

## Solar Silicon Conference ショート速報[太陽電池用シリコン]

大東威司(株式会社資源総合システム)

会議名: 3rd Solar Silicon Conference

開催期間: 2006年4月3日

開催場所: Hotel Dorint Sofitel Bayerpost (München, ドイツ)

\*\*\*\*\*要約\*\*\*\*\*

太陽光発電市場拡大と共に、市場のほとんどを占める結晶シリコン太陽電池の原料問題が深刻化している。本会議では、世界から多くの参加者を集め、多結晶シリコン製造企業の動向、太陽電池用シリコン製造技術開発の現状・見通しを報告・議論した。今後2~3年は太陽電池用、半導体用共に逼迫する状況は避けられないものの、多結晶シリコン製造企業は2010年には7万~8万tレベルへ生産能力を拡大予定であり、ロシアや中国の新規参入、金属シリコン利用の新技术などにより、更に生産能力が追加される見込みである。太陽電池メーカーは、以上を踏まえて今後の原料確保やシリコン価格について見極めていく必要がある。

\*\*\*\*\*

### 1. はじめに

「太陽電池用シリコン会議 (Solar Silicon Conference)」は今年で第3回目の開催となるが、昨年の倍以上となる700名近くの参加者を集める大盛況ぶりであった。内容は、昨年と同様に大手多結晶シリコン製造企業 (Hemlock Semiconductor、Wacker Polysilicon、トクヤマ、REC Silicon、三菱ポリシリコン) による現状及び今後の見通し、太陽電池用シリコン製造技術開発の現状・見通しを柱としながら、浙江大学 (中国におけるシリコン原料事業)、Swiss Wafers (旧ソ連諸国におけるシリコン原料事業)、オランダ・エネルギー研究財団 (ECN) (炭素熱還元法の開発)、ノルウェー科学技術大学 (NTNU) (熔融塩電解法)、Arise Technologies (カナダ) (トリクロロシラン還元法) による報告を新たに加えた。

### 2. 詳細

#### 2-1. 多結晶シリコン動向から見た太陽光発電市場

クレディ・リヨネ証券アジア (CLSA) の Rogol 氏は、多結晶シリコン原料の動向から見た太陽光発電の現状と展望に関する独自の分析結果を示した。2005年の多結晶シリコンの生産能力は36,000tと推定され、2010年までには85,000tに増強される見込みという。太陽電池生産量については2005年時点で1.7GWだが、2010年には10GWにまで達するという。少なくとも、2008年までは多結晶シリコンの需給関係の逼迫状況が続くためコストは上昇するが、2010年頃までには改善される可能性がある。

SAGE Concept (アメリカ)・Winegarner 氏は、現在の半導体産業では、太陽電池と比較すると利用しない多結晶シリコンの量が多いためスクラップ・シリコンの利用が重要であると指摘した。2008年までは需給関係が逼迫するものの、その後は太陽電池用シリコンの需要が大きく伸び、半導体用需要を凌駕するという。

#### 2-2. 多結晶シリコン原料の現状及び展望

多結晶シリコン製造企業各社から、多結晶シリコン原料の現状及び今後の見通しが報告された。

Hemlock Semiconductor (HSC)(アメリカ)のHoman氏は、2005年の世界の多結晶シリコン生産能力は32,000tで、2008年には54,000t、2010年には72,000tになると予測した。今後数年以内に、太陽電池用シリコン需要が半導体用を上回るという。事業戦略としては、まず2006年第2四半期に既存設備を拡張して生産能力2,300t/年分を稼働させる。更に、第1期分として2008年に4,500t/年が稼働予定で、既に太陽電池メーカーとの長期供給契約が完了している。第2期分の4,500t/年については、太陽電池メーカーと交渉中で、2009年に完成予定という。太陽電池用顆粒状シリコンの開発などについても検討中である。

Renewable Energy corporation (REC)(ノルウェー)のBye氏は、RECグループのシリコン事業の概要について説明した。RECグループのシリコン事業は、アメリカ・ワシントン州 Moses Lake の Solar Grade Silicon (SGS) 及びモンタナ州 Butte の Advanced Silicon Materials (ASiMI)で行っている。2005年の生産量は半導体用2,800t、太陽電池用は2,500tであった。流動床プロセスを用いた太陽電池用顆粒状シリコン生産については、現在商業化に向けた最終調整段階にあり、2006年第2四半期に最大6,000t/年規模のプラントの最終的な投資判断を行う予定で、2008年の稼働を計画している。

トクヤマの小田氏は、溶融析出(VLD)法を用いた太陽電池用シリコンの製造技術開発について報告した。生産能力200t/年のパイロット・プラントで試験を続けており、2008年の商用プラント建造に向けた最適化を進めている。サンプルの品質は、鉄含有量が100ppba、炭素が100ppma、ドーパントがP-50Ωcmであったが、現時点で鉄50ppba、炭素25ppma、ドーパントN-5Ωcmまで改善している。

Mitsubishi Polysilicon (日本・アメリカ)のMcGrotha氏は、三菱グループの日本及びアメリカにおける多結晶シリコン生産の概要について説明した。アメリカ子会社・Mitsubishi Polycrystalline Silicon Americaの生産能力は1,250t/年だが、現在2億2000万ドルを投資して300t/年の拡張を実施中で、2007年第1四半期に生産開始する予定である。日本の三菱マテリアルポリシリコンの生産能力は1,600t/年である。

### 2 - 3 . 多結晶シリコン製造技術の研究開発状況

新興国における多結晶シリコン製造への取り組みや、新しい太陽電池級シリコン(SOG-Si)製造技術開発の動向が報告された。

浙江大学(中国)のYang氏は、中国における多結晶シリコン、単結晶シリコン製造の現状及び見通しを報告した。中国の太陽電池生産量は2005年に約120MWで、生産能力は400MW/年となっており、2006年には太陽電池用だけでも2,700tのシリコン原料が必要となる。現在、約400t/年の多結晶シリコン製造プラントが稼働しているが、2008年までに2,400t/年分が稼働する予定で、更に3,000t/年分の計画がある。

Swiss Wafers(スイス)のLebedev氏は、旧ソビエト連邦諸国におけるシリコン事業の現状について報告した。スイスに拠点を置く同社は、旧ソ連諸国(ロシア、ウクライナ、キルギスタン)の多結晶シリコン製造企業と密接な関係を持っている。同社は太陽電池ウエハーの生産について2006年に35MW、2007年に50MWを見込んでいる。旧ソ連諸国では、2009年までにNitolやBaselなどといった企業により最大14,500tの多結晶シリコン生産能力を持つ可能性がある。

Joint Solar Silicon (JSSI)(ドイツ)のSonnenschein氏は、Degussa及びSolarWorldの合併事業としての太陽電池用シリコン生産プロセス開発のスケジュールを報告した。2006年に850t/年の太陽電池用シリコン製造プラントの建設に着手する予定であり、2008年から生産を開始する予定である。

Elkem Solar(ノルウェー)のDethloff氏は、冶金プロセスによる太陽電池用シリコン製造の研究開発に

ついて報告した。2006年第2四半期には投資の可否を決定する予定で、2007年の商業プラント稼働を目指す。商業プラントの構築には、15～18ヶ月かかるという。

オランダ・エネルギー研究財団 (ECN) の Gerlings 氏は、Sunergy (オランダ)、Sintef (ノルウェー)、Scanarc (スウェーデン) と共同で進める炭素熱還元法による太陽電池用シリコンの開発プロジェクト「SOLSILC」について報告した。同法の特徴は、石英とカーボン粉体を原料としているため資源的制約がなく、低コストであることである。2006～2007年にかけてパイロット・プラントによる試験を実施し、2008年ごろから商業生産プラントの構築に取り組む。

ノルウェー科学技術大学 (NTNU) の Haarberg 氏は、熔融塩電解法による太陽電池用シリコンの SINTEF Materials and Chemistry との共同開発プロジェクトについて報告した。同法は、導電性が高い、熱力学的限界がない、無機化合物の溶解性が高い、電極反応が早いなどの特徴がある。現状では研究所レベルだが、今後最適化を進め更に規模拡大と純度の向上などを進める計画である。

Arise Technologies (カナダ) の MacLellan 氏によると、同社はトロント大学及びウォータールー大学と太陽電池用シリコン開発に関する共同研究を進めており、トリクロロシランを出発原料とした低コストプロセスの開発を行っている。年間 50～200t の太陽電池用シリコン生産を目指し、2009年までに商業生産へ移行する予定である。

### 3. まとめ

2005年は、原料不足の懸念があったにもかかわらず太陽光発電市場が大幅に拡大した。また、多結晶シリコン原料メーカー各社の増産計画が相次いで発表された年でもあった。しかし、設備増強完了までには少なくとも2008年までかかるため、それまでは需給が逼迫することは避けられず、価格も上昇するであろうという見解で一致した。需給逼迫が緩和するのは2010年頃になると考えられており、その頃には太陽電池用シリコンの需要が半導体用を上回るという。

生産コストが安くなると期待されている SOG-Si の製造技術が世界の各機関で研究されているが、その進捗は後れている印象であった。一方で、中国、旧ソ連などで多結晶シリコン製造設備を立ち上げ、製造を開始する動きがあり、太陽電池用シリコンの供給者の多様化、製造技術の多様化が始まろうとしている。

### 4. おわりに

太陽電池用シリコン原料を巡っては、単に“現状不足しているが、大手多結晶シリコン製造企業を中心に増産体制が整いつつあり、数年後には不足も解消して太陽電池の増産が進展する”ということだけではなく、

2010年までに太陽電池向けシリコン需要が半導体向けを大きく逆転、SOG-Si 製造技術の進捗が緩やかで従来製造法での能力拡大が大勢、中国、旧ソ連における多結晶シリコン製造への参入、新しい太陽電池用シリコン研究開発プロジェクトの開始 といった新しい展開も生まれつつある。これらを踏まえて、太陽電池メーカーは今後の原料確保やシリコン価格見通しを見極めていく必要があると考えられる。