

アナリストの眼

次世代材料として期待される「ペロブスカイト型」太陽電池

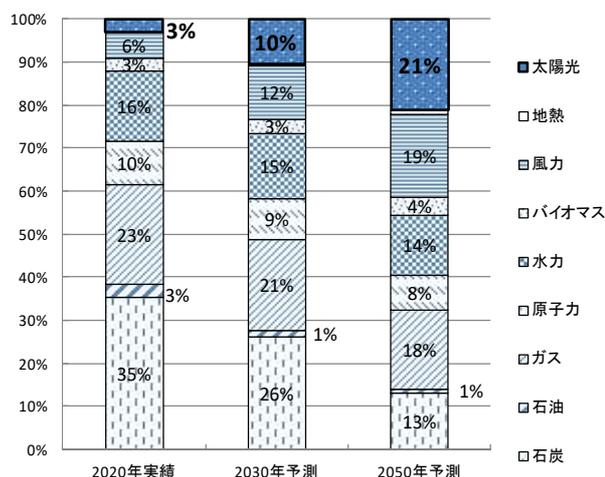
【ポイント】

1. 温室効果ガス削減に向けた世界的な動きが加速する中、太陽光発電の役割がより重要となっていくことが想定される。
2. 太陽電池市場は「結晶シリコン系」太陽電池が大半を占め、今後も拡大していくことが予想されるが、不安材料が存在している。
3. 期待される「ペロブスカイト型」太陽電池は軽量・柔軟・低コストというメリットがある一方で、大面積化と変換効率向上が課題となっている。
4. 太陽電池市場は新たな技術等の台頭で、一変する可能性を秘めた市場であり、日本企業の巻き返しに期待したい。

1. 温室効果ガス削減に向けた世界的な動きと太陽光発電の役割

2021年10月31日から11月13日にかけて、国連気候変動枠組条約第26回締約国会議（COP26）が英国グラスゴーにて開催された。同会議の成果文書には世界平均気温の上昇を産業革命前に比べて1.5度以内に抑える努力を追求することが盛り込まれた他、全ての国が2022年に2030年までの温室効果ガス排出目標を再検討し強化することに合意した旨記載され、温室効果ガス削減に向けた世界的な動きが加速していくことが予想される。その中で、目標達成に向けて各国が再生可能エネルギー導入量の拡大を掲げているが、同拡大の牽引役の一つが太陽光発電である。国際エネルギー機関（IEA）が2021年10月に発表した、各国が公表している政策をベースとする電源別発電量に関する見通し（図表1）によると、太陽光発電は2020年実績では世界の全発電量に占める割合が3%にとどまっているが、2030年には10%、2050年には21%まで拡大することが予想されている。温室効果ガス削減に向けた世界的潮流の中、太陽光発電の役割がより重要となっていくことが想定される。

図表1. 世界の電源別発電量の見通し
(公表政策シナリオ)



(資料)国際エネルギー機関(IEA)より富国生命作成

2. 太陽電池市場の現状

太陽光発電に利用する太陽電池は、半導体を利用して光のエネルギーを直接的に電力に変えるもので、一般的な「電池」と違い蓄電機能はない。太陽電池の種類は、原料として使われる半導体によって様々だが、現在普及率が最も高いものが「結晶シリコン系」太陽電池と呼ばれるタイプのものであり、世界市場の約9割を占めると言われている。

「結晶シリコン系」太陽電池の特徴は、太陽電池の性能で最も重要な指標とされている「エネルギー変換効率」が高水準（高いもので25%程度）である点や耐久性に優れているという点である。一方で、材料や製造コストが比較的高いというデメリットがある。約20年前、太陽電池市場は日本企業がシェア約5割と世界を牽引していた。しかし、2007年前後から中国系企業が同市場に本格参入し始めたことで価格下落が急速に進み、現在は世界出荷量の8割近くが中国系企業と市場は一変。中国系企業は、豊富な資金力を背景に、技術力の向上、低価格化、大量生産を実現し、世界市場の牽引役に成り代わったのである。

今後も拡大が見込まれる「結晶シリコン系」太陽電池だが、不安材料が存在していることには留意が必要であろう。その一つは原材料のサプライチェーンに関わるものである。同太陽電池の主要原材料はポリシリコンであり、世界生産の約4割を中国の新疆ウイグル自治区が占めていると言われていたが、2021年6月、米国税関国境保護局は、生産工程における人権侵害を指摘し、同自治区で太陽光パネルの原料などを製造する企業からの輸入を一部差し止める違反商品保留命令を発表した。また、9月には中国各地で電力使用の制限措置が行われたことから、シリコン製造が大幅減産となりシリコン価格は一時対前年比5倍程度まで急騰、パネル価格にも影響を及ぼした。

環境保全等を目的とする太陽光発電への規制強化も不安材料である。日本国内においても、「結晶シリコン系」太陽光パネルの使用を主とした太陽光発電が急速に普及する中、斜面に設置された施設で近年、土砂災害が相次いでいる。専門家によると、約1万とも言われる中規模以上の施設の内、1千カ所以上の施設に土砂災害発生リスクがあるとされる。加えて、設置の際に森林伐採が行われる等の環境問題も絡んでおり、土砂の流出や景観、生態系への影響などの懸念から、太陽光発電設備の設置を規制する条例を制定する自治体が増えている。更に2021年12月には日本で初となる太陽光発電パネルの設置面積に応じて発電事業者課税する「事業用発電パネル税」条例案を可決した自治体も出てきており、今後の規制等の動向が注目される。

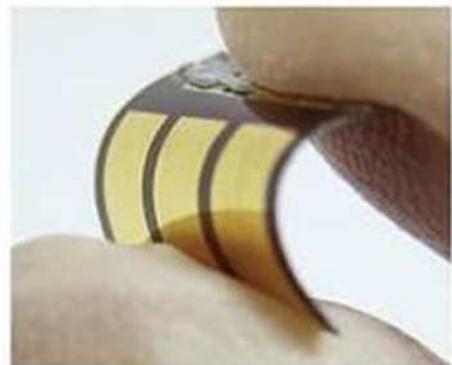
3. 注目される「ペロブスカイト型」太陽電池

「結晶シリコン系」太陽電池に不安材料が存在する中、関心を向けられているのが「ペロブスカイト型」太陽電池である。これは日本で開発され2009年に発表された新型太陽電池で、複数の日本企業や大学研究機関等が早期実用化に向けて日々研究を進めており、その動向が注目されている。「ペロブスカイト型」太陽電池の最大の特徴は、構造上、発電層を含む厚みが「結晶シリコン系」太陽電池の約百分の一と非常に薄いため、大幅に軽く、柔軟性があることである(写真)。これにより、従来の「結晶シリコン系」太陽電池では困難

であった建物壁面への設置など、多様な設置形態が可能となり、普及拡大とともに、国内においても問題視されている環境負荷の軽減につながっていく可能性を秘めている。

製造コストが低いこともメリットの一つである。同製品は薄いガラスやプラスチックの基板上に液体を塗り焼いて製造する。そのため、シリコンを一旦溶かし、ゆっくり冷

写真：「ペロブスカイト型」太陽電池



出典：国立研究開発法人 科学技術振興機構

やして結晶化させてつくる従来の「結晶シリコン系」太陽電池より製造コストが大幅に低下することが見込まれている。また、主要な原材料となるヨウ素は、日本が世界シェア 30%の生産量を占めており、原材料を中国等に頼っている「結晶シリコン系」太陽電池と比べて原材料調達が容易であることも注目されるポイントである。

一方で、「ペロブスカイト型」太陽電池の課題は、大面積化が難しく、また面積拡大に伴い変換効率が低下してしまう点である。2009年に製造された同太陽電池の変換効率は3%台だったが、2012年に10%を突破したことをきっかけに、世界規模での研究開発が加速した。2019年9月には海外で、「結晶シリコン系」太陽電池に匹敵する変換効率約25%を達成したとの報告もあるが、あくまでも小面積（0.1平方センチメートル）基準での話しである。その中で、2021年9月に日本企業より世界最大級のサイズ（約700平方センチメートル）を維持しながら、変換効率約15%を達成したという発表があった。プラスチック基板で構成される受光部サイズ100平方センチメートル以上のフィルム型ペロブスカイト太陽電池モジュールにおいて世界最高水準の変換効率である。同社は実用化の基準として受光部サイズ900平方センチメートル、変換効率20%以上を掲げており、実現に向けて前進している様子がうかがえる。

図表2. ペロブスカイト型太陽電池と結晶シリコン系太陽電池の比較

	「ペロブスカイト型」太陽電池	「結晶シリコン系」太陽電池
発祥時期	2009年	1953年
発祥国	日本	米国
強み	<ul style="list-style-type: none"> ✓軽量、柔軟性がある、低コスト ✓直射日光でなくても発電が可能 	<ul style="list-style-type: none"> ✓耐久性が高い ✓市場に多く普及しており、技術が確立されている
弱み	<ul style="list-style-type: none"> ✓耐久性が低い ✓高効率を維持しての大面積化が難しい 	<ul style="list-style-type: none"> ✓高コスト ✓高効率シリコン系は重い

(資料)富国生命作成

4. 世界の「ペロブスカイト型」太陽電池の開発状況と日本企業への期待

日本発祥の「ペロブスカイト型」太陽電池であるが、日本のみならず中国、米国、韓国等で研究開発は盛んに行われており、既に国際競争の激しい分野となっている。同研究開発に携わっている人員は、日本の数百人程度に対し、中国では1万5千人に及ぶとも言われている。また、2020年の日本の科学技術予算は約9兆円と過去最大となった一方で、中国の約26兆円、米国の約17兆円と比較すると隔たりがあるというデータもある。日本発祥の技術であることも踏まえれば、日本の研究開発機関の方が知見及び技術力に優位性があると考えられるが、多くの研究費用や研究員を有する海外の研究開発機関等はマンパワーで優る部分があり、実用化に向けた競争を勝ち抜くことは容易ではないだろう。勝ち抜くためには、日本企業持ち前の研究開発力とともに、政府や投資家等からの十分な支援が必要となってくると考える。

前述の通り世界の太陽電池市場は過去15年で一変した。逆を言えば、新たな技術等の台頭で、再度一変する可能性を秘めた市場であるとも言えるのではないだろうか。「ペロブスカイト型」太陽電池の実用化に成功し、普及率が拡大すれば、地球環境への貢献は非常に大きいものになると考える。日本一丸となり、世界の太陽電池市場における日本企業の巻き返しが現実となることを期待したい。

(財務審査室 逸見 奈緒)