

みずほレポート

2012年2月17日

ドイツの太陽光発電関連 産業育成策の検討

—日本に求められる太陽光発電の普及に向けた支援策とは

- ◆再生可能エネルギーによる発電が、新たなエネルギー源と成長産業の両面から注目されている。特に、太陽光発電は、発電可能な場所の選定が容易なうえ、雇用創出効果も大きい。
- ◆ドイツでは、再生可能エネルギーの普及と太陽光発電関連産業の育成が積極的に進められている。そこで、本稿では、ドイツで実施されている支援策の効果と課題を検討した。
- ◆ドイツでは、固定価格買取制度の導入により、太陽光発電の導入量が急増した。他方、中国等が安価な発電設備の製造を進めるなか、自国企業の国際競争力を強化することが課題とされている。
- ◆国際競争力の強化に向け、ドイツでは、中小企業や研究機関等から成る産業クラスターが形成され、太陽電池や発電設備の周辺機器の製造に活用できる新技術の開発が促進されている。
- ◆日本でも2012年7月から固定価格買取制度が導入される。日本の太陽光発電関連産業を活性化するためには、同制度に加え、産学連携を一層促すための政策支援が不可欠である。

政策調査部 研究員 塚越由郁

03-3591-1332 yuka.tsukagoshi@mizuho-ri.co.jp

●当レポートは情報提供のみを目的として作成されたものであり、商品の勧誘を目的としたものではありません。本資料は、当社が信頼できると判断した各種データに基づき作成されておりますが、その正確性、確実性を保証するものではありません。また、本資料に記載された内容は予告なしに変更されることもあります。

目 次

1. はじめに	1
2. 成長産業として期待の大きい太陽光発電関連産業	2
(1) 世界の太陽光発電関連市場の動向と日本での普及に向けた動き	2
(2) 日本の太陽光発電の導入量と世界市場でのポジション	4
(3) 日本で太陽光発電関連産業を活性化するための課題	7
3. ドイツの事例に見る太陽光発電関連産業の育成策	8
(1) 再生可能エネルギーの普及に向けた政策動向と太陽光発電の普及状況	8
(2) 太陽光発電の普及を促した固定価格買取制度	12
(3) 太陽光発電関連産業クラスター「ソーラーバレー」	14
4. 日本での太陽光発電関連産業の発展に向けて	18
(1) 再生可能エネルギーの固定価格買取制度の導入	18
(2) 産学連携等による再生可能エネルギーの研究開発地域の形成	20
5. おわりに	21

1. はじめに

2010年6月に閣議決定されたエネルギー基本計画¹には、2030年までに原子力発電所を少なくとも14基以上新增設することや、一次エネルギー供給に占める再生可能エネルギーの割合を、2007年の約6%から、2020年までに10%に増加させる方針が示されていた。しかし、東日本大震災による福島第一原子力発電所事故により原子力発電所の安全性に対する懸念が高まるなか、原子力発電所の計画通りの新增設は困難な見通しである。こうしたなか、政府は、現在の基本計画を白紙から見直し、2012年夏を目処に新しい基本計画を策定する予定である。新たな基本計画では、原子力発電所の新增設に代わり、これまで以上に再生可能エネルギーの普及拡大が掲げられることが見込まれる²。

加えて、政府は、エネルギー・環境面からの必要性だけでなく、海外へのインフラ輸出等、日本の経済成長・雇用創出の源泉としても再生可能エネルギーの普及拡大を重視している。例えば、2010年6月に閣議決定された「新成長戦略」では、日本の強みを活かす7つの戦略分野の1つに環境・エネルギー分野が挙げられており、グリーン・イノベーションの促進や、国内外でのわが国企業の環境技術・製品の普及拡大により、世界ナンバーワンの環境・エネルギー大国となることが提唱されている。

さらに、東日本大震災を踏まえて、「新成長戦略」を見直すものとして策定された「日本再生の基本戦略（2011年12月閣議決定）」には、被災地でグリーン・イノベーションを加速・強化し、再生可能エネルギー等のエネルギー関連産業で雇用を生み出すとともに、こうした取組を日本の再生の先駆例とすることが掲げられている。

再生可能エネルギーの種類は、太陽光、風力、水力、地熱、バイオマスと多岐にわたるが、特に太陽光による発電は、発電可能な場所の選定が容易である等、潜在的な導入量が多いうえ、太陽光発電関連産業での雇用創出効果も大きい。しかし、同産業の中核を占める太陽電池については、近年、中国等の新興国での生産量が日本を含む先進国の生産量を上回っており、如何に国際競争力を強化するかが課題となっている。

そこで、本稿では、まず、成長産業として期待の大きい太陽光発電関連産業について、世界および日本での投資状況を概観する。わが国では、期待に反して太陽光発電の普及が必ずしも順調に進んでおらず、太陽光発電関連産業の国際競争力も低下している。そこで、その背景や、日本が太陽光発電関連産業の活性化に向け克服すべき課題を提示する（第2章）。次いで、それらの課題に対し、太陽光発電関連産業の育成を積極的に進めているドイツがどのように対応しているのかを分析する（第3章）。そして、最後に、ドイツの事例を踏まえ、わが国における太陽光発電関連産業の育成策のあり方について検討していく（第4章）。

¹ 2003年10月に最初に策定された後、エネルギーを取り巻く環境変化などを踏まえ、2007年3月に第一次改訂、2010年6月に第二次改訂が行われた。

² 例えば、野田首相は、2011年9月に召集された臨時国会における所信表明演説で、原発への依存度を可能な限り引き下げていくとともに、わが国の誇る高い技術力を活かし、規制改革や普及促進策を組み合わせ、再生可能エネルギーを普及させていく方針を掲げている。

2. 成長産業として期待の大きい太陽光発電関連産業

本章では、世界および日本における太陽光発電への投資状況を概観するとともに、わが国で太陽光発電関連産業を活性化するための課題を明らかにする。

(1) 世界の太陽光発電関連市場の動向と日本での普及に向けた動き

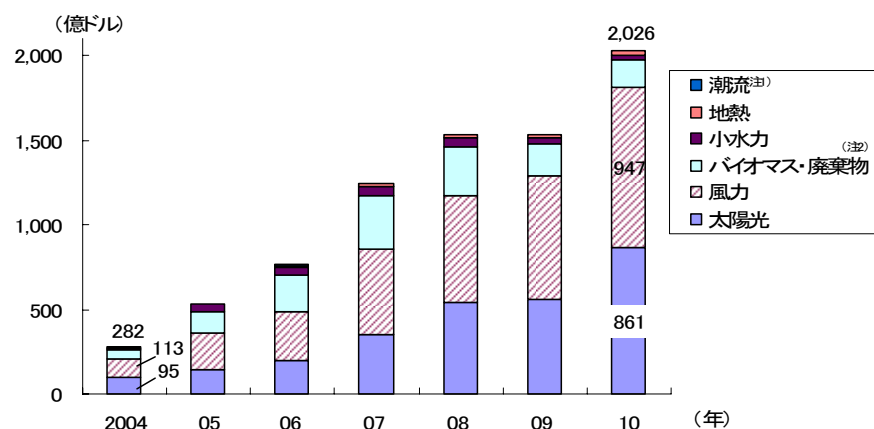
まず、世界の太陽光発電関連市場の動向と、日本で太陽光発電への関心が高まっている現況およびその背景について考察する。

a. 世界の太陽光発電関連市場の動向

地球温暖化問題や中長期的な化石燃料の逼迫化に対応する観点から、太陽光発電を含む再生可能エネルギーによる発電設備への投資が世界的に増大している。国連環境計画 (United Nations Environment Programme, UNEP) とブルームバーグ・ニューエナジーファイナンス社が公表した「Global Trends In Renewable Energy Investment 2011」によれば、世界の再生可能エネルギーによる発電設備への投資額は、2004年の282億ドルから、2010年には2,026億ドルに急増した(図表1)。2010年の投資額について、再生可能エネルギー毎の内訳を見ると、風力発電設備への投資額が最大で947億ドルであった。また、太陽光発電設備への投資額が861億ドルと、風力発電の次に大きかった。

さらに国際エネルギー機関の予測によれば³、世界の太陽光発電の設備容量は、2009年の22GWから、2015年までに112GW、2035年までに499GWに増大する見込みである(図表2)。2035年時点で、太陽光発電の設備容量は石炭火力発電(2,353GW)や、ガス火力発電(2,185GW)、水力発電(1,629GW)、風力発電(1,102GW)には及ばない。しかし、2009年から2035年までの年平均伸び率を見ると、太陽

図表1 世界の再生可能エネルギーへの新規投資額の推移



(注) 1. 潮流発電は、海域あるいは海洋の潮流エネルギーを利用して、電力に変換すること(新エネルギー・産業技術総合開発機構(2005))。

2. 「バイオマス・廃棄物」の廃棄物は廃棄物発電を意味し、ごみを焼却する際の熱を用いて行う発電のこと。

(資料) UNEP and Bloomberg NEW ENERGY FINANCE (2011) よりみずほ総合研究所作成

³ 以下の本小節の記述は、IEA (2011b) による。

光発電は12.7%であり、石炭火力発電(同1.5%)や、ガス火力発電(同2.0%)、水力発電(同1.9%)、風力発電(同7.7%)を大きく上回り、太陽熱利用⁴(同20.9%)や潮流発電(同17.3%)に次ぎ3番目に大きい。また、2011年から2035年までの世界の新規の太陽光発電設備への投資累積額は、1兆2,450億ドル(2010年実質価格)に上る見通しである。

b. 日本での普及に向けた動き

(a) 高まる太陽光発電への関心

世界で太陽光発電の普及拡大が見込まれているなか、わが国でも政府や企業が、太陽光発電の普及促進に乗り出している。

例えば、政府が2009年8月に策定した「長期エネルギー需給見通し(再計算)⁵」では、2020年における太陽光発電の導入量を2005年(140万kW⁶程度)対比で約20倍(2,800万kW程度)に拡大させる目標が掲げられている。また、冒頭で述べたように、2010年6月の「新成長戦略」では、環境・エネルギー分野が、今後の戦略分野の1つとして挙げられている。

さらに、ソフトバンク株式会社の代表取締役社長である孫正義氏により、2011年7月13日に設立

図表2 エネルギー源別の発電設備容量(GW)と年平均伸び率

	2009年	2015年	2020年	2025年	2030年	2035年	年平均伸び率(%) (2009-2035)
石炭火力	1,581	1,975	2,133	2,211	2,289	2,353	1.5
石油火力	431	430	356	303	266	255	▲2.0
ガス火力	1,298	1,602	1,749	1,868	2,016	2,185	2.0
原子力	393	431	495	546	591	633	1.8
水力	1,007	1,152	1,297	1,439	1,548	1,629	1.9
バイオマス・廃棄物	53	75	109	148	193	244	6.0
風力	159	397	582	752	921	1,102	7.7
地熱	11	15	20	27	33	41	5.0
太陽光	22	112	184	272	385	499	12.7
太陽熱	1	7	14	25	45	81	20.9
潮流	0	0	1	2	6	17	17.3
計	4,957	6,196	6,941	7,594	8,293	9,038	2.3

(注) 1. 2009年は、実績。

2. 2015年以降については、各国で現在想定されている温暖化対策が進められた場合の発電設備容量の推計。

(資料) IEA(2011b)よりみずほ総合研究所作成

⁴ 太陽の熱エネルギーを太陽集熱器に集め、水や空気などの熱媒体を暖め給湯や冷暖房などに活用することを言う(資源エネルギー庁(2007))。太陽熱利用は、太陽光発電等と比較してエネルギー変換効率が低い。

⁵ エネルギーの安定供給及び温暖化問題への対応といった政策課題を踏まえ、2030年までのわが国のエネルギー需給とCO₂排出量を分析したもので、概ね3年に一度策定されている。直近では、2008年5月に策定された後、麻生首相(当時)のCO₂排出量の削減目標(2020年に「1990年比8%減」)の発表を受けて、目標達成に必要な対策を検討するため、諸前提を変更した再計算が2009年8月に行われた。ただし、鳩山政権以降、わが国の政府が掲げているCO₂排出量の削減目標は、「90年比25%減」であり、麻生政権時の削減目標を大きく上回る。わが国の削減目標については、2012年夏を目処に策定される新たなエネルギー基本計画を踏まえ、改めて検討することが求められるものの、仮に目標が維持される場合にはさらなる太陽光発電の導入が必要となる見通しである。

⁶ kW(キロワット)は、電力の大きさを表す単位のこと。本稿では、この他、MW(メガワット)とGW(ギガワット)を使用しているが、MWはkWの1,000倍、GWはMWの1,000倍にあたる。

された「自然エネルギー協議会⁷」は、国内の休耕田や耕作放棄地に大規模太陽光発電所（メガソーラー）を設置する電田プロジェクトを提唱し、注目を浴びた。同協議会によれば、今後、電田プロジェクト（5,000万kW）と屋根への新規の太陽光発電の導入（2,000万kW）を合わせ、7,000万kWの発電容量の導入が見込まれるという⁸。自然エネルギー協議会は、日本全国で再生可能エネルギーを普及させることを目的として、政府に政策提言を行うとともに、同協議会に参加している地方公共団体にも各地域で再生可能エネルギーの普及を促進する新たな施策を導入することを求めている。

（b）関心が高まる背景

太陽光発電への関心が高まっている背景には、太陽光発電が、その他の再生可能エネルギーに比べて主に以下の2点のメリットを持つことがある。

第一のメリットは、太陽光発電は発電に関する場所や規模の制約が少なく、発電可能な場所の選定も比較的容易なことである⁹。例えば、風力発電は、風量や風速により発電出力が変動するため、風況の良い場所を発電所の建設地として選定しなければならないうえ、風力発電の適地は、希少野生生物の生息地であるなど自然環境に恵まれていることが多く、発電所の建設にあたっては、景観や野生生物の保護が制約要因となる。また、地熱発電は地熱エネルギーが存在しないところでは発電できない。他方、太陽光発電は、地域による偏りがその他の再生可能エネルギーに比べて少なく、住宅・非住宅とも潜在的な導入量が大きい。

第二に、太陽光発電関連産業は裾野が広く、エネルギー供給の観点のみならず、経済成長や雇用創出の観点からも重要な意義を有している。太陽光発電事業には、シリコンなどの原材料の供給から、太陽電池セルやモジュール¹⁰の加工、太陽電池の製造、発電設備の周辺機器の製造、さらに住宅等の発電設備へのシステム化とその販売・設置に至るまで様々な工程があり、太陽光発電の関連企業には、セルだけを製造するものや、セルをモジュール化する企業、販売・設置に関するサービスを提供する企業など、多種多様な企業が存在し、裾野が広い（図表3）。

このため、太陽光発電関連産業の雇用創出効果も大きい。欧米の先行研究によれば、太陽光発電による雇用者は1MWあたり6.96人から11.01人に上り、石炭火力発電の1.01人を大きく上回る¹¹（図表4）。わが国で太陽光発電の導入量を2020年に2005年（140万kW程度）の約20倍（2,800万kW程度）に増大させる目標が達成された場合、単純に換算すれば、約19～29万人の雇用が創出されることになる。

（2）日本の太陽光発電の導入量と世界市場でのポジション

わが国で太陽光発電が新たなエネルギー源として、また、太陽光発電関連産業が成長産業として注目されていることは裏腹に、近年、わが国の太陽光発電の導入量は増勢が鈍化している（図表5）。

⁷ 2011年8月現在、35の地方公共団体が会員として参加している。

⁸ 孫（2011）による。

⁹ なお、再生可能エネルギー全般については、塚越（2011c）を参照されたい。

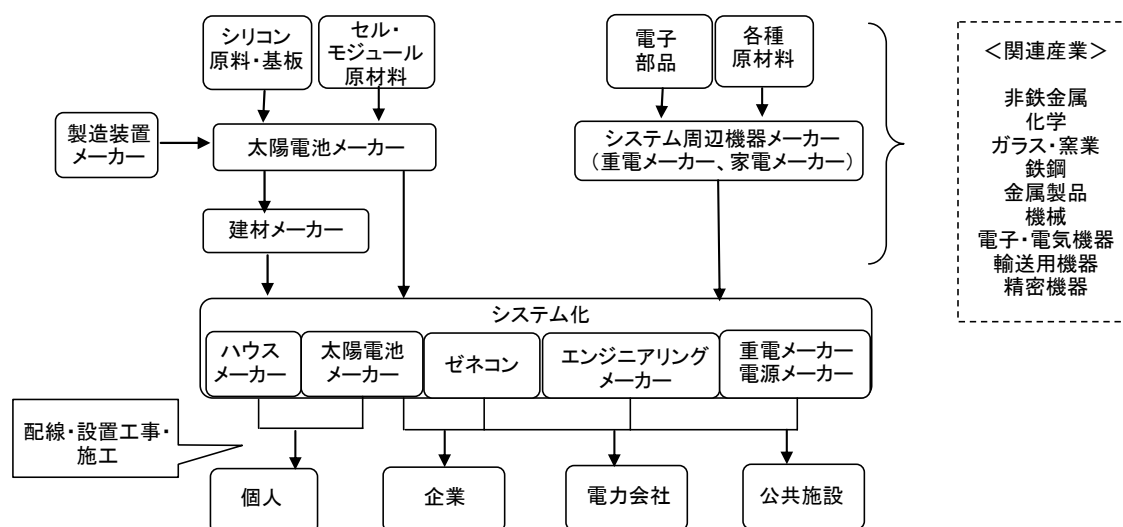
¹⁰ セルは、太陽電池の最小単位である。セルを複数枚接続して必要な電圧と電流を得られるようにし、樹脂や強化ガラスなどで保護し、屋外で利用できるようにパッケージ化したものをモジュール（またはパネル）という。

¹¹ UNEP, as part of the joint UNEP, ILO, IOE, ITUC Green Jobs Initiative（2008）による。

他方、ドイツやスペイン、イタリアでは導入量が急増している。特にドイツは、2005年に、世界最大の太陽光発電導入国であった日本の導入量（1,422MW）を上回る導入量（1,980MW）を実現し、世界1位の太陽光発電導入国となった。さらに、2008年にはスペインの新規導入量が年間で3,463MWと日本（2,144MW）の1.6倍程度となり、日本は、世界3位に転落した。

また、太陽光発電関連産業の中核である太陽電池の生産量についてみると、2005年から2010年にかけて、世界の太陽電池の生産量は1,759MWから約2万4,000MWに増加したものの、日本の太陽電池の生産量が世界の生産量に占める割合は、2005年の47%から10%に低下した（図表6）。他方、2010年には、中国（38%）と台湾（16%）が合わせて約半分を占めた。

図表3 太陽光発電関連産業の関連構造



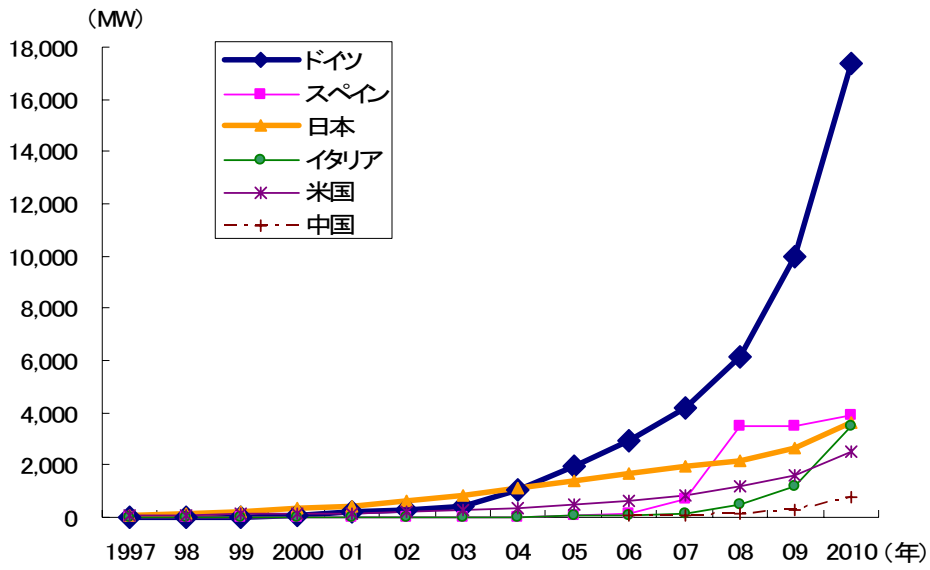
(資料) ソーラー・システム産業戦略研究会 (2009) (出典は、資源総合システム資料) よりみずほ総合研究所作成

図表4 エネルギー源毎の雇用者数

	平均雇用者数(MW 当たり)(人)		
	建設、設置等	維持管理等	合計
太陽光発電	5.76~6.21	1.20~4.80	6.96~11.01
風力発電	0.43~2.51	0.27	0.70~2.78
バイオ燃料等	0.40	0.38~2.44	0.78~2.84
石炭火力発電	0.27	0.74	1.01
天然ガス火力	0.25	0.70	0.95

(資料) UNEP, as part of the joint UNEP, ILO, IOE, ITUC Green Jobs Initiative (2008)

図表5 世界の太陽光発電の導入量の推移

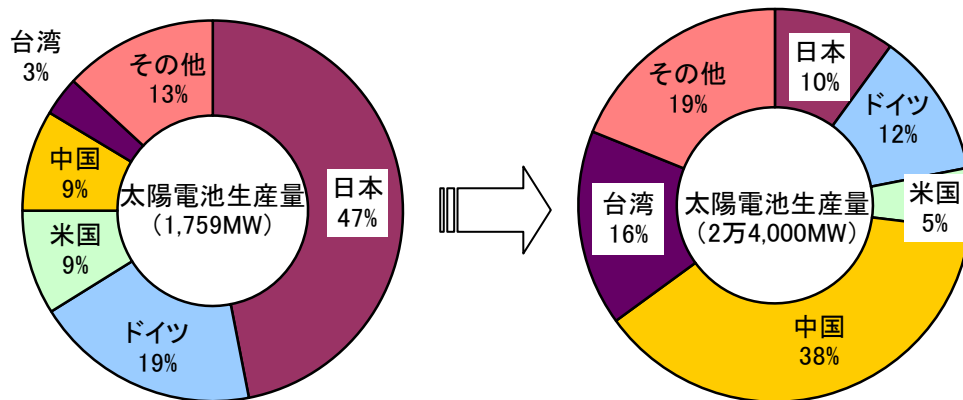


(資料) IEA (2011a) 等よりみずほ総合研究所作成

図表6 太陽電池生産量の国別割合

【 2005年 】

【 2010年 】



(注) 2005年の中国と台湾の数値は、見込み。

(資料) IEA “Trends in Photovoltaic Applications” (各年版)、European Commission “PV Status Report 2006” (2006年) よりみずほ総合研究所作成

(3) 日本で太陽光発電関連産業を活性化するための課題

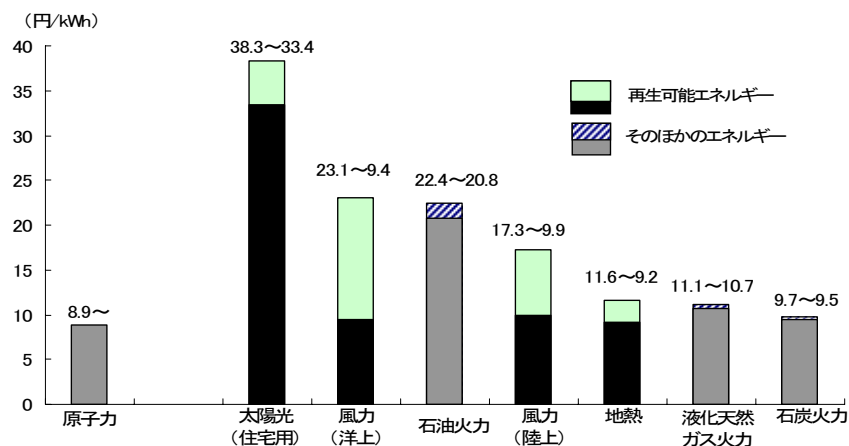
太陽光発電のメリットが大きいにも関わらず、わが国で太陽光発電の導入量や、太陽電池に代表される関連産業の生産シェアが伸び悩んでいる背景には、まず、太陽光発電の発電コストが、石炭火力発電や液化天然ガス火力発電に比べて高いことがある。

例えば、政府が、福島第一原子力発電所事故を受け見直したエネルギー源毎の発電コストを見ると、太陽光発電のコストは、住宅用の場合で1kWあたり33.4円から38.3円であり、見直し前の同49円より低下したものの、依然としてその他のエネルギーに比べて高い(図表7)。

ただし、太陽光発電の発電コストは、化石燃料と異なり、普及と共に低下すると予測されている。産業技術総合研究所によれば、太陽光発電のコストは製造コストと流通・工事費等から構成されており、このうち製造コストは、技術の進歩や量産効果によって、累計生産量が2倍になる度に2割程度下がる。また、流通・工事費についても、市場の拡大に伴い価格が低下すると考えられている。このため、太陽光発電の導入量を増加させるための政策支援によって生産量が増大すれば、製造コストが低下し、発電コストを大幅に抑制することも可能になると考えられる。しかし、これまでのところ、わが国における太陽光発電の利用拡大に向けた政策は、必ずしも奏功していない¹²。

加えて、図表6に見たように、近年、中国や台湾等の新興国が太陽電池の生産量を急増させていることが、わが国の太陽電池の生産量のシェア低下につながっている。新興国が生産量を増加させてい

図表7 エネルギー源毎の発電コスト



(注) 1. 各エネルギー源の発電コストは、発電所の運転年数や設備利用率などにより異なる。

2. 原子力発電のコストは、福島第一原子力発電所事故による損害費用の増加により一層拡大する可能性がある。

(資料) 国家戦略室エネルギー・環境会議コスト等検証委員会「コスト等検証委員会報告書(2011年12月)」よりみずほ総合研究所作成

¹² わが国では、再生可能エネルギーの普及促進策として、2003年4月から「RPS (Renewable Portfolio Standard) 制度」が導入されている。この制度は、政府が電気事業者に対して一定量の電力を再生可能エネルギーにより供給することを義務づけるものである。しかし、そもそも導入目標量が低かったため、再生可能エネルギーの普及拡大には至らず、量産効果によるコスト低減も十分には実現されなかった(環境省(2009))。なお、RPS制度は、2012年7月からの固定価格買取制度の導入(後述)に伴い、所要の経過措置を講じた後、廃止される見込みである。

る背景には、太陽電池の製造工程が、薄型テレビや半導体と比べて単純であるため、太陽電池の製造装置の設計、施行、機器調達、メンテナンス等を一括して提供する契約形態（フル・ターン・キー契約¹³⁾）を採る装置メーカーが登場したことがある。フル・ターン・キー契約を締結することで、関連技術が十分に蓄積されていない新興国の企業が、製造コストの安さを強みとしながら、太陽電池製造に参入することが可能となった（李・伊藤（2008））¹⁴⁾。

ただし、中国等の新興国がフル・ターン・キー契約を活用し、太陽電池の製造を急増させている点については、この契約で製造された太陽電池の変換効率¹⁵⁾に限界があったり、設置された太陽光発電設備について十分なメンテナンスを受けられるのかが不透明である等の懸念が指摘されている（山家（2009））。今後、わが国が太陽光発電関連産業を成長産業・雇用創出の柱とするためには、太陽電池等の低価格化とともに、さらなる技術革新により、高効率の太陽電池を製造することで、日本企業が国内市場ではもちろんのこと、海外市場でも伍していけるような国際競争力を備えることが重要となる。

政府は、これらの課題に対応するため、2012年7月から、太陽光など、あらゆる再生可能エネルギーで発電された電力を、一定の期間にわたり、一定の価格で買い取ることを義務付ける「再生可能エネルギーの固定価格買取制度」を導入することを決定した。また、2011年度の第3次補正予算では、東日本大震災の被災地を対象とした再生可能エネルギーの研究開発地域を形成するための予算が組まれる等、太陽光発電関連産業を国際的に競争力のある産業に育成していくための施策が相次いで導入されようとしている。そこで、以下では、世界1位の太陽光発電導入国であり、同様の施策を既に実施しているドイツの事例を取り上げ、これらの施策の効果や課題について分析していく。

3. ドイツの事例に見る太陽光発電関連産業の育成策

国内で再生可能エネルギーの普及促進を積極的に進めるとともに、近年、中国や台湾といった新興国が太陽電池の生産量で先進国を追い上げているなか、太陽光発電関連産業を自国の主要産業として育成するための支援を進めているのがドイツである。本章では、太陽光発電を含む再生可能エネルギーの普及促進に関する欧州連合（the European Union：以下、EU）とドイツの政策、ドイツでの太陽光発電の普及状況を概観したうえで、同国で導入されている太陽光発電関連産業の育成策について検証する。

(1) 再生可能エネルギーの普及に向けた政策動向と太陽光発電の普及状況

以下では、ドイツで再生可能エネルギーの普及拡大が目指されている背景として、EUと、ドイツのエネルギー・環境政策を取り上げるとともに、同国での太陽光発電の普及状況を見ていく。

¹³⁾ フル・ターン・キーとは、カギを回せば、全ての製造機器を動かせることを意味する。

¹⁴⁾ このほか、世界的に太陽光発電の導入量が増加し、2006年頃から太陽電池の原料となるシリコンの供給が不足したなか、中国企業がシリコンメーカーと長期契約を結び、シリコンを安定的に確保していたことも、中国の太陽電池の生産量増加をもたらしたと指摘されている（丸川（2009））。

¹⁵⁾ 太陽電池モジュール（太陽電池を複数枚接続して必要な電圧と電流を得られるようにし、樹脂や強化ガラスなどで保護し、屋外で利用できるようにパッケージ化したもの）が受けた光エネルギーを、電気エネルギーに変換する割合のこと。

a. 再生可能エネルギー普及に向けた政策動向

(a) EU のエネルギー・環境政策

EU 加盟国であるドイツのエネルギー・環境政策は、EU のエネルギー・環境政策を踏まえて進められている。温暖化対策に積極的に取り組んでいる EU は、気候変動に対処するとともに、欧州のエネルギー安全保障を強化し、産業競争力を高めるため、再生可能エネルギーの普及促進を掲げている。

2001 年 9 月に策定された「欧州での再生可能エネルギーを用いて発電された電力の導入促進に関する指令¹⁶⁾」では、域内の総発電量に占める再生可能エネルギーの割合を、2001 年の 15.2%から 2010 年までに 22.0%に上昇させることが目標とされていた¹⁷⁾。この目標達成に向けて、国別の導入目標が設定されており、ドイツの目標は 12.5% (2001 年は 6.7%) であった¹⁸⁾。

さらに 2010 年 11 月には、エネルギー・環境政策について、域内での 2020 年までの目標を規定した「Energy 2020」が欧州委員会で採択された。具体的には、①温室効果ガス排出量を 2020 年に 1990 年比で 20%削減すること¹⁹⁾、②2020 年までに、エネルギー消費量に占める再生可能エネルギーの割合を 20%へ引き上げること²⁰⁾、③2020 年時点のエネルギー消費量を、BAU (Business As Usual : 現在の経済環境等が継続した場合のエネルギー消費量見通し) から 20%削減すること²¹⁾、——を意味する「3つの20の目標 (The “20-20-20” targets)」が提唱されている。このうち、再生可能エネルギーの導入目標については、各加盟国に対して法的拘束力のある国別目標が設定されており、ドイツには、2020 年までに全エネルギー消費に対する再生可能エネルギーの割合を 18%にすることが義務付けられている。

(b) ドイツ国内での普及促進政策

EU のエネルギー・環境政策に加えて、ドイツでは国内の政治的要因からも、再生可能エネルギーの普及推進が図られてきた。1998 年には、原子力発電の普及に反対し、再生可能エネルギーの普及を訴えている緑の党が、国内の環境問題に対する関心の高まりを背景に台頭し、社会民主党と連立政権を樹立した。そこで、2000 年に施行されたのが、再生可能エネルギーの普及拡大を図ることを目的とした「再生可能エネルギー法 (Renewable Energy Sources Act)」である。同法は、電気事業者に対して、太陽光など再生可能エネルギー源で発電された電力を、一定の期間にわたり、発電費用を回収可能な価格で買い取ることを義務付ける「固定価格買取制度 (Feed in tariffs: FIT)」(詳細は後述) の導

¹⁶⁾ Official Journal of the European Communities “DIRECTIVE 2001/77/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 27 September 2001 on the promotion of electricity produced from renewable energy sources in the internal electricity market” (2001 年 9 月) による。

¹⁷⁾ 当時 EU に加盟していた 15 カ国が対象。なお、現在の加盟国数は 27 カ国。

¹⁸⁾ ドイツで再生可能エネルギーによる電力が総発電量に占める割合は 2010 年時点で 17.1%であり、目標を上回った (Federal Ministry for the Environment Nature Conservation and Nuclear Safety (2011c))。

¹⁹⁾ 2009 年の EU の CO₂排出量は約 46 億 1,500 万トン (CO₂換算) であり、90 年の約 55 億 8,900 万トン (同) と比べて 17.4%減であった (European Environment Agency ウェブサイト “EEA greenhouse gas data viewer” (<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/greenhouse-gases-viewer>))。

²⁰⁾ 2009 年現在、EU のエネルギー消費量に占める再生可能エネルギーの割合は 11.7%であった (Eurostat (http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=t2020_31&plugin=1))。

²¹⁾ EU 各国におけるエネルギー消費量の削減は十分に進んでおらず、今後対策が講じられなければ、2020 年までの EU 全体の削減量は 9%にとどまる見通しである (European Council (2010))。

入等を規定している。

こうしたなか、ドイツでは2004年に、総発電量に占める再生可能エネルギーの割合を、2010年までに12.5%、2020年までに20%にする目標が掲げられた²²。その後、目標はさらに引き上げられ、現在、ドイツの2020年までの総発電量に占める再生可能エネルギーの導入目標は35%である²³。

加えて、日本の福島第一原子力発電所事故も、ドイツの再生可能エネルギーの普及促進に影響を与えている。ドイツでは、福島第一原子力発電所事故により脱原発の世論が強まるなか、2011年8月に原子力法が改正され、2022年までに全ての原子力発電所を段階的に閉鎖することが決定された²⁴。そこで、原子力発電に代わるエネルギー源として再生可能エネルギーの普及を図るべく、市場の整備や蓄電池の活用等に取り組むことがこれまで以上に重視されている²⁵。

b. 太陽光発電の普及状況

以下では、ドイツにおける太陽光発電の普及状況を、日本との比較を交えつつ確認していく。

ドイツの2010年時点の再生可能エネルギーによる発電量は、総発電量の17.1%にあたる104.3TWh²⁶であった。総発電量に占める再生可能エネルギーの発電量の割合は、1990年には3.1%にとどまっていたが、普及促進策などを背景に、20年間でその割合は大幅に増大した(図表8)。なお、日本の2009年時点の再生可能エネルギーによる発電量は、1990年の108.0TWhから僅かに減少し、107.5TWhであった(図表9)。また、総発電量に占める再生可能エネルギーの発電量の割合も、1990年の12.8%から、2009年には10.3%に低下した。

次に、ドイツにおける2010年時点での再生可能エネルギーによる発電電力量の内訳を見ると、風力が最大の36.2%、次いでバイオマス・廃棄物が32.5%であり、太陽光発電が再生可能エネルギー発電に占める割合は、11.2%(1万1,683GWh)である(図表8)。ただし、同割合が2000年には0.2%(64GWh)にすぎなかったことを踏まえると、ドイツでは再生可能エネルギーのなかでも太陽光発電が順調にシェアを高めてきたといえる。一方、日本における再生可能エネルギーによる発電電力量の内訳を見ると、2009年時点で、水力が最大の76.8%で、次いでバイオマスが15.2%であった。太陽光発電が再生可能エネルギー発電に占める割合は、2.1%(2,300GWh)にとどまっている(図表9)。

²² 2004年に、ドイツで再生可能エネルギーによる電力が総発電量に占める割合は9.2%であった(Federal Ministry for the Environment Nature Conservation and Nuclear Safety (2011c)、(2004b)による)。

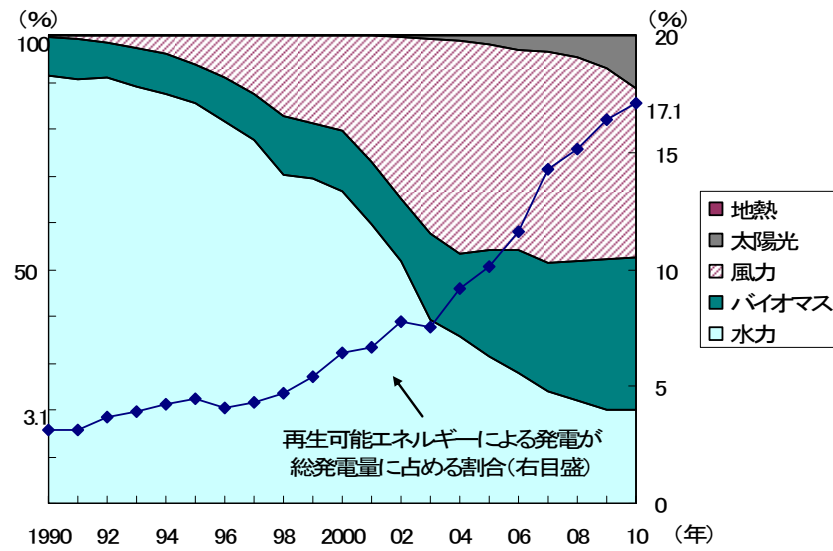
²³ Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (2011a)による。

²⁴ Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (2011b)による。

²⁵ Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (2011a)による。

²⁶ TWh(テラワットアワー)は、使用した電力量を表す単位のこと。TWhはGWh(ギガワットアワー)の1,000倍、GWhはMWh(メガワットアワー)の1,000倍、MWhはkWh(キロワットアワー)の1,000倍にあたる。

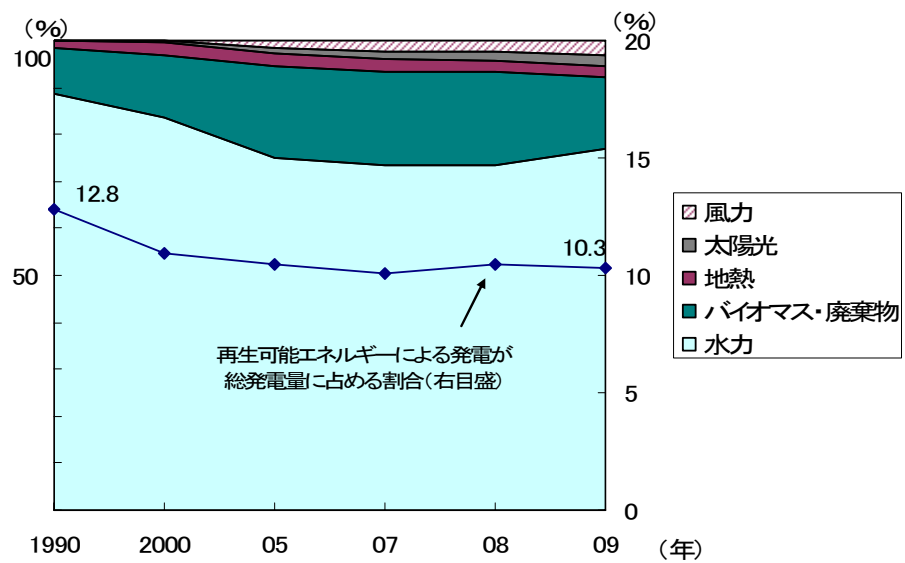
図表8 再生可能エネルギーによる発電の内訳等（ドイツ）



(注) 地熱発電は数値が小さいため、グラフでは確認できない。

(資料) Federal Ministry for the Environment Nature Conservation and Nuclear Safety (2011c) よりみずほ総合研究所作成

図表9 再生可能エネルギーによる発電の内訳等（日本）



(注) 2009年については、見込み値。

(資料) IEA “Electricity Information” (2010年) よりみずほ総合研究所作成

c. 太陽光発電関連産業の動向

ドイツでは太陽光発電の普及に伴い、関連産業も急成長している。たとえば、太陽光発電関連産業の売上高は2010年時点で122.2億ユーロ（1兆2,134億円²⁷）に上るが、これは、2000年の2.0億ユーロの約60倍である。その結果、同期間中における太陽光発電関連産業の雇用者数も3,100人から10万7,800人に拡大した（図表10左）。これは、ドイツの全雇用者数の0.30%に相当する。

一方、日本でも太陽光発電産業の雇用者数は、2007年の1万8,000人から2010年には4万1,300人に増大しているが（図表10右）、全雇用者数の0.08%にとどまる。

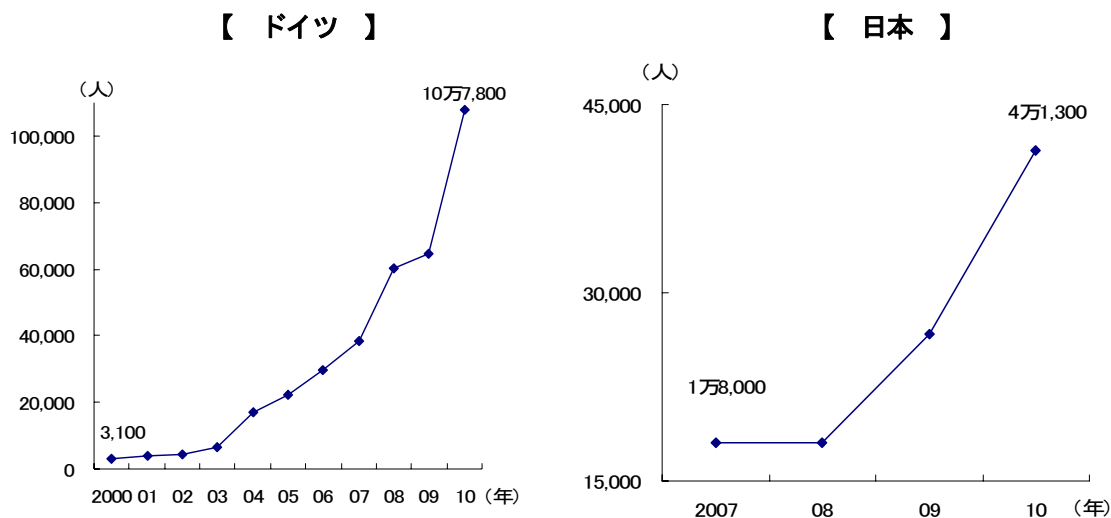
(2) 太陽光発電の普及を促した固定価格買取制度

ドイツで太陽光発電が急速に普及した要因として、しばしば指摘されるのが固定価格買取制度の導入である。以下では、固定価格買取制度の概要と評価について検証する。

a. 固定価格買取制度の概要

ドイツでは、前述した再生可能エネルギー法に基づき、電気事業者に対し、太陽光など再生可能エネルギー源で発電された電力を、20年間にわたり発電費用を回収可能な価格で買い取ることを義務付ける固定価格買取制度が2000年に開始された。なお、電気事業者による買取費用は、電気料金に上乗せされ、国民が負担することになっている。ドイツ政府は、20年間という長期間、高価格で買い取ることで、再生可能エネルギーによる発電事業を行う企業に、長期継続的な売電収入を確保したことが、太陽光発電設備への投資を促進したと指摘している²⁸。買取価格は、発電の出力規模や、発電設備の

図表10 太陽光発電関連産業の雇用者数の推移



(資料) Bundesverband Solarwirtschaft (ドイツソーラー産業連盟) “Statistische Zahlen der deutschen Solarstrombranche (Photovoltaik)” (2009年3月)、Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety “Gross Employment from Renewable Energy in Germany in the Year” (各年版)、IEA “Trends in Photovoltaic Applications” (各年版) よりみずほ総合研究所作成

²⁷ 1ユーロ、99.3円（みずほコーポレート銀行外国為替公示相場2012年1月の月中平均レート）で換算。

²⁸ Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety in agreement with the Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection and the Federal Ministry of Economics and Technology (2007) による。

設置場所（屋根等の建築物・未利用地等）によっても異なるうえ、太陽光発電の普及状況により度々変更されてきた。例えば、制度開始当初、太陽光発電 1kWh あたりの買取価格は、通常の電力料金の3倍から4倍に相当する 50.00 ユーロセントに設定された。その後、2004 年には、太陽光発電をさらに普及させるため、再生可能エネルギー法が改正され、買取価格が 1kWh あたり 54.00～57.40 ユーロセントに引き上げられた（図表 11）。この結果、2005 年の太陽光発電による発電量は、2004 年（556GWh）の約2倍の 1,282GWh となった。

さらに、2005 年以降は、買取価格が毎年逓減している。毎年の買取価格の逓減率は予め提示されており、太陽光発電事業者が投資戦略を立てやすくなるよう工夫されている。買取価格を逓減させる目的は、再生可能エネルギーの発電事業者が投資を前倒しするインセンティブを高めること、および電気料金に上乗せされる国民の負担総額を抑制することにある。太陽光発電事業者は、発電設備の拡張や技術進歩による発電コストの低下によって、買取価格の低下に対応している。

具体的には、2005 年から 2008 年までは、買取価格の逓減率が毎年 5%と設定されていた。また、2009 年の逓減率は、同 8～10%であった。

加えて、2010 年以降は、前年の発電設備の普及実績を踏まえ、買取価格の逓減率が調整される仕組みとなっている。例えば、2010 年の買取価格は、前年の買取価格より、9～11%減額されることが規定されていたが、国内全体で、新規の発電設備容量が 2009 年に 1,500MW を超えた場合には、買取価格の逓減率がさらに 1%上乗せされるように設定された²⁹。さらに、2011 年の買取価格の逓減率は、原則 9%としたうえで、新規の発電設備容量の普及状況にあわせ、最大 4%上乗せされる（2010 年 6 月から 9 月の期間に 6,500MW を超えた場合）など、合計で最大 13%にまで拡大された。このように、ドイツでは、太陽光発電の普及状況に伴い、買取価格が調節される仕組みとなっており、その逓減率は普及が進むにつれ、年々拡大している。なお、2010 年については、ドイツ政府は、臨時的な措置として、年内に数回にわたり買取価格を引き下げた。2010 年 10 月以降の買取価格を 2010 年 1 月当初と比較すると、約 15%の低下となった（図表 11）。その背景には、固定価格買取制度の実施により太陽光

図表 11 太陽光発電の買取価格（2004 年から 2011 年）

施設規模	買取価格（ユーロセント/kWh）									
	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年 (1月以降)	2010年 (7月以降)	2010年 (10月以降)	2011年 ^(注2)
30kW以下	57.40	54.53	51.80	49.21	46.75	43.01	39.14	34.05	33.03	28.74
30kW超～100kW	54.60	51.87	49.28	46.82	44.48	40.91	37.23	32.39	31.42	27.33
100kW超	54.00	51.30	48.74	46.30	43.98	39.58	35.23	30.65	29.73	25.86
1,000kW超 ^(注1)						33.00	29.37	25.55	24.79	21.56

(注) 1. 発電出力による区分が、2009 年からは従来の 100kW 超から、100kW 超～1,000kW と、1,000kW 超に分けられている。
2. 2011 年の買取価格の逓減率は、原則 9%としたうえで、発電設備の普及状況に応じ、最大 13%とすることが規定されていた。図表では、逓減率が 13%であった際の買取価格を表示している。

(資料) Federal Ministry for the Environment Nature Conservation and Nuclear Safety (2004a)、(2008a)、
“Solarstrom-Energiequelle mit Zukunft” (2010 年 7 月) “Tariffs and sample degression rates pursuant to the new Renewable Energy Sources Act of 25 October 2008 with amendments of 11. August 2010” よりみずほ総合研究所作成

²⁹ Federal Ministry for the Environment Nature Conservation and Nuclear Safety (2008a) による。

発電が急速に普及したことに伴い、2009年には太陽光発電の設備費用が30%以上急減し、設備費用と買取価格の差額が拡大して、太陽光発電事業者が過大な利益を得ていると批判されたことがあった³⁰。

b. 固定価格買取制度の評価

ここまで見てきたように、ドイツでは、固定価格買取制度を導入したことで、太陽光発電の導入が大幅に増加した。また、太陽光発電の普及に伴い、太陽光発電関連産業での雇用者数も急増した。さらに、普及拡大に伴い、太陽光発電の設備費用も低下した。具体的には、2006年第2四半期から2010年第1四半期にかけて、設備費用（100kW以下）はkW³¹あたり約5,000ユーロから、同2,864ユーロに半減した³²。

他方、固定価格買取制度の問題も指摘されている。まず、前述の通り、この制度により電気事業者が再生可能エネルギーによる電力を買い取る費用は電気料金に上乗せされ、各世帯が負担しているため、太陽光発電の普及に伴い国民負担が増大することである。1世帯あたりの毎月の負担額は、太陽光発電の普及拡大に伴い、2000年の58.3ユーロセントから、2010年には670.8ユーロセントに増加した³³。

次に、買取価格と国民負担の調整の難しさである。ドイツでは、過大な買取価格を維持することは、国民の負担増をもたらすことになるため、太陽光発電の普及が進展したことや、設備費用が大幅に低下したことを考慮し、買取価格の逡減率が2011年には最大14%にまで拡大された。買取価格の逡減は、国民負担の抑制の点から必要であるものの、買取価格を短期間に急減させると、太陽光発電関連事業者が、投資コストを抑制し続けることが困難になる点が指摘されている³⁴。

さらに、FrondeI, Ritter, Schmidt and Vance (2009) は、固定価格買取制度では、買取期間が20年に及ぶため、新たな技術開発へのインセンティブが生じていないと指摘している。そして、国際競争力のある太陽電池等の製品を開発し、より低価格で高効率な太陽光発電を普及させるためには、固定価格買取制度に代わり、政府が一層、研究開発支援を行うことが重要だと主張している。

(3) 太陽光発電関連産業クラスター「ソーラーバレー」

固定価格買取制度のみを通じた太陽光発電の普及策に限界があるなか、近年、ドイツ政府は、技術開発をさらに推し進め、ドイツが世界の太陽光発電市場で主導的な地位を築くことを成長戦略として

³⁰ 竹濱 (2010b) による。

³¹ kWp (キロワット・ピーク) とは、太陽電池パネルの最大出力のこと (産業技術総合研究所ウェブサイト http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2004/pr20040427/pr20040427.html) 。

³² German Solar Industry Association “Photovoltaics in Germany-Market Development and Perspectives” (2010年5月) による。なお、わが国の太陽光発電の設備費用 (住宅用) は、2009年時点で、新築の場合1kWpあたり52.8万円、既築の場合同64.3万円であった (総合資源エネルギー調査会新エネルギー部会 (第34回) 資料 (2009年4月)) 。

³³ ドイツの家庭の平均的な電気消費量 (年間3,500kWh) と、同国の家庭が毎月負担する、1kWhあたりの固定価格買取制度の負担額を基に、みずほ総合研究所が算出 (Federal Ministry for the Environment Nature Conservation and Nuclear Safety “Renewable Energy Sources in Figures-national and international development” (2011年7月)、“EEG surcharge remains stable during strong growth in renew” (2011年10月)) 。

³⁴ 竹濱 (2010a) による。

掲げている。具体的には、太陽光発電関連産業が集積している中部ドイツ³⁵に、中小企業や研究機関等から成るクラスターを形成し、太陽電池の製造や、発電設備の周辺機器の製造に活用できる革新的な技術の開発を促進している。以下では、ドイツで最も有名な太陽光発電関連産業のクラスターである「ソーラーバレー」に着目し、クラスター形成に向けた政府の支援策を見ていく。

a. 中部ドイツに位置するソーラーバレー

ザクセン州、ザクセン＝アンハルト州、テューリンゲン州の3州は、ドイツの全太陽光発電関連企業の65%（2009年時点）にあたる企業が拠点を置く太陽光発電関連企業の集積地である³⁶。この地域に企業が集積した背景には、1990年の東西ドイツの統一という歴史的経緯が大きく影響している。当時、これらの3州が位置する旧東ドイツ地域の経済は大きく落ち込んでおり、経済復興には積極的な公共投資や民間投資が必要とされていた。そこで、ドイツ政府は、設備投資に対する補助金の交付や低利の公的融資等の投資優遇策を導入した³⁷。こうしたなか、もともと工科大学等の研究機関が点在していたうえ、太陽電池製造技術に優れた企業が存在していたこの地域で³⁸、政府の支援策がインセンティブとなり、太陽光発電関連企業がさらに集積し、太陽光発電の研究開発が進むようになった。

こうしたなか、ザクセン州、ザクセン＝アンハルト州、テューリンゲン州の3州にまたがり、「中部ドイツソーラーバレー（Solarvalley Mitteldeutschland）（以下、ソーラーバレー）」という太陽光発電関連産業のクラスターが形成された。ソーラーバレーには、世界最大の太陽光発電メーカーであるドイツのQセルズ社等、国際的にビジネスを展開している企業等の34社、研究機関・大学の17組織、前述の3州等が加わっている³⁹。2009年時点で、ドイツの太陽光発電産業の総収入の43%が、ソーラーバレーに属する企業によるものであった。また、同年のソーラーバレーでの雇用者数は、ドイツでの太陽光関連産業雇用者総数の約1割にあたる1万1,000人であった⁴⁰。

ソーラーバレーは、技術革新や製品開発を通して、太陽光発電の発電コストを低下させるとともに、ソーラーバレーが位置する中部ドイツを国際的に競争力のある太陽光発電市場に育成することを目標としている⁴¹。具体的には、2013年までに太陽光発電でグリッドパリティ⁴²達成の目処を付けることや、2020年までに太陽光発電関連産業で累計4万人の雇用を創出することを目指している。

目標達成に向け、企業と研究機関等が連携し、原材料の獲得や太陽電池の製造等、発電設備の周辺機器等を製造する際の各段階で研究テーマを設定し、共同調査を行っており、現在、ソーラーバレーが位置する中部ドイツは、太陽光発電産業の調査・開発地帯となっている⁴³。

ドイツの経済振興機関であるドイツ貿易・投資振興機関（Germany Trade & Invest）は、ソーラー

³⁵ 中部ドイツは、1871年にドイツ帝国が成立する前からの名称で、ザクセン州、ザクセン＝アンハルト州、テューリンゲン州を指す。（白川（2011））。これらの3州は、旧東ドイツ地域に位置するため、現在、東部ドイツと呼ばれることもある。

³⁶ The Industrial Initiative for Central Germany（2010）による。

³⁷ 経済産業省（1990）による。

³⁸ 文部科学省 科学技術政策研究所（2009）による。

³⁹ 2012年1月現在（SOLARVALLEY Mitteldeutschland ウェブサイト（<http://www.solarvalley.org/>））。

⁴⁰ SOLARVALLEY Mitteldeutschland ウェブサイト（<http://www.solarvalley.org/>）による。

⁴¹ SOLARVALLEY Mitteldeutschland ウェブサイト（<http://www.solarvalley.org/>）による。

⁴² 太陽電池の発電コストが低下し、石炭火力や石油火力等による発電コストと等価になることを言う。

⁴³ SOLARVALLEY Mitteldeutschland “SOLARVALLEY Mitteldeutschland-power from the sun”による。

バレーのようなクラスターを形成するメリットとして、太陽電池メーカーや、システム周辺機器メーカー、重電メーカー等、太陽光発電関連企業間の連携が促されるため、他社と連携して製品開発を行ったり、企業間の知識移転が進み、作業工程が効率化されることを指摘している⁴⁴。さらに、ソーラーバレーが位置する3州の1つであるザクセン州の州都ドレスデン市の市長は、世界の太陽光発電関連市場で生き残るためには、太陽光発電設備の効率性の向上や低価格化が不可欠であり、これらは、企業と研究機関等の緊密な連携によってのみ実現されると述べている。そして、太陽電池メーカーや研究機関等が集積するクラスターの形成が、太陽光発電関連産業の成長に大きく貢献していると主張している⁴⁵。

b. 太陽光発電関連産業クラスターの形成支援策

(a) イノベーション推進を掲げる The High-Tech Strategy

ドイツで、ソーラーバレーが形成された背景には、ドイツのイノベーション推進策も影響している。ドイツ政府は、国際市場での競争が激化するなか、労働コストの面では途上国等に太刀打ちできないものの、新製品や革新的なサービスの開発を通じて国際競争に勝つことが可能だと主張している⁴⁶。そこで、2006年8月にイノベーション推進の柱として「The High-Tech Strategy」が策定され、ドイツでは、現在もこの戦略に基づき各研究開発プロジェクトへの支援措置が実施されている。The High-Tech Strategy は、研究開発及びイノベーション推進のための省庁横断的な包括的な戦略であり、産学連携の下、新しい製品及び革新的なサービスの開発を推進し、市場を先導することで雇用や経済成長を生み出すことを目的としている⁴⁷。

The High-Tech Strategy は、産業分野毎の戦略と、産業横断的な戦略の2つの軸に基づいている。このうち、産業分野毎の戦略については、予め定められた17分野⁴⁸について、各分野の強みと弱みを分析し、政府が今後支援する重点事項が挙げられた。これらの重点事項に対し、2006年から2009年の4年間に、総額119.4億ユーロの補助金が充当された。産業分野別の補助金の内訳を見ると、太陽光発電を含む再生可能エネルギーの供給拡大等、エネルギー技術への補助金額(20.0億ユーロ)が、宇宙技術(36.5億ユーロ)に次いで最も多かった(図表12)。

また、産業横断的なプロジェクトについては、5つの戦略が掲げられている。すなわち、①産学連携の促進による研究・イノベーション能力の強化、②新興企業や中小企業への研究開発費の補助等によるこれら企業の技術力の育成、③公共調達への新技術の活用等による新技術普及の加速化、④国際的な共同研究の促進等によるドイツの国際的なポジションの強化、⑤職業訓練システムの改善等による人材の育成である。これらの産業横断的なプロジェクトに対し、2006年から2009年の4年間にかけて計26.6億ユーロが支給された。

⁴⁴ Germany Trade& Invest (2011) による。

⁴⁵ 州都ドレスデン市 ドレスデン市長 (2009) による。

⁴⁶ Federal Ministry of Education and Research (2006) による。

⁴⁷ 文部科学省 (2010) 等による。

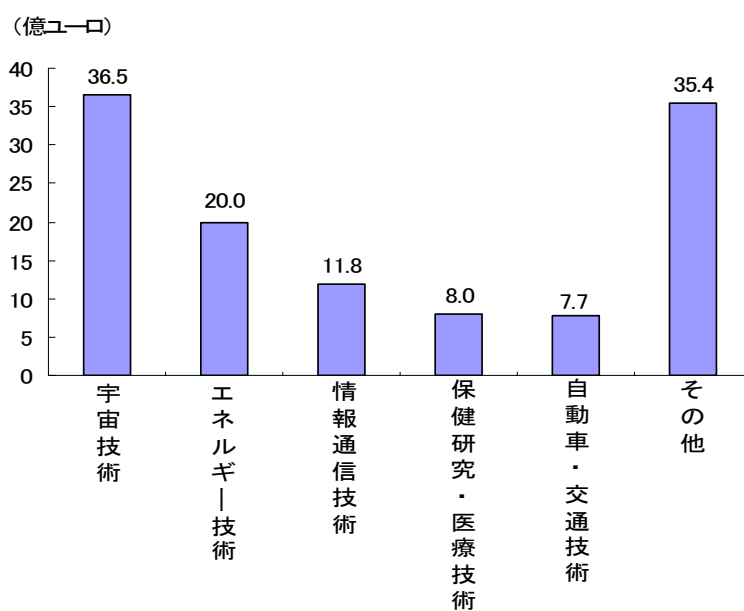
⁴⁸ 17分野には、①宇宙技術、②エネルギー技術、③情報通信技術、④保健研究・医療技術、⑤自動車・交通技術、⑥ナノテクノロジー、⑦バイオテクノロジー、⑧材料技術、⑨環境技術、⑩光学テクノロジー、⑪植物、⑫航空技術、⑬製造技術、⑭マイクロシステム・テクノロジー、⑮海洋技術、⑯安全保障研究、⑰サービスを含む。

なお、The High-Tech Strategy は、当初、2009 年までの 4 年間の計画であったが、2010 年 7 月に、2020 年までを視野に入れた The High-Tech Strategy 2020 が策定された。The High-Tech Strategy 2020 では、The High-Tech Strategy が原則継承されているものの、イノベーションを促進する分野が、The High-Tech Strategy で挙げられていた 17 分野のうち、ドイツが先駆的な地位を築いているエネルギー・環境産業、健康産業、自動車産業、防衛産業、情報通信産業の 5 分野に絞り込まれている⁴⁹。

(b) 産業クラスターの形成を促す The Leading-Edge Cluster Competition

The High-Tech Strategy において、産業クラスター形成の促進策と位置づけられているのが、ドイツ連邦教育研究省 (The Federal Ministry of Education and Research) の下、2007 年から実施されている The Leading-Edge Cluster Competition という表彰制度である。この表彰制度は、「産学連携の促進による研究・イノベーション能力の強化策」として、2008 年と 2010 年、2012 年に計 3 回行われた⁵⁰。先のソーラーバレーは、2008 年の表彰制度の創設を機に形成され⁵¹、2008 年 9 月に選定されたクラスターである。The Leading-Edge Cluster Competition では、既存のクラスターの中から、産学連携による国際競争力の強化に成功している上位 5 つのクラスターが選出され、最大 5 年間、各クラスターに研究開発や事業展開に活用するための資金として 4,000 万ユーロの補助金が提供される⁵²。

図表 12 The High-Tech Strategy に基づき提供された産業分野毎の補助金額



(資料) Federal Ministry of Education and Research (2006) よりみずほ総合研究所作成

⁴⁹ Federal Ministry of Education and Research (2010a)、Stefan Lilischkis (2010) による。

⁵⁰ ドイツ 科学・イノベーション フォーラム 東京ウェブサイト (<http://www.dwih-tokyo.jp/ja/%E3%83%9B%E3%83%BC%E3%83%A0/>) による。

⁵¹ 日本貿易振興機構 (2009) による。

⁵² European Commission-Employment, Social Affairs & Inclusion (2008)、Speech by Dr. Georg Schütte (2010) 等による。

企業経営者や研究者等の専門家から成る委員会が⁵³、1年をかけ、図表13に掲げられた基準を満たした応募案件のなかから、上位5つのクラスターを選出する。具体的には、選出された際、クラスターに参加する民間企業が、当該クラスターが受け取る補助金の同額を提供することや、当該企業・研究機関や地域の強みを活かした計画であること、持続可能な発展をもたらすことなどが要件とされている（図表13）。

ドイツ連邦教育科学研究技術省事務次官であるゲオルグ・シュütte氏は、The Leading-Edge Cluster Competition が産学間の連携のスピードを加速しているうえ、選考という競争的な手続きを導入するとともに、表彰から5年間にわたる資金の提供を予め保証することで、より効果的なクラスターの形成に寄与していると指摘している⁵⁴。そして、この表彰制度が、ドイツで産学連携を進展させる最も重要な施策だと述べている。

4. 日本での太陽光発電関連産業の発展に向けて

わが国でも、福島第一原子力発電所事故後、太陽光を含む再生可能エネルギーの普及拡大に向けて、ドイツと同様の方向に舵が切られ始めている。すなわち、①再生可能エネルギーの固定価格買取制度の導入や、②産学連携等による再生可能エネルギーの研究開発地域の形成である。そこで、以下では、これらの2点について、ドイツの事例を基に、今後日本で政策を進めるうえで留意すべき点について検討したい。

(1) 再生可能エネルギーの固定価格買取制度の導入

まず、①再生可能エネルギーの固定価格買取制度は、2011年通常国会において、「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」が成立したことで、2012年7月から開始されることが決定している（図表14）。ドイツで導入されている固定価格買取制度と同様に、電気事業者に再生可能エネルギーにより発電した電力の買取義務を課すことで、発電事業者の再生可能エネルギー

図表13 The Leading-Edge Cluster Competition の表彰の基準

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ・ 選出された際には、クラスターに参加する民間企業が、当該クラスターが受け取る補助金の同額を、自ら提供すること ・ 当該企業・研究機関や地域の強みを活かした計画であり、かつ、持続可能な発展をもたらすこと ・ 革新的技術を創造する能力の育成や、グローバル市場で主導的なポジションを獲得するためのセールスポイントの向上をもたらすこと ・ 参加企業・研究機関等の連携を促す革新的な手法を用いていること ・ 当該クラスターの産業分野について、若手人材の育成や技術獲得を促していること |
|---|

(資料) ドイツ連邦政府ウェブサイトよりみずほ総合研究所作成

⁵³ 2010年現在、委員長は、ドイツの大手製薬会社であるペーリンガーインゲルハイムの取締役会会長を務めるアンドレアス・バーナー氏 (Federal Ministry of Education and Research (2010b))。

⁵⁴ Speech by Dr. Georg Schütte (2010) による。

一による発電への投資リスクを低減し、新規投資を促すことを目的としている。

買取対象となるのは、太陽光、風力、水力、地熱、バイオマスを用いて発電された電気である。なお、太陽光発電については、2009年11月から住宅や、工場や事業所などの非住宅で発電した電力のうち、使用せずに余った電力を電気事業者が一定の価格で10年間買い取る太陽光発電の余剰電力買取制度が既に開始されている⁵⁵。2012年7月以降は、住宅用の太陽光発電については、現在と同様に余剰分の買い取りとなる一方、太陽光発電事業者が行う業務用の太陽光発電については全量が買い取られる。

また、買取期間や買取価格については、経済産業大臣が、関係大臣と協議した上で、新たに設置される中立的な第三者委員会の意見に基づき、毎年度告示することが規定されている。固定価格買取制度の導入により、再生可能エネルギーの発電事業への投資が進むか否かは、今後定められる買取期間や買取価格に大きく左右されるだろう。

ドイツの事例を踏まえると、高い買取価格を設定することは、再生可能エネルギーによる発電の大

図表 14 日本の再生可能エネルギーの固定価格買取制度の概要

論点	概要
買取対象	<ul style="list-style-type: none"> 太陽光、風力、水力、地熱、バイオマスを用いて発電された電気 (住宅等での太陽光発電については、余剰電力の買い取り)
買取義務	<ul style="list-style-type: none"> 電気事業者は、買い取りに必要な接続や契約の締結に応じる義務を負う 買取期間や買取価格については、経済産業大臣が、関係大臣に協議した上で、新たに設置される中立的な第三者委員会の意見に基づき、毎年度告示する 集中的な再生可能エネルギーの利用拡大を図るため、法の施行後3年間、買取価格を定めるに当たり、再生可能エネルギー電気の供給者の利潤に特に配慮する
買取費用の回収	<ul style="list-style-type: none"> 買い取りに要した費用に充てるため、各電気事業者が電気の需要家に対し、使用電力量に比例したサーチャージ(賦課金)の支払を請求することを認める エネルギー多消費産業への軽減措置として、例えば、売上高1,000円当たりの電気の使用量が、製造業の平均の8倍を超える企業に対し、電気料金の上乗せ分を8割以上軽減する 東日本大震災により著しい被害を受けた企業や家庭には、一定の要件を満たす場合には、2013年3月末まで電気料金の上乗せ分の負担を猶予する 地域間でサーチャージの単価が同額となるように調整する

(資料) 経済産業省「再生可能エネルギーの固定価格買取制度について」よりみずほ総合研究所作成

⁵⁵ 2011年度の買取価格は、住宅用(10kW未満)が42円/kWh、住宅用(10kW以上)及び非住宅用が40円/kWhである。ドイツでは、太陽光発電について、固定価格買取制度が開始されて2年目の2006年の買取価格が30kW以下の施設で約53円であったことや、買取期間が20年間であること、発電量の全量が買い取られることを踏まえると、同制度が家庭や事業者の投資インセンティブに与える影響は、ドイツと比べて小さいと考えられる。

幅な普及を促すものの、電気事業者の買取費用が利用者に転嫁されれば、国民負担の増大を伴う。加えて、当初、高い買取価格を設定したとしても、その後の買取価格の動向が不透明なままでは、再生可能エネルギーの発電事業者にとって設備投資のリスクが大きい。今後、太陽光発電の設備費用等が、普及状況に応じてどの程度低下するのかを、諸外国の事例なども参考にしながら検証することが必要不可欠である。そのうえで、国民負担と発電事業の採算性の両面に配慮しつつ、買取期間や買取価格を検討することが求められる。また、発電事業者が投資戦略を立て易くするためには、予め、数年間の買取価格を提示する等の工夫を行うことも必要である。

(2) 産学連携等による再生可能エネルギーの研究開発地域の形成

次に、②産学連携等による再生可能エネルギーの研究開発地域の形成について、例えば、福島県は、「福島県復興計画（第一次）（2011年12月）」において、今後10年間で「原子力への依存から脱却」することを掲げている。具体的には、再生可能エネルギーに係る最先端技術開発の実施や、大学や民間の研究機関の誘致により、研究開発拠点の整備を図るとともに、太陽光パネルや風力・小水力等の発電用部品の製造等の再生可能エネルギー関連産業を集積し、同産業の育成を目指すとしている。

こうした自治体の取組を政府も支援する意向を示しており、2011年11月に成立した第3次補正予算では、福島県等被災地において、再生可能エネルギーの導入を重点的に行うことや、太陽光発電等の技術開発や、産学官の研究開発拠点を整備することに対し、1,000億円が充当されている⁵⁶。このうち、福島県再生可能エネルギー研究開発拠点整備事業と、福島県再生可能エネルギー研究開発事業に計101億円が充当される見通しである。

今後、東日本大震災で甚大な被害を受けた被災地はもちろん、太陽光発電関連産業が既に集積している九州等⁵⁷のその他の地域でも、ドイツのソーラーバレーのように、産学連携をさらに推進して、太陽光発電の技術開発を一層進めることで、太陽光発電の普及を拡大させるとともに、雇用が創出されることが期待される。

なお、わが国では、2010年6月に閣議決定された「新成長戦略」に、産学連携など大学・研究機関における研究成果を地域の活性化につなげる取組を進めることが規定されていたことを踏まえ、2011年度から経済産業省・文部科学省・農林水産省の3省による「地域イノベーション戦略推進地域」の選定と、文部科学省による「地域イノベーション戦略支援プログラム」が実施されている。この2つの事業は、産学官連携等を通じ、地域が主体的に革新的な技術力を開発することを支援するもので、まず、3省が一定の基準に基づき、地域イノベーション戦略推進地域を選定する。そして、文部科学

⁵⁶ 経済産業省「経済産業省関連 平成23年度第三次補正予算の概要」（2011年11月）による。

⁵⁷ 九州は、三菱重工業や富士電機システムズ、昭和シェルソーラー、ホンダソルテック等の企業が太陽電池を製造する拠点となっている。さらに、九州大学や九州工業大学、宮崎大学などをはじめ、太陽光発電に関する幅広い研究領域をカバーする研究組織が位置している（九州地域産業活性化センター（2009））。こうしたなか、2011年6月には、九州における太陽光発電産業の振興を目指し、「九州ソーラーネットワーク」が設立され、ネットワークに参加している企業に対し、技術開発やビジネスモデル創出を目指した研究会や、ビジネスマッチング等が行われている。

省が、選定された地域のなかで、特に優れた地域に対し、地域イノベーション戦略の中核を担う研究者の集積・人材育成を支援する地域イノベーション戦略支援プログラムを行うものである。2011年8月現在、長野県の「次世代産業の核となるスーパーモジュール供給拠点⁵⁸」や、香川県の「かがわ健康関連製品開発地域⁵⁹」等の13地域が、地域イノベーション戦略支援プログラムの実施地域として選定されている。

こうした産学連携を進め、革新的な技術力の開発を促そうとする仕組みは、前述したドイツの The Leading-Edge Cluster Competition に類似している点もある。ただし、補助金等の支援は、文部科学省により地域イノベーション戦略支援プログラムの枠組みのなかで実施されるため、研究者の人材育成・集積等、研究開発段階での支援を重視した内容となっている。地域イノベーション戦略支援プログラムのほかにも、経済産業省や農林水産省等の関係府省の施策を総動員し、大学での研究開発から企業での事業化までを切れ目なく支援することが掲げられているものの⁶⁰、関係府省がどのように連携し、世界市場で競争力を強化していくのか等、具体的な道筋は明示されていない。さらに、提供される補助金額は、ドイツでは各クラスター当たり年8億円程度であった一方、地域イノベーション戦略支援プログラムの補助金額は最大2億円にとどまっている⁶¹。

そこで、今後、太陽光発電分野で、世界市場で競争力を向上させるための産学連携をさらに促すため、例えば、ドイツの The Leading-Edge Cluster Competition のように、複数の省庁が共同でクラスター形成を支援することも一案である。支援内容として、企業や研究機関に、研究者の集積や太陽光発電関連産業に従事する人材の育成、国際的なビジネス展開の支援等、研究開発の段階から実際に製品を製造・販売する一連の過程を対象に、長期間にわたり高額の資金を提供することが考えられる。

5. おわりに

産業の裾野が広く、雇用創出効果が大きい太陽光発電関連産業の育成は、エネルギー供給面のみならず、日本の経済成長や雇用創出にも大きなメリットをもたらすと考えられる。

ドイツでは固定価格買取制度の導入により、太陽光発電の導入量が急増した。日本では、2012年7月から固定価格買取制度が導入されることが決定しており、固定価格買取制度の下、太陽光発電事業者が発電する電力の全量が電気事業者に買い取られることで、ドイツ同様に導入量が増加することが期待されている。ただし、ドイツのように太陽光発電の大幅な普及拡大を実現させるためには、買取価格や買取期間について、再生可能エネルギーの発電事業者の投資を促すような制度設計が求められ

⁵⁸ 信州大学、長野県及び長野県経営者協会により提案されたもので、長野地域産業の強みである超精密技術について、企業研究者の招聘や、医工連携を目的とした人材育成等を進め、産業分野における国際競争力の強化を図ることを目指している。

⁵⁹ 香川大学、香川県及びかがわ産業支援財団を含む県内15機関により提案されたもので、香川県地域が健康関連産業において、イノベーションを創出していくため、工学、医学分野での研究者の集積や、地域企業の技術者の製品開発力向上を目的とした人材の育成等を進め、医療機器や福祉機器等の健康関連分野で競争力を強化することを目指している。

⁶⁰ 文部科学省（2011）による。

⁶¹ 文部科学省「文部科学省実施『地域イノベーション戦略支援プログラム』の公募要領」による。

る。具体的には、予め数年間の買取価格を提示することで、発電事業者が投資戦略を立てやすくすることや、当初、買取価格を高く設定し段階的に引き下げることで、早期に投資を行うインセンティブを高めること等が考えられる。

加えて、固定価格買取制度の導入のみでは、わが国の太陽光発電関連産業を国際的に競争力のある産業に育成することは難しいと考えられる。近年、中国や台湾が製造コストの安さを強みに、太陽電池の生産量を増加させている。わが国で固定価格買取制度が開始され、太陽光発電の導入量が増加しても、使用される太陽光発電設備が中国等の新興国のものであれば、「新成長戦略」が掲げているような、国内外でわが国企業の環境技術・製品を普及拡大させ、日本を環境・エネルギー大国にするという目標は達成されない。

わが国の太陽光発電関連産業を活性化し、雇用創出に繋げるには、固定価格買取制度の導入だけでなく、新興国に価格と質の両面で勝るような、高性能かつ低価格な太陽電池等の製造を可能とするための技術革新を進めることが不可欠である。前述の通り、ドイツ政府は、中小企業や研究機関等から成る太陽光発電関連産業のクラスターの形成を支援し、技術開発を促進する等、ドイツが世界の太陽光発電市場で主導的な地域を築くことを目指している。わが国でも、研究開発段階での支援だけでなく、企業と研究機関等の連携を促し、革新的な技術を太陽電池の製造や販売に応用するための仕組み作りが重要である。今後、日本政府には、太陽光発電関連産業での研究開発から製造・販売に至る一連の過程に対して、長期的に資金を提供して産学連携を促すとともに、企業等に人材育成などをより一層求めることで、太陽光発電関連産業を真に競争力のある産業に発展させていくことが期待される。

[参考文献]

- 朝野賢司 (2011) 『再生可能エネルギー政策論 買取制度の落とし穴』 エネルギーフォーラム
- 大島堅一 (2010) 『再生可能エネルギーの政治経済学』 東洋経済新報社
- 環境省 (2009) 「低炭素社会構築に向けた再生可能エネルギー普及方策について (提言)」 低炭素社会構築に向けた再生可能エネルギー普及方策検討会
- 九州地域産業活性化センター (2009) 「平成20年度 太陽光発電関連機械工業の大規模拠点化に関する調査～ソーラーアイランド九州の実現に向けて～報告書」
- 経済産業省 (1990) 「平成3年版通商白書」
- 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (2005) 「欧州および米国における潮力・波力発電に関する研究開発」
- 資源エネルギー庁 (2007) 「企業のための太陽光発電導入A to Z」
- 州都ドレスデン市 ドレスデン市長 (2009) 「効率性とエネルギーと太陽光発電の街ドレスデン」
- 白川欽哉 (2011) 「第二次世界大戦後の東西ドイツ鉄鋼業」 『教養・文化論集第6巻第2号 (通巻第11号)』 ノースアジア大学総合研究センター教養・文化研究所
- ソーラー・システム産業戦略研究会 (2009) 「ソーラー・システム産業戦略研究会報告書」
- 孫正義 (2011) 「自然エネルギー協議会設立に向けて」
- 竹濱朝美 (2010a) 「太陽光発電に対するフィード・イン・タリフの買取費用：ドイツ型と日本型の比較」 『立命館産業社会論集』 (第46巻第2号)
- (2010b) 「ドイツにおける太陽光発電に対するフィード・イン・タリフの制度設計、費用と効果」 『立命館産業社会論集』 (第46巻第3号)
- 塚越由郁 (2009) 「新政権は環境革命を起こすのか～温室効果ガス排出削減と経済成長の両立に向けて～」 (みずほ総合研究所『みずほ政策インサイト』)
- (2010) 「COP16の概要と国際社会における温暖化対策の展望～国際的協働は進むのか～」 (みずほ総合研究所『みずほ政策インサイト』)
- (2011a) 「わが国における国内排出量取引制度の導入に向けた考察～欧州の最新事例にみる日本への示唆」 (みずほ総合研究所『みずほ総研論集』2011年1号)
- (2011b) 「エネルギー消費節約に向けた環境税のあり方～欧州の事例から考える戦略的な制度設計とは～」 (みずほ総合研究所『みずほ政策インサイト』)
- (2011c) 「再生可能エネルギー普及促進に向けた展望～普及に向けて克服すべき課題の検討～」 (みずほ総合研究所『みずほ政策インサイト』)
- (2011d) 「わが国の家庭部門の省エネ推進策の検討～英国の事例に見る関連企業を取り込む仕組みとは～」 (みずほ総合研究所『みずほ政策インサイト』)
- (2011e) 「COP17の評価と今後の展望～京都議定書の第二約束期間不参加を決めた日本～」 (みずほ総合研究所『みずほインサイト (政策)』)
- 西川珠子 (2011) 「米国の再生可能エネルギー発電推進策～望ましい経済的インセンティブのあり

方とは～」（みずほ総合研究所『みずほ総研論集』2011年Ⅲ号）

日本貿易振興機構（2009）「東部5州を中心としたドイツの新エネルギー産業クラスター」、2009年7月

丸川知雄（2009）「太陽電池産業における日中逆転」中国経済学会

文部科学省 科学技術政策研究所（2009）「平成20年度科学技術振興調整費調査研究報告第3期科学技術基本計画のフォローアップに係る調査研究 科学技術を巡る主要国等の政策動向分析 報告書」、2009年3月

文部科学省（2010）「平成22年版 科学技術白書」

—————（2011）「平成23年度 地域イノベーション戦略支援プログラムパンフレット」

山家公雄（2009）『ソーラー・ウォーズ 激動する太陽電池ビジネスの全貌』エネルギーフォーラム

李麗君・伊藤信悟（2008）「急速に拡大する台湾太陽電池関連産業～発展の現状と今後の課題～」（みずほ総合研究所『みずほアジア・オセアニアインサイト』）

European Commission-Employment, Social Affairs & Inclusion (2008) “Germany’s National Reform Program 2008-2010”

European Council (2010) “Energy2020”

Federal Ministry of Education and Research (2006) “The High-Tech Strategy for Germany”

—————(2010a) “Ideas. Innovation. Prosperity. High-Tech Strategy 2020 for Germany”

—————(2010b) “Germany’s Leading-Edge Clusters”

Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (2004a)

“Amending the Renewable Energy Sources Act (EEG) Key provisions of the new EEG as amended on 21 July 2004”

————— (2004b) The main features of the Act on granting priority to renewable energy sources (Renewable Energy Sources Act) of 21 July 2004

————— (2008a) “2009 EEG Payment Provisions”

————— (2008b) “Lead Study 2008: Further development of the ‘Strategy to increase the use of renewable energies’ within the context of the current climate protection goals of Germany and Europe”

————— (2011a) “The path to the energy of the future-reliable, affordable and environmentally sound”

————— (2011b) “General information-Disposal of radioactive waste”

————— (2011c) “Development of renewable energy sources in Germany 2010”

Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety in agreement with the Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection and the Federal Ministry

of Economics and Technology (2007) “Renewable Energy Sources Act (EEG) Progress Report 2007”

Germany Trade& Invest (2011) “The Photovoltaic Industry in Germany”

IEA (2011a) “Trends in Photovoltaic Applications”

IEA (2011b) “World Energy Outlook 2011”

Manuel Frondel, Nolan Ritter, Christoph M. Schmidt and Colin Vance (2009) “Economic Impacts from the Promotion of Renewable energy Technologies” Ruhr-Universität Bochum

Speech by Dr. Georg Schütte (2010) “State Secretary at the Federal Ministry of Education and Research, Germany’ s Leading-Edge Cluster Competition-A contribution to raising Europe’ s profile as a prime location for innovation”

Stefan Lilischkis (2010) “Germany renews its high technology strategy, focusing on selected future projects” PRO INNO Europe

The Industrial Initiative for Central Germany (2010) “mitte 1 punkt - the Industrial Initiative for Central Germany magazine”

UNEP and Bloomberg NEW ENERGY FINANCE (2011) “Global Trends In Renewable Energy Investment 2011”

UNEP, as part of the joint UNEP, ILO, IOE, ITUC Green Jobs Initiative (2008) “Green Jobs: Towards Decent Work in a Sustainable, Low-Carbon World ”