

《目次》

EU PVSEC 2017	1 ~ 3 p	NEDO フォーラム 2017 in 兵庫	4 ~ 5 p
Energy Storage Summit	6 ~ 11 p	第 58 回電池討論会	12 ~ 15 p
蠟梅 Now	16 p		

EU PVSEC 2017 ヨーロッパ太陽電池国際学会&展示会

未来技術フォーラム神戸 中上 明光

2017 年 9 月 25 日から 5 日間にわたりオランダ・アムステルダムで開催された第 33 回標記国際学会に参加した。オランダでの開催は 2014 年の第 29 回から 3 年ぶりであった。

本国際学会は展示会を併設した実質世界最大の太陽電池に関する国際学会であり、今年は 65 か国から 2516 人の参加者（昨年 73 か国、1742 人）があった。



発表論文数を国別で見ると、ドイツが最も多く 18%、EU PVSEC 2017 国際学会会場が第 3 位で 5%、フランス 5%、次いで中国、イタリア、米国、スイスが 4%と続く。韓国、台湾、インドのアジア諸国からの発表は昨年と同様 3%と継続して太陽光発電の活発な研究開発状況を見ることができる。日本からの高効率太陽電池、太陽光発電の用途開発の発表に期待が高い。

学会では連日 4~5 つの平行セッションが開催され、活発な発表・議論が展開された。今年の会議では、Si 単結晶太陽電池の変換効率の世界記録が更新された。一方、薄膜系では CIGS 系太陽電池のサブモジュールで変換効率の世界記録を更新した。

今回の会議のハイライトとして、学会から以下の発表が挙げられた。

〈ハイライト 1〉化合物 III-V//Si 多接合太陽電池で変換効率の向上

- ・ドイツ・ISFH と米・NREL は単接合 Si 太陽電池の変換効率の理論限界とみられている変換効率 $\eta=29.4\%$ を打開する方法を見出した。
- ・シリコン単結晶 IBC セルをボトムセルに、GaInP III-V 化合物部をトップセルに用い、メカニカルに接合した 2 接合太陽電池でこの限界を超えるセル構造・特性を見出した。ヨーロッパとアメリカの共同研究グループが 2 接合タンデムで変換効率 31.5% (in-house) を達成した。論文で見られる世界記録はスイス・EPFL の 32.5% である。
- ・3 接合トリプルで変換効率 35.4% (認証済) を達成した。現在の世界記録 $\eta=35.9\%$ (スイス・EPFL) に次ぐ第 2 位の値である。

〈ハイライト 2〉単結晶シリコン太陽電池セル 26.7%の世界最高の変換効率を達成

- ・カネカ（日本）は単結晶シリコン太陽電池について、変換効率 26.7%の世界最高記録を達成した。
- ・これまでの最高記録はパナソニックが 2014 年バックコンタクト・ヘテロ接合単結晶シリ

コン太陽電池で効率 25.6%、カネカが 2016 年 9 月に同タイプで 26.3%を発表していた。

- ・結晶シリコン表面のパシベーション技術をアモルファス Si とメタライゼーション技術を使って、バックコンタクト・ヘテロ接合(BCHJ)の結晶 Si 太陽電池セルで 26.7%、モジュールで 24.4%の変換効率を達成した。

- ・エネルギー損失解析により $\eta = 27\%$ を見出したが、発表者の技術を用いればこの値は達成可能との事である。

- ・今回の結果は BCHJ 技術の優位性を示している。そして、結晶 Si 太陽電池の新しい高効率 PV 市場へアクセスする道を提供する。

- ・今回の発表は本会議のハイライトのなかでも高い評価を得ていた。

〈ハイライト 3〉多結晶シリコン太陽電池セルで世界記録 22.3%達成

- ・ドイツの Fraunhofer ISE は、2cm×2cm の多結晶シリコン太陽電池について、変換効率 22.3%の世界記録を達成した。

- ・長年の太陽電池産業の主力商品を形成してきた多結晶シリコン太陽電池の効率向上が報告された。

- ・種結晶による成長技術と n 型ドーピング技術の組み合わせにより生産上にも適した多結晶シリコン太陽電池を作製した。

- ・裏面のパシベーションと高温での熱処理により拡散長 $> 800\mu\text{m}$ が得られた。

表面にはブラック・シリコンテクスチャを適用し、表面光反射率を $\sim 1\%$ 程度に抑えた。

〈ハイライト 4〉スクリーン印刷 IBC 太陽電池セルで 24.13%の変換効率達成

- ・中国 Trina Solar はスクリーン印刷により大面積(6 インチ角,n 型 CZ ウエハ)の IBC 単結晶 Si 太陽電池で変換効率 24.13%の世界記録を達成した。パシベーション接続の技術は使用していない。

- ・この太陽電池セルの製造には従来型の工業生産技術と低コストプロセスが使用された。

- ・パワー損失解析によると、最大の再結合損失はバルク内に有り、再結合電流の 45%はある事が分かった。

〈ハイライト 5〉 CIS 薄膜太陽電池の 30cm× 30cm のサブモジュールで変換効率 19.2%達成

- ・ソーラーフロンティアは、Cu(In,Ga)(Se,S)₂ 薄膜太陽電池の 30cm× 30cm のサブモジュールで変換効率 19.2%、7cm×5cm のミニモジュールで 19.8%の世界最高の変換効率を報告した。また、今回の CIS 太陽電池の温度係数として $-0.23\%/^{\circ}\text{C}$ (ベスト) が得られており、ヘテロ接合結晶 Si 太陽電池の温度係数に匹敵する。

- ・Avancis は 30cm×30cm の CIGS モジュールで 18.2%を報告した。

- ・Solibro はコマーシャルサイズ(0.94m²)の CIGS モジュールで 17.6%のトータルエリア効率を報告した。

〈ハイライト 6〉車載用の革新的な太陽電池モジュール開発

- ・トヨタは静的(動かない)集光型太陽電池を搭載したソーラーパワー乗用車と題して、車載用高効率太陽電池モジュールの研究開発に関する講演を行った。

- ・PV 電力を乗用車の駆動用電源として利用するためには、乗用車の屋根など限られた表面積を利用することになるので、車載用の高効率太陽電池モジュールが必要となる。今回、新しい静的低倍集光太陽電池モジュールが提案された。PMMA 樹脂性の 8mm×8mm の 4 倍集光特殊レンズと 4mm 角の III-V 族 InGaP/InGaAs/Ge の 3 接合セルからなる低倍集光太陽電池が試作された。セル効率 : 30.5%、99 セルからなるモジュール効率 : 27.1%が得られた。実車への搭載、運転はこれからとの事であった。

・今回の発表は本会議のハイライトのなかでも高い評価を得ていた。

〈ハイライト7〉 景観に配慮したデザインを施した BIPV

・オランダの建築設計会社 UNstudio と ECN が太陽電池モジュールを建材に利用した BIPV の適用例を紹介した。太陽電池モジュールを壁材に使用する上で、建材の壁にも美観に配慮したデザイン、色合いが重要との事で、カラフルな壁、意匠性に特徴のある壁を紹介した。オランダでの開催の事もあり、今回の EU PVSEC の中でも高い評価を得ていた。

(BIPV:Building Integrated Photovoltaics)

ハイライトとして取り上げられなかったが、ここ数年来話題となっているペロブスカイト型薄膜太陽電池について紹介する。

〈ペロブスカイト型太陽電池〉

豪・大学の UNSW : M.A.Green らは”Progress with Perovskite/Silicon and All-Perovskite Tandem Solar Cells”と題して基調講演を行った。ペロブスカイト型太陽電池単体では、2009 年桐蔭横浜大学の宮坂力教授が最初に発表したセルの変換効率 3.8%から最近の成果は 22.7% (韓国 KRICT) に向上した。しかし、現状では大面積セルでの低効率、ヒステリシスの生成、安定性・信頼性確保の難しさなどの問題を抱えている。現状、世界的に多くの研究者がペロブスカイト太陽電池の研究にかかわっている。

・このペロブスカイト太陽電池が本質的に保有する高い光吸収係数、移動度などに期待し、多接合セルの研究が多く行われている。現在、ペロブスカイト/Si の 2 接合タンデム太陽電池で米・Stanford 大学のグループが 23.6%を発表している。現状、4 端子構造では面積 0.17cm² セル及び 1.43cm² セルで各々 25.2%, 20.5%の変換効率である。豪・大学の UNSW の spectral splitting 法で 28%を発表している。

・この基調講演のほか、2 接合タンデム (ペロブスカイト/Si ヘテロ接合) の太陽電池特性シミュレーションなどの発表も行われた。タンデムの各セルからの光の透過率、吸収、反射率、他のシミュレーションの結果、ボトムセルをピラミッド型の texturing 構造にすることにより 30%の変換効率を超える可能性があるという評価している。

以上