

太陽光発電の オンライン制御化に向けて ～ オンライン化の費用対効果等について ～

2022年8月5日

一般社団法人 太陽光発電協会

本資料は、太陽光発電事業者がオンライン制御化を進める場合の参考となるように、第37回系統ワーキンググループ（2022年3月30日開催）にて太陽光発電協会が発表した資料をベースに作成したものです。

目次

0. はじめに
1. 九州エリア 旧ルール太陽光のオンライン化対応状況のアンケート結果
2. 九州以外のエリア 旧ルール太陽光 オンライン化対応状況アンケート結果
3. 旧ルール太陽光のオンライン制御化の初期費用の想定目安
4. オンライン化の想定メリット
5. オンライン化のメリット算定結果について：九州エリアの例
6. オンライン化による初期費用回収期間の目安：九州エリアの例
7. オンライン化の費用・メリット想定時の留意事項

- 電力の需給バランスを保つための必要な措置として実施される「再エネの出力制御」に関しては、2022年3月迄は九州エリアのみで実施されていた。
- 2022年4月以降は、北海道、東北、中国、四国のエリアにおいても出力制御が始まり、将来は、カーボンニュートラル（CN）の実現に向けて再エネの導入が拡大すれば、日本全国で実施されることが想定される。
- 再エネの出力制御の増大は、再エネ事業者にとっては事業予見性が損なわれ、またCNの実現に向けた再エネの最大活用にとっても望ましくないため、可能な限り出力制御を減らすための取組みが系統WGで議論され推進されている。
- 出力制御の低減に向けた取組みとしては、「**地域間連系線の増強・最大活用**」、「**火力電源等の最低出力引き下げ**」、「**揚水式水力や蓄電池の活用**」、「**需要創出**」等があり、**再エネ電源が出来ることとしては「オンライン制御化」**等がある。
- 九州エリアの場合、太陽光発電の**オフライン制御**は前日16時に制御量を確定し、発電事業者自らが当日8～16時に発電を停止する。一方、**オンライン制御**は当日2時間前の需給予測に応じた柔軟な調整が可能であり、**必要時間帯のみ制御されるため、オフライン制御に比較して制御量の低減が可能**となる。九州エリアでは**オンライン制御化**により再エネ制御量を約3割低減できたとの報告（2018年度実績）があり、他のエリアにおいても同様の効果が期待できる。
- 旧ルールの太陽光発電所の場合、**オンライン制御化**は義務ではないが、**オンライン化に伴う費用よりも制御量削減のメリットが上回る可能性が十分あるため、本資料を参考に費用とメリットの定量化・評価を実施頂ければ幸いである。**

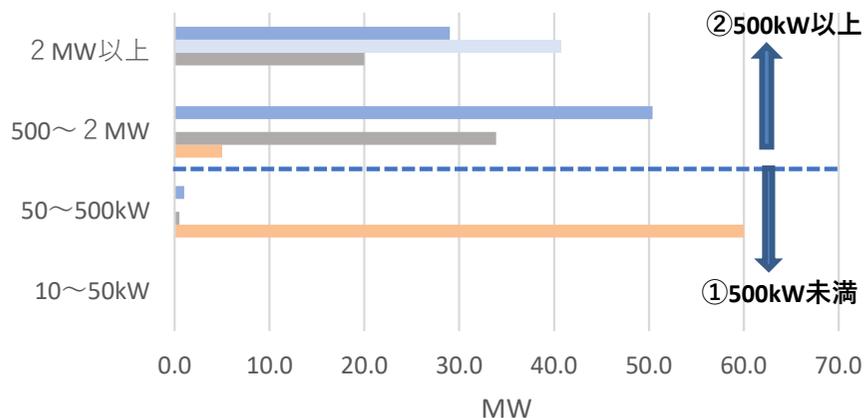
- **出力制御が既に実施されている九州エリア**の旧ルール太陽光のオンライン化への当協会会員の対応状況：
 - ① **500kW未満**：現在**制御対象外**であり、**オンライン化未対応（予定なし/未定）97%**であり、**対応済みは2%のみ**
 - ② **500kW以上**：既に制御対象であり、**オンライン化未対応（予定なし/未定）は3%**と少なく、**対応済みは44%**、**計画中が23%**、**未対応だが遠隔で出力停止可能が30%**
- **対応していない理由**：PCS等がオンライン化に対応していない。オンライン化の費用が高い（メリットに比べ）。遠隔で出力停止可能でありオンライン化は不要と考えている等。
- **課題**：①**12月から制御対象となる500kW未満**は殆どが未対応であり、オンライン化の啓発活動が重要。②**500kW以上**は、計画中を含め対応済みが**7割程度**とオンライン化が進んでいる。課題は「未対応だが遠隔で出力停止可能（30%）」についても、オンライン化のメリットを定量的に評価し可能な限りオンライン化を進めることが重要。

- ・アンケート実施期間：2021年12月
- ・アンケート実施対象：旧ルール太陽光を九州エリアに所有している太陽光発電協会の会員企業
- ・回答件数：14社（計241MW）

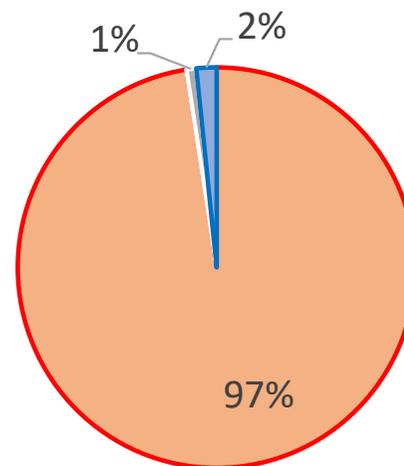
| (発電所の規模別) | ①500kW未満 | | ②500kW以上 | | (単位：MW) |
|------------------------|----------|----------|----------|-------|---------|
| | 10～50kW | 50～500kW | 500～2MW | 2MW以上 | |
| 出力制御オンライン化未対応（予定なし/未定） | 0.0 | 60.0 | 5.0 | 0.0 | 65.0 |
| オンライン化未対応だが遠隔で出力停止可能※1 | 0.0 | 0.5 | 33.9 | 20.0 | 54.4 |
| オンライン化を計画中(検討中含む) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 40.8 | 40.8 |
| オンライン化に対応済 | 0.0 | 1.0 | 50.4 | 29.0 | 80.4 |
| 合計容量 (MW) | 0.0 | 61.5 | 89.3 | 89.8 | 240.6 |

※1：電力会社指定の出力制御の技術仕様には対応していないが、事業者が遠隔で出力をゼロにできる機器を設置し技術者の現地派遣を回避している。

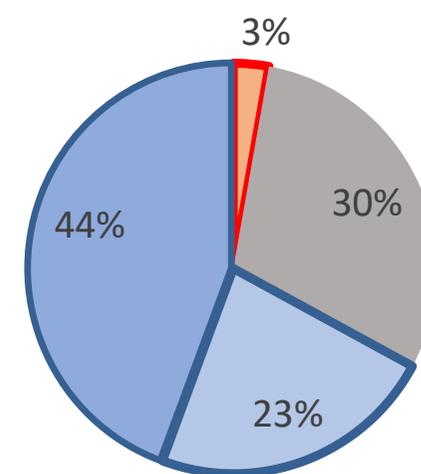
九州エリア 旧ルール太陽光 規模別



①500kW未満



②500kW以上



■ 九州以外のエリアの旧ルール太陽光のオンライン化への当協会会員の対応状況：

- ① 500kW未満：現在**制御対象外**であり、**オンライン化未対応（予定なし/未定）81%**であり、対応済みは**5%**のみ
- ② 500kW以上：既に制御対象であり、**オンライン化未対応（予定なし/未定）は23%**、**対応済みは40%**、**計画中が14%**、**未対応だが遠隔で出力停止可能が23%**

■ **対応していない理由**：オンライン化のメリットが不明（抑制の実績がない）、PCS等がオンライン化に対応していないから等。

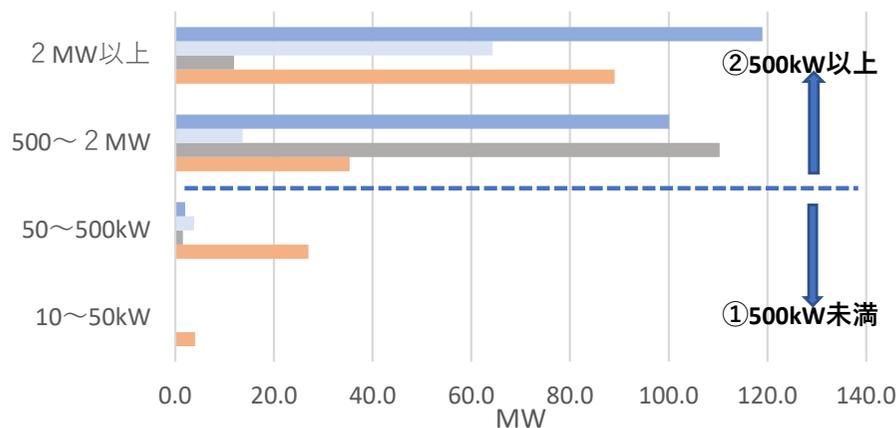
■ **課題**：アンケートが実施された**2021年12月時点**では出力制御が開始されていないこともあり、九州エリアに比べオンライン化が進んでいない。現在制御の対象となっていない**①500kW未満**については未対応が8割以上と高く、**②500kW以上**についても、計画中を含め対応済みが**5割程度**に留まっている。**特に、2022年4月以降に出力制御が開始されたエリアや、始まる可能性が高いエリアにおいては、メリットの定量化を含め、オンライン化に向けた準備を進めることが重要。**

- ・アンケート実施期間：2021年12月
- ・アンケート実施対象：旧ルール太陽光を九州以外のエリアに所有している太陽光発電協会の会員企業
- ・回答件数：14社（計582MW）

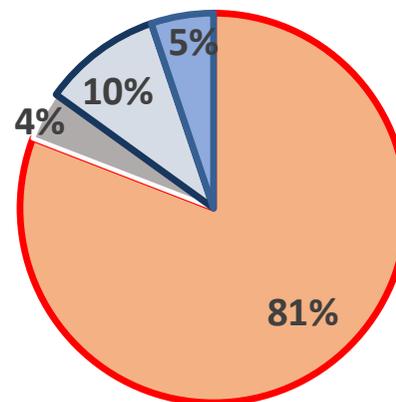
| (発電所の規模別) | ①500kW未満 | | ②500kW以上 | | (単位：MW) 合計 |
|------------------------|----------|----------|----------|-------|---------------|
| | 10~50kW | 50~500kW | 500~2MW | 2MW以上 | |
| 出力制御オンライン化未対応（予定なし/未定） | 4.0 | 27.0 | 35.3 | 89.0 | 155.3 |
| オンライン化未対応だが遠隔で出力停止可能※1 | 0.0 | 1.6 | 110.3 | 11.9 | 123.8 |
| オンライン化を検討中/計画中 | 0.0 | 3.8 | 13.7 | 64.3 | 81.8 |
| オンライン化に対応済 | 0.0 | 2.0 | 100.1 | 119.0 | 221.1 |
| 合計容量 (MW) | 4.0 | 34.4 | 259.3 | 284.2 | 581.9 |

※1：電力会社指定の出力制御の技術仕様には対応していないが、事業者が遠隔で出力をゼロにできる機器を設置し技術者の現地派遣を回避している。

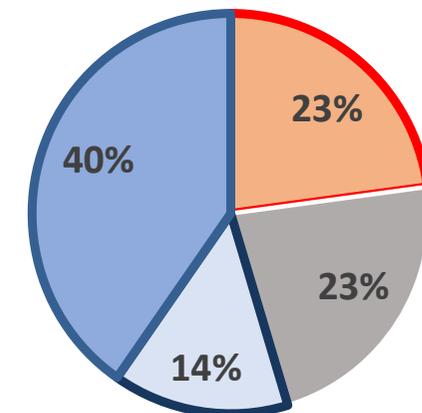
九州以外のエリア 旧ルール太陽光 規模別



①500kW未満



②500kW以上



3. 旧ルール太陽光のオンライン制御化の初期費用の想定目安



以下の初期費用の金額は、会員企業数社へのヒヤリングとアンケートに基づくものであり、あくまでも一例としての目安である。実際の費用は、条件によって大きく異なることに留意が必要。また、初期費用に加えて通信費等も発生。

実際の費用を算出する際は、発電所毎にPCSメーカーやサービス提供者から費用見積もりの入手が必要

| 発電設備規模 | PCSメーカー立合い調整費 | 制御機器 通信機器 | 現場設置調整 工事費用 | 初期費用 合計目安 (概算) |
|-----------------|------------------------|--------------|--------------------|----------------------------------|
| 低圧 (10-50kW) | 施工店実施 | 10～20万円 | 販売施工店 | 20～50万円 |
| 高圧 50kW～500kW | PCSメーカーによって異なるため個別見積もり | 20万円～100万円 | 施工店、制御機器メーカーの個別見積り | 50万円～300万円 |
| 高圧 500kW～2 MW未満 | | 100～200万円 | | 200万円～700万円 規模・PCSの台数等によっても変動 |
| 特別高圧 | 専用線による、特別工事を伴う | | | 2000万～ 4000万円 規模により大きく変動 |

なお、出力制御オンライン化非対応PCS（パワーコンディショナー）の場合、別途、PCS交換費用が発生するケースがある。旧ルールの下に設置されたPCSについては、各一般送配電事業者が公開している出力制御機能の技術仕様に対応できない機種が存在する。PCSの交換費用が大きくコスト回収に多くの年数が必要な場合は、次のPCS交換の際にオンライン化に対応することも選択肢の一つ。なお、PCSの耐用年数や改修の時期（10年～20年等）については、メーカーに確認のこと。

- オンライン化による経済的なメリットは、制御一回当たりの制御時間が、オフラインよりも短くなることに加え、現地操作が不要となることによる実務上の負担軽減や人件費削減が挙げられる。
- 制御時間短縮による経済的メリットについては、「個別発電所の発電量」見通し、エリア内の「オンライン化によって低減できる制御量の割合」見通し、「個別発電所の売電単価」等の要因によって異なるため、個別の前提を用いて計算する必要があるが、式で表すと以下の通り。

$$\begin{aligned} \text{1年間の経済的メリット (円)} &= \text{個別発電所の年間発電量見通し (kWh)} \times \text{個別発電所の売電単価 (円/kWh)} \\ &\quad \times \text{オンライン化によって低減できる制御量の割合見通し (\%)} \end{aligned}$$

- ここでは、出力制御が発生している九州エリアを例に、あくまでも参考として**制御時間の短縮による経済的メリット**を算定。なお、オンライン化により技術者の現地派遣費を削減できる場合があるが、専用の機器設置により、遠隔で出力を停止できる別の手段もあるため、経済的メリットの算定には含めていない。（もし、そのような専用の機器を導入していない場合はメリットに含められる）
- 算定するにあたって想定した前提条件は以下の通り
 - オンライン化によって削減できる出力制御の割合の見通し：総発電量の3.3%
(九州電力送配電殿による2022年度出力制御量見通しより算定。オフライン設備9.4%とオンライン設備6.1%の差より)
 - 発電所の設備利用率：14.5%（調達価格等算定委員会の資料より、10kW以上全体の平均値）
 - 売電単価：10円/kWh～40円/kWh

例えば、発電所の設備容量500kW、売電単価24円/kWhとした場合

$$\text{年間発電量 (kWh)} = 500\text{kW} \times 8760\text{時間} \times 14.5\% = 635,100\text{kWh}$$

$$\text{従って、1年間の経済的メリット (円)} = 635,100\text{kWh} \times 24 \text{円/kWh} \times 3.3\% = \underline{\underline{502,999\text{円}}}$$

[参考3]2021年度九州本土における出力制御の見通し

27

- 2022年2月までの出力制御実績を踏まえて、2021年度の九州本土における出力制御見通しの見直しを実施した結果、第31回系統WGで報告した見通しから0.4%少ない4.2%程度となる見込み。

＜太陽光出力制御見通し（各制御区分別）＞ (%, [億kWh])

| | 出力制御率 ^{※1} [制御電力量] | | | | | |
|---------------------------------|-----------------------------|---------------|------------------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|
| | 制御対象設備のみ | | | | | 全設備 |
| | 旧ルール オフライン | 旧ルール オンライン | 旧ルール 10kW以上 500kW未満 オフライン | 無制限・無補償 ルール | 制御対象 設備計 | |
| 2021年度見込み 【前回】 ^{※2} | 12.3 [2.7] | 6.4 [1.6] | 制御対象外 | 4.9 [1.5] | 7.5 [5.8] | 4.6 [5.8] |
| 2021年度見込み 【今回】 | 10.8 [2.4] | 5.1 [1.3] | 制御対象外 | 4.7 [1.4] | 6.6 [5.1] | 4.2 [5.1] |
| (参考) 2022年度見込み ^{※3} | 9.4 ^{※4} [1.8] | 6.1 [1.9] | 3.2 ^{※4,5} [0.9] | 9.0 [3.2] | 6.9 ^{※4} [7.9] | 5.2 ^{※6} [7.3] |

※1 各区分の太陽光出力制御量/各区分の太陽光総発電量(出力制御量含み)にて算出。全設備は10kW未満の出力制御対象外設備を含む太陽光総発電量(出力制御量含み)に対する太陽光出力制御量の割合を示す。

※2 第31回系統WG(2021.9.30)での掲載値。

※3 第35回系統WG(2021.12.15)での掲載値。

※4 オンライン代理制御分の出力制御率(制御電力量)は、オフライン相当(8時間)の制御時間に換算した値で算出。

※5 旧ルール10kW以上500kW未満オフラインは、オンライン代理制御導入(2022年12月)以降の4か月間のみを出力制御対象としたときの値。

※6 実際の制御時間で評価した値。

＜2021年度太陽光出力制御見通し（全設備）の月別内訳＞ (%)

| | 4月～8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 | 年度累計 |
|------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 前回 ^{※7} | 6.0 | 0.3 | 7.6 | 1.8 | 1.8 | 2.2 | 2.1 | 6.1 | 4.6 |
| 今回 ^{※8} | 6.0 | 1.7 | 3.7 | 1.7 | 0.3 | 2.1 | 0.7 | 6.1 | 4.2 |

※7 第31回系統WG(2021.9.30)における2021年度見通しの各月想定値(2021年8月までは実績値を記載)。

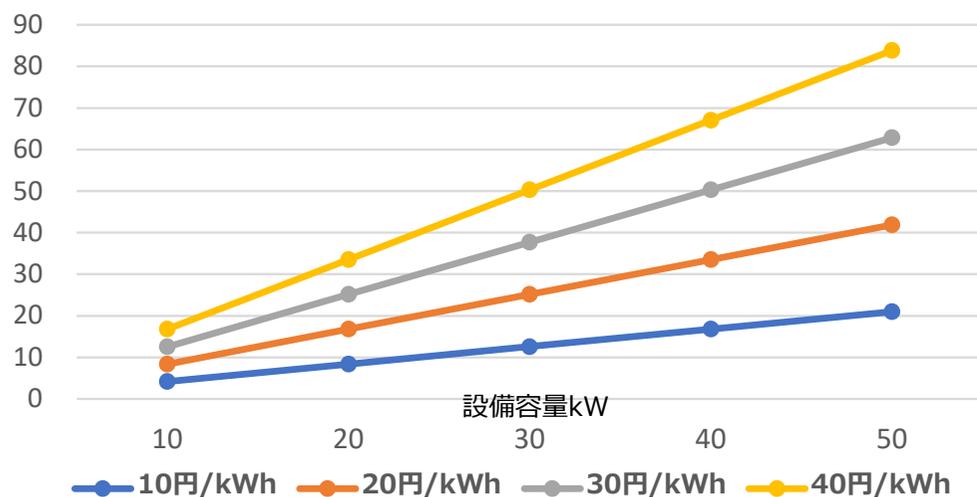
※8 2022年2月までは実績値を記載。

5. オンライン化のメリット算定結果について：九州エリアの例

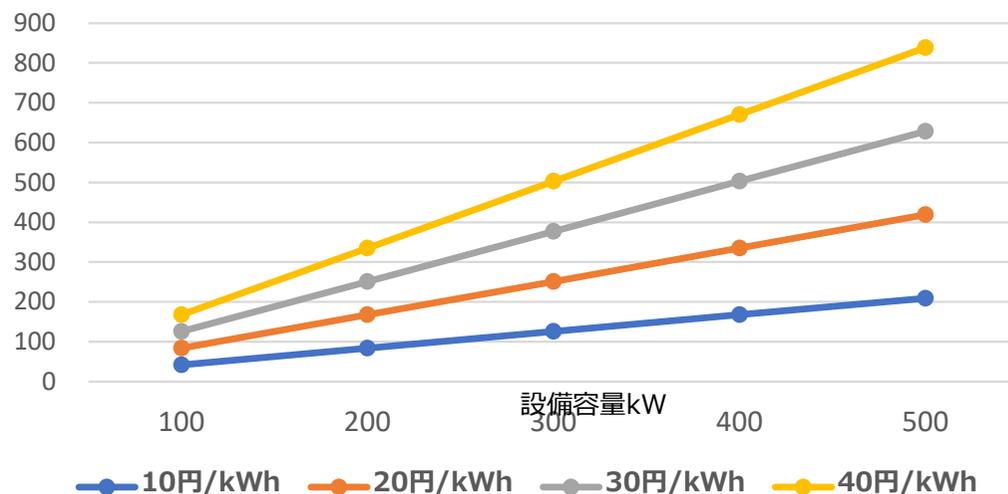


参考までに、九州エリアを例にオンライン化による経済的な年間メリットを、前述の4で示した前提条件（設備利用率14.5%、オンライン化に出力制御の削減割合3.3%）で算定した。設備容量(kW)と売電単価によりメリットは大きく異なる。実際のメリットは、エリア毎のオンライン化による出力制御の削減割合見通し、発電所毎の年間発電量見通しと売電単価を用いて算定する必要がある。

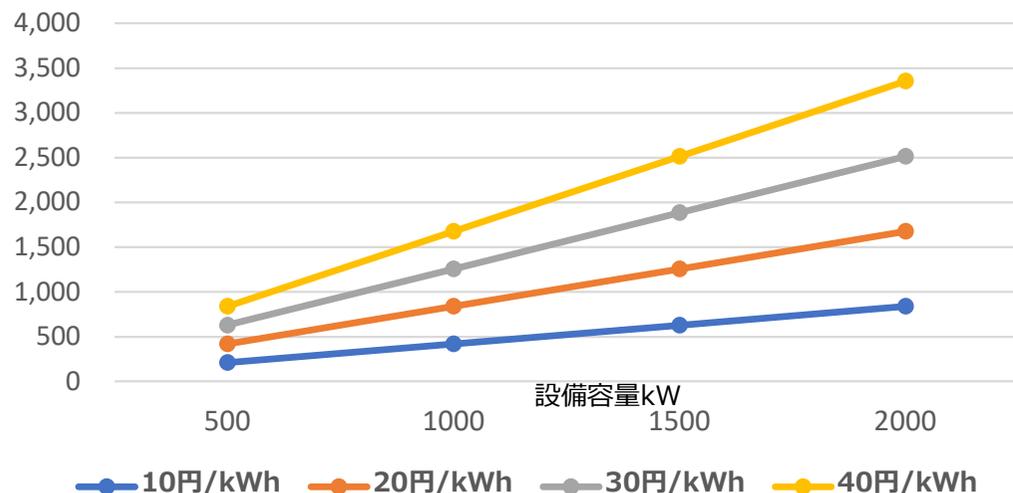
千円/年 低圧 (10kW~50kW)



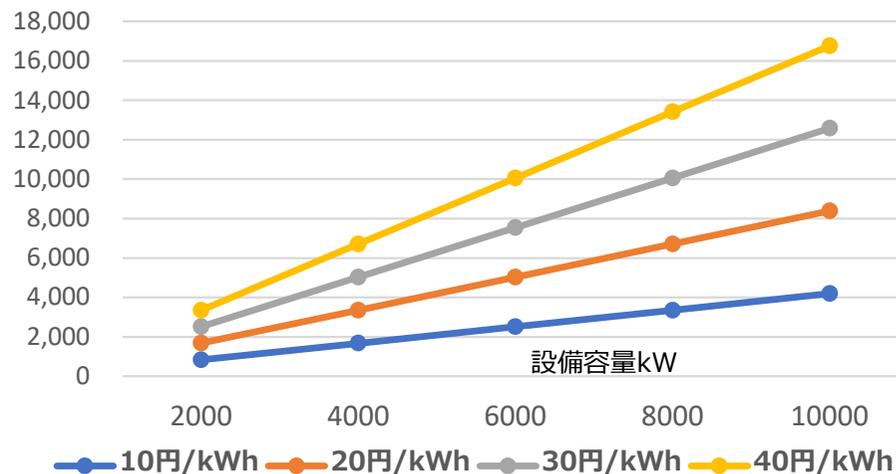
千円/年 高圧 100kW~500kW



千円/年 高圧 500kW~2000kW

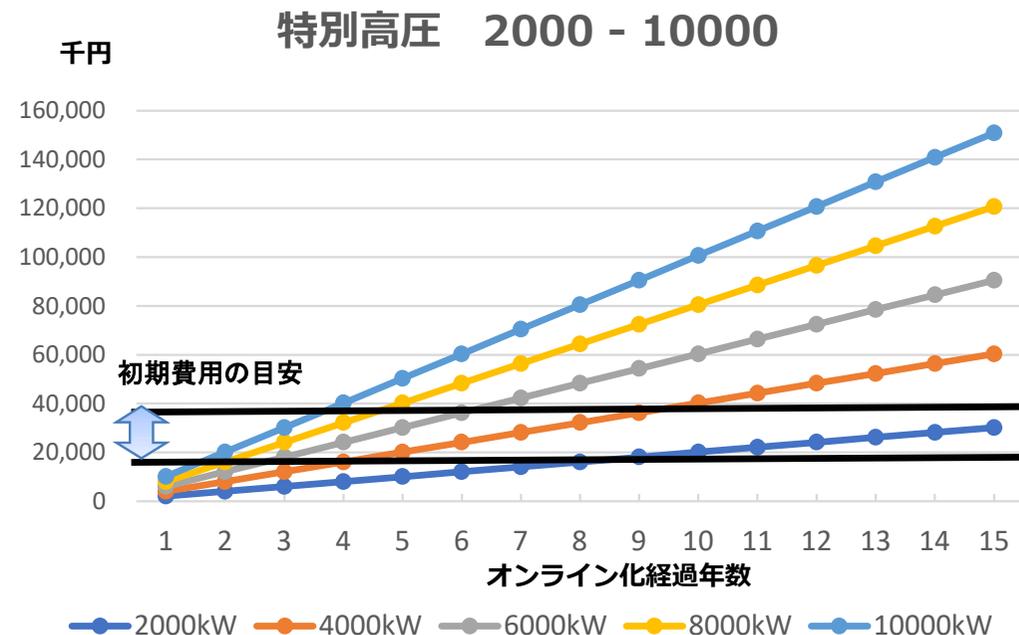
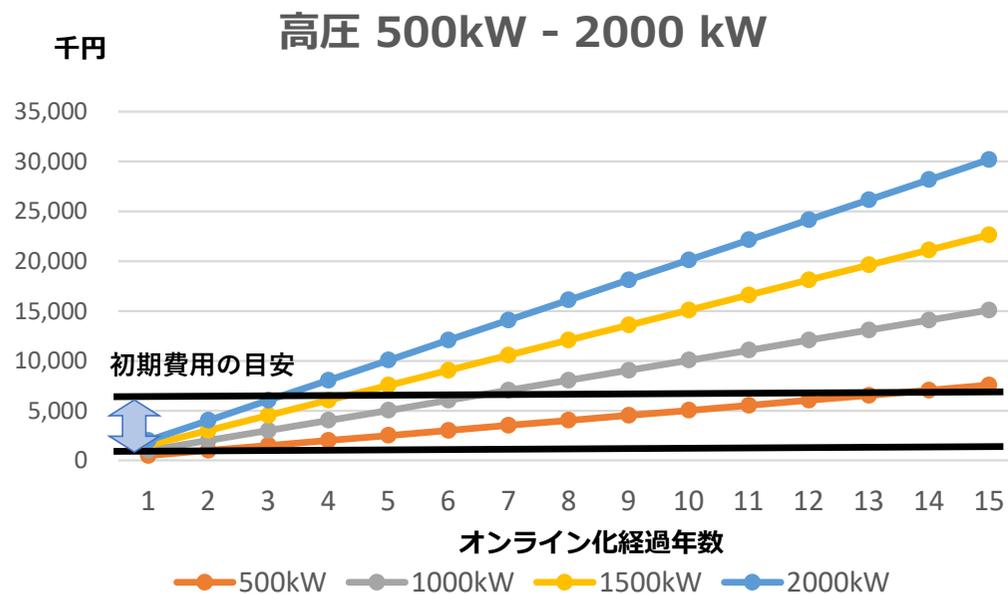
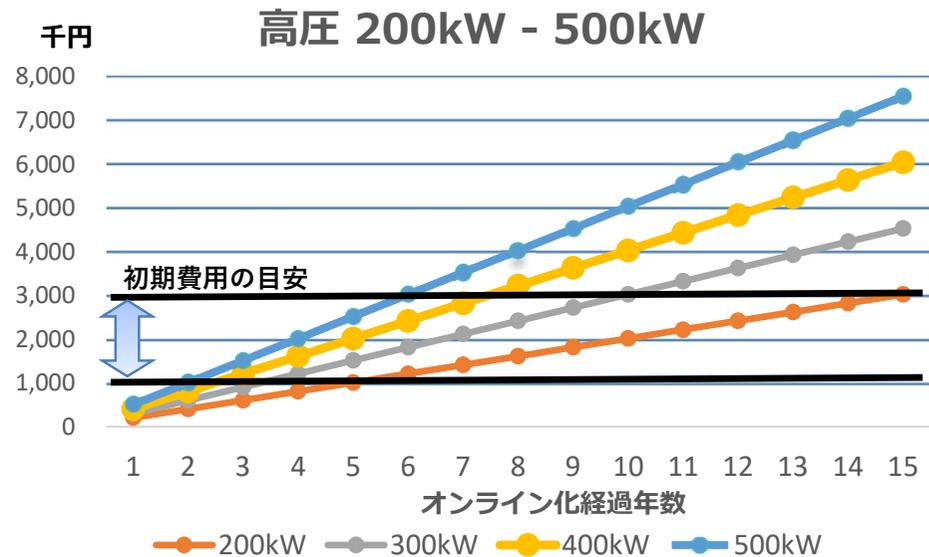
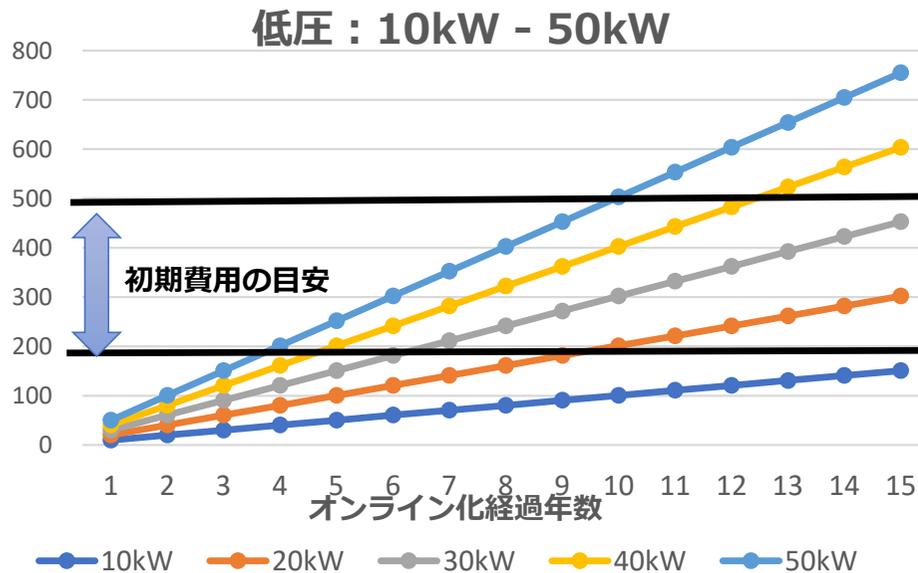


千円/年 特別高圧 2000~10000kW



6. オンライン化による初期費用回収期間の目安：九州エリアの例 JPEA

参考までに、九州エリアを例に売電単価24円/kWhのケースでオンライン化による経済的なメリットを前述の4で示した前提条件（設備利用率14.5%、オンライン化に出力制御の削減割合3.3%）で算出し、前述3で目安として示した初期費用を何年で回収できるかを算定した（金利0%として）。なお、実際の回収期間は売電単価によって異なるため、個別の算定が必要。また、通信費等の初期費用以外のコストは考慮していない。**全体として、設備容量が大きい程、費用回収期間が短い傾向。**



- **オンライン化の初期費用**：前述3及び6で示したオンライン化の初期費用はあくまでも目安であり、実際の費用は条件により異なる。従って、個別のケース毎に見積もり等による確認が必要。また、通信費等の維持費が別途発生する場合があるので費用対効果の算定時には留意が必要。
- **九州エリアにおける「オンライン化による出力制御量削減の見通し」**：既に出力制御が実施されており、オンライン設備とオフライン設備それぞれの出力制御見通しが算定され公表されている（7ページ参照）。このような情報を参考にオンライン化によって削減できる出力制御の割合を想定することが可能。2022度の出力制御比率として、旧ルールオンライン設備が6.1%、旧ルールオフライン設備は9.4%と見込まれており、その差3.3%（総発電量に対する比率）がオンライン化による削減量と想定される。なお、2023年以降については、制御量が減る可能性は低いため、2022年度の数値を用いて、前述6の初期費用回収期間の目安の算定を行った。
- **九州以外のエリアにおける「オンライン化による出力制御量削減の見通し」**：オンライン設備とオフライン設備それぞれの出力制御率の見込み等が公表されていないため、「オンライン化による出力制御量削減」の見通しを想定することは困難。一方、2022年4月以降に出力制御が開始されたエリアにおいては、九州エリアの例を参考にメリットを想定しつつ、見積もり等でオンライン化の費用を確認する等、オンライン化の費用対効果を直ぐにでも確認することが肝要。
- **オンライン化による現地派遣費の削減の可能性**：本資料においては、専用の機器設置により、オンライン化とは別に遠隔で出力を停止できる手段があるため、「制御時間の短縮による経済的メリットのみ」を算定している。一方、オンライン化により現地操作が不要となり、人件費削減効果が明らか場合は、そのメリットも考慮すべき。（一例として、一回当たりの派遣費用が4万円で、年15回の制御回数ケースでは、年間の削減効果が60万円程度となる。）

オンライン化が義務付けられていない旧ルールの太陽光発電においては、オンライン化によって得られる事業者の経済的メリットが費用を上回る可能性は十分あり、またオンライン化の推進は再エネの主力電源化に不可欠と言える。未だ検討が進んでいない事業者におかれては、是非定量的な評価を実施願いたい。本資料が、そのような評価の実施とオンライン化の推進の一助となれば幸いである。