

*MMRC*  
*DISCUSSION PAPER SERIES*

No. 285

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—

東洋大学 富田純一  
兵庫県立大学 立本博文  
東京大学 新宅純二郎  
東京大学 小川紘一

2009年12月



東京大学ものづくり経営研究センター

Manufacturing Management Research Center (MMRC)

ディスカッション・ペーパー・シリーズは未定稿を議論を目的として公開しているものである。引用・複写の際には著者の了解を得られたい。

<http://merc.e.u-tokyo.ac.jp/mmrc/dp/index.html>

# **Why did photovoltaic industry grow so rapidly in Germany?**

**Junichi Tomita, Toyo University**

**Hirofumi Tatsumoto, University of Hyogo**

**Junjiro Shintaku, The University of Tokyo**

**Koichi Ogawa, The University of Tokyo**

**December 2009**

## **ABSTRACT**

Although Japan first developed and commercialized the solar panel since late 1990s in photovoltaic industry, Germany market quickly caught up with and surpassed Japanese one in 2005, and new entrants such as Q-Cells, First Solar, Suntech Power also quickly caught up with and surpassed Japanese leading firms such as Sharp, Kyocera in their production volume. Why did photovoltaic industry grow so rapidly in Germany? And also, why did new entrants grow so rapidly? To answer these questions, we tried to analyze the German photovoltaic industry from the point of view of industrial policy, and also conducted case studies of Q-Cells and First Solar.

**Keywords** : Germany, Photovoltaic industry, Industrial policy, Investment incentive

# 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—

東洋大学 富田純一

兵庫県立大学 立本博文

東京大学 新宅純二郎

東京大学 小川紘一

2009年12月

要約：太陽光発電（PV）産業は、シャープや京セラなど日本企業がイノベーションの先導役となっていたにもかかわらず、市場はドイツに瞬く間に追い抜かれ、生産も急成長してきたドイツ Q-Cells や中国 Suntech Power、米国 First Solar など新興企業に追い抜かれてしまった。なぜこんなにも短期間の間にドイツ PV 産業は急発展を遂げ、新興企業は急成長を遂げることが出来たのか。これらの問題を明らかにするため、本稿ではドイツの産業政策および新興企業二社（Q-Cells、First Solar）の事例分析を行った。

キーワード：ドイツ、太陽光発電産業、産業政策、投資インセンティブ

## 1. はじめに

本稿の目的は、産業政策の観点から、ドイツの太陽光発電産業（Photovoltaic Industry、以下 PV 産業と略）発展の要因および新興企業の急成長の要因を探ることにある。

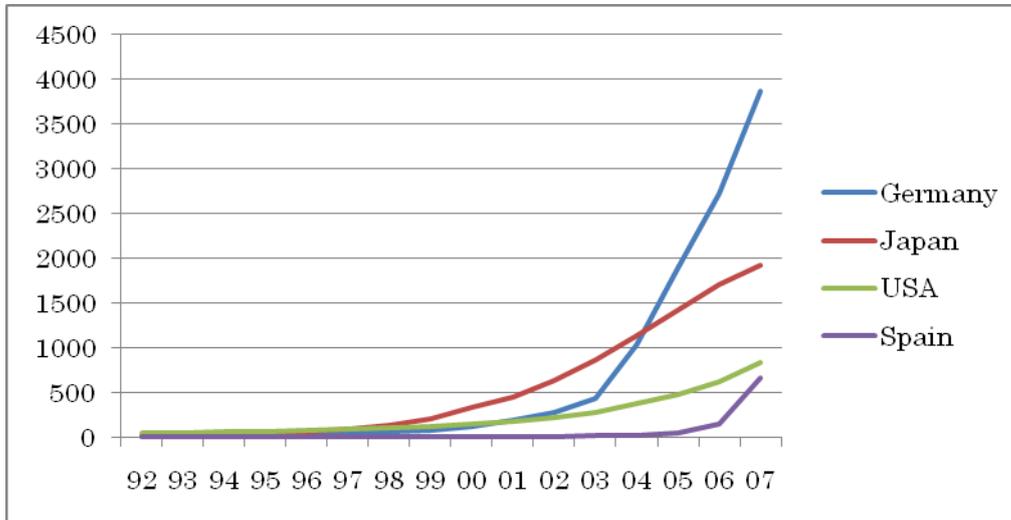
PV 産業は、シャープや京セラなど日本企業が 1990 年代にいち早く技術開発・事業化を実現し、イノベーションの先導役となっていた。図 1 は国別の太陽光発電の使用量を時系列で示したグラフであるが、日本が 1999 年頃から成長軌道に乗り、使用量トップに立っていた。にもかかわらず、2005 年には 2003 年から急速に伸びてきたドイツに追い抜かれてしまった。ドイツの PV 産業はなぜこんなにも短期間の間に発展することが出来たのだろうか。

太陽電池セルの生産量を見ても、2000 年代前半は日本企業が上位を独占してきたにもかかわらず、現在は急成長してきた新興企業の後塵を拝している（図 2）。トップシェアを維持してきたシャープも、2007 年にドイツの Q-Cells、2008 年には中国の Suntech Power、米国の First Solar に抜かれ、業界 4 位となってしまった。これらの新興企業が急成長を遂げることが出来たのはなぜだろうか。とりわけ、Q-Cells は、多くの企業が太陽電池ビジネスに参入した中で、なぜ同社だけがセル・ビジネスで急成長することができたのか。また、First Solar は結晶系電池に変換効率で劣ると言われる薄膜系電池において、なぜ急成長を遂げることが出来たのか。

これらの問題意識のもと、本稿ではドイツにおける産業政策に焦点を当て、同国 PV 産業急発展の要因を検討するとともに、Q-Cells、First Solar 二社の事例分析を通じて急成長の要因を明らかにする。

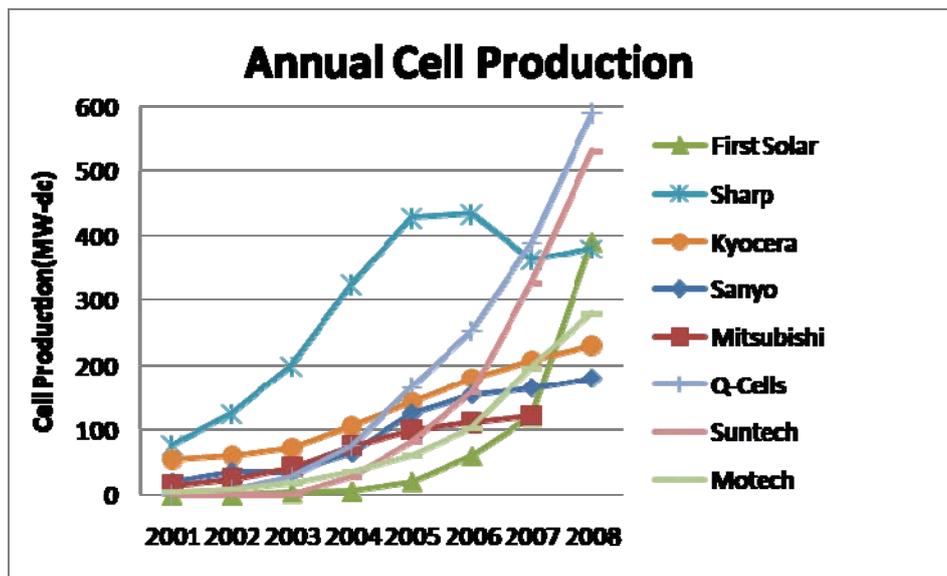
次節ではドイツの PV 産業発展の契機となった再生可能エネルギー法について言及した上で、第 3 節でドイツ東部を中心とする EU、国家、州という三段階の経済振興策を概観する。第 4 節ではそうした振興策の恩恵を最も受けていると推察される、Q-Cells と First Solar 二社の事例分析を行うことで、これら新興企業の急成長の要因を検討する。第 5 節でディスカッションを行い、第 6 節でまとめと今後の課題を提示する。

図1 太陽光発電の国別使用量(単位：MW)



出所：JETRO(2009)より作成

図2 太陽電池生産量の推移（企業別、単位：MW）



出所：田野辺・戸澤(2009)より抜粋

## 2. ドイツの再生可能エネルギー政策

ドイツは2000年4月に「再生可能エネルギー法」(以下、EEG法)を施行し、ドイツ国内のエネルギー消費に占める再生可能エネルギーの割合を2010年までに2倍にするという数値目標を掲げた。この背景には、京都議定書の温室効果ガスの排出量削減目標がある。「京

都議定書の承認関する理事会決定 2002/358/EG」の附則Ⅱでは、2012年に1990年比21%削減が数値目標となっていることが挙げられる。しかしその一方で、原子力発電の廃止（2002年制定）も進められてきた。従って、ドイツにとって温室効果ガスを削減するためには、再生可能エネルギーへの注力が必須であり、EEG法制定はそれを実現するための手段だったのである。

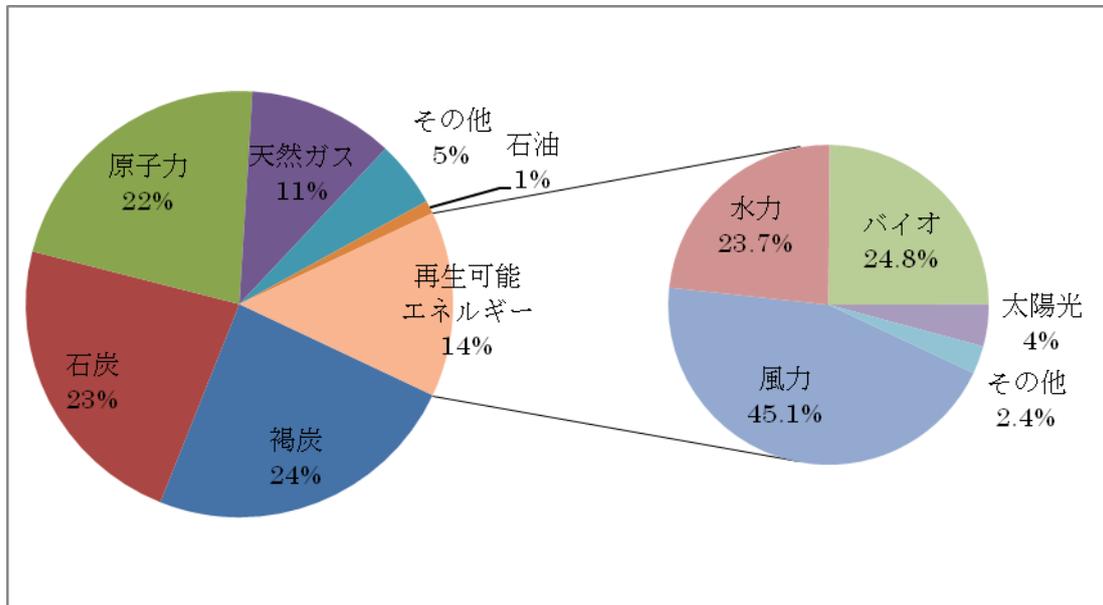
以下、渡邊(2005)に基づいて概略を見ていくことにしよう。EEG法とは、一言で言えば、再生可能エネルギーの普及を目的としてそれらの利用を優先するための法律である。従来と異なる特徴は、FIT (Feed In Tariff)、すなわち電力買取に固定価格が導入された点である。それ以前の「電力供給法」(1991年制定)では、電力供給事業者による再生可能エネルギーの電力買取は小売価格に対する比率で定められていたため、発電事業者は小売価格の変動リスクを負わなければならなかった。これに対して、EEG法では固定価格での買取が補償されている。例えば、2000年における1KW時あたりの買取価格は、水力(0.0767ユーロ:500KW以下、0.0665ユーロ:500KW超)、バイオマス(0.1023ユーロ:500KW以下、0.0921ユーロ:5MW以下、0.0870ユーロ:5MW超)、風力(0.0910ユーロ:稼働から5年以内、0.0619ユーロ:稼働から5年超)、太陽光(0.5062ユーロ)である。従って、EEG法により、ドイツのエネルギー政策は大きく転換したと言える。

とりわけ、太陽光は通常の電力料金(0.18ユーロ/KW時)の3倍近い価格での買い取りが補償されている。その後、太陽光の買取価格は段階的に引き下げられたものの、電力供給事業者による買取が20年間約束されているため、一般家庭においても発電事業所においても、PV産業に対する投資はより確実で高収益の見込めるものとなった(丸川,2008)。

このほか、電力供給事業者に買取義務が発生する発電施設の規模についても、太陽光は出力上限が350MWから1000MW(2002年)へと段階的に引き上げられたことで、投資がより一層促進されたと考えられる。その結果、2000年時点でドイツ国内の全エネルギー供給に占める再生可能エネルギーの割合は2.6%しかなかったが、2007年には14%を占めるまでに至っている(図3参照)。

ただし、再生可能エネルギーで最大の発電量を誇るのは風力発電である。2007年のドイツの電力発電の内訳は図3の通りである。再生可能エネルギー14%のうち、発電シェアは風力が45.1%と最大シェアを占めており、続いてバイオ24.8%、水力23.7%と続いており、太陽光はわずか4.0%を占めるに過ぎない。

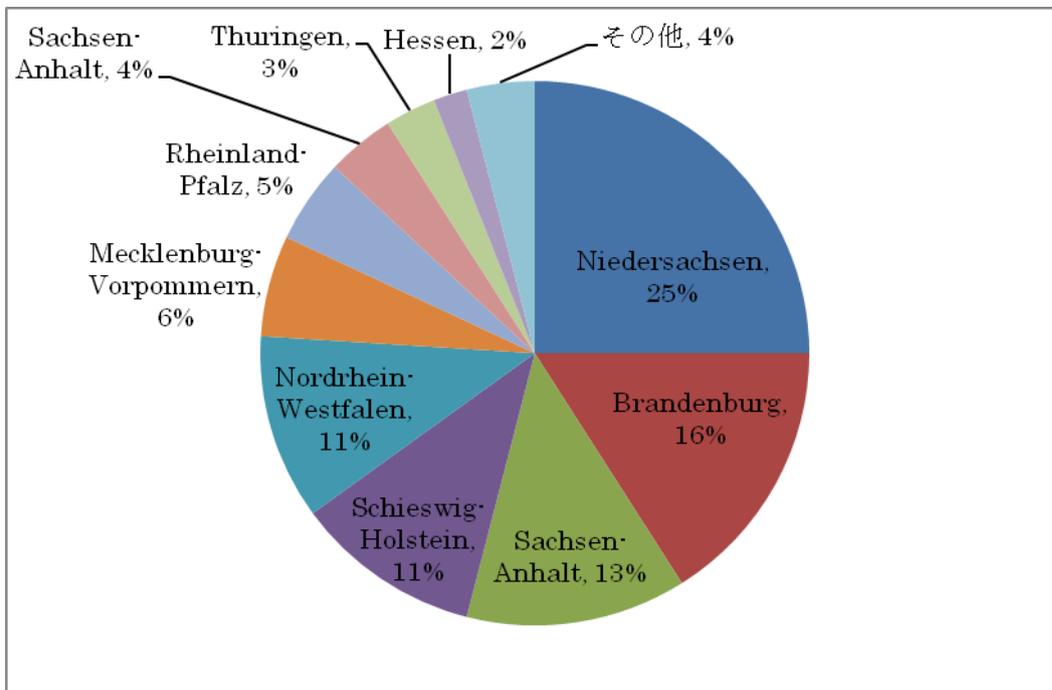
図3 ドイツにおける発電シェア(2007)



出所：田辺(2009)より作成

原出所：Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen as presented by AGEE Stat, ifne

図4 ドイツにおける風力発電の設置地域



出所：田辺(2009)より作成

原出所：DEWI

ちなみに風力発電の設置場所はドイツ北部に集中している（図 4）。良い風が吹くからである。一方、太陽光の発電施設はドイツ南部に集中している。日照時間が長いからである。従って、ドイツでは風力は北部、太陽光は南部と自然エネルギーを使い分けている。ただし、現在は陸上での風車の設置場所が少なくなっており、太陽光発電を含むその他自然エネルギーによる発電量増加が期待されている。

### 3. ドイツ東部にみる「ソーラーバレー」と三段階の経済振興策

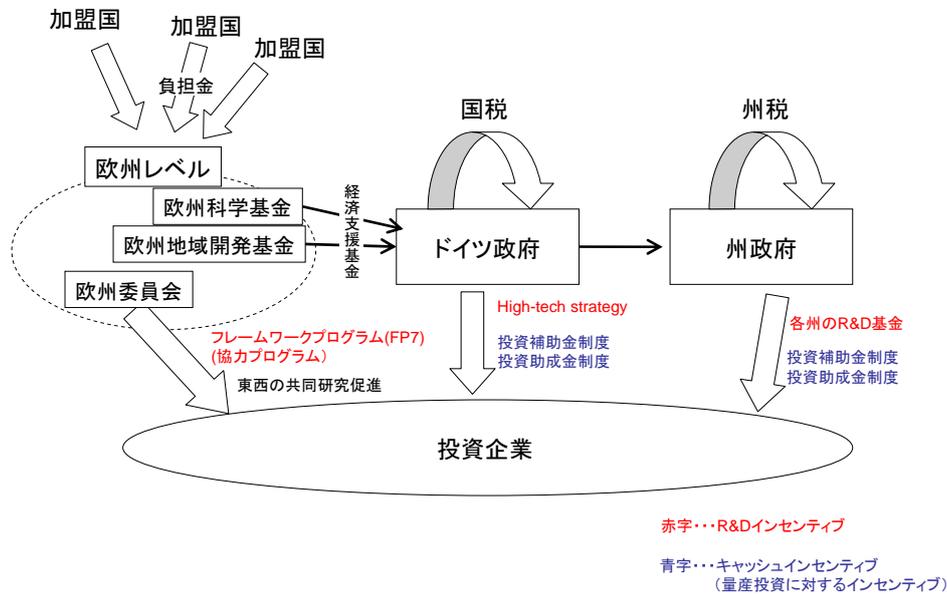
ドイツの PV セル/モジュール企業は、ほとんど東側、とりわけドレスデン、ライプチヒのあるザクセン州、北隣のアンハルト＝ザクセン州、西隣のテューリンゲン州に集中している（図 6 参照）。これら三州一帯の太陽光産業集積は「ソーラーバレー」と呼ばれている。旧東独側への投資集中の傾向は、シリコン結晶系(wafer-based technologies)の PV セル/モジュール産業よりも、ターンキー化が進み投資競争への傾倒が顕著な薄膜系(thin-film technologies)で明確に現れている（図 6 の(2)）。

ドイツ東部にソーラーバレーが作られたのは、EU およびドイツの経済振興策の影響が大きい。EU では加盟国内の経済格差の是正や長期的な EU 経済発展・維持のため、発展地域（Regional Competitiveness and Employment Regions）と発展途上地域（Convergence Regions）にわけ、後者に予算を重点配分し、かつ投資減税などの補助を認めている。この EU による分類によれば、ドイツは東西できれいにわかれる。つまり、ドイツ東部はいまだ経済発展が遅れているとされる。

もともとドイツは、東西統一以降、旧東独地域に旧西独地域の産業を呼び込むためのインセンティブ政策を展開してきた。しかし、統一直後の旧西独側産業は旧東独に産業基盤を移すことは考えておらず、東に市場が出来たという程度の意識しかなかったという。しかし、その後の旧東独地域の市場経済化プロセスの中で、旧東独側の市場を拡大するには、まず彼らの所得を上げる必要があるとの認識が広まり、1990 年代後半から様々な産業誘致政策が始まった。

産業誘致策の一つが EU、ドイツ国家、州（州税が大きい）の三段階で実施されるインセンティブ制度（投資の一定割合を税額控除、または現金補助など）である。その概要は、図 5 に示すように、まず EU が経済支援基金の中からドイツ国家に対して予算配分し、ドイツ国家はそれを税収（国税）と合算して国家予算と州予算に配分する。州は国からの予算配分と自らの税収（州税）を合算し、州予算とする。国家・州はそれぞれ、投資内容（企業規模、立地、投資金額、投資対象など）に応じたインセンティブを企業に提供する。以下、詳しくみていくことにしよう。

図5 ドイツにおける三段階の投資インセンティブ制度



出所：Germany Trade & Invest(2009a)に基づいて筆者作成。

現在、ドイツは国内・海外を問わず、企業・投資家に対して旧東独地域に投資することに様々なインセンティブ制度を提供している。この制度のファンドの大部分は EU、具体的には EU 圏内の経済支援を目的とした 2 つの基金、欧州科学基金（ESF, the European Social Fund：欧州科学基金）と欧州地域開発基金（ERDF, the European Regional Development Fund）から提供され、2007 年から 2013 年まで合計 255 億ユーロの支援を受ける予定である（Germany Trade & Invest, 2009b）。これらの資金は、ドイツ政府および各州の予算と共同運用（co-financing）されている。

インセンティブ制度は、オペレーショナル・インセンティブ（operational incentive）と投資インセンティブ（investment incentive）に大きく分けられる（図7参照）。前者は、経営をサポートするもので R&D インセンティブや労働関連のインセンティブが挙げられる。後者は、投資費用の低減に寄与するものでキャッシュ・インセンティブや低金利ローンなどが挙げられる。中でも注目すべきは、R&D インセンティブとキャッシュ・インセンティブの 2 つである。

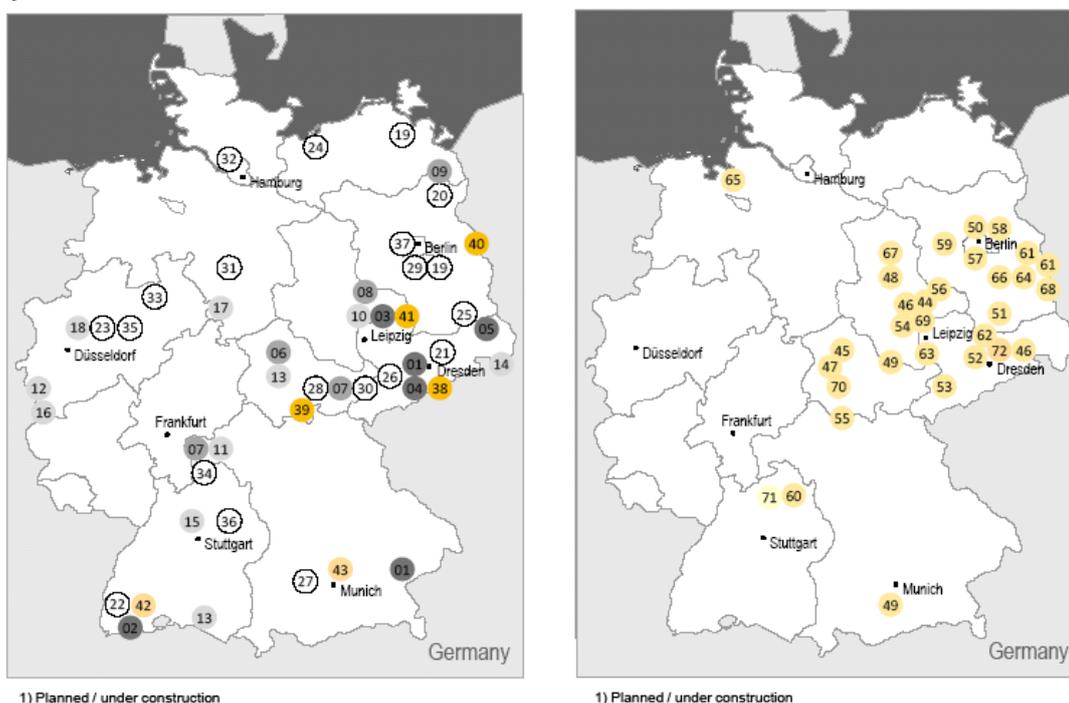
まず R&D インセンティブについて説明する。R&D に関して、EU レベル、国家レベル、州レベルといった 3 段階の施策が行われている。第 1 の EU レベルの R&D について、EU の FP7（7<sup>th</sup> Research Framework Program）によると、2013 年まで国家および業種を超えた共同

プロジェクト（コンソーシアム）に対して財務的支援を行うという。FP7では発展地域企業と発展途上地域企業間での共同プロジェクトを高め評価して優先的に採択する仕組みが備わっている（FP7と共同研究支援については小川・立本(2009)を参照）。

FP7は総額500億ユーロ以上の予算を持つ欧州最大のR&Dインセンティブ制度であり、中小企業に対して最大75%の補助金を提供するという。なお、European Commissionの定義に基づき、小企業は従業員数50名以下かつ年間売上高が1,000万ユーロ以下（または資産1,000万ユーロ以下）、中規模小企業は250名以下かつ売上高5,000万ユーロ以下（または資産4,300万ユーロ以下）、大企業は250名以上かつ売上高5,000万ユーロ以上（または資産4,300万ユーロ以上）、と定義されている。FP7には中小企業・スタートアップ支援の役割があるのである。

図6 ドイツにおけるPVセルおよびモジュール企業の投資分布（2009）

(1) Companies in wafer-based technologies (2) Companies in thin-film technologies

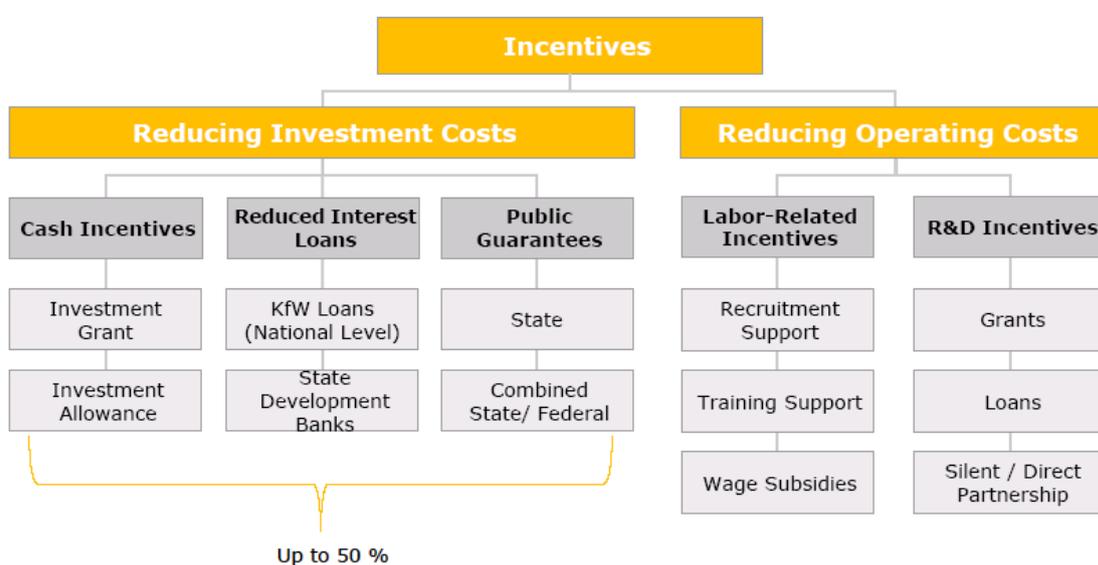


出所：Germany Trade & Invest(2009b)より抜粋。

第2の国家レベルについて、ドイツ政府はR&Dをドイツ経済発展のために最も重要な課題の一つと認識しており、毎年GDPの約3%、約700億ユーロを投入している。中でも、航空宇宙やエネルギーなど17に及ぶ戦略分野に補助金を重点配分する”High-Tech Strategy”を掲げている。補助金のうち、約120億ユーロ分は返還不要であり、大企業はR&Dプロジェクト費用の最大50%まで補助を受けられる（中小企業はこの限りではない）。この制度は、

いわば競争的研究資金制度であり、企業と研究所のコラボレーションが必要であり、コンペを勝ち抜いたプロジェクトだけが助成を受けられる仕組みになっている。いわば PV クラスターの技術開発のスピードを上げることで、競争力が高まるよう設けられたドイツ政府の政策である。加えて、ドイツ政府は 2009 年、新規技術開発をより一層促進するための一時的な措置として、各省庁から予算を集め、150 億ユーロを最先端技術に投入することを決定した。これは、”High Strategy”キャンペーンと呼ばれている。

図7 ドイツ政府におけるインセンティブ制度



出所：Germany Trade & Invest(2009)より抜粋。

注：Investment Allowance はドイツ東部のみ適用。

こうしたドイツ政府のインセンティブ制度に加え、第3レベルの各州のR&D基金がある。州毎に特定の産業クラスターに補助金を重点配分している。各州が行うR&D基金についてはFP7と異なり、企業側は助成を受けるにあたって必ずしも共同プロジェクトを立ち上げる必要はない。ここでは州毎の事情に合わせた柔軟な投資サポートが行われている。

次にキャッシュ・インセンティブに関して説明する。キャッシュ・インセンティブは主に独政府と州政府によって行われている。但し、キャッシュ・インセンティブについてEUレベルの施策と無関係に行われている、というわけではない。特定地域に対する過大なキャッシュ・インセンティブは、欧州委員会競争当局において「補助金ルール」を元に審査が行われる。もしも競争当局で承認がおりなかった場合、特定地域に対するキャッシュ・インセン

ティブを行う事は出来ない。「ソーラーバレー」に大きなキャッシュ・インセンティブを設定することが出来るのは、この地域が旧東独地域に該当し、発展途上地域に指定されているからである。

ドイツ政府が提供するキャッシュ・インセンティブは、主として設備投資費用の低減のための手段として提供されている。このため2つの主要な制度を用意している。ひとつは、ドイツ全域に適用される「投資補助金制度」(Investment Grants Program で、the Joint Task for the Promotion of Industry and Trade と呼ばれる)で、もう一つはドイツ東部のみ適用される「投資助成金制度」(Investment Allowance Program)である。

前者は、資本支出や労働コストに対する現金補助の形式をとる。この制度が適用される条件は、①投資事業において長期雇用創出すること(ドイツで5年以上活動を続けること)、②民間銀行から事業資金の保証を得ること(投資総額に対して民間資本の占める率が最低25%必要)。投資企業は投資費用の一部を現金で受け取ることができる。受け取れる補助金の金額は、進出地域と企業規模によって異なっている。たとえば、A region(ドイツ東部)の小企業が投資額の50%の補助金が得られるに対し、C region(旧西独地域)の大企業は15%の補助金となっている(図8参照)。

図8 ドイツにおける「投資補助金制度」

		Large companies
	A Region <sup>1</sup>	30%
	A Region in transition <sup>2</sup>	30% (until end 2010) 20% (from 2011 on)
	C Region	15%
	D Region	max. EUR 200,000 <sup>3</sup>
	C/D Region	15% / max. EUR 200,000 <sup>3</sup>



Source: 36th GA Framework Plan "Improving the Regional Economic Structure"

地域	小企業	中企業	大企業
A Region	50%	40%	30%
A Region in Transition*	50%(2010 年末まで) 40%(2011 年以降)	40%(2010 年末まで) 30%(2011 年以降)	30%(2010 年末まで) 20%(2011 年以降)
C Region	35%	25%	15%
D Region	20%	10%	最大 50 万ユーロ (3 年以内)
C/D Region	35%/20%	25%/10%	15%/最大 50 万ユーロ(3 年以内)

出所：Germany Trade & Invest(2009b)より抜粋および作成

後者は、建物・機械・機器等の投資費用の相殺を目的としており、投資事業が完了してからドイツ東部で最低5年間の活動維持が適用の条件となる。具体的には、ベルリン、ブランデンブルク州、メクレンブルク＝フォアポンメルン州、ザクセン州、ザクセン＝アンハルト州、テューリンゲン州が適用地域となる。投資補助金との最大の違いは、投資助成金は無税であるという点である。一般的には税額控除の形で配賦されるが、現金支払いの形で提供す

することも可能である。「投資助成金制度」のもとでは、投資企業は審査基準を満たしていれば、自動的に（通常のインセンティブ制度の手続きを踏むことなく）投資助成を受けられる。この制度は 2013 年まで継続される。助成金額は、投資の内容と企業規模、投資時期に応じて助成金比率が決まる（図 9 参照）。例えば、2009 年に建物、機械に関する投資を行った場合、大企業なら 12.5%、中小企業なら 25.0%を助成金として受け取ることができる。

図 9 ドイツ東部における「投資助成金制度」

Company size	Investment good	Start in 2009	Start in 2010	Start in 2011	Start in 2012	Start in 2013
Small or medium-sized enterprise	Building <sup>1</sup>	12.5%	10.0%	7.5%	5.0%	2.5%
	Machinery, equipment <sup>2</sup>	25.0%	20.0%	15.0%	10.0%	5.0%
Large enterprise	Building <sup>1</sup> , machinery, equipment <sup>2</sup>	12.5%	10.0%	7.5%	5.0%	2.5%

出所：Germany Trade & Invest(2009b)より抜粋

しかも、企業はドイツ東部に投資した場合、投資補助金比率の上限を超えない範囲で、投資助成金と組み合わせて現金補助を得ることが可能である。例えば、中規模企業が 2009 年にドイツ東部に 3000 万ユーロ投資したとすると、「投資助成金制度」による補助金比率は 40%となる（図 8 参照）。仮に 3,000 万ユーロのうち、工場・設備に 2,800 万ユーロ、建物に 200 万ユーロを投資したとすると、まず「投資助成金制度」により、工場・設備投資の 25%（2,800 万ユーロ×25%）＋建物投資の 12.5%（200 万ユーロ×12.5%）＝725 万ユーロの税額控除を受ける（図 9 参照）。さらに「投資補助金制度」により、工場・設備投資の残りの 15%（2800 万ユーロ×15%）＋建物投資の残りの 27.5%（200 万ユーロ×27.5%）＝475 万ユーロをキャッシュで受け取ることが出来る（図 8 参照）。

このように見てくると、ドイツは PV の市場があっただけでなく、セルなど設備集約型産業を立地するのにも、キャッシュ・インセンティブなどで有利な土地だったと言える。ドイツの中でも、Q-Cells のような会社（ライプチヒ近郊に立地）が伸びた背景にはこうした制度的要因がある。

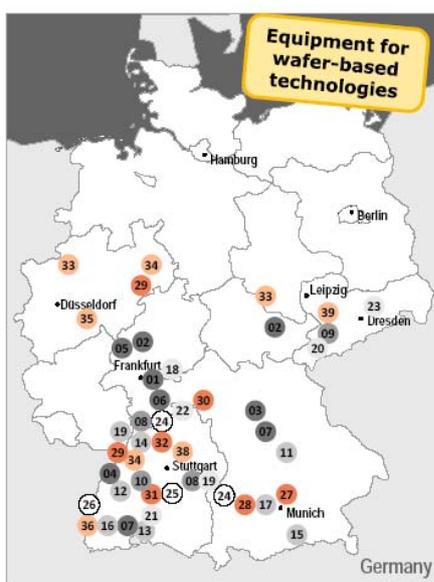
興味深いのは、こうした東側の投資優遇措置があるにもかかわらず、装置産業は西側に立地しているという点である（図 10 参照）。この点に関して半導体産業や液晶産業で製造装置産業は先進国に立地しているにもかかわらず、半導体産業や液晶パネル産業は新興国で活性

化している東アジア地域と状況は極めて似ている（新宅他, 2008）。

東西地域によって立地している産業に差がある点は、シリコン結晶系の製造装置産業と

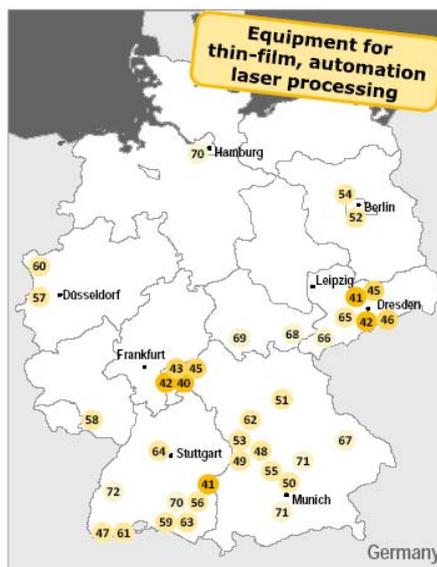
図 10 ドイツにおける PV 装置メーカーの投資分布（2009）

(1) Equipment companies in  
wafer-based technologies



\* This list is not intended to be exhaustive.

(2) Equipment companies in  
thin-film technologies



\* This list is not intended to be exhaustive.  
\*\* SLS shares employees with USK, No. 39

出所：Germany Trade & Invest(2009)より抜粋。

PV セル/モジュール産業の立地対比（図 6 の(1)と図 10 の(1)）と、薄膜系の製造装置と PV セル/モジュール産業の立地対比（図 6 の(2)と図 10 の(2)）を比較すると、よりはっきりとした傾向が読み取れる。後者の薄膜系の方が、製造装置立地の旧西独地域と製造装置・工場投資を受け PV セル/モジュール産業立地の旧東独地域という明確な分業構造が観察される。これには、結晶系に比べて薄膜系の方が、ターンキー・ソリューション化が進んでいることが多いに関係していると考えられる。薄膜系の PV 産業では、工程のプラットフォーム化、アーキテクチャの階層分離、技術伝播速度の加速といった現象が起こっており、製造装置に組み込まれた技術の受入先地域が投資優遇制度を構築している地域だったのである。この点はアメリカ・日本の半導体製造装置産業と台湾・韓国の半導体産業が、投資優遇制度を架け橋にして強い協業関係にある状況と同じ現象であると考えられる（立本, 2009）。

#### 4. 躍進する海外企業

本節では、前節の経済振興策の恩恵を最も受けているとされるドイツ Q-Cells と米国 First Solar の事例を取り上げる。前者に関しては、多くの企業が太陽電池ビジネスに参入した中で、なぜ Q-Cells だけがセル・ビジネスで急成長することができたのかについて事例分析を行う。後者は薄膜系太陽電池ビジネスで唯一急拡大した企業である。結晶系電池に変換効率で劣ると言われる薄膜系電池において、同社はなぜ急成長を遂げることが出来たのか。こちらも事例による分析を試みる。

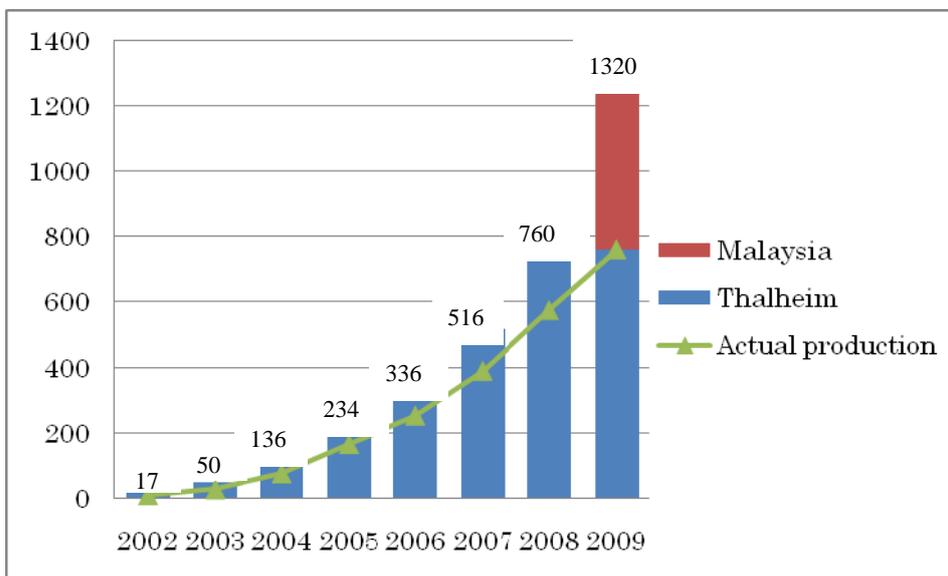
なお、Q-Cells のケースは、同社広報担当者へのインタビューおよびアニュアル・レポート (Q-Cells, 2008a; 2009a)、企業概要パンフレット (Q-Cells, 2009b) に、First Solar の記述は、同社のアニュアル・レポート (First Solar, 2006; 2008) および投資家向け企業概要 (First Solar, 2009)、雑誌記事 (Fairley, 2007; Greentech Solar, 2009) に基づいている。もう一社躍進を遂げた企業として、Suntech Power が有名であるが、同社の分析は丸川(2008)に詳しいので、そちらを参照されたい。また国際標準化の観点から行った太陽光発電産業のビジネスモデル分析は小川(2009)が詳しいので、そちらを参照されたい。

##### 【Q-Cells】

Q-Cells SE は 1999 年に設立 (本社は独ザクセン=アンハルト州) された。創業者はイギリス人の Anton Milner (2000 年以降 CEO、マッキンゼー出身) ら 4 人である。彼らは 2000 年にザクセン=アンハルト州 Thalheim に小さな工場を立ち上げた。この場所を選んだのは、前述のドイツ政府および州政府の積極的なインセンティブ制度があり、優秀な人材も豊富だったからである。同社は 2001 年に商業生産を開始し、2005 年フランクフルト証券取引所上場、2005 年 12 月には TecDAX がドイツ大企業 30 社株価指数の構成銘柄に追加された。従業員は創業当初 19 名であったが、今や 2500 名以上 (うち科学者および技術者 200 名以上) の大企業である。

同社は当初、結晶系太陽電池セルの技術開発に特化し、ザクセン=アンハルト州で工場を立ち上げた。2002 年には 17MW の生産能力であったが、毎年能力拡張して 2004 年に 136MW、2006 年に 336MW、2007 年には 516MW、生産量でも 389.2MW を達成し、シャープを抜いて業界 1 位となった (図 2、図 11 参照)。2008 年には生産能力 760MW を実現、同年の市場規模が 5.3GW であるから、同社の生産能力がいかに大きいかがよく分かる。2009 年中頃には、マレーシアの KualaLumpur 近くの Selangor science park に 520MW の大規模工場を稼働させ、同年末には生産能力 1320MW に達する見込みである。

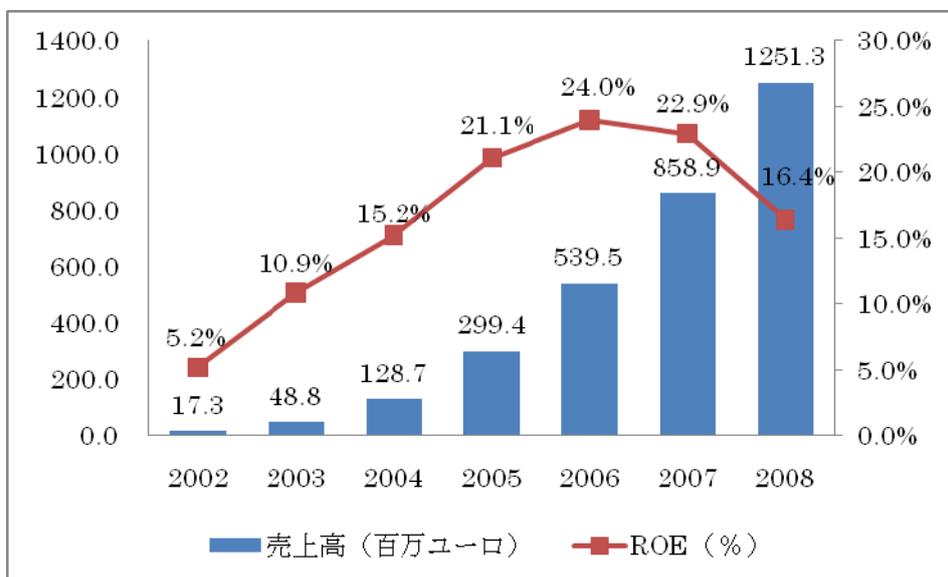
図 11 Q-Cells における生産能力と実生産量の推移（単位：MW）



出所：Q-Cells (2009a; 2009b)より作成

注：2009年は推計値

図 12 Q-Cells における業績の推移



出所：Q-Cells (2009a; 2009b)より作成

同社の業績の推移を見ると、商業生産を開始した翌 2002 年には既に ROE5.2%を達成している点には驚かされる（図 12 参照）。その後も生産能力の拡大と合わせて順調に業績を拡大し、2004 年には売上高 1 億ユーロを突破（1 億 2870 万ユーロ）、2005 年には売上高約 3

億ユーロ（2億9940万ユーロ）、ROE21.1%と20%を超えた。2006年には売上高5億3950万ユーロ、ROE24.0%と過去最高益を記録、2007年には売上高8億5890万ユーロ、ROE22.9%、2008年には過去最高売上12億5130万ユーロ（ROE16.4%）を記録、過去5年間は業績を急拡大しながら、ROEも15%以上を維持してきた点は注目に値する。ちなみに売上の構成比は、輸出が7割にも上り、40カ国以上に太陽電池を供給している。

ではなぜQ-Cellsだけがセル専門ビジネスで成功することができたのか。以下、筆者らの同社広報へのヒアリングによれば、以下の3点が挙げられるという。

第一に、前述したEEG法の施行である。そもそもこの法律は、ドイツ政府が1999年に目標として掲げた太陽光エネルギー普及事業“100,000 roofs program”、すなわち「10万個の屋根」（10万個の家屋の屋根に太陽光エネルギー発電施設を設置することを目標とした補助金の支給など）を実現するために施行された。これにより、PVセクターは安定的かつ信頼できる投資環境を得た。これは、Q-Cellsに限った話ではないが、新興企業が成長していくための大きなチャンスであった。

第二に、EU、ドイツ政府に加え、州政府によるインセンティブが挙げられる。州政府のR&D基金や雇用補助金を用意されているほか、助成金や減税など様々な投資インセンティブ制度が用意されているという。前述したように、Q-Cellsは経済的に弱いとされるドイツ東部のザクセン＝アンハルト州で設備投資、生産能力を拡大しており、多くのキャッシュ・インセンティブ（少なくとも投資額の3割の助成金）を得ているものと推察される。

Q-Cellsがザクセン＝アンハルト州に注目した理由はもう一つある。この地域は伝統的に化学産業が盛んだった。ところが、1999年に同産業で1万人の失業が出た。州政府としても出来るだけ早く州経済を復活させたい。丁度Q-Cellsも量産ラインの早期立ち上げを目指していた。両者の思惑が一致し、Q-Cellsは化学産業の大量の熟練失業者（skilled worker）をセル生産のケミカルプロセスで雇用した。

第三に、セル・ビジネスにフォーカスしたことが挙げられる。Q-Cellsは参入以来、セル・テクノロジーの開発にフォーカスしてきた。中でも6インチ・サイズのセルに注力し、2004年にQ-Cells主導で6インチ・フォーマットを作成した。これ以来、多くの企業が同じフォーマットを使用しており、業界ではこのサイズがデファクト・スタンダードになっている。

図 13 Q-Cells の共同研究開発ネットワーク



出所：Q-Cells (2008)より抜粋

このほかにも、大学・研究所、他社との連携により、早期から様々な R&D プロジェクトを手がけ、セル・テクノロジーを改善してきた。セルの表面効率 (surface efficiency) 向上だけでなく、新しいセル・タイプのコンタクト・フォーマットの発電効率を向上させる取り組みなどもしてきた。共同開発先として、ドイツの大学 (ハレ大学、イエナ大学など)、ドイツの研究所 (Fraunhofer Research Institute (複数)、Jurich R&D Center、Helmholtz Centre Berlin など) に加え、海外の大学 (ヌーシャテル大学(スイス)、ユトレヒト大学(オランダ)、海外の研究所 (CNRS(フランス)、IMEC(ベルギー)、ENEA(イタリア))、この他同業種・異業種企業も含まれており、総勢 30 近くのパートナーがいる (図 13 参照)。中には、前述のドイツ政府による R&D インセンティブをコンペにより勝ち取ったものも含まれており、向こう 5 年間で 4000 万ユーロ以上の補助を受け、技術開発を促進する。こうしたインセンティブもうまく活用することで、セル・テクノロジーを迅速に開発してきたのである。

このほかにも、Q-Cells や Suntech Power など新興メーカー躍進の要因として良く挙げられるのは、主要材料であるシリコンを長期に大量に確保したことである。丸川(2008)によれば、Q-Cells の 2007 年 2 月時点におけるシリコン調達計画では、2007 年から 2018 年までに計 2534MW 分のシリコンを買い付ける契約を結んだとしている。これは、同社が 2007 年に生産量でシャープを逆転したことに大きく寄与しているものと考えられる。実際、シャープは 2007 年、葛城工場で生産能力 710MW を誇る生産ラインを有していたにもかかわらず、シリ

コンの確保がままならず、半分程度の稼働率に留まった（丸川, 2008）。

しかし、昨秋の金融危機とスペイン市場の縮小により、Q-Cells も業績が悪化、2009 年上半期は赤字決算（売上高 3 億 6620 万ユーロ、営業赤字 4760 万ユーロ）となった。これにより、シリコンの長期調達計画も見直しを迫られ、調達契約の内容も市場動向を踏まえて調達量や価格を協議決定する形に変更した。中国の太陽電池モジュール企業も 2007 年の 200 社から 2008 年には 400 社に急増したが、300 社が倒産または生産停止になったとの報告もある（丸川, 2009）。

こうした現状やセル専門ビジネスのリスクを予期していたのか、同社は既に戦略転換を図っている。もともと結晶系太陽電池のセル生産に特化していたが、2006 年 12 月には薄膜系太陽電池セルおよびモジュールの開発・生産に着手、現在 CdTe 型太陽電池では試作ラインを立ち上げ、CIGS（Copper Indium gallium selenide）型では量産ラインを稼働、135MW の生産能力を有するまでになっている。このほか、2007 年には Q-Cells Internatinals というシステム会社を設立し、システム事業、PV システムの開発、エンジニアリング、建設、オペレーションを手がけている。このシステム事業は、ドイツの他、イタリア、フランス、スペイン、東欧、アメリカをメインターゲットとしている。こうした事業多角化は昨秋の金融危機以降、さらに強まっている。システム事業は、2008 年は計 26MW の発電プロジェクトを手がけたが、2009 年は計 150MW 以上のプロジェクトを実施する予定である。この結果、現在の事業構成比は結晶系セル 5 割、薄膜系モジュール 1 割、システム 4 割となっており、戦略転換によるセル専門脱却は鮮明である。Q-Cells はもはやセル専門メーカーではないのである。

#### 【First Solar】

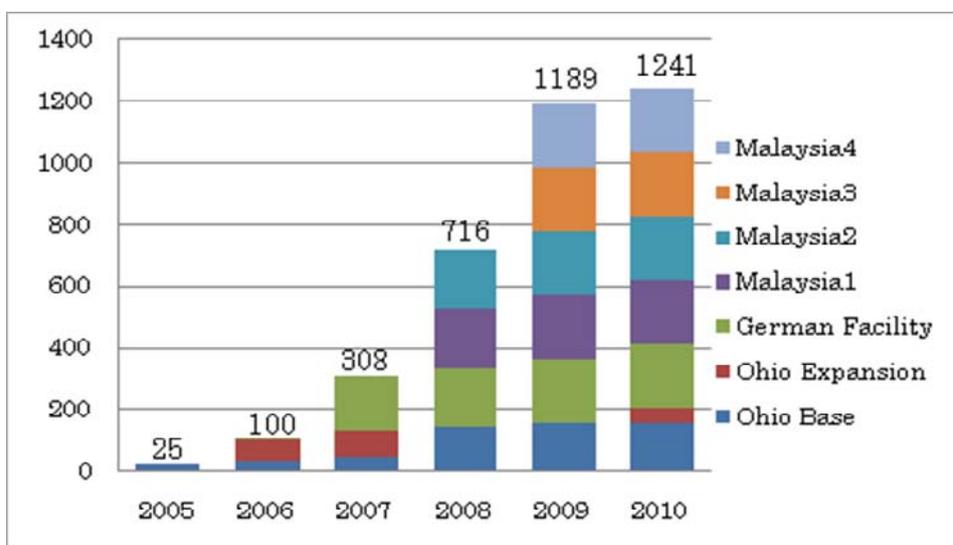
First Solar, Inc. は Q-Cells と同じく 1999 年に設立（本社は米国アリゾナ州）された。前身は Solar Cells という会社で、創業者の Harold MacMaster は当初アモルファス・シリコンを使った太陽電池の製造技術開発を進めていたが、Jonh Walton の設立した VC・True North Partners に売却、社名変更して First Solar となった。設立当初は、その VC から 1 億 5 千万ドル以上の投資支援を受けている。現在の CEO は VC 出身の Michael Ahearn 氏で、2000 年に就任した。同社は 2002 年に商業生産を開始し、2006 年には株式公開を果たした。2009 年 10 月には S&P（スタンダード&プアーズ）が S&P 総合 500 種株価指数の構成銘柄に加えることを公表している。

同社の手がける CdTe（テルル化カドミウム）型太陽電池は薄膜型の一つで、同製品分野で業界最大手の BP Solar が 2002 年に撤退した際、この技術は途絶えたかに思われたが、First Solar が技術開発・事業を継続し、今日の急成長に結びつけた。

同社はオハイオ州に工場を持ち、2005 年に 25MW の生産能力であったが、2006 年能力拡

張して 100MW、2007 年新規大型工場をドイツ (Frankfurt(Oder)) で立ち上げて 308MW となった (図 14 参照)。同社はドイツ東部のブランデンブルク州に 1 億 1500 万ユーロを設備投資したが、前述のキャッシュ・インセンティブにより、そのうち約 4 割もの補助金 (4550 万ユーロ) を受け取っている。2008 年大型生産ライン 2 ラインをマレーシア (Kulim) で立ち上げて生産能力 716MW となった。同社は今や薄膜系太陽電池モジュールで業界最大の生産能力を有し、結晶系太陽電池を含めてもシャープ、Suntech Power を抜き、生産量で業界 2 位に躍り出た (図 2 参照)。2009 年には、マレーシアにさらに 2 つの大型生産ラインを立ち上げており、2009 年中に生産能力 1GW を超える予定である。

図 14 First Solar の生産能力の推移 (単位 : MW)

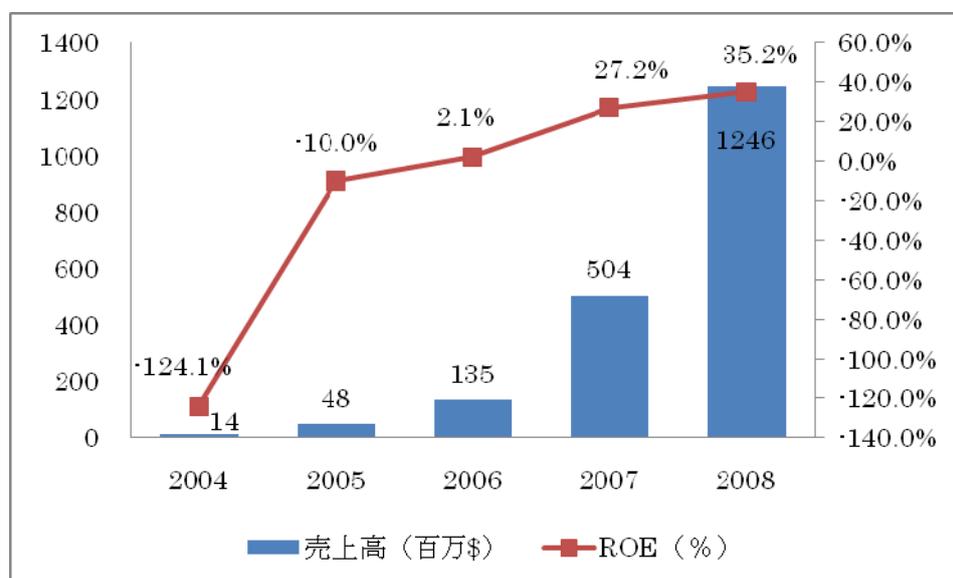


出所 : First Solar(2009)より作成

注 : 2009 年、2010 年の数値は見込み。

こうした生産能力拡大に呼応するように、2005 年以降、同社の業績は急拡大を遂げ、2007 年には売上高 5 億 4 百万ドル、ROE27.2%、2008 年には売上高 12 億 46 百万ドル、ROE35.2%と大企業・高収益企業へと変貌を遂げた (図 15 参照)。

図 15 First Solar の業績の推移



出所：First Solar(2006; 2008)より作成

ではなぜこれほどまでに急成長を遂げることが出来たのか。もともと薄膜系太陽電池は結晶系に比べて変換効率が悪いとされる。業界関係者の話では、結晶系 16~17%、薄膜系 7~9%程度である。従って、薄膜系はトータル・コスト、とりわけ製造コストをいかに下げられるかが重要となる。First Solar は技術開発により、2007 年には薄膜系でも 9%強の変換効率を達成、加えて大幅な製造コスト削減に成功した。ガラス投入からモジュール組立まで一気通貫で 2 時間半以内（パネルサイズ 60cm×120cm の場合）で量産するラインを開発した。これにより、2004 年時点では 2.94\$/w であった製造コストが、2007 年には 1.23\$/w まで下がった（図 16 参照）。当時の結晶系モジュールの製造コストが 2.5\$/w~3.0\$/w であったことと比較すると、その半値以下であり、いかに低コストを実現したかがよく分かる。同社は 2008 年第一四半期には 0.93\$/w と 1\$/w の壁を越え、2009 年第二四半期の製造コストは 0.87\$/w までコストダウンしている。

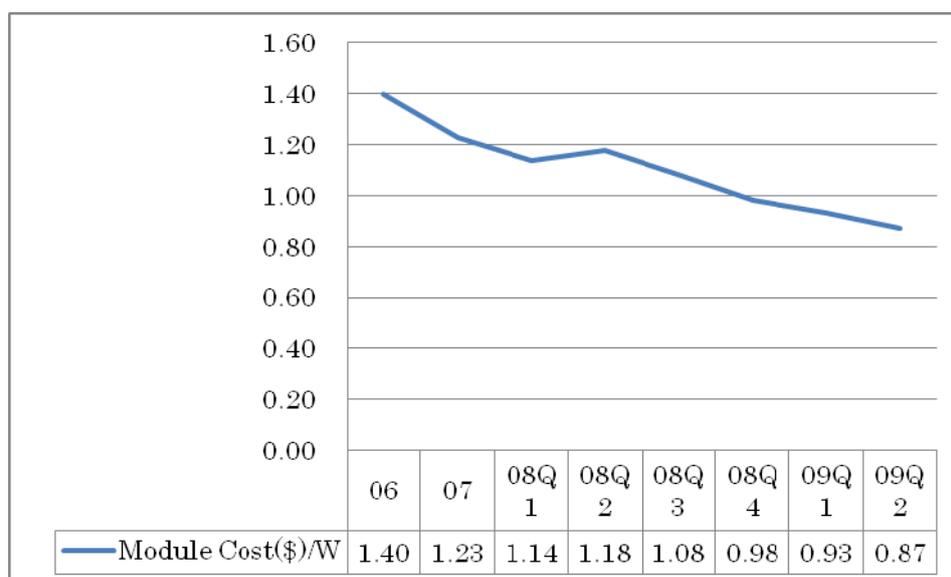
もちろん、いくら低コストを実現しても、それを購入・使用してくれるユーザーがいなければ意味がない。この点に関して、同社は 2005 年、ドイツの再生可能エネルギーのデベロッパー 3 社を大口顧客として獲得、そのうちの 1 社 Juwi Solar はザクセン州の 40MW のソーラーパーク（当時世界最大級）に大型屋根を設置、そこに First Solar のモジュールを採用した。2007 年にはドイツとカナダの大手バイヤーと計 685MW のモジュールを供給する長期大型契約を結んだ。2009 年 9 月には中国内モンゴル自治区に世界最大級 2GW の発電所を建設するプロジェクト計画も明らかにしている。

以上の検討から、同社のビジネスモデルは「コストリーダーシップ戦略」であることが読

み取れよう。すなわち、低コストを武器に大型発電所等の大口顧客と供給契約を結び、生産量拡大を続けながら、経験曲線を誰よりも早く駆け下り、利益を稼ぎ出し、その資金でまたさらなる大型契約・設備投資をして事業拡大を図っていると考えられる。

ただし、同社の製品は人体に有害なあるカドミウムを使用しており、風雨による溶出を不安視する声も少なくない。同社は、カドミウムを完全に回収するシステムを構築したと公言しているが、それが証明されるには時間を要するだろう。

図 16 First Solar の太陽電池モジュール・コストダウンの推移



出所：First Solar(2009)より作成

## 5. ディスカッション

PV 産業はアーキテクチャ的な視点で見ると、Applied Materials やアルバックなど大手製造装置メーカーがターンキー・ソリューションのインライン装置を提供したことで、生産工程のオープン・モジュール化が進み、新興企業の参入が促進されたとされる（小川, 2009）。

加えてより重要なことは、アーキテクチャがオープン・モジュール化すると、前節で説明したような投資インセンティブ制度の下で、投資規模が大きいほど制度活用の効果が大きくなるという点である（立本, 2009）。これは PV 産業が投資産業化したことを意味する。設備投資産業にとってドイツ東部は極めて優位な立地であり、それはまさに近年の半導体産業や液晶パネル産業において台湾・韓国が立地優位性を発揮したことと酷似している。

一旦、投資産業化すると、発電所を作ってはそれを証券化して金融が投資する、というサ

イクルが循環しはじめる。こうなると、PV はもはや金融商品である。EEG 法により固定価格で 20 年間買取が約束されているので、仮に 10 年 15 年で投資回収できるとすれば、残りの期間は丸ごと投資家の利益となる。

それを期待して、ドイツ PV 産業（スペインも）には中国等からの新規参入（ほとんどがモジュールメーカー）、半導体、FPD、光ディスク、石油メジャー、自動車部品など異業種からの参入、金融（ファンド）系投資家の参入など入り乱れてマネーゲームの様相を呈してきている。

こうなると、日本企業の太陽電池がいくら変換効率の高さや長期出力保証で優れていたとしても、投資家は IRR（Internal Rate of Return）を基準に、いかに全体の投資コストを低く抑え、FIT により収益を得るかといった投資判断を行うことになる。そして結局のところ低価格の太陽電池が競争力を発揮しやすくなる。日本企業が欧州市場で苦しむ理由はここにある。これはドイツ産業政策の弊害とみることもできるが、PV 産業の急速な普及・発展をもたらしたという点は大いに評価できる。

ものづくり環境の見地から言えば、EU 統合によって欧州は、「制度由来の国家特殊優位をもつ地域（旧東ドイツ地域）」と「長年の研究によって要素技術・生産技術が豊富に蓄積している地域（旧西ドイツ地域）」を併せ持つことに成功し、後者が前者の出口市場となる構造を持つに至った点が指摘できる。太陽光発電のような新規産業は、一方で要素技術や生産技術の蓄積が必要な反面、他方で巨大な投資を回収するための出口市場が必要になる。投資インセンティブや買取制度を整備することによって、旧東側地域が旧西側地域の出口市場となっている。投資優遇制度は、もともとは旧東側の市場経済化や所得格差是正を目的としたものであった。しかし、現在では、出口市場を創り出す制度となっており、巨大投資が必要な大規模イノベーションの循環サイクルの一部となっている。つまりドイツは「技術蓄積の西側」と「制度優遇の東側」という 2 つの異なる立地優位を 1 国内に併せ持つことによって、太陽光発電産業の急激な成長を促進したといえる。たとえば、半導体産業における「製造装置の日米」と「大規模生産拠点の台韓」を 1 国に併せ持っているようなものである。

「相互補完的な国家特殊優位を同一経済域内に併せ持つ」ことは、ドイツだけに言えることではなく、実は、EU 全体に対しても当てはまる。1990 年代を通じて EU は東ヨーロッパ諸国を参加国として向かい入れた。その結果ドイツ内の西側・東側地域と同様の事態が EU 全体についても発生している。歴史的に言えば、EU の東ヨーロッパへの拡大は所得格差問題を引き起こした元凶として捉えられている。しかし、太陽光発電産業のような大規模イノベーションを考慮した場合、旧東側地域に対して様々な制度的優遇を施策した結果、要素技術・生産技術から大規模生産・出口市場へという循環を EU は同一経済圏の中で実現させる

可能性を得たのである。

巨大投資が必要な大規模イノベーションにとって「相互補完的な国家特殊優位」は、重要な成功メカニズムとして機能している。企業戦略から見た時には、この国家特殊優位を最大限に活用しながら自社のビジネスモデルを確立できた企業だけが、急成長と競争優位を両立することが出来た。そして一端、大規模イノベーションの市場化が成功すると、そこに参加する様々な企業プレイヤー間のネットワークが強固なものとして確立し産業進化を促進していく。太陽光発電産業では装置企業、素材企業、パネル生産企業、発電企業さらには研究所が産業ネットワークの中に組み込まれていった。

このような産業エコシステムが誕生に重要な役割を果たすのが、大規模イノベーションの市場化が行われる「出口市場」の存在である。出口市場の存在は、EU 委員会レベルのイノベーション政策であるフレームワーク・プログラムでも強く意識されており、各プログラムの戦略アジェンダには「どこが出口市場になるのか」「そのためにはどのような規制緩和・国際標準化が必要なのか」「どのようなトレーニングが労働市場に必要なのか」についての提言・ロードマップが含まれている。

さらに国際競争力を考慮した場合、ドイツ太陽光発電市場を念頭に置いた国際標準化が成されれば、ドイツで形成された産業エコシステムがグローバル市場へ展開する助けになるかもしれない。それは First Solar の例でも分かるように、ドイツ企業だけで成されるものではなく、この立地に参加した企業によって構成されるものである。この点は従来の立地優位性・国家特殊優位性の議論(Rugman et al., 1985; Porter, 1990)を拡張するものであり、企業の国際展開戦略に一定の示唆を与えるものであると思われる（小川, 2009、安室, 2009）。

## 6. おわりに

本稿ではドイツにおける産業政策に焦点を当て、同国 PV 産業急発展の要因と新興企業 Q-Cells、First Solar 二社の急成長の要因を検討した。

本研究の発見事実として、①ドイツ「再生可能エネルギー法」の制定が PV 市場の急成長に大きく寄与している点、②ドイツ東部を中心に EU、国家、州という三段階の経済振興策（特に R&D・投資インセンティブ制度）を展開し国内外の企業から投資を誘致したため、東部三州に PV 産業集積「ソーラーバレー」が作られた点、があげられる。すなわち、ドイツは制度によって市場創造だけでなく生産立地としても立地優位性を確立したことが本研究から明らかとなった。ドイツ PV 産業の事例は、新産業育成やクラスター形成を考察する際に、制度による立地優位性・国家特殊優位性の構築が有効であることを示している。今後産業政策の観点から更なる分析が必要であろう。

次に個別企業の視点から、このような国家特殊優位下でどのような企業成長が戦略的に有効であるのかを明らかにした。Q-Cells、First Solar の事例分析から両者の急成長の要因は、二社いずれの場合も、これら振興策のメリットを最大限に利用し、ドイツの売電市場を利用しながら、同時に、ドイツ東部に大規模設備投資を実施したことがあげられる。加えて、Q-Cells は、セル・ビジネスへのフォーカス、大量の熟練失業者の雇用、多数の R&D ネットワーク構築、原材料の大量確保などにより、急成長を実現した。First Solar の場合、「コストリーダーシップ戦略」、すなわち低コストを武器に大型発電所等の大口顧客と供給契約を結び、生産量拡大を続けながら、経験曲線を誰よりも早く駆け下り、利益を稼ぎ出すというビジネスモデルで急成長していることが明らかとなった。

制度を最大限活用するビジネスモデルの背景には、PV 産業が大手製造装置メーカーによってターンキー・ソリューションがすすみ、生産工程のオープン・モジュール化が進んだ事があげられる(小川, 2009)。投資優遇制度やインセンティブ制度といった国家特殊優位を利用したビジネスモデルは、既に台湾や韓国の半導体産業・液晶パネル産業で観察されている。このような制度は台湾や韓国だけでなく東アジアでは一般的な制度としてすでに普及している(Jenkins, Kuo and Sun, 2003; 黄・胡, 2007; 渡辺, 2008; 立本, 2009)。

これら一連の研究に対する本研究の貢献は、制度由来の国家特殊性を利用した産業成長がドイツという先進国でも観察されたということである。すなわち、制度による国家優位性の創出は、東アジアの新興国に限定される原理ではなく、より普遍的な産業政策として有効である可能性がある。さらにドイツの事例は、「相互補完的な国家特殊優位を同一経済域内に併せ持つ」ことによって、要素技術・生産技術の開発から大規模生産・出口市場という一連の循環を創り出した点で評価出来る。特に大規模イノベーションの収益化が行われる出口市場を創造したことによって産業エコシステムが誕生し、モジュール・クラスター型の産業進化が可能となった。その背景には、従来議論されたようなアーキテクチャのオープン・モジュール化が影響している(Baldwin and Clark, 2000; Iansiti and Levine, 2004)が、同時に、本研究で明らかにしたように産業政策による国家特殊優位が大きな役割を果たしていることに留意が必要である。

残念ながら日本の太陽光発電産業は 1990 年代に技術的リーダーシップを発揮したにもかかわらず、現在苦境に立たされている。そして同様の事例は、液晶パネル産業、携帯電話産業、半導体産業など枚挙にいとまがない。今後、このような大規模イノベーションに対する産業政策の研究、及びそこに関わる企業の立場に立った企業戦略の研究が必要であると思われる。

## 謝辞

この論文の執筆に際し、多くの日系 PV 関連企業の皆様、独 Q-Cells 関係者の皆様、German

Trade & Invest の関係者の皆様、JETRO ベルリン事務所の太田雄彦氏に大変お世話になりました。ここに記して感謝申し上げます。

## 参考文献

太田雄彦 (2009) 「環境・エネルギー (その 1)」『伯林時評』 72, 1-3.

Baldwin, C.Y. and Clark, K.B. (2000) *Design Rules: The Power of Modularity*, The MIT Press.

Fairley, P. (2007) The films time in the sun. *Technology Review*, July 27, 2007.

<http://www.technologyreview.com/business/19095/>

First Solar (2006) First Solar Annual Report 2006.

<http://library.corporate-ir.net/library/20/201/201491/items/308757/2006AnnualReport.pdf>

First Solar (2008) First Solar Annual Report 2008.

<http://phx.corporate-ir.net/External.File?item=UGFyZW50SUQ9MzMzNjE4fENoaWxkSUQ9MzE2MjcyfFR5cGU9MQ==&t=1>

First Solar (2009) First Solar Overview 2009Q2. August 13, 2009.

<http://phx.corporate-ir.net/External.File?item=UGFyZW50SUQ9MTMxNjN8Q2hpbGRJRD0tMXxUeXBIPtM=&t=1>

Germany Trade & Invest (2009a) *Investment guide to Germany*, Germany Trade & Invest.

Germany Trade & Invest (2009b) Investment opportunities in the photovoltaic industry in Germany. Germany Trade & Invest, September 18, 2009.

Greentech Solar (2009) When First Solar wasn't so hot.

Iansiti, M. and Levien, R. (2004) *The Keystone Advantage: What the New Dynamics of Business Ecosystems Mean for Strategy, Innovation, and Sustainability*, Harvard Business School Press.

JETRO (2009) Solar power generation companies' strategies for investing in Japan. JETRO Investment Japan Department, May 12, 2009.

丸川知雄 (2008) 「太陽電池産業の現状と尚徳電力 (サンテック) の日本進出」 国際貿易投資研究所編『中国企業のグローバル化報告書 平成 19 年度』第 2 章.

丸川知雄 (2009) 「太陽電池産業における日中逆転」.

<http://www.iss.u-tokyo.ac.jp/~marukawa/pvjapanchina.pdf>

小川紘一(2009)「太陽光発電システムの標準化ビジネスモデル」 所収『国際標準化と事業戦略』, 第 11 章, 白桃書房.

小川紘一・立本博文 (2009) 「欧州のイノベーション政策：欧州型オープン・イノベーション・システムの構築」 MMRC ディスカッションペーパー, No.281, 東京大学ものづくり経営研究センター.

黄仁徳・胡貝蒂 (2007) 『台湾租税奨励與産業發展』 台北市：聯經 (in Chinese) .

- Porter, M. E. (1990) *The Competitive Advantage of Nations*, Free Press–Macmillan, New York.
- Q-Cells (2008a) Q-Cells Annual Report 2008.
- Q-Cells (2008b) Q-Cells in der internationalen Photovoltaikforschung.
- Q-Cells (2009a) Q-Cells Report as of 30 June 2009.
- Q-Cells (2009b) Q-Cells Solar Valley Thalheim.
- Rugman, A. M., Lecraw, D.J., and Booth, L.D. (1985) *International Business*, McGraw-Hill, Inc., New York.
- Semiconductor International Japan (2009) 「太陽光発電コスト、削減の鍵は工程の自動化にある」『太陽光発電技術レポート』 Semiconductor International Japan, 2009年6月19日.  
[http://www.sijapan.com/content/1\\_news/2009/06/1o86kc000000hfbx.html](http://www.sijapan.com/content/1_news/2009/06/1o86kc000000hfbx.html)
- 新宅純二郎・立本博文・善本哲夫・富田純一・朴英元 (2008) 「製品アーキテクチャ論による技術伝播と国際分業の分析」, 一橋ビジネスレビュー, 2008年秋号, pp.42-60.
- Jenkins, G.P., Kuo, C. and Sun, K. (2003) *Taxation and economic development in Taiwan*, Harvard university press.
- 立本博文 (2009) 「国家特殊優位が国際競争力に与える影響-半導体産業における投資優遇税制の事例-」, 国際ビジネス研究, 第1巻2号, pp.59-73.
- 田辺雄史 (2009) 「環境・新エネ産業の動き」 JETRO デュッセルドルフセンター, 2009年5月.
- 田野辺慧・戸澤真理 (2009) 「太陽エネルギー産業の機会と脅威-日本企業の競争環境-」 東京大学経済学部 2008年度卒業論文.
- 安室憲一 (2009) 「多国籍企業の新たな理論を求めて」, 多国籍企業研究, Issue(2), pp.3-20.
- 渡邊斉志 (2005) 「ドイツの再生可能エネルギー法」『外国の立法』 255, 61-86.
- 渡辺雄一 (2008) 「韓国主要企業に対する税制支援効果の検証」 収所 奥田 聡・安倍 誠『韓国主要産業の競争力』 アジア経済研究所。