

雑誌掲載論文紹介

〈ゼロからわかる再生可能エネルギー〉※

第 2 回 太陽光・太陽熱発電

新エネルギー・国際協力支援ユニット 新エネルギーグループ 研究員
関 思超

温暖化対策で導入が拡大する太陽光発電

地球表面に到達する太陽エネルギーは現在の世界エネルギー需要の 1 万倍以上といわれ、人類は太陽からすでに多くの恵みを得ている。その太陽からさらに直接的に光と熱のエネルギーを引き出そうというのが、太陽光・太陽熱発電である。

* * * * *

太陽光発電 (photovoltaics : PV) は太陽電池を用い、太陽の光エネルギーを直接的に電気に変換する発電方式である。太陽電池にはさまざまな種類がある (後述) が、主流といえるのは、地球上に遍在する元素の一つであるシリコンから作られた半導体を発電ユニットとするもので、これに太陽光をあてると日射強度に比例して発電する。

電気機器としての太陽電池はアメリカのベル研究所が 1954 年に開発した単結晶シリコン太陽電池にさかのぼる。当初は宇宙衛星用に、その後は無人灯台などに徐々に用途を拡大し、電源としての本格的な開発は 1973 年の石油ショック以降である。とくに日本は国産エネルギーとしての開発と普及に注力し、生産量や導入量で長らく世界一を誇っていた。2000 年代からは地球温暖化対策を契機に、ドイツを中心とした欧州各国が再生可能エネルギーへの買取価格優遇制度を導入、欧州における太陽光発電の導入量が爆発的に拡大してきた。2010 年は世界で 17・5 ギガワットの太陽光発電が導入 (累計 40 ギガワット) されたが、そのうちドイツ、イタリア、チェコの三カ国で全体の 7 割以上を占めている。ただし、太陽光発電の買取価格減額などによって、今後は欧州市場の鈍化が見込まれるなか、強力な政策誘導を進めているアメリカが今後有望な市場として注目を集めている。

前述のとおり、現在製造されている太陽電池の 8 割は、素材にシリコンの結晶が使われている。原子が規則正しく配列されているため、変換効率 (一定面積の太陽電池に受けた太陽光エネルギーと取り出せる電気エネルギー比率) は 11~19% と高いものの、シリコンのコストが負担となる。一方、第二世代の薄膜太陽電池では、シリコンをプラズマ化して基板の上に薄く堆積させるため、シリコンの使用量が結晶系の 100 分の 1 と少なく、コストダウンが図れる。ただし、原子の配列が不規則なため、効率は落ちる (7~12%)。さ

※ 本文は、「週刊金融財政事情」2011 年 8 月 22 日号に掲載されたものを転載許可を得て掲載いたしました。

らに、シリコンの代わりにインジウムやカドミウムといった化合物を使った製品も、低コストを武器にシェアを伸ばしている。また、レンズや反射鏡を用いて日光を集中させ、高い効率 (20~30%) を達成する方法も開発されている (集光型太陽光発電 = Concentrating photovoltaics : CPV)。ただし、集光には直射日光しか利用できないため、日当たりのよい地域への設置が条件となる。

一般に再生可能エネルギーの発電コストは、石油、石炭、ガス等を用いた火力発電よりも高い。とくに太陽光発電は突出しており、通常の火力発電の 5~7 倍になる。火力発電のコストが日々消費する燃料価格に大きく影響されるのに対し、太陽光発電のコストはひとえに発電システムの初期投資、すなわち太陽電池モジュール (総コストの約半分を占める)、インバーター (直流から交流への変換装置)、その他周辺機器、建設費用、土地利用コスト (大規模発電所の場合) 等がものをいう。つまり、太陽光発電のコストはこの初期投資額を設備が寿命を迎えるまでの総発電量で割った値になる。そのため、発電コストを下げるには、設備投資額、とくにコスト比率の高いモジュールの製造コストを下げるか、変換効率をあげて総発電量を増やす努力が求められる。通常 20 年といわれる設備寿命を延ばすことも総発電量の増加、ひいては発電コストの削減に寄与する。また、発電設備の設置場所の影響も大きい。北海道より沖縄のほうが日当たりがよく日射時間も長いいため、同じシステムでも総発電量は沖縄に軍配が上がる。

現在、高効率化、低コスト化に向けての研究は日々進んでおり、研究室レベルで新たな成果が次々に発表されている。商業化へのハードルはあるものの、ある時点で劇的に低コストの太陽光発電方式が標準化する可能性がある。この分野での国際競争という観点からも目が離せない。

コスト以外の問題として、太陽電池は当然ながら太陽光があたっている昼間しか発電せず、しかも晴天か曇天かで出力は異なる。送配電システム側からすれば、扱いにくい存在である。夜間は火力発電等で補完することもできるが、昼間の晴天時に需要以上に発電してしまう場合もある。余剰電力を蓄電池にためる方法や、揚水発電との併用が考えられるが、太陽光発電の導入が今後進展すれば避けて通れない課題となる。

集熱型に期待がかかる太陽熱発電

太陽の熱エネルギーの利用も商業化が進んでいる。一般に知られているのは太陽熱温水器だろう。日本でもかつては家屋の屋上でよくみかけたが、現在では中国、ドイツ、アメリカで利用が広がっている。

今後の展開に期待がかかるのが、太陽熱をレンズや反射鏡で集中させる集熱型太陽熱発電 (Concentrating Solar Power : CSP) だ。熱で水を蒸発させることで蒸気タービンを回転させ、発電する。夜間には蓄熱システムの活用や、燃料を燃やして発電するハイブリッド方式で、電力の安定供給が可能である。

CSPではCPVと同様、たんなるPVなどに比べて広い受光面積とより大型の設備が必要となる。高効率を得るためには、地理的に日射が強かつ日射時間の長い地帯（サンベルト）に設置するのが望ましい。砂漠などのエリアを有する国で有望であり、曇りがちで広い土地の確保が困難な日本ではあまり適さない。稼働中、建設中、計画中の太陽熱発電所の大半はスペインとアメリカに集中しているが、最近では欧州主導の砂漠太陽熱発電プロジェクト（デザーテック：Desertec）が注目を集めている。これはサハラ砂漠などを含む北アフリカや中東に太陽熱発電所を建設し、これを高圧直流送電網によって中東・北アフリカ経由で欧州に送る計画で、2050年までに欧州電力需要の15%を供給しようという壮大なプロジェクトである。

お問い合わせ：report@tky.ieej.or.jp