

2024年4月2日
産業調査部**Mizuho Short Industry Focus Vol.225****太陽光発電の拡大とパネル資源循環の
好サイクル形成に向けて**

〈要旨〉

- ◆ FIT 制度により導入が急拡大した太陽光発電設備の「終活」、つまり使用を終了した太陽光パネルの処理が、安全性確保やサステナビリティの観点から課題となっている。2030年代半ばに見込まれる大量廃棄時代に向けて資源循環の促進が必要だが、重量が大きい一方で回収可能な有価物の価値が低い製品特性に加えて、回収・処理の仕組みも未整備であり、資源循環は自然には進みにくい状況である。今後廃棄量の増加に伴い、資源循環フロー上に潜在的に積みあがっている問題が顕在化することが懸念される。
- ◆ 一方で、国の再生可能エネルギー戦略において、太陽光発電はいっそうの導入拡大が求められており、設備新設や技術革新のみならず、適地が限られる中では既設設備のリパワリングも必要となる見込みである。しかし、太陽光パネルのリプレースには既設パネルの処分を伴うため、静脈側の体制が整備されないままでは、リプレースを進めることができず、結果として再生可能エネルギー戦略の遅れにもつながるおそれがある。エネルギー政策と資源循環政策を総合的にとらえ、資源循環によりサステナブルに太陽光発電を成立させていくことが求められる。
- ◆ 資源循環によるサステナブルな太陽光発電を実現するためには、静脈産業側において「適正処理・資源循環」の仕組みを構築したうえで、発電事業者への働きかけで設備の放置を防ぎ、「適正排出・発電強化」に誘導するという両面のアプローチが重要となる。そのためには、①リパワリング推進のためのモニタリング・メンテナンス強化とセカンダリー市場活性化、②リパワリング(リプレース)により排出増加が見込まれるリユース可能パネルの流通促進、③廃棄処理となるパネルに対する高度リサイクル体制の整備、の3点が課題となる。
- ◆ いずれの課題も、各ステークホルダーが現状の市場ルールにおける合理的行動をとることで、「あるべき姿」を遠ざけているという共通点がある。あるべき姿につながるような行動への変容を促すことが必要であり、そのための解決方向性として、①政策等による誘導と、②その実効性・効率性を高めるデジタルプラットフォームの構築・運用が考えられる。これらにより、経済性だけでなくサステナビリティとのバランスをとった行動が促される市場環境への転換が求められる。

1. 太陽光パネルの資源循環の必要性

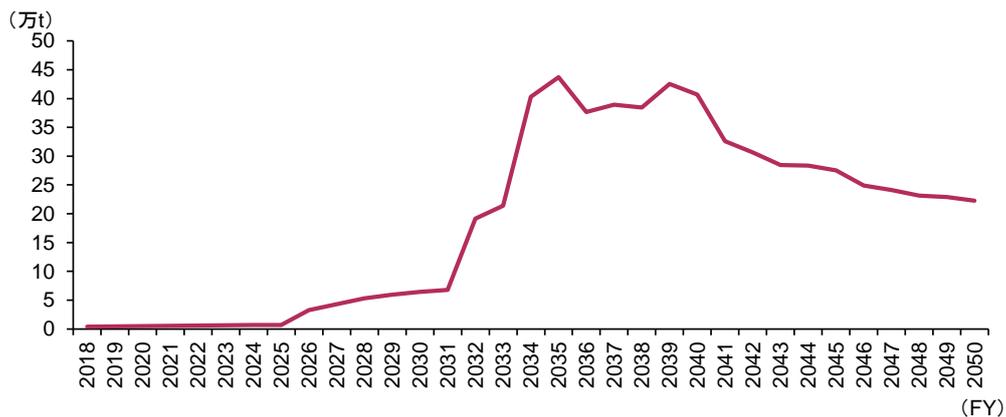
2024年1月、再エネ発電設備の廃棄・リサイクルに関する中間とりまとめが公表

2024年1月、経済産業省資源エネルギー庁と環境省が共同開催する「再生可能エネルギー発電設備の廃棄・リサイクルのあり方に関する検討会」(以下、検討会)は、太陽光発電事業者が再エネ特措法に基づく新規認定申請を行う際に、含有物質情報が登録された型式の太陽光パネルを使用することを求める内容などを盛り込んだ中間とりまとめを公表した。背景には、FIT制度(固定価格買取制度)により導入が急拡大した太陽光発電設備の「終活」、つまり使用を終了したパネルの適正処理に向けた問題がある。

FIT 制度により導入が急拡大した太陽光パネルの安全・適正な処理が課題に

2012 年 7 月に FIT 制度が開始されると、再生可能エネルギーの導入は大幅に増加した。特に、設置しやすい太陽光発電については、FIT 制度開始前の 2012 年 6 月までの導入量が約 560 万 kW だったのに対し、制度開始後 2022 年度までに約 6,100 万 kW が導入された¹。この設備容量を支えている大量の太陽光パネルが、使用終了を迎えると産業廃棄物として排出されることになる。使用済太陽光パネル排出量は、FIT 制度開始当初に導入された太陽光発電システムが FIT 買取期間終了となる 2035 年頃にピークを迎え、その後 2040 年頃に設備寿命による第 2 のピークが到来した後は緩やかに減少し、その後一定量で推移するものと予測される(【図表 1】)。環境省によると、2021 年には年間 2,257t 程度の太陽光パネルが、災害等による破損や事業終了などにより廃棄されていたが²、図表 1 の通り、ピーク時の排出量はその 200 倍ほどになることが予想される³。これを、安全かつ適正に処理しきれんかが課題となっている。

【図表 1】太陽光パネルの排出量予測(みずほ銀行産業調査部試算)



(注) 試算条件は次のとおり: 太陽光パネルの導入枚数は 2030 年エネルギーミックス及び 2050 年弊行試算の電源構成を前提にバックキャストで算出。パネルの寿命を 25 年で設定。パネルの重量は性能向上に伴い、出力 1W あたりの重量が減少。AC/DC 比(発電システム容量に対するパネル容量比率。過積載によって 1 より大きくなる)を考慮。事業用太陽光は 20 年間の FIT 適用期間終了後に 50%程度が排出、住宅用太陽光は緩やかに排出が進むと仮定。また、毎年一定程度のパネルが事故等により破損することを想定して排出量に加算(大規模災害は想定せず)

(出所) 各種公開情報より、みずほ銀行産業調査部作成

「中間とりまとめ」により、有害物質を含むパネルの安全・適正処理の課題には一定の対応

適正処理の最低ラインとしては、一般的な太陽光パネルにごく少量含まれている鉛や、一部の太陽光パネルに含まれるカドミウム、ヒ素、セレンといった化学物質について、その含有情報を中間処理業者が把握したうえで安全な方法で破碎処理し、管理型最終処分場に埋め立てることが考えられる。ただし、太陽光パネルの型式は、JPEA 代行申請センター(JP-AC)⁴の太陽光パネル型式登録リストに掲載されているだけでも 2 万 6 千種以上にのぼる。またメーカーがすでに廃業しているケースなどでは、どのパネルにどのような化学物質が含まれているか自体、情報がなく判別が難しい場合も多い。情報が無い場合は、中間処理時点での安全性確保や、最終処分場での受け入れ判断が難しくなる。上述の検討会の中間とりまとめにおける含有物質情報の登録義務化は、これらの問題に対応したものといえる⁵。

¹ 経済産業省「再生可能エネルギー発電設備の廃棄・リサイクルのあり方に関する検討会(第 1 回)資料 2(2023 年 4 月 24 日)。なお、FIT 制度開始後の導入量については、FIT 制度の適用を受けずに開発された非 FIT 設備分を含まない点に留意が必要。

² 環境省「再生可能エネルギー発電設備の廃棄・リサイクルに係る現状及び課題について」(2023)

³ 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)は FIT 買取期間終了を契機とした排出発生割合について複数シナリオを設定して推計しており、2035~36 年に年間最大排出量 17~50 万トン程度のピークが到来するシナリオと、FIT 買取期間終了による排出を想定せず、大きなピークなく 2030~40 年代前半にかけ年間約 17 万トンの排出量まで増加していくシナリオを予測している(「太陽光発電リサイクル技術開発プロジェクト 事後評価報告書」(2020))。また、一般社団法人再生可能エネルギー長期安定電源推進協会(REASP)は、再生可能エネルギー発電設備の廃棄・リサイクルのあり方に関する検討会(第 4 回)説明資料において、FIT 買取期間終了による第 1 のピーク(2035 年頃)と設備耐用年数経過による第 2 のピーク(2042 年頃)を想定するなど、複数の見方がある。

⁴ 一般社団法人太陽光発電協会(JPEA)傘下の組織であり、経済産業省からの委託業務に対応するために設置された独立したセンター。太陽光発電設備の電子申請および定期報告の代行業務等を行う。

⁵ 含有物質情報の登録・管理等は、上述の JP-AC 太陽光パネル型式登録リストを活用して行われる予定とされている。

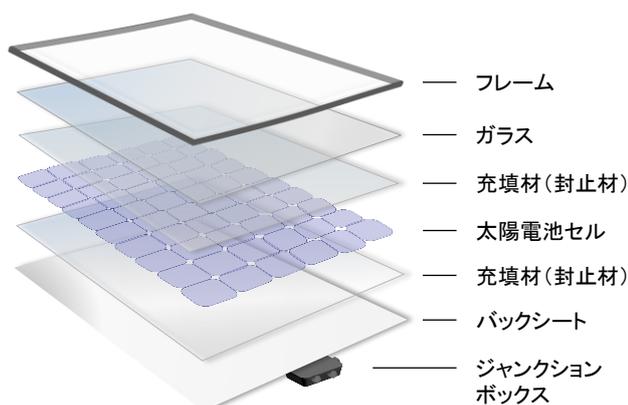
よりサステナブルな処理のためにはリユース・リサイクルが必要だが、太陽光パネル特有の問題がある

太陽光パネルは重量の大半を収益性の低いガラスが占め、リサイクルのインセンティブが低い

しかし、最終処分場がひっ迫している⁶上に、今後廃棄パネルの大幅な増加が見込まれる中、破碎・埋め立てという処理方法には限界がある。環境負荷を踏まえても、回収したパネルをサステナブルに処理し続けるためには、できる限りリユースやリサイクルといった資源循環の流れに乗せていくことが求められる。それでは、太陽光パネルの資源循環にあたり、具体的に何が問題となるのか。問題は大きく 2 種類ある。1 つは、「太陽光パネル」という製品の特性そのものに付随する問題、もう 1 つは回収・処理に関する制度・仕組み上の問題である。

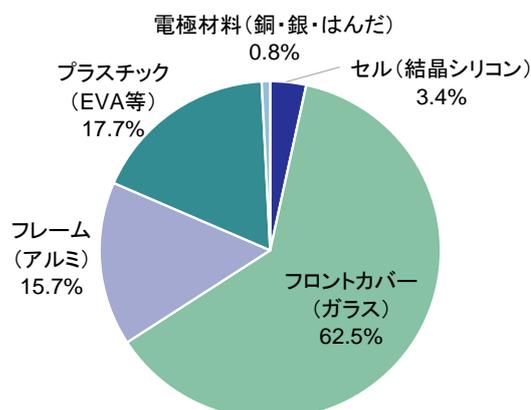
現在流通している太陽光パネルの多くは、「結晶シリコン系」と呼ばれるもので、太陽電池セルを充填材(封止材)で挟んでバックシートを貼り、上からガラス製のフロントカバーを密着させてアルミフレームで固定する構造となっている(【図表 2】)。産業廃棄物処理の観点からみると、重量の 6 割以上を採算性の低いガラスが占めており、処理手数料以外の収益源となる有価物は、重量の 1%にも満たない銅と少量の銀、およびアルミフレームが主となっている(【図表 3】)。簡単に取り外しできるアルミフレームのみ回収した後は、手間のかかるガラスの取り外しは行わず粉碎処理し、銀や銅のみ抽出した状態で大量の残渣が最終処分場に埋め立てられるケースが多い。カバーガラスを分離する技術開発も進んではいるものの、取り外したガラスのリサイクル用途が限定的であり、結局埋め立てざるを得ないという事情もある。このように、回収できる有価物がごく少量でリサイクルのインセンティブが低いことが、製品特性に付随する主な問題である⁷。

【図表 2】 太陽光パネルの構造(結晶シリコン系の場合)



(出所) NEDO「太陽光発電開発戦略 2020(NEDO PV Challenges 2020)」より、みずほ銀行産業調査部作成

【図表 3】 素材構成比



(注) EVA は Ethylene Vinyl Acetate Copolymer の略で合成樹脂
(出所) NEDO「太陽光発電開発戦略 2020(NEDO PV Challenges 2020)」より、みずほ銀行産業調査部作成

廃棄量の少ない現時点では、回収・処理に関する制度・仕組みも整備不十分

もう 1 つの問題は、回収・処理に関する制度・仕組みの不十分さである。現状はまだ廃棄量が限定的ということもあり、太陽光パネルの回収・処理に関する制度・仕組みが個別に整備されているわけではない。例えば家電や自動車のような個別法によるリサイクル義務はなく、リユースについても環境省がガイドラインを出しているものの必要な検査を行う事業者は限定的で供給量は多くない。また、改正 FIT 法により廃棄時の適正処理のための費用積立制度が始まったものの、撤去・運搬にかかるコストやリサイクル率の高い手法による中間処理を行うための処分費用を踏まえると、金額として不十分とも言われている。太陽光発電事業者が、処分費用の負担を避けて事業終了後に設備を廃棄せず放置していても、現状ではその実態把握や廃棄の働きかけは難しい。さらに、排出されたパネルの回収も、総量が少ないこともあって場当たり的に行われている地域が多い状況となっている。このように未成熟な仕組みのまま 10 年後の大量廃棄フェーズを迎えると、資源循環フローの各所で山積している問題が顕在化することになる(【図表 4】)。

⁶ 令和 5 年版環境白書・循環型社会白書・生物多様性白書によると、2020 年度における産業廃棄物最終処分場の残余容量は 1.57 億 m³、残余年数は 17.3 年となっている。長期的に残余年数は増えているものの、残余容量は減少傾向であり、将来の最終処分場のひっ迫が懸念されている。

⁷ ただし、3 章に後述する通り、経済安全保障の観点では国内で有価物(特に銀)を回収すべきという考え方もある。

【図表 4】太陽光パネルの資源循環フローと問題点

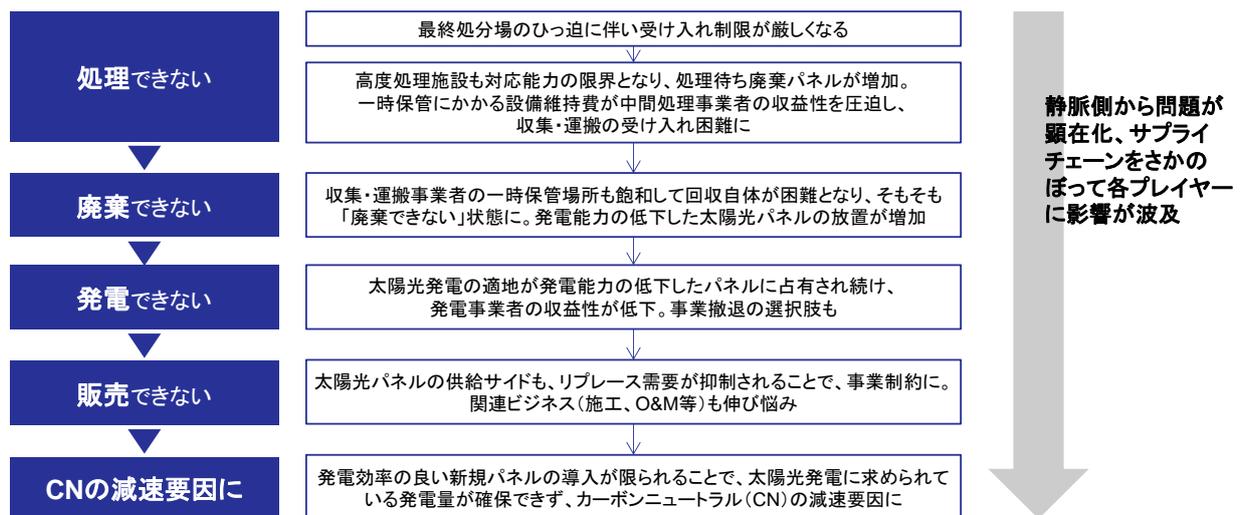
	発電事業者 (所有者)	撤去事業者 (排出者)	収集・運搬事業者	中間処理業者	再資源化事業者	最終処分業者 (埋立)
現状の問題点	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 撤去依頼先が不明 ◆ 廃棄費用の認識不足 ※ 特に住宅用 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 撤去後の処理依頼先が不明 ◆ 依頼発生タイミング・場所の予測が困難 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 回収の仕組みがアナログ ◆ 廃掃法上の制約(県をまたぐ収集運搬等) <ul style="list-style-type: none"> — 積替保管の量的・日数的制約 — 自治体別の運用 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 設備稼働率が低い(単独採算困難) ◆ 有価物の選別率を向上させる必要あり 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 水平リサイクルは困難 ◆ 再生ガラスの付加価値の低さ 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 化学物質を含む可能性がある場合、安定型処分場では対応不可
大量廃棄フェーズに想定される問題	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 廃棄費用の準備不足による、故障パネルや発電終了設備の放置増加 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 人手不足もあって撤去作業に対応しきれない 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 効率的に回収することができず、排出に対して回収が後手に ◆ 地域によっては回収しきれない可能性 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 廃棄量に対し処理能力が不足し、処理待ちが多発 ◆ パネル保管場所にかかるコストが増大 ◆ 再生ガラス需要に対する供給過多で販売できない 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 再生ガラスの価値が低いままでは材料受け入れに限界 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 含有物質不明の場合、管理型処分場から受け入れ拒否 ◆ 最終処分場ひっ迫に伴う受け入れ制限

(出所) 各種公開情報より、みずほ銀行産業調査部作成

資源循環対策の遅れが太陽光発電の拡充を阻害するおそれ

こうした問題が顕在化してくると、資源循環の観点のみならず、エネルギー創出の観点でも悪影響が生じることが予想される。日本政府は、2050年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにするカーボンニュートラルの達成を目指すことを宣言しており、太陽光発電は2050年時点では現在の3倍以上の導入量が必要と考えられる⁸。日本の国土においては太陽光発電の適地が限られる中、これを実現するためには、営農型太陽光発電の促進や次世代型太陽電池等による適地拡大・新規導入はもちろんのこと、設置済のパネルをリプレースするなどリパワリングを進めていくことも必要となる。国の施策としてもリパワリングを促す方向で制度の見直しが行われたところだが⁹、スムーズな設備交換には、そもそも既設分の古いパネルを適切に廃棄処分できることが前提となる。資源循環が進まないままでは、静脈側で顕在化した問題の影響が、サプライチェーンをさかのぼって各プレイヤーに波及する可能性がある。資源循環の問題にとどまらず、最終的にエネルギー政策上の問題にまでつながり、2050年のカーボンニュートラルに向けて阻害要因ともなりうる(【図表 5】)。

【図表 5】回避すべき未来: 資源循環対策の遅れが発電側の問題に波及



(出所) みずほ銀行産業調査部作成

⁸ 電源分野における脱炭素化を前提にみずほ銀行試算

⁹ 経済産業省「再エネ大量導入・次世代 NW 小委員会(第 56 回)」資料 1(2023 年 11 月 7 日)

資源循環によりサステナブルに太陽光発電を成立させていくことが必要

このような避けるべき未来に至らず、望ましい資源循環サイクルが成立し太陽光発電が安定的に行われる社会を目指すためには、エネルギー政策と資源循環政策の一体的な推進が求められる。資源循環のための仕組みを整備することがエネルギー政策推進にとっても要点であり、太陽光発電の拡大・安定稼働と廃棄パネルの適正処理を両輪として、総合的な視点で取り組む必要がある。太陽光パネルの資源循環の取り組みは、資源の再利用や環境負荷軽減だけが目的ではなく、これによりサステナブルに太陽光発電事業を成立させていくためにも重要であるといえる。

2. 資源循環によるサステナブルな太陽光発電を成立させるためのアプローチ

(1) 資源循環に向けた適正処理の取り組み

一義的に必要となる静脈産業側の適正処理の仕組み

では、具体的にどのようなアプローチが必要か。一義的には、前章で述べたような廃棄量増加時に顕在化する各種問題を未然に解消できるよう、資源循環に向けた適正処理のための技術導入や仕組みの整備が必要となる。

高度リサイクルの技術は熱処理法と機械的剥離法が実用化

これまで太陽光パネルのリサイクル技術については、企業独自の開発の他、NEDO・環境省・経済産業省・産業総合技術研究所などの支援を受けて複数の技術が実用化されてきた。パネルのカバーガラスを分離する、いわゆる「高度リサイクル」のための技術は、熱処理法と機械的剥離法の2種類が実用化されている。

熱処理法は現状最も高度なりサイクルが可能だが、初期費用が高く、設備設置許可取得難易度が高い

熱処理法とは、熱分解炉などにおいて太陽光パネルを加熱して、発電層とガラスを封着している樹脂(EVA など)を熱分解し、ガス化・燃焼することで、発電層とガラスを剥離する方法である。熱処理法を活用すれば、パネルのカバーガラスに封着している樹脂を高純度で分離できるため、ほとんどの素材を高純度でリサイクルすることができる一方、機械的剥離法と比較すると、初期費用が高い。また、産業廃棄物焼却炉に分類されると設備設置許可の取得難易度が高くなる可能性が高い。

機械的剥離法には板ガラスの状態では回収可能な設備と破砕した状態で回収する2種類が存在

機械的剥離法とは、せん断、圧力、切削、衝撃などの物理的な外力を加え、ガラス・セル・バックシートを分離・除去する方法である。現時点で製品化されている高度リサイクル設備はほとんどが機械的剥離法である。機械的剥離法は、主に中間処理後にガラスを板ガラスの状態では回収できる技術と、ガラスを破砕した状態で回収する技術に大別される。前者の方が初期費用は高く処理能力も多少落ちるが、ガラスへの異物混入率が少ないため、最終的にガラスメーカーから受け入れられやすいというメリットがある。

高度リサイクルの設備導入は増えており、大量廃棄時代に向けた備えが進んでいる

近年は、太陽光パネルのリサイクル設備導入に関する補助金¹⁰が交付されたこともあり、高度リサイクルに参入する中間処理業者が増えている。主に初期費用・処理能力・リサイクルのしやすさ・設備設置許可の取得難易度などといった観点から、自社に合った設備が選択されている。今後は技術の淘汰が進む可能性はあるが、地域ごとの適性に合わせて、設備の導入は増える見通しであり、将来の大量廃棄時代に向けた備えが進みつつある。

リサイクルガラスの活用に向けた取り組みも進むも、ガラスへの循環型リサイクルが少ない

一方、高度リサイクル技術で分離したガラスについて、ガラスからガラスへと再生利用する「循環型リサイクル」の取り組みは非常に限定的である。付加価値の高い再利用用途が確立されていないことにより、多くの場合埋め立て処分されるか、路盤材等のようにカスケードリサイクル¹¹されるケースが多い。カスケードリサイクルをしてしまうと、天然資源から製造される原料代替にはならないことに加え、複数回リサイクルをすることができないため、資源循環の効果が限定的である。かかる中で、ガラスの循環型リサイクルの技術開発も進められている。たとえば、新菱は自社開発の低温熱分解技術を活用して処理した太陽光パネルのカバーガラスを、AGCの横浜テクニカルセンターの建築用型板ガラス製造窯においてカレットに循環型リサイクルする実証試験に成功している。

¹⁰ 「脱炭素社会構築のための資源循環高度化設備導入促進事業」や「二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金」等

¹¹ 素材として再利用するが、元の製品と比べて品質が低下するリサイクルのこと

資源循環のためのプラットフォームや地域単位での仕組みづくりも実証中

また、中間処理の技術開発と並行して、大量廃棄時代に備えて効果的にパネルを回収するための体制・仕組みづくりの検討も開始されている。具体的には、太陽光発電(PV)保守・リサイクル推進協議会が福岡県の事業として進めている廃棄太陽光パネルのスマート回収システムの構築・運用実証や、PV CYCLE JAPAN (PVCJ) や東北電力が取り組んでいるパネル回収運搬スキームの構築・運用実証およびリユース・リサイクルに関するデータの収集・検証等が挙げられる。また、総合商社の丸紅、中間処理業者の浜田及び両社の合弁会社であるリクシアの3社は、リユース・リサイクルのための情報プラットフォーム構築とサービス提供を目指している。いずれも、環境省やNEDO等の実証事業を活用しながらスキーム構築に取り組んでいる段階であり、対応エリア・用途を限定した形で実現可能性の検討や課題整理、効果検証等が進められている(【図表6】)。

【図表6】太陽光パネル資源循環の仕組みづくりに関する取り組み事例

主体	主な地域	概要
太陽光発電(PV)保守・リサイクル推進協議会	九州地方	<ul style="list-style-type: none"> 事務局:公益財団法人福岡県リサイクル総合研究事業化センター 「廃棄パネルを効率よく回収・リサイクルするには点検・保守事業者、産廃収集運搬業者、リサイクル事業者等と全体統括機関が連携したスキームを作ることが必要」という考えのもと、保守とリサイクルを両輪とした太陽光発電のサーキュラーエコノミーを目指している 「PVシステム導入容量で全国4位の福岡県が先陣を切って下記取り組みを実施し、全国のモデルケースとなること」を設立目的としている <ul style="list-style-type: none"> 効率良い廃棄太陽光パネルスマート回収スキームの構築と実証試験による回収スキームの検証 発電事業者に義務付けされた点検・保守の周知・促進、及びその他PVパネルの3R推進
PV CYCLE JAPAN (PVCJ)	東北地方	<ul style="list-style-type: none"> 事務局:一般財団法人秋田県資源技術開発機構 使用済み太陽光パネルの適正な処理ルートを日本に作るべく、最終処分量の最小化が制度の下で進められているEUで活動するPV CYCLE(本部ベルギー)と連携して以下の業務を推進 <ul style="list-style-type: none"> 不要になった太陽光発電パネルの管理の窓口業務 不要になった太陽光発電パネルを扱う廃棄物処理業者の認定業務 不要になった太陽光発電パネルに関する統計値の収集・集計・公表 東北電力等と連携して、東北地方におけるパネル回収運搬スキームの構築、パネルの材料の把握とデータベース化・情報連携、リユース・リサイクルの分別手法の検証、リユース時発電データ収集等の実証に取り組んでいる
丸紅・浜田・リクシア	全国	<ul style="list-style-type: none"> 丸紅は、環境省の実証事業を通して、使用済み太陽光パネルの効率的な回収、適切なリユース・リサイクルの促進を目的とし、トレーサビリティの確保や適正な情報管理等の機能を有する、回収からリユース・リサイクルまでの一体的な管理情報プラットフォームの構築を目指している 丸紅と、太陽光パネルのリユース・リサイクルの実績を豊富に有する浜田が、合同出資で新会社「リクシア」を設立、使用済み太陽光パネルの買取・販売サービスを開始。買いたい・売りたい・処分したいのニーズに応える使用済み太陽光パネルのワンストップサービスを提供 関連事業者の業界連携やリユース市場の新規創出・活性化、リサイクルビジネスの活性化を企画

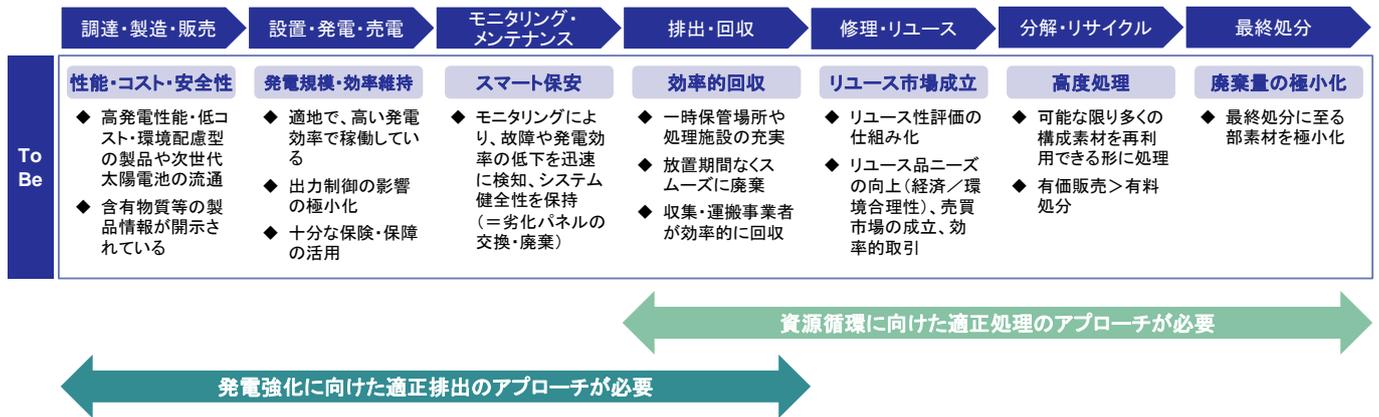
(出所)各社・団体の公開資料より、みずほ銀行産業調査部作成

(2) 発電強化に向けた適正排出の取り組み

適正処理による資源循環の仕組みとともに、発電強化に向けた適正排出のアプローチも必要

ここで、視野を広げて太陽光発電からパネル資源循環に至るまでのバリューチェーン全体を俯瞰し、各段階で実現が望まれる要素を整理してみると(【図表 7】)、上述のような静脈産業側での適正処理体制の整備でカバーできるのは一部にすぎないことが見て取れる。「資源循環によりサステナブルに太陽光発電事業を成立」させるためには、発電事業者から使用済みパネルが適切に排出され、空いた空間により発電効率の高いパネルが設置されリパワリングされていくことが必要である。バリューチェーンのより上流部分に対して、発電強化に向けた適正排出を促すアプローチが同時並行で求められる。

【図表 7】 太陽光発電・パネル資源循環のバリューチェーンとあるべき姿、求められるアプローチ



(出所) みずほ銀行産業調査部作成

発電側のパネル放置が好循環のボトルネックとなりうるため、その回避を働きかけることが必要

このときカギとなるのが、発電事業者による発電設備劣化時の事業判断である。特に、FIT 制度開始当初から発電を行っている事業者は、相対的に出力の低い古い型式のパネルを使用しており、また経年により発電設備も劣化しつつあるが、当時の高い電力買取価格の恩恵を受けて十分な投資対効果が見込まれるために、積極的な再投資の意向がないケースが一定程度存在している。そのようなケースでは、リパワリングが進まず低出力パネルや事業終了設備の放置も生じやすい。設備劣化時の事業判断として、自ら再投資することによるリパワリングや、投資意向のある他の事業者への売却ではなく「現状維持(放置)」が選択されないように働きかけることが、太陽光発電の発電規模や効率を維持・向上させるうえで重要と考えられる。また、放置を防ぎパネルの新陳代謝を向上させることは、2030 年代後半に見込まれる廃棄パネルの急増を一部前倒しする形で平準化することにつながり、さらに静脈産業側の事業予見性を高めることにも寄与する可能性がある¹²。発電・資源循環両方の好循環を生み出すためのレバレッジポイントとなりうるだろう。

(3) 「適正処理・資源循環」と「適正排出・発電強化」の両面アプローチに向けた課題

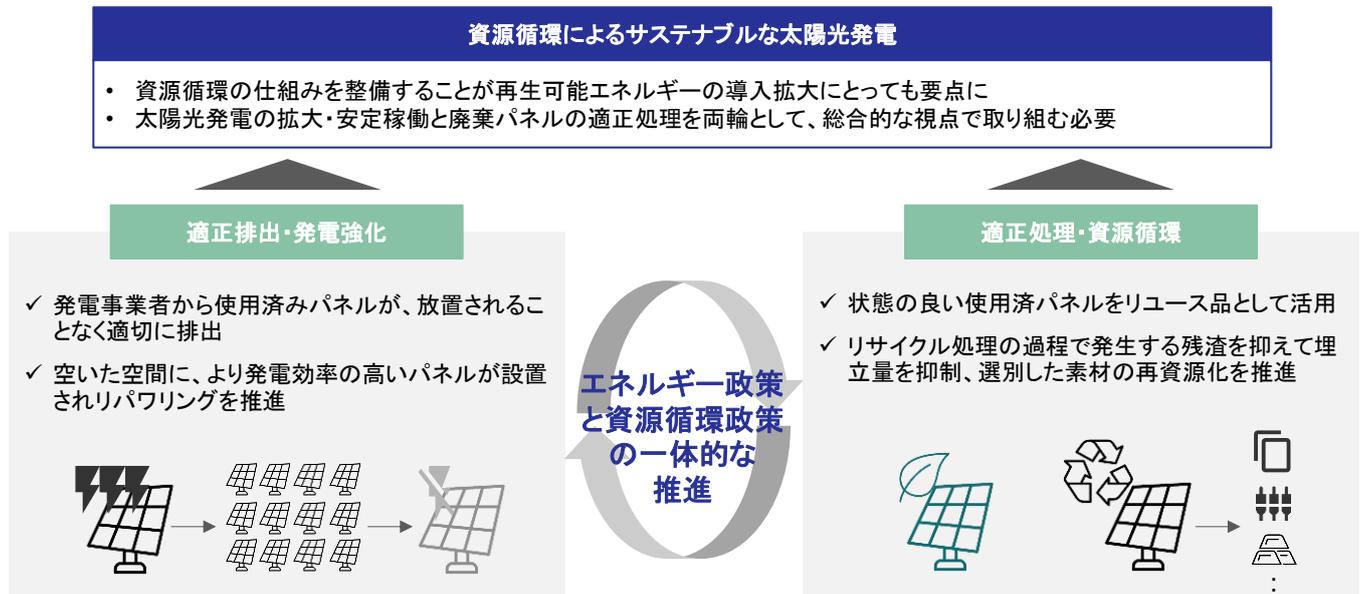
両面でのアプローチに向けて、本稿では 3 つの課題に着目

このように、資源循環によるサステナブルな太陽光発電を実現するためには、静脈産業側において資源循環に向けた適正処理(以下、適正処理・資源循環)の仕組みを構築したうえで、発電事業者への働きかけで設備の放置を防ぎ、発電強化に向けた適正排出(以下、適正排出・発電強化)に誘導するという両面でのアプローチが重要となる(【図表 8】)。既に取り組みが進みつつある「適正処理・資源循環」をさらに進展させるとともに、これまで資源循環の文脈では注目して語られることの少なかった「適正排出・発電強化」も視野に入れ、太陽光発電拡大とパネル資源循環を両立するためには、どのような課題を解決すべきか。本稿では、太陽光発電・パネル資源循環のバリューチェーン全体を見通したときにボトルネックとなるポイントとして、「リプレース」、「リユース」、「リサイクル」に

¹² 効果試算については、3 章を参照。

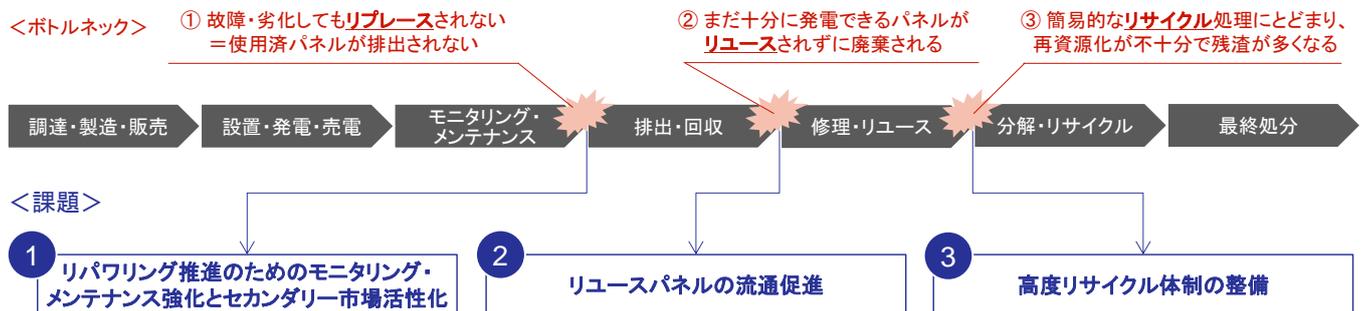
着目し、下図(【図表 9】)のとおり 3 つの課題をターゲットとする。次項以降、各課題の背景となる現状・問題点や解決の必要性、及び課題解決の方向性について述べていきたい。

【図表 8】 資源循環による持続可能な太陽光発電事業の成立に求められる両面アプローチ



(出所) みずほ銀行産業調査部作成

【図表 9】 太陽光発電の拡大とパネル資源循環の好サイクル形成に向けたボトルネックと課題の整理



(出所) 各種公開情報より、みずほ銀行産業調査部作成

3. 各課題をとりまく現状と解決の必要性

(1) 課題①:リパワリング推進のためのモニタリング・メンテナンス強化とセカンダリー市場活性化

太陽光発電設備の老朽化とリパワリング促進の流れ

太陽光発電設備の稼働開始後、当然ながら設備は経年劣化していく。パネルメーカーによる出力保証は、初年度に前年比▲2.0%程度、2年目以降年間▲0.55%程度の劣化率が設定されている場合が多く¹³、計算すると15年経過時点で▲9.7%、25年経過時点で▲15.2%程度、経年劣化により出力低下しうることが見込まれている。また、そもそも太陽光パネルの新製品の発電効率自体も年々向上してきていることを踏まえると、FIT制度開始当初に設置された古い型式のパネルは、もともと低い発電効率が経年劣化によっていっそう低下している状況と考えられる。こうした低出力のパネルを新しい高出力のものに置き換えることも含め、リパワリング¹⁴にはエネルギー政策の観点からも期待が高く、

¹³ 大手太陽光パネルメーカー各社のパンフレット等を参照。最新モデルでは、初年度が前年比▲1.0%、2年目以降年間▲0.40%というより低い劣化率を設定している場合もある一方で、公証最大出力対比で10年未満は82%、11年目以降20年目/25年目は72%までをステップ型で保証するなど、より高い劣化率を設定している場合もある。

¹⁴ リパワリングには、パワーコンディショナー等周辺機器の更新なども含むが、本稿では太陽光発電モジュールのリプレースを主として整理する。

2024 年度からは既存設備における太陽光パネル更新時の売電価格に関する制度を見直し、再投資を促進していくこととされている¹⁵。また、この制度見直しも追い風となって、再投資による収益向上を見込む発電事業者からの注目度も高まっている。

発電の観点からも資源循環の観点からもボトルネックになる「設備の現状維持(放置)」問題

一方で、リパワリングの阻害要因も存在する。実務的な面では、太陽光パネルの大型化に起因して、既存パネルと新規パネルのサイズが異なるために既設の架台上での単純な置き換えが困難な点が挙げられる。これについては、今後、リプレース需要を見越した製品開発の促進や、パネルの形態に関する一定の標準規格化など、製造段階への働きかけが必要となるだろう。ここでは、より構造的な問題である、運用管理・メンテナンス(O&M)に消極的な発電事業者の存在に注目したい。経済産業省によると、事業用太陽光発電設備のうち、2021 年時点で過去に前年対比 1 割以上設備利用率が低下したことがある案件は 13.3%となっており、原因として設備不良や管理不全の可能性が指摘されている¹⁶。積極的な運用・管理や再投資意向のない事業者によって、既存設備や事業終了設備の「現状維持(放置)」が選択されると、発電効率の低い設備が発電適地の一定量を占有し、太陽光発電全体としての発電量を押し下げることにもつながりうる。さらには、使用済みのパネルが排出されないことでリユース・リサイクルに活用することもできず、資源循環の観点でもボトルネックとなってしまう。

問題解決には、低出力パネルや事業終了設備を検知するためのモニタリング・メンテナンス強化がカギ

発電の観点からも資源循環の観点からもボトルネックとなる、古い低出力のパネルや事業終了設備の放置問題を解決するためには、発電設備の出力低下や売電事業終了を早期に検知して、適切なリパワリングとそれに伴う使用済パネルの適正排出へと誘導していく必要がある。そのためには、モニタリングやメンテナンスが適正に行われるための環境整備がカギであり、これにより、発電事業を強化するか撤退するか判断すべきタイミングにある事業者に対してプロアクティブに働きかける仕組みづくりが課題となる。

モニタリング・メンテナンスの質の向上を促す制度整備が求められる

積極的な O&M を行わなくても事業が継続できる背景には、FIT 制度開始当初の高水準な買取価格がある。多少発電効率が低下したとしても、その低下分を補って余りある売電収入を得られることが、発電量の維持・向上のための積極的な投資を必要としない環境を生み出している面もある。改正後 FIT 法によって、事業用設備では 1 年に 2 回の定期検査及び 1 年に 1 回の定期報告¹⁷が義務付けられ、メンテナンスの「頻度」は一定程度確保されたものの、特に O&M の内容については定めがない¹⁸。実効性のあるメンテナンスを促すためには、「質」の向上を促す制度整備が求められる。

セカンダリー市場につなげることで、買い手事業者による積極投資＝リパワリングにも期待

また、発電事業者自身による再投資が難しい場合には、再投資意欲のある事業者にセカンダリーとして売却することも考えられる。既に稼働している太陽光発電施設を中古で売買するセカンダリー市場は拡大傾向にあり、2017 年度に出力ベースで 300MW 程度だった市場規模が、2021 年度終了時点までに約 4 倍の 1,210MWまで拡大することが予測されていた¹⁹。背景として、多くの場合 FIT 制度開始当初の高水準な買取価格を継承できること、発電実績があり収益の見込みが立てやすく融資も受けやすいこと、系統接続や造成工事等が不要で初期コストの抑制や売電開始までの期間短縮が可能であることなどから、事業拡大を目指す太陽光発電事業者やローリスク商品として価値を見出しているファンド等からの需要増が考えられる。こうした需要に対し、積極的な追加投資・収益性向上の意向がない事業者の施設が放置されずにセカンダリー市場に供給さ

¹⁵ 既存の太陽光発電設備の更新・増設を行う場合、これまでは FIT/FIP における支援価格について、全ての設備が最新価格に変更されていたが、2024 年 4 月施行の改正再エネ特措法において、地域共生・適正廃棄を前提に、既設設備相当分の価格を維持し、追加投資部分(出力増分)に最新価格相当を適用する新ルールが設定される。

¹⁶ 経済産業省「再エネ大量導入・次世代 NW 小委員会(第 44 回)」資料 1(2022 年 8 月 17 日)。なお、太陽光発電協会(JPEA)によると、当協会が提唱している「地域との共生・共創のための太陽光発電所チェックリスト」の基となった、JPEA 独自基準に基づく全国調査の結果、厳密に再エネ特措法が守られていない「不可」発電所は全体の 5 割以上を占めていた(フェンスが全く設置されていない危険性の高い発電所が 1 割、標識を掲載せず緊急時に連絡が取れない発電所が 4 割)(参考:地域共生・共創のための太陽光発電所チェックリスト(①趣旨説明)
https://www.jpea.gr.jp/document/handout/chiiki_checklist/)

¹⁷ 住宅用は任意の頻度(4 年に 1 回が推奨)での定期検査義務とされている。

¹⁸ 業界団体の活動として、一般社団法人日本電機工業会(JEMA)と一般社団法人太陽光発電協会(JPEA)が共同作成した「太陽光発電システム保守点検ガイドライン」(2016 年作成、2019 年改訂)が公開されている。なお、定格出力 50kW 以上の太陽光発電では、電気事業法に基づく保守点検が求められる。

¹⁹ 出典は株式会社矢野経済研究所「太陽光発電所セカンダリー市場に関する調査(2020 年)」(2020 年 9 月 17 日発表)。2020 年時点の調査結果であるため、予測値となっている点に留意。

れ、売買仲介事業者や購入事業者による再投資・リパワリングがいつそう進むような展開が期待される。

(2) 課題②:リユースパネルの流通促進

現状、さまざまな制約によって需要も供給も少ないリユース市場

太陽光発電事業者においてリパワリングが促進されると、元々設置してあった使用済みパネルの排出も促されることになる。その場合、耐用年数より早い段階で新しいパネルに交換されるケースが増え、リユース可能な状態の良いパネルの排出が増加することが予想される。現状、リユース品の多くは海外に輸出されており、国内では自家消費用または PPA²⁰として公共施設や農地、及び設置期間が限定的な仮設事務所・建設現場等で使用されている例があるものの、流通量は限定的である。その要因としては、リユースパネルの国内流通における供給側・需要側双方の問題が挙げられる。

供給側の問題: 検査方法や判断基準が標準化されておらず、手間とコストの高さが国内供給量を抑制

供給側では、排出されたパネルをリユース品として流通させるために必要な「検査」にかかるコストが問題となっている。環境省は、2021 年に「太陽電池モジュールの適切なリユース促進ガイドライン」を公表し、リユース可能なパネルの判断例を外観や性能等の観点から提示しているが、あくまで例示にとどまり検査方法や判断基準が定められているわけではない。そのため、これだけでは、現場で実際にリユース可否を判断するための情報として不十分という指摘もある。実態としては、各事業者がそれぞれ検査項目を設定し、その検査結果に基づいてリユース可能か否か判断する基準も、事業者ごとに設定している状況である。また、性能検査の方法によってはオンサイトでの実施が難しいものもあり、リユース可否を判断する前に一度リサイクル施設等に収集・運搬してから専用機器を用いて検査を行う場合が多い。撤去作業中や運搬中に破損してしまうケースへの対応も含め、検査コストがかさみやすい構造となっている。結果として、手間とコストをかけてまでリユース検査のための設備・体制を持つ事業者は限られている。検査コストをリユース品の販売価格に反映すると新品に対する価格優位性が出にくくなり、逆に販売価格を抑えたままでは利益率が低下し事業採算性を保てなくなるため、リユース品を国内供給する経済合理性は低いのが現状である。

需要側の問題: 新品と比較してリユース品の競争優位性が低く、需要が増えにくい状況

リユース品の主な需要層としては、事業性の観点やエネルギー政策的な観点から最大限効率的に発電すべき発電事業者ではなく、発電効率がそこまでシビアに求められない自家消費需要が想定されるが、需要側では、新品と比較した際の競争優位性が低い点が最大のネックとなっている。費用対効果の面では、発電性能は劣るが比較的安価に入手できることがリユースパネルのメリットであったが、近年、発電性能の高い新品パネルの市場価格が下落傾向にあり、価格差が縮小してきている。さらに、太陽光発電設備の導入に対する補助金²¹がリユースパネルを対象外としていることで、新品と比較してリユース品の費用対効果は相対的に低下している。リスクヘッジの観点でも、メーカー保証の付く新品パネルに対して、リユースパネルは余寿命の予測が難しく、メーカー保証を代替するような長期間の保証・保障スキームが確立されていない。さらに、数万種類にも及ぶ型式がある太陽光パネルにおいて、現状の限定的なリユース市場では、必要なタイミングで求めるスペック・量のパネルが流通していない可能性もある。一方で、新品市場は供給が安定しており、供給状況の面でもリユースパネルは優位性が低い。リユース品は、一般的に新品と比べてサプライチェーン排出量²²が少なく、環境価値という点では優位性があるものの、現状、この環境価値以外のさまざまな面で、新品に対するリユース品の競争優位性は低いと言える(【図表 10】)。

²⁰ 太陽光発電の事業者が自己資金、もしくは投資家を募って資金を集め太陽光発電所を開設し、再生可能エネルギー由来の電気を購入したい需要家と電力購入契約(Power Purchase Agreement: PPA)を結んで発電した電気を供給する仕組み(JPEA ウェブサイトより)

²¹ 「需要家主導による太陽光発電導入加速化補助金」等

²² 原材料調達・製造・物流・販売・廃棄など、一連の流れ全体から発生する温室効果ガス排出量のこと。事業者自らの排出だけでなく、事業活動に関係するあらゆる排出を合計した排出量を指す。(環境省「サプライチェーン排出量 概要資料」より)

【図表 10】新品パネルとリユースパネルの比較

項目	新品パネル	リユースパネル
費用対効果	相対的に高い	バラつきがある
性能(発電量)	高い (最新型)	中～低 (旧式かつ経年劣化あり)
導入コスト	相対的に高額	相対的に安価
導入のための補助金	あり	なし
リスクヘッジ	メーカー保証と損害保険により一定程度可能	保証/保障スキームが未確立
メーカー保証	あり(製品/性能)	なし
損害保険	火災保険・地震保険、 第三者賠償保険、利益保険	瑕疵保障責任保険 (例: 損害保険ジャパン、3年間)
供給状況	安定供給	限定的
環境価値 (CO2排出抑制)	相対的に低い	相対的に高い

現状、リユースパネルの優位性は環境価値を除いて低い

(出所) 各種公開情報より、みずほ銀行産業調査部作成

リユース品の海外輸出にも、国際条約抵触やレアメタル流出といった潜在的問題がある

このように、国内では需要と供給がうまく合致しないため、現状は海外への輸出が主流となっているが、ここにも潜在的な問題がある。太陽光パネルは有害物質も含むため、本来廃棄物として扱うべきリユースに適さない破損品が、必要な承認を得ないまま輸出されてしまうと、バーゼル条約²³に抵触し国際問題に発展するリスクがあることが、従前から指摘されている。また、条約抵触にはならずとも、リサイクルを含む適正処理の体制が整備されていない国に輸出することで、将来的に輸出先国で環境問題を引き起こす可能性がある。さらに、今後、経済安全保障の観点で問題となりうるのが、銀の国外流出である。2023年時点で銀は3年連続で需給がひっ迫しており、その主たる要因は、脱炭素やエネルギー価格の高騰を背景とした、太陽光発電向けの需要増と言われている²⁴。今後も、世界的に太陽光発電設備の導入が進むことが予測される中、ますます供給が不足する可能性も十分考えられる。銀は電子・電気機器等にも広く使用される重要な工業用金属であり、バージン材の需給ひっ迫に鑑みれば極力再利用すべき素材である。太陽光パネル1枚に含まれる銀の質量はわずかとはいえ、今後太陽光パネルの排出量が大幅に増えた際に、リユース品の大半が海外向けに輸出されたまま回収できなければ、最大で年間約9.2トンの銀が国外に流出し再利用できなくなる計算²⁵となる。これは、電子回路における接点材料として太陽光発電システムにも使用される銀接点の国内需要約47.6トン²⁶の2割近くを占める規模である。

輸出問題の顕在化を防ぎつつパネル寿命を全うするために、供給・需要双方の拡大によるリユース品の国内流通促進が課題

リユース可能なパネルの排出が増えてきた際に、検査スキームや流通経路の不足がボトルネックとなって製品寿命を全うしないまま廃棄処分されてしまうことは、資源循環の観点からは防ぐべき事態である。そのため、国内におけるリユース品の流通促進や市場形成が重要な課題であり、リユース品の供給拡大・安定化とともに、リユース品に対する需要拡大策が並行して進められることが期待される。また、リユース品の海外輸出はある程度のボリュームで継続していくことが見込まれるものの、国内流通を拡大することで、大量廃棄フェーズに海外輸出量が急増する事態を回避し、輸出に伴う問題の顕在化・深刻化を防ぐことにも一定程度貢献するものと考えられる。

²³ 一定の有害廃棄物の国境を越える移動等の規制について国際的な枠組み及び手続等を規定した「有害廃棄物の国境を越える移動及びその処分の規制に関するバーゼル条約」(1992年5月5日効力発生。2023年11月現在、締約国数は189カ国、EU及びバレンスチナの略称。日本は1993年に加入。

²⁴ Silver Institute *World Silver Survey 2023*

²⁵ 図表1における2035年時点の太陽光パネル排出量試算値に2021年度時点のリユース率8.4%を乗じた上で、銀の比重割合として0.025%(International Energy Agency (IEA) *Life Cycle Inventories and Life Cycle Assessments of Photovoltaic Systems 2020* のパネル製造時の投入原材料の比率を参照)を乗じて算出。

²⁶ 経済産業省「非鉄金属等需給動態統計調査 令和2年版」における2020年(暦年)の内需のうち、接点用途の需要47,608kgを参照。

(3) 課題③:高度リサイクル体制の整備

ガラスの「利用」、高度リサイクルの「処理」、効率的な「回収」に課題あり

リユースが促進されたとしても、最終的にはそのリユース品も製品寿命が到来し廃棄となるため、太陽光パネルの適正処理にあたって、可能な限り埋め立てに回さずに資源として再利用するための高度リサイクル体制の整備は重要である。重量の大部分を占めるガラスの価値が低く「利用」に課題があることは既に述べたが、これに加えて、高度リサイクルの「処理」、およびその採算性を高めるための効率的な「回収」の3点に課題がある。

高度リサイクルを促進するための中間処理の体制が不十分

高度リサイクルの「処理」については、現行法では太陽光パネルのリサイクルをどこまで実施するかは中間処理業者の判断に委ねられている。そのため、排出量が多くない現状では、ガラスの再利用も含めた高度なリサイクル処理よりも破碎・埋め立て処理の方が費用が安い場合が多く、大量の残渣を埋め立てに回してしまう中間処理業者も多い。排出事業者も、処理費用を安く抑えられる中間処理業者を選択することで、結果的に破碎・埋め立てによる処理を選択してしまっている場合が多いことは課題である。近年、高度リサイクル設備の導入は増えているものの、地域によっては未導入のところもあり、今後は全国的に高度リサイクルができる体制の構築や高度リサイクルへの誘導を進めていくことが必要である。

排出パネルの情報や排出状況の全体像が把握しにくく、回収の調整コストが高い

採算性を高めるための効率的な「回収」については、排出されるパネルの情報や全体としての排出状況を把握しにくいことが問題となっている。太陽光パネルは前述の通り非常に多くの型式があり、そのサイズや構造等もさまざまであることや、処理装置によってはパネルの状態(破損有無等)次第で対応可否が異なることなどから、排出事業者から中間処理業者にパネルの受け入れ可否について問い合わせがあった際には、受け入れ前に、排出予定のパネルの情報をひとつずつ確認する必要がある。そのため、排出時のパネルの情報が分からないことで、回収までの調整に時間がかかる場合もある。また、パネルの排出・処理受け入れの状況を俯瞰する仕組みがないため、回収時期やルート効率よく調整することも難しくなっている。

現行制度では、県境付近における隣県への運搬や一時保管などの融通が利きにくい

また、現状「廃棄物の処理及び清掃に関する法律(廃棄物処理法)」においては都道府県²⁷が産業廃棄物の収集運搬・処理業の許可権限を持つため、主に都道府県単位でパネルの収集運搬が行われているが、県境付近などでは県内施設よりも隣県の施設の方が距離が近い場合もある。地域によっては埋め立ての場合よりも輸送費が大幅に高くなってしまふ場合があり、リサイクルの阻害要因となり得る。加えて、パネルの保管については、廃棄パネルを一時保管できる期間が限定的となっていることも課題である。太陽光パネルは産業廃棄物として処理されるため、マニフェスト(産業廃棄物管理票)²⁸の使用が義務付けられる。マニフェストが発行されると、最終処理までの期限が決まってしまう²⁹ため、一時保管などの融通が利きにくくなっている。こうした制度的制約を解消し、地域全体での効率的な仕組みを構築していくことが求められる。

(4) 課題解決による期待効果

課題解決により、資源循環や発電量に定量的な効果をもたらす可能性

ここで、3つの課題を解決することによって期待される定量効果を整理する。【図表 11】から【図表 13】は、課題解決が資源循環や発電量にどの程度の効果をもたらすのか、試算したものである。シナリオ 1(ベースシナリオ)は、現状のままのリユース・リサイクル比率とリサイクル量に対する最終処分比率が継続するケース³⁰であり、シナリオ 2(課題解決シナリオ)では、本章で述べた3つの課題が一定程度解決され、リパワリングが促進さ

²⁷ 政令指定都市および中核市には権限が委譲されている。

²⁸ マニフェストとは、排出事業者が収集運搬・中間処理業者に処理委託した産業廃棄物が契約内容通りに適正処理されたかを確認するための管理伝票のことで、委託した産業廃棄物の処理が終わるまで廃棄物に付随して運ばれる。

²⁹ 排出事業者が交付して収集運搬業者や処分業者に渡ったマニフェストは、運搬・処分終了後、控えを残して排出事業者に戻却するよう定められている。収集運搬業者は運搬終了したときの伝票を90日以内、中間処理業者は処分終了したときの伝票を90日以内、最終処分したときの伝票を180日以内に排出事業者に戻却する必要がある。期日までに返却できなかった場合、廃棄物処理法違反とみなされ、1年以下の懲役又は100万円以下の罰金に処せられる場合がある。

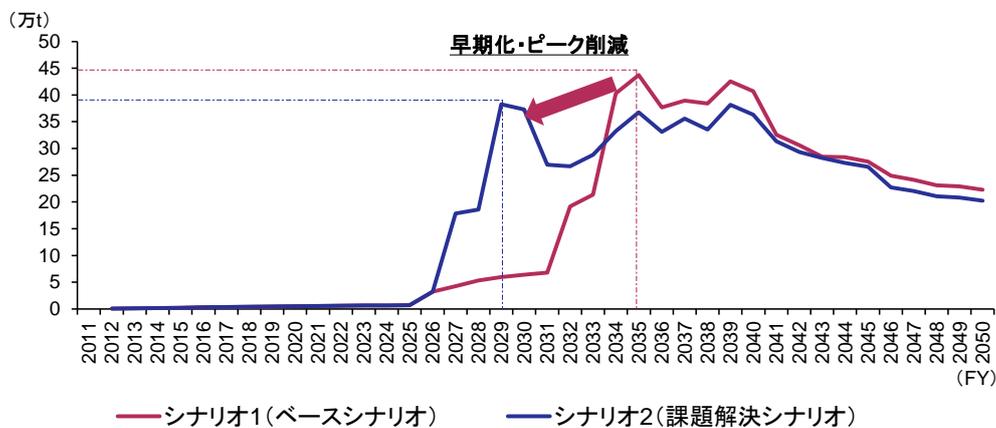
³⁰ 環境省「令和4年度環境省委託事業 令和4年度使用済太陽電池モジュールのリサイクル等の推進に係る調査業務報告書」(2023年3月、株式会社野村総合研究所)の2021年度マテリアルフローにおけるリユース・リサイクル比率及びリサイクル量に対する最終処分比率を使用。

れリユースパネルの使用も拡大し、高度なリサイクル処理が定着して再資源化率が向上したケースを想定している。

パネル排出ピークの平準化・早期化による静脈産業の設備投資促進や、埋立処分量の削減、発電量の増加効果が期待される

まず、使用済パネルの排出量を見てみると、シナリオ1と比較してシナリオ2では排出量のピークが約45万トンから約38万トンとやや平準化され、ピークの到来時期も2035年頃から2029年頃へと早期化している(【図表11】)。中間処理業者を始めとする静脈産業側のプレイヤーにとっては、事業予見性を高めることになる変化であり、設備投資を促進しうると考えられる。また、排出量のうち2021年度時点で12.2%を占めていた最終埋立量について、2050年までの累積をシナリオ間で比較すると、シナリオ1では約76.3万トンの埋立量となるのに対し、埋立割合が半減していくことを仮定したシナリオ2では50.5万トンと3割程度削減されており、ひっ迫する最終処分場の延命化に寄与する可能性がある(【図表12】)。加えて、差分の約25万トン分のガラスや金属等有価物として取引され再資源化されれば、価値創出という点でも効果がある。また、発電量の観点では、2030年度時点における2012～2015年度に設置されたパネルの設備容量を比較すると、リパワリングを行うシナリオ2では、シナリオ1よりも約20%(約210万kW分)の設備容量増加効果を見込むことができる(【図表13】)。

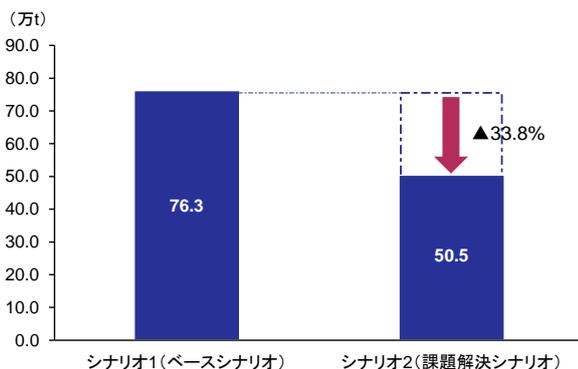
【図表11】 使用済パネルの排出量推移



(注) シナリオ1:【図表1】の排出量試算条件と同じ(ベースシナリオ)。シナリオ2:事業用太陽光は設置してから15年経過後に50%がリパワリングによるパネルの交換を実施(課題解決シナリオ)。

(出所) みずほ銀行産業調査部作成

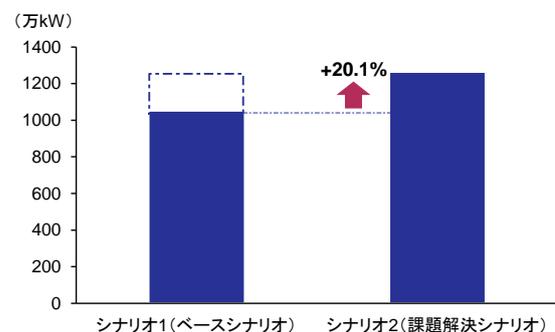
【図表12】 最終埋立量(2050年度までの累積)



(注) シナリオ1:リユース・リサイクル比率及びリサイクル量に占める最終埋立の割合は2021年度の数値を使用。シナリオ2:リユース・リサイクル比率が上昇、リサイクル技術の進展によりリサイクル量に占める最終埋立の割合が減少していき、2035年以降は2021年度の約半分の割合を仮定

(出所) みずほ銀行産業調査部作成

【図表13】 発電量(設備容量)増加効果



(注) 設置済みパネルは年数経過ごとに一定割合で劣化(出力低下)すると仮定

(出所) みずほ銀行産業調査部作成

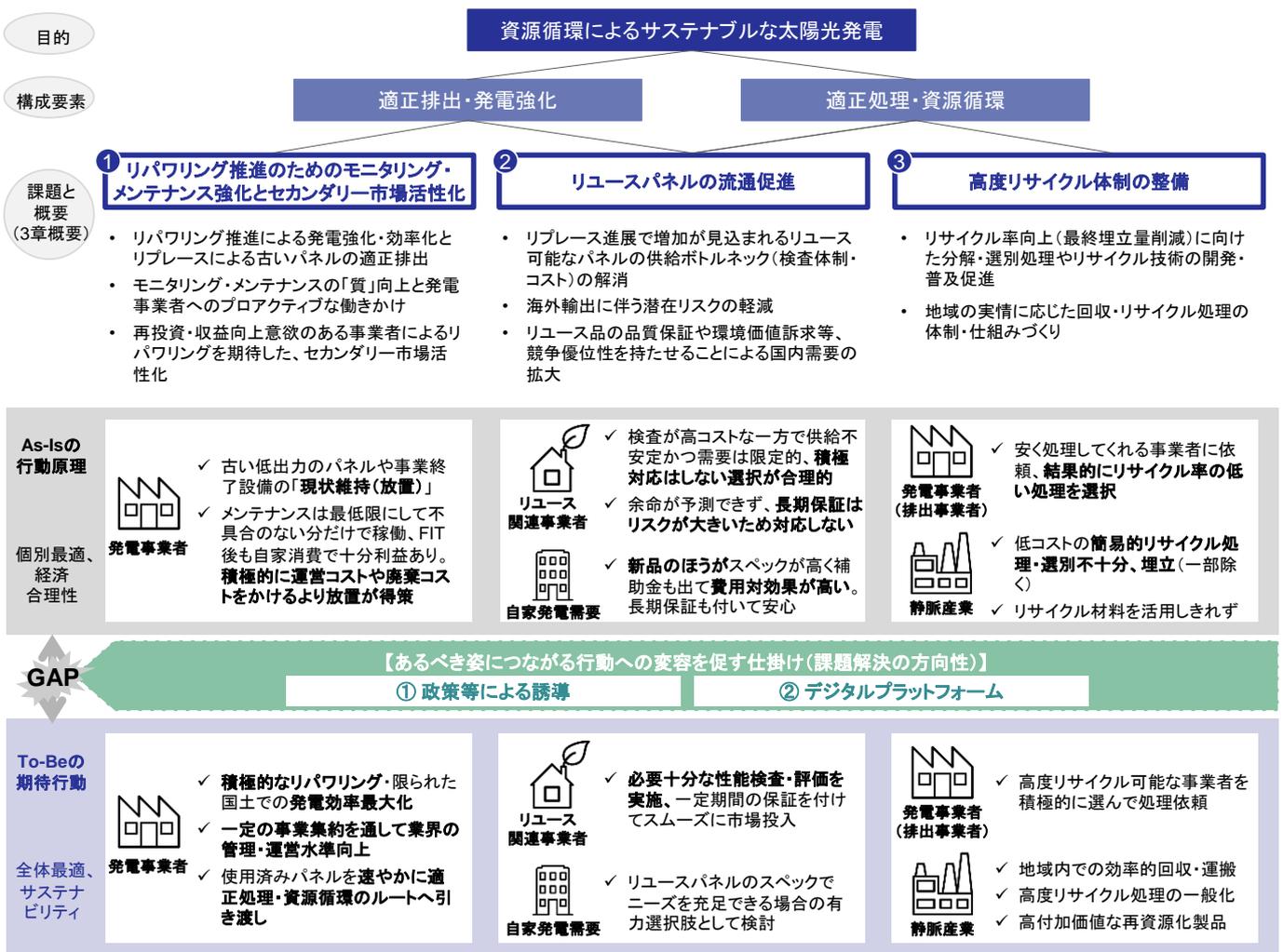
4. 太陽光発電の拡大とパネル資源循環の好サイクル形成に向けて

(1) 行動変容を促す働きかけの必要性

政策等による誘導とデジタルプラットフォームを主軸とした課題解決策で行動変容を促し、あるべき姿とのギャップ解消へ

前章で述べてきたような現状起きている、または懸念されている問題を俯瞰してみると、既存の政策誘導等も含めて形成されている現状の市場ルールの下で各ステークホルダーが合理的な行動をとることで、資源循環・発電強化というあるべき姿から遠ざかってしまっているという共通点がある。課題解決のためには、個社の合理的判断に基づく行動とあるべき姿とのギャップが解消されるように、行動変容を促す働きかけが必要である（【図表 14】）。直接的な働きかけとしては、現状の市場ルールに追加して、一定の政策的な誘導措置をとることが挙げられる。また、間接的には、そのような誘導措置の実効性や透明性を高めるためにバリューチェーン全体を可視化し、必要な情報を効率的に流通できるデジタルプラットフォームの構築も求められる。そこで、本章では、前章で整理した3つの課題に対して、①政策等による誘導と②デジタルプラットフォームを主軸に解決方向性を整理する。

【図表 14】 課題別の行動ギャップと課題解決の方向性



(出所)みずほ銀行産業調査部作成

(2) 解決方向性① 政策等による誘導

a. 課題①に対して想定される誘導措置

一定以上の発電を促す制度設計が想定されるが、発電量の下限値や優遇措置の内容は論点

まず、課題①「リパワリング推進のためのモニタリング・メンテナンス強化とセカンダリー市場活性化」については、「現状維持(放置)」よりもリパワリングや事業売却が合理的判断となるようなルールが必要である。太陽光発電の適地が限られる中、その土地の発電効率と収益性を高めて有効活用するために、具体的な方策の1つとしては、発電量の下限を設定してその水準以上に発電することを促すような制度設計が考えられる。この場合、日射条件のような変動要因を考慮したうえで下限値設定の妥当性や、発電強化につながる行動(パネルや周辺機器の交換等)に対する優遇措置の内容が論点となるだろう。

管理・運営プロセスに対するルールメイクや評価も有効に働く可能性

また、このような事業者の行動結果に対する評価のほか、もう1つの方向性として、管理・運営というプロセスが適切に遂行されるためのルールメイクや評価も有効と考えられる。例えば、ルールメイクという面では、モニタリングやメンテナンスの実施状況を頻度だけでなく内容面まで確認できるよう、有効かつ現実的な範囲でモニタリングデータ/メンテナンス記録の登録・報告を義務化することなどが挙げられる。さらに評価という面で、このデータや記録も活用して、マネジメントシステム認証(QMS、ISO等)のような形式での運営品質評価・認証も実施できれば、様々なメリットの創出が予想される。例えば、地域社会における信頼性担保や、損害率の悪化により年々条件が厳しくなりつつある損害保険契約におけるリスク評価への活用(契約条件緩和)、事業終了・売却時のセカンダリー市場における評価などにも活用できる可能性があるだろう。

放置よりも事業売却を選択する仕掛け(供給増)とともに、事業規模拡大へのインセンティブ(需要増)が求められる

また、モニタリング・メンテナンス強化による売却判断の後押しは、売却可能性のある施設がスムーズに市場に供給されるための1つの有効策となりうる。一方で、今後市場に供給される施設のFIT残存期間の減少や売電価格の低下が進むと、海外投資ファンドなど投資目的での買い手は減少することが予想される。供給を引き上げるならば、発電事業者による需要も喚起していく必要がある。事業規模拡大のための他事業者保有施設の買収に対する優遇策など、太陽光発電事業の集約化の動きを促すような誘導措置も同時並行で求められるだろう。セカンダリー市場を通して太陽光発電事業が一定程度集約化されていくことで、事業の安定化とともに前述のモニタリング・メンテナンスの水準向上にもつながりうる。これらの課題に取り組むことで相乗的に、リパワリング推進とそれによる古い使用済パネルの適正排出に寄与するものと考えられる。

b. 課題②に対して想定される誘導措置

リユース品の供給側に最も必要な働きかけは、検査項目・手法や判断基準の標準化を通じた「事業を行いやすい環境」の整備

課題②「リユースパネルの流通促進」については、リユース可能な状態のパネルができる限り廃棄物処理ではなく、リユースのルートに流れて消費されるように、供給側・需要側それぞれに働きかける必要がある。供給側に対しては、「検査」にかかわる問題を解消して、リユースの性能検査事業者や販売事業者等の関連プレイヤーが、それぞれ事業を行いやすい環境を整備することが求められる。最も必要なのは、検査項目・手法やその結果に基づくリユース可否判断の基準の標準化だ。標準に準拠することで客観的に検査・判断の適正性が担保されるとともに、標準があることで、付加的な検査の結果情報や標準より高い評価水準での合格情報など、状態の良いリユースパネルに対してプレミアムを付けやすくなる可能性もあるだろう。需要側にとっても、客観性の高い形で品質情報が可視化されれば、リユース品の価値判断の大きな手がかりとなり購入時の利便性は向上すると考えられる。

オンサイト検査や稼働時からの記録活用などを前提とした検査・評価標準の設計を行うことで、検査コスト抑制にも

標準内容の設定次第では、検査コストの抑制も可能と考えられる。例えば、運搬コストや廃棄物と一緒に運搬してしまうことによる破損リスクを軽減するためには、「太陽光発電設備のリサイクル等の推進に向けたガイドライン(第2版)」(環境省、2021年)でも整理されているような、解体・撤去前にリユース可否判断を行う処理フローを確立することが重要なポイントである。例えば、オンサイトでの検査と運搬先の倉庫・販売拠点等での受入検査など、ある程度現地でリユース判断ができるようなルール設計により、望ましい処理フローに誘導する方法が考えられる。また、そもそも処分に至る前の稼働中の発電履歴やメンテナンス情報等が、パネル個品単位とまではいかずとも、ストリング³¹単位等で取得することができれば、検査自体をより簡素化できる可能性もある。課題①の解決方向性として挙げたようにモニタリングデータ/メンテナンス記録が保管・報告されていれば、より簡易なオンサイト検査で代替できることとするなど、リユース検査の問題解決にも役立つことが期待される。

今後検証データが蓄積されれば、リユースパネルの余寿命推定による出力保証スキームも検討できる可能性

なお、現状、発電中の記録や検査結果があったとしても、そのリユースパネルがどの程度の期間の再使用に耐えるのか、余寿命の推測は難しい。これは、そもそも太陽光パネル自体が比較的新しい製品でリユースの実例も少なく、リユース時の稼働状況に関するデータが不足していることが要因であり、現在環境省の実証事業等で検証が進められているところである。こうした検証を通じた知見の蓄積が前提にはなるが、おおよそその余寿命が推測できるようになれば、その情報に基づく出力保証スキームも検討が可能となるだろう。既に、損害保険ジャパンが瑕疵保証責任保険として3年間の保証を提供している例もあり、こうした動きが活発化することもリユース品のデメリット解消に寄与すると考えられる。

需要側の検討俎上に載せるため、環境価値のステークホルダーへの訴求や経済価値への転換に期待

需要側としては、主に自家発電需要が想定されることは前述の通りであるが、そもそもリユース品を検討の俎上に載せる必要がある。前章でも述べた通り新品パネルの価格が下落し導入補助金も提供される中、検査コストがある程度軽減できたとしても、性能対比での価格競争は厳しいものがある。そこで、「あえてリユース品を選択する」要素としては、リユース品に利のある、カーボンニュートラルへの貢献という環境価値に着目した働きかけが有効と考えられる。例えば、ESGレポート等に公表できるような形での環境価値の数値化(CO2排出削減量の算定等)を支援するなど、ステークホルダーに対する環境価値訴求の後押しや、発電設備導入時にリユース品を一定割合以上使用した場合、リユース品が対象外となっている再生可能エネルギー導入の補助金ではなく、CO2排出量削減の観点から導入を補助するなど、経済的価値への転換の取り組みが想定される。

c. 課題③に対して想定される誘導措置

回収の仕組み構築と高度な中間処理、リサイクルガラス用途拡大を促進

課題③「高度リサイクル体制の整備」については、リサイクルガラスの「利用」促進に加え、高度リサイクルの「処理」体制構築、採算性を高めるための効率的な「回収」の仕組みづくりをする必要がある。その際、できる限り補助金頼みにならないよう、一定の経済合理性や市場ニーズを踏まえた設計が必要となる。

ガラスメーカーに対して、リサイクルガラス活用の環境価値評価・認定を与えることで、循環型リサイクルできるガラスの利用量を拡大することも選択肢

高度リサイクル技術で分離したガラスの「利用」については、資源の消費量と廃棄物の発生量抑止のためにも、今後は可能な限り使用済太陽光パネル由来のガラスをリサイクルガラスとして活用できるような循環型リサイクルをしていくことが求められる。リサイクルガラスの使用にはGHG排出量削減効果があるため、多排出産業として取り上げられることも多いガラスメーカーも、活用に向き姿勢を示している。しかし、現状、リサイクルガラスの活用には高度選別などに多くの費用が必要となっており、バージン材を活用する場合と比較すると、経済合理性で劣る。リサイクルガラスの活用を増やすためには、後述の通り技術開発・体制整備等による処理の高度化・コスト抑制が必要となるが、あわせて、リサイクルガラスの価値を可視化することが有効と考えられる。例えば、リサイクルガラス由来の商品を環境配慮型商品として認定する方法も有効と考えられる。リサイクルガラス

³¹ 太陽光パネル同士を直列で接続した回路を指す。発電量監視の粒度としては、パワーコンディショナーや接続箱(回線を複数まとめてパワーコンディショナーに送る機器)よりも細かい単位となる。

を活用するメーカーがリサイクル材使用に関する認定を取得し、対外的に GHG 排出量削減効果をアピールできるようになれば、太陽光パネル由来のガラスの活用が加速していく可能性がある。

高度リサイクルの技術開発・設備導入支援継続とともに、熱処理法の施設基準の在り方は今後の論点

高度リサイクルの「処理」については、リサイクルガラスの普及促進のためにも、コストを抑えながら高度な中間処理を実施できる技術が確立され、そのような高度技術を採用した設備が地域に応じて適正に配置されることが必要だ。どの地域で使用済みパネルが排出されても高度リサイクル処理ができるような体制を全国的に構築していくためには、技術開発や設備導入に対する補助等の支援を更に加速させることが期待される。加えて、金銭面以外での設備導入の阻害要因にも対処していくことが必要だ。現在、最も高度にリサイクルすることが可能な熱処理法の設備は、産業廃棄物焼却炉に分類されており、処理設備を新設するための許認可取得が難しくなっている。熱処理法の設備は太陽光パネル処理専用の設備であり、焼却炉と比較して周辺環境への影響は小さい可能性が高く、今後、設備区分の新設等によって施設基準を必要十分な内容に調整するなど、許認可取得の在り方については見直しの余地があるだろう。

高度リサイクルを実施する事業者が優先的に選ばれるような仕組みを作ることが重要

パネルの排出時には、発電事業者や排出事業者から高度リサイクルを実施する中間処理業者が選ばれるような仕組みをつくる必要がある。まずは、排出事業者が高度リサイクル設備を導入している事業者を特定し処理を依頼することができるよう、JPEA が公開している適正処理可能な事業者一覧の情報も活用して、各事業者の処理手法やリサイクル率及びリサイクル材の品質に関する情報を集約・開示することが重要である。また、「高度リサイクル」に一定の水準を定めたいうで認証制度を設け、認証事業者の情報を一元化し推奨する方法もあり得る。そのうえで、排出事業者がリサイクル処理可能な事業者パネルを引き渡すことを求めるなど、個別リサイクル法等の形でリサイクル処理を義務付けるような制度整備を進めていくことも選択肢となるだろう。欧州では、太陽光パネルは電子ごみの一環として WEEE(電気電子廃棄物)指令に基づいて回収が義務付けられており、リユース・リサイクル率の最低水準(回収重量の 80%)も定められ、その管理・処理の費用負担は、生産者の責任とされている³²。このような拡大生産者責任の考え方は、リサイクルの義務化やその運用設計について参考となる点も多い。

地域に応じた回収システムが実証段階から全国的な実行フェーズに移ることが期待される

採算性を高めるための効率的な「回収」については、誘導措置の土台として、地域におけるステークホルダー情報や太陽光パネル排出情報等、全体像の可視化が必要であり、これを推進するための回収システム構築や体制整備が重要である。1 章でも言及した九州地方における太陽光発電(PV)保守・リサイクル推進協議会の取り組みの中では、メンテナンス事業者の廃棄パネル保管情報を共有し、効率的な収集・運搬とリユース・リサイクル事業者への連携を目指したスマート回収支援システムを構築し、実証事業を行っている。また、東北地方におけるPVCJや東北電力の取り組みの中では、宮城県内で不要となった太陽光パネルを適正処理ルートに誘導しつつ、課題解決のためのデータ取得を行う実証事業が実施されている。現時点ではどちらの取り組みも実証段階だが、今後は他地域にも取り組みが広がっていくことが期待される。

広域で回収できる制度の設計や、一時保管を可能とする仕組みも有効である可能性

そのうえで、パネルの撤去・回収から中間処理施設への運搬については、現行制度の制約による運用上の課題も解決される必要がある。大量廃棄時代を見据えると、収集運搬を都道府県ごとに行うよりも広域的に認めていく方が効率的であり、個別リサイクル法などによって、収集・運搬業者や中間処理業者の広域的な事業展開を促すために制度的な支援を行うことが有効だ。収集・運搬ルートが広域的に認められれば、県境に制約されることなく、高度リサイクル処理施設を基点に、地域ごとに回収の仕組みを構築できるだろう。加えて、太陽光パネルの排出・処理サイクルの実態にあわせて効率的に運搬できるよう、地域の中で排出パネルが一定量たまるまで一時保管可能とする仕組みも有効だろう。東北電力・PVCJの実証事業では一時保管場所にたどり着いた段階で一度マニフェストを終了し、パネルが蓄積し運搬めどが立った時点で、PVCJを排出事業者とし

³² 生産者(Producer)は、自社の名称または商標名で製造するか、設計・製造させた製品を自社の名称または商標名で販売する事業者、あるいは輸入販売業者や通販業者を指す(DIRECTIVE 2012/19/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 4 July 2012 on waste electrical and electronic equipment(WEEE)より)

て新たにマニフェストを発行し、最終処理日の締切を延ばすといった特例措置が取られている。今後、特例としてこのような措置を認めていくことも選択肢だろう。

本節で挙げた想定される誘導措置の内容について、【図表 15】に整理する。

【図表 15】 課題別・手法別に想定される誘導の方向性

誘導手法	課題① リパウリング推進のためのモニタリング・メンテナンス強化とセカンダリー市場活性化	課題② リユースパネルの流通促進	課題③ 高度リサイクル体制の整備
緩和的措置・優遇	<ul style="list-style-type: none"> ⚡ 部品交換・パネル交換実施など望ましい行動に対する優遇 ⚡ 事業規模拡大のための他事業者保有施設の買収に対する支援等 	<ul style="list-style-type: none"> ☀ 環境価値の経済価値転換 <ul style="list-style-type: none"> — 設備導入時にリユース品を一定割合以上使用した場合、CO2排出量削減の観点から補助 等 	<ul style="list-style-type: none"> ♻ 高度リサイクル処理設備を持つ事業者への優先手配、広域展開のための手続き簡素化(国による産業廃棄物処理業許可等) ♻ 太陽光パネルの高度リサイクル処理設備(熱処理)に対する廃掃法上の分類を改定(×焼却炉) ♻ 一時保管場所への集積を含めて効率的な回収のために必要なルール改正
義務・基準設定	<ul style="list-style-type: none"> ⚡ 発電量の下限値の設定 ⚡ モニタリングデータ/メンテナンス記録の登録・報告を義務化 	<ul style="list-style-type: none"> 🔄 検査項目・手法やその結果に基づくリユース可否判断の基準の標準化 🔄 オンサイト検査による一次的なリユース判断+倉庫・販売拠点等での受入検査等、効率的・低コストな標準設計 	<ul style="list-style-type: none"> ♻ 太陽光パネルのリサイクル義務化
評価・認証・保証	<ul style="list-style-type: none"> ⚡ マネジメントシステム認証(QMS、ISO等)のような形式での運営品質評価・認証 	<ul style="list-style-type: none"> 🔄 標準検査以上の水準での合格品に対するプレミアム ☀ 余寿命の推測情報に基づく出力保証スキーム 	<ul style="list-style-type: none"> ♻ 高度リサイクル処理が可能な事業者の認証 ♻ リサイクル材使用商品の認証(環境配慮型商品として)
その他	—	<ul style="list-style-type: none"> ☀ ステークホルダーに対する環境価値訴求の後押し(CO2削減量算定支援等) 	<ul style="list-style-type: none"> ♻ 地域における回収システム構築・体制整備

【凡例】 ⚡ 発電事業者 ☀ 自家消費型ユーザー 🔄 リユース関連事業者 ♻ リサイクル事業者(収集・運搬、中間処理) ♻ 再資源化事業者

(注) 凡例の記号は、誘導対象を示す。

(出所) みずほ銀行産業調査部作成

(3) 解決方向性② デジタルプラットフォーム

デジタルプラットフォームを用いたトレーサビリティの仕組みが求められる

欧州が先行し日本でも取り組みが進む、脱炭素・資源循環推進のための企業間データ連携

解決方向性①として整理した誘導措置には、発電実績やモニタリングデータ/メンテナンス記録、リユース検査結果・品質評価に関する情報、リサイクル時に必要となるパネルの構成情報、リサイクル処理方法に関する情報など、太陽光パネルや発電設備に関するライフサイクルデータが必要となるものも多い。また、パネル排出情報の集約や効率的な運用、必要設備の最適配置等のためには、発電事業者、設備撤去等を行う排出事業者、運搬事業者、リユース販売業者、中間処理業者、再資源化事業者等、地域内のステークホルダーの情報も必要である。そこで、本節では、太陽光発電・パネル資源循環のバリューチェーン全体を可視化し、こうした必要情報を効率的に流通させるための一案として、デジタルプラットフォームを用いたトレーサビリティの仕組みを提言したい。

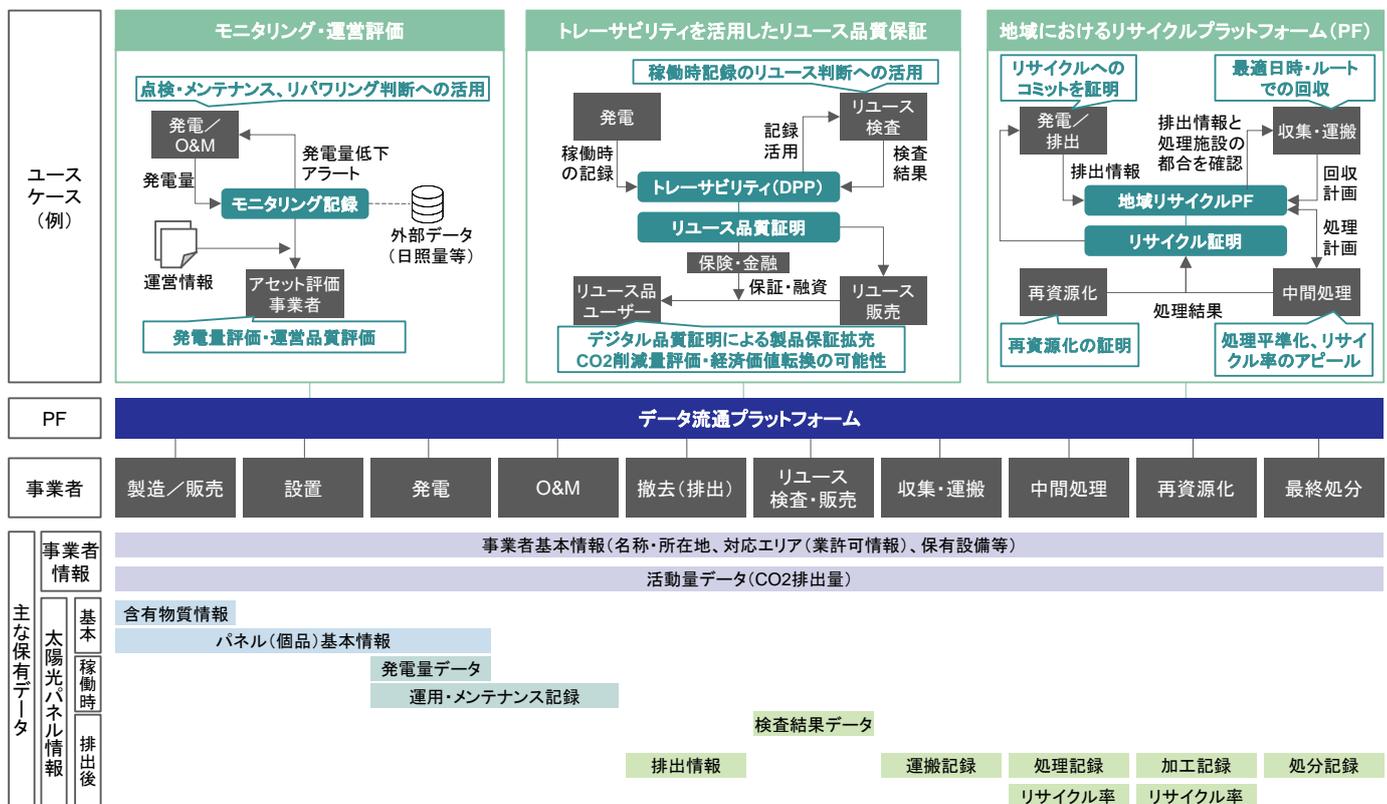
参考となるのは、欧州が主導するデジタルプロダクトパスポート(DPP)だ。DPPは、デジタル技術によって、対象製品のライフサイクル全体について様々な情報を記録しアクセス可能とする「パスポート」である。特に、先行する車載蓄電池については2023年8月に「欧州電池規則」が施行され、2027年以降は「バッテリーパスポート」として、原材料調達からリサイクルまでの製造者、原材料・加工・製品情報、カーボンフットプリント(CFP)、デューデリジェンス(DD)、リサイクル材使用率等、ライフサイクル全体の情報の電子的な提供(包装またはバッテリーへのラベルまたはQRコード貼付)が求められることとなっている。こうした動向も踏まえて、日本においても「ウラノスエコシステム」と総称する企業間データ連携の取り組みが推進されており、実装の第一弾として車載蓄電池を対象にした実運用が2024年4月に開始されることとなっている。こうしたデータ連携の取り組みでは、相互運用性を実現するデータ交換標準の設定や、データの分散管理や改ざん防止を実現するブロックチェーン技術の活用が特徴である。また、先行ユースケースとして、

企業横断で協調的に取り組む必要性の高いテーマである、サプライチェーンの可視化・DD、CFP データ連携、リサイクル材使用率証明等が挙げられており、サプライチェーンリスクの顕在化回避やカーボンニュートラル・サーキュラーエコノミーといった環境価値の証明に活用することが想定されている。

太陽光パネルのライフサイクルデータを誘導措置対応のエビデンスとして活用できることがメリットの1つになる可能性

こうした考え方を太陽光パネルに当てはめてみると、太陽光発電・パネル資源循環のバリューチェーンにかかわる各プレイヤーが、太陽光パネルのライフサイクル全体（製造・販売～設置～発電（使用）～リユースまたはリサイクル）の情報を電子的に提供・流通させるデータ流通プラットフォームと、プラットフォーム上で流通するデータを活用して各プレイヤーがそれぞれメリットを享受できるアプリケーション／サービスという二層構造とすることが考えられる。後者については、「解決方向性① 政策等による誘導」で挙げたような誘導策がとられている状況を前提とすれば、ルール対応やインセンティブ獲得、評価・認証・保証のためのエビデンスとして活用できることが、1つのメリットとなる可能性がある。例えば、発電量モニタリングや設備運営品質の評価、トレーサビリティを活用したリユース品質保証、地域におけるリサイクルプラットフォーム運営、高度リサイクル処理の実行証明などが考えられる（【図表 16】）。

【図表 16】 デジタルプラットフォーム（イメージ）



(出所) みずほ銀行産業調査部作成

プラットフォーム構築・運営のポイントを整理

デジタルプラットフォームの構築・運営にあたっては、いくつかの論点についてより深い検討を進めていく必要がある。ここでは、国内で取り組みが先行する車載蓄電池の CFP データ連携プラットフォームを例に、論点とその対応例を整理する（【図表 17】）。

公益的なプラットフォームの運営主体やコスト負担などの検討が必要

公益性の高いプラットフォームで特に議論になりやすいのは、誰が旗振り役となって構築・運営し、そのコストを誰がどのように負担するかという運営体制である。蓄電池 CFP の例では、国の補助事業としてデジタルプラットフォームが構築され、その運用は、「公益デジタルプラットフォーム事業者」として関連業界団体³³が共同で設立した「自動車・蓄電池トレーサビリティ推進センター (ABtC)」が担う予定となっている。また、プラットフォー

³³ 一般社団法人日本自動車工業会 (JAMA)、一般社団法人電池サプライチェーン協議会 (BASC)、一般社団法人日本自動車部品工業会 (JAPIA)

ム運営にかかる基本料金とデータ利用料金をユーザーの事業規模や業種等に応じて年会費として課金することが想定されている。太陽光パネルについても、運営主体・コスト負担の在り方について検討が必要であるとともに、全国で共通的に構築・運用したほうが効率的な領域(例:データ流通プラットフォーム)と、地域別運用が適している領域(例:リサイクル処理に紐づくサービス)など、運営単位の整理も必要と考えられる。

データ提供者への利益還元の仕組みや、不利益発生に対する予防策も重要な論点

また、データの提供者と、そのデータを活用して恩恵を受ける主体が一致しないことも構造的課題である。蓄電池 CFP の例では、川下の OEM や Tier1 等の大手サプライヤーはデータを活用することで欧州電池規則への対応が可能となる点でメリットがあるものの、川上のサプライヤーほどデータ活用の余地は少なくデータ提供ばかりが求められる構図となっている。さらに、提供を求められるデータが競争領域に関わるものである場合、当該データを流通させることが企業の競争優位性を損なう恐れもある。こうした問題・懸念に対し、サプライヤーが川下からの要請に応じて行う必要のあるデータ提供を OEM 別ではなく共通的に対応できること、そのためのシステムを安価に利用できること、データの開示先や開示範囲はデータ主権の考え方にに基づき自社で設定できることなどが示されている。太陽光パネルについても、データ提供者が得られる利益の設計と、不利益を被らないような予防策は重要な論点となるだろう。

プラットフォームとしての効用を高めるために、より多くのユーザーを呼び込むことができる機能やサービスの検討・実装が求められる

一般的にプラットフォームサービスでは、参加者が増えれば増えるほど参加により得られる効用が増加し、その効用が魅力となってさらに参加者が増加するというネットワーク効果がみられる。逆に言えば、参加者が集まらなければ魅力的なプラットフォームたり得ないため、いかにユーザーを呼び込むかが重要となる。蓄電池 CFP の例では、欧州規制への対応という誘因をベースにしつつも、アプリケーションレイヤーを競争領域としてオープン化し、複数のベンダーを参入させることで、ユーザーがより使いやすいサービスを選択できるようにしている。【図表 16】に例示したような機能・サービスも含めて、太陽光パネルに関わる各プレイヤーにとって魅力的な機能・サービスの検討・実装が求められる。

【図表 17】 プラットフォーム構築・運営の論点

論点	内容	先行する蓄電池CFPの例
◆ 運営単位(全国/地域)と運営主体、コスト分担の在り方	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 全国で共通的に構築・運用したほうが効率的な領域(例:データ流通プラットフォーム)と、地域別運用が適している領域(例:リサイクル処理に紐づくサービス) ✓ 誰が旗振り役となって構築・運営するか ✓ コストをどのように分担するか 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 対象:全国 ・ 国の補助事業として構築、ステークホルダーである複数の業界団体が共同運営 ・ 事業規模や業種に応じた会費設定(全ユーザーへの基本料金+データ利用企業へのデータ利用料金)
◆ データ提供者と受益者との不一致の解消	<ul style="list-style-type: none"> ✓ データの提供者と、そのデータを活用して利益を得る主体が一致しないため、一方的にデータを搾取されるプレイヤーが発生しうることに、どのように対応するか 	<ul style="list-style-type: none"> ・ データ提供者にあたるサプライヤーには、業界協調での構築による割勘効果や、OEM別対応が不要となることによるコストメリットを提示 ・ 川下企業の要請に基づくデータ提供のみの場合はデータ利用料金は非課金
◆ データ提供による不利益の回避	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 企業の競争領域にかかわるデータを公開すると、競争優位性が損なわれるおそれ。不利益をどのように回避するか 	<ul style="list-style-type: none"> ・ データ主権の考え方にに基づくデータ利用権限のコントロール
◆ ネットワーク効果の発揮	<ul style="list-style-type: none"> ✓ プラットフォーム参加者が増えるほど効用が増加し、さらに参加者が増加する正のスパイラルを発生させるために、いかにユーザーにとって魅力的な機能・サービスを実現するか 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 競争領域であるアプリケーションレイヤーのオープン化、サービス提供事業者の参入促進

(出所)自動車・蓄電池トレーサビリティ推進センター(ABtC)設立準備会ほか各種公開情報より、みずほ銀行産業調査部作成

(4) おわりに

全体最適と個社の利益が両立する市場環境への転換を

化石燃料による環境負荷を抑えるために拡大が求められる太陽光発電が、廃棄時に別の側面で環境に負荷をかけるような状況は、矛盾をはらんでいる。一方で、資源循環ばかりを重視して出力の低い古いパネルの延命に注力するようになってしまえば、今度は脱炭素の観点で足かせになってしまう。太陽光発電の拡大とパネル資源循環の好サイクルを形成することが非常に重要であり、そのための課題として、本稿では①リパワリング推進のためのモニタリング・メンテナンス強化とセカンダリー市場活性化、②リユース品の流通促進、③高度リサイクル体制の整備の3点を取り上げた。これらの課題の解決に向けては、各ステークホルダーが合理的に判断してとる行動が、あるべき姿の実現につながることを望ましい。そのためには、政策等による誘導やデジタルプラットフォームのような打ち手によって、経済性だけでなくサステナビリティとのバランスをとった行動が促される市場環境へと変化させる必要がある。

発電の観点も視野に、多くのステークホルダーが課題解決に向けて動くことを期待

冒頭で取り上げた「再生可能エネルギー発電設備の廃棄・リサイクルのあり方に関する検討会」の中間とりまとめでは、「使用済太陽光発電設備のリサイクル等を促進するために、義務的リサイクル制度の活用を含め、引渡し及び引取りが確実に実施されるための新たな仕組みの構築に向けた取組を進めていく」とされている。検討会は、中間処理業者や再資源化事業者を中心に多くの民間企業・団体が情報提供・意見提示を行いながら進められてきた。今後、資源循環政策とエネルギー政策のバランスをとることの必要性も念頭に置きながら、引き続き多くのステークホルダーが意見を出し合い課題解決に至ることに期待したい。

みずほ銀行産業調査部

テレコム・メディア・テクノロジーチーム 片岡 千鶴

素材チーム 岡本 昂

takashi.b.okamoto@mizuho-bk.co.jp

資源・エネルギーチーム 家山 健吾

kengo.ieyama@mizuho-bk.co.jp

[アンケートに
ご協力お願いします](#)



Mizuho Short Industry Focus / 225

© 2024 株式会社みずほ銀行

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、取引の勧誘を目的としたものではありません。本資料は、弊行が信頼に足り且つ正確であると判断した情報に基づき作成されておりますが、弊行はその正確性・確実性を保証するものではありません。本資料のご利用に際しては、貴社ご自身の判断にてなされますよう、また必要な場合は、弁護士、会計士、税理士等にご相談のうえお取扱い下さいますようお願い申し上げます。本資料の一部または全部を、①複写、写真複写、あるいはその他如何なる手段において複製すること、②弊行の書面による許可なくして再配布することを禁じます。

編集／発行 みずほ銀行産業調査部

東京都千代田区丸の内 1-3-3 ird.info@mizuho-bk.co.jp