※『[「寄稿 日本の太陽電池産業のこれからを考える」に添えて](#)』も掲載しておりますので、併せてご覧ください。

寄稿

日本の太陽電池産業のこれからを考える

Things to Think about from Now on for Japanese Photovoltaic Industries

2017.9.6

応用物理学会 産学協働研究会 会員 久松 正

1. はじめに

日本の太陽電池開発は、1954年の米国ベル研におけるSi太陽電池の発明に刺激された複数の企業によって1950年代後半に開始され、ただちに産業化の模索が始まった。特に1970年代の2回のオイルショックを契機に、石油代替エネルギーの有力候補の一つと期待されるようになり、大規模な太陽光発電の実現と普及・促進を目的とした産官学の国家プロジェクト(サンシャイン計画)が開始され、様々な研究開発が今日まで、現在の(国研)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)を中心に続けられている。その間、太陽電池の大幅な出力向上とコスト低減が成され、関連法規の改正による系統連系システムの構築、各種フィールドテストやモニター事業など普及に向けた努力も重ねられた。1990年代後半からは、太陽光発電が地球温暖化対策やエネルギー問題解決の切り札となる再生可能エネルギーの中核と認識され、しだいに世界各地に市場が生まれ、事業規模も拡大、2000年代前半に日本は太陽電池生産量、太陽光発電導入量で共に世界トップとなるに至ったことはよく知られている通りである。しかし、住宅用システムの補助金制度が終了する2005年頃から、徐々に外国勢に追い抜かれはじめる。すなわち、2004年には太陽光発電年間導入量が、2000年にFIT(固定価格買い取り制度)を導入したドイツに抜かれ、2006年にはそれまで生産量で世界のトップ5に入っていた日本の大手太陽電池メーカー4社が外国メーカーに抜かれ、2007年にはトップのシャープ(株)がドイツのQセルズに抜かれた。国内では2002年にRPS法(電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法)の制定、2011年には東日本大震災を経験したものの、2012年のFIT制度の開始によって市場は急激に拡大、太陽光バブルなどと揶揄される事態すら発生した。その後も市場拡大、生産規模の拡大は世界規模で続いたものの、日本の太陽電池メーカーはいつの間にか勢いを失い、最近では「(日本の)産業関係者の間では太陽光発電の限界・役割の終焉という、ある種の閉塞感すら漂うようになってきた」と指摘されるほどになってしまった[1]。この大きな転換は何によってもたらされたのだろうか？どこに問題があったのだろうか？

近年日本の製造業、特に半導体集積回路やレーザーダイオードなど半導体産業のレベルダウンが指摘され、既に様々なかたちで様々な考察がなされている[2]。近い将来、太陽電池もその一例となって原因が一般論の中で論じられることになるかもしれないが、筆者はその前に、もう少し具体的にその原因を検証し、対処しておく必要があると考えている。すなわち、そこには切っ掛けとなったいくつかの問題(業界を取り巻く外的要因)があり、あらかじめ適切な制度設計や仕組み作りがなされ、それがタイミングよく作動していれば、(極端な円高や経済危機は別にと)このような事態をある程度回避出来たのではなかったか、そんな問題提起と対策を考えることが第一に求められるのではなかろうか、と考えるのである。

本論考では、まず筆者がその切っ掛けになったと考える3つの外的要因について、企業で働く一人の技術者・研究者の立場から考察し見解を述べる。その上で、これまで開発をリードしてきた産官学の連携の在り方について議論する。

筆者は近年多くの局面で、ひと頃よりコミュニケーションが希薄になったことを懸念している。同様のことを繰り返されないために、ここで提案したいことは、産官学がもっと対話を重ね緊密な関係を再構築すること。企業の技術者・研究者も積極的に意見表明し、議論する文化を醸成すること。そして、そんなことが可能となるよう意識的に取り組むこと。即ち、産官学連携のさらなる強化、アップグレードである。

2. 切っ掛けになった外的要因

2-1 シリコン材料不足

(1) 経緯と状況

日本の太陽電池メーカーが生産量で世界シェアのトップを争っていた2004年から2008年頃は、顕著なSi材料の不足に見舞われた時期でもあった。当初多結晶シリコンのキャスト材料には、LSI産業で使われたSiインゴットの端材が使われており、それがIT不況の影響で不足気味ではあったが、2003年頃に好転してからも改善しないまま、世界的なSi不足に陥ってしまった。原料であるポリシリコンの価格は最大20倍近くまで跳ね上がった。2004年にはドイツでFITが始まり、欧州に日本製の太陽電池モジュールを供給する絶好のチャンスだったにもかかわらず、十分な量の供給が出来ず、後に中国メーカーが参入する隙を与えることになってしまった。

その対策として概ね以下が実施されたが、いずれも適切な措置とは言い難かった。

①材料メーカーとの長期契約による材料確保

Si材料確保のため、各太陽電池メーカーはSi材料メーカーと長期の契約を締結したが、これが後に重荷になってしまった。また、その内容とその後の対処の仕方によって現状に大きな差が生じた。

②Si薄膜モジュールの製造販売

Si材料不足の救世主として一時期Si系薄膜太陽電池が脚光をあびたが、日本のメーカーは結晶系モジュールに代替可能な性能のSi系薄膜モジュールを製造販売することが出来なかった。この時、欧州市場に本格参入したのが、米国ファースト・ソーラーのCdS/CdTe薄膜太陽電池だった。

③薄型Si結晶の直接形成、MG-Si(金属級シリコン)の精製

これらのテーマについては以前から様々な手法が試みられ、一部に製品化されたものもあったが、従来のインゴットから切り出したウエーハを用いた太陽電池に代替可能な性能と経済性を確保するに至らなかった。

(2) 考察

① Si材料の確保

あのSi材料不足の真の原因は何だったのだろうか？国内に有力なポリシリコンのメーカーがなかった以上、不可避の事態だったのだろうか？LSI産業には景気の波があり、不況はある程度予想可能であったし、太陽電池産業の沸騰に伴う原料確保の必要性も一部では認識されていた[3]。しかし、当時Siの原料メーカー各社は1995年～1996年のLSI用のポリシリコン不足の際に一斉に増設し、過剰設備を抱えてしまった反省から設備投資に慎重になっており[4]、例えば米国ヘムロック・セミコンダクターのホーマンはこの時、「LSI用は太陽電池用より高い値段をつけることが出来る」「価格競争になっている」と発言していた[5]。「増産する気はないし、太陽

電池用に回す気もない」ということである。日本の Si イングット、ウエーハ・メーカーの多くは原料を輸入に頼っており、太陽電池メーカーの多くはウエーハを入手してからが製造であった。思うようにウエーハを確保出来なくなった各太陽電池メーカーは原料確保へと動いたが、そんな状況下で行われた契約が、太陽電池メーカーにとって大変厳しい内容になったことは言うまでもない。ポリシリコンの製造工程が太陽電池製造の他の工程と比べて、同じだけの生産能力を得るために必要な投資額が大きく、建設・稼働までに長期間を要することも[4]、逆にうまく交渉の道具にされてしまった感がある。太陽電池メーカー各社が材料を安定確保するためには、高額の長期契約条件を飲むしか選択肢は残されておらず、それがその時は最善の策と考えられた。

この時、政府機関や業界団体から原料メーカーに日本の太陽電池製造の長期見通しを説明、増産を要請してもらえばどうだったろうか？また、例えば業界団体が資金を公募して原料を一括購入、それをインゴット、ウエーハ・メーカーに供給するなど適切な打開策がないものか、公正取引委員会に相談してみる、といったことが出来なかったものだろうか？そのような努力がなされていれば、原料のメーカーからより良い条件を引き出すことが出来たかもしれない。しかし、残念ながらその時は危機感が共有されず、個別の対応に終始してしまった。日頃より企業の共通する課題について情報交換し、忌憚なく話し合える仕組みを、例えば業界団体が主導して構築しておくべきではなからうか。

② 国内における対応

これ以前の 2001 年に、NEDO の技術と資金を投入した川崎製鉄(現 JFE スチール)の SOG-Si(太陽電池級シリコン)インゴットの製造販売が開始されていた[6]。これは材料の不足を懸念する国内の太陽電池メーカーの要請で始まったプロジェクトであったが、現実には需要の急激な伸びに追いつけず、数年もしないうちに現場は海外の材料メーカーからのインゴットの直接輸入や、前述の長期契約による原料確保へと流れてしまった。当時川崎製鉄は半導体用 Si イングットの端材を原料に 60 トン/年のパイロットラインからスタート、2008 年に 400 トン/年に至ったものの、2012 年には収益性確保困難を理由に撤退している[7]。今あらためてスタート時点での報告書を見ると、プロジェクトの評価自体は低くないものの、既に「更なる費用・マンパワーを投入して実用化を急いでも良かったのではないか」とか「もう一度競合する他のプロセスとのコストを含めた比較検討をすべき」などの指摘もなされている[8]。生産量のピークは 2008 年の 400 トン/年だが、当時は既に太陽電池用に世界中で数万トンのポリシリコンが取引されており、現時点から見るとこれでは明らかに不足、失敗だったと言わざるを得ない。必要量の見込み、投資の方法、国のプロジェクトとしての評価の仕方など、反省すべきところが多々あったように思われる。この時の教訓は今どこかに活かされているのだろうか。

なお Si 原料に関する NEDO の研究開発プロジェクトはその後もういくつかあったが、いずれも国内の太陽電池メーカーに原料を供給できるまでに至らず、近年はテーマそのものが見当たらない。

③ 今後の問題

現在は多くのポリシリコンのメーカーが乱立し、世界で年間 50 万トン以上の生産能力があり、一見、供給過剰の状態にある。その約 50 %は中国メーカーであるが、日本には依然として有力な会社は存在せず、ポリシリコンの原料である MG-Si も輸入に頼らざるを得ないままである。「ポリシリコン・メーカーが増えて生産量が増したので、2009 年以降は供給不足が起らない状況が出来つつある」という見方[9]がある一方、中国メーカーの大多数は政府から安価な電気料金や土地の提供を受け、製造に伴う排水処理費用や環境保護費を減免してもらって成立していること[10]、中国が現在も依然として欧米や韓国からポリシリコンを多量に輸入し、それをアンチダン

ピング訴訟の対抗手段にすら利用していること[11], 実績あるメーカーでも事故が時々発生していることなどを考慮すると, まだ不安要素を完全に払拭することは出来ない, と考えざるを得ない. このままでは日本の太陽電池産業の原料は海外に依存した状態が続くことになるが, 高所から見て, 日本の国としてそれで良いのだろうか.

最近, 米国シリコニア・マテリアルズ社が MG-Si から独自の精製法で製造した SOG-Si 100%の原料を用いて PERC 型多結晶 Si 太陽電池を試作し, 約 20%の変換効率を得たことを発表した[12]. サニバとソーラーワールドの破産によって国内の結晶系 Si 太陽電池メーカーの消滅が危惧されている米国においてさえ, 一方にこのようなダイナミズムが残されていることに驚かされる. これこそ多様性を有することの強みかもしれない. 日本でも過去の研究成果を見直し, 新たな技術で例えば「リサイクルで回収した Si 屑や Si 含有率が高い砂を原料として SOG-Si を精製する」といったテーマに再チャレンジする余地はないものだろうか? またその工程に太陽光発電の余剰電力を利用してはどうだろうか? そのような, 国としてのリスク回避につながる地道な努力こそ, 国家プロジェクトとして取り組むべきではないのだろうか.

2-2 中国メーカーの台頭

(1) 経緯と状況

2004 年にドイツで FIT が導入されたのをはじめに, 欧州で需要が拡大したにもかかわらず, 日本メーカーは円高と Si 材料不足の影響でモジュールの供給が十分果たせず, 代替えの Si 系薄膜モジュールの供給もうまくいかなかった. 当時日本のメーカーは中国の企業を安価な部材の仕入れ元とみなしていたが, その間に欧州の需要急増を背景とした, 特に業界内で Sler (エスアイヤー)と呼ばれるシステムインテグレーターが, 中国企業に太陽電池メーカーへの業種転換を促した. その先駆けが 2001 年設立のサンテック・パワーであり, 2005 年 12 月にニューヨーク証券取引所に上場, 多額の資金を獲得したことが他の多くの企業が参入する切っ掛けになった. その中には元は靴や手袋のメーカーもあったらしい. 彼らは主に欧州のターンキーシステムと呼ばれる一貫生産ラインを調達し, 短期間に量産可能となった[13]. 当時, 筆者の知人がドイツの装置メーカーを訪れたところ, 廊下ですれ違う人はすべて中国人だった, という話もある. 同様に 2008 年~2009 年にポリシリコンへの投資ブームが起こって新規参入が続き, それまでダウンジャケットを作っていた会社なども参入したとのこと. このように多くの中国メーカーが急速に台頭, 市場は一挙に供給過剰になってバランスを失ってしまった.

筆者が参照した文献によると, その背景となった当時の中国の国内事情は概ね以下の通りである[10]. まず, 政府による導入支援, 生産拡張支援, 特に税の優遇措置がなされた. すなわち, 輸入設備の関税, 付加価値税の免除によって上記ターンキーシステムの導入が促進され, 再輸出を前提とした材料, 部品に対する関税, 付加価値税の免除によって太陽電池セル, モジュールの生産, 輸出が促進された. 外資を呼び込むために外資系企業向けの税優遇措置, ハイテク・ニューテック企業向けの税優遇措置などが講じられていたが, 中国の太陽電池メーカーのほとんどはケイマン諸島で登記されたため外資系となり, 両方の優遇措置を受けることが出来た. また, 中国国内の銀行融資も盛んに行われた. それが可能になったのは, 中央銀行にあたる国家開発銀行が太陽電池産業を優先的に支援していたからである. また地方政府からの支援も講じられた. 具体的には, 優先的な土地提供, 電気料金の優遇, 排水処理費, 環境保護費の減免などである. このようなことが国有企業に対してではなく, 主に民間企業である太陽電池産業で実現した理由は, 中国政府が 2004 年以降, 各種政令や計画でシリコン関連産業を推奨産業に指定し, 太陽電池関連産業を戦略的振興産業と位置付けるなど, 国家的支援のバックボーンが明確に示されていたからである.

また日本からの技術流出や無断利用、日本人技術者の流出を疑わせる事態も続いた。2008年2月に第1回の国際商談展示会「国際太陽電池展 PV-EXPO」が開催され、以降毎年開催されているが、自分たちの身近な技術の多くが展示されていることに驚いた日本の技術者は少なくなかっただろう。

日本からの技術流出を疑わせる一例として、上記サンテック・パワーの急成長が、2006年に日本のモジュール製造会社を買収したことと関係するという指摘がある[14]。この会社はシャープ製のモジュールをOEMで生産していた会社であるが、中国にモジュール工場を建設した後の2007年から、サンテックは特に著しい成長を遂げた、とのことである。

また日本の技術の無断使用を疑わせる一例として、太陽電池セルの割れやクラック、少数キャリアライフタイムの低下箇所などを可視化する技術と装置がある。これは当初宇宙用太陽電池の放射線損傷を調べる一手法であったが[15]、温度コントロールと特定発光波長のCCDカメラによる観察が加わって一般的な太陽電池の不具合検査法・装置へと展開し、特許が登録されている[16]。しかしこれは比較的容易に実施出来ることから、瞬く間に単独の装置又は製造装置の一部に組み込まれて普及してしまった。筆者は最初2011年のPV-EXPOで中国の複数のメーカーのプレゼンを見て驚いたが、後に業界誌 Photon International の特集記事を見ると19社もリストアップされている[17]。そしてこれも、当技術を積極的に使おうとしてきたシャープとの協力関係が切れた中国企業を経由した可能性が高いと推察される。筆者の調べでは、日本メーカーの多くはライセンスを受けているが、海外メーカーには供与の事実が見当たらず、技術の無断利用を疑わざるを得ないところである。

日本人技術者の流出という点では、筆者もお誘いを受けた経験がある。すなわち、ある日、会社にかかってきた電話の内容は「今度の土曜日に開催する“太陽電池に関する意見交換会”に参加しないか？」ということであった。しかし、よくよく聞いてみると「場所は関西空港近くのホテル、一泊以上の予定で来てほしい」、さらに「久松さん、パスポートはお持ちですか？」ときた。筆者はこの段階で断ったが、参加した知人にその後の様子を聞けば、「驚くほどの好条件で(詳細は略す)、最新設備とやる気満々の若い人たちが待っていた」らしい。

(2) 考察

① 日本からの技術流出

国内産業保護の観点から、商取引における安易な技術流出を防ぐ措置を、法律など他分野の専門家も交えて真剣に検討してはどうだろうか。流出を防止するための企業間の統制を、例えば国や業界団体が主導して講じることが出来ないものか。例えば「(ある製品の)第2世代までの製造は海外企業に委ねても、第3世代以降は国内企業にのみ委託する」といったガイドラインを作るとか、「委託契約期間中に得た技術は、終了後も何年間かは無断使用してはならない」というルールを契約に入れることを奨励するなど、検討の余地があるのではないだろうか。法的・政策的な観点からも知財権や法律を駆使して、さらに有効な策はないものか、専門的な検討を行う余地もあるのではなかろうか。同時に、(大学も含めて)留学生や研修生を通じた技術流出の防止策も真剣に考えるべきでないだろうか。これに関して、欧米ではどのような措置がなされ、どのような問題があるのかも参考に調査してはどうだろうか。

日本人技術者の渡航を伴う技術流出問題は当分野に限らない。日頃会社で望むような研究開発が出来ず、地味的にも給与面でも「認められている」と実感出来ない技術者・研究者が、巧みな勧誘に乗って「それならやってみよう」という気になっても誰も責めることは出来ないだろう。そこには、技術立国など言いながらも技術者にプライオリティを与えない日本社会の意識の問題がある。倫理教育など小手先の対策だけでは不十分、技術者の待遇改善も含めた今後の抜本的な改革が望まれる。

② 中国製モジュールの輸入問題

米国では2012年5月、欧州では2013年6月を最初に、安価で取引される中国製の輸入太陽電池モジュールに対して不当廉売関税(AD税)、相殺関税(CVD税)が繰り返し課せられ、2018年1月にはソーラーワールドとサニバによる提訴に基づいて[18]、通商法201条によるセーフガード(緊急輸入制限)が発動されたことは記憶に新しい。またカナダやインド、オーストラリアでも同様の動きがある。これに対して「そのような対処は国内需要を低下させるだけだ」という反対意見や、「今のグローバル社会では致し方なかろう」という論調もある。しかしここで強調されるべきは、中国は国家が太陽電池産業に肩入れしており、もはや民間企業どうしの競争の域を越えてしまっている、という事実である。輸出先の同業者の雇用を破壊するまでの廉売はやはりやり過ぎであろう。

通常、このような提訴は被害を被った企業の訴えに基づいて業界団体が申請するが、筆者の知る限り、日本ではそのようなことが議論すらなされず、現在に至っている。なぜ国内メーカーは言い出すことが出来なかったのだろうか？ここでも業界の共通する課題について日頃から情報交換し、忌憚なく話し合える仕組みを構築しておくことが望まれる。

もし、日本の法律が厳しいと躊躇するなら、近年不当廉売に関する日本の政令やガイドラインが改正され、活用しやすくなったこと[19]をご存じだろうか？これによると、例えば「該当製品を生産する者が2つ以上あれば団体として申請可能」、「損害の指標は合理的に入手可能な範囲で良い」など、日本の生産者団体が申請しやすくなっている。業界団体が傘下の企業に声をかけ、法律の専門家も交えてその必要性を真剣に議論、検討してみる余地があるのではなからうか。また技術流出や無断使用についても、少なくとも情報共有の機会があれば互いに注意喚起出来、流出の未然防止や技術の散逸抑制につながるのではないだろうか。

2-3 再生可能エネルギー固定価格買い取り制度(FIT)に関わる不信感、不安感

(1) 経緯と状況

日本におけるFITは2012年に開始され、一時は太陽光バブルなどと揶揄されるほど市場は沸騰したが、一方で制度上の不備を突いて利ざやを稼ごうとする悪徳な業者も横行した[20]。すなわち、メガソーラー建設に適した用地の地価の高騰や買い占め、周辺の景観や環境を考慮しない乱開発などのトラブルが各地で発生、認定を取得しつつも事業に着手せずにモジュール価格の低下分を稼ぐ商法や、50KW未満なら電気主任技術者を雇わずに済むこと等から、一つのメガソーラーをわざわざ50KW未満に分譲して販売する商法などが平然と行われた。また高額な買い取り価格で契約した物件を転売すること等は現在でも行われている。

また、2014年10月頃から、再生可能エネルギー特別措置法の例外規定「電気の円滑な供給確保に支障が生じるおそれがある時は、電力会社は再生可能エネルギーの買い取りを拒否出来る」を盾に、大手電力会社が「送電線の能力が足りない」との理由で、買い取りを中断する措置を簡単に開始してしまい、それが無制限の出力抑制につながってしまった[21]。ところがその後、国や電力会社が再エネの受入れ可能量を定める際に、再稼働を期待する原発からの発電量を先に見込んでから再エネの受入れ量を決めている実態が明らかにされ[22]、最近では送電線に接続するために高額な接続負担金が要求されていることや[23]、空き容量ゼロとされていた東北の14基幹送電線が、実際は2~18%程度しか使われていない[24]、といったことも報道された。このような政府や電力会社の原発優先とも取れかねない姿勢が、国民の再エネ普及に対する期待に冷水を浴びせることになった。

以上のように、FIT に絡むトラブルが制度以上に太陽光発電そのものへの国民の不信感・不安感を醸成してしまった結果、顧客の買い控えが進み、太陽電池メーカーのみならず全うな施工業者にも大きなダメージを与えてしまった。

(2) 考察

① 制度設計について

FIT はその後、一部改正されて 2017 年 4 月に施工されたが、当初の制度設計に慎重さが欠けていたのではなかろうか。この方法には様々な問題があることが導入前から知られていたし[25, 26]、具体的に国内メーカーの衰退につながりかねない危惧[25]や、例外規定があることへの危惧[27]も表明されていた。先に FIT を導入して様々な問題が発生したスペインやドイツの例から学ぶべきものも当然あったはずなのに、結局は同様の事態に陥ってしまった。もっと時間と頭脳をつぎ込み、オープンで慎重な議論をすすめるべきでなかったのか。

また改正時に注目された太陽光発電事業をあたかも金融商品のように扱う業者に対しては、我々も業界内の自浄努力で締め出す手立てを真剣に考えるべきではなかっただろうか。現在でも周辺住民の合意を得ない無秩序なメガソーラー建設や、廃棄物の放置などが時々報道されている。地域の人の信頼を失うような開発などもつての外である。早急に業界内に情報交換と議論が出来る場を設けることが望まれる。

② 出力抑制について

筆者は太陽光で発電した電力の買い取り拒否が、大きな議論もされず現実に行われてしまったことが、信じられない思いであった。それはここまで太陽光発電の実現と普及・促進に取り組んできた我々や、我々の先輩方の努力を足蹴にするような行為であった。いま太陽光発電に関わっている者すべてが、産官学を問わず、その妥当性を問うべきでなかったろうか。電力会社間で電力を融通しあうシステムや送電網充実の必要性は東日本大震災以降、何度も指摘されてきたはずだからである。その大きい影響を考えると、買い取り拒否や出力抑制は「伝家の宝刀」に留めるべきだったと筆者は考える。そして後日、実は空き容量のあることが判明する。原発との関係はあらためて考える必要があるが、それが基幹電源という社会は、決して我々が目標としてきた持続可能な社会と言えるものではなかろう。

一方で今振り返ってみると、我々太陽電池の技術者・研究者がこのような問題を理解し、議論する機会ほとんどなかった。ひと頃は学会のシンポジウム等で分野全体を見通すレビューがあり、政府の人を招いて直接話を聴く機会もあったが、近年はテーマの細分化が進み、そのような機会が減少した。専門的な議論が深まった分だけ視野が狭くなった。学会は時々、参加者が幅広い情報を共有した上で議論し、場合によっては学会からも声を上げることが出来るような企画を取り上げるべきではなかろうか。

冒頭でも少し引用したが、昨年(2017 年) 6 月に JPEA から発表された産業ビジョン「太陽光発電 2050 年の黎明」には、現状認識として「産業関係者の間では太陽光発電の限界・役割の終焉という、ある種の閉塞感すら漂うようになってきた」ということが記されている[1]。確かにその閉塞感や先行き不安感が企業に勤める者のモチベーション低下を招いたことは否定出来ないところである。そこには、前述の外的要因への対策や挽回策が思うように功を奏しなかったことへの疲労感や、企業内部の風土が絡む諸問題が存在する。

そして、そこで出てくる手っ取り早い解決策が、「もうそんなことはなかったことにしよう」という「気持ちだけの切り替え」である。確かにちょっと目先の観点が変わっただけで、人が替わっただけで、それまでの懸案事項が消

えてしまったような空気になってしまうことがある。しかし、そんな検証や反省をすることが出来ないことこそ、同じことの繰り返しの原因に違いない。我々も勇気を出して事態を認識し、歴史に学ばねばならないのである。

3. 背景としての産官学連携

本節ではここまでの議論を踏まえ、これまで日本における太陽光発電の実現と普及・促進を担ってきた産官学の連携のあり方について議論したい。

(1) 物を作ること

筆者はヨーロッパ出張の折、ベルギーのベルヘムで古い石造りの街並みや、巨大なアントワープ中央駅を見て、一種のカルチャー・ショックを覚えた経験がある。ヨーロッパの人々が「物を作ること」、「形として残すこと」を如何に大切にしているか、思い知らされた気がしたからである。湿潤な気候の中、主に木と紙で出来た家で暮らし、仏教の無常観の影響を受けた日本人が「物を作ること」、「形として残すこと」の重要性に疎くなる気持ちはよく理解出来る。しかし、現代のグローバル社会を生きぬくためには、この感覚は早晩克服しなければならないだろう。

最近、フランスの太陽光発電協会 SER-SOLER の会長エグザビア・ダーバル(Xavier Daval)氏はインタビューの中で、「欧州には太陽電池モジュール製造の大きな産業グループが必要だ」と発言しているが、それは「自分たちのエネルギーの供給を、地球上の他の地域に依存してはならない」という基本的な考え方に基づいている[28]。単にソーラーワールドのような特定企業を欧州に残したいというのでなく、産業のグループとして存在させるべき、というのである。彼は太陽光発電産業を、社会に無くてはならないエネルギーの供給産業ととらえており、その根底に「物を作ること」への重要性の認識が窺える。我々に欠けているのは、このような思考、思想性ではなからうか。前述の JPEA の産業ビジョンにも「(日本は)世界で最も再エネを必要とする国であり、範となる立場にある」「最終目標は脱炭素、持続可能社会の実現」とある。この持続可能というところは結構重たい、サンシャイン計画の趣旨にある「エネルギーの長期的な安全供給確保」に通じる。今年(2018年)は国のエネルギー基本計画の見直しの年であり、日本でも先に記した Si 材料まで含めた産業の全体像を、もう一度考え直す必要があるのではないだろうか。企業評価には「企業の成熟度」という観点も重要である。目先の利益と政府の後ろ盾を前提にして業種転換した中国企業の存続を当てにするような日本の社会であって良いものだろうか。

ちなみに「再生可能エネルギーは不安定な電源であるため、基幹電源になり得ない」という主張が一部に根強く存在する。確かに太陽光発電は天候に大きく左右され、エネルギーの安全供給からは遠いようにも思われる。しかし、この問題は近年気象衛星による天候予測が著しく改善され、発電量の予測精度は今後もっと高まることが期待出来ることから、将来はかなりのところ解消されるだろう。そうなれば、太陽光発電を基幹電力にして、不足を他の発電手段で補うことも可能になる。まさに「予測可能な変動電源」という捉え方が出来ることになるだろう[29]。

上記インタビューの中で、彼は「モジュール生産が中国に移った時、ドイツ人はドイツ製の製造装置を中国メーカーに売り続けるつもりだった。しかし、今我々が中国で目にするのは、中国国内で作られた装置を載せた製造ラインだ。あの動きは長い目でみると誤りだった」とも述べている。ここで注目すべきは、「ドイツで開発された製造装置を中国へ売り続けることを、当初から考えていた」と認めている点である。それが早晩中国製に置き換えられたことはともかく、当時日本は中国と部材の調達等で関係が深まっていたのに、導入された装置の多くは日本製でなかった。もちろん仕様や価格の違いなど理由は色々あろうが、筆者はそこにちょっと文化的な違いの

ようなものを感じる。そもそも日本人には、自分たちの技術を「物を作る」装置にまで高める、装置として結実させる、それを普及させる、という意識がまだ少し低いのではないだろうか？ 敢えて言えば「探求された真実や理論、極められた技術の上澄み」こそが大切であって、それを論文等に結実出来れば「実際に物を作ることは次でよし」、極端に言えば「他者に任せてもよし」といった感覚が、まだ残っているのではないかと感じるのである。

ところで、「近年応用物理学会では企業会員数が減り、春秋の講演会では企業からの発表が激減、多くが大学など公的機関によるものになり、産業の指向性から乖離した結果、さらに減少するという悪循環に陥っている」という指摘がある[30]。太陽電池の分野も例外でなく、今までと同様多くの研究発表がなされ、一見盛況に見えるものの、例えば2017年秋の一般講演における企業単独の発表は招待講演の一件のみであった。報告されるテーマの多くは国の委託研究に絡む内容であり、企業からの参加が減っていることは、企業の関心と委託研究のテーマが必ずしも合致していないことを示唆している。また大学等からの発表に対して、物作りの視点からは、量産性や信頼性に疑問を感じざるを得ない場合も少なくない。もちろん、大学でなされる研究テーマは必ずしも結果が物に結実するテーマでなくて良いのだが、もう少し「物を作ること」を意識すれば、企業の関心を招くことも出来、新たな展開につなげることが出来るだろう。それは決して自由な基礎研究と矛盾しない。このような価値観の違い、ずれの解消が、産学官連携の今後の発展につながるのではなからうか。テーマによっては当初から、装置メーカーを委託研究のメンバーに加え、量産技術まで見通した研究開発を進めることを企画してはどうだろうか。

(2) 産官学の各々の役割と連携

現在太陽電池モジュールは世界的な供給過剰に陥っており、今後中国メーカーの大幅な業種転換のようなことがない限り、日本のメーカーがシェアを取り戻すことは有り得ないだろうとの推測もあり、そんな状況下で日本メーカーが事業を継続する意味を問う声も聞こえている。ここで日本企業とそこで働く技術者・研究者はもう一度原点に帰って、太陽光発電事業の在り方、位置づけを考え直す時期に来ているのではなからうか。例えば、事業の拡大につれて、住宅用システムを漠然と家電製品と同じような意識でとらえがちにならなかったか？ 産業用システムではメガソーラーなど規模を追うことに注力しすぎてはいなかったか？ 単に「シェアが落ちたから」とか「補助金の額が落ちたから」などといったことが事業終焉の理由になるなら、これまでの開発の経緯や企業の社会的責任をどう考えるのか。そもそも、太陽電池には変換効率と価格以外に主な争点はなく、事業そのものが社会貢献的な側面、未来への投資とも言われる側面が強い仕事である。我々の先輩方はそれを承知で努力を重ねてきたはずである。事業の拡大期にはそのような考え方や価値観に混乱が生じた。もう一度、太陽電池の仕事が社会基盤の一部である電力インフラの一端を担う事業ととらえ直し、息長く地道な努力を重ねる道に戻るべきではなからうか。そこから日本の、そして世界の太陽光エネルギー供給の未来像を考え直すのである。技術者・研究者は本来の役目である技術開発に全力で取り組むのは勿論であるが、分野全体に視野を広げ、積極的に議論し意見表明してほしい。それが自らを守ることにもつながる。

JPEA や PVTEC など我々の業界団体には、いま以上の積極的な役割を期待したい。すなわち、傘下の企業との関係をさらに深め、意見の集約や個々の企業だけでは不可能な横断的な取り組みにチャレンジし、さらに一歩踏み込んで国に政策提言するパイプ役を担って頂けないものか。そして、我々の監督省庁である NEDO などの政府機関に対しては、以上の議論を踏まえたうえで、産と学とのさらなるコミュニケーションの深化と、政策への具現化をお願いしたい。先に述べた学会への企業からの参加者が減少していることや、産総研の福島再生可能エネルギー研究所の利用に際して、大手太陽電池メーカーからの参加が必ずしも多くないことなどは、産官

学の意味疎通にさらに改善の余地があることを示唆している。産官学がもっと対話を重ね、忌憚なく意見をぶつけ合い、知恵を出し助け合える仕組みを再構築すること、企業の技術者・研究者も積極的に意見表明し、議論する文化を醸成すること、それに意識的に取り組むこと。このようなことが、今後の発展の礎になると確信する次第である。

4. あとがき

本論考は2017年秋の応物学会(第78回応用物理学会秋季学術講演会;福岡国際会議場他)における産学協働研究会主催「産学協働の広場」(9月6日午後)で議論するために作成した文書をベースに、その後の議論を加筆し、さらに2018年春の同学会(第65回応用物理学会春季学術講演会;早稲田大学西早稲田キャンパス他)の「産学協働の広場」(3月18日午後)における議論を経てまとめたものである。その経緯は別文書[31]を参照頂きたい。読者諸兄のご意見、ご批判、ご指摘など頂戴出来れば幸いである。

[1] JPEA PV OUTLOOK 太陽光発電 2050年の黎明, 2017年6月, 一般社団法人 太陽光発電協会.

[2] 例えば,

①湯之上隆: “日本半導体電機産業大崩壊 -日本の沈没を救うのは若者しかいない-”, 応用物理学会結晶工学未来塾講演テキスト, 2012年11月8日, p.35-53.

②西村吉雄: “生産額は10年で半減, 日本の電子産業凋落の真相”, 日経テクノロジーオンライン, 2014/7/14. http://www.nikkei.com/article/DGXNASFK0102R_R00C14A7000000/

③鈴木博毅: 「超」入門 失敗の本質 日本軍と現代日本に共通する23の組織的ジレンマ, 2012年4月, ダイヤモンド社.

[3] 例えば, 後述する[8]に含まれている以下の文書には「原料供給が(太陽光発電)導入への最大のネックとなる」との認識が記されている。

「エネルギー使用合理化シリコン製造プロセス開発」事業原簿, 新エネルギー・産業技術総合開発機構 太陽技術開発室, 2001年9月14日.

[4] 高橋 均: “多結晶 Si 材料の不足はまだまだ続く”, 日経エレクトロニクス, 2006.9.25, p.195-203.

[5] John Gartner: “Silicon Shortage Stalls Solar”, 03.28.05, WIRED NEWS.

<https://www.wired.com/2005/03/silicon-shortage-stalls-solar/>

[6] “太陽電池用原料シリコン事業への進出について”, K's News (News Release), 1997年5月29日, 川崎製鉄株式会社.

http://www.jfe-holdings.co.jp/release/ksc/97_06/taiyod.html

[7] “ソーラーシリコン事業からの撤退について”, ニュースリリース, 2012年5月25日, JFE スチール株式会社.

<http://www.jfe-steel.co.jp/release/2012/05/120525.html>

[8] 「エネルギー使用合理化シリコン製造プロセス開発」事後評価報告書, 平成14年6月, 新エネルギー・産業技術総合開発機構技術評価委員会「エネルギー使用合理化シリコン製造プロセス開発」事後評価分科会.

[9] 荒谷復夫: “太陽電池用シリコン原料の現状と課題”, 日本結晶成長学会誌, Vol. 36, No.4 (2009), p. 6-12.

- [10] 李 春霞: “中国の太陽光発電産業 —「自主创新」の成果と限界—”, 中国経済研究, 第 11 巻第 2 号, 2014 年 9 月, p.56-77.
- [11] Christian Roselund: “Hemlock Semiconductor to lay off 100 workers”, October 20, 2017, pv magazine.
- [12] “Silicor Materials Announces Production of PERC Mono Cell at 20% Efficiency Using Its Standard Solar Silicon”, Silicor Materials Press Releases & Publications, May 31, 2017.
<http://www.silicormaterials.com/news-a-event/press-releases.html>
- [13] 丸川知雄: “中国の太陽電池産業”, 中国経済研究, 第 6 巻第 2 号, 2009 年 9 月, P.31-40.
- [14] Marukawa Tomoo; “The Compressed Development of China’s Photovoltaic Industry and the Rise of Suntech Power”, RIETI Discussion Paper Series 12-E-051, August 2012.
- [15] 田島道夫, 藁科正敏, 久松 正, 鈴木皓夫: “シリコン太陽電池のルミネッセンス評価”, 1991 年(平成 3 年)春季第 38 回応用物理学関係連合講演会講演予稿集 No.2, No.29a-SX-12, p.648 (1991).
- [16] 国内特許: 特許 05413785, 特許 05051854, 外国特許: WO 11016441, WO 07129585.
- [17] Shravan Kumar Chunduri; “Just what the doctor ordered”, Photon International, February 2014, p.68-105.
- [18] “SolarWorld Americans Inc. joins Section 201 trade action to address global import surge”, Hillsboro, Ore., May 25, 2017, Newsroom, SolarWorld.
- [19] 経済産業省ニュースリリース 平成 29 年 4 月 1 日付け, 平成 28 年 4 月 5 日付け, 平成 23 年 4 月 1 日付け, 平成 21 年 4 月 1 日付け, 平成 16 年 3 月 31 日付け.
- [20] 例えば, 小林泰明: “かくも怪しき「太陽光バブル」”, 新潮 45, 2015 年 6 月号, p.28-43.
- [21] 例えば,
①朝日新聞 2014 年 10 月 1 日付け 13 版.
②西澤佑介: “再生エネ幕引きの深層”, 週間東洋経済, 2016. 3. 19, p.102-107.
- [22] 上田俊英: ザ・コラム “原発優先 新手的空押さえを見過ごすな”, 朝日新聞 2014 年 12 月 27 日付け 10 版.
- [23] “てんでんこ, マイ電力 9 負担金” 朝日新聞 2017 年 5 月 5 日付け, 13 版.
- [24] 朝日新聞 2017 年 10 月 4 日付け 13 版.
- [25] 大橋弘: “価格設定, 「費用対効果」基に”, 日本経済新聞, 2012 年 4 月 17 日付け.
- [26] 古山通久: “本格普及へ産業政策カギ”, 日本経済新聞, 2012 年 4 月 18 日付け.
- [27] 朝日新聞 2011 年 8 月 25 日付け 13 版.
- [28] Emiliano Bellini: “Interview: Europe needs big PV manufactures”, May 18, 2017, pv magazine.
- [29] 朝日新聞 2017 年 5 月 11 日付け 10 版.
- [30] 堂免 恵: “産学協働研究会の紹介”, 応用物理, 第 86 巻 第 8 号 (2017), p.726-7.
- [31] 久松 正: 研究会だより “「産学協働の広場」における 1 つの取り組み”, 応用物理 第 87 巻 3 月増刊号 (2018), i - ii .

■筆者プロフィール

久松 正(ひさまつ ただし)

hisamatsu.tfyh@nifty.com

1979 年大阪府立大学大学院工学研究科修士課程修了. 工学博士.

シャープ株式会社, 旧宇宙開発事業団(現 宇宙航空研究開発機構)を経て, シャープの子会社である ScienBizip Japan(株)で知財権に関する業務に従事. 東日本大震災に際し, ボランティア活動に参加. 本来は宇宙用の太陽電池が専門分野であり, 地上用(産業用, 住宅用)の経緯はとなりで少し客観的な立場から見っていました.

■この文書は筆者が筆者の知見に基づいて筆者個人の意見を記したものであり, 筆者が所属する機関や応用物理学会 インダストリアルチャプターの見解を表明したものではありません.

転載等をご遠慮頂きますようお願い致します.