

平成 24 年度

環境に優しい太陽光発電を利用した信号機について  
研究報告書

平成 25 年 3 月

公益財団法人 日本環境教育機構

# 目 次

序

第1章 太陽光発電の趨勢

1

1.産業

2.市場

資料編

8

参考文献

## 序

2010年、世界的な景気後退は新しい局面に入り、多くの国々、とくに欧州の国々が国家財政危機に陥った。これにより、多くの国が太陽光発電システムに対する補助金の削減を発表した。また、シェールガスの採掘技術が発達したため、天然ガスの価格は低い状態を維持しており、一時的に自然エネルギーの市場競争力は低下している。同時に、化石燃料や原子力エネルギーに依存する場合のセキュリティ問題、経済性、人件費に対する関心が世界各国で高まっている。

2010年4月10日BP社がメキシコ湾で起こした石油流出事故は大規模な自然環境資源の損害を引き起こし、その地域の経済だけでなく、地域住民の生活・住民の健康をも脅かしつづけている。2010-2012年“アラブの春”と呼ばれる中東不安によって石油価格が変動し、エネルギー市場はますます不安定な状態にある。

一方で世界の石油需要は生産能力を上回る勢いで伸びている。また日本の福島県における原子力発電所の事故により、相対的に低炭素な電力を発電するという原子力発電の役割について多くの国が立ち止まり再考することとなった。

2012年の世界の年平均気温（陸域における地表付近の気温と海面水温の平均）の1981～2010年平均基準における偏差は $+0.14^{\circ}\text{C}$ （20世紀平均基準における偏差は $+0.51^{\circ}\text{C}$ ）で、1891年の統計開始以降、8番目に高い値となりました。世界の年平均気温は、長期的には100年あたり約 $0.68^{\circ}\text{C}$ の割合で上昇しており、特に1990年代半ば以降、高温となる年が多くなっています。不況にもかかわらず、温室効果ガスの排出量は過去最大となり、“産業革命前と比べた年平均気温の上昇を $2^{\circ}\text{C}$ 以内に抑える”という世界的な目標の達成はますます困難になった。

この混乱の最中に数値が向上したのは、世界の自然エネルギーの実績であった。2010年には、自然エネルギーによって世界の最終エネルギー消費の推計16%がまかなわれた。年末までにはすべての発電容量の1/4を占め、世界の電力供給の1/5を担った。太陽光発電においては発電容量が1年前に比べ約2倍になっている。

一方で、自然エネルギー技術が様々な課題に直面しているにもかかわらず、それらの多くはR&Dの後押しにより上昇方向になっている。特に、太陽光発電は大幅に費用が低下したため、他のエネルギーよりも収益率が高くなっている。景気後退にもかかわらず、2010年の自然エネルギーに対する投資は新記録を達成した。自然エネルギー由来の電力や燃料への投資は2110億米ドルに達し、前年の1600億米ドルと比較し32%の増加となった。

例えば、国連環境計画（UNEP）の“Global Trends in Renewable Energy Investment 2011”に示された通り、自然エネルギー関連の企業、大規模発電やバイオ燃料プロジェクトに対する途上国での投資が、先進国での投資を上回った。主に世界の投資の1/3は、中国に向けられている。中国や他の経済大国であるインド、ブラジル以外の発展途上国でも、政策、投資、市場動向、製造業などの分野で大きな進展が見られた。自然エネルギーに関する目標値や支援政策を制定している118カ国のうち少なくとも半数は途上国である。さらに、自然エネルギーがより広い地域や国へ拡大することにより、世界のより多くの人々が必要最低限の基本的な需要を満たすだけでなく、

経済的発展につながるようなエネルギーサービスを利用できるようになる。発展途上国での取組みが増加していることは、今回の報告書で提示されている重要な点の1つである。将来のエネルギー需要の増大の多くは途上国で起こると考えられているため、これは明るい傾向である。

今日、ますます自然エネルギー由来のエネルギー容量が増加し、価格が低下し、さらに世界中でエネルギー全体に占める割合が上昇するにつれ、自然エネルギーの利用者は増加している。

国際連合総会は、2012年を「すべての人のための持続可能エネルギーの国際年」と宣言した。国連事務総長の 潘基文は、「すべての人のための持続可能なエネルギー」という新しいイニシアティブを掲げ、2030年までに、「すべての人の近代的なエネルギー・サービスへのアクセス確保」、「エネルギー効率を2倍に高める」、「世界のエネルギー・ミックスにおける自然エネルギーの割合の倍増」の3点の目標を達成するために国際的な運動を起こそうとしている。世界の自然エネルギー市場、産業、政策発展についての包括的で最新の概観を示し、世界の自然エネルギーの進歩を測定する確実な基礎を提供する。

これから長い間、2011年は、3月に日本で発生した悲惨な大地震と津波によって起こった東京電力福島第一原子力発電所事故の年として認識されるだろう。これらの出来事は日本の生活のほぼすべての面、とりわけエネルギー政策に計り知れない影響を及ぼした。福島の影響は、日本にだけではなく、多くの国々で原子力の安全性や未来のエネルギー政策の方向転換についての激しい議論を起こした。たとえば、ドイツでは、福島をきっかけに、2022年までの急速な脱原発を決め、ドイツのエネルギー分野の完全な改革が行われた。「Energiewende (エネルギー転換)」はドイツで最も大きなインフラ近代化プロジェクトである。巨大なエネルギー・インフラへの投資とともに、エネルギーの効率化と自然エネルギーに焦点をあてており、世界中の国々の手本になっている。

2011年は、特に欧州と米国で、金融市場は不安定であり、自然エネルギー政策支援が不確かな状況が続いていた。この不安定さにもかかわらず、自然エネルギーや燃料への新規投資が世界的に17%増加し、2570億ドルを記録した。50MW以上の水力発電プロジェクトを含めると、自然エネルギー発電設備への総投資は化石燃料の発電設備への総投資を超えた。自然エネルギーは、最終消費部門のすべて—電力、熱利用、交通—において成長し続け、世界のエネルギー最終消費の推計17%をまかなった。過去数年と同様、世界の新規発電設備容量の約半分は自然エネルギーベースのものであった。厳しい経済状況にもかかわらず、欧州連合 (EU) は2011年にこれまで以上に自然エネルギーの新規発電設備を導入し、4年連続で自然エネルギーはEU地域における新規発電設備容量の半分以上 (71%以上) を占めた。自然エネルギー支援政策は、自然エネルギーの割合が増加するための原動力であり続けた。少なくとも118カ国 (半分以上が発展途上国) が、自然エネルギーの導入目標を設定し、109カ国が電力部門における自然エネルギーを支援する政策を持つ。自然エネルギー政策を推進する主な要因は、雇用創出の可能性である。世界中で、約500万人が直接的または間接的に自然エネルギー産業で働いている。世界各国のますます多くの政府が、グリーン経済戦略に役立つ中心的な要素として、エネルギー効率化や自然エネルギーを認識している。特に発展途上国の農村部でエネルギーへのアクセスを提供する点でも、自然エネルギーへの注目は増している。

今日、自然エネルギー由来のエネルギー容量がますます増加し、価格が低下し、さらに世界中でエネルギー全体に占める割合が増加するにつれ、自然エネルギーの利用者は増加している。

世界的趨勢の自然エネルギーのなか、都市計画において交通政策に欠かせない「信号機」を太陽電池で稼働させることで少しでも「環境に優しい」信号機について現地調査を実施し報告書とした。

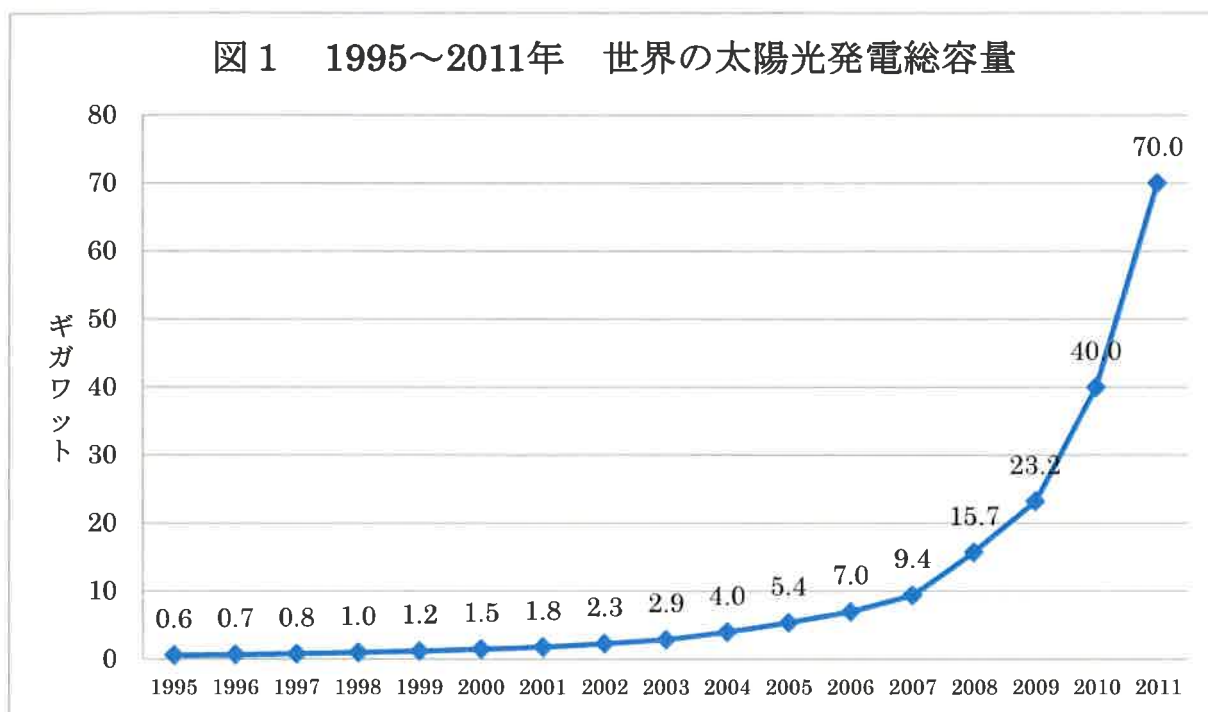
2013年3月

公益財団法人 日本環境教育機構

1. 市場

2011年世界的に太陽光発電市場は急速な成長を遂げた。2011年には世界中で約30GWの太陽光発電設備が新たに稼働し、全世界の設備容量が74%伸びて70GWに到達した

(図1参照) 1。2011年度の実際の全世界での設置量は約25GWであった。このような違いが出たのは、2011年に系統に接続された容量の一部は2010年に設置されていたからである2\*。新規導入された容量のうちの大部分は、税率の逡減、終了期限が差し迫った政策と急激な価格下落により、年末に駆け込む形で導入されたものだった。2011年度末に稼働していた太陽光発電の容量は5年前に全世界で稼働中だった数値の約10倍であり、2006年から2011年の年ごとの対前年成長率は58%を上回る数値だった3。薄膜型市場の割合は2010年度の16%から2011年度は15%に下落した4。系統に1GW以上接続した国は3カ国から6カ国に伸び、新規導入を行う国は増え続けている5。年末の総容量で上位の国はドイツ、イタリア、日本とスペインで、米国が後に続いている。イタリアとスペインの順位が逆転した以外は、2011年の上位5か国はそのままである6 (参照表R5を参照)。

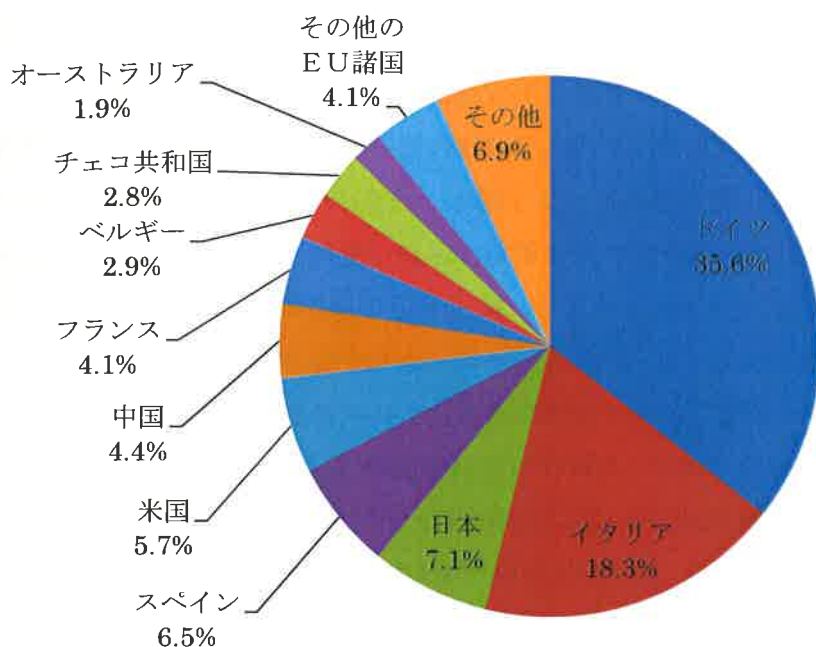


1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.5	1.8	2.3	2.9	4.0	5.4	7.0	9.4	15.7	23.2	40.0	70.0

一人当たりの太陽光発電量ではドイツ、イタリア、チェコ、ベルギーとスペインなどといった

欧州各国がリードしている7。EUが再び世界の太陽光発電市場を独占したことには、イタリアとドイツが2011年の新規導入量のうちの57%を占めていたことが大きく影響している8。EUは推定17GWを新規導入し、22GWを系統に接続した。これは2011年に設置された太陽光発電よりは少ない容量ではあるが、（訳注：2010年に設置されて、まだ系統連系をしていなかった）容量の多くがEU地域の系統へと電力供給を開始したということである9。年末には総容量が51GWに到達し、全世界の総容量の4分の3を導入した。これによりEUは1500万世帯の電力消費を満たすことができる10（図2を参照）。

図2 2011年 太陽光発電稼働容量 上位10カ国



ドイツ	イタリア	日本	スペイン	米国	中国	フランス	ベルギー	チェコ共和国	オーストラリア	その他のEU諸国	その他
35.6	18.3	7.1	6.5	5.7	4.4	4.1	2.9	2.8	1.9	4.1	6.9

太陽光発電が初めて他の発電技術よりも多く新規に導入された。太陽光発電だけで2011年に新たに稼働したすべての電力容量の47%を占めた11。ドイツは2011年後半に100万台目の太陽光発電設備を系統に接続し、引き続き太陽光発電の総容量と稼働容量をけん引している12。固定価格買取制度（FIT）の低減と継続的なシステム価格下落の予測によって年初は低調であったが、年末までに約7.5GWが新たに導入された。そのうちの半数は寒さがそれほど厳しくなかったことと既存のFITの買取価格を利用しようという動機が大きく影響して12月に導入された13。これで容量は24.8GWに到達し、ドイツにおける発電の3.1%を占めており（2010年は1.9%）、ピーク時の電力需要の推計8%を供給していることになる14。イタリアでは系統に接続した太陽光発電容量が推計9.3GWで、総設備容量は12.8GWに到達し、1年間で導入された容量の新記録を樹立した15。このうちの約3.7GWは、2010年に政令で太陽光発電プロジェクトがよりよい条件のFIT価格によって利益を得ることを認められたため、2010年末に駆け込みで導入されたものだった16。太

太陽光発電は2010年と比べると5倍発電しており、イタリアの風力発電の発電量を上回っている17。欧州における有力な市場はベルギー（導入量約1GW）、英国（0.9GW）、ギリシャ（0.4GW以上）、世界における順位が2番目から4番目に落ちてしまったスペイン（およそ0.4GW）、スロバキア（0.3GW）などが主である18。イギリスの総容量は新たなFITプロジェクトと二段階の税率低下が新規接続の誘因となり、12倍増加して1GWに到達した19。フランスは1.6GW以上の太陽光発電を稼働させた。このうちのほとんどは2010年に導入されたものであり、2011年は3kW以上のプロジェクトの一時停止とFIT支援の減額が影響してほとんど導入されなかった20。チェコ共和国では、約2GWが導入された2年間の例外的な成長の後、支援の減額と既存施設に対する遡及税と系統接続の一時停止によって2011年以降は6MWのみの稼働に留まった21。欧州以外での最大の市場は中国（2.1GW）、米国（1.9GW）、日本（1.3GW）とオーストラリア（0.8GW）であった22。日本は引き続き稼働容量においては世界3位である。2010年は、住宅における太陽光発電設備が日本における太陽光発電の95%を占めていたが、2011年には産業用と商業用の屋上設備の増加によって85%に減少した23。米国では、州の優遇策に関連した価格の低下、連邦による優遇策の延長、期限の満了が差し迫った政策などの複合的な要因により市場が2倍に拡大し、稼働中の容量を4GW近くまで増加させた24。カリフォルニア州は引き続き米国内における最大の市場（全体の29%）で、ニュージャージー州（17%）とアリゾナ州（15%）がその後に続いている25。大規模な導入は新規導入のうち最大の割合（43%）を占めており、2010年比で185%成長したエネルギー事業体（41%）や住宅における導入（16%）が続いている26。

2011年に市場がおおよそ4倍に拡大した中国は、国のFIT制度が開始されたことによって総容量は約3.1GWまで増加し、世界における順位が8位から6位に上昇した27。中国はアジアにおける支配的地位を急速に獲得し、2011年におけるアジア地域の需要の50%を占めている28。他の国で成長しているのは総容量を倍増させたカナダ（364MW）やインド（300MW）などがある29。しかし、インドはインフラや財政、気候に係る遅延によって目標値の容量には到達しなかった30。インドとカリフォルニア州では、太陽光発電設備価格の下落によってプロジェクトへの入札額が大幅に下がり、計画されているカリフォルニアでの大型プロジェクトの契約も天然ガスプロジェクトの価格よりも低くなるという現象が起きた31。価格の下落に伴って、世界中で新たな市場が登場しつつある32。

太陽光発電の数と規模は引き続き拡大している。2012年の3月までには、最低でも欧州、北米、アジアにおける12の国においては、20MWを越える太陽光発電設備を備えていた。大規模発電市場をけん引しているドイツは大規模発電施設を1.1GW有しており、スペインが480MW、米国が338MWと続いている33。中国の青海省にある世界最大のメガソーラー施設（200MW）のような大規模事業プロジェクトがインド、タイ、中国などで進行している34。2011年初めには、最も高地での10MWの系統連系型太陽光発電システムがチベットで稼働し、サハラ砂漠以南のアフリカで最大の太陽光発電システムがケニアで稼働し始めた35。建物一体型太陽光発電（BIPV）への関心も高まっている。経済的な停滞によって建設が抑制され、BIPVの成長は勢いを弱めているものの、2010年には1.2GWが増設され、世界市場は年率で56%成長している36。



現在の太陽光発電の設備容量の大半は系統連系型で、独立型の割合は世界の容量のうち推計2%を占めている<sup>37</sup>。このような現状ではあるが、とくに発展途上国で分散型や小規模のシステムへの関心が高まっている（地域の自然エネルギーの章を参照）。オーストラリア、イスラエル、ノルウェーやスウェーデンなどの先進国において導入された太陽光発電のうちの相当な割合を独立型が占めている<sup>38</sup>。集光型太陽光発電（CPV）市場は集光型以外の太陽光発電と比べれば小さい規模ではあるが、日射量が多く湿度が低い場所における効率が高いことが、この技術への関心を高めている最大の要因として考えられる<sup>39</sup>。ほとんどのCPVプロジェクトは試験的か試作品の段階であるが、世界初の数メガワット規模のプロジェクトが2011年に導入され、2012年の初めには推計33MWが稼働し始めた<sup>40</sup>。CPVプロジェクトはオーストラリアやサウジアラビアなど、最低でも20ヶ国で進行中であるが、10の新しいプロジェクトを合わせて12MWが稼働し始めたスペインと米国が現在の最大のCPV市場である。

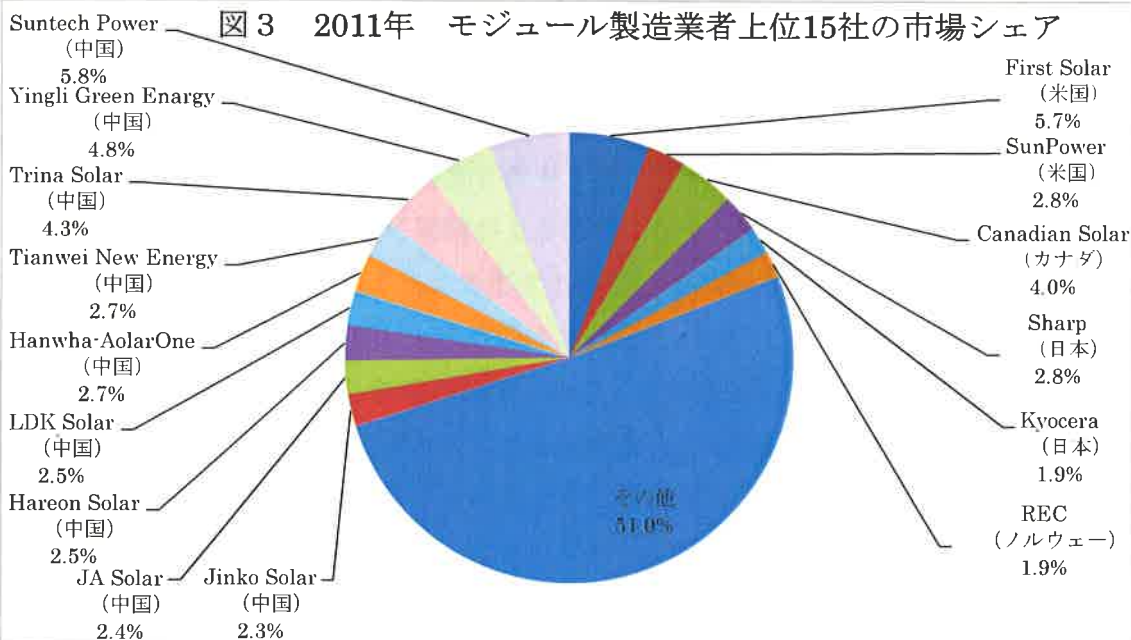
## 2.産業

世界全体の太陽光発電産業の規模はいまや年間で1000億USドルを超えた42。2011年は消費者にとっても設置事業者にとっても良い年であったが、製造業者は熾烈を極める産業界での厳しい競争に直面した。セル、モジュール、ポリシリコン製造業者は利益を出すのに苦勞し、在庫超過や価格下落、政府援助の縮小、年間を通して低速な市場の成長速度、大規模な産業合併の中を生き抜かなければいけなかった43。

製造能力の拡大による規模の経済や技術革新、製造業者間での競争、シリコンの大幅な価格下落などの影響で太陽光発電のモジュール価格の下落は2011年になっても継続し、価格下落はコスト削減を上回る速度で進行した44。モジュールの価格は年間で40%下落し、屋上設置型のシステムの設置コストは20%低下したという推計もある45。薄膜型の価格も2011年に下落した。結晶系モジュールの劇的な価格下落によって薄膜型の強みは打ち消されつつある46。

市場は過去の記録をすべて塗り替えたが、太陽光発電関連の生産はさらに加速し、結果的にモジュールの相当な供給超過が起きている47。2010年には21.2GWだった結晶系のシリコンセルは2011年には33.1GW、モジュールに関しては20.5GWだったものが34.8GW生産された48。年末のモジュールの生産容量は約55.7GWであったが、有効な生産能力は約30GWであった49。薄膜型の生産の割合は2009年に21%だったのが2011年には13%になるなど継続して減少しているのにも関わらず、実質的な生産は21%増加して4.6GWになった50。ポリシリコンの生産は2008年から2010年の間に2倍増加し、2011年の需要のうち81%は太陽光発電産業が占めていた51。

過去10年間で、生産をけん引する地域は、米国から、日本、欧州、そして現在はアジアへと移り変わっている52。モジュール\*の製造は欧州企業が主に犠牲となって著しい移行が行われ、2010年には15の上位製造業者のうち10社だったものが、2011年には12の業者がアジアに拠点を持っていた53。2010年には50%だった中国本土や台湾に拠点を持つ企業が2011年には全世界の生産の61%を占めており、欧州の企業は14%、日本の企業も5%に減少した54。米国のモジュールの生産は横ばいだった一方でウェハーとセルの生産は減少し、米国における生産の割合は4%に下落し、生産のうち約32%が薄膜型だった55。上位15社の太陽光モジュール製造業者は全世界で生産された34.8GWのうち49%を占めた56（図3を参照）。中国のSuntechは1位を維持し、2009年に米国のFirstSolarを追い越した。First Solarはいまだに薄膜型の生産においては支配的地位を保持しているのにも関わらず、プロジェクトの完成が遅れて苦勞している57。中国のYingli Green EnergyやTrina Solarは地位を取り戻し、2010年に上位5企業に入っていた三洋, ScottSolar, SolarWorld, Jiawei Solar China, Renesolaは2011年には上位から転落し、Canadian Solarと日本のシャープの順位が入れ替わり、中国のHanwha-SolarOneが2つ順位下落し、日本の京セラと米国のRECがそれぞれ6つ順位下落した中、中国のLDK Solarは3つ順位を上げた58。



First Solar (米国)	SunPower (米国)	Canadian Solar (カナダ)	Sharp (日本)	Kyocera (日本)	REC (ノルウェー)	その他	Jinko Solar (中国)
5.7	2.8	4.0	2.8	1.9	1.9	51.0	2.3
JA Solar (中国)	Hareon Solar (中国)	LDK Solar (中国)	Hanwha-AolarOne (中国)	Tianwei New Energy (中国)	Trina Solar (中国)	Yingli Green Energy (中国)	Suntech Power (中国)
2.4	2.5	2.5	2.7	2.7	4.3	4.8	5.8

上位15の企業には入っていないが、インドは国家目標を達成するためにあらゆる製品とシステムの製造に力を入れ上昇してきている59。2011年中盤、世界の太陽光のバリューチェーンには250のウェハーとほぼ同等のセルの製造業者、400以上のモジュールの製造業者が含まれており、年度末には中国だけで650近くのパネル製造業者が存在した60。しかし、2011年と2012年初期に数多くの経営破綻と合併が起き、合併は増加傾向にある。大企業でも破産してしまった企業では製造工場を閉鎖し、業界撤退を余儀なくされた事例もあった。米国のSolyndraはドイツのQ-Cells（一時世界1位の製造業者）などと同時期に破産を発表し、業界からこの時期に撤退した米国企業の一つだ61。BP Solarは太陽光発電産業での40年間の活動に幕を閉じ、2012年の初期にはFirst Solarがいくつかの重要な市場への政策支援を縮小させた後に欧州からの撤退を発表した62。生き残った企業のうち、特に欧州の企業は生産ラインを恒久的に廃止し、新施設の建設を延期するか、もしくは主にアジアなど他の地域に生産ラインを移転させた63。中国の製造業者も影響を受け、2011年後半までには中国の太陽光発電の生産容量の半分は生産を停止したと伝えられている64。同時に他の企業は生産容量を拡大したところもあり、コロラド州に400MWの薄膜型生産工場を建設する計画を打ち出したGeneral Electricなどは業界への参入を発表した65。太陽光発電製造業者は競争力を保持するために2011年はプロジェクト開発を拡大し、垂直的な統合を進めた66。日本では製造業者が直接小売、設置、アフターケアサービスも行っている67。米国では太陽光発電事業開発業者が不動産開発業者と提携し、リースの重要性が高まっている68。

2010年には最も良い成績を残し、経営破綻を発表する直前に5億3500万USドルの公債を受け取った米国に拠点を持つ薄膜型の企業のSolyndraが経営破綻したことによって、自然エネルギープロジェクトに対するアメリカ連邦支援金は厳しい調査を受けた。Solyndraは本格的運用開始に時間がかかったため海外の大手製造業者と競争することができず、太陽光パネルの過剰供給と欧州における政策の不確実性によって問題がより深刻になった<sup>69</sup>。Solyndraや他の企業での失敗は中国の補助金も原因の一つとし、これに対応する形でいくつかの製造業者が2011年後半に貿易上の不満を中国に伝えた<sup>70</sup>。この貿易上の問題は米国国内においては、価格の低下に苦しむ製造事業者と、生き残るためにさらなる価格の低下に依存するプロジェクト開発業者との間に亀裂を生じさせた。これ以外には、調達パターンにも影響を与え、米国の供給構造をより複雑にした<sup>71</sup>。このような課題がある中で、効率性の向上や工程の改善、有機素材やプラスチックの開発、資金調達手法、年率7～8%の割合でさらなるコストの削減が進むなど、バリューチェーンにおける革新は続き続けた<sup>72</sup>。薄膜型の製造業者は効率性をさらに向上させ、屋上などあらゆる場所での導入を増加させ、コストを削減した<sup>73</sup>。

## 資料編

都市における太陽光発電を利用した信号機

## <資料 1>

秋田市内にも太陽光発電を利用した信号機が想像していた以上にあり、驚きました。私たちが、何気なく通っていた道路にも、実際探してみると太陽光発電を利用した信号機が、あちらこちらにありました。写真は、東通や広面で撮ったものですが、この写真と同じ障害物表示灯が、山手台一丁目などにも見つけることができました。秋田市内の各地に分離帯や分流・合流地点等に、この障害物表示灯が設置されていることが分かりました。私が写真を撮った7月9日は天気が良く、太陽もサンサンと照りつけていたので、障害物表示灯も黄色く点滅していました。

私は、この太陽光発電を利用した信号機を使うことに賛成します。現在、震災の影響もあり、日本全体がこの夏の節電対策に努めているところです。夏はエアコンなどで電力を大量につかいがちになってしまい、1年のうちで最も電力の消費量が増えてしまいます。その中で、太陽光電池を利用することは、大きな節電へと繋がると考えました。梅雨の時期もあけ、日照時間も長くなることが期待されますので、太陽光発電の利用は大変よいことだと思います。

確かに、秋田は日本全体に比べると、日照時間が短いですが、小さな積み重ねが大きな積みかせとつながると思うので、その点はあまり問題ではないと考えます。電磁の自給自足ができることは、エコな暮らしへと繋がると考えますので、今の日本には必要な姿勢だと思います。



商品名：障害物表示灯（アレッド・ブリンカー（ソーラー））

品番：RA-30S-2B

価格：本体¥310,000 支柱¥27,200

太陽電池：13W

蓄電池：12V12Ah

LED：黄 表 85 個×2 裏 5 個集合球×2

点滅時間帯：24 時間

働き：分離帯や分流・合流地点等に設置

24 時間点滅で昼夜共にドライバーを誘導

中央分離帯のノーズ、テール、分合流地点などに最適

2 灯交互点滅方式による優れた視認性

## <資料 2>

1750 年代の産業革命以降、石炭や石油などの化石燃料の大量消費や森林伐採等により、二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素などの温室効果ガスの濃度が急速に増加し、現在では産業革命前の 1.4 倍となり、この結果、自然の気候変動の範囲を超えて地球の平均気温が上昇し続けています。

秋田市の平均気温も、1885～2007 年の観測結果によると、100 年あたり 1.2℃の割合で上昇していて、特にここ 20 年ほどは急に高くなっています。

この影響で日本では豪雨の出現回数が増加傾向にあることや、高温等による様々な農作物への影響が報告されています。これによる秋田県に深く関わる問題として、コメへの影響が挙げられます。雪解け時期の水資源量の変化や病害虫の影響等の要因を考慮すると、北日本でも収穫量減少となる可能性が示唆されていることからです。他のものではブナ林への影響が挙げられ、ブナ林の成立に適した地域は、日本全体では、気温が 2.9℃上昇すると現在の分布域から 37%に減少すると予想されており、それに伴い、秋田県でもその面積が大きく減少することが予想されています。以上のことから温室効果ガスの発生を減らすことは、秋田の産業の発展に重要であると考えられます。

日本の電気の約 6 割を担っている火力発電では、燃料として石油、石炭、天然ガスなどが使われるため、どうしても排気ガスが出ます。そのため温室効果ガスである二酸化炭素も出てしまいます。それに比べ今回調べた太陽光発電では、自然エネルギー、つまり再生可能エネルギーを使った発電なので、発電時の環境負担がゼロに等しいです。地球温暖化による世界的な広範囲に渡る被害だけでなく、ここ秋田の産業発展のためにも少しずつでも温室効果ガスの発生を抑える必要があると思います。よって都市の信号機の太陽光発電は良いものだと思います。確かに秋田の日照時間は全国的に見て少ないため、あまり多くの発電量は見込めませんが、実際の H19～H22 の資料を見てみると、秋田市内の施設では、年間で発電量の一番多い 5・6 月の発電量は約 1000kWh/月であり、この数値はノート PC の電源を 1 ヶ月入れ続けた時の消費電力が 14kWh であることから、約 71 台ものノート PC の電力をまかなえるほどのものであるとわかります。よってより今後太陽光発電が家庭などに広がれば火力発電に頼ることが少なくなり、温室効果ガスの発生が減ることとなるでしょう。

太陽光発電の広がり、温室効果ガスの減少から得る秋田の産業発展以外にも、秋田の経済に良い影響を与える可能性があります。それは在来型の石油産出量が減少し、より高価な非在来型の割合が高まるため、石油価格は今後上昇を示すことが予測されていることや、太陽光発電の導入促進のため、2009 年 11 月から住宅用太陽光発電を対象に余剰電力をこれまでより高額で電力会社が買い取る余剰電力買取制度が開始されたことから、世界中、日本中で太陽光発電エネルギー産業の成長が予想されるからです。よって、秋田での太陽光発電の成長自体も秋田の経済発展に貢献するものです。

以上より秋田での太陽光発電の広がり、温室効果ガスの減少や、経済の発展につながると思うので、今回調べた信号機の太陽光発電のような小さなものでも必要である、と思いました。



商品名 障害物表示灯 (ブリンカー)

仕様 品番…RA-30S-2B-24H

支柱… $\phi 60.5 \times 2000$

(鋼管に下地亜鉛処理の上静電紛体塗装)

太陽電池…13W

ケーシング…アルミ製  $t=2\text{mm}$

蓄電池…12V12Ah

点滅方式…上下交互点滅

LED…黄 8000mcd 85 個 $\times 2$

点滅時間帯…24 時間

撮影日時 2011/6/28 16:00 場所 東通一丁目



商品名 導光板式踏切進入防止表示器 (ソーラー式)

仕様 定格電圧…DC12V

定格電流…2.5A

使用温度範囲… $-20^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$

光源寿命…約 5 万時間 (12h/日 使用で約 10 年)

太陽電池…25W (17V 1.47A)

蓄電池…平均日照 3h 以上の南面解放場所への設置条件とする。

456Wh (12V38Ah)無日照保証約 6 日

撮影日時 2011/6/28 15:40 場所 手形新栄町



### <資料 3>

このレポートは環境にやさしい“ソーラー式信号機”を題材に取り上げる。

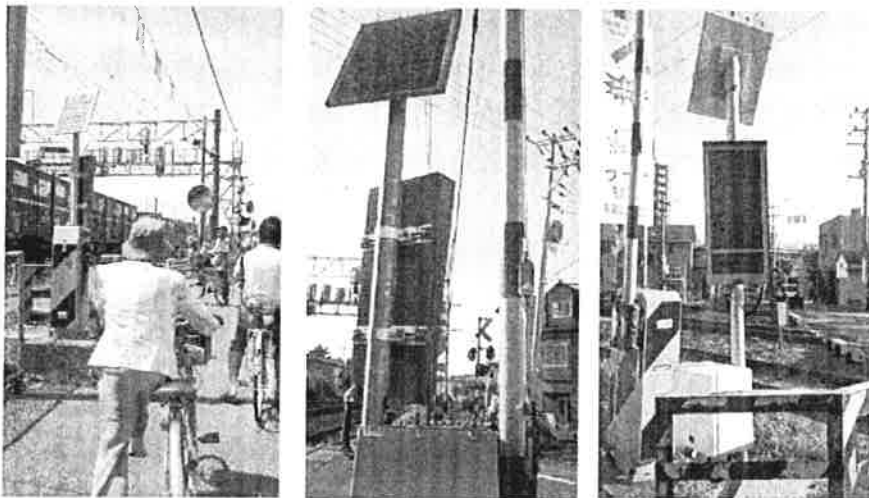
- ①秋田駅西口裏のソーラー式踏切
- ②ソーラー式信号機・商品名～スムーズくん2～
- ③ソーラー式信号機・災害時の備えとしての役割（考察）

上記の順番で述べていき、見解を深めていく。

#### ①秋田市内のソーラー式信号機

画期的なことに、秋田市内にもソーラー式信号機がみられる。私は秋田駅西口裏の踏切で発見することができた。信号機ではないが、ソーラー式踏切のようだった。

写真（中央）のパネルで太陽光を集めている。写真（右）では見えにくいですが、看板の右から「一旦停止」「左右確認」と書いてある。撮影時に文字の点灯は見られなかったが、おそらく夜の電車通過時に点滅すると思われる。



撮影：2011/7/9（土）13:18

#### ②商品名 ～スムーズくん2～

さまざまなソーラー式の商品がある中『株式会社 ヨシミエレクトロニクス』での商品を取り上げる。なぜならば、他の会社と比べて商品名がユニークで親しみやすいだからだ。

こちらはソーラー式工事用信号機で『スムーズくん2』という名だ。確かに信号機の下にソーラーパネルがあり、スムーズくんと繋がれている。名前に“2”と付いているからには“1”はどのようなものであるのか気になるところだが、“1”は「ソーラー式ではない」という事だった。

“2”でソーラー式にしたことにより、株式会社ヨシミエレクトロニクスでも「環境汚染防止に貢献する」と強くアピールしていた。写真に見える数字は時刻ではなく、待ち時間を表示している。この会社では他にも“ソーラー式騒音計”などがあり、太陽光発電に非常に関心がある。



- 太陽電池・・・32V
- バッテリー・・・40AH
- 昼・・・5W以下
- 夜・・・1W以下
- 見通し・・・約500m
- 連続時間可能日数・・・約10日間（満充電、新品40AH）
- DC12V

### ③都市における災害時対策の役割

ソーラー式信号機は現在話題の"eco"に直結している。一般の信号機に比べて電気量削減が期待でき、温暖化防止対策への貢献になるのは周知の事実だ。それに加えて、災害時の備えとしての役割もあると、私は考える。2011年3月11日（金）東日本大震災が起こったとき、秋田市内も停電の被害があった。そのため信号機はすべて使えず、交差点は混雑しており非常に危険な状況だった。たまたま平日の日中で車通りは並みであったが、休日の日中であつたら交通事故に繋がる大惨事ではないかと懸念される。

このような被害に見舞われた時、信号機がソーラー式であれば道路の混雑は回避できる。これは震災を通して初めて気がついた。したがってソーラー式信号機と言えば、大きな交差点に見られるものだと思っていた。しかしながら、私が秋田市内で予想していた交差点にはソーラー式信号機らしいもの（太陽光パネル）は見られなかった。

一般的な環境汚染防止策としての役割もちろん大切だが、市民の安心・安全のためにも重要な役割を果たしている。そのために秋田市内でもソーラー式信号機の導入を真剣に考えなければならないし、市内に限ることなく、小さな交差点へも積極的に取り入れていくべきだと考える。

#### 参考資料

<http://www.yoshimi-e.jp/product.html> （株式会社ヨシミエレクトロニクス HP）

#### <資料 4>

授業が終わってから私はソーラー式信号機を探しに行き、初めは自動車の信号機についているのかと思ったがどうやら標識や表示物に使われているようだ。私がこの写真を撮りに行った時は天気が曇りだったが、標識はチカチカした感じで点いたり消えたりしていた。太陽は丁度隠れていたが光は届いていたようだ。雨の日はわからないが、曇りの日でも点くことが可能だと理解した。

ソーラー式信号機は、私は効果があると思う。確かに秋田は日照時間が短いと言われているが、インターネットで調べていると実は夏の日照時間は全国的に見て長いことがわかり、秋田でも太陽光を利用した電力削減は可能である。夜帰っていると交通量の少ないところだと信号機が点滅している光景を見る。大学前は信号機が多いと思うので、何台かは深夜になったら点滅ではなく消灯させてもよいのではないだろうかと考えることがある（何台かを点滅させれば暗がりはなくなるだろうし）。ソーラー式だと夜になれば太陽光が当たらないが、蓄電で点けることが可能だ。電力を抑えることができる画期的な方法だと考える。また、ソーラーパネルはメンテナンスの必要はあまりなく、もし故障しても修理が容易、日光が当たる場所であれば設置する場所は限られない。このような点から見てもソーラー式は効率がよいと言える。しかしデメリットとしては、蓄電した分しか利用できない為に、雨天が続く場合などは使えないことが挙げられる。その対策としてあらかじめ雨天の日数を予測して予備日を考慮しなければならない。また、これを製造・設置するために投入されたエネルギー等を考えると、これらを運用することで初めて環境に貢献するわけなのだから、発電の効率をより高めていく必要があるだろう。

現在震災の影響で色々な所で節電を行っている。このソーラー式標識も節電に貢献していると思うし、今後も節電に活躍していくことが期待できるだろう。



- ・ 6月28日午後4時頃撮影。住所は秋田市東通1丁目-1
- ・ 商品名：ソーラー式標識標示
- ・ 詳細：会社名は株式会社てつでん

インターネットで検索しても見つからなかったのですが、同じ会社で類似した商品を見てみると、太陽電池 25W(7V,1.47A)、蓄電池 456Wh(12V,38Ah)であった。



- ・ 6月28日午後4時頃撮影。住所は秋田市新栄町1
- ・ 商品名：障害物表示灯
- ・ 詳細：会社名は株式会社吾妻製作所  
太陽光で13W、蓄電池で12V,12Ah、LEDは黄8000mcd 85個×2

<資料 5>

私が普段通っている道にこの信号は設置されていた。いつも何気なしに見ていたが、これがソーラーパネルを使っていることに気づかなかった。だから、ソーラーパネルを探すのに結構時間がかかった。意外と身近にあって驚いた。この信号のほかにも踏切の電車がくることを知らせる案内板もソーラーパネルが使用されていた。秋田はこのような技術が取り上げられているイメージが薄かったが、案外見つけられてよかった。このようなソーラーパネルが使用されている機器は、積極的に増やしていくべきだと思う。しかし太陽の光は毎日一定ではない。日照時間は季節によって違い、晴れの日もあれば、曇りの日もある。それに、太陽は動いているので、ソーラーパネルに当たる光の角度が変わり、パネルに当たる光の強さも変わる。光の強さが変われば、発電能力も変わる。一定した電気を得ることは難しいと思う。しかしこのような条件下であってもないよりはあったほうがよいに決まっている。また、最近では、節電を呼び掛けているので、太陽光を利用していくべきだと思う。コストはかかるかもしれないが、将来的にみて増やしていくべきだ。

今回探してみても、青黄赤の光を放つ一般的な信号機にソーラーパネルが使用されているものは残念ながら見つけられなかった。東北地方太平洋沖地震が起こったとき、きゅうに停電になった。私は道路を歩いていたのだが、信号機が消えていて、交通がうまくいかない状態になっていた。このようなときに備えて、信号機にソーラーパネルはつけられないのだろうか。いきなりすべての信号を変えるのは難しいので、交通が盛んなところから徐々に変えていってほしい。



撮影 6月28日 15時40分

品番 RA-30S-2B-24H

支柱 φ60.5×2000

太陽電池 13W

蓄電池 12V12Ah  
LED 黄 8000mcd 85個×2  
ケーシング アルミ製 t=2mm  
点滅時間帯 24時間  
役割 一般道路の危険度の高い場所、高速道路の出入り口、交差点、橋梁、福音変更部分、道路工事箇所などに設置され、危険を知らせるために設置される。交互点滅という点灯方式から我々は無意識に危険を感じとるように習慣づけられている。

## <資料 6>

### 1、太陽光電池付き信号機

太陽光発電は、「太陽電池」と呼ばれる装置を用いて、太陽の光エネルギーを直接電気に変換する発電方式です。

現在、日本は、石油や石炭などのエネルギー資源のほとんどを諸外国からの輸入に頼っていますが、こうした化石燃料は使い続けられればいずれなくなってしまうもの。太陽の光という無尽蔵のエネルギーを活用する太陽光発電は、年々深刻化するエネルギー資源問題の有力な解決策の一つです。

また、クリーンであることも大きな特長。発電の際に地球温暖化の原因とされている二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)も発電時にはまったく排出しません。

エネルギー源の確保が簡単で、地球にもやさしい太陽光発電。日本は、世界でもトップクラスの太陽光発電技術を有する国でもあり、その導入量のさらなる増加が期待されています。

### 2、都市の中でこのような信号は必要か

秋田県は日照時間が少ない。そんななかで、太陽光発電はどれほどの効果があるのか、以前から疑問に思っていた。私の家の隣の家にもソーラーパネルが設置されている。「そんなの秋田で付けたって、整備とか設置費にお金かかって、もととれるのかよ。」と思っていた。今年の3月11日に東北で大規模な地震が発生した。秋田県全域で電気がストップ。オール電化の私の家では、非常に不便であった。このとき思ったのが、「そっか、ソーラーパネルか!!」でした。普段、電気のある生活に慣れてしまって、電気が使えるありがたみを改めて感じた時、自然エネルギーがどれほど大切かよくわかりました。

私が見つけたこの信号機は、赤・青・黄色の3色の信号機ではないけど、朝見ても、夜見ても、きちんと点滅していた。24時間フル稼働している信号機は、消費する電力が多いと思う。この信号機のように、太陽光のエネルギーだけを使って、ドライバーに注意を促すのは、環境にやさしくて、とてもいいなと思った。

今季節だと、日照時間が1年で一番長い時期にあたる。だから、こういう信号もフル稼働できるのかなと思った。冬になって、太陽の光を目にすることが少なくなる時期だと、こういう信号はしっかり働けるのだろうか。ドライバーに注意を促すだけのものなら、少しぐらいついてなくても、それほど支障はないと思う。しかし、赤・青・黄色の3色の信号機や歩行者用信号機が太陽光のエネルギーだけで動いていたら、電池が切れてしまった時、危険だなと思った。しかし、すべての電力を電線から引っ張ると、ものすごい消費電力になると思った。そこで、私は、太陽光電池でまかなう電力と普通の電力、両方とも効率よく利用できたらいいなと思った。夏は、太陽光電池を主に使い、冬は普通の電力に頼る。そうしたら、環境にもやさしいし、安全だと思う。

これから、時代がすすむにつれて、どんどん新しいものが出てくると思う。もしかしたら、エネルギー変換が効率良くなって、わずかな太陽光でたくさん電力が供給できるかもしれない。よりよいものが発見できた時、商品化とかで少し時間がかかる。いいものはすぐにでも、実用してほしいなと思った。

自然エネルギーの電力供給量は、まだまだ少ない。これから、新しい自然エネルギーを見つけたり、今までの自然エネルギーの変換効率を上げたりして、日本から原子力発電所や火力発電所が減っていったらいいなと思った。





撮影日時：2011/07/11/16:48

場所：千秋城下町踏切



## <資料7>

今回のテーマは、太陽光発電と建物、ということで、レポートをこなしていくこととする。とすると、一番初めに思い浮かんだ場所は、そう、大学構内にある図書館の屋上である。あそこには、非常にたくさん、膨大な数の太陽光パネルが設置されていたはずだ。ということで、さっそく調査していくことにしよう。

### 1. 図書館にある太陽光パネルの外観、GPSについて。



### 2. 機械の製造ラベルについて。



### 3. 説明

まず、この太陽光パネルはいつごろから設置されたのだろうか。担当者の石井さんに聞いたところ、設置されてから5～6年が経過しているという。一枚当たりどのくらい発電するのかは、当然その時の天候によって異なる。秋田大学図書館入口から入って、すぐ左の休憩スペースのところに、電光掲示板があり、そこでリアルタイムでの発電量をみることができる。発電したエネルギーは、直流であり、パワーコンディショナーというもので交流にするため、ここでロスがおきる。そのため、100%

が利用できるエネルギーとはならない。発電したエネルギーの使い道は、第一に図書館内のエレベーターや照明に使われる。たいてい、ほとんどここに使い切ってしまうそうだが、余分に残ったエネルギーは商用電源として、一般棟の方にも回ってくるようだ。なお、一般棟に回る比率、つまりパーセンテージはわからない。なぜなら、計測するメーターがないためである。また、蓄電池がないため、発電したエネルギーをためることもできないようである。つまり、パッと使って、すぐなくなってしまうのだ。

#### 4. 考察

秋田の日照時間について調べてみた。太陽光発電には、太陽の力が必要なので、単純に、日照時間が長ければ長いほど、発電時間も長くなる、発電量も増えるものとして考える。調査にはインターネットを利用したので、参照したURLは6章に示すことにする。調べた結果はなんと、47都道府県中最下位であった。なんとも愕然、啞然とすべき事実である。秋田は、太陽光発電に向いていないのでは……。また、日照時間の少なさは、雨よりも雪日数の多さと関係があるようだ。これもまた、日本海側に位置する秋田県にとって、厳寒な冬があり、日照時間を下げている原因であるように思える。

#### 5. 感想

秋田県は、日照時間にこそ恵まれてはいないものの、太陽光発電という自然の力を利用した再生可能エネルギーは、もっと普及させるべきだと思った。秋田大学図書館屋上にある太陽光パネルが、私的に大規模な方だと思うのだが、発電量はそうたいしたものではないことがわかって、すこし残念であった。しかも蓄電する装置もなく、万が一のためにも電気を溜めておく、なんて使い道はできないようである。それでも、環境のために、太陽光発電は大事なものであることに変わりはない。もっと日照時間が多い都道府県は、もっと太陽光発電にも力を入れてほしい、と思った。

#### 6. 参考文献、URL

<http://www.jma-net.go.jp/akita/Q&A/qanda2-1.htm>

<http://home.solar-make.com/?eid=74>

<http://ecolifejp.fc2web.com/reform/nishoujikan.htm>

<http://www.jabwemetthefilm.com/sunshine.html>

<http://todo-ran.com/kiji/13657>

## <資料8>

### 1. はじめに

近年、化石燃料に変わる新しいエネルギーが注目されている。それは、風力や太陽光に代表される「自然エネルギー」だ。このレポートでは、太陽光発電を利用した信号機について、その特徴や、解決すべき課題を考える。

### 2. 太陽光を利用した信号機



上部の画像2つは、5月24日(金)13:00ころに、秋田市の手形新栄町2丁目、「秋田電機建設株式会社」そばの踏切で撮影した、太陽光発電を利用した信号機(表示機)である。この場所の緯度・経度をGPSで取得したところ、信号機があった場所の緯度は約北緯39.43度、経度は約東経140.07度であった(画像右下)。

左下の画像は、この表示機の製造ラベルである。この表示機は2006年(平成18年)の12月に「てつでん」という会社で製造されているようだ。この会社を調べて、信号機の詳しい情報を見てみよう。

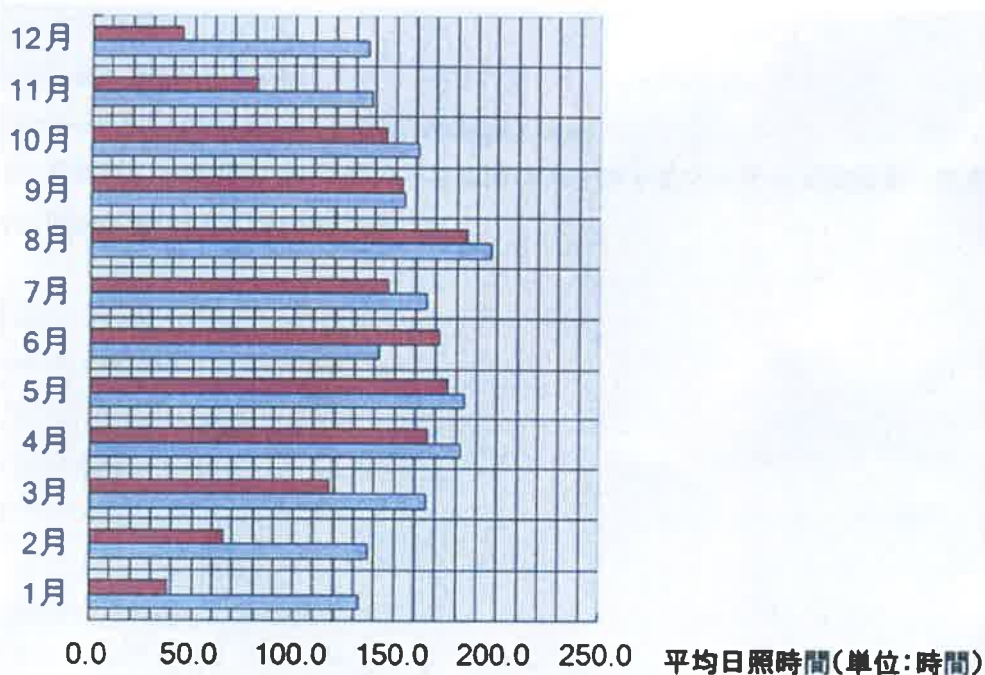
「てつでん」のホームページ(†1)で製品一覧(カタログ)を見ると、私が見た表示機はみつからなかったが、それに類似した製品をみつけることができた。その製品は、「踏切内 停車禁止」という警告の表示器だ。材質はアルミで、表示板にはLEDが用いられている。光源寿命は約5万時間(5~6年程度)、無日照下では約6日間動くものである。なお、この製品は現在生産を中止している。

では、なぜこの製品は生産を中止しているのだろうか。製造会社(大阪府)に問い合わせたところ、

これらの製品は主に東北地方で利用されているが、大阪府から東北地方と距離が離れているため、定期的に行う発電した電力を蓄えるバッテリー交換や、故障の際に十分な対応がすぐにはできないためという回答をいただいた。そのため、現在は生産を中止し、このような遠隔地で使用しても支障がないような、メンテナンス性の高い製品への改良を検討しているようだ。確かに、製造会社が遠く離れていると、点検や急な故障の際に十分かつ迅速な対応をすることは難しい。私は、部品の価格や採算が取れないことが原因だと予想した。しかし、遠隔地での使用でも大丈夫な製品の改良・開発のために、今ある製品は生産を中止しているのがであった。

### 3. 考察

このように、太陽光発電は、最近秋田県でも注目され、私たちが目にする機会も以前より増えた。しかし、ここで疑問が生ずる。日照時間が少ないといわれる秋田県で太陽光発電を導入して、十分な量の発電ができるのか、といくことだ。



上のグラフは、1993年～2012年の秋田県(秋田市)の月間日照時間(上)と、全国平均の日照時間(下)の月ごとの平均の比較である。これをみると、11月から翌年の3月までは、秋田の日照時間は全国平均約3割～7割程度と全国平均を大きく下回っている。しかし、それ以外の月は全国平均と大差がなく、6月にいたっては全国平均を上回っている。

これは、梅雨期は、日本全国で日照時間が少なるのに対し、秋田では梅雨期の晴天が多いためである。(†2)。冬季こそ日照時間が少ない秋田だが、夏季の日照時間は私が思っていたより少なくなかった。冬季の発電量は多くはないが、夏季は十分な発電量が期待でき、夏季に関しては秋田でのソーラーパネルの設置は効果的といえる。ちなみに、米どころとして有名な秋田だが、夏季の日照時間が十分にあり、夏の気温が高い秋田県の気候は、稲作に適しているといわれる。

とはいえ、秋田は全国有数の豪雪地帯。そのため、雪がたくさん降る冬季は、太陽がなかなか顔を出せず、日照時間が少なくなるのだ。また、ソーラーパネルの上に雪が積もると、せっかく日照があっても発電ができない。私が前ページで示したような、低い位置にソーラーパネルがあるものは、雪をどけるのが簡単だが、屋根の上のソーラーパネルでは、そうはいかない。ソーラーパネルの積雪対策は、雪国での太陽光発電における大きな課題といえる。また、ソーラーパネルの設置には維持費も

含めて莫大な費用がかかり、発電量も天候に左右されて不安定なため、太陽光発電の導入は敷居が高く、まだまだ普及しているとは言いがたい。このように、太陽光発電をめぐる問題点、課題点は少ない。

#### 4. 感想

今回は、太陽光発電を利用した信号機を通して、太陽光発電の現状、解決すべき課題点を調べた。太陽光発電は、首都圏で盛んなイメージがあったが、秋田県でも太陽光発電は多くみられた。太陽光以外にも、秋田では風力や地熱など、さまざまな自然エネルギーが活躍している。今回の調査を通じて、私はこれからの自然エネルギーにも興味を持った。ちなみに、私の家の近くには風力発電の風車があるので、機会があったらこれを調べてみるつもりだ。

#### ★参考URL

†1…株式会社 てつでん

<http://www.tetsuden.com/>

<http://www.tetsuden.com/catalog/catalog13.html>

†2…秋田県、秋田市の20年間の平均日照時間を知ってソーラー（太陽光）発電に役立てる

<http://home.solar-make.com/?eid=74>

Published by

公益財団法人 日本環境教育機構  
東京都港区北青山 3-6-18 共同ビル青山 45  
Tel:03-3406-5130

2013 年 3 月

Printed in Japan