

PV EXPO 2012 & Smart Grid EXPO 2012

未来技術フォーラム神戸 板山克広

リードエナジビジョン社の主宰により、2012年2月29日から3日間にわたりスマートエネルギーWeek 2012 がビッグサイトで開催された。本展示会は、太陽電池(PV)関連の生産技術・製品からシステム施工、スマートグリッド・ハウスなどのシステム応用分野までカバーしたもので、併催された燃料電池展、二次電池展も併せ参加者数は主催者発表で 93,497 人にのぼった。特に東日本復興と再生可能エネルギー法により今後の急速な市場拡大が見込まれる PV 関連展では、中国、韓国を中心とする数多くの大手海外 PV メーカーも勢揃いし、通路に人が溢れるほどの賑わいを示していた。最近の海外での展示会では、足下の PV 業界の苦境を反映して参加企業の減少が目立ち、直前のソウル PV EXPO への PV メーカーの参加が皆無だったことをみても、日本市場拡大への期待の大きさが覗える。また、設置工事、エネルギー管理技術(EMS)などの周辺・応用技術関連の出展が多く見られ、市場立上がりを実感させるものであった。

例年のように、各分野をリードする内外の有力企業・機関を招いた技術セミナーが併催され、直近の話題、今後の動向に関する報告がなされた。そのうち、「PV EXPO 2012」、「Smart Grid EXPO 2012」の2つのセミナーに参加したので、その概要を以下に紹介する。

各国の PV 市場状況：

2011 年の世界の PV システム設置市場は、26.6GW と前年比 50%以上の伸びを示した(RTS 調査)。その中心を担ったのはイタリア(8GW)、ドイツ(7.5GW)で、年初に懸念されていた「FIT 見直し等の優遇策の後退」が緩和されたことに加えて、システム導入コストが急速に低下したとされている。この他、2011年3月に FIT が復活した英国も 1.5GW と GW 国の仲間入りをした。しかし昨年のは好調は、翌年に予想された 15~20%の FIT 引下げを見込んだ年末駆け込み需要に支えられており、2012 年には大規模システム導入量の制限(キャップ制)などにより BIPV 等の小規模システム中心へと市場が移行し、導入総量は大きく減少するとみられている。PV 導入が進み、また発電コストと電力料金が拮抗する状況となった EU では、ドイツの自家消費ボーナスの廃止にみられるように「導入優遇策による成長」の時代が終わり、「PV の実力による安定成長」のフェーズに移行しつつあると言える。

一方、次なる市場として期待を集める米国、中国、日本は、2011年にそれぞれ 1.7GW、2GW(中国科学院によると 2.5GW)、1.2GW と GW 市場へと成長した。特に中国では、Golden Sun プロジェクトによる補助金制度に加えて、国家規模での FIT 制度 (1.15 元/kWh) が始まり、メガソーラプロジェクトが続々とスタート。2012年には 4GW 前後の市場規模が予想されている。米国は、国レベルの FIT 制度こそないものの、オバマ政権のグリーンインベション政策に基づく税優遇、補助金制度を活用したメガソーラ市場が伸びている。従来、市場を牽引してきたカリフォルニア州以外でもニュージャージーを始め全国に拡がり、2012年には 4GW 前後への市場拡大が予想されている(Wacker 予測)。これに伴う「製造業の復活」が期待される米 PV 業界であるが、中国勢の低価格攻勢が大きな障害となっており、PV メーカー7社(CASE)が ITC へ提訴を行ない、ユーザ・施工業者サイト(CASM)の擁護派との対立が生じている(本審査の決着は 7 月頃とのこと)。

復興・電力対策需要期待の大きい日本では、上記2国と異なり電力、自治体・事業者によるメガソーラ計画で具体化されているものが 150MW と少なく、相変わらず個人住宅屋根用途主導の市場となっている。しかしながら、再生可能エネルギー法による PV 開発・導入支援(2011年予算：732 億円、三次補正：1,300 億円、2012年予算：390 億円)の実行と 7月に予定される全量買取制度のスタートで、2012年のシステム設置市場が 3GW 超えへと急成長することが期

待されている(Wacker 予想)。これら新興市場 3 カ国の順調な成長が EU 諸国の減少をカバーして、2012 年世界市場は 30GW 超え、と安定成長軌道へ乗るものと見られている。

結晶 Si 系 PV の材料技術：

2011 年の PV 市場拡大を牽引した PV システムの急激な価格低下は、ポリ Si 需給緩和に拠るところが大きい。リーダ企業 Wacker、調査会社の RTS より当該業界の動向報告があった。数年来の「中国メカ新規参入ラッシュ」により業界全体の供給能力は 30 万トンを超え、需要 15 万トンとのバランスを大きく崩し、スポット価格は年初の $>50 \$ / \text{kg}$ から $25 \sim 35 \$ / \text{kg}$ へと急落した。これはトップ 5 社が需要全体をカバーできるほどの設備増強と増産を行い、中堅・新規参入メカの稼働率が大きく下がった為、と言われる。中国全体では、2011 年の生産能力 14.6 万トンに対して出荷は 6~7 万トン。同国トップメカの GCL、LDK の生産能力を差引くと他のメカは事実上生産ストップしていることになる。Wacker によると 2000 年からのこの 10 年間にゾーメンス法は生産能力拡大により、労働生産性を 3.75 倍、エネルギー消費を 52%削減してコスト競争力を高めている。同様に GCL の製造コストは $21.6 \$ / \text{kg}$ まで下がっている(RTS 推定)。Hemlock、Wacker、OCI、

GCL のトップ 4 社は今後も能力増強を続け、2013 年末には合計 26 万トン能力とその市場支配力をより強固にするものと思われる。この結果、ポリ Si 価格は $30 \$ / \text{kg}$ 近傍の低位で推移することが予想され、余程の技術革新がない限りガス化精製法、冶金法等の新技术がシェア獲得することは難しいと見られている。むしろリサイクル技術としての道を探るべきとの考えも出ている。

最近のインゴットの要求品質に関し、Portland 工場連続 Czochralski(CCz)法を行っている MEMC より報告があった。初期コスト重視の大規模システムが市場を牽引する現時点では、標準的な p 型多結晶セルが優勢な状況で、このためコスト競争力のある中国メカが市場を席捲している。これに対して日米欧メカは高性能セルに生き残りをかけ、先端アーキテクチャー (IBC, HIT, SE, MWT) への移行を急いでいる。そこでは n 型ウェハが多用され、また p 型ウェハにおいても不純物量、酸素量の低減が強く望まれている。一般的な Cz 法では、不純物、酸素に加えてドーパント(特に n 型)のインゴット長さ方向での濃度分布を抑えることが難しく、製品歩留の悪化に繋がっている。CCz 法は、原料の連続チャージにより残湯量(液面高さ)、ドーパント濃度を一定に保つことによりこの課題を解決している。更に、 SiO_2 坩堝の大口径化による酸素量低減 ($6E17 \text{cm}^{-3}$)、インゴット長尺化によるウェハ採取歩留向上などの利点もある。MEMC によると、高性能タイプセルでの CCz 法採用による変換効率改善は絶対値で 1%前後、とのことである。LCOE の低下を至上命題とする PV 産業においては、高変換効率セルへの移行が大きな流れであり、技術に遅れをとる中国大手メカも国の支援を受けて開発への取組みを強化している。

薄膜 Si 系 PV：

数年前のポリ Si 価格高騰により中国に導入された α -Si モジュール製造ラインは 20 に及ぶ。しかしながら高価な装置の輸入による高コスト体質のため結晶 Si の牙城を崩せず、世界全体で能力 5GW に対し実生産量は 1.4GW レベルに留まり、中国のこの 20 ラインのかなりが停止状態にあると言われている。最大の課題は結晶 Si との変換効率差 4~6%を如何に縮めてシステム発電コストを下げるかであるが、装置+タンキーでトータル 870MW の供給実績を誇る Oerlikon によると、最新技術により、154W モジュールで変換効率 10.8%(チャンピオンデータで 13.1%)、中国立地の 140MW ラインでモジュールコスト $0.35 \text{€} / \text{W}$ が達成でき、更なる性能アップと低コスト化も可能としている。

軽量、ロール-ロール方式による低コストを売り物にするフレキシブル基板タイプは、変換効率に劣るため世界全体で 400MW 程度の製造能力に留まっている。そのなかで、Uni-Solar は 120MW

の能力を有し、 α -Si 業界全体で第3位と健闘している。同社によると、後面反射層による光トラップ、ナノ結晶制御などの改良により 400cm²トリプルジャンクション・セルで変換効率 12%を達成し、更なる性能向上も可能としている。狙う市場は、結晶 Si と競合するルーフ用用途で、穴あけ不要の接着法式による施工費の大幅低減が売りとなっている。傍流技術で課題も多く残されて尾あり、世界の研究者の結集を呼びかけていた。

CIS 系 PV :

結晶 Si の対抗馬の一つとして期待される CIGS であるが、ここ数年で設備導入が進み、愈々立上げの段階に入ってきた。今回、Saint-Gobain との合弁で Ulsan に 100MW プラントを立上げ中の Hyundai-Avancis から初の内容紹介がなされた。独 Torgau の 100MW ラインのコピーでスタートし、独自技術に仕上げていくとのこと。現状の実力は、30cm²モジュールで 14.3~15.8%、65×160 cm 量産モジュールで平均 13.2%の変換効率、とトップを走るソーラーフロンティアに迫る性能となっている。特徴は SiN 系バリア膜による Na 濃度分布(=変換効率)の均一性である。生産開始は本年 Q3 で、状況を見ながら同規模のラインの増設を行い 2015 年までに 400MW の能力とする計画、とのことである。

α -Si とは異なり、CIGS では欧米メカを中心にプラスチック、金属箔などのフレキシブル基板の採用が活発に行われており、今回は Ascent Solar と Flisom より紹介があった。狙いは結晶 Si に対抗するガラス基板の大型モジュールと異なり、日用品、軍需(200TWh の大ユーザー)、交通機関(自動車、バス)、BIPV 等の特殊用途に絞っている。悩みはキアアプリケーションが見つからないことであるが、Flisom によるとセルレベルではポリミドで 18.7%、ステンレスで 17.7%と実力がついてきており、ミニモジュールでもポリミド基板で 14.8%が実現できるとのこと。ガラス基板の変換効率にはまだ及ばないが、アプリケーション次第で面白い存在となることが期待される。

スマートグリッドにおける蓄電技術 :

PV、風力の導入が進むドイツ等では既に問題化しているが、出力変動の大きい再生可能エネルギー系の分散型電源の急速な導入が予想される日本においては、系統側での周波数調整・電力平準化用の蓄電システムの整備が必要とされている。このような状況を受けて、今回、東京電力、東芝、日産より「スマートグリッドにおける蓄電池と運用制御技術」と題するセミナーが開催された。

東電は、揚水発電候補地の枯渇に伴い、都市型蓄電システムとして 1983 年から日本ガイシと共同研究を行った。03 年に NAS 電池(出力 153W、容量 1.22kWh、重量 5.3kg)を量産化し、ディーゼル発電機に変わる負荷平準化+非常電源用(+電力品質確保の瞬停対応用)として管内 100 箇所 18 万 kW の導入実績を有している。最近では、風力の出力変動抑制目的での 2MW システムの導入も見られる。今後は、充放電効率が高くまた急速な技術進歩を見せる LIB がその有力候補となっている。3.11 以降の原発・電力不足・燃料費高騰問題で、電力の平準化、火力機の高効率運転化、ピーク対応投資の抑制が重要課題として急浮上してきている。

東電は、PV の大量導入と同時に、6%程度と車としての利用率が低い EV (>20kWh、標準家庭の 2 日分の容量に相当)の活用などである程度需要サイドでの蓄電能力構築が進むことを想定して、需要側での負荷平準化+出力変動対応、系統側での周波数調整(PV の急峻出力変動は火力の負荷周波数制御では対応できない)+予備力対応の役割分担を考えている。系統が需要側の蓄電機能を仮想集合化して系統と協調制御する発想で、段階的にスケールアップできる利点もある。横浜スマートシティプロジェクトで、東芝等のメカと共同して監視制御システム+集配システムを開発し、本年より 3 年間の実証試験をスタートさせる。これは電力会社の需要家取り込みを意味しており、利害調整の問題、また「電池コストはまだ高く現状では余剰電力は捨

てる方が経済的」と言われるなか、どこまで実現性のある構想か疑問も残る。とはいえ、社会システム全体で最適化を図るべき問題かもしれない。なお、三次補正で210億円のLIB導入支援事業による1/3補助が予算化され、このような動きが加速することも考えられる。

以上のように、HEMSにおける蓄電機能としても期待されるEV「LEAF」の普及スピードが注目されるところであるが、日産によると、2010年の日米欧での発売以来、売上げ累積2.3万台を数え、高レスポンス、静粛性、操縦安定性でユーザの評判も極めて良いとのこと。走行距離200kmの壁を破るため、急速充電スタンドも1000箇所に増えて高速道路利用率も急増している。15年までに更に5000箇所に増設し普及を後押しする。また、将来を睨んで、充電サービス事業、バッテリー二次利用事業(4Rエナジー)を次々と立上げるとともに、バッテリー劣化制御にも繋がるHEMS利用の「LEAF to Home (V2H) 技術」の開発を進めている。

以上