

# 太陽電池産業の動向と地域におけるクラスター戦略

田 中 利 彦

## はじめに

50年以上も前に発明されたとされる太陽電池は、近年、急速に変換効率が向上するとともにコスト低減化・長寿命化が大幅に進展し、地球温暖化対策の救世主と目されている。これまで依存してきたエネルギー源としての化石燃料は、近い将来枯渇する恐れがあるとともに、CO<sub>2</sub>の排出による深刻な地球温暖化と環境汚染の元凶となっている。これに対し、地球に到達する膨大な太陽エネルギーを活用する太陽電池は、クリーンな再生可能エネルギーとして注目を浴びている。また、太陽電池は使いたい場所で分散型発電ができるため、エネルギーの地産地消を可能にする。さらに、太陽電池の主な原料であるシリコンは地球上に多量に存在する資源制約のない材料である。

そのため、太陽電池産業は現在、急拡大期に突入し、グローバル展開の時代を迎えている。世界各国は太陽光発電を支援するため、フィードインタリフに代表される積極的な支援策を導入し、太陽電池ビジネスは日米欧のみならず、新興国も含めた群雄割拠の様相を呈している。太陽電池産業の成長は原材料、製造装置、発電システムなどの分野の拡大をもたらし、太陽電池関連産業として産業構造に大きな変革を引き起こしつつある。また同時に、地域経済に対し大きな波及効果が見込まれることから、地域経済活性化の切り札になるものと期待されている。

そこで本稿では、急速な成長が期待されている太陽電池産業に関し、その実態を把握するとともに、地域経済活性化を目指した太陽電池産

業クラスター戦略について検討を加えていく。まず第1節では、太陽電池の多様な種類、市場の状況、政府の太陽光発電目標についてみた上で、企業別の生産量、生産拠点及び投資動向と、政府の太陽光発電支援策について概観する。次いで第2節では、九州の太陽電池メーカーの事業展開に焦点を当て、各社が生産を行っている太陽電池の種類、その技術的特長についてみていく。第3節では、薄膜系の太陽電池の生産拠点となっている九州における、太陽光発電のサプライチェーンの状況と、“ソーラーアイランド九州”を目指した太陽電池産業クラスター構想について述べる。最後に第4節では、熊本における、太陽電池メーカーの進出に対応した、太陽電池産業をターゲットとした産業振興戦略と県の施策について問題点を指摘するとともに、太陽電池産業クラスター形成に向けての提言を試みる。

## 1. 太陽電池産業の実態とその動向

### (1) 太陽電池産業の現状

地球温暖化とエネルギー問題を解決する手段として、再生可能エネルギーである太陽光に大きな注目が集まってきている。地球に降り注ぐ膨大な太陽光を吸収して電気に変換する太陽電池は、その救世主として期待が寄せられ、世界各国の支援政策により生産量が急増している。既存の電力料金に匹敵する価格水準(グリッドパリティ)の実現を目指し、変換効率の向上と生産コストの低減へ向け、多数のメーカーが互いに鎧を削っている。

太陽電池による発電の仕組みは、p型シリコンとn型シリコンを接合し、その表と裏に電極を形成し、太陽光が当たるとプラスの電荷とマイナスの電荷を発生させることにより電気に変換するものである(代表的なシリコン系)。太陽電池の種類、国内メーカーは表1の通りで、シリコン系、化合物系、有機系の3つに大別される。シリコン系は単結晶、多結晶、アモルファス、タンデム型に、化合物系はGaAs、CIGS、CdTe型に、有機系は色素増感、有機薄膜型に分かれ、多様な種類の太陽電池が存在している。ただ、2007年の太陽電池の種類別構成比をみると、多結晶シリコンが45.2%、単結晶シリコンが42.2%、薄膜シリコンが5.2%、CdTe型が4.7%となっており、結晶シリコンが今もなお圧倒的に大きなウエイトを占めている。

変換効率は高コストのGaAs型を除くと、結晶シリコンが最も高いが、シリコン原料不足の問題があることから、それに対応して薄型化を進める共に、高効率化(ヘテロ接合、光閉じ込め等)へ向けて技術開発が行われている。シ

リコン原料の有効利用として球状シリコン、リボンシリコン型等の太陽電池も開発されているが、シリコンの使用量が100分の1で済み、シンプルな生産工程の薄膜シリコンが将来、太陽電池の主流になると見られている。ただ、アモルファス型では発電効率が低いため、タンデム型の開発が進められている。一方、製造装置メーカー、AMAT、Oerlikon、アルバックも薄膜シリコン太陽電池のターンキービジネスを開始している。

そのほか、CIGS型は薄膜で基板を選ばないためフレキシブル化も可能であり、また耐久性もあるが、インジウム不足の問題を抱えている。CdTe型は米国First Solar社が量産を始めており、比較的簡便な製造方法の活用によりコストダウンが可能となっているが、汚染物質カドミウムの問題がある。色素増感型はルテニウム系と非ルテニウム系があり、製造工程が簡単のため大幅なコストダウンが可能で軽量化等の多様性に富むが、変換効率が若干低く耐久性に問題がある。有機薄膜型は低分子蒸着系(有機顔

表1 太陽電池の種類

シリコン系	結晶系	単結晶(21.5%,16.8%);15	シャープ、三洋電機
		多結晶(17.7%,14.9%);14	シャープ、京セラ、三菱電機
	薄膜系	a-Si(10%,7~8%);6	三菱重工、カネカ
		タンデム(15~22%,10~13%);10	三菱重工、カネカ、富士電機、シャープ
化合物系	バルク単結晶系	GaAs(38.9%,—);30、InP	シャープ
	薄膜多結晶系	CIGS(14~19%,12~14%);11、CdTe(16.5%,9%)	昭和シェル、ホンダ
有機系	湿式	色素増感(10.5%,—);[11]	シャープ、フジクラ、アイシン精機
	個体	有機薄膜;[5]	

(注) 括弧内はセル、モジュールの変換効率(和田木氏著書)、セミコロンの後には九州経済産業局によるモジュールの交換効率(和田木氏と数値に差があるため、[ ]付きは研究レベル)、斜字はフレキシブル化可能であることを示す。

(出所) 増田淳「太陽電池の技術動向」『太陽光発電シンポジウム&ビジネス交流会要旨集』2009年3月、和田木哲哉「爆発する太陽電池産業」東洋経済新報社、2008年11月、九州経済産業局「太陽光発電の現状と今後の政策方向」『太陽光発電シンポジウム&交流会要旨集別冊』2009年3月により作成。

料)、高分子塗布系(導電性高分子)、塗布変換系(変換型半導体)があり、連続塗布プロセスにより大幅なコストダウンが可能で、軽量かつフレキシブルなため様々な用途に使えるが、現在のところ変換効率が低い<sup>1)</sup>。

太陽電池産業の市場の状況を見ると、07年の太陽光発電の累積導入量はドイツ3,862MW(49.3%)、日本1,919MW(24.5%)、米国831MW(10.6%)の順となっている。また、単年導入量はドイツ1,135MW、スペイン512MW、日本210MW、米国206MWの順となっている。また、07年度の日本の出荷額、出荷量はそれぞれ3,867億円、912MW、輸出比率は77%に達している。国内出荷量の市場分野別の内訳は、住宅用177MW(84%)、公共産業用32MW、民生用1MWとなっている<sup>2)</sup>。

08年6月の「福田ビジョン」において、太陽光発電の導入量を20年までに現状の10倍、30年には40倍に引き上げることが目標に設定され、太陽電池産業は地球温暖化、エネルギー問題の解決の切り札として急速な拡大が期待されることになった。その後、08年5月の「長期エネルギー需給見通し」において、太陽光発電の最大導入ケースで、05年の140万kWから30年には約40倍の5300万kW(うち住宅用6割、非住宅用4割)が目標となった。07年から30年までの間に年率15%を超える伸び率で導入が進むことになり、30年には1000万戸

の住宅に導入されることになる。さらに、08年7月の「低炭素社会づくり行動計画」では、新材料・新構造を利用して30年以降に、発電効率が40%超かつ発電コストが7円/kWhの太陽電池技術の確立により、革新的太陽光発電を目指すことになった。

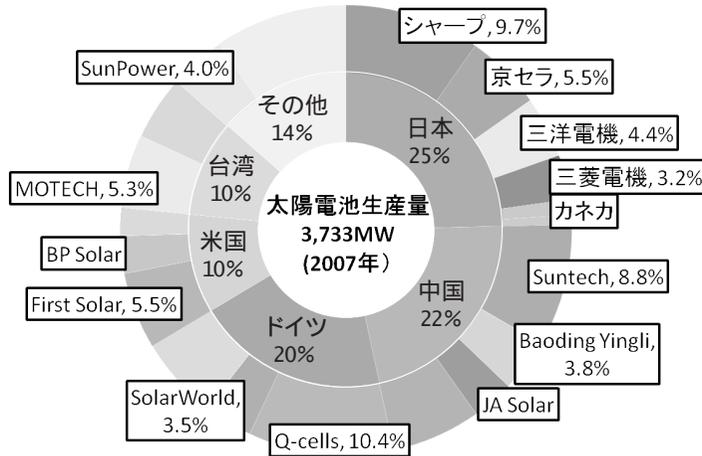
世界各国は、フィードインタリフ(固定価格買い取り制度)、ネットメタリング(売電価格による余剰電力買い取り制度)、補助金、税額控除等の支援スキームにより、太陽光発電普及へ向けて積極的な活動を行ってきた。特に、ドイツのフィードインタリフ制度は太陽光で発電した電力を販売価格の4~5倍で20年間買い取るもので、これによりドイツは太陽光導入量で世界のトップに躍り出た。このような動きのなか、野村証券の予測によれば、太陽電池世界市場は2030年に25兆円、202GWとなり、半導体市場に匹敵する規模になると見込んでいる。このことは、太陽電池の世界市場が07年において1.7兆円、3.73GWであることから、30年にはそれぞれ約15倍、54倍へと急上昇することを意味する<sup>3)</sup>。

## (2) 太陽電池生産の動向

太陽電池生産量のシェアは、07年において国別では日本25%、中国22%、ドイツ20%、米国10%の順となっている(図1)。企業別ではQ-cells 10.4%(ドイツ)、シャープ9.7%

- 
- 1) 太陽電池の種類等については山岡弘明「有機太陽電池」『エコテクノ2008太陽電池セミナー講演予稿集』2008年10月、柳田祥三「次世代薄膜太陽電池としての色素増感太陽電池の動向」同左、近藤道雄「薄膜太陽電池の現状と今後の動向」同左、島根県産業振興課Webページ、増田淳「太陽電池の技術動向」『太陽光発電シンポジウム&ビジネス交流会要旨集』2009年3月、近藤道雄「太陽電池産業がもたらすインパクト」『JASVA Day九州2008講演予稿集』2008年10月、和田木哲哉「爆発する太陽電池産業」東洋経済新報社、2008年11月による。太陽電池の種類別構成比については和田木哲哉「太陽電池産業の未来展望」『SIIQ第1回技術創造研究会講演資料』2008年10月による。島根県産業技術センターは、代表的な高効率色素「N719」を凌ぐ新たな色素「J2」の開発(06年3月24日プレスリリース)に続き、耐久性に優れた色素増感型太陽電池の開発に成功している(08年2月7日プレスリリース)。
  - 2) 杉本完蔵「太陽光発電の最新動向と今後の展開」『太陽光発電シンポジウム&ビジネス交流会要旨集』2009年3月による。
  - 3) 前掲「太陽電池産業の未来展望」、立石輝夫「三菱重工における太陽電池の取り組みと今後の展開」『JASVA Day九州2008講演予稿集』2008年10月、前掲「爆発する太陽電池産業」による。

図 1 国別企業別太陽電池シェア



(出所) 九州経済産業局「太陽光発電の現状と今後の政策方向」『太陽光発電シンポジウム & 交流会要旨集別冊』2009年3月(PV Newsをもとに)による。

(日本), Suntech 8.8% (中国), First Solar 5.5% (米国), 京セラ 5.5% (日本)の順となっている。06年まで7年連続生産量トップであったシャープは首位から陥落するとともに、新興企業の台頭で日本企業は揃って順位を下げ続け、世界のトップ10の日本企業は4社から3社へと減少した。さらに追い打ちをかけるように、08年の企業別生産量で前年2位のシャープは4位に後退し、前年4位の京セラは6位に後退し、三洋電機と三菱電機は世界のトップ10から姿を消した。その最大の原因は、日本企業が市場の拡大スピードを読み誤ったことにあった。欧州諸国におけるフィードインタリフの導入による市場の爆発的急拡大、日本における住宅向け太陽電池導入補助制度の打ち切り(05年)、日本企業のシリコン調達問題への対応の遅れがその背景にあった<sup>4)</sup>。

国内の太陽電池工場の立地状況みると(表2)、国内トップ5であるシャープ、京セラ、三洋電機、三菱電機、カネカのうち、三菱電機を除く4社は関西系企業であることから、関西に主要生産拠点を設けている。また、工場立地の集積度においても関西が際立って最も高く、次いでトップとかなり差はあるが九州となっている。主流型の太陽電池である結晶シリコンは関西で主に生産され、九州では新しいタイプの太陽電池である薄膜シリコン、CIGS型が生産され、日本の太陽電池は関西と九州の2つの地域拠点で支えられている。

09年4月に入り、麻生政権が太陽光発電の規模を20年に現在の20倍にすることを盛り込んだ「未来開拓戦略」を発表し、世界一の座を奪還する計画をスタートさせた。09年6月には麻生政権が温暖化ガスの排出を20年に05年

4) 「決戦前夜 太陽電池」『日経ビジネス』2009.6.8号、泉谷渉「新エネルギー素材の時代がやってきた!!」『JASVA Day 九州 2008 講演予稿集』2008年10月、桑野幸徳・近藤道雄監修『図解 最新太陽光発電のすべて』工業調査会、2009年7月による。「燃える太陽光発電」『エコノミスト』2009.9.8号によれば、08年の国別生産量は中国に次いで2位となり、シェアは20%を切っている。企業別ではシャープ4位、京セラ6位、三洋電機10位となっている。

太陽電池産業の動向と地域におけるクラスター戦略

表2 国内地域別太陽電池工場

北海道東北	◎スペースエナジー(岩手県北上市)
関東甲信越	○シャープ(栃木県矢板市)、◎三菱電機(長野県飯田市☆)
東海	■三洋電機(岐阜県安八町)、○京セラ(三重県伊勢市)
関西	◎京セラ(滋賀県東近江市☆、野洲市)、○ソーラーシリコンテクノロジー(滋賀県彦根市)、○三洋電機(滋賀県大津市)、○三菱電機(京都府長岡京市)、◎クリーンベンチャー21(京都府京都市、木津川市)、◎■シャープ(奈良県葛城市☆)、○■シャープ(大阪府八尾市、堺市)、◎三洋電機(大阪府貝塚市☆)、○フジプレミアム(兵庫県たつの市)、■カネカソーラーテック(兵庫県豊岡市)
中国四国	◎島根三洋電機(島根県雲南市)
九州	○YOKASOL(福岡県大牟田市)、■三菱重工業(長崎県諫早市)、■富士電機システムズ(熊本県南関町)、▲ホンダソルテック(熊本県大津町)、▲昭和セルソーラー(宮崎県宮崎市、清武町)

(注) 結晶シリコン、結晶シリコンモジュール、薄膜シリコン、CIS/CIGS、複数拠点のある企業の主拠点を示す。

(出所) (株)産業タイムズ社『太陽電池工場マップ(国内編)』2009年6月、杉本完蔵「太陽光発電の最新動向と今後の展開」『太陽光発電シンポジウム&ビジネス交流会要旨集』2009年3月より作成。

比15%削減(90年比8%減)を示したのに対し、政権交代を果たした鳩山首相は、9月の国連気候変動サミットで90年比25%減というさらに高い目標を宣言し、太陽光発電の国内導入量に拍車をかけることになった。

一方、政府は09年1月から太陽光発電システムの設置補助金の支給を再開した。3kW以上のシステムで、かつ1kWの発電システムの価格が70万円以下のものを対象に、1kW当たり7万円を補助することにした。これに対し、地方自治体においても独自に上乗せした、太陽光発電システムの導入補助を開始するところが出てきた。また、09年4月の追加経済対策で打ち出された「スクール・ニューディール」で、小中学校への太陽光発電システム導入を国の95%補助により初年度1万2千校を目標に推進することになった。さらに、09年11月から、一般家庭の太陽光発電による余剰電力を10年間1kW当たり48円で買い取る制度(日本版フィードインタリフ制度)を開始した。

このような状況のなか、日本の太陽電池メー

カーは積極的な大型投資により巻き返しを図っている。09年半ばの時点において、国内首位のシャープは大阪府堺市とイタリアに薄膜太陽電池の大規模製造拠点を設け、堺市では10年3月から年産480MWの生産を予定し、将来的には1GWまで拡充することを計画している。2位の京セラはトヨタのプリウスのルーフに装着可能な太陽電池モジュールを開発する一方、野洲事業所(滋賀)で太陽電池セルの新工場の建設を進めている。3位の三洋電機は独自のハイブリッド型太陽電池「HIT」で5月に世界最高レベルの変換効率23%を達成し、二色の浜工場(大阪)で新工場棟の建設を行っている。さらに、薄膜太陽電池の生産を新日本石油との合併で始める<sup>5)</sup>。

野村証券は上述の導入補助政策により、08年において単年導入量226MW、約1000億円であった日本の太陽光発電システム市場が、09年には前年比約8割増の400MW、10年には同2.5倍の1GWになると予測した<sup>6)</sup>。この予測からも分かるように、国内太陽電池メーカ

5) 前掲「燃える太陽光発電」による。

6) 前掲「燃える太陽光発電」による。

は国内需要を梃子に、09年以降の世界の生産量ランキングにおいて急上昇が期待される状況となっている。

## 2. 九州の太陽電池メーカーの事業展開

九州には、太陽電池のセルからモジュールまで生産する三菱重工業、富士電機システムズ、ホンダソルテック、昭和シェルソーラーの4社と、モジュールだけ生産するYOCASOLの1社が立地し、計5社の太陽電池メーカーがある(表3)。YOCASOLでは主流型の結晶シリコンの太陽電池セルを外部から調達してモジュールの生産を行っている。太陽電池のセルを生産する4社は長崎に1社、熊本に2社、宮崎に1社あり、YOCASOLは福岡に進出しており、九州全体に広く分布している。

操業開始年次は一番早い三菱重工業でも2002年10月の操業で、他は全て06年か07年の操業であり、新興生産拠点の九州の太陽電池産業は黎明期にあるといえる。セルメーカーの製品は全て新しいタイプの薄膜系であり、薄膜シリコンを三菱重工業と富士電機システムズが

生産し、CIGS(CIS)型をホンダソルテックと昭和シェルソーラーが生産している。生産能力(09年時点)は三菱重工の128MWが最大で各社とも数十MWの水準にあるが、大幅な生産能力の増強が今後、予定されている。

三菱重工業は九州で最初に、アモルファス型の薄膜シリコン太陽電池から生産を開始し、その後、タンデム型の生産を07年10月に開始している。アモルファス型、タンデム型ともそれぞれ07年9月、09年6月に増設し、アモルファス型28MW、タンデム型100MWの規模となっている。三菱重工業は微結晶タンデム型の生産に当たって、独自開発の超高周波プラズマCVD(化学的気相成長)による生産コストダウンを目指し、共同研究先の(独)産業技術総合研究所(AIST)開発の高圧枯湯法の適用による微結晶シリコン高速製膜技術、新型プラズマ生成電極の適用による微結晶シリコン大面積製膜技術を開発している。

三菱重工業の微結晶タンデム型の構造は図2の通りで、アモルファス型との違いはアモルファスシリコンをトップセルにして、微結晶シリコンをボトムセルとして直列に追加したことであ

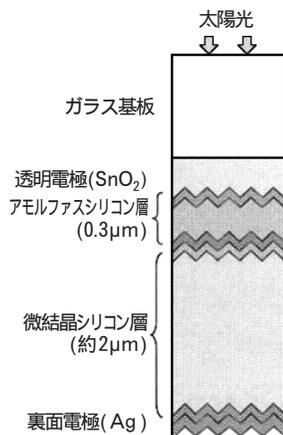
表3 九州の太陽電池メーカー

企業名	操業年次	製品	生産能力(年)
三菱重工業(株)	2002年10月	薄膜型微結晶タンデム及びアモルファス	128MW、2010年までに600MWへ増強予定
YOCASOL(株)	2007年11月	九州地区唯一の結晶系太陽電池モジュール生産	60MW
富士電機システムズ(株)	2006年11月	フィルム型アモルファス	40MW
(株)ホンダソルテック	2007年10月	CIGS化合物薄膜	27.5MW
昭和シェルソーラー(株)	2007年1月	CIS化合物薄膜	20MW、2011年に1000MWに増強予定

(出所) 『太陽電池産業の切り札、熊本』熊本県、2009年4月、谷口功「ソーラーアイランド九州形成に向けた提言」『太陽光発電シンポジウム&ビジネス交流会要旨集』2009年3月、九州経済産業局「太陽光発電の現状と今後の政策方向」『太陽光発電シンポジウム&ビジネス交流会要旨集別冊』2009年3月により作成。

る。アモルファスシリコンで吸収できない長波長の光を微結晶シリコンで吸収することにより、その変換効率を高めた。しかし、微結晶シリコンの光吸収係数がアモルファスシリコンより低いため、微結晶シリコンのi層(図の中央の層)の膜厚をアモルファスシリコンの5倍以上にする必要があり、そのため上述の高速製膜技術の開発を行った。

図2 微結晶タンデム型の構造



(出所) 立石輝夫「三菱重工における太陽電池の取り組みと今後の展開」『JASVA Day 九州 2008 講演予稿集』2008年10月による。

三菱重工の微結晶タンデム型は、結晶シリコンと比較して夏季の発電特性に優れ、影による出力低下が小さく、環境保全への貢献度が高いという特長がある。さらに、モジュールレベルでの変換効率15%を目標に、NEDO 未来技術研究開発(委託研究)により高効率の多接合(トリプル)太陽電池の開発に着手し、併せて製膜速度の高速化も目指している。トリプル型はトップセルにアモルファスシリコン、ミドル

セルに微結晶シリコン、ボトムセルに微結晶シリコンゲルマニウムの3層を形成することにより、微結晶シリコンで吸収できない、さらに長波長の光をボトムセルで吸収することにより変換効率を高めるものである<sup>7)</sup>。

富士電機システムズは、06年11月に熊本に進出し、三菱重工業に次いで九州で操業を開始した。生産能力は07年度12MW、09年度40MWで、さらに既存工場の隣接地に2棟の新工場を建設し、11年度には150MWを予定している。富士電機システムズは独自のフィルム型アモルファスの生産に当たって、フィルム基板の特徴を活かした、ステッピングロール製膜(共通真空槽内でのプラズマCVDとスパッタリング)、SCAF構造(外部配線が不要となる直列接続構造)技術、さらには放電周波数制御によるアモルファスシリコン高速製膜技術等を開発している。

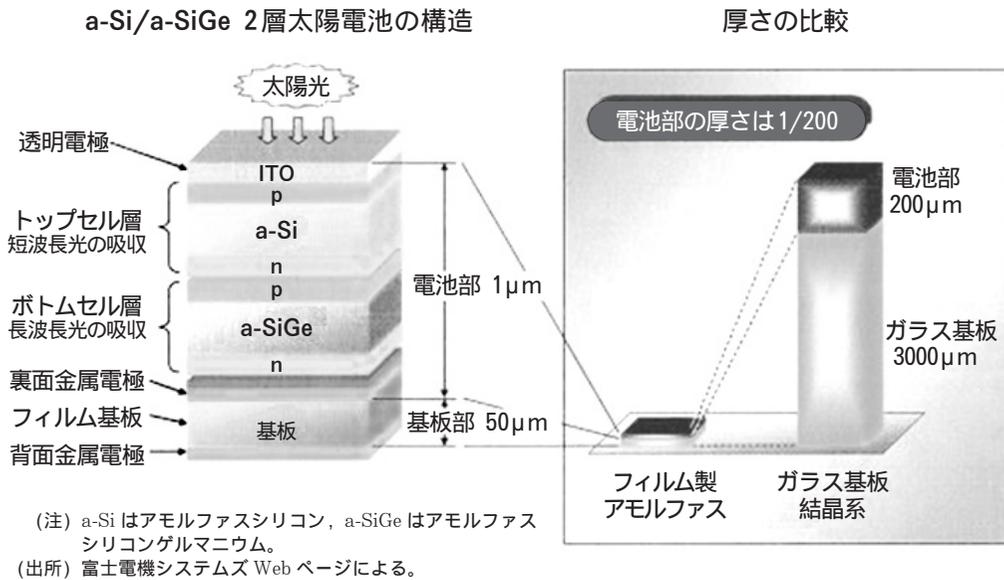
富士電機システムズのフィルム型アモルファスの構造は図3の通りで、フィルム基板を用いたタンデム型であり、トップセルにアモルファスシリコン、ボトムセルにアモルファスシリコンゲルマニウムを用いている。このフィルム型アモルファスは軽量、フレキシブルで、大面積化が可能でロールツーロール生産ができるという特長がある。また、結晶シリコンと比べて高温時の効率低下が少なく、環境保全への貢献度が高い。フィルム型のため、応用製品に大きな可能性を秘めており、ペロタクシー(48W)、飛行船気球(192W)への取り付け、さらにはフジパワーレスキュー(災害停電時・レジャー用電源)を開発している<sup>8)</sup>。

昭和シェルソーラーは、07年1月に宮崎に進出し、生産能力は07年20MW、09年60

7) 高塚汎「高効率薄膜シリコン太陽電池」『太陽光発電シンポジウム&ビジネス交流会要旨集』2009年3月、山内康弘「高効率薄膜シリコン太陽電池の高スループット製造技術の開発と課題」『SIIQ 第1回技術創造研究会講演資料』2008年10月、前掲「三菱重工における太陽電池の取り組みと今後の展開」による。

8) 斉藤純一郎「環境とエネルギーに貢献するフィルム型アモルファス太陽電池」『太陽光発電シンポジウム&ビジネス交流会要旨集』2009年3月、高野章弘「富士電機の薄膜シリコン太陽電池への取組みと今後の戦略について」『エコテクノ 2008 太陽電池セミナー講演予稿集』2008年10月、西原啓徳「フィルム型

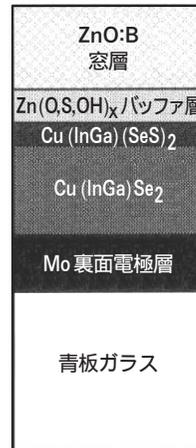
図3 フィルム型アモルファスの構造



MW で、11 年以降において 1GW へと生産量の拡大を予定している。昭和セルソーラーは薄膜シリコンと同じく薄膜系である CIS 型<sup>9)</sup>の生産に当たって、p 型 CIS 系光吸収層に対して SAS 法 (セレン化後の硫化法, セレン使用量大幅削減, 薄膜化容易), n 型高抵抗バッファ層に対して溶液成長法, n 型 ZnO 透明導電膜窓層に対して MOCVD (有機金属気相成長) 法の技術を開発している。

昭和セルソーラーの CIS 型の構造は図 4 の通りで、銅 (Cu), インジウム (In), ガリウム (Ga), セレン (Se) を用いた化合物半導体によって光吸収層を形成し、シリコンを使っていないし、CdTe 型のように汚染物質カドミウムを用いていない。この CIS 型は結晶シリコンよりも長波長域までの光を吸収できるため、薄膜系の中では高い変換効率が得られるという

図 4 CIS 型の構造



(出所) 榎屋勝己「昭和セルソーラーの戦略と技術」『太陽光発電シンポジウム&ビジネス交流会要旨集』2009年3月による。

アモルファス太陽電池」『SIHQ 第 1 回技術創造研究会講演資料』2008 年 10 月による。富士電機アドバンステクノロジーでフィルム型トリプル接合太陽電池の研究開発を進めている。太陽電池製品である FWAVE は第 2 回ものづくり日本大賞の経済産業大臣賞 (製品・技術開発部門) を受賞。

9) 昭和セルソーラーではガリウムを使用しているが、自社の太陽電池を CIS 型と呼んでいる。

特長がある。また、優れた耐久性を示すとともに、結晶シリコンと比べて生産プロセスが少ないためコスト削減ポテンシャルが高く、商業化が開始されたばかりで成熟技術でないため高い将来性を有する。さらに注目すべきは、太陽電池の製品開発に当たって資源循環型社会に対応したトータルライフサイクルの視点で製品開発を進めている<sup>10)</sup>。

### 3. 九州における太陽電池産業クラスター構想

#### (1) 太陽光発電のサプライチェーンの形成

薄膜系の太陽電池の世界的な生産拠点となっている九州において、次世代の産業構造を支える基幹産業として位置づけ、更なる集積に向けた気運が高まってきている。九州は、シリコンアイランドと呼ばれる半導体、FPD産業の集積地であるため、技術親和性の高い太陽電池産業への参入において技術、人材面等で優位性がある。実際、太陽電池産業と半導体、FPD産業の製造工程を比較すると明らかなように、生産技術、材料・部材において類似性が非常に高く、参入のハードルは低い。また、太陽電池が光を電気に変えるのに対し、FPDにおいてはその逆で電気を光に変えていることから、太陽電池産業はその延長線上に存在する産業といえる。

また一方、太陽電池の研究開発機能についてみると、九州大学、九州工業大学を中心に多数の関連分野の研究者がおり、薄膜系の太陽電池の中でも次世代タイプといえる有機系(色素増

感、有機薄膜型)の研究者に厚みがある点に特色がある。有機系太陽電池に関して、北九州薄膜太陽電池研究会(北九州産業学術推進機構)、有機薄膜研究会(熊本県産業技術センター)がすでに立ち上げられている。さらに、九州の住宅用太陽光発電導入実績は2007年度において7.7万件(29MW)で全国比19.2%を占め、普及率(導入件数を一戸建て件数で除したもの)は全国の1.6倍となっている。九州の日射条件を反映したもので、旺盛な需要をみることができる<sup>11)</sup>。

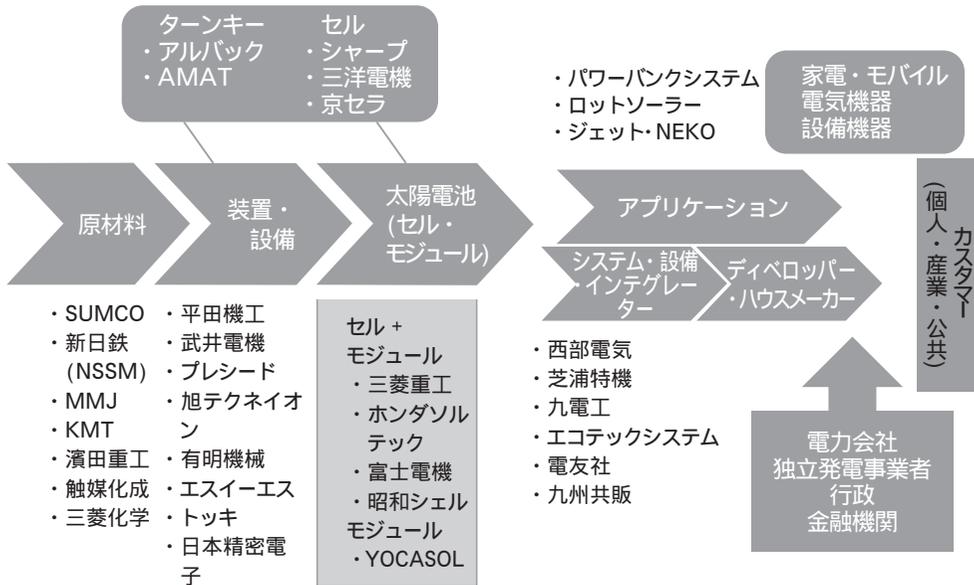
このような状況を背景として、図5に示されるような太陽光発電のサプライチェーンが九州においてすでに形成されている。原材料、装置・設備、太陽電池製造に至る関連産業が集積し、さらには太陽電池を用いた製品を作るアプリケーションメーカー、太陽光発電システムメーカー、太陽光発電設備業者等が誕生してきている。そこで、太陽電池産業への参入状況を具体的にみるため、装置メーカー2社(武井電機工業、プレシード)、設備機器会社1社(芝浦特機)を取り上げる。地場企業が進出しやすいこれらの分野における、その実態について簡単に触れることにする。

武井電機工業(佐賀県みやき町)は、02年よりFPD向け薄膜レーザパターニング装置の開発を行い、レジスト塗布から洗浄までの6工程を個体レーザによる直接加工で1工程にすることに成功した。これは、05年度の中小企業・ベンチャー挑戦事業のうちの実用化研究開発事業(経済産業省補助事業、総開発費用6千万円)を九州大学、大阪大学と共同で実施した成果で

10) 榑屋勝己「昭和シェルソーラーの戦略と技術」『太陽光発電シンポジウム&ビジネス交流会要旨集』2009年3月、榑屋勝己「CIS系薄膜太陽電池の製造技術」『SIIQ第1回技術創造研究会講演資料』2008年10月による。なお、ホンダソルテックは光吸収層に対してセレン化法を用いている。太陽電池製品であるソラシス(solacis)は第2回ものづくり日本大賞の優秀賞(製品・技術開発部門)等を受賞。

11) 九州経済産業局「太陽光発電の現状と今後の政策の方向」『太陽光発電シンポジウム&ビジネス交流会要旨集別冊』2009年3月、『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』(財)九州地域産業活性化センター、2009年3月、『ソーラーアイランド九州へのシナリオ 九州の太陽光発電産業の実態と拠点化へ向けての提言』(財)九州経済調査協会、2009年5月(前の報告書と同一内容)による。

図5 九州における太陽光発電のサプライチェーン



(出所) 谷口功「ソーラーアイランド九州形成に向けた提言」『太陽光発電シンポジウム&ビジネス交流会要旨集』2009年3月による。

あった。レーザプロセスを有する薄膜太陽電池の製造分野を、レーザパターニング装置のターゲット市場として追加し、日立ハイテクトレーディングを通して市場に参入している。さらに、企業間コラボレーションによる、CIGS型太陽電池用裏面電極形成ラインの開発(モリブデンの製膜からレーザパターニング、洗浄工程までのライン構築)にも取り組んでいる<sup>12)</sup>。

プレシード(熊本県宇城市)は、FPD関連装置においてガラス基板搬送ライン、レジスト塗布ライン、基板供給装置等の製造実績があった。また、FPD関連の研究開発においてもプロセスメーカーとの共同開発を始め、大型基板への対応、ミクロンレベルの塗布膜圧制御に取り組

んできた。これらの経験をもとに、太陽電池用ガラス基板搬送ニーズに対応し、開発コンセプト「クリーン・精密・省エネ」を堅持しながら、基板投入CV、カセット搬送ライン等の製造に参入を果たしている。その結果、太陽電池の売上比率が08年において前年と比べて約2倍の21.7%となり、売上比率の順位がFPD、自動車の順からFPD、太陽電池の順へと変動している<sup>13)</sup>。

芝浦特機(福岡県北九州市)は、設備機器販売会社による太陽光発電マンションへの進出例である。屋上に一戸毎の太陽光発電パネルを設置し、エコキュート等を組み合わせ、各入居者の光熱費をゼロに近づけるマンションを目指し

12) 桑原太郎「レーザパターニング装置と太陽光発電分野に向けた取組み」『太陽光発電シンポジウム&ビジネス交流会要旨集』2009年3月による。

13) 松本修一「FPD生産設備ビジネスからの転進」『太陽光発電シンポジウム&ビジネス交流会要旨集』2009年3月による。プレシードと崇城大学生物生命学部岩原特任教授は太陽光発電を動力源に使った水浄化システムを共同開発した。河川や海の富栄養化につながる窒素やリンなどの栄養塩を特殊な膜を通して電気的に除去するもので、実証実験を進め2年後の発売を目指している(『熊本日日新聞』09年7月8日)。

た。09年3月時点で、太陽光発電マンションの完成物件は8件、入居世帯数543世帯、年間発電量87万kW、計画物件は4件、入居世帯数277世帯、年間発電量43万kWとなっている。オーナー・居住者・環境(社会)の3者でWin-Winの関係を築くというビジネスモデルを追求し、自社の賃貸マンション6棟全てが満室で、年間手取り収入額1億2千万近くを達成している<sup>14)</sup>。

## (2) “ソーラーアイランド九州” に向けての取り組み

九州では経済産業省の産業クラスター計画、文部科学省の知的クラスター創成事業が実施され、半導体産業及びシステムLSI設計のクラスターの形成が進められてきた。産業クラスター計画は地域の中堅中小企業・ベンチャー企業に、知的クラスター創成事業は地域の大学等研究機関にウエイトが置かれているという違いがある。しかし、共に企業、大学、公的研究機関、地方自治体が産学官連携、産産・異業種連携、人的ネットワーク等を構築することにより、次々とイノベーションが起り、新事業が生み出されていくシステムの形成を目指すものであった。

九州経済産業局は、このような半導体関連のクラスターに加え、技術親和性の高いソーラークラスターの形成へ向け、九州を次世代太陽光(薄膜系)の集積拠点とする取り組みを開始した。具体的には08年度において、企業対策として専門(研究)人材・関連企業集積調査、研究開発プロジェクトメイキング、太陽電池評価拠点構想の推進、太陽光産業拠点化調査等を、需要サイド対策として太陽光発電導入セミナー、先導事業の推進(メガソーラー構想、離島グリー

ンエネルギー構想)を、拠点組織としての活動として九州地域太陽光発電関係団体連絡会の開催等を実施した<sup>15)</sup>。

上記の太陽光産業拠点化調査は、(財)九州地域産業活性化センターによって行われ、九州の太陽光発電産業の実態を整理し、産業集積の促進、産業クラスターの形成促進ための施策を提示することを目的とした。その結果、“ソーラーアイランド九州”を掲げ、薄膜系の太陽電池を核とする太陽光発電産業の拠点を形成することを目指すことになった。国際的なビジネス展開やイノベーションにより産業革新が急速に進展するとともに、太陽光発電システムの普及導入トップランナーとして低炭素社会の構築で世界を先導する地域とすることを構想した<sup>16)</sup>。

このようなソーラークラスターの実現に向け、大きく分けて産業形成支援施策と普及導入支援施策が提示された。産業形成支援施策には、地場企業の参入・取引拡大、人・情報の交流、産業発展の基盤の3分野において表4に示す施策が提案された。また、普及導入支援施策はグリーン電力証書流通スキーム、LLP等によるメガソーラー構築、九州グリーン電力基金活性化スキーム、PV(太陽電池)施工業者認証・ビジネスコンサル育成スキーム、税制優遇・規制緩和プログラムスキームが提案された。

表4のPVメーカーの課題解決支援は、国内の太陽電池メーカーの技術的課題解決を目的として、直接意見交換を行う企業内覧会形式の「場」を設けるものである。太陽電池メーカーのニーズと地場企業のシーズのマッチングにより、太陽電池メーカーと地場企業との取引拡大を目指している。アプリケーション開発支援は、太陽電池を使った新しいアプリケーション

14) 新地哲己「集合住宅への太陽光発電システムの実績と動向」『太陽光発電シンポジウム&ビジネス交流会要旨集』2009年3月による。

15) 前掲「太陽光発電の現状と今後の政策の方向」による。

16) 前掲『ソーラーアイランド九州へのシナリオ 九州の太陽光発電産業の実態と拠点化へ向けての提言』、谷口功「ソーラーアイランド九州形成に向けた提言」『太陽光発電シンポジウム&ビジネス交流会要旨集』2009年3月による。

表 4 ソーラーアイランド九州に向けた産業形成支援策

地場企業の参入・取引拡大	①PVメーカーの課題解決支援(企業内覧会)
	②アプリケーション開発支援(アイデアコンテスト+パネル提供)
	③技術・製品の提案支援(製品評価支援)
人・情報の交流	④ソーラーアイランドワークショップの開催
	⑤太陽電池関係企業・研究者DBの作成
産業発展の基盤形成	⑥太陽電池産業を担う人材育成支援
	⑦次世代技術研究開発プロジェクトの実現

(出所) 『ソーラーアイランド九州へのシナリオ』(財)九州経済調査協会, 2009年5月による。

ン開発を目的として、ビジネスプラン・アイデアコンテストを実施するものである。優れたプランを提案した企業には賞金として事業化に向けた資金と試作・検証に必要な太陽電池パネルの両方を提供し、地場企業の新製品の商品化を支援する。技術・製品の提案支援は、地場企業が有する技術・製品が太陽電池メーカーの技術ニーズに合致したものが否かを、太陽電池メーカーにその評価を依頼する仕組みを作ることにより、地場企業の技術の事業化や製品の販路拡大を図るものである。

ソーラーアイランドワークショップの開催は、太陽光発電に関連する企業・研究者等を対象としたセミナー、商談会、地場企業によるプレゼンテーションなどを内容とするものである。ビジネスチャンスを生創造する交流、気づき、縁づくりの場を提供する。太陽電池関係企業・研究者DBの作成は、太陽光発電関連の企業情報、研究者情報、行政情報、基本情報をデータベース化し、関連産業の集積、取引拡大を目指すものである。

太陽電池産業を担う人材育成支援は、産学官連携による総合的な人材育成プログラムを策定し、研究開発・生産性向上に携わる研究者・技術者のみならず、生産現場で働く技能職人材、グローバル展開を視野に入れた受け入れ留学生、太陽電池の普及を支えるデザイン・建築系人材の育成を目指すものである。次世代技術研

究開発プロジェクトの実現は、薄膜系の太陽電池における世界的研究開発拠点・人材育成拠点として、ソーラーアイランド九州のブランド形成を促進することを目指している。併せて、研究者・人材・企業・情報等の吸引力の向上(マグネット効果)を図るため、各種研究開発プロジェクトを推進するものである。

研究開発プログラムとして、短期から長期までのタイムスパンの中で、薄膜PV量産プロセス、大規模系統連携システム、薄膜PVコピキタス応用、リサイクル技術、有機系太陽電池の研究開発が挙げられている。また、九州内の大学、研究機関等が拠点となり、複数拠点の連携型(バーチャル連携大学院)による、薄膜PV技術の学際化・統合化・ワンストップ化で研究開発を進めていくという構想を描いている。

#### 4. 熊本における太陽電池産業クラスターによる経済活性化

##### (1) 太陽電池メーカーの立地動向と産学官連携

熊本には、太陽電池メーカーのホンダソルテック、富士電機システムズの2社を頂点とした太陽電池関連企業が表5のように立地している。熊本県では、このような産業集積をベースとして、太陽電池産業の振興により地域経済活性化を図ることを目指している。そこで、太陽電池産業の状況を具体的に把握するため、太陽電池

太陽電池産業の動向と地域におけるクラスター戦略

表 5 熊本県内太陽電池関連企業

太陽電池メーカー(2社)	富士電機システムズ(株)熊本工場、(株)ホンダソルテック
製造装置(8社)	(株)プレシード、ローツェ(株)九州工場、阪和電子工業(株)熊本工場、(株)アムド熊本事業所、(株)三幸九州TEC、(株)堀場エステック阿蘇工場、マイクロ技研(株)九州工場、(株)ジャパンユニックステクノセンター
部材・素材(4社)	(株)オジックテクノロジーズ本社・合志事業所、日本精密電子(株)熊本工場、(株)マルマエ熊本事業所、東海カーボン(株)田ノ浦工場
その他(5社)	(株)パワーバンクシステム、(株)末松電子製作所、オムロン阿蘇(株)、(株)旭精機熊本事業所、(株)ミヤマラ

(出所) 『太陽電池産業の切り札 熊本』熊本県、2009年4月より作成。

メーカー2社の熊本への進出と産学連携についてみていくことにする。

まず、ホンダソルテックの熊本進出は、熊本県大津町のホンダの熊本製作所内への立地であった。進出理由として、シリコンアイランドで磨かれた優秀な人材が太陽電池製造における技術者として活用できること<sup>17)</sup>、ホンダの事業拠点の中で新規事業を行うのに必要な土地や立地に関する条件に合致していたことが挙げられている。ホンダは1990年にソーラーカーレースに参戦し、02年にCIGS型太陽電池を独自開発し、06年12月に熊本製作所敷地内にホンダソルテックを設立した。ホンダソルテックは当初、ホンダエンジニアリングが生産したものを販売することからスタートし、07年に一般住宅向けの太陽電池モジュールの量産・販売を開始し、08年に公共・産業用のモジュールの量産・販売を開始した。

ホンダソルテックの資本金は40億円(工場の投資金額約70億円)で、従業員数は約150

人(フル生産時)、生産能力は27.5MWである。生産するCIGS型の太陽電池の発電層の厚みは2~3 $\mu$ mで、結晶シリコンの約80分の1であり、一部分が影におおわれても大きな電圧低下を起こすことなく安定した発電性能を発揮するという特長を持つ。ホンダの国内16事業所と海外6事業所にこの太陽電池を設置する(08年10月時点)とともに、米国カリフォルニア州にあるHonda R&D Americasには太陽電池式水素ステーションを設置し、燃料電池車に水素を供給するシステムの実験を行っている<sup>18)</sup>。

09年度中に国内の販売店数を、木造住宅メーカー大手の一条工務店や各地の施工業者との新たに取引により、08年度の140程度から250へと倍増し、09年の5割程度の稼働率から10年の後半にはフル稼働する計画である。また、09年に輸出の前提となる製品の安全認証をドイツの第三者機関より取得し、早ければ10年度中に欧州に本格輸出することを計画している。さらに、雪や塩害対策を施した太陽電池の販売

17) 『日本経済新聞』09年7月28日によれば、九州に生産拠点が集中する大きな理由は、太陽電池同様にクリーンルームを使って装置を扱う半導体工場の勤務経験者が多いことによるもので、ホンダソルテックや富士電機システムズでは立ち上げ時、現場要員の約4割を半導体工場の経験者が占めた。

18) 『太陽電池産業の切り札 熊本』熊本県、2009年4月、ホンダソルテック Web ページ、ホンダソルテックプレスリリース(07年10月10日、09年6月23日)による。

を開始するとともに、変換効率を09年の11%から、2年間のうちに結晶シリコン並みの13%程度に引き上げることを目指している<sup>19)</sup>。

ホンダソルテックの太陽電池は、阪神甲子園球場の内野席を覆う屋根「銀傘」の1600枚の太陽光発電パネルに採用され、総出力200kW、投資額約1億5000万円で10年3月の稼働を予定している。また、ホンダは09年10月の東京モーターショーにホンダソルテックの太陽電池を搭載した電気自動車(コンセプトカー)を出品した。ただ、発電能力は110Wほどで、車内の熱気を逃がすファンの動力を補える程度のものであった<sup>20)</sup>。

一方、富士電機システムズの熊本進出は、熊本県及び南関町の熱心な誘致活動によるものであった。「環境立県くまもと」を県が打ち出していたこと、半導体産業の集積による技術系人材の確保の容易性、応用製品の開発における地元企業とのコラボレーションの可能性等がその理由として挙げられている。富士電機の研究開発部門である富士電機アドバンステクノロジーで開発されたフィルム型アモルファス太陽電池は、04年に発売開始された。この製品は厚さ1mm、重さ1kg/m<sup>2</sup>で、屋根鋼板との一体化により「発電する屋根」を可能にするものであった。05年9月に着工した熊本工場が06年11月に完成し、従業員50名で生産開始するとともに、フィルム型の特長を活かした様々な用途への利用に向け、太陽電池セルを中心としたバリューチェーンの構築を目指していた。また将来、市場に近い欧州、中国でのモジュール生産の可能性も視野に入れ、熊本に進出している。

富士電機システムズについて注目すべきことは、熊本大学、くまもとテクノ産業財団と産学官連携協定を05年に結んだことである。富士

電機システムズが保有する太陽電池技術を中心とした自然エネルギー分野における、研究開発、人材の育成、地域産業の育成・活性化及び雇用機会の創出を目的としていた。この背景には、富士電機システムズが熊本への工場進出を契機に、産学官連携により、上で述べたように裾野産業を含めて事業を拡大していきたいという方針があった。また、熊本大学は衝撃エネルギー分野で世界的研究拠点(COE)に指定され、太陽電池についても企業との共同研究により、研究・人材育成において社会的貢献を意図していた。さらに、熊本県が「環境立県くまもと」を目指していたことから、三者の産学官連携に至った。

具体的には、三者を核としたソーラーエネルギー等事業推進協議会を結成し、モデル事業を行うことに合意した。モデル事業では、企業連携により裾野産業を活性化し、地域における産業の育成・支援、人材育成、雇用機会の創出等に貢献することを目指した。また、熊本大学と富士電機システムズは包括的な産学連携に関する協定を結んだ。二つの事業内容は表6の通りで、進出企業との産学官連携が進出時に直ちにスタートするという、今までにない画期的事例であった<sup>21)</sup>。

事実、協定に基づき実施された産学官連携に関し、富士電機システムズサイドから、熊本ソーラー産業振興戦略(06年11月)の策定、迅速な保守、点検を目的とした、新ラインでの地元企業への設備発注、一部工程での作業委託の実施による地元産業との連携、地元企業、大学との連携による応用製品の共同開発、優秀な人材の雇用等、の実績が評価されている。共同開発の事例として、半導体製造装置組み立ての(株)ミヤムラ(熊本市)が09年2

19) 『熊本日日新聞』09年2月20日、09年6月17日、『日本経済新聞』09年10月24日による。

20) 『日本経済新聞』09年10月2日、『熊本日日新聞』09年10月8日、10月24日による。

21) 富士電機システムズプレスリリース(04年10月1日、05年8月25日、06年11月24日、07年10月4日)、熊本県企業立地課聞き取り調査(09年7月)による。

表 6 産学官連携協定による事業内容

モデル事業	①共同研究の実施
	②研究開発成果物の生産、販売の促進
	③大学の所有する技術移転の推進
	④自然エネルギー普及啓発の推進
産学連携	①共同研究の推進・・・太陽電池における、現在の素材に替わる新素材開発の研究や高効率化などの研究
	②寄附講座の提供・・・人材育成を目的とした、主に環境・エネルギー分野における寄附講座
	③インターン生の派遣・受入れ・・・太陽電池工場を活用したインターン生の派遣・受入れ、さらには工場内の設備を利用した実学教育

(出所) 富士電機システムズプレスリリースより作成。

月に、太陽の軌道に合わせてパネルが自動的に動く太陽光発電システム(採光型ルーバ)を開発した。第1号の製品を県の産業展示場であるグランメッセ熊本に納入した。今後、富士電機システムズ、熊本大学と共同研究を進めて改良を行い、将来的にミヤマは製品輸出を目指している。また、プラスチック加工の(株)パワーバンクシステム(熊本市)も産学官連携によりフィルム型太陽電池を用い、08年9月に船舶の非常用電源を製品化している<sup>22)</sup>。

#### (2) ソーラー産業振興戦略とその事業展開

富士電機システムズの熊本進出を契機に策定された熊本ソーラー産業振興戦略は、県内産業の振興及び『環境立県くまもと』の実現を目的に、すでにある3つのフォレスト(熊本ものづくり、熊本セミコンダクタ、熊本バイオフォレスト)に続く4番目のフォレストとしてソーラー産業の拡大を図るものであった。ソーラー産業振興戦略は、県内ソーラー産業の数値目標として、産業規模、雇用規模を2010年に600億円、700人、2015年に1000億円、1000人に設定し

た。同時に、世帯、事業者の太陽光発電システム設置件数を10年度に、05年度の9600世帯、65ヶ所に比べて倍にする目標を立てた。

そして、ソーラーエネルギー先進県に向け、産業振興と普及啓発の両面の戦略で対応するという方針が提示された。産業振興のための戦略として、ソーラー産業への参入支援(情報提供・連携支援、技術的・製品開発支援、資金的・販路拡大支援)、人材育成(技能者・技術者の育成と活用、高度人材の育成、若年層に対する教育)、企業の最先端あるいは独創的な技術開発、大学等による研究開発・共同研究に対する支援、半導体関連企業の集積等の優位性を活かしたソーラー関連企業の積極的誘致、を掲げた。一方、太陽が降り注ぐ南国での住宅用太陽光発電システムの高い普及率(07年度末、熊本は3.08%で全国2位)を背景に、普及啓発のための戦略として、更なる、県民等に対する啓発活動、個人住宅・民間事業者等に対する普及へ向けた取り組み、を掲げた。戦略実施に向け、県及びソーラーエネルギー等事業推進協議会が中心となって取り組んで行くこと

22) 前掲「環境とエネルギーに貢献するフィルム型アモルファス太陽電池」、『熊本日日新聞』09年2月5日による。

になった<sup>23)</sup>。

ソーラー産業振興戦略の展開状況を具体的にみると、ソーラーエネルギー等事業推進協議会は事務局を県の中核的産業支援機関である、くまもとテクノ産業財団に設置し、次のような09年度事業計画を実施に移した。普及啓発事業として、くまもと環境祭2009へのソーラー関連製品等展示、ソーラーエネルギー関係パネル等の設置、太陽電池応用製品アイデアコンテストの開催等を行った。また、研究開発支援事業として講演・意見交換会の開催、要望ヒアリング、人材育成支援事業として太陽光発電講座を実施した。地域産業活性化支援事業では、県内ソーラー人材マップの作成、ソーラー関連産業施策等セミナーの開催を行った<sup>24)</sup>。

これに対し、県では09年度において、研究開発支援のため、太陽光発電関連製品研究開発支援事業として120万円を限度に対象経費の2分の1を補助(2件予定)した。太陽光発電パネルを活用した応用製品や太陽電池製造装置など、太陽光発電に関する新商品・新製品の開発を対象とした。普及促進のため、熊本県太陽光発電システム設置補助金として、産業用システム導入に対し1000万円を限度に対象経費の4分の1以内の補助(15件予定)を行った。また、くまもとソーラー普及拡大事業として、住宅用

システム導入に対し1kW当たり3万5千円の補助を実施した<sup>25)</sup>。販路開拓支援のため、製品普及キャンペーンを目的としてPV Expo(東京ビッグサイト)に太陽光関連製品を出展した。

さらに、啓発活動のため、太陽光発電への理解とシステム導入への契機となることを目的に「くまもとソーラーパーク」認定事業を実施した。県内で10kW以上の太陽光発電システムを導入し、普及啓発のための一般の見学を受け入れる体制を整えている施設・事業所を認定した。09年2月時点で、1645kWの発電システムが導入されている(株)再春館製薬所を始め26施設・事業所が認定されている。また、『熊本発：地球を救う太陽電池』会議を開催し、県内に立地する太陽電池メーカー2社と、九州電力、熊本大学、県が参加し、太陽電池を活用したアイデアコンテストや「くまもとソーラーパーク」認定事業等について意見交換が行われた。

一方、太陽電池に関する研究交流の場を提供するため、09年2月に有機薄膜研究会が熊本県産業技術センターを中心に設立された。進出半導体装置企業である東京エレクトロンと、地元製造装置(自動車、半導体等)企業であり、太陽電池パネルの製造装置生産への参入を08年11月に発表した平田機工の協力を得て運営する。技術課題をまとめるほか、企業連携の枠

23) 『熊本ソーラー産業振興戦略 4つめのフォレストを目指して』熊本県、2006年11月、前掲『太陽電池産業の切り札、熊本』による。産業規模には、太陽光発電システムに関連する製品、部材等の出荷額、これらを製造するための装置・生産設備の受注額、太陽光発電システムの設置工事費、太陽光発電システムによる発電量(料金換算)を含んでいる。

24) ソーラーエネルギー等事業推進協議会のWebページによる。九州の大学生や高専生を対象とした「太陽電池応用製品アイデアコンテスト」で、09年は崇城大学の「涼感シェルター e・co・ka・ge」を最優秀賞に選んだ。これは、屋根部分に取り付けたソーラーパネルで発電し、ミストを発生させたり、ファンを回したりできる休憩スペースで、夜間はLEDライトがつく作品である(『熊本日日新聞』09年11月13日)。

25) 09年6月の補正予算で産業用1億5千万円、住宅用1億7600万円の太陽光発電システムの予算(財源は国の地域活性化・経済危機対策臨時交付金)を盛り込んだ。産業用は10kW以上が対象で、特例として(1)県内製の太陽光パネルを設置、(2)県内の中小企業を直接の工事の発注先とする場合は限度額3000万円、補助率3分の1とした。補助を受けた事業所等に対し、後述の「くまもとソーラーパーク」への認定を義務づけた。さらに、この事業で補助を受ける者、太陽光発電施設を設置する者、その設置工事の施工に必要な設備の導入を行う者に対し、新事業展開支援資金の低炭素社会実現推進枠により、企業5000万円、組合1億円を限度に低利融資(年2.1%以内)の制度が設けられた。住宅用については、熊本市、大津町など8市町の在住者には数万円の独自補助が上乘せされる(『熊本日日新聞』09年7月2日)。

組みを構築し、国の研究開発プロジェクトなどへの応募を目指した。有機系太陽電池、有機 EL ディスプレイ、有機 EL 照明等に共通して必要となる有機薄膜技術を対象とした研究会で、月 1 回のペースで有機薄膜デバイスの製造等をテーマに開催された<sup>26)</sup>。

### (3) ソーラー産業振興戦略の課題とソーラープロジェクトチーム

上で述べた、富士電機システムズの熊本県南関町への工場進出を契機に策定されたソーラー産業振興戦略と、それに基づいた事業等について、いくつかの問題点を指摘することができる。もちろん、富士電機システムズとの産学官連携は先駆的試みとして高く評価できるものであるが、ホンダソルテックも巻き込む形での広がりが見られない点に物足りなさを否めない。

まず、ソーラー産業振興戦略においてソーラーフォレストという太陽電池の産業集積地がイメージされているが、そのビジョンが不明確なことである。フォレストとは森林、林立を意味するが、太陽電池関連企業が各種の連携、協力のためのネットワークを形成し、互いに競争しながらイノベーションを創出していく姿をそれからは描きにくい。実際、ソーラー産業振興戦略において明示的にクラスターを形成し、イノベーションの創出を可能にする道筋は示されていない、各種事業がクラスター形成へ向けてどのような意義があるのか明らかでない。

シリコンアイランド九州において熊本の半導体産業はその存在感は大きい、それは進出大手企業の規模と数においてである。進出大手企業と下請、系列会社という縦割りのネットワークは形成されているが、半導体産業クラスター

の形成に成功しているとはいえない。太陽電池産業においても同じ蹉跌をきたす可能性が秘められている。県が今までとは異なった振興戦略を打ち出さなければ、半導体産業と同様に“頭脳”部分は大都市圏に残り、太陽電池産業の“手足”部分であることを甘受することになる。

二つ目は、かつての熊本における半導体関連企業の進出の際と同様に、依然として受身の産業振興へ傾斜していることが指摘できる。太陽電池メーカー 2 社が立地し、太陽電池関連産業の拡大が見込めるという発想から、ソーラー産業振興戦略を策定するのでは遅すぎるともいえる。太陽電池産業は技術的に半導体、FPD 産業の延長線上にあるデバイス産業であり、半導体、FPD 産業が成熟していくなか、熊本を太陽電池産業クラスターとして売り出すには、太陽電池産業に早くから目を付ける先見性を持つ必要があった。

三つ目は、ソーラー産業振興戦略において旧来型産業振興施策を採用しており、クラスターを意識した斬新なアイデアと活発な議論のもと、それからの脱却、“チェンジ”が必要といえる。産業振興のための戦略として挙げられた、ソーラー産業への参入支援、人材育成、研究開発支援、関連企業の誘致は、これまで熊本において大手企業の進出に対応して産業振興の名のもとに行われたものと全く同じである。すなわち、大手企業の周辺産業の拡大に向けた支援、大手企業への生産現場労働者の供給、外発に大きく依存した集積の促進といった旧来型の施策をそのまま踏襲しているように見える。

四つ目は、需要サイドへのウエイトが相対的に大きいことである。県は産業用、住宅用太陽

26) 熊本県産業支援課聞き取り調査 (09 年 7 月)、前掲『太陽電池産業の切り札、熊本』、前掲『ソーラーアイランド九州へのシナリオ 九州の太陽光発電産業の実態と拠点化へ向けての提言』、熊本県産業技術センター資料、熊本県 Web ページ、『熊本日日新聞』08 年 11 月 13 日、09 年 6 月 4 日、『日本経済新聞』09 年 1 月 2 日による。有機薄膜研究会には企業や大学など約 100 組織が参加している (『日本経済新聞』09 年 7 月 28 日)。

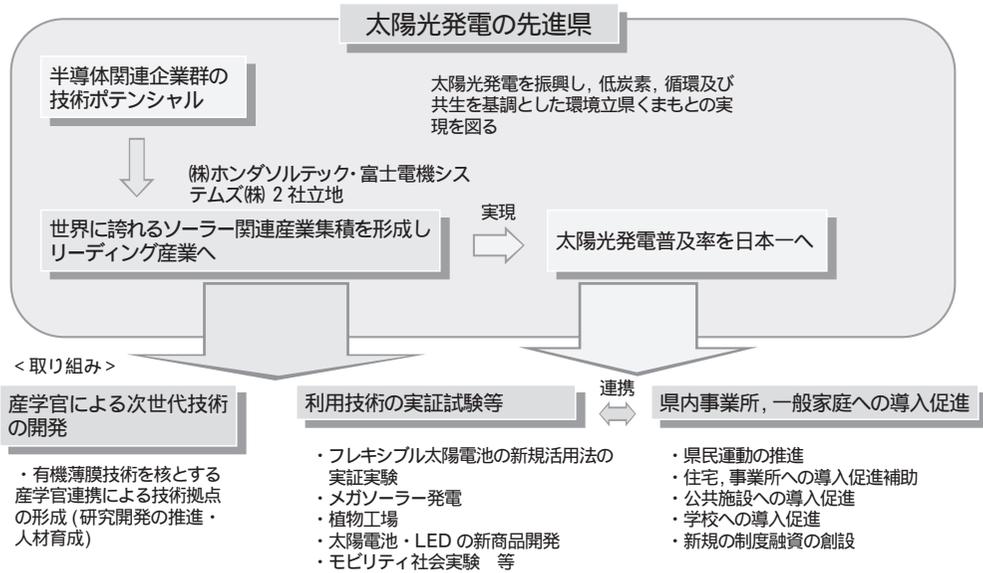
光発電システムに対し積極的に補助金を支給し、太陽光発電システムの普及に力を注いでいる。普及促進は確かに太陽光発電システムの施工業者を育成するのに直接的効果はあるが、需要創出によって太陽電池関連企業の進出あるいは輩出を期待できる状況になく、県内に太陽電池産業クラスターが形成されていくものでもない。というのは、県内需要の我が国全体に占める割合はいくら頑張っても僅かな比率に止まらざるをえないからである。むしろ、太陽光発電システムの耐用年数が20年を超える長期であることを考慮すると、需要の先取りになってしまう懸念すらある。

五つ目は、ソーラー産業振興戦略における施策が九州全体を対象とした“ソーラーアイランド九州”の実現に向けた施策、特にその産業形成支援施策と大差ない(パッチャル連携大学院を除き)ことが指摘できる<sup>27)</sup>。もちろん、先に

策定されたのがソーラー産業振興戦略であるが、産業振興を行うに当たって九州全体と熊本では全く条件が異なっており、その点を考慮した施策を検討すべきであったといえる。また、ソーラー産業振興戦略に掲げた産業振興のための戦略が、3年間で確実に実行に移されることなく、画餅に終わっている可能性も否定できない。

以上のような課題をこれまでの施策に対し指摘できるが、県はソーラー産業振興へ向け、新たな動きを開始した。09年6月に、商工観光労働部次長をリーダーとする知事特命庁内横断組織「くまもとソーラープロジェクトチーム」を立ち上げた。改めて、太陽光発電システム関連産業を県の主要産業の一つに育てていくとともに、太陽光発電先進県として、県民総参加により普及拡大に取り組むことを目指した。具体的には、図6に示すように、半導体関連産業が集積している特徴を活かし、有機薄膜技術を核

図6 くまもとソーラープロジェクトチームの基本方針



(出所) 熊本県(くまもとソーラープロジェクト) Web ページによる。

27) これにはソーラーエネルギー等事業推進協議会の会長と“ソーラーアイランド九州”の調査委員長が同一人物であることが関係していると推察される。

とした産学官による太陽光発電に係る次世代技術の開発や、利用技術の実証実験への取り組み、公共施設や県内事業所、一般家庭への太陽光発電の導入促進を掲げた。

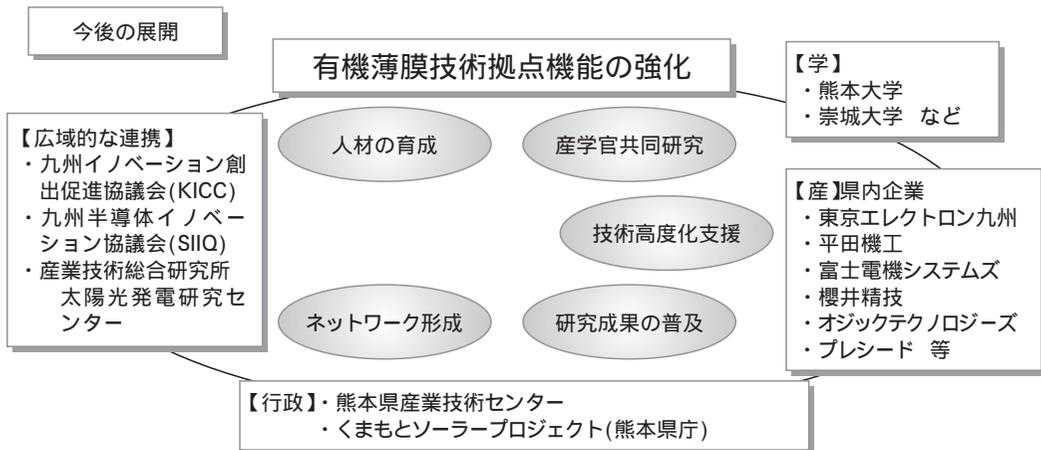
特に有機薄膜技術については、太陽電池技術が結晶シリコンから薄膜シリコン、そして有機系、量子ドット等へと、照明技術が蛍光灯からLED、そして有機ELへと移行して行く可能性を考慮しターゲットに設定した。これは、有機系太陽電池も有機ELもデバイス構造が類似した積層構造であることによるものであった。今後、図7に示されるような枠組みで、有機薄膜技術を核とする産学官連携による技術拠点の形成を推進することを打ち出している。

一方、プロジェクト「フィルム型太陽電池の適用拡大による低炭素社会実現モデル事業」が、09年7月に経済産業省の「低炭素社会に向けた技術シーズ発掘・社会システム実証モデル事業」に採択された。くまもとテクノ産業財団、熊本大学、富士電機システムズを事業実施者として、太陽光発電の導入スペースの有効活用を目的に、フィルム型太陽電池の軽量性を活かした垂直取付式、簡易追尾式等の新しい設置方式の実証実験を行うものである。熊本大学、(株)

阿蘇ファームランド等に設置し、電気自動車の充電、植物工場での利用等によって分散電源の有効活用の実証実験と、太陽光発電のユビキタス化を狙いとしている。事業費1億900万円は国からの全額補助で、富士電機システムズは50kWのフィルム型太陽電池を提供し、風雨にさらされる屋外での設備の耐久性や発電能力の推移を分析する。10年間で、全国に水平設置で600MW、ビル壁面への設置で20MWまで普及させることを目指している。

同じく、プロジェクト「くまもと次世代エネルギーパーク計画(仮称)」が、09年8月に資源エネルギー庁の「次世代エネルギーパーク計画」に採択された。同庁の事業は次世代エネルギーへの国民の理解を深める(ホームページなどを通して)ためのもので、全国で25件が採択されており、資金的支援などはない。県では、県内各地の「くまもとソーラーパーク」を中心とした、太陽光発電、風力発電、バイオマス発電等の新エネルギー施設を県民が見学できる機会を増やし、新エネルギーについて理解を深めることを目的とした。併せて、県全体をフィールドとした新エネルギーの実証実験の実施と全国への情報発信を狙いとしていた。そのため、

図7 有機薄膜技術の今後の支援体制



(出所) 熊本県(くまもとソーラープロジェクト) Web ページによる。

「提案公募型民間活力によるソーラー等導入推進事業」を企画し、提案の受付を開始した。全国モデルとなる、民間事業者が主体なるソーラー等を活用した事業のアイデアを募集し、提案事業の実現に向け、国庫補助事業への申請、共同事業者の紹介やマッチング等において支援を行う事業をスタートさせた<sup>28)</sup>。

(4) 太陽電池産業クラスターへ向けての提言  
太陽電池産業の振興を図るには、県はまず、上で示した課題を解決することが求められているといえる。確かにソーラープロジェクトチームの発足により、遅ればせながら、より積極的な手を打ち始めているのは事実である。しかし、上述の2つのプロジェクト「フィルム型太陽電池の適用拡大による低炭素社会実現モデル事業」、「くまもと次世代エネルギーパーク計画(仮称)」は、財政難とはいえ、経済産業省関連のモデル事業等に大きく依存している。また、有機薄膜の技術拠点形成によって、どのように有機系太陽電池の研究開発が進んでいくのかその道筋が明らかでない。

県は、最初に産業振興を構想するに当たって、自らのイニシアティブによる産業クラスターの形成に軸足を移す必要がある。これまでの産業集積をベースに、サイエンス型産業のターゲットを早期に設定し、産業技術の進歩に対し「後追いから先取りへ」と転換する必要があるといえよう。太陽電池メーカーである富士電機システムズ、ホンダソルテックが進出する前から、戦略的に半導体に次ぐ新しい成長産業の絞り込みを行える組織(例えば、県知事直属の科学技術戦略室)を立ち上げ、県内の技術・研究ストックを洗い出した上でターゲット産業を検討すべ

きであったと思われる。半導体産業の集積状況から判断して、次世代先端技術として半導体技術の延長線上にある太陽電池が、相当早い時期において一つの候補として浮上した可能性は否定できない。

「選んでもらった」から「選ばれる」に相応しい技術・研究ストックを持った地域へと力をつけていくことが今や求められている。長期的視点に立った、次世代産業を引き付ける魅力形成(基礎的研究基盤の確立)が必要である。そのためには、県がコントロールできる熊本県立大学、熊本県立技術短期大学校、熊本県産業技術センターの組織を抜本的に見直し、企業との共同研究が活発に行われる研究拠点として成長していくことが望まれている。現在、県立大学は文学部、総合管理学部、環境共生学部と文科系に偏っている一方、県立技術短期大学校は生産現場技術者の人材育成の場となっている<sup>29)</sup>。県の戦略的産業分野に密接に関連した学部を県立大学、県立技術短期大学校に設け、教員は任期制を採用し、技術の潮流の変化に対応し戦略的産業分野の変更に柔軟に対処できる人事、組織体制を構築する努力が不可欠であるといえる。

言い換えれば、思い切った供給サイドへの選択的かつ集中的投資による、地方の産業振興における発想の転換の必要性を認識することから始めていくべきであろう。県では、漸くこの方向に舵を切り始め、長期的視点に立って有機薄膜技術分野の研究開発強化に乗り出した。まず、産業技術センターに有機薄膜分野の若手研究者5名を採用するため、09年度の補正予算に人件費や研究機器購入費など5800万円(財源は経済産業省の次世代産業創出人材育成・雇用拠点事業補助金、3分の2補助)を盛り込んだ。工

28) 熊本県 Web ページ, 『熊本日日新聞』09年8月1日, 09年8月7日, 『日本経済新聞』09年8月1日による。

29) 県立技術短期大学校は精密機械, 機械制御, 電子情報, 情報通信, 情報映像の5技術科で構成されている。また, 産業技術センターは総務企画, 情報デザイン, 生産技術, 電子, 微生物応用, 材料開発, 農産加工, 計量検定の8部で構成されている。

学系大学院に在籍する研究者を対象とし、熊本大学と連携して進めている有機薄膜用原料の研究に従事することになっている。さらに、県は09年12月に、産業技術センターに「くまもと有機薄膜技術高度化支援センター（仮称）」の新設を発表した。科学技術振興機構が助成する産学官共同の研究拠点づくり事業として、全国40地域の一つに選ばれ、県への助成額は8億3000万円であった。有機薄膜の試作装置や性能評価機器の購入、人材育成プログラムの策定に充てることになっている<sup>30)</sup>。しかし、これらの施策は上述のプロジェクトと同様に国の補助金を使い、対症療法的性質を帯びたものであり、大きな期待をかけるにはパンチ力に欠ける。

したがって、県が引き続き太陽電池産業の振興に力を入れていくのであれば、まず、司令塔としての科学技術戦略室（仮称）を設置し、研究開発機能の強化に向け青写真を作成することが最初の第一歩となる。それに基づき、4.(3)で示した課題の解決を織り込んだ熊本版ソーラークラスタービジョンを提示することが次の一歩となろう。クラスタービジョンでは、太陽電池メーカー、太陽電池装置メーカー、太陽電池応用製品メーカー、及び太陽電池関連企業への原材料サプライヤー等の県内企業と、県内の大学、公的研究機関、産業支援機関とがネットワークを形成し、連携による協調のもと、強い競争力を発揮できる集積のシステムを考案することが必要となる。

もちろん、県内のアクターだけでクラスターを完結するには、熊本の産業集積状況から判断してかなり無理があることから、このクラスタービジョンにおいて県外の産学官とのネットワークは不可欠である。特に、クラスターにおけるネットワークの核となりうる県外のアンカー企業（需要搬入企業）との連携により、イノベーショ

ンと生産性の向上が図られる環境を形成していくことが目標となる。また、クラスター内のアクター間のリンケージが、結節点を通してダイナミックでかつ多様なものとなるような仕掛けを組み込み、クラスターの活力を維持していくことも目標となろう。

[参考文献]

- 石倉洋子・藤田昌久・前田昇・金井一頼・山崎朗 『日本の産業クラスター戦略』有斐閣、2003年12月
- 亀山嘉大 『集積の経済と都市の成長・衰退』大学教育出版、2006年12月
- 橋川武郎 『地域からの経済再生』有斐閣、2005年4月
- 桑野幸徳・近藤道雄監修 『図解 最新太陽光発電のすべて』工業調査会、2009年7月
- 西澤昭夫・福嶋路編 『大学発ベンチャー企業とクラスター戦略』学文社、2005年4月
- 浜松信用金庫・信金中央金庫総合研究所 『産業クラスターと地域活性化』同友館、2004年10月
- 原田泉編 『クリエイティブ・シティ』NTT出版、2007年2月
- 二神恭一 『産業クラスターの経営学』中央経済社、2008年4月
- リチャード・フロリダ 『クリエイティブ・クラスの世紀』ダイヤモンド社、2007年4月
- リチャード・フロリダ 『クリエイティブ資本論』ダイヤモンド社、2008年2月
- マイケル・E・ポーター 『競争戦略論』、『競争戦略論』ダイヤモンド社、1999年8月
- 松島克守・坂田一郎・濱本正明 『クラスター形成による地域新生のデザイン』東大総研、2005年2月
- 山崎朗編 『クラスター戦略』有斐閣、2002年7月
- 山崎朗・(財)九州経済調査会・(財)国際東アジア研究センター編 『半導体クラスターのイノベーション』中央経済社、2008年9月
- 山下彰一・S.ユスフ編 『躍進するアジアの産業クラスターと日本の課題』創文社、2008年3月
- 和田木哲哉 『爆発する太陽電池産業』東洋経済新報社、2008年11月

30) 『熊本日日新聞』09年9月11日、12月8日による。