

Mizuho Short Industry Focus

革新的技術シリーズ¹ 次世代太陽電池の現状と日本企業が取るべき戦略の方向性

【要約】

- ◆ 近年の気候変動問題の対策として、カーボンニュートラル(以下、CN)を目指す動きがグローバルで加速している。日本は 2050 年の CN 実現に向けて、第 6 次エネルギー基本計画の中で 2030 年度の電源構成のうち再生可能エネルギー比率を 36~38%にする方針を示している。再生可能エネルギー比率のうち太陽光発電の割合が最も大きく、太陽光発電の導入拡大は重要な位置付けとなっている。また、日本のエネルギー自給率は先進国の中でも低く、エネルギー安全保障の観点からも太陽光発電の果たす役割は大きいと考える。
- ◆ しかしながら、既存の太陽電池だけでは 2050 年の CN 実現に必要な太陽光発電による電力量は確保できないと予測する。なぜなら、日本では既存の太陽電池の設置が進んでいることから、新規に導入出来る場所は限られており、現在普及しているシリコン系太陽電池では重さや柔軟性といった点で耐荷重の小さい建物の屋根やビルの壁面などには設置が困難であるからだ。そこで、次世代の太陽電池として軽量で柔軟性に優れたペロブスカイト太陽電池が注目されており、これまで設置が困難であった場所への導入も可能となることから CN 実現に寄与するものと考え。ただし、実用化に向けては①技術課題の克服、②製造コストの低減、③ビジネスモデルの確立が必要である。
- ◆ ペロブスカイト太陽電池の実用化に向け、グローバルで競争が激化しており、日本企業は高い変換効率など技術力を有しているものの、生産体制構築や需要家との連携で海外企業に遅れている状況である。海外企業は、ベンチャー企業を中心に銀行やファンド、大手企業からの出資などで資金調達を行い、既に生産ラインを構築している企業もある。
- ◆ かかる状況は、既存のシリコン系太陽電池において、2000 年代後半から中国企業がシェアを拡大し、日本企業のプレゼンスが低下したことを想起させる。①供給側支援、②投資規模・スピード、③需要トレンドへの対応といった政策・企業戦略の違いにより、日本企業は中国企業の価格競争に追いつけず、2010 年代後半には太陽電池生産からの撤退や事業縮小を余儀なくされた。
- ◆ 次世代太陽電池の課題と既存のシリコン系太陽電池の衰退要因を踏まえると、まずは上記①技術課題の克服、②製造コストの低減、③ビジネスモデルの確立が必要で、同時に④供給側支援、⑤投資規模・スピード、⑥需要トレンドへの対応(ニーズを捉えたマーケティング戦略)といった点で、日本企業は早期に官民一体となって取り組む必要がある。
- ◆ ペロブスカイト太陽電池は日本発の次世代太陽電池であり、早期の実用化により、日本企業がグローバルでプレゼンスを発揮しつつ、CN の実現に寄与出来ることを期待したい。

1. はじめに

太陽光発電の導入拡大は CN 実現とエネルギー安全保障確保で重要な位置付け

近年の気候変動問題の対策として、CN を目指す動きがグローバルで加速している。日本も 2050 年の CN 実現を目指しており、そのためには再生可能エネルギーの導入拡大が必要不可欠である。政府は第 6 次エネルギー基本計画において、2030 年度の電源構成のうち再生可能エネルギー比率を 36~38%にするとの方針を示している。その中でも太陽光発電の占める割合は 14~16%と最も大きく、太陽光発電の導入拡大は重要な

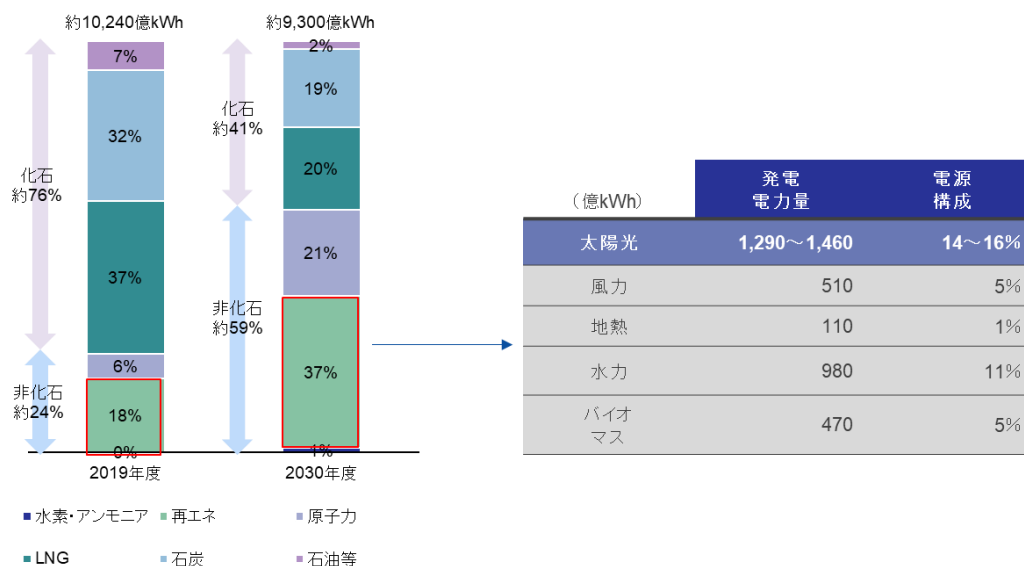
¹ 日本産業の競争力強化や社会課題の解決に寄与する技術・イノベーション領域をとり上げるレポート。

位置付けとなっている(【図表 1】)。また、日本はエネルギー資源の大半を海外からの輸入に頼っていることから、エネルギー自給率は 13.4%²(2021 年度)と先進国の中でも低位にあり、エネルギー安全保障の確保の観点からも太陽光発電の導入拡大は重要な役割を果たすと考えられる。

過去のシリコン系太陽電池での衰退を踏まえて、日本企業が取るべき戦略の方向性について考察したい

太陽光発電の導入拡大に向けて、日本で開発され、日本企業が高い技術力を有している次世代太陽電池のペロブスカイト太陽電池³が注目を集めている。なぜなら、ペロブスカイト太陽電池はフレキシブル性に優れており、実用化が進めばこれまで既存のシリコン系太陽電池では設置が出来なかった場所への導入も可能となり、CN の実現と電源自給化に大きく寄与するからである。ただし、ペロブスカイト太陽電池の実用化に向けてはグローバルで競争が激化している。現在普及しているシリコン系太陽電池では、日本企業は過去に中国企業の台頭によりシェアを奪われ、事業規模縮小や生産撤退をしてきた。次世代太陽電池では日本企業がグローバルでプレゼンスを発揮することを期待するとともに、本稿では特にペロブスカイト太陽電池に着目して日本企業が取るべき戦略の方向性について考えたい。

【図表 1】2030 年度の発電電力量と電源構成の内訳



(出所)資源エネルギー庁「2030 年度におけるエネルギー需給の見通し(関連資料)」より、みずほ銀行産業調査部作成

2. ペロブスカイト太陽電池の動向と実用化が与えるインパクト

現在普及している太陽電池の大半はシリコン系

太陽電池はシリコン系、化合物系、有機系の 3 つに大別され、現在普及している太陽電池の大半はシリコン系となっている。日本では 2012 年に「固定価格買取(FIT)制度」の導入以降、太陽光発電の導入が拡大してきた。国土面積あたりの太陽光の設備容量は主要国の中でも最大⁴で、今後の導入拡大にあたり適地確保が課題である。

適地確保が課題となる中で、フレキシブル性に優れたペロブスカイト太陽電池に注目

上記課題に対して、低温プロセスで製造が出来、プラスチックなどの軽量基盤の利用が容易で、軽量性・柔軟性を確保出来るペロブスカイト太陽電池が次世代の太陽電池として注目されている。既存のシリコン系太陽電池は重さや柔軟性といった点で耐荷重の小さい建物の屋根やビルの壁面などには設置が困難であることから、設置場所の拡大が期待されるペロブスカイト太陽電池の開発が日本企業を含めてグローバルで行われている。

² 経済産業省「2021 年度エネルギー需給実績(速報)参考資料」を参照。

³ ペロブスカイト太陽電池とは、灰チタン石(ペロブスカイト)と同じ結晶構造を持つ有機と無機の混合材料を使用して製造した太陽電池。

⁴ 経済産業省 Website (https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyoo/energykihonkeikaku2021_kaisetu01.html) (2023 年 5 月 15 日)

原料は国内生産可能で、経済安全保障の確保に寄与

国も NEDO のプロジェクトで技術開発と実用化に向けた支援を実施

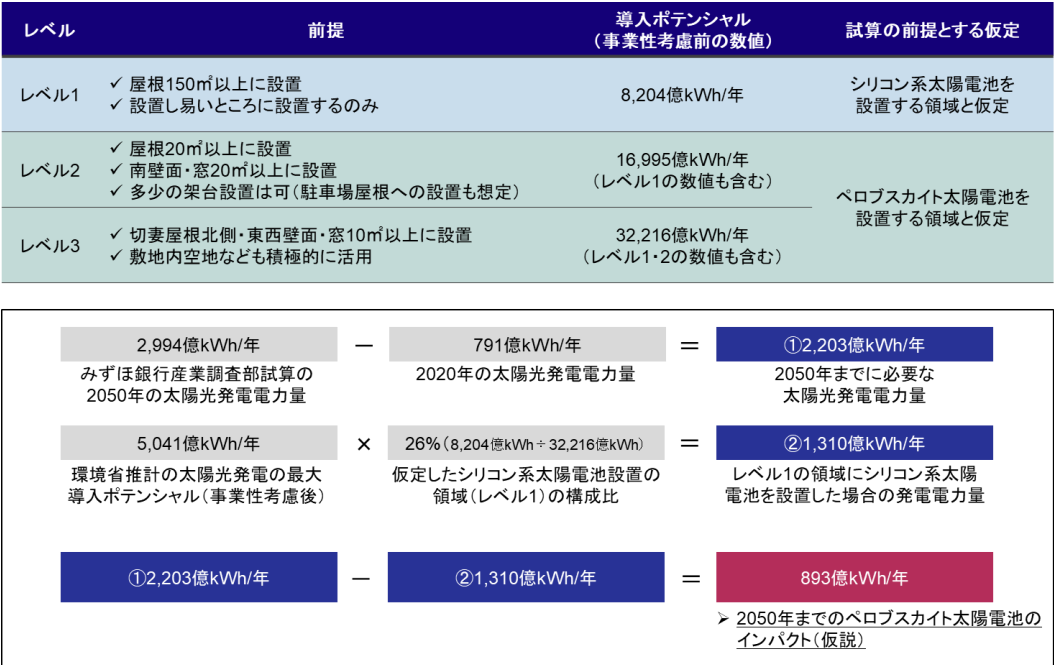
実用化が進めば、2050 年の CN 実現に寄与

また、シリコン系太陽電池の原料は大半を海外から輸入しているが、ペロブスカイト太陽電池の主要な原料であるヨウ素は日本で生産が可能である。原料を輸入に頼らなくて良いことから、経済安全保障の確保の観点でも、官民一体となって取り組む意義があると考ええる。

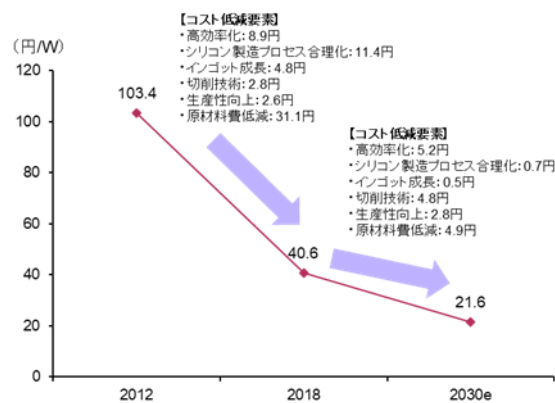
2050 年の CN を実現するために、経済産業省は国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)に総額 2 兆円の基金を造成し、企業の研究開発・実証から社会実装までを支援するグリーンイノベーション基金事業を立ち上げた。太陽光発電事業も対象分野であり、普及を後押しすべく、次世代太陽電池実用化事業として上限 498 億円の予算を組んで支援を行っている⁵。

ペロブスカイト太陽電池の実用化が進めば日本の電源構成に与えるインパクトは大きく、2050 年の CN 実現に寄与するものと推察する。弊行の試算では 2050 年時点で、国内の導入のみで最大 893 億 kWh/年の発電電力量のポテンシャルを保有しているものと推計している(【図表 2】)。既存のシリコン系太陽電池を設置しやすい場所へ導入するだけでは CN 実現に必要な太陽光発電による電力量を埋め切れないと想定されることから、ペロブスカイト太陽電池による補完の余地は大きく、重要な役割を果たすと考ええる。

【図表 2】ペロブスカイト太陽電池の実用化が日本の電源構成に与えるインパクト(仮説)

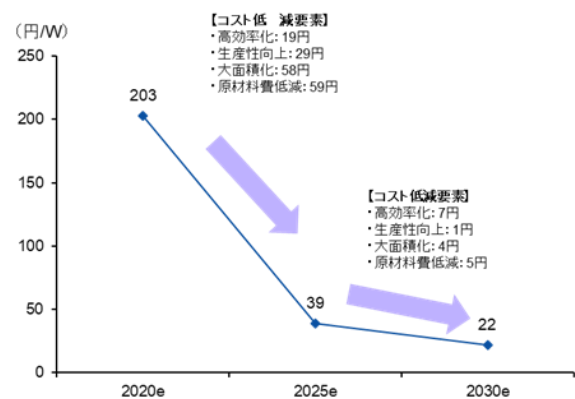


【図表 3】モジュール製造コスト(単結晶 Si 太陽電池)



技術水準	2012年	2018年	2030年
モジュール変換効率	17%	20%	25%
モジュール面積	1.3m ²	1.3m ²	2.6m ²
セルサイズ	156mm	156mm	210mm
ウェハ厚	180μm	150μm	50μm
年間生産規模	1GW	1GW	5GW

【図表 4】モジュール製造コスト(ペロブスカイト太陽電池)



技術シナリオ	2020年	2025年	2030年以降
モジュール変換効率	10%	15%	20%
モジュール面積	0.13m ²	0.8m ²	1.3m ²
年間生産規模(ライン)	10MW	100MW	200MW
耐用年数	5年	7年	10年

(出所)【図表 3、4】とも、国立研究開発法人科学技術振興機構低炭素社会戦略センター「太陽光発電システム(Vol.5)一定量の技術シナリオに基づく結晶系シリコン太陽電池とペロブスカイト型太陽電池のコスト低減技術評価―」(平成 31 年 3 月)より、みずほ銀行産業調査部作成

3. 国内外企業のペロブスカイト太陽電池の開発動向

日本企業は生産体制構築や需要家との連携で海外企業に遅れている

実用化に向けてはグローバルで様々な取り組みが行われている。日本企業は、各社が保有している独自技術を活用してペロブスカイト太陽電池の開発を行っているが、各社公表によると事業化が見込めるのは 2025 年頃であり、後述の通り、海外企業と比較すると遅れている。海外企業は、中国と欧州のスタートアップ企業を中心に開発が行われており、既に生産ラインや工場を立ち上げて用途を特定した製品開発や大手企業と提携をするなど、生産体制構築や需要家との連携で日本企業と比較して先行している状況となっている(【図表 5】)。

【図表 5】国内外企業の開発動向

メーカー	東芝	積水化学工業	パナソニック	DaZheng Micro-Nano Technologies	Oxford PV	Saule Technologies
地域	日本	日本	日本	中国	欧州	欧州
生産時期	2025年	2025年	2026～2027年	2022年	2023年	2021年
生産体制	不明	製造ライン開発に着手	不明	工場竣工(生産能力10MW/年)	工場竣工(生産能力100MW/年)	工場竣工(生産能力100MW/年)
プロセス	メニスカス塗布法	ロール・ツー・ロール	インクジェット塗布法	ロール・ツー・ロール	工法不明 タンデム型を製造	インクジェット塗布法
想定用途	—	—	—	スマートフォン タブレット	住宅屋上	ビルの窓 カーポート

(出所)各社 HP、各種報道より、みずほ銀行産業調査部作成

日本企業の取り組み状況を見てみると、東芝は、独自のメナスカス塗布法⁶を用いて作成したフィルム型のペロブスカイト太陽電池(受光面積 703 cm²)において、大面積のものとしては世界最高のエネルギー変換効率 16.6%を記録しており⁷、2025 年の市場投入に向けて福島県大熊町で実証実験を行うことを発表している。

パナソニックは、ガラスを基板とする軽量化技術や有機 EL (Organic Light Emitting Diode) で実績があるインクジェット塗布工法による発電層の形成技術を活用し、世界最高のエネルギー変換効率 17.9%(受光面積 802cm²)を達成している⁸。

積水化学工業は、独自技術である「封止、成膜、材料、プロセス技術」を活かし、10 年相当の屋外耐久性を確認している。既に 30cm 幅のロール・ツー・ロール製造プロセスを構築しており、同製造プロセスで変換効率 15.0%のフィルム型ペロブスカイト太陽電池の製造に成功している。現在は 1m 幅の製造ライン開発に着手しており、2025 年の事業化を目指している⁹。実用化に向けて、東京都との共同研究として 2023 年春から森ヶ崎水再生センターにフィルム型太陽電池を設置して発電量のモニタリングや腐食耐久性の確認などを行う。また、2025 年に JR 西日本が開業を目指している「うめきた(大阪)駅」にフィルム型太陽電池を設置することを発表している。

このように、日本企業は独自の技術を活用しながら開発を行っており、海外企業と比較しても変換効率などで優位性がある。その他の企業では、アイシンやシャープ、リコー、カネカ、ホシデン、エネコートテクノロジーズなどが各社の技術を活用してペロブスカイト太陽電池の開発に取り組んでいるが、事業化はこれからである。

海外企業は中国や欧州が既に生産体制を構築

一方、海外では、中国や欧州のスタートアップを中心に既に生産体制を構築している企業もあり、日本と比較し事業化が進んでいる。中国や欧州の企業は銀行やファンド、大手企業などからの出資により資金調達を行い、工場を建設している企業もある。

中国のスタートアップ企業である DaZheng Micro-Nano Technologies は 2018 年に設立され、8,000 万元を投資して 2022 年に年間生産能力 10MW のラインで量産を開始した。2023 年には 2 億元を投じて年間生産能力 100MW まで拡大する計画で、中国のスマートフォンやタブレットメーカー向けに生産を行っている。その他の中国企業では、Wuxi Utmost Light Technology や Wonder Solar などが既に生産体制を構築している。

欧州では、大学発のスタートアップ企業である Oxford PV や Saule Technologies などが既に生産を開始している。Oxford PV は、2010 年にオックスフォード大学の研究室からスピンアウトして設立され、ペロブスカイトとシリコンのタンデム型太陽電池を開発している。また、再生可能エネルギーに関連する企業などから総額 6,500 万ポンドの出資を受け入れており、2021 年に年間生産能力 100MW の工場を建設している。当初の市場ターゲットは住宅屋上向けを想定している。Saule Technologies は、2014 年にバレンシア大学の学生が中心となり設立された。欧州のプラスチックメーカーや大手ゼネコンなどと提携して製品開発を実施し、2020 年にはポーランドの太陽電池設置・サービス大手の Columbus Energy より 1,000 万ユーロの出資を受け入れて、2021 年に年間生産能力 100MW の生産ラインを構築している。こちらは、建物の窓向けやカーポート向けに生産を行っている。

用途を特定した製品開発や需要家との提携により事業化が先行

このように、日本との比較において需要家との連携が進んでいる点でも違いが見られる。海外企業は住宅屋上向けやビルの窓向け、カーポート向け、スマートフォン・タブレット向けなど用途を特定した製品開発を行っている。また、需要家となり得る大手企業との提携や出資を受け入れることで事業化への取り組みが進んでいるように推察される。

⁶ 界面張力によって隙間の液体の表面がつくる局面を利用した塗布法

⁷ 東芝 Website (<https://www.global.toshiba/jp/news/energy/2023/02/news-20230209-01.html>) (2023 年 5 月 15 日)

⁸ パナソニック Website (<https://news.panasonic.com/jp/stories/13905>) (2023 年 5 月 15 日)

⁹ 積水化学工業 Website (https://www.sekisui.co.jp/news/2022/1382290_40074.html) (2023 年 5 月 15 日)

過去の歴史を踏
まえ日本企業が
取るべき戦略の
方向性を考えた
い

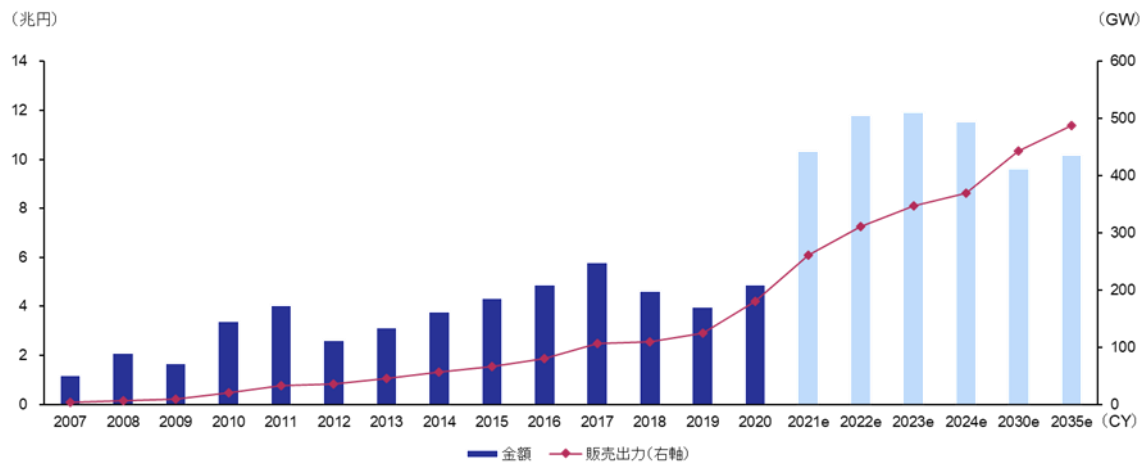
日本企業は海外企業と比較し生産体制構築や需要家との連携で遅れをとっており、これは現在普及しているシリコン系太陽電池市場の競争において、技術はありながらも海外勢にシェアを奪われ日本企業が衰退した歴史を想起させる。シリコン系太陽電池で衰退した要因を踏まえながら、ペロブスカイト太陽電池での日本企業が取るべき戦略の方向性について考察したい。

4. 既存のシリコン系太陽電池で日本企業が衰退した要因

グローバルの太
陽電池市場は出
力ベースで今後
も右肩上がり

グローバルの太陽電池市場は、販売出力ベースで 180GW と 2010 年比約 9 倍に増加しており、2020 年現在、金額ベースでは 4.8 兆円の市場規模となっている。今後も各国の CN 実現に向けた取り組みにより、市場規模は更に拡大する見通しである(【図表 6】)。また、2011 年に中国でも FIT 制度を導入したことで 2012 年に欧州で FIT 単価が下落したことによる需要減少を機に、市場の中心が欧州から中国・アジアへと転換した(【図表 7、8】)。

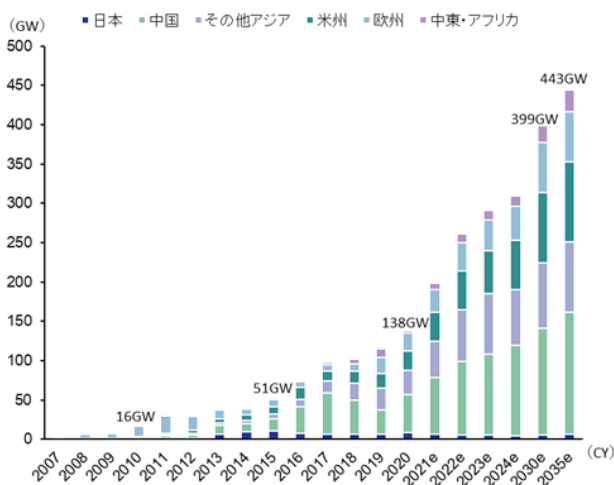
【図表 6】 グローバルの太陽電池市場規模



(注) 2021 年は一部実績を含む富士経済の見込み値、2022 年以降は富士経済推計による予測値

(出所) 富士経済「2015 年版 太陽光発電ビジネスの最前線と将来展望」、「2017 年版 太陽電池関連技術・市場の現状と将来展望」、「2019 年版 太陽電池関連技術・市場の現状と将来展望」、「2020 年版 太陽電池関連技術・市場の現状と将来展望」、「2021 年版 太陽電池関連技術・市場の現状と将来展望」より、みずほ銀行産業調査部作成

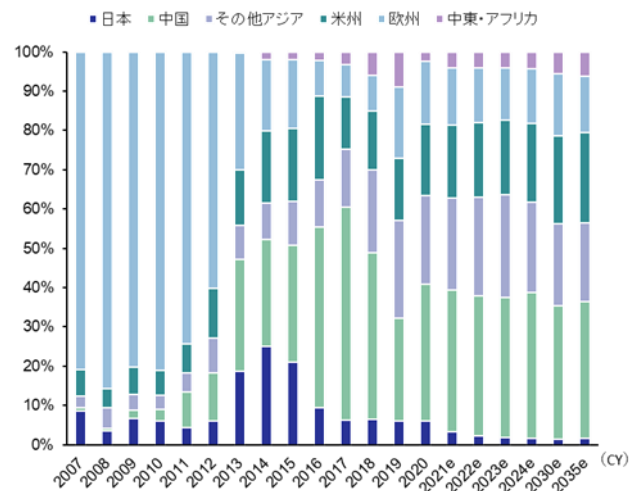
【図表 7】 エリア別太陽光発電導入量



(注) 2021 年は一部実績を含む富士経済の見込み値、2022 年以降は富士経済推計による予測値

(出所) 【図表 7、8】とも、富士経済「2015 年版 太陽光発電ビジネスの最前線と将来展望」、「2017 年版 太陽電池関連技術・市場の現状と将来展望」、「2019 年版 太陽電池関連技術・市場の現状と将来展望」、「2021 年版 太陽電池関連技術・市場の現状と将来展望」より、みずほ銀行産業調査部作成

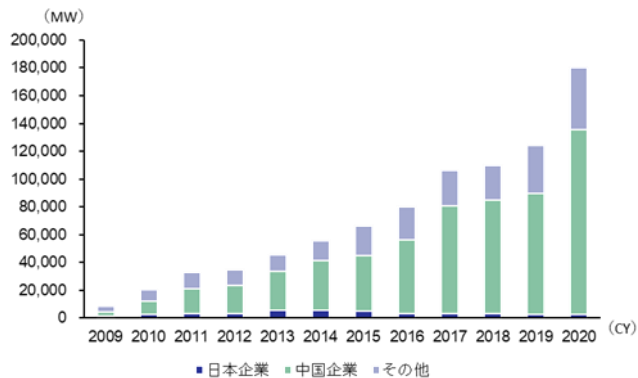
【図表 8】 エリア別太陽光発電導入量シェア



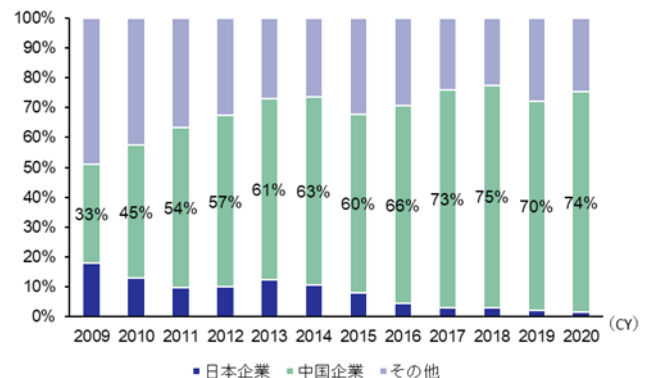
中国企業の台頭により日本企業は衰退

太陽電池の生産について国籍別の企業シェアでは、2000 年代後半から中国企業がシェアを拡大し、日本企業のプレゼンスは低下している。現在では、中国企業がシェアの大半を占めている（【図表 9、10】）。

【図表 9】太陽電池本社所在地域企業別販売量



【図表 10】太陽電池本社所在地域企業別シェア



(出所)【図表 9、10】とも、富士経済「2015 年版 太陽光発電ビジネスの最前線と将来展望」、「2018 年版 太陽電池関連技術・市場の現状と将来展望」、「2019 年版 太陽電池関連技術・市場の現状と将来展望」、「2020 年版 太陽電池関連技術・市場の現状と将来展望」、「2021 年版 太陽電池関連技術・市場の現状と将来展望」より、みずほ銀行産業調査部作成

中国と日本では
①供給側支援②
投資規模・スピード③需要トレンド
への対応に違い

中国は日本と比較して、電気代が安いことや電力不足による需要過多といった太陽電池産業を強化する上で優位となる前提条件が自国マーケットに存在した。それらに加えて両国での取り組みに着目を見ると、日本企業が中国企業にシェアを奪われた要因として、①供給側企業に対する政策支援、②供給側企業の投資規模・スピード、③需要トレンドへの対応の違いが考えられる（【図表 11】）。

【図表 11】シリコン系太陽電池に対する取り組み(中国・日本)

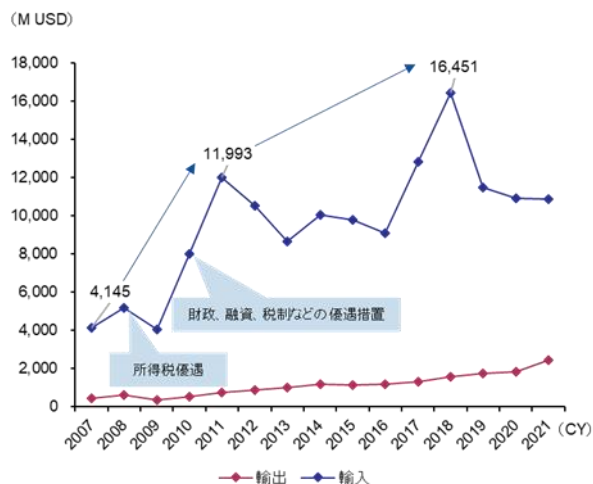
	中国	日本
供給側支援	供給側企業に対して、各種政策支援あり	供給側企業に対する特段の支援なし
投資規模・スピード	積極投資による生産能力拡大 専業系プレーヤーが多い	積極投資に踏み切れず規模縮小や撤退 コングロマリットの一事業部門
需要トレンドへの対応	変換効率は劣るがコストを重視 (多結晶シリコンがメイン)	コストは高いが変換効率を重視 (単結晶シリコンの採用等)
需要側支援	FIT導入等による需要創出	FIT導入等による需要創出

(出所) みずほ銀行産業調査部作成

①供給側支援：
(a)輸入設備の関
税免除により能
力増強を促進

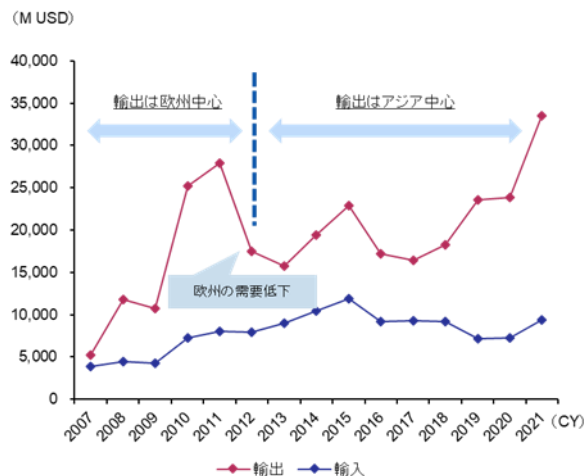
供給側企業に対する支援としては、大きく 4 つのポイントとなる政策がある。1 つ目は、輸入設備への関税免除である。2005 年に公布された「産業構造調整促進の暫定施行規定」に関する決定の中で、太陽光発電設備やシリコン製造に関する産業は奨励類産業に認定された。当該認定を受けた中国企業は、自社用設備の輸入に対しての関税免除を享受し積極的な投資を行い、海外から製造装置の輸入を増やすことで量産体制を実現できたものと推察する（【図表 12、13】）。

【図表 12】製造装置関連品目の輸出入(中国)



(注)HS コード 848630(フラットパネルディスプレイ製造用の機器)、8456(レーザーその他光子ビーム等を使用して加工する機械、ウォータージェット切断機械、8457(金属加工用のマシニングセンター、ユニットコンストラクションマシン、マルチステーショントランスファーマシン)、8460(研削盤、ホーニング盤、ラップ盤、研磨盤、その他仕上げ用加工機械)の合計値
(出所) Global Trade Atlas より、みずほ銀行産業調査部作成

【図表 13】太陽電池関連品目の輸出入(中国)



(注)HS コード 854140(光電性半導体デバイス(光電池含む)及び発光ダイオード)
(出所) Global Trade Atlas より、みずほ銀行産業調査部作成

①供給側支援：
(b)企業所得税の優遇

2 つ目は、企業所得税の優遇である。2008 年に公布された「ハイテク企業認定管理办法」の中で、太陽光発電技術は国が重点的にサポートするハイテク分野に認定されており、条件を満たせば企業所得税を 15%に引き下げる優遇を受けることができた。

①供給側支援：
(c)金融支援策による投資促進

3 つ目は、投資促進である。2010 年に公布された「戦略的新興産業の育成と発展の決定」により、新エネルギー(太陽光発電が含まれる)、省エネルギー・環境、バイオテクノロジー、新素材、次世代 IT(情報技術)、高付加価値設備製造、新型エネルギー自動車の 7 業種を戦略的新興産業として、重点的に育成・発展させていく方針を示した。新興産業に対しては財政支出、税制優遇、資本市場やファンドの活用などによる金融支援策を打ち出すことにより、積極的な投資を促した¹⁰。

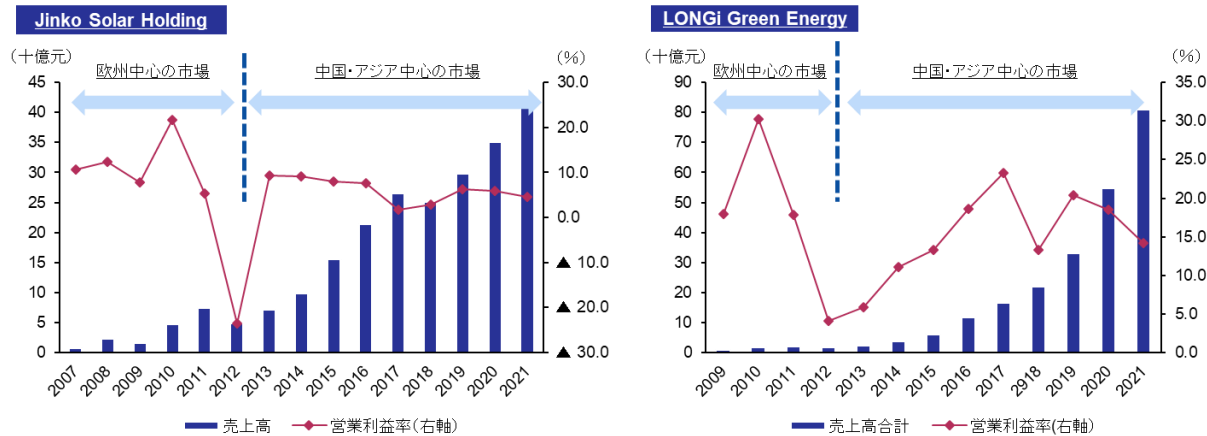
①供給側支援：
(d)政府主導による過剰生産能力の解消

4 つ目は、政府主導での企業再編によって過剰生産能力を解消したことである。2012 年に市場の中心であった欧州の FIT 単価下落による需要減少で、中国の太陽電池関連企業の業績が悪化した。そこで、中国政府は 500 社を超えるとされる太陽電池関連産業のうち生産規模や一定技術を満たした 134 社を選定し、それ以外の企業に対しては金融機関からの融資を得にくくするほか、関税の優遇が受けられなくなるといった政策を打ち出した。成長企業への支援は継続するが、業績不振の企業には市場からの退出を促すことで過剰となった生産能力を解消した¹¹。欧州の需要は低下したものの、中国やアジア市場での太陽光発電の導入が拡大したこともあり、主要企業の業績も回復した(【図表 14】)。

¹⁰ 中国企業は金融機関や資本市場からの積極的な調達と投資により売上を伸ばす一方で、債務負担が重く経営再建を図る企業も出てきた。

¹¹ 日本経済新聞記事「中国政府、太陽電池企業を選別 134 社を実質優遇」(2013 年 12 月 23 日朝刊)

【図表 14】中国主要企業の業績推移



(出所) 各社IR資料より、みずほ銀行産業調査部作成

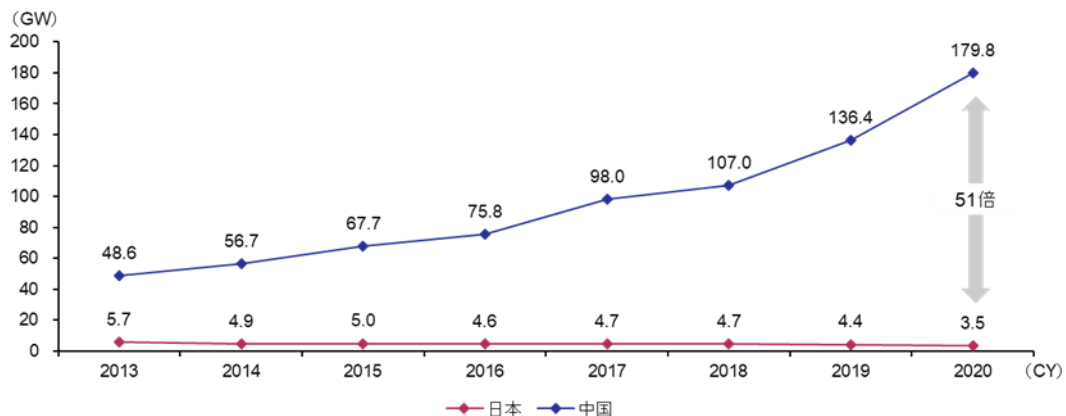
②投資規模・スピード: 中国は専門系が多く、投資の意思決定を早期に行える企業体を構築

次に投資規模・スピードの違いがある。中国企業は①の供給側への各種政策支援を背景に積極的な資金調達と投資を実施した。また、中国企業は専門企業が多く¹²、投資への意思決定を早期に行える企業体が構築されていたものと考えられる。2020年の中国企業のモジュール生産能力は179.8GWと2013年の48.6GWから約3.7倍に拡大している。一方で、日本企業の2020年のモジュール生産能力は3.5GWと事業縮小などを背景に2013年の5.7GWから減少し、結果として2020年時点では中国企業のモジュール生産能力は日本企業の51倍となっている(【図表 15】)。

②投資規模・スピード: 日本はコングロマリットの一事業部門

一方、日本企業はコングロマリット企業が事業の一部門として取り組んでいたことで、大規模投資に対する意思決定を行う際に他の事業部門との兼ね合いなども考慮することから、中国企業と比較して投資規模やスピードに差が生まれているものと考えられる。また、シリコンを輸入に依存している日本は、欧州の需要拡大でシリコン不足が起きた際に海外メーカーと長期購入契約を締結したが、後のシリコン価格急落で当時の契約が重荷となったことも、積極的な投資に踏み切れなかった要因の一つであると考えられる¹³。

【図表 15】太陽電池モジュール生産能力推移



(出所) 富士経済「2015年版 太陽光発電ビジネスの最前線と将来展望」、「2017年版 太陽電池関連技術・市場の現状と将来展望」、「2018年版 太陽電池関連技術・市場の現状と将来展望」、「2019年版 太陽電池関連技術・市場の現状と将来展望」、「2020年版 太陽電池関連技術・市場の現状と将来展望」、「2021年版 太陽電池関連技術・市場の現状と将来展望」より、みずほ銀行産業調査部作成

¹² 富士経済「2021年版 太陽電池関連技術・市場の現状と将来展望」より、2020年のグローバルの太陽電池モジュールメーカーシェアの上位4社は中国企業が独占しており、4社とも専門企業である。

¹³ 中国では原料となるシリコンの生産も自国で行っており、2000年代後半からシリコンウェハの生産能力を図るために積極的な投資を実施し、太陽電池の生産だけでなく、太陽電池向けのシリコンウェハの生産能力についても上位は中国企業が独占している。

③需要トレンドへの対応：中国が低コストの多結晶シリコン太陽電池でシェアを拡大

日本も FIT 導入により国内需要を創出するも、メーカーシェア上位は海外勢が独占

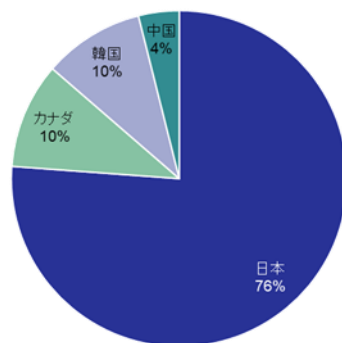
最後に、需要トレンドへの対応の違いがある。中国企業は、変換効率では単結晶シリコンに劣るものの低コストで製造が出来る多結晶シリコン太陽電池を中心に量産を行っている。他方で日本企業は単結晶シリコンを使用するなど変換効率を重視した製品開発に注力していた。市場ではメガソーラーの普及拡大に伴い、変換効率は多少劣後してもコストの低い太陽電池が主流となり、中国企業がシェアを拡大した。日本企業は変換効率の高い技術を追求していたが需要トレンドに対応が出来ず、結果としてシェアを拡大出来なかった。

日本と中国では①～③のような取り組みの違いがあり、グローバル市場でのシェアの差が拡大したものと考えられる。また、国内市場でいえば、需要創出のために 2012 年に FIT 制度を導入し、太陽光発電の導入量は増加したものの、供給側の支援がなく中国勢の席捲を招く結果となった。2014 年の国内のメーカーシェア上位 10 社の販売量で日本企業は 76%を占めていたものの、2020 年では同シェア上位 10 社の販売量は海外勢が 83%を占める状況となっている(【図表 16】)。

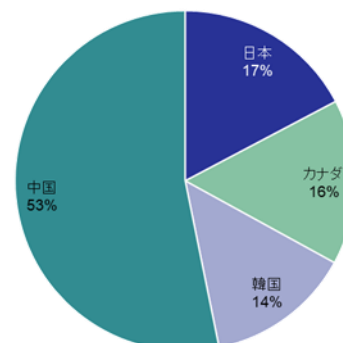
このように、供給側の企業に対する国の政策支援や投資の規模・スピード、需要トレンドへの対応の違いなどが要因となり、コスト競争力を持った中国企業にシェアを奪われ日本企業は太陽電池生産からの撤退や事業縮小を余儀なくされたといえる。

【図表 16】メーカー上位 10 社の国籍別シェア(日本市場)

2014年: 7,654MW(上位10社の販売量)



2020年: 5,790MW(上位10社の販売量)



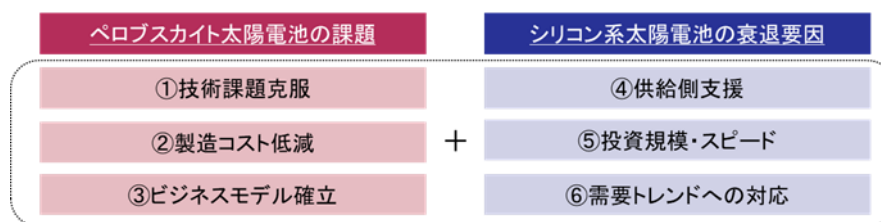
(出所) 富士経済「2015 年版 太陽光発電ビジネスの最前線と将来展望」、 「2021 年版 太陽電池関連技術・市場の現状と将来展望」より、みずほ銀行産業調査部作成

5. ペロブスカイト太陽電池での日本企業の取るべき戦略方向性

日本企業はシリコン系太陽電池での反省を活かした取り組みとペロブスカイト太陽電池の課題克服に早急に取り組む必要あり

ペロブスカイト太陽電池の課題として、先述の通りまずは、①技術課題の克服、②製造コストの低減、③ビジネスモデルの確立が必要である。同時に、日本企業の過去のシリコン系太陽電池での衰退要因を踏まえると、④供給側支援、⑤投資規模・スピード、⑥需要トレンドへの対応(ニーズを捉えたマーケティング戦略)によりグローバルで競争力を確保する必要がある。欧州や中国の海外企業が生産体制構築で先行している現状を踏まえると、日本企業は①～⑥についての取り組みを早急に行わなければ、シリコン系太陽電池と同様に一気に市場を席捲されてしまうことも考えられる(【図表 17】)。

【図表 17】ペロブスカイト太陽電池の課題とシリコン系太陽電池の衰退要因



海外企業の現状を踏まえると、①～⑥に対して早急に取り組むことが求められる

(出所) みずほ銀行産業調査部作成

① 技術課題克服：事業会社間での連携やビジネスモデルの変換

現状の大きな技術課題は、シリコン系太陽電池と比較した場合の耐久性の低さであると考えられる。解決策としては大きく2つが考えられ、1つ目は、技術開発で鎔を削る企業単位でみると実現は容易ではないが、自社だけで開発を行うのではなく他社と技術開発で連携をすることである。日本企業は各社が保有する独自の技術を活用した開発を行っているが、海外企業との競争軸を踏まえると事業会社間の連携による早期の技術課題克服が求められる。2つ目は、耐久性が低くともユーザーにとって回収可能なビジネスモデルを構築することである。フレキシブル性や製造コスト、変換効率などで優位性を確保し、取り換えを前提としたビジネスモデルなどを構築することで耐久性の低さを補えるものとする。

② 製造コスト低減：市場黎明期ではユーザーへの支援によるスケール化

ペロブスカイト太陽電池は量産化が進めば将来的に既存のシリコン系太陽電池と同程度の製造コストへ低減すると見込まれるが、量産化が進んでいない市場黎明期での製造コストは高水準であることが予想される。市場黎明期には国からユーザーに対して補助金を支給することでペロブスカイト太陽電池の導入促進を図ることが求められる。供給側の企業にとってもスケール化によるコスト低減により、グローバルでの競争力確保に繋がるものと考えられる。

③ ビジネスモデルの確立：需要家との連携

ペロブスカイト太陽電池の特性を活かすと、空港や駅、ビル、工場、倉庫、住宅の壁面や耐荷重の関係で設置が出来なかった屋根などへの設置需要があると想定される。ビジネスモデルの確立には、航空会社や鉄道会社、ゼネコン、デベロッパー、建材メーカー、ハウスメーカーなどの需要家と連携した製品開発が求められる。また、需要家を巻き込むためには製品開発の連携だけでなく、需要側のコストメリットを訴求する必要がある（【図表 18】）。

【図表 18】需要家と連携した製品開発

最終ユーザー	導入先	設置場所	設置面積	開発の連携相手	初期導入コスト以外でユーザーが重視するもの(仮説)	ユーザーの導入メリット
大手インフラ系	空港	空港建物・滑走路周辺	大	航空会社	・ 耐久性	- 保有アセットの有効活用 - 環境価値創出(社会への周知) - 非常時の電源確保 - 電気代の節約
	鉄道	駅舎・線路脇・車両		鉄道会社		
一般企業	自社ビル	ビル壁面・窓	中	ゼネコン デベロッパー 建材メーカー 等	・ 設置面積などによって重視するものは異なる	- 保有アセットの有効活用 - 環境価値創出(社会への周知) - 非常時の電源確保 - 電気代の節約
	工場・倉庫	工場や倉庫の壁面				
個人	住宅	住宅壁面・カーポート	小	ハウスメーカー	・ 変換効率	- 保有アセットの有効活用 - 非常時の電源確保 - 電気代の節約(自宅やEV)
	自動車	車体		自動車OEM		

(出所) みずほ銀行産業調査部作成

④供給側支援：
GX 移行債などを
活用した政府の
支援や需要家・
投資家からの出
資受け入れ

供給側に対しては、量産体制の構築(工場投資)の際の資金調達に係る支援がポイントであると考ええる。資金調達についてのポイントは大きく2つが考えられ、1つ目は、国による政策支援としてGX 移行債などを活用して工場投資の一部を支援することである。2つ目は、供給側企業が需要家や投資家から出資を受け入れることである。出資を受け入れるためにも、需要家と連携して供給量をコミットする仕組みを作り、開発から量産までのマイルストーンを設定することが重要である。

⑤投資規模・スピード：専業化など
で大規模投資の
意思決定が出来る
企業体構築

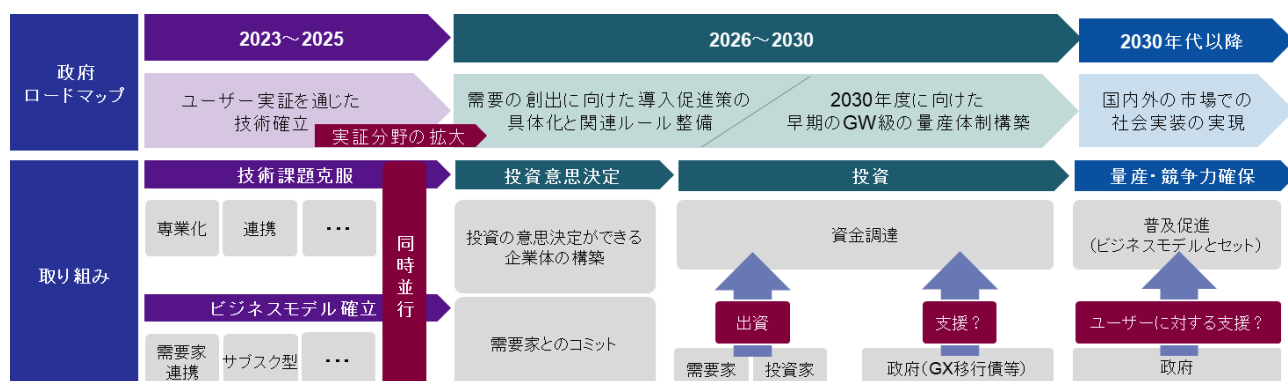
中国や欧州などの海外企業との競争に勝つためには投資規模・スピードが重要である。工場投資などで仮に国からの一部支援を受け入れたとしても、残りは自社で資金調達を行う必要があり、大規模投資への意思決定を早期に行える企業体を構築することが求められる。そのためには、供給側の企業がペロブスカイト太陽電池の事業部門を独立させて専業化を図ることや、必要に応じて他社との連携を行うことが考えられる。

⑥需要トレンドへの
対応：ニーズを
捉えたマーケティング
戦略

現状において、ペロブスカイト太陽電池は、シリコン系太陽電池と同じ土俵で勝負をするのではなく、フレキシブル性などの特性を活かせるマーケットにニーズがあると考えられる。したがって、変換効率の向上のみに注力するのではなく、コストや耐久性、ビジネスモデルなどを含めてユーザーニーズに合わせたマーケティング戦略を行う必要がある。

海外企業の現状を踏まえると、日本企業は①～⑥までの取り組みを早急に行っていく必要があり、そのためには官民一体となった取り組みが求められる(【図表 19】)。

【図表 19】日本企業の取るべき戦略方向性(仮説)



(出所) みずほ銀行産業調査部作成

6. おわりに

日本企業がプレゼンスを発揮することを期待

ペロブスカイト太陽電池は日本発の次世代太陽電池であり、日本企業は高い技術力を保有している。官民一体となった取り組みで早期の実用化を目指し、日本企業がグローバルでプレゼンスを発揮しつつ、CNの実現に寄与出来ることを期待したい。

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 元山 一

hajime.motoyama@mizuho-bk.co.jp

[アンケートに
ご協力をお願いします](#)



Mizuho Short Industry Focus／207 2023 No.8

2023年5月25日発行

© 2023 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