

太陽光発電政策と産業育成

～ドイツの経験に学ぶ～

物江 陽子

要 約

ドイツでは、2000年に固定価格買取制度を導入してから太陽光発電の導入量が急増し、2010年には世界の累積導入量の43%を占める最大の太陽光発電導入国となった。導入量増加に伴い関連産業も育ち、2010年末時点で関連企業は1万社、関連雇用は13万人と推定される。なかでも旧東独地域では、投資優遇政策が実施され、太陽光発電関連の産業集積が形成されてきた。しかし、2000年代半ば以降、新興国企業の参入が相次ぎ、2010年にドイツの太陽光発電市場における輸入比率は約8割に達したとみられる。太陽電池製造企業は苦境に立たされ、製造拠点を海外移転も加速している。

日本政府は2020年に太陽光発電の導入量を2005年比20倍にする目標を閣議決定している。日本の太陽電池国内出荷量に占める輸入比率は現在21%だが、今後買取制度導入により導入量が拡大し、住宅用のみでなく、産業用・発電用の導入量が増えれば、ドイツ同様、新興国企業のシェアは拡大していくであろう。再生可能エネルギーの導入は安全保障の観点からも重要な課題だが、発電量を増すと同時に国内の産業育成に資する、注意深い制度設計が求められている。

目 次

- 1章 太陽光発電への期待
- 2章 ドイツの経験
- 3章 日本への示唆

1章 太陽光発電への期待

1. 再生可能エネルギー特措法の成立

東京電力福島第一原子力発電所事故以降、再生可能エネルギーが新たな電力供給源として注目を浴びている。2011年8月26日には「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」（以下、再生可能エネルギー特措法）が参議院において全会一致で可決、成立した。

同法は「電気についてエネルギー源としての再生可能エネルギー源の利用を促進し、もって我が国の国際競争力の強化及び我が国産業の振興」等に寄与することを目的とし、電気事業者に再生可能エネルギーによって発電された電力を全量、一定の期間、一定の価格で買い取ることを義務付けるものだ。再生可能エネルギーとして、太陽光、風力、地熱、バイオマス、中小水力が買い取り対象となる。

この買取制度はフィード・イン・タリフ（Feed-in Tariff: F I T）と呼ばれる、再生可能エネルギー導入促進のための主要な政策手法で、ドイツやスペイン、中国などで再生可能エネルギー電力の急速な導入拡大と産業育成に効果を挙げてきた。日本でも同法成立により、再生可能エネルギー電力

の急速な普及拡大と産業育成が進むのだろうか？それは、来年7月の施行までに決定される買い取り価格や買い取り期間など制度設計に大きく左右されるため、現時点では未知数である。

2. 太陽光発電に注力する日本政府

これまで政府が産業育成の観点から、特に注力してきたのが太陽光発電である。2009年に閣議決定した経済危機対策のなかで、2020年に太陽光発電の導入量を2005年比20倍＝28GWにするとの目標を定めている。

F I Tにおいても、太陽光発電が最も重視される可能性がある。まず、2011年3月に再生可能エネルギー特措法の国会提出に先立ち経済産業省が発表したF I T制度案では、再生可能エネルギーは「太陽光発電」と「太陽光発電以外」に区分され、太陽光発電には優遇的な価格を適用する案が出されている。また、2010年に経済産業省の下に設置された「再生可能エネルギーの全量買取に関するプロジェクトチーム」が発表した中間報告は、前述の政府目標を踏襲し、買取制度導入後10年後に追加導入量が最も増えるのは太陽光発電との試算を発表している（図表1）。

図表1 全量固定価格買取制度導入による10年後の導入量試算

	太陽光	風力	小水力	地熱	バイオマス
現状(2009年、GW)	2.1	2.2	9.9	0.5	0.0
追加導入量見通し(GW)	27.8	2.8~5.3	0.3~0.7	0.2~0.5	0.5

(注) 太陽光発電については当初は高い買い取り価格を設定し段階的に引き下げることとし、なかでも住宅用太陽光発電については余剰電力買取とする。また、その他の再生可能エネルギーに関しては、新設のみ、15~20年間、kWh当たり15~20円で買い取った場合。バイオマスは未利用の林地残材を発電用に使った場合について試算したもの

(出所) 経済産業省「『再生可能エネルギーの全量買取制度』の導入に当たって」(2010年8月4日)から大和総研作成

3. 成長産業としての期待と懸念

太陽光発電は発電コストが高く、設備利用率が低いため、総発電量に占める割合は限られる。2008年時点で太陽光発電が世界の発電量に占める割合は0.1%、日本の発電量に占める割合は0.2%にすぎない¹⁾。太陽光発電の導入量が最も多いドイツでは、2011年上期に発電量に占める割合が過去最高の3.5%を記録したものの²⁾、基幹電力と呼べるオーダーには達していない。また、日本が2020年に太陽光発電の導入目標(28GW)を達成できたとしても、総発電量が2009年の水準とすれば、太陽光発電の割合は発電量の3%にとどまるとみられる³⁾。

しかし、太陽光発電は量産効果と技術革新により、コスト低減のスピードが高く、また小規模分散型電源の強みも評価され、各種電源のなかで

も最も成長率が高い(図表2)。太陽光発電の世界市場は2008年の203億ドルから2010年に712億ドル(1ドル80円換算で5.7兆円)にまで拡大したとみられ⁴⁾、成長産業としての期待は高い。

また、もともと太陽光発電は日本企業が強い分野である。太陽電池セル生産量の国別シェアで、日本企業は2005年までトップシェアを保っていた。中国企業の生産拡大とともに日本企業のシェアは縮小傾向にあるものの、2010年に9%を占め、生産量上位10社中にも2社がランクインしている⁵⁾。

前述の経済産業省のプロジェクトチームの中間報告書では、成長戦略を引用しながら、FITのほか、海外進出や技術革新、規制緩和により、2009年時点で1兆円規模の再生可能エネルギー関連市場を2020年までに10兆円規模に拡大するとの目標が盛り込まれた。

図表2 世界の発電設備設置容量推移(百万kW)

種類	2005年	2006年	2007年	2008年	構成比 (2008年)	年平均成長率 (2005~2008年)
原子力	378	379	379	378	8.2%	0%
水力	772	796	825	857	18.5%	4%
地熱	9	9	9	9	0.2%	3%
太陽・潮力	4	6	8	13	0.3%	48%
風力	60	75	94	121	2.6%	26%
バイオマス・廃棄物	45	49	52	56	1.2%	8%
火力	2,747	2,879	2,998	3,086	66.7%	4%
揚水発電	98	101	102	104	2.2%	2%
合計	4,112	4,293	4,468	4,625	100.0%	4%

(出所) E I A (2011) から大和総研作成

- 1) E I A (米エネルギー情報局) "Electricity Net Generation by Type". (<http://tonto.eia.gov/cfapps/ipdbproject/iedindex3.cfm?tid=2&pid=alltypes&aid=12&cid=regions&syid=1980&eyid=2009&unit=BKWH> 2011.5.24 アクセス)
- 2) BdeW (ドイツエネルギー・水道事業連合) (2011.8.29) "Erneuerbare liefern mehr als 20 Prozent des Stroms" (http://www.bdeW.de/internet.nsf/id/DE_20110829-PI-Erneuerbare-liefern-mehr-als-20-Prozent-des-Stroms?open&ccm=900010020010 2011.9.5 アクセス)
- 3) 設備利用率を12%として試算した。
- 4) Clean Edge (2011) CLEAN ENERGY TRENDS 2011. 為替レートは1ドル80円で換算した。
- 5) Green Tech Media (2011) "PV News Annual Data Collection Results: 2010 Cell, Module Production Explodes Past 20 GW." (<http://www.greentechmedia.com/articles/read/pv-news-annual-data-collection-results-cell-and-module-production-explode-p/> 2011.9.4 アクセス)

一方、政策支援により太陽光発電の導入量が拡大しても、その恩恵は国内企業よりも、価格競争力でシェアを伸ばしている新興国企業が受けることになると懸念する向きも多い。果たして、太陽光発電の導入拡大により、電源確保と産業育成の2つの目標を達成することは可能なのか。

以下では、この問題を考えるために、太陽光発電導入で世界に先行するドイツの経験を検討したい。

2章 ドイツの経験

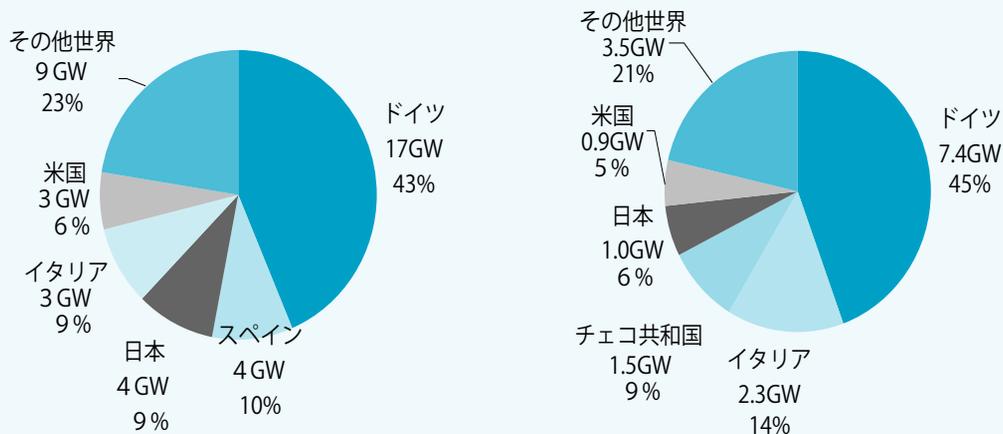
1. 太陽光発電の導入拡大

ドイツは2011年現在、世界最大の太陽光発電導入国となっている。2010年末時点でドイツにおける太陽光発電システムの設置量は86万個⁶、累積設置量は17.2GWで、世界の累積設置量の

43%を占めている（図表3、左）。2010年の設置量は7.4GW、続くイタリアの設置量（2.3GW）を大きく引き離し、世界の年間設置量の45%を占めた（図表3、右）。これは、同年に過去最高を記録した日本の導入量（1GW）の実に7倍を超えている。

ドイツで太陽光発電の導入量が伸びたのは、2000年に再生可能エネルギー源法（E E G）施行により、F I Tが導入されてからである。1990年代初めから電力会社に買い取りを義務付ける制度はあったが、買い取り価格が電力小売価格よりも低く、効果は限定的であった。1999年に太陽光発電の設置に対する低利融資制度が開始され、2000年にF I Tが導入されると、1999年に12MWであった年間導入量は翌年42MWに増加し、2001年に78MW、2002年に118MW、2003年に139MWと拡大を続けた

図表3 太陽光発電累積導入量シェア（2010年末、左）と年間導入量シェア（2010年、右）



（出所）E P I A（欧州太陽光発電産業協会）（2011）から大和総研作成

6) B S W（ドイツ太陽光発電産業協会）（2011）[Statistic Data on the German Solar Power Industry.](#)

(図表4)。ただし、この時期には太陽光発電には買い取り量の上限が設定されており(350MW)、買い取り価格もそれほど高くはなかった。

2004年のE E G改正により、太陽光発電の買い取り量上限が撤廃され、買い取り価格が引き上げられると、導入量は前年比4.8倍の670MWに増加した。その後も導入量は増加を続け、2007年に初めて1GWのオーダーに達し、2008年に1.8GW、2009年に3.8GW、2010年に7.4GWと非常な勢いで拡大を続けている。

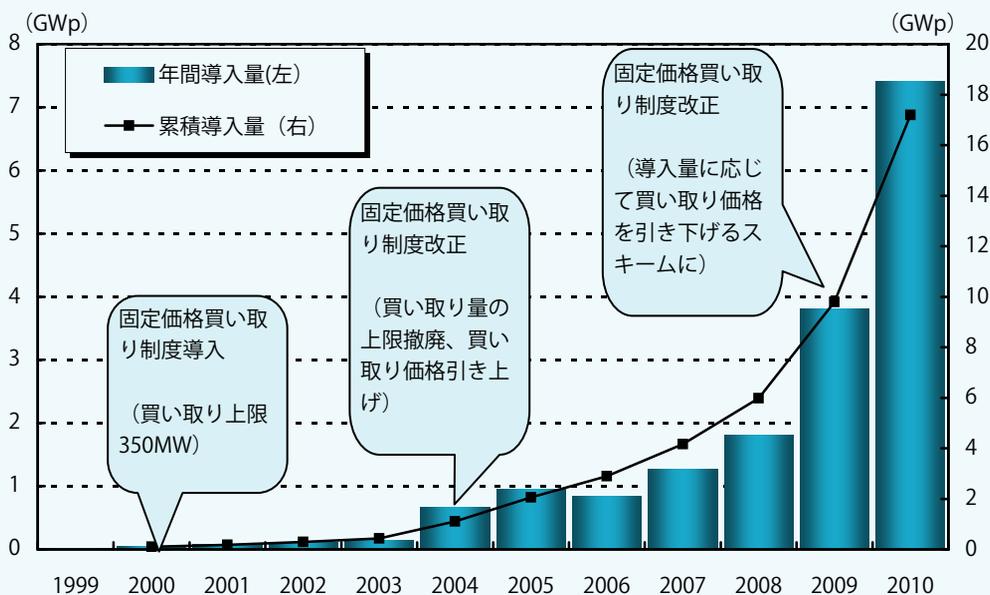
2. ドイツの太陽光発電産業

ドイツの太陽光発電産業は、国内における政策支援拡大・導入量増加に伴い発展してきた。1997年に太陽電池モジュール製造のSolar-Fabrik、1999年に太陽電池セル製造大手のQセ

ルズ、2001年にモジュール製造のaleo solar、2005年にモジュール製造のCentrosolar、2007年に薄膜型太陽電池製造のInventuxと、1990年代後半に太陽光発電支援策が強化され始めた頃から、太陽電池製造に参入する企業が急増している⁷。

ドイツの太陽光発電業界団体であるB S Wの統計によれば、ドイツ国内には2010年末時点でセルやモジュール、その他部品の製造企業が少なくとも200社存在し、設置や供給などの関連産業も含めれば、関連企業数は1万社に上る。これら企業によるモジュールの生産量は3.2GW(2010年)、雇用者数は13.3万人、付加価値額は100億ユーロ(1ユーロ110円換算で約1.1兆円)、関連産業からの税収は15億ユーロ(1ユーロ110円換算で約1,650億円)とされる⁸。

図表4 ドイツの太陽光発電導入量の推移



(出所) B S W (ドイツ太陽光発電産業協会) (2011) から大和総研作成

7) 各社ウェブサイトによる。

8) B S W (2011) Ibid. なお、雇用者数の数値はB M U (ドイツ連邦環境・自然保護・原子炉安全省) の数値とは異なる。

産業の発展とともに、関連雇用も増えている。ドイツ環境省の報告書によれば、太陽光発電関連雇用者数は2004年の2.5万人から、2007年に5万人、2009年に8万人、2010年には12万人と、年を追って増加している⁹。

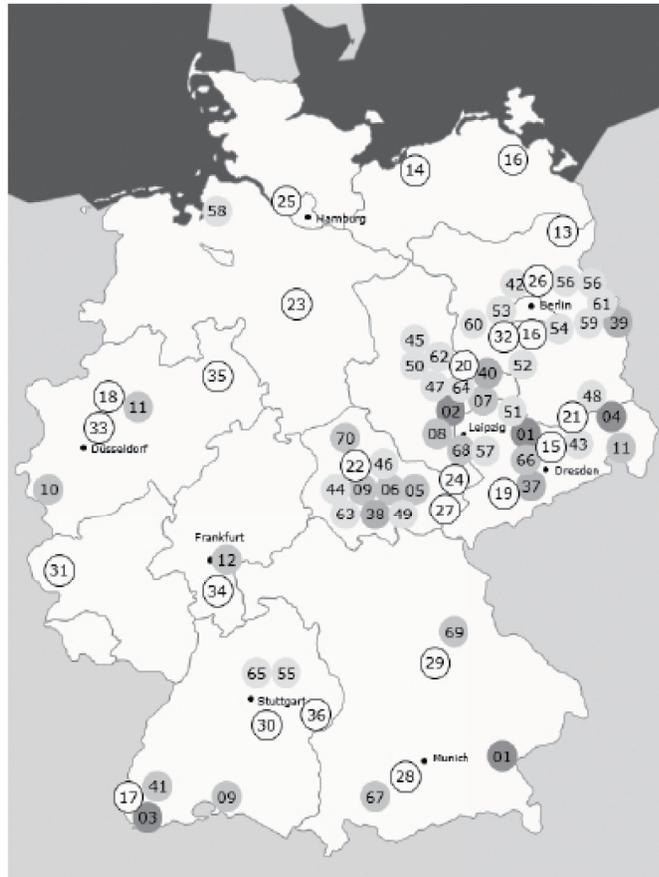
3. 旧東独地域における産業育成

なお、ドイツの太陽電池関連企業の製造拠点の多くが、旧東独地域—ブランデンブルク州、ザクセン・アンハルト州、チューリンゲン州、ザクセン州に集中しており、「ソーラー・バレー」と呼ばれている（図表5）。

東西ドイツの統合後、経済的に立ち遅れていた旧東独地域に対して、1990年代後半から投資誘致のための施策が実施された。旧東独地域における設備投資に対してのみ適用される税額控除制度（Investment Allowance Program）や、旧東独地域への設備投資に特に高い補助率を設定する補助金制度（Investment Grants Program）などが、この地域における設備投資を促したと考えられている¹⁰。

旧東独地域の太陽光発電産業は、この地域のリソースをうまく活用することで発展してきた。同地域では、

図表5 ドイツの太陽電池製造企業の主な製造拠点



（筆者注）図表中の○が製造拠点を示す。○の色分けは業種のカテゴリ、数字は企業に対応する。詳細は下記。

- シリコン製造：(01) Wacker Chemie、(02) PV Crystalox Solar Silicon、(03) JSSi、
 (04) Schmid Pilot Production/ウエハー製造：(05) SCHOTT Solar Wafer、
 (06) PV Crystalox/セル製造：(07) Q-Cells、(08) ITS Innotech Solar、(09) Sunways、
 (10) Solland Solar Cells、(11) ARISE Technologies、(12) SCHOTT Solar/モジュール製造：
 (13) aleo solar (Bosch)、(14) CENTROSOLAR、(15) SOLARWATT、(16) SOLON、
 (17) Solar-Fabrik、(18) Scheuten Solar Technology、(19) Heckert Solar、(20) Q-Cells、
 (21) ALGATEC Solar、(22) asola、(23) alfasolar、(24) Sunset Solar、(25) solarnova、
 (26) arinna、(27) GSS、(28) Webasto Solar、(29) Antaris JuraWatt、(30) Solarbau Sud、
 (31) Soluxtec、(32) Q-mo solar、(33) Sunware、(34) Mage Sunovation、(35) Wulfmeier Solar、
 (36) Galaxy Energy/システムインテグレーター：(37) SolarWorld、(38) Bosch Solar Energy、
 (39) Conergy、(40) Sovello/集光型太陽光発電：(41) Concentrix Solar/薄膜：(42) Inventux、
 (43) Schuco TF、(44) Masdar PV、(45) Malibu (Schuco)、(46) Bosch Thin Film、
 (47) Wilms Gruppe、(48) NMSEC、(49) SCHOTT Solar Thin Film、(50) Solibro (Q-Cells)、
 (51) AVANCIS、(52) Nanosolar、(53) Soltecture、(54) Global Solar、(55) Würth Solar、
 (56) Odersun、(57) Solarion、(58) CIS Solartechnik、(59) PVflex Solar、
 (60) Bosch Solar CIS Tech、(61) First Solar、(62) Calyxo、
 (63) ANTEC Solar、(64) CSG Solar、(65) Azur Space Solar Power、(66) heliatek、
 (67) Solarzentrum Allgau、(68) solarhybrid、(69) Grammer Solar、(70) Heli Solar
 (出所) Germany Trade and Invest (August 2011) Photovoltaics - made in Germany.p.1

9) BMU (2011)

10) 富田純一・立本博文・新宅純二郎・小川紘一（2009）「ドイツ太陽光発電産業はなぜ急速に発展したのか—産業政策の観点から—」（東京大学ものづくり経営研究センター、ディスカッション・ペーパー・シリーズ）

軍事施設や化学工場の跡地、石炭採掘場跡地など、他の用途への転用が難しい土地を利用して、メガソーラー発電所が建設されている¹¹。また、セル製造企業大手のQセルズは、同地でかつて盛んであった化学産業のコンビナート跡地に本社を建設し、化学産業の熟練失業者をセル生産のケミカル・プロセスで再雇用した¹²。

ドイツの太陽光発電支援策は、ドイツ全体で太陽光発電の導入コストを負担して需要を創出し、その恩恵を経済的に立ち遅れた地域に回すことで、所得再分配機能を果たしてきたと考えられる。

4. ソーラー・バレーの変調

しかし現在、太陽光発電市場では、中国企業の生産が急拡大し、ドイツの太陽光発電産業も大きな影響を受けている。2010年のドイツの太陽光発電導入量が7.4GWなのに対し、同年のドイツ企業の太陽電池モジュール生産量は3.2GWであった¹³。同年の輸出比率が約50%であったことを考慮すれば¹⁴、ドイツ企業の国内向けモジュール出荷量は1.6GWで、モジュール国内市場に占めるドイツ企業のシェアは22%程度であったと考えられる。少なくとも太陽電池モジュール製造に関しては、太陽光発電の導入拡大の恩恵を、主に外国企業が享受する状況となっている。

中国企業の生産量拡大に伴い、ドイツでは太陽光発電のシステム価格が急落、2006年から

2011年現在までにシステム価格は半分に下がった(図表6)。このようなコスト競争の激化は、ドイツの製造企業の収益を圧迫している。

象徴的なのがQセルズの例である。同社は1999年に設立された後、2005年に株式上場を果たし、2007年にはセル生産量でシャープを追い抜き、世界一となった。2008年まで順調に成長を遂げたQセルズだが、2009年に売上高が前年比40%減少し、3億ユーロの営業赤字となった(図表7)。同年、中国企業の生産拡大と、スペインにおける前年比97%という急激な需要減少により¹⁵、太陽光発電システムが供給過多となった影響が大きい。同社は2010年には黒字化したものの、2011年第2四半期には再び営業赤字に転落した。同社は収益改善のため、マレーシアの生産拠点へのさらなる生産シフトを検討している。2010年時点でマレーシアにおける生産割合は49%に達しているが、この比率はさらに高まる見通しである¹⁶。

Qセルズは顕著な例だが、他の製造企業も同様の課題に直面している。モジュール製造のCentrosolarは2011年7月、上半期の税金等調整前純損失を発表し、年間売上高予想を大幅に下方修正、主因を「急激な市場価格の低下」としている¹⁷。また、モジュール製造のSolar-Fabrikも2011年上期に純損失を出している¹⁸。

11) 江本英史(2010)「大きく変化する太陽光発電市場」日本政策投資銀行

12) 10) 参照

13) B S W (2011) Ibid.

14) B S W (2011) Ibid.

15) E P I A (2010) *Global Market Outlook for Photovoltaics until 2014*. (May 2010 update)

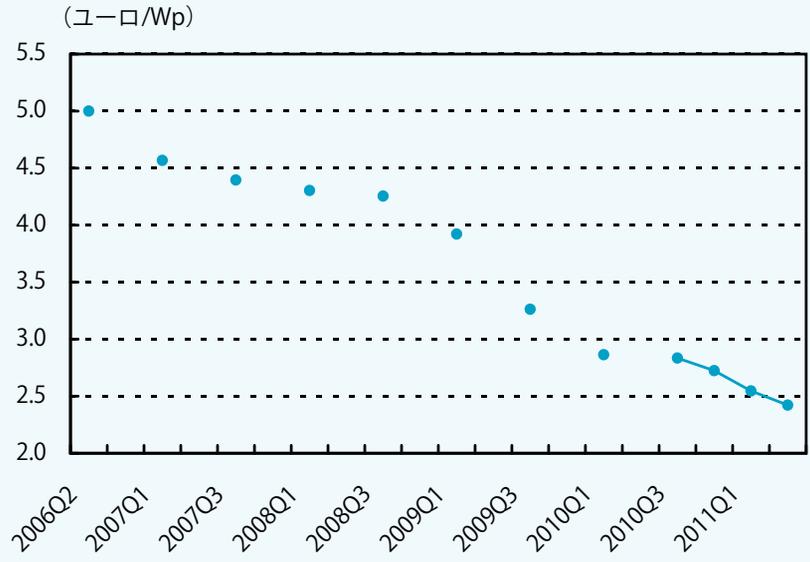
“Centrosolar Reports First-Half Loss, Cuts Sales Forecast.” (Jul 23 2011) Bloomberg

16) 会社資料より

17) “Centrosolar Reports First-Half Loss, Cuts Sales Forecast.” (Jul 23 2011) Bloomberg

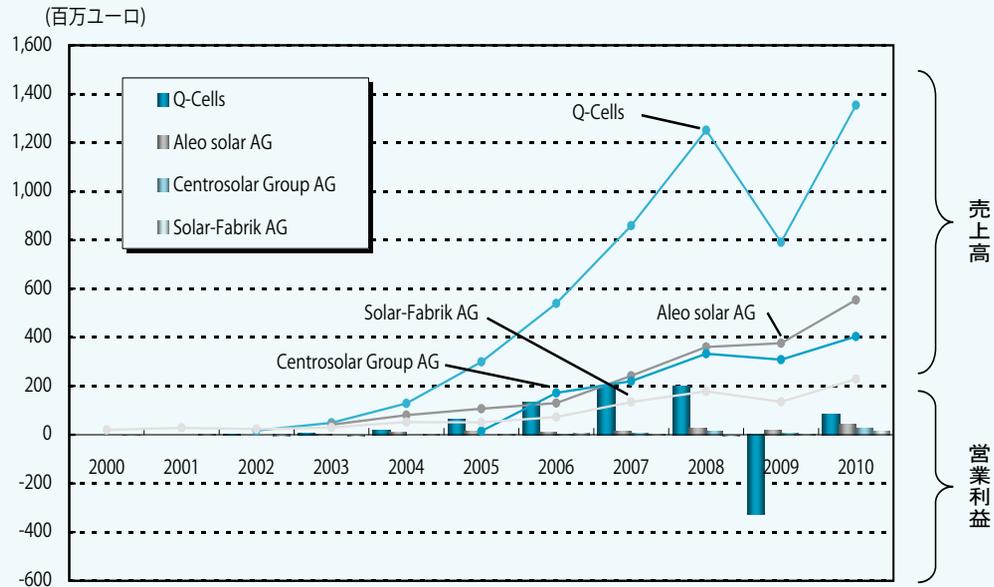
18) “Solar-Fabrik AG Reports Earnings Results for the First Half of 2011” Bloomberg, 08/11/2011 (<http://investing.businessweek.com/research/stocks/snapshot/snapshot.asp?ticker=SFX:GR2011.9.14> アクセス)

図表6 ドイツにおける太陽光発電システムの価格の推移



(出所) B S W (2011)

図表7 ドイツの主要セル・モジュール製造企業の業績推移



(出所) Bloombergから大和総研作成

3章 日本への示唆

1. 日本の太陽光発電政策

日本政府は2008年、福田政権時代に2020年に太陽光発電の導入量を2005年比10倍の14GWにするという目標を閣議決定した（低炭素社会づくり行動計画）。この目標を達成するため、2009年初めに2005年度末で廃止された住宅用の太陽光発電設置補助金の給付が再開された。

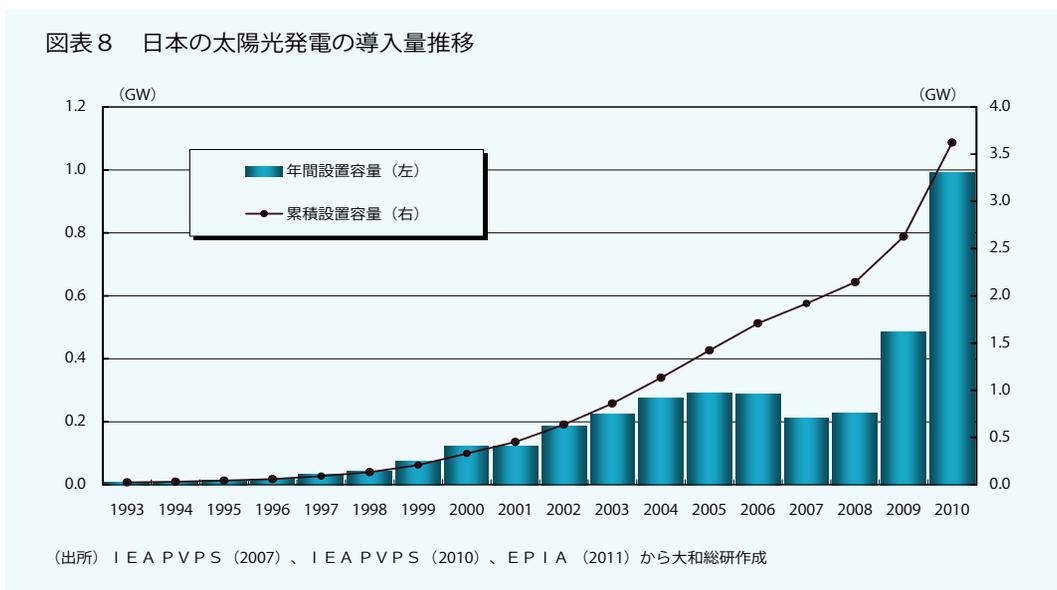
そして同年4月、麻生政権下でこの導入目標は2020年20倍の28GWへと引き上げられた（経済危機対策）。同年11月には住宅用・産業用の太陽光発電システムに対し、一定の固定優遇価格で余剰電力を買い取る余剰電力買取制度が開始された。この結果、日本の太陽光発電設置容量は急拡大を始めた（図表8）。

ただし、2010年末の日本の太陽光発電累積

導入量は3.6GWで、目標との間にはまだ大きなギャップがある。2011年の年間導入量が1.3GWになると仮定すれば¹⁹、2020年目標を達成するためには、2012年から2020年までの間、太陽光発電システムを年平均2.6GW設置しなければならない。これは、過去最高を更新した2010年の日本の年間導入量（1GW）の2.6倍の水準である。

2. 産業育成につなげる工夫を

導入量拡大のカギは、非住宅用—産業用および発電用の設置拡大である。日本の太陽光発電市場は住宅用が主で、2010年の太陽電池国内向け出荷量の8割を住宅用が占めている²⁰。一方、ドイツでは2010年の導入量の約7割を非住宅用が占めている²¹。また、米国でも導入量拡大を牽引してきたのは非住宅用で、やはり2010年に導



19) 2011年度第1四半期の太陽電池国内向け出荷量は前年同期比30%増である（太陽光発電協会（2011）「日本における四半期ごとの太陽電池出荷量の推移」）。

20) JPEA（太陽光発電協会）「日本における太陽電池出荷量の推移」

21) JPEA（2011）「世界の太陽光発電の用途別構成比」（<http://kaden.watch.impress.co.jp/img/kdw/docs/473/699/html/05.JPG.html>、2011年9月8日アクセス）



入量の約7割を占めている²²。日本においても非住宅用の市場拡大の余地は大きいと考えられる。

このため、日本政府も非住宅用の導入を拡大する方針を示している。政府目標では、2005年時点で0.3GWである非住宅部門の累積導入量を、2020年に8.4GWまで拡大する方針が示された。再生可能エネルギー特措法においても、現時点で制度設計は未定であるものの、2011年3月に経済産業省が発表した制度案では、住宅用の太陽光発電システムについては余剰電力買取制度を据え置きとし、産業用・発電用については新たにFITを導入することが提案されている。

日本の太陽電池国内出荷量に占める輸入比率は現在21%だが²³、今後FIT導入により、住宅用のみでなく産業用・発電用の導入量が増えれば、

ドイツ同様、新興国企業のシェアは拡大していくことが予想される。

住宅用の太陽光発電システムでは、消費者が設置者となるため、ブランド力があり、信頼性が高い製品が選好されやすい。また、設置容量も平均3kWと少ないため、少ない設置容量で多くの発電量を得られる、変換効率が高い製品が選好されやすい。これらの条件はブランド力があり、信頼性が高く、変換効率が高い製品を作る日本企業に有利である。ところが、産業用・発電用となると、設置容量が大きくなり、収益率が厳しく評価されるため、ブランド力や変換効率よりも、コスト競争力がある製品が優位性を持つてくる。このため、価格競争力のある新興国企業が強みを発揮しやすい。

国内の導入量拡大を、国内の産業育成につなげるためには、FIT対象設備の認定において、変

22) S E I A (米太陽エネルギー産業協会) (2011) U.S. Solar Market Insight™ 2010 Year in Review.

23) 2010年第4四半期。太陽光発電協会(2011)「平成22年度第4四半期及び年度値太陽電池セル・モジュール出荷統計について」より

換効率での基準を設けるなどの工夫が必要であろう。また、太陽電池のセル・モジュール市場で外国企業のシェアが高まるとしても、販売や設置、メンテナンスに関しては、国内に販売網を持ち、きめ細かいサービスを提供できる日本企業が強みを生かしやすい。事業者には、きめ細かいサービスにより、付加価値を高める企業努力が求められる。政策立案の観点からは、そうした企業努力を促すようなしなやかな仕組みづくりも重要だろう。

再生可能エネルギーの導入は安全保障の観点からも重要な課題だが、安易な導入拡大は、国内の産業育成や雇用創出につながらない恐れがある。再生可能エネルギーによる発電量を増すと同時に、国内の産業育成に資する、注意深い制度設計が求められている。

【参考文献】

- BMU(2009) Renewable Sources in Figures.
- BMU(2011) Renewable energy sources 2010.
- BSW (2011) Statistic Data on the German Solar Power Industry.
- EIA (2011) “Electricity Net Generation by Type”.
(<http://tonto.eia.gov/cfapps/ipdbproject/iedindex3.cfm?tid=2&pid=alltypes&aid=12&cid=regions&syid=1980&eyid=2009&unit=BKWH> 2011.5.24 アクセス)
- EPIA (2011) GLOBAL MARKET OUTLOOK FOR PHOTOVOLTAICS UNTIL 2015.
- IEA PVPS (2007) TRENDS IN PHOTOVOLTAIC APPLICATIONS.
- IEA PVPS (2010) TRENDS IN PHOTOVOLTAIC APPLICATIONS.

[著者]

物江 陽子 (ものえ ようこ)



環境・CSR調査部
研究員
担当は、環境・エネルギー政策