陽光発電の導入目標

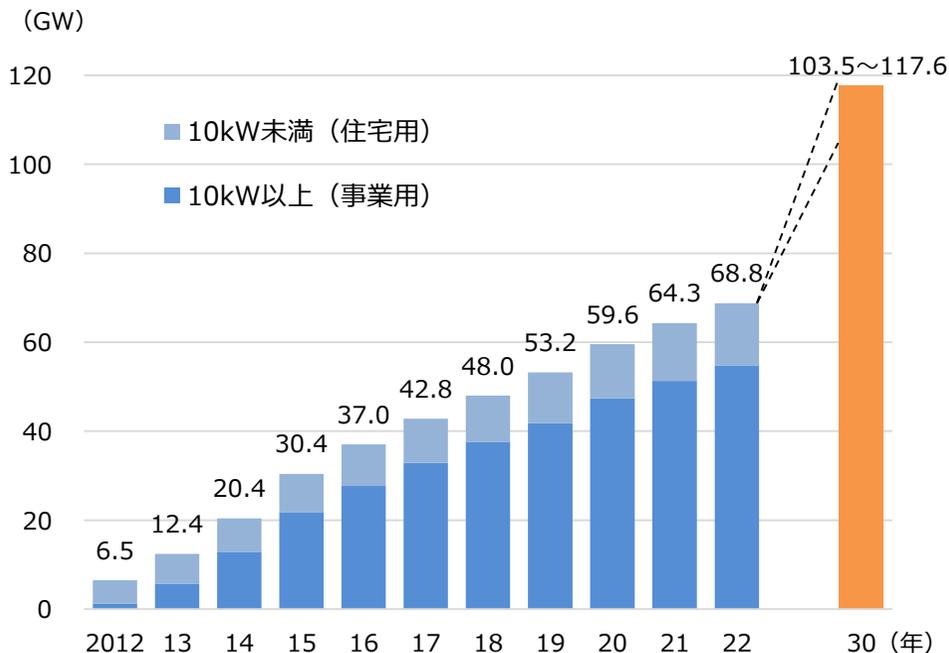
- 政府は2020年10月、「2050年カーボンニュートラル」を宣言し、2021年4月に「2030年度のGHG排出量を2013年度比▲46%に削減」することを表明。2021年10月には「第6次エネルギー基本計画」を閣議決定し、**2030年度の電源構成における再生エネルギーの目標割合**をこれまでの「22～24%」から「**36～38%**」に大幅に引き上げた。
- このうち、**太陽光発電は**、2022年度で9.2%の導入割合を**2030年度に「14～16%」とする目標を設定**。目標達成には、累積導入量を2022年の68.8GWから2030年までに103.5～117.6GWへ増加させる必要があるとされている。因みに、2022年の国内太陽光発電の累積導入量は2012年のFIT制度開始以降10年間で約10倍に拡大したが、さらなる拡大に向けては、幾つかの大きな課題が指摘されている。

日本の電源構成比の推移と2030年度目標



(資料) 資源エネルギー庁 電力調査統計より当部作成

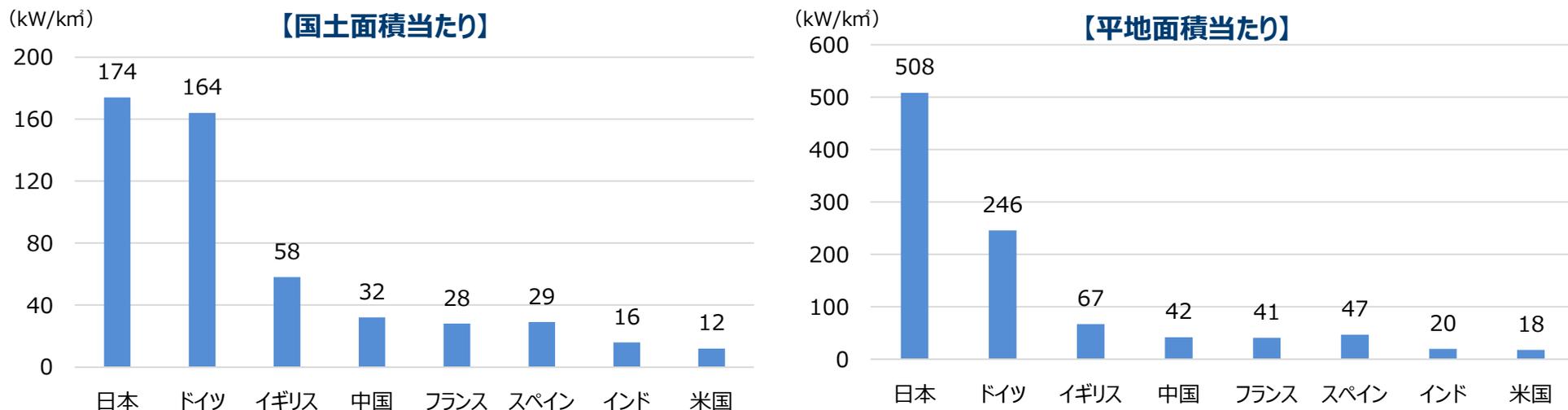
太陽光発電の累積導入量の推移と2030年目標



(資料) 資源エネルギー庁資料より当部作成

- 主要国の太陽光発電について、単位面積あたりの設備容量を比較してみると、国土面積当たりでは、日本とドイツが他国を大きく上回り、平地面積当たりでは、日本はドイツの2倍を超えて突出している。すなわち、狭い国土と平地に乏しい地形の中で、太陽光発電設備を追加設置するための一定の広さの適地は限られてきている。

主要国の単位面積当たりの太陽光発電設備容量 (2022年度)

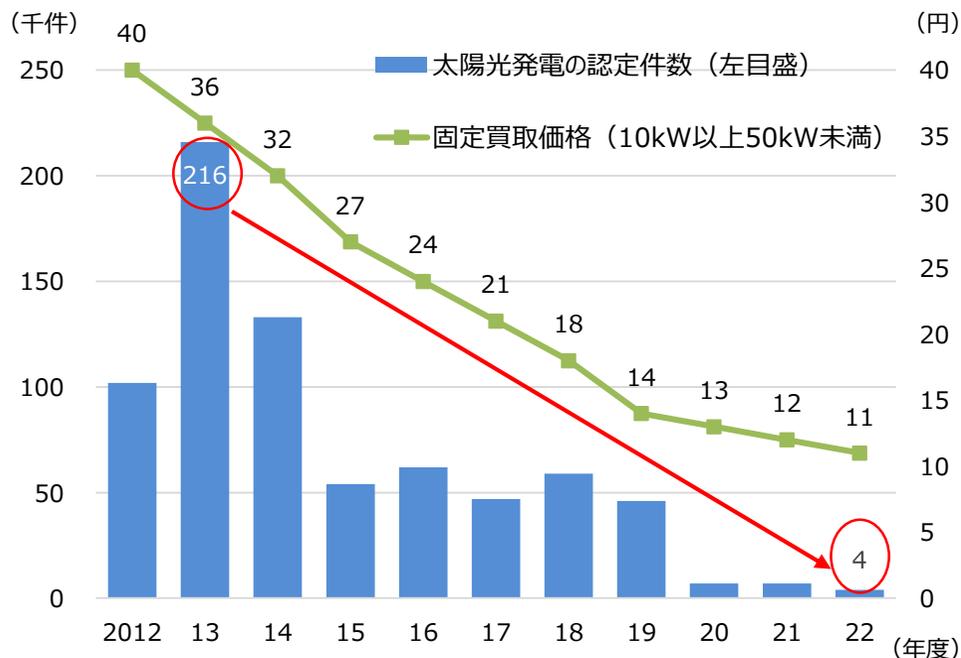


	日本	ドイツ	イギリス	中国	フランス	スペイン	インド	米国
国土面積 (km ²)	38万	36万	24万	960万	54万	51万	329万	983万
平地面積 (km ²) (国土面積に占める割合)	13万 (34%)	24万 (68%)	21万 (87%)	740万 (77%)	37万 (68%)	32万 (63%)	257万 (78%)	674万 (68%)
太陽光の設備容量 (GW)	66	59	14	308	15	15	52	118
太陽光の発電量 (億kWh)	861	500	124	3,392	151	216	719	1,462
総発電量 (億kWh)	10,328	5,909	3,080	85,010	5,505	2,709	16,512	43,490
太陽光発電量/総発電量	8.3%	8.5%	4.0%	4.0%	2.7%	8.0%	4.4%	3.4%

(資料) 資源エネルギー庁資料より当部作成

- 太陽光発電の新規認定件数は、FIT制度導入翌年度の2013年度にピークの216千件に達したが、その後は大きく減少し、2022年は4千件にとどまった。太陽光発電設備の適地不足に加えて、FIT制度における固定買取価格の引き下げに伴う収益性の悪化、FIP制度導入に伴う収益予測の困難化などに伴って、事業のインセンティブが低下していることが要因として挙げられる。
- 因みに、FIT制度は、固定価格での再生電力の買い取りを電力会社に義務付ける制度で、価格変動や価格競争などのリスク無く収益を確保できることから、多くの事業者が太陽光発電事業に新規参入する契機となったが、近時、固定買取価格の低下に伴い、期待収益は大きく低下している。

太陽光発電の新規認定件数と固定買取価格の推移



(資料) 資源エネルギー庁 電力調査統計より当部作成

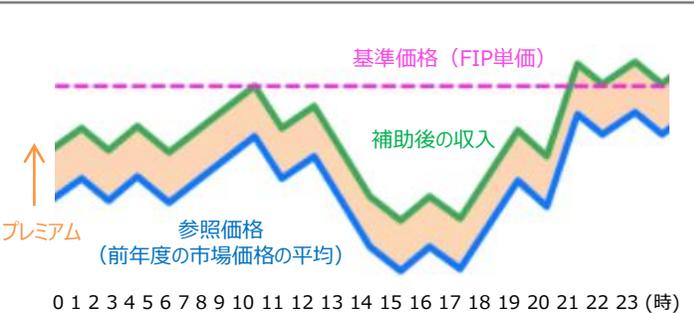
FIT制度の概要

イメージ	
正式名称	Feed-in Tariff
導入の目的	再生可能エネルギー普及のため
売電価格	一定期間 (10~20年) 固定
特徴	売電価格が一定期間固定されるため、事業者は収益の予測を立てやすい

(資料) 資源エネルギー庁資料より当部作成

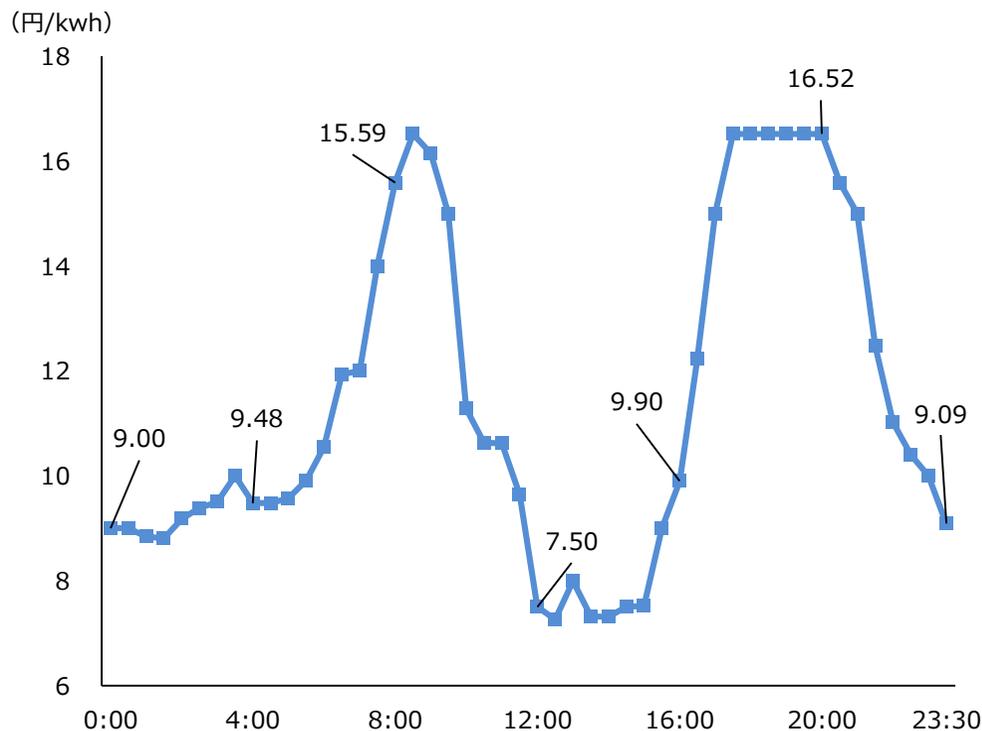
- 一方、**FIP制度**は2022年4月より大規模設備を対象に開始された。これは、FIT制度の課題を踏まえ、今後再エネを主力電源化していくためには、①**再エネ賦課金による国民負担**（電力会社の買取コストの一部を負担）をできるだけ抑えていく必要があること、②電力市場から切り離された制度ではなく、需給バランスや価格など、**電力市場の状況を踏まえた自立した電源にしていく必要があること**から導入された制度である。
- FIP制度の場合、事業者の収入は、電力市場における売電価格に一定のプレミアム（補助額）を上乗せしたものとなり、蓄電池の活用などにより、市場価格の高い需要ピーク時（1日の場合、朝8時前後、夜18時～20時頃）の供給量を増やすことにより、利益を最大化することが可能となる。ただし、蓄電池購入にかかる費用や戦略的に売電を行うことの難しさなどから参入を控える事業者も増えている。

FIP制度の概要

イメージ	
正式名称	Feed-in Premium
導入の目的	市場競争を活性化し、効率的な価格形成を促進するため
売電価格	時期や時間帯で変動
特徴	市場価格と連動して売買価格が変更されるため、戦略的に売電を行うことで、より高い収入が見込める

(資料) 資源エネルギー庁資料より当部作成

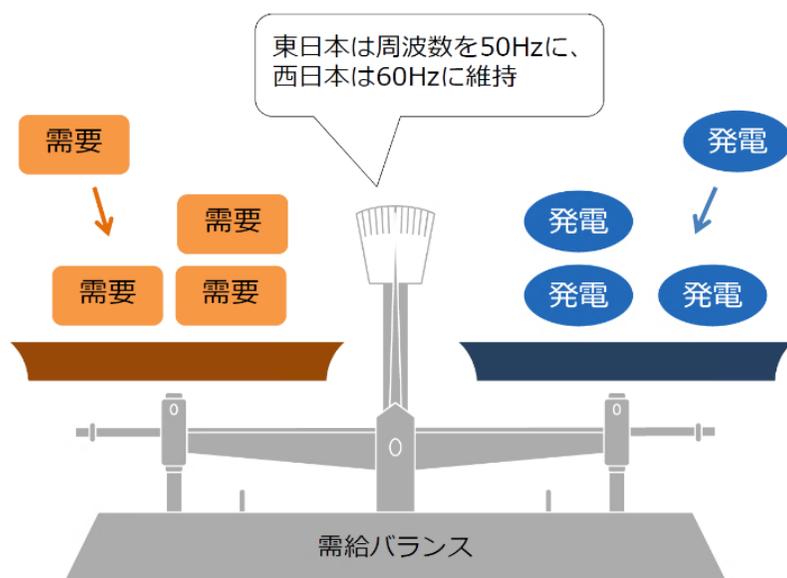
売電価格の1日の推移



(資料) 2024年3月6日電力取引所約定価格（中国地方）より当部作成

- 「電力系統」とは、発電、送電、変電、配電といった電力設備が繋がって構成するシステム全体のことを指す。この電力系統では、需給にズレが生じた場合、電圧や周波数が乱れ、場合によっては大規模停電を誘発する恐れもあることから、大手電力会社が**需要と供給のバランスを常に一致させるよう調整**している。
- 太陽光や風力等による再エネ電力は、気象条件によって発電量が変動するため、供給が需要を上回る場合には、出力制御の条件や順番を定めた「優先給電ルール」に基づいて、まずは火力発電の「出力制御」等が実施されるが、それでもなお供給が需要を上回る場合には順次調整を実施し、需給バランスを維持している。
- なお、電力系統には、こうした「変動面での制約」に加え、それぞれの送電設備ごとに接続容量の上限が存在し、上限を超えた場合、対象の送電設備が増強されるまでは接続できないなど「容量面での制約」があることから、単に設備容量を増やすだけでなく、送電網整備や蓄電池活用を含めて、こうした系統制約を緩和・解消していく対応も必要となる。

電力の需給バランス（イメージ）



(資料) 資源エネルギー庁資料より当部作成

優先給電ルールに基づく出力制御

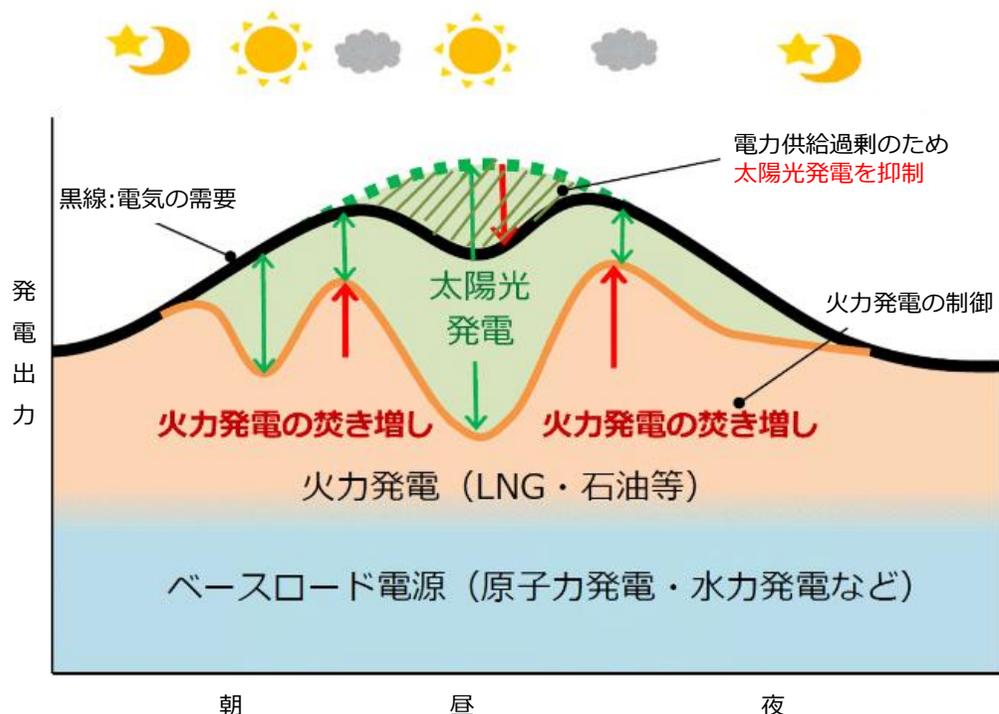
1	・火力発電の出力抑制 ・揚水発電の汲み上げ運転による需要創出
2	・地域間連系線を活用した他エリアへの送電
3	・バイオマス発電の出力制御
4	・太陽光・風力発電の出力制御
5	・長期固定電源※（原子力・水力・地熱）の調整

※出力を短時間で小刻みに調整することが難しく、一度出力を低下させると、元に戻すことが難しい

(資料) 資源エネルギー庁資料より当部作成

- 2023年に出力制御が実施された再エネ電力は全国で約19.2億kwhに達するとみられ、これは45万世帯分の年間電力消費量に相当する。
- とくに太陽光発電設備の導入が早期に進んだ九州地方では、出力制御が頻繁に発生しており、売電収入が想定収入を下回ったり、新規FIT発電事業の融資が断られるといった影響等も出ている。

電力需給における出力制御のイメージ



(資料) 資源エネルギー庁資料より当部作成

日本各地域での年間出力制御率 (2022年度)

	北海道	東北	中部
太陽光発電量	221万kW	814万kW	1,120万kW
年間出力制御率	0.01% (見込)	0.93% (見込)	0.26% (見込)
	関西	中国	九州
太陽光発電量	699万kW	664万kW	1,156万kW
年間出力制御率	0.20% (見込)	3.8% (見込)	6.7% (見込)

(注1) 出力制御率 = 変動再エネ出力制御量 ÷ (変動再エネ出力制御量 + 変動再エネ発電量) × 100

(注2) 各エリア一般送配電事業者による見込値

(資料) 資源エネルギー庁「出力制御対策パッケージについて」より当部作成

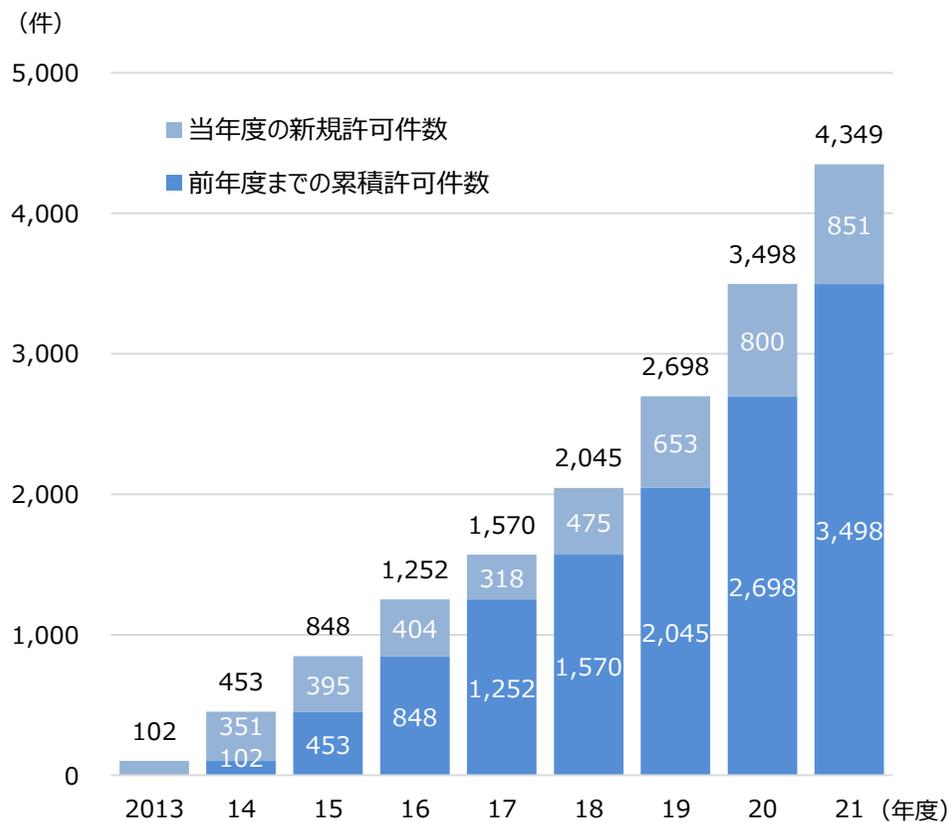
- 太陽光発電設備の適地が限られる中、平地や建物屋根以外の場所への設置が増加している。例えば、貯水池上に設置される「水上型」のほか、特に導入ポテンシャルが高いと期待されているのが、日射量が比較的良好な農地に設置する「営農型」である。
- 営農型の場合、農業生産性の低下（日射量の減少により農作物の収穫量が減少）などのデメリットも考えられるが、太陽光発電設備を設置するために必要な農地転用許可件数は年々増加し、2021年度は新規で851件、累積で4,349件に達している。

営農型太陽光発電の概要

イメージ	
特徴 メリット	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 農地に容易に撤去できる支柱を立てて、上部空間に太陽光パネルを設置し発電 ➢ 発電電力の自家利用による電気代削減 ➢ 荒廃農地の再生利用に対してインセンティブ有 ➢ 農耕地は日射が良い立地が多く、また広い面積を確保できることから、発電ポテンシャル大
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 平地に設置するより導入にコストがかかる ➢ 支柱を立てるため、重機等での作業がしづらい ➢ 農業生産性が低下する（日射量の減少により農作物の収穫量が落ちる）可能性がある

(資料) 農林水産省「営農型太陽光発電について」より当部作成

農地転用許可件数の推移
(営農型太陽光発電設備設置目的)



(資料) 農林水産省「営農型太陽光発電について」より当部作成

- 都道府県別には、千葉県、静岡県、群馬県などで設置が進む一方、中国地方各県のほか、北海道や新潟県といった農業道県においても低位にとどまるなど、バラツキがみられるが、広大な平地の農地面積を有する地域においては、**事業収入の確保に向けて、今後、設置が進む可能性**がある。
- ただし、前述の通り、**農業生産性の確保のほか、事業の採算性**（投資回収の不透明さ）、**継続性**（事業者の高齢化進展）**などの面でも課題は多く、**更なる普及に向けてはノウハウの蓄積が必要となってくる。

都道府県別の営農型太陽光発電許可件数（2021年度）

都道府県	許可件数	
	累積	新規
千葉県（1位）	636	94
静岡県（2位）	525	95
群馬県（3位）	401	67
北海道（40位）	11	0
新潟県（28位）	34	0
岡山県（22位）	49	14
広島県（25位）	41	5
山口県（42位）	8	0
鳥取県（44位）	7	0
島根県（33位）	21	1

（資料）農林水産省資料より当部作成

営農型太陽光発電の普及に向けた課題

採算性

- 太陽光パネルの下で農業を行うこととなり、パネルの地上からの高さは最低でも2m必要。
- 高い位置への設置でも問題ない強度の確保に加えて高所作業となるため、設置コストも割高となる。

継続性

- 農地の一時転用許可期間が3年から10年以内に延長されたが、設備資金の返済は20年が一般的。
- 20年単位で事業継続していく体制が必要であるが、事業者の高齢化が進んでおり容易ではない。

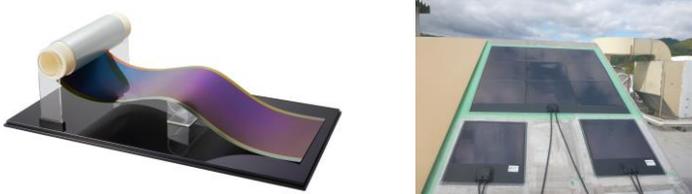
生産性

- 農地の一時転用許可条件として、年1回の農業委員会への報告が義務付けられている。
- その際、太陽光設置により農業の生産性が著しく低下したと判断された場合、設備を撤去する必要がある。

（資料）農林水産省「営農型太陽光発電について」より当部作成

- ペロブスカイト太陽電池は、「薄くて軽く、柔らかいことから曲げ易い」といった特徴に加え、塗布や印刷技術を用いて量産が可能なることから、**ビルの壁面や耐荷重性の低い建築物の屋根などにも設置可能な太陽電池**である。現状、電力変換効率や発電寿命に加えて、コスト面等にも課題はあるが、量産が進めば低コストでの供給が可能で、“次世代”太陽電池としての期待は大きい。
- 政府も2025年の実用化に向けて「ペロブスカイト太陽電池で発電した電力を従来よりも高く買い取る」などの優遇策により、新技術への民間投資を促し、日本勢の関連ビジネスの競争力を高めていく方針である。
- 因みに、2023年度の世界市場規模は630億円に過ぎないが、2025年以降、実用化されて量産が本格的に進むとみられており、2035年度には1兆円に拡大すると予測されている。

ペロブスカイト太陽電池の概要

イメージ	
特徴 メリット	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 薄くて軽く、柔らかいことから曲げ易く、様々な場所に設置可能 ➢ 設置・輸送にかかるコスト低減が見込める ➢ レアメタルを必要としないので、原材料の安定調達が可能 ➢ 従来よりも低照度の光で発電可能
課題	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 面積が大きくなると電力変換効率が低下する ➢ 酸素や水分といった外的影響を受けやすく、発電寿命が短い ➢ 量産化するまでは従来よりも製造コストが高い

(資料) 積水化学工業株式会社提供
各種資料より当部作成

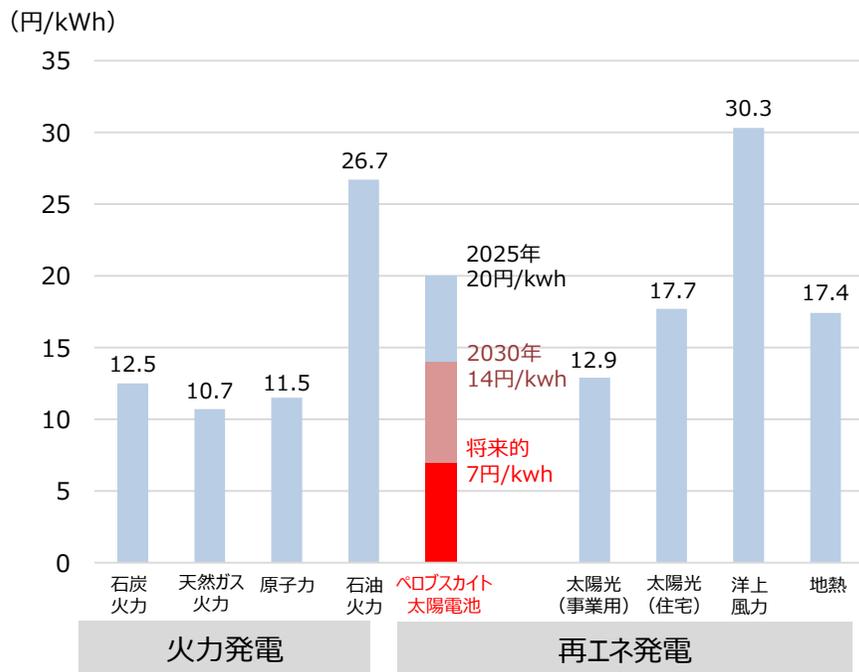
ペロブスカイト太陽電池による発電計画（一例）

設置場所	特徴
森ヶ崎水再生センター (東京都大田区)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 2023年5月より検証開始 ✓ 大きさの異なる電池3種類×3枚を配置 ✓ 発電効率の測定や耐腐食性能等を検証
うめきた駅 (大阪市北区)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 2025年全面開業時より発電開始 ✓ 一般共用施設での採用計画は世界初 ✓ 日照や発電量を計測する実証実験を行う
サウスタワー (東京都千代田区)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 2024年着工、27年竣工予定 ✓ 地上46階、地下3階、高さ約230mの高層ビル ✓ ペロブスカイトのメガソーラー発電機能 (1,000kW超) の実装は世界初

(資料) 各種資料より当部作成

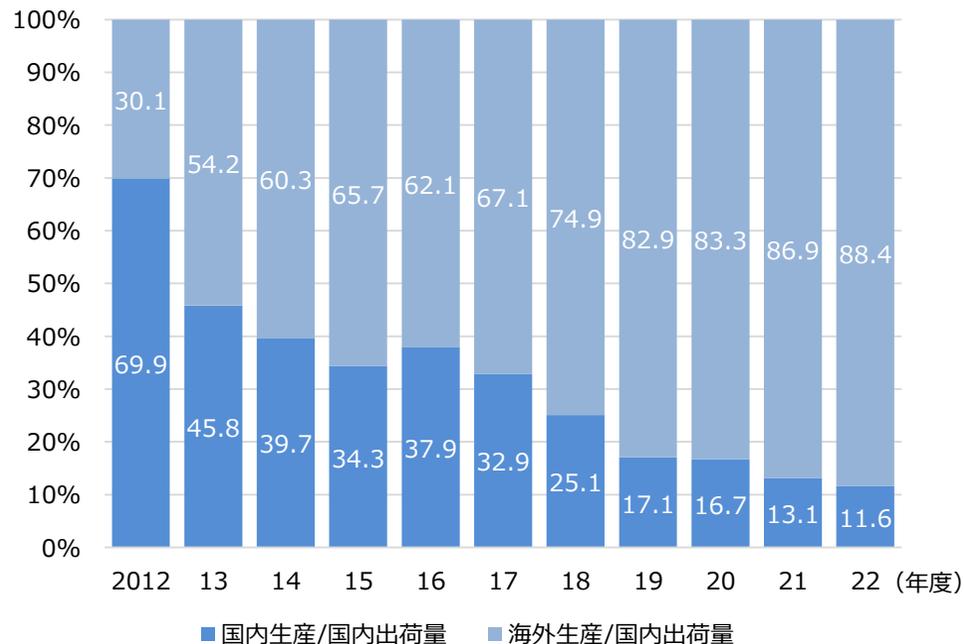
- 前述の通り、ペロブスカイト太陽電池は、2025年の実用化段階では発電コストが割高とされるが、使用する素材は安価で調達できることから、**将来的には最も発電コストが低い電源となる可能性**がある。
- なお、シリコン太陽電池製造の分野では、日本は世界において相応の地位を占めていたが、将来の市場拡大を見越した設備投資の不足や厳しい価格競争などから欧州や中国メーカーにシェアを奪われた経緯がある。ペロブスカイト太陽電池製造における日本メーカー（カネカ、積水化学等）の技術は世界最高水準で、とくに製品化のカギとなる大型化や耐久性の分野でリードしていることから、太陽電池製造の世界シェア奪還への期待が高まっている。

電源別の発電コストの試算結果



(資料) 経済産業省「発電コスト検証に関するとりまとめ」、一般社団法人沖縄CO2削減推進協議会「次世代太陽電池 ペロブスカイト太陽電池について」より当部作成

国内出荷量に占める国内生産シェアの推移 (シリコン太陽電池)



(資料) 一般社団法人太陽光発電協会「出荷統計」より当部作成

- PPA (Power Purchase Agreement) とは、「需要家が発電事業者から再生可能エネルギーを長期購入する契約」のことである。発電施設の設置場所が自社敷地内なら「オンサイトPPA」、自社敷地外（遠隔地）なら「オフサイトPPA」と呼ばれるが、何れも**発電施設の所有者は発電事業者となるため、需要家は初期投資が不要である。**
- 世界のPPA契約量は北米・南米を中心に増加し、2022年度は36.8GWに拡大。日本においても**売電事業の収益性悪化に対応できるモデルとして導入が広がりつつあるが、PPAは「追加性」を有する**（※）**電力として再エネ拡大に貢献**する点においてもニーズが高まっている。

（※）追加性を有する：既存の再エネ設備の利用ではなく、太陽光発電等の設備を新設することにより、再エネの導入量を拡大する効果があること

オンサイトPPA・オフサイトPPAの概要

	オンサイトPPA	オフサイトPPA
イメージ		
供給方法	発電事業者→需要家	発電事業者→小売電気事業者→需要家
設置場所	自社敷地内	自社敷地外（遠隔地）
発電規模	小規模～中規模	中規模～大規模
発電量の増量	設置スペースで限りあり	増量しやすい
電気料金	必要（安め）	必要（高め）

（資料）資源エネルギー庁資料より当部作成

- ESG経営への取り組みが求められる中で、再生可能エネルギーを積極的に導入する企業は増えている。企業が再生可能エネルギーを調達する方法は主に、①自家発電、②コーポレートPPA、③小売メニューからの購入、④環境価値証書の購入があり、このうち、自家発電およびコーポレートPPAは「追加性」を有する電力として、相対的に高い評価を受けることができる。
- なお、再生可能エネルギーを導入した際には、ESG経営に関連する国際・国内プログラムに参画するなど、社会に対して広く宣言することで自社の取り組みをアピールし、企業価値の向上を図ることも肝要である。

再生可能エネルギー調達方法の種類

調達方法	概要	デメリット
自家発電	・敷地内に発電設備を設置し自社で運用保守を実施	・発電設備は自社保有のため、導入コスト等の負担有
コーポレートPPA (電力購入契約)	・契約で指定した再生可能エネルギーの発電設備の電力を長期購入する	・契約期間中の事業継続が前提となるため、契約できないケースも見受けられる
小売メニューからの購入	・再生可能エネルギーの比率が高い電力メニューを電気事業者から購入する	・通常の電力価格よりも割高となるケースが多い
環境価値証書の購入	・再エネ電力が生み出す環境価値を証書で購入する	・法的な証明が担保されず、取引価格も変動する

(資料) 資源エネルギー庁資料より当部作成

ESG経営に関連する国際・国内プログラム（一例）

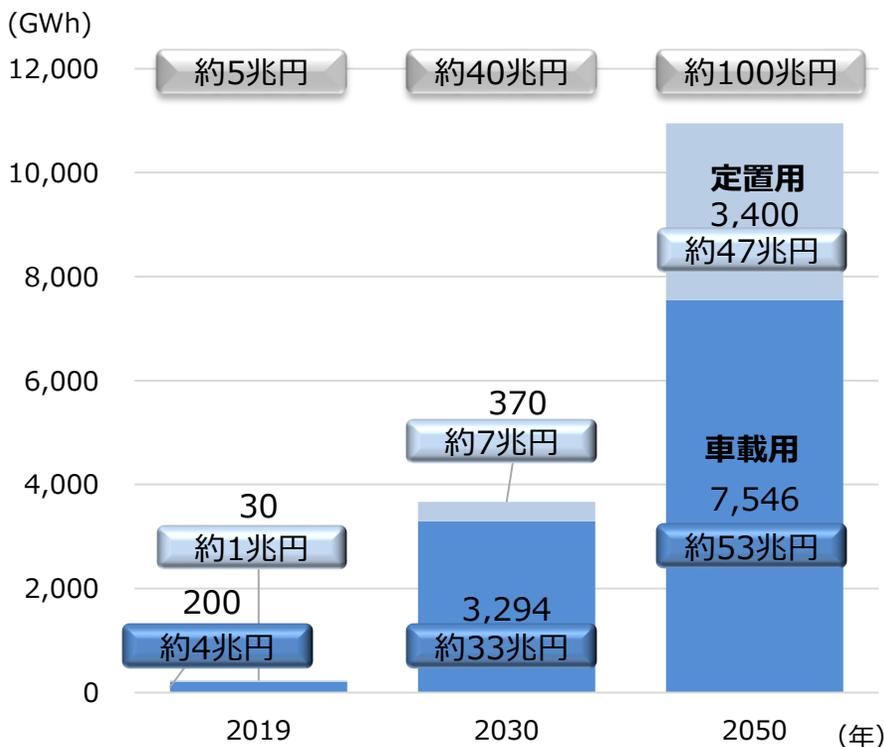
名称	概要・特徴
TCFD	・企業の気候変動に対する取り組み、影響に関する情報を開示する国際プログラム
SBT	・パリ協定で定められた目標（地球温暖化による気温上昇の抑制）実現のため、5～10年先を目標年として、GHG削減目標を設定する国際プログラム
RE100	・企業が事業運営に必要な使用電力を100%再生可能エネルギーで賄うことを目標とする国際プログラム
再エネ100宣言 RE Action	・企業、自治体、教育機関、医療機関など様々な機関が使用電力を100%再生可能エネルギーに転換する意思と行動を示し、導入を促進する国内プログラム

(資料) 各種資料より当部作成

3. 系統制約の緩和・解消 ～定置用蓄電池の普及～

- 蓄電池市場は車載用、定置用ともに拡大する見通し。当面は、EV市場の拡大に伴い、車載用蓄電池市場が急拡大しているが、2050年に向けて定置用蓄電池の市場も成長する見込みである。
- 日本においてもメガソーラー発電所に併設する蓄電池の整備は行われており、各地域における電力の安定供給に貢献するとともに、FIT制度からFIP制度への移行の中で、事業者利益を確保している事例もみられる。

蓄電池の世界市場の推移



(資料) 経済産業省資料より当部作成

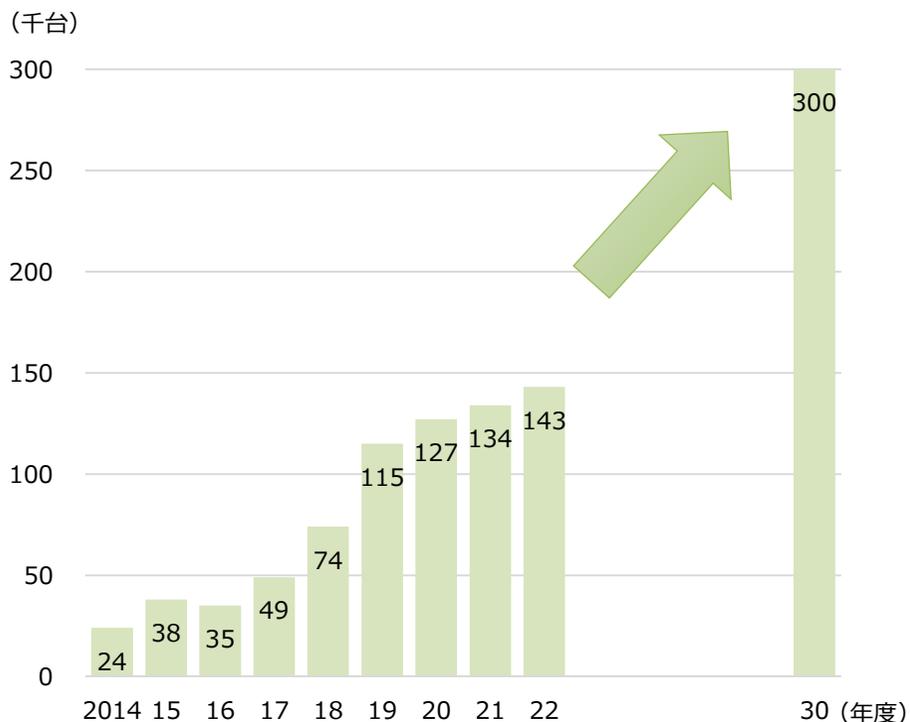
蓄電池併設型メガソーラーの事例

場所	容量	特徴
北海道	太陽電池容量:92.2MW 蓄電池容量:25.3MWh	農地に転用できない 湿地帯の活用
北海道	太陽電池容量:102MW 蓄電池容量:27.8MWh	国内最大 蓄電池併設型メガソーラー
北海道	太陽電池容量:64.6MW 蓄電池容量:19MWh	火力発電所と併設 (石炭、石油、バイオマス)
熊本県	太陽電池容量:92.2MW 蓄電池容量:8MWh	蓄電池設置により FIT⇒FIPへ制度移行
鹿児島県	太陽電池容量:2MW 蓄電池容量:0.8MWh	蓄電池併設型の先駆け

(資料) 各種資料より当部作成

- 因みに、2022年度の定置用蓄電池の国内出荷台数は143千台と、年々増加しており、2030年度には300千台にほぼ倍増すると予測されている。
- 日本においては、2022年度の累積出荷台数のうち8割強が設備容量10kwh未満と、住宅用蓄電池導入が先行して普及している。これは、カーボンニュートラル実現に向けた省エネ推進や災害時の備えを目的に、国や自治体による購入補助金の支援が行われていることも一因であるが、今後、**事業者向けの定置用蓄電池の活用が広がることで、事業インセンティブの向上はもとより、自立的な電源としての普及が進むことが期待される。**

定置用蓄電池の国内出荷台数の推移



(資料) 一般社団法人日本電機工業会提供資料より当部作成

蓄電池関連補助金の一例 (2023年度)

	制度名	特徴
国	子供エコすまい支援事業	6.4万円/戸
	DR補助金	最大60万円/台
各自治体	東京都	最大120万円/台
	広島市	一律3万円/台

(資料) 各種資料より当部作成

現状

【太陽光発電の導入量】

- ✓ 2022年の国内太陽光発電の累積導入量は68.8GWと、2012年のFIT制度開始以降10年間で約10倍に拡大

【導入目標】

- ✓ 政府は、2030年までに再生可能エネルギーの電源構成比を「36～38%」に引き上げる目標を設定
- ✓ うち、太陽光の発電割合は、足下の9%から「14～16%」に引き上げる方針で、累積導入量は「103.5～117.6GW」へ更なる拡大が必要

課題

【適地不足】

- ✓ 太陽光発電設備を設置する適地が不足し、導入拡大のネックに

【事業インセンティブの低下】

- ✓ 固定買取価格の引き下げに伴う収益性の悪化、FIP制度の導入に伴う収益予測の困難化などが事業参入のハードルに

【電力システムの制約】

- ✓ 電力システムでは、需給を常にバランスさせることが必要
- ✓ 再エネは気象条件により供給が変動する「変動面の制約」あり
- ✓ 送電設備には接続容量の上限が存在する「容量面の制約」あり

太陽光発電の更なる普及に向けて

適地不足の解消

- ✓ 農業者等との連携による営農型発電の普及
- ✓ ペロブスカイト太陽電池の実用化による発電施設の増加

事業インセンティブの向上

- ✓ ESG経営への取組強化要請による、PPAモデルの更なる普及
- ✓ 蓄電池を用いた売電シフトによる採算性の向上

系統制約の緩和・解消

- ✓ 電力会社による送電網の強化・拡充
- ✓ 電力システムにおける定置型蓄電池の更なる普及