

2013 太陽光発電産業総覧

空前のメガソーラーブームに沸く PV市場を果敢に攻める260社の戦略

- 全国で建設進むメガソーラー、最新の案件一覧表を一挙掲載
- FITの行方など、13年以降のPV産業・市場を展望
- 再編進む太陽電池メーカーの最新戦略を詳述
- サプライチェーンを構成する有力企業を網羅
- システムインテグレーターや発電事業者の動向解説を強化

ソーラーフロンティア(株)

CIGS太陽電池の本格量産開始

【本社】〒135-8074 東京都港区台場 2-3-2 Tel.03-5531-5855

【URL】<http://www.showashell-solar.co.jp/>

【生産能力】900MW

【設備投資額】1600億円（～2014）

【担当部署】一

発電事業に参入

1978年からCIGS太陽電池の研究開発に着手。2007年1月に宮崎県内に第1プラント(20MW)、09年春に第2プラント(60MW)、11年2月に第3プラント(国富工場、900MW)がそれぞれ稼働を開始したが、12年末で第1および第2プラントを閉鎖し、国富工場に生産を集約した。量産モジュールの変換効率は13～14%だが、14年には効率15%の170Wモジュールの市場投入を目指している。

12年7月からスタートした固定価格買取制度を利用して、発電事業にも乗り出している。

サブモジュールで効率17.8%

ソーラーフロンティアでは、セレン化/硫化法でCIGS太陽電池を製造している。基板は厚さ2mmの青板(ソーダライム)ガラスを使用し、①Mo裏面電極作製②パターニング③プリカーサ製膜④光吸収層作製⑤バッファ層製膜⑥パターニング⑦透明導電膜製膜⑧パターニング⑨モジュール工程の9つの工程で太陽電池パネルを製造している。

CIGS層は、最初に「金属プリカーサー膜(Cu-Ga合金層とIn層の積層膜)」をスパッタで成膜し、これを常圧の反応炉内に移しセレン雰囲気下でセレン化することで、 Cu(InGa)Se_2 (CIGS)膜(膜厚 $1.2\mu\text{m}$)を作製。これを硫黄雰囲気下に置き換えて硫化することで、 Cu(InGa)(SeS)_2 (CIGSS)膜を形成する。硫黄の膜厚は100nm以下。プロセス温度は 520°C 以下となっている。

3回のパターニングで集積構造(5～6mm間隔)を作り、その後、表面保護のカバーガラス(3.2mm)と裏面保護のバックシートで挟んでEVAで封止する。最後にアルミフレームとモジュールをエッジシール材で接着する。

プロセス上の特徴はMOCVD法(有機金属気相成長法)による透明導電膜(n型窓層)の成膜である。MOCVD法は膜の厚さや組成など容易に精度よく制御できるため、長波長の光を良く通すことができる。透明導電膜(ZnO:B)はpn接合界面特性の劣化を防ぐため、 $140\sim 250^\circ\text{C}$ の温度で成膜する。膜厚は $1.2\sim 1.5\mu\text{m}$ である。

n型高抵抗性バッファ層については、Zn系バッファ層(Cdフリー)をCBD法(溶液成長法)で成膜している。

ラボレベルでは、11年春に30cm角のCIGS太陽電池サブモジュールで変換効率17.2%(開口部面積)、さらに12年には反射防止膜を



CIGS太陽電池モジュール

Luan Group

石炭メーカーが太陽電池に参入

【本社】中国山西省長治市襄垣県侯堡鎮

【URL】—

【生産能力】(2011年末) 240MW、(2012年末) 240MW

【設備投資額】—

中国の石炭メーカーのルーアングループ(潞安集団、Luan Group)は2011年9月中旬、年産能力3000tの太陽電池用ポリシリコン(多結晶シリコン材料)プラントの試生産を開始した。また、インゴットから太陽電池モジュールの一貫生産体制も構築中で、年産能力240MWのセル・モジュール工場を立ち上げた。将来的に1GW(1000MW)化も計画している。12～13年は太陽電池不況の状況を見ながら、投資計画を再検討していく。

新エネルギーに事業多角化

山西省の5大石炭メーカーのルーアンは、長治市で約7100万tの石炭を生産している。10年の売上高は850億元(約1兆1000億円)、利益は42億元(約545億円)。総資産額は634億元(約8223億円)。新エネルギー分野の事業多角化を進め、08年にポリシリコンプラントの建設に着手した。

ルーアンのポリシリコンプラントは長治市屯留県の康庄高新工業園区に立地する。08年4月に工場建設に着手し、09年8月に独SOLMICとプラント立ち上げに関する技術契約を交わした。ポリシリコン製造プロセスはシーメンス法を採用し、独セントロサームの

還元炉を導入した。10年に入ってプラントが完成し、調整期間を経て9月中旬に最初の試作に成功した。総投資額は28億元(約363億円)。

11年に太陽電池製造に参入

また、ルーアンは09年、長治市漳沢新型工業園に太陽電池の一貫生産工場の建設を計画。インゴットとウエハーは1月に工場が立ち上がり、単結晶型は年産能力180MW、多結晶型は60MWで稼働中。セルとモジュールは9月中旬に年産能力240MWの工場が完成し、試生産を始めた。将来的に年産能力1GWを目標としている。

12年以降は市況を見ながら再計画

世界的な太陽電池不況が深刻化し、ルーアンの1GW化計画の実行は遅れている。今後の市況を見ながら、投資計画を進めていくことになる。ただし、ルーアンの本業は太陽電池ではなく、石炭採掘を本業とするエネルギー関連企業である。今後は、中国の新エネルギー政策や補助金政策を見据えながら、新エネルギー分野である太陽電池の製造計画も見直されることになるだろう。

株ダイヘン

大型製品を積極増強

【本社】〒532-8512 大阪市淀川区田川2-1-11 Tel.06-6301-1212

【URL】<http://www.daihen.co.jp/>

【主要生産品目】各種電力機器、各種溶接機、産業用ロボット、半導体・液晶・太陽電池製造装置向けプラズマ発生用電源など

【担当部署】分散電源システム事業部

大手メーカーにOEM供給

株ダイヘンは、国内トップシェアのインバーター溶接機や高周波プラズマ電源で培った「技術産業用インバーター技術」、1919年の創業以来長年培った業界トップレベルの「中大形変圧器技術」、制御・通信機器の開発で培ったFPGAによる「高速制御技術」、電力系統監視制御機器で培った「系統連系技術」、これらの要素を活かし、93年からパワーコンディショナー（パワコン）開発を開始した。太陽光発電システム関連機器として、パワコンをはじめ、受変電設備、接続箱、集電箱、監視制御装置といった太陽光パネル以外の分野をほぼすべて手がけている。

当初は、電力会社を中心に製品を納入していたが、2002年12月に工場や大型ビルなどをターゲットとする大規模太陽光発電に最適な100kWタイプのパワコンを開発。大手太陽電池メーカーにOEM供給を行ってきた。

10月に月産100台体制に増強

製造は子会社のダイヘン産業機器株（鳥取市用瀬町）で行っており、11年度時点では250kWタイプを月産60台製造できる能力を有していた。12年度に入り、受注の増加を受け、12年6月に月産80台に増強。さらに10月には同100台に増強したが、現在の受注ペースはそれを大幅に上回るものであることから、さらなる能力増強を図っている。

主力製品としては、100kWタイプ、屋内設置用250kWタイプ、250kW（トランスレス）タイプがある。業界トップレベルの変換効率

を誇り、耐久性が高く、長年に渡り電力機器を手がけてきたノウハウを活かすことで短期間での機器設置ができることが強みだ。現在の研究開発事項としては、電力系統にやさしい高付加価値パワコンの開発を行っている。

12年度200MWの見通し

現在、国内外から需要が増加しており、12年度（13年3月期）におけるパワコン生産量は200MW以上の生産を見込んでいる。当面は国内市場に注力していく方針であり、後述する太陽光発電用変電設備パッケージ「DISOLA PACK（ディソラパック）」をはじめとした、同社の総合力を生かした製品展開を進めていく考えだ。

これまでの導入事例としては、関西電力株の堺第7.3区太陽光発電所（10MW）に250kW機41台と監視システムを納入。10年10月より一部運用を開始しており、11年9月7日より本格稼働を開始した。そのほかには、11年1月に北海道電力株の伊達ソーラー発電所（1MW）に250kW機5台を納入。日射変動による電圧変動を抑制する機能を備えた発電出力1000kW相当の設備となっている。海外では、タイに建設中の世界最大クラス73MWのメガソーラー発電所に、250kW機をOEM供給している。

変換効率98.4%を実現

12年10月、国内仕様において業界最高の変換効率98.4%を実現した500kWパワコン「P500JFL1-A01」を発売した。複素係数フィ

SBエナジー(株)

アジアで電力を融通しあう「アジアスーパーグリッド」も構想

【本社】〒105-7303 東京都港区東新橋 1-9-1

【URL】<http://www.sbenergy.co.jp/>

【設備投資額】—

【担当部署】—

メガソーラー構想は14件

SBエナジー(株)は、ソフトバンクグループで再生可能エネルギー関連事業を手がける子会社として11年に設立された。福島第一原発事故直後にソフトバンクの孫正義社長が構想を明かした、全国の休耕地などにメガソーラーを建設する「電田プロジェクト」の実行部隊という形で誕生した。孫社長の発表後、全国の自治体が同氏の考えに賛同、35道府県が参加する「自然エネルギー協議会」が設立されたのを皮切りにメガソーラー候補地の誘致合戦が始まり、ソフトバンク以外の新規参入発電事業者も多数名乗りを挙げた。いわば、今日のメガソーラーブームの火付け役の1社といえる存在だ。

現在、同社が計画および運転開始しているメガソーラーの案件数は14件に上る(帯広と苫小牧の試験場を除く)。これは18件のオリックスに次ぐ件数の多さとなっているが、案件ごとの出力規模では、苫小牧市に建設を計画している(13年の着工を予定)出力340MWの案件が今のところの国内最大となっている。同社によれば、世界でも17番手の規模に相当するという。

この案件も含めた計画概要は以下のとおり。

▽ソフトバンク京都ソーラーパーク(京都市)＝京都市が公募した水垂埋立処分場でのメガソーラー設置事業者を選定され、すでに発電を開始している。出力2.1MWのメガソーラーを2基建設しており、EPC(設計・調達・建設)は株京セラソーラーコーポレーション、施工は京セラコミュニケーションシステム(株)が担当した。第1期は12年7月1日のFIT(再

生可能エネルギー固定価格買取制度)開始と同時に発電事業を開始。第2基も同年9月1日に発電を開始している

▽ソフトバンク榛東ソーラーパーク(群馬県榛東村)＝これもFIT開始と同時に発電事業を開始した。出力は2.4MWで、EPCはシャープ(株)、土木関連の施工は株佐藤建設工業が担当した

▽ソフトバンク徳島小松島ソーラーパーク(徳島県小松島市)＝徳島県では小松島市と松茂町にそれぞれ2.8MWを建設する計画で、このうち小松島市の案件は13年1月26日から営業運転を開始した

▽ソフトバンク徳島臨空ソーラーパーク(徳島県松茂町)＝13年2月中旬から運転を開始する。出力は上記の小松島市の案件と同じ2.8MW

▽栃木県矢板市＝矢板南産業団地に約2MWを建設する計画

▽ソフトバンク鳥取米子ソーラーパーク＝三井物産と共同で、鳥取県米子市崎津地区に設置する。最大出力規模は約39.5MW。13年7月中の運転開始を目指す。両社は折半出資の



京都のメガソーラーはFIT開始と同時に運転を開始した

Solargiga Energy Holdings Ltd.

スペースエナジー、ウエハーワークス合併の中国系インゴット企業

【本社】[錦州工場] 干 121016 中国遼寧省錦州市太和区解放西路 102 号 Tel. +86-416-712-0100 [香港本社] Tel. +852-3416-2000 (香港)

【URL】 <http://www.solargiga.com/>

【主要生産品目】 シリコンインゴット・ウエハー (単結晶型、多結晶型)

【担当部署】 ー

東北地方最大のインゴットメーカー

シリコンインゴットとウエハーの製造工場を中国に保有するソーラーギガ (陽光能源控股有限公司、Solargiga Energy Holdings Ltd.) は 2009 年、遼寧省錦州市 (瀋陽市から南東へ 180km) にあるインゴットおよびウエハー工場 6 カ所の年産能力を 400MW に拡張した。その後、単結晶型インゴットの製造比率が高かった状況を、顧客ニーズにより多結晶型の比率も増やした。10 年末に単結晶型と多結晶型の合計で年産能力を約 800MW に拡張。11 年は太陽電池不況により拡張計画が延期された。12～13 年以降も市況は厳しく投資判断は慎重な姿勢が予測される。

錦州でインゴット・ウエハー 6 工場を展開

ソーラーギガの前身にあたる企業は複数あり、1998 年 3 月設立のシリコン材料のリサイクルメーカーの上海晶技有限公司や、2000 年 9 月設立の遼寧省錦州市のシリコン関連製品製造の錦州新日 (日本のインゴットメーカーのスペースエナジーと合併)、02 年 6 月設立の単結晶型インゴット製造の錦州華昌、04 年 3 月設立の単結晶型インゴット製造の錦州華日 (スペースエナジーと合併)、04 年 12 月設立の単結晶型インゴット製造の錦州陽光 (スペースエナジーと合併) などがある。

これら複数の企業を統合するために設立したソーラー・テクノロジー・インベストメント (本社=ケイマン諸島) は 06 年 9 月、まず錦州佑華を買収。その後、錦州新日、錦州華昌、錦州華日、錦州陽光、錦州佑華をタヤノン・イン

ベストメント (TIL) 傘下に収め、グループ企業を形成。07 年 3 月にソーラーギガがソーラー・テクノロジー・インベストメントとタヤノン・インベストメントを買収する形で、ソーラーギガグループのホールディングカンパニーを設立した。さらに 07 年 5 月に単結晶型インゴット製造の錦州日鑫も新設した。

08 年末の生産能力は 200MW

ソーラーギガの出資構成は、錦州市のインゴットメーカーの投資者 (譚文華氏) を中心に、インゴットとウエハーを製造する台湾資本のウエハーワークス (合晶科技) と日本のスペースエナジーなどが出資する。ソーラーギガは 08 年 3 月に香港で株式上場を果たし、大規模な生産能力の拡張に着手した。

ソーラーギガは 08 年 4～6 月期、錦州市に展開する 6 工場に対して、合計約 100 台の単結晶型インゴットの引き上げ装置を導入。生産能力は約 100MW 相当。ソーラーギガは 7 月から試生産を始めた。

08 年末までにさらに設備増強を行い、新日硅材料は引き上げ機が約 10 台、華日硅材料は約 10 台、陽光能源は約 50 台、華昌硅材料は約 100 台、佑華新能源は約 10 台、佑昌新能源は約 20 台となり、6 工場の製造装置は合計約 200 台 (生産能力は約 200MW) に達した。現在はこれらの工場はソーラーギガの工場として統合された。

11～12 年にギガクラス入りへ

09 年以降は多結晶型インゴットの生産も始

コニカミノルタオプティクス(株)

7モデルの擬似基準太陽電池セルをラインアップ

【本社】〒192-8505 東京都八王子市石川町 2970 Tel.0570-005575

【URL】<http://www.konicaminolta.jp/instruments/>

【主要生産品目】擬似基準太陽電池セル、分光放射計、分光感度測定装置、ソーラーシミュレーター
【担当部署】

12年4月から新会社に移行

コニカミノルタオプティクス(株)は、コニカミノルタグループ内の組織再編によって、12年4月1日に誕生した。コニカミノルタオプト(株)の光学事業を分割し、同グループ内で計測機器関連を主に取り扱っているコニカミノルタセンシング(株)に合併させるというもので、承継会社のコニカミノルタセンシングは社名を「コニカミノルタオプティクス(株)」に変更した。コニカミノルタセンシングが取り扱っていた太陽電池向け計測機器は、そのまま新会社に承継されている。

コニカミノルタオプティクスが取り扱う太陽電池用計測装置の中でも、主力は太陽電池の性能測定に欠かせないソーラーシミュレーターの光量を調整するために必要な擬似基準太陽電池セル。その最新製品として、受光層が3つ設けられた3接合型(トリプル型)薄膜シリコン太陽電池専用の「Reference PV Cell AK-120 / 130 / 140」と色素増感型太陽電池向けの「Reference PV Cell AK-300」を開発した。同社と産業技術総合研究所(産総研)の猪狩真一主任研究員が共同開発した。標準価格(税別)は、AK-120 / 130 / 140が各48万円、AK-300が38万円。

擬似基準太陽電池セルは、ソーラーシミュレーターの照射光を基準太陽光と同等に設定する際に必要なもので、産総研などISO17025認証取得機関で校正されたものが用いられる。

AK-120 / 130 / 140は、現在主流の2接合型(タンデム型)よりも高性能な薄膜シリコン太陽電池として研究が進むトリプル接合型への適用をにらんで開発された。AK-120は

トップ層用、AK-130はミドル(中間)層用、AK-140はボトム層用であり、それぞれトリプル型向けにカスタマイズしている。

これまでは、特にミドル層用に適した擬似基準太陽電池セルが世に出ていなかったが、同社はこれまでの擬似基準太陽電池セルや色彩計などの開発で培ってきたノウハウを活かして新設計の光学フィルターを開発、ミドル層に適した擬似基準太陽電池セルを実現した。

大きな特徴としては、高度なフィルター技術を応用することで、スペクトルミスマッチ誤差を1%以下に抑制している点が挙げられる。JIS C-8942で等級Cとされるソーラーシミュレーターを用いて太陽電池の性能評価を行った場合でも、誤差を1%以内に抑制できる。

また、ソーラーシミュレーターの調整に必要な短絡電流の値を機器ごとに付けているため、購入後すぐ使用できる。産総研は世界でも数機関しかない一次基準太陽電池セルを校正可能な機関であり、短絡電流の値は産総研の校正値にトレーサブルとなっている。

さらに、独自設計の光学フィルターを装着したことにより、耐光性が高く、光照射の影響で特性が変化するソラリゼーションを大幅に低減できるため、長時間使用でも安定性を確保できる。

AK-300は、世界で初めて色素増感型太陽電池専用の擬似基準太陽電池セルとして開発された。同型太陽電池に用いる代表的な色素であるN-719の分光感度に近似させており、上記のトリプル接合型と同様、独自の光学フィルターにより多重反射を低減しながら高い耐光性を備えている。

同社の擬似基準太陽電池セルのラインアップ



書名太陽光発電産業総覧 2013
体裁・頁数B5判 オフセット刷り 384頁
定価23,100円、〒共