

ISSN 1342-5927

調査研究報告 No.128

平成 26 年 12 月

再生可能エネルギー産業における 中小企業の動向と展望

公益社団法人中小企業研究センター

はじめに

我が国における再生可能エネルギー導入に向けた取組は今年で 40 年目の節目を迎えました。研究開発面では、太陽、地熱、石炭、水素エネルギーについて重点的に研究開発を進めることとなった 1974 年の「サンシャイン計画」を皮切りに、その後「ニューサンシャイン計画」を経て現在でも継続した取組が行われております。一方で、新エネルギーの普及促進を目的とした新エネルギー法や電力小売事業者に対して再生可能エネルギー電気の一定量の利用を義務付けた RPS 法など、普及に向けた施策も打たれて参りました。そして、2012 年の固定価格買取制度の導入により、再生可能エネルギーが事業として広く民間で導入されるようになり、現在、太陽光発電を中心に導入量が急増するまでに至っております。

広く世界を見渡すと、欧米を中心に新興国においても再生可能エネルギーの導入が進んでおります。経済産業省によると 2020 年には、世界における再生可能エネルギー産業の市場規模は、自動車産業の半分に匹敵する規模になると予測されており、再生可能エネルギー産業は国内外を問わず、成長産業の一つであるといえます。

我が国でも、再生可能エネルギー産業は高い成長が見込まれており、近年、独自の取組で活躍する中小企業も多くみられるようになって参りました。しかしながら、その産業の構造や中小企業の動向については、必ずしも明らかであるとは言えません。そこで、本調査研究では、再生可能エネルギー導入の現状を概観するとともに、産業としての規模や成長性といった観点から太陽光発電・風力発電・地熱発電を対象として、産業構造や中小企業の動向について調査を実施し、再生可能エネルギー産業において活躍している中小企業の参入方法や取組の特徴を明らかにしました。そのうえで、中小企業の再生可能エネルギー産業での成功のポイントを探りました。

本報告書が関係者の皆様に何らかのご参考となれば幸いに存じます。

最後に、調査にあたりインタビューにご協力いただいた皆様に、改めて御礼申し上げます。

平成 26 年 12 月

公益社団法人中小企業研究センター
理事長 前田 晃伸

目次

調査概要	1
1. 調査の目的	1
2. 調査方法	1
第1章 再生可能エネルギーの現状	3
1. 再生可能エネルギーとは	3
2. 再生可能エネルギー導入の意義	4
3. 再生可能エネルギー普及支援策・制度	8
4. 再生可能エネルギーの導入状況と特徴	12
第2章 再生可能エネルギー産業における中小企業事例	35
1. インタビュー調査結果	35
2. 既存文献等における企業事例	88
第3章 再生可能エネルギー産業の構造と展望	93
1. 本章における前提	93
2. 太陽光発電産業	97
3. 風力発電産業	122
4. 地熱発電産業	142
第4章 再生可能エネルギー産業における中小企業	155
1. 再生可能エネルギー産業における中小企業の動向	158
2. インタビュー・文献調査に見られた中小企業の参入パターン	168
3. インタビュー・文献調査に見られた中小企業の取組の特徴	170
第5章 本調査研究の総括と今後の展望	173
1. 本調査研究の総括	174
2. 再生可能エネルギー産業における中小企業の可能性	176
3. 事例に見られる成功のポイント	177
4. 中小企業のさらなる活躍に向けて	179
参考文献一覧	182

調査概要

1. 調査の目的

2010年に発表された経済産業省「産業構造ビジョン 2010」では、戦略5分野の1つとして再生可能エネルギーが位置づけられた（「環境・エネルギー課題解決産業」）。また、資源エネルギー庁による「エネルギー基本計画」（第四次計画、2014年4月閣議決定）において、「2013年から3年程度、導入を最大限加速していき、その後も積極的に推進していく」と謳われたほか、経済産業省によると、2020年には、世界における新たなエネルギー産業の市場規模は自動車産業（151兆円）の半分に匹敵する規模（86兆円）になると予測されるなど、再生可能エネルギーは、国内外で成長の機会が得られる産業の1つであるといえる。

その中で、中小企業の動向を見ると、自社の保有する空き地や工場の屋根を活用して再生可能エネルギーを利用した発電事業に取り組む事例や、異なる分野の中小企業が、自社の技術を活かして大企業が製造する発電システムの部品製造に参入するといった動きもある。このほか、発電・製造のみでなく、建設や販売、メンテナンス等の企業も関与しており、再生可能エネルギー産業は裾野が広い。再生可能エネルギー産業の立ち上がり、成長によって、中小企業にビジネスチャンスが広がっている。

そこで、本調査研究では、再生可能エネルギー産業に中小企業が取り組む上で参考となるよう、再生可能エネルギーの現状について概観すると共に、高い成長性が見込まれる太陽光発電・風力発電・地熱発電を対象として、産業の構造や中小企業の動向等について調査を行った。

2. 調査方法

（1）文献・資料調査

既存の統計や文献を用いて再生可能エネルギーの現状について概観し、太陽光発電・風力発電・地熱発電を対象として、産業構造等について調査を行った。

（2）インタビュー調査

再生可能エネルギー産業に取り組んでいる中小企業9社、大企業3社に対してインタビューを実施した。

第1章 再生可能エネルギーの現状

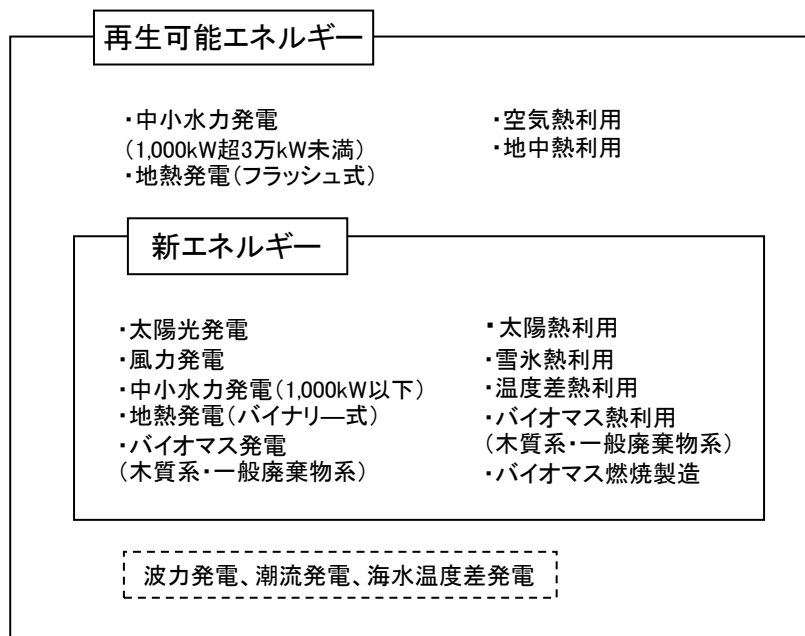
日本の再生可能エネルギーの現状について、定義、導入の意義、普及支援策・制度、各再生可能エネルギーの導入状況と特徴の観点から、既存の統計や文献等を用いて整理を行った。

1. 再生可能エネルギーとは

再生可能エネルギー（Renewable Energy）とは、太陽光や風力などのように一度利用しても資源が枯渇しないエネルギーを指す。日本では、再生可能エネルギーのほかに新エネルギーという概念も一般的に使用される。これは、石油代替エネルギーの導入に係る長期的な目標達成に向けた進展を図ることを目的に 1997 年に制定された「新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法（新エネルギー法）」に基づく概念であり、普及を図るために経済的な支援が必要なエネルギーを指す。

新エネルギーとして、太陽光発電、風力発電、中小水力発電（1,000kW 以下）、地熱発電（バイナリー式）、バイオマス発電（木質系・一般廃棄物系）や太陽熱利用等が該当する（図表 1-1）。一方で、再生可能エネルギーには、新エネルギーに加えて、地熱発電（フラッシュ式）、中小水力発電（1,000kW 超 3 万 kW 未満）、波力発電・潮流発電・海水温度差発電などの海洋エネルギー、空気熱利用等が該当する。

図表 1-1 再生可能エネルギーと新エネルギーの範囲と関係性



（出所） 関西電力 Web サイト＜http://www.kepc.co.jp/siteinfo/faq/new_energy/9098953_10603.html＞より作成。

（注） 点線内は研究開発段階

2. 再生可能エネルギー導入の意義

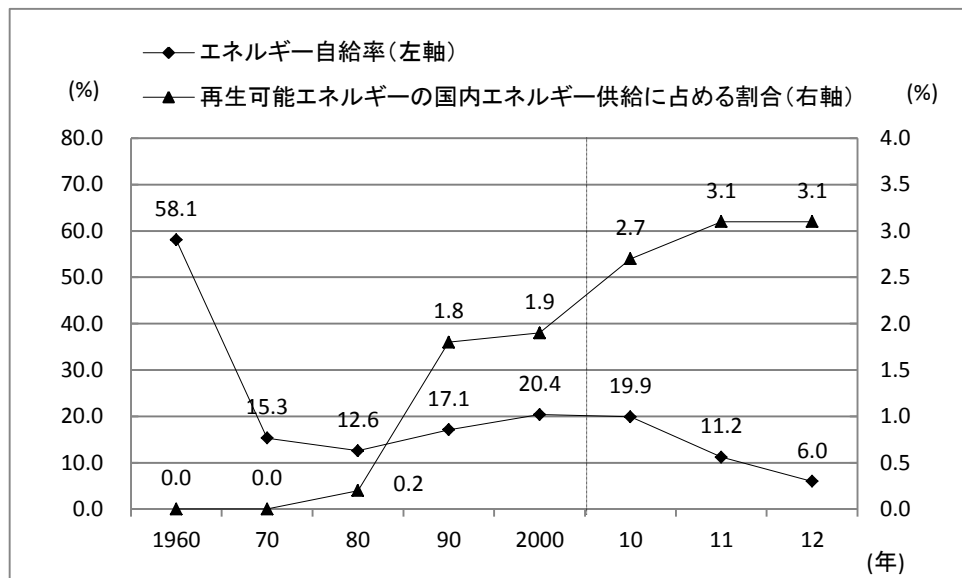
現在の日本における再生可能エネルギー導入の意義について、2014 年 4 月に閣議決定された「エネルギー基本計画」の中で言及されている「(1) エネルギー安全保障の確立」、「(2) 温室効果ガスの削減」、「(3) 新たな関連産業・雇用創出、地域活性化」の 3 つに基づき、整理を行った。

(1) エネルギー安全保障の確立

資源の少ない日本では、他国から輸入する化石燃料にエネルギー資源の多くを頼っており、日本のエネルギー自給率は他の先進国と比較して低い水準にある。

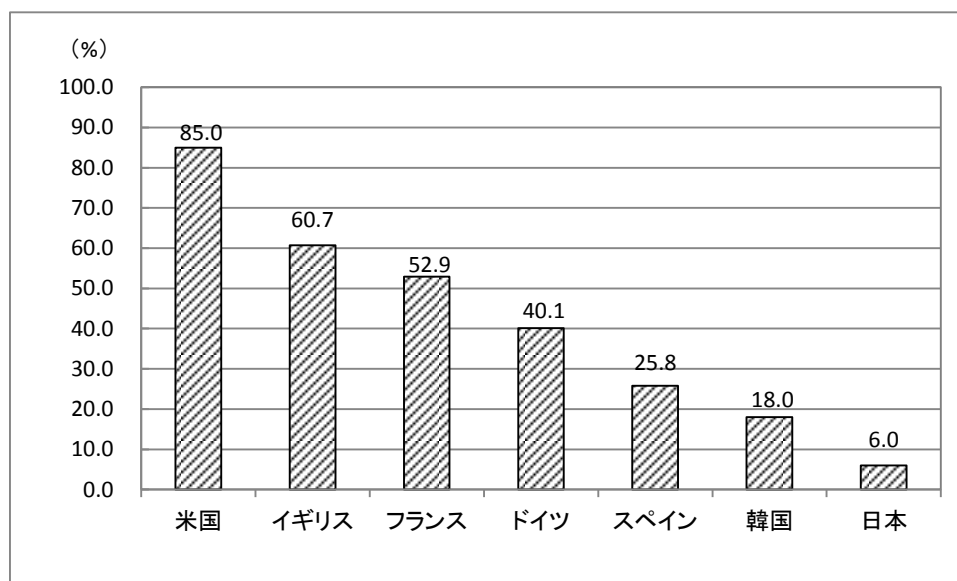
しかし、日本のエネルギー自給率は常に低かったわけではない。1960 年には、日本のエネルギー自給率は 58.1%と比較的高い水準にあった。しかし、高度経済成長期におけるエネルギー需要の拡大や、石油の使用が主流となったことにより石炭等の国内天然資源が価格競争力を失ったため、エネルギー自給率は低下が続き、80 年には 12.6%（原子力を含む）にまで落ち込んだ。その後、政府は原子力発電を推進するなどしてエネルギー国内自給率の向上に努め、2010 年の自給率は 19.9%（原子力含む）に上昇した。しかし、2011 年に発生した東日本大震災による福島第一原子力発電所の事故の影響で、原子力発電所が相次いで使用停止となった。これにより日本のエネルギー自給率は、2012 年に約 6.0%（図表 1-2）と、OECD 諸国の中でも低い水準となっている（図表 1-3）。

図表 1-2 日本のエネルギー自給率と
再生可能エネルギーの国内エネルギー供給に占める割合



(出所) 資源エネルギー庁「エネルギー白書 2014」(2014) より作成。

図表 1-3 OECD 諸国の一次エネルギー自給率比較（2012 年）



（出所） 経済産業省（2014 年 6 月）総合資源エネルギー調査会原子力小委員会第 1 回会合参考資料より作成。
 （原出所） IEA「Energy Balance of OECD Countries 2013」

今後、新興国の成長や世界人口の増加、中東の情勢不安等を考慮すると、資源の少ない日本にとって、エネルギー自給率を向上させることはエネルギー安全保障上の面から急務であるといえる。再生可能エネルギーは、少資源国家である日本でも豊富に賦存することから、日本のエネルギー安全保障上の期待が高まっている。しかし、現在、日本のエネルギー供給に占める再生可能エネルギーの割合¹は 3.1%にとどまっており、十分に普及しているとは言い難い。

¹ ここでは地熱・新エネルギー等を再生可能エネルギーと表記している。

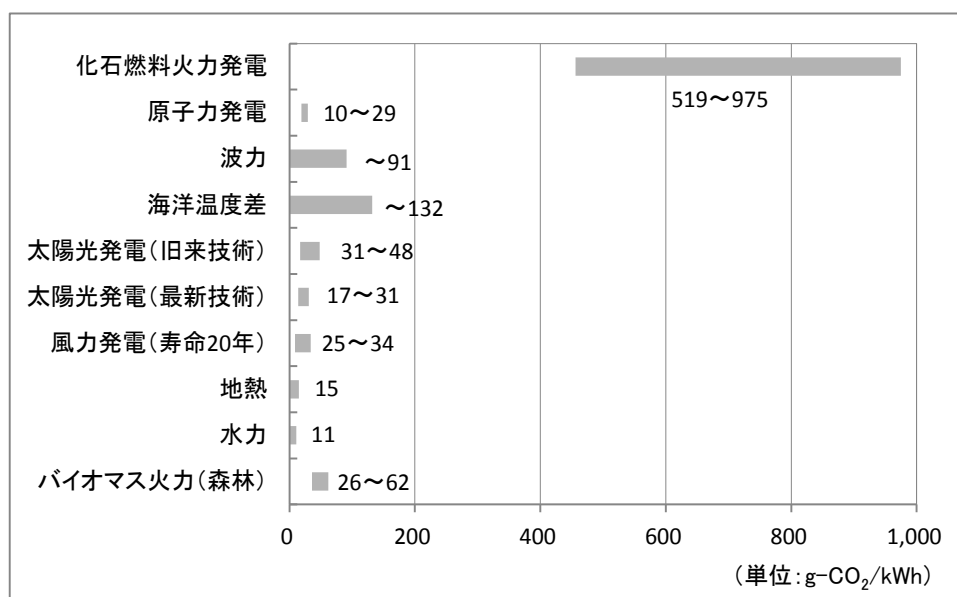
（２）温室効果ガスの削減

再生可能エネルギー導入の意義として、温室効果ガスの削減も挙げられる。2013 年 11 月、政府は地球温暖化対策推進本部（本部長、安倍晋三首相）において、2020 年の温室効果ガスの削減目標を、原発の稼働ゼロを前提として 2005 年比 3.8%減とすることを決定している。

現在、日本は国内エネルギー供給の約 90%を温室効果ガス排出量の多い化石燃料に頼っている。化石燃料を使用した火力発電が二酸化炭素を 519～975g-CO₂/kWh 排出するのに対して、再生可能エネルギーでは、最も二酸化炭素排出量の多い海洋温度差発電が 132g-CO₂/kWh 以下、最新技術を使用した太陽光発電は 17～31 g-CO₂/kWh、風力発電は 25～34g-CO₂/kWh、地熱は 15 g-CO₂/kWh、水力は 11g-CO₂/kWh となっており、いずれの再生可能エネルギーの温室効果ガス排出量も、火力発電と比較して 10 分の 1 以下の水準となっている（図表 1-4）。

安全保障の確立に加え、環境への配慮という意味でも再生可能エネルギーの果たす役割は大きい。

図表 1-4 エネルギー別二酸化炭素排出量



(出所) 産業技術総合研究所 Web サイト< https://unit.aist.go.jp/rcpvt/ci/about_pv/e_source/RE-emission.gif>より作成。

（３）新たな関連産業・雇用創出、地域活性化

再生可能エネルギー導入の意義は、エネルギー安全保障や温室効果ガスの削減という観点にとどまらない。再生可能エネルギーの導入が進むにつれて、新たな関連産業や雇用創出がなされる可能性がある。欧州ではすでに、太陽光発電産業や風力発電産業で発展した地域の事例が見られる。また、再生可能エネルギーの導入ポテンシャルは、都市部より郊外や地方部の方が大きいとされ、再生可能エネルギービジネスが地域経済の活性化をもたらす可能性もある。

中小企業も例外ではない。政府は、地域での再生可能エネルギーの導入を推進するため、エネルギー基本計画において、大企業から小規模の事業者へ幅広く再生可能エネルギー導入の支援をしていく姿勢を打ち出している。このことから、再生可能エネルギー産業は中小企業にとってもビジネスチャンスとなるものと考えられる。

3. 再生可能エネルギー普及支援策・制度

(1) RPS 制度・余剰買取制度

日本の再生可能エネルギー導入普及支援策の端緒は、1994 年に開始された住宅用太陽光発電システムモニター事業や 1997 年にそれを本格的な支援事業とした住宅用太陽光発電導入基盤整備事業である。しかし、このどちらも発電方式が太陽光発電に限定されていた。このため、日本における再生可能エネルギー全体の普及促進を図るための支援策が講じられたのは、RPS (Renewable Portfolio Standard) 制度 (再生可能エネルギー利用割合基準) が最初といえる。

RPS 制度とは、政府が再生可能エネルギーの導入状況等を考慮して、電気事業者に一定比率の再生可能エネルギー電力を供給することを義務づける制度である。電気事業者に定められた目標値を達成することが義務付けていることから、確実に再生可能エネルギーを普及させることができる。

日本の RPS 制度は、2002 年に制定された「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」(以下、RPS 法) に基づき、2003 年 4 月から開始した。利用する電源の種類や調達方法は各電気事業者が決めことができ、制度開始初年の 2003 年度に 40 億 kWh² 超であった再生可能エネルギーの導入量は、制度導入により 2010 年度には 89 億 kWh へと増加した。しかし、日本では RPS 制度下の取引価格は低く抑えられ、再生可能エネルギーで採算が取れるような価格ではなかったため、導入量が思うように伸びなかった。

そこで、政府は、さらなる再生可能エネルギーの普及を目指して 2009 年に「エネルギー供給事業者による非化石エネルギー源の利用及び化石エネルギー原料の有効な利用の促進に関する法律」(エネルギー供給構造高度化法) を制定し、余剰電力買取制度を開始した。これは、住宅用及び小規模な太陽光発電で発電し自家消費をしたのち余った電力を、電気事業者に一定の価格で 10 年間買い取ることを義務付けた制度である。これにより太陽光発電の増加率は 2008 年の 11.8% から 2010 年には 37.7% へと上昇した。

(2) 固定価格買取制度

余剰電力買取制度により住宅用及び小規模な太陽光発電の普及は進んだものの、RPS 制度では他の再生可能エネルギーの導入が思うように伸びなかったことから、政府はさらなる再生可能エネルギーの導入拡大をめざし、2011 年に「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」を制定し、この法律に基づいて固定価格買取制度 (Feed in Tariff) を開始した。

固定価格買取制度は、再生可能エネルギーを利用して発電した電力を、一定の期間、一定の価格で買い取ることを電気事業者に義務づける制度のことである。電気事業者が再生可能エネルギーにより発電した電力を買い取ることを義務づけることで、事業者の投資リスクを軽減し、新規参入を促すことを目的としている。

² ワットアワー (Wh) は、1W の電力を 1 時間発電または消費したときの電力量 (エネルギー量) を表す単位。

固定価格買取制度の買取対象は、太陽光、風力、地熱、水力、バイオマスを利用して発電された電力である。なお、固定価格買取制度における、発電設備の区分、設置の形態及び規模と 2014 年時点での買取価格、期間は図表 1-5 のとおりである。

図表 1-5 再生可能エネルギー固定買取価格一覧（2014 年 4 月～2015 年 3 月）

電源	調達区分	調達価格（税抜き：1kWh あたり）	調達期間
太陽光	10kW 以上	32 円	20 年
	10kW 未満（余剰買取）	37 円	10 年
	10kW 未満（ダブル発電・余剰買取）	30 円	
陸上風力	20kW 以上	22 円	20 年
	20kW 未満	55 円	
洋上風力	—	36 円	
地熱	1.5 万 kW 以上	26 円	15 年
	1.5 万 kW 未満	40 円	
水力	1,000kW 以上 30,000kW 未満	24 円	20 年
	200kW 以上 1,000kW 未満	29 円	
	200kW 未満	34 円	
既設誘水路活用中小水力	1,000kW 以上 30,000kW 未満	14 円	
	200kW 以上 1,000kW 未満	21 円	
	200kW 未満	25 円	
バイオマス	メタン発酵ガス	39 円	20 年
	間伐材等由来の木質バイオマス	32 円	
	一般木質バイオマス・農作物残さ	24 円	
	建設資材廃棄物	13 円	
	一般廃棄物・その他のバイオマス	17 円	

（出所）資源エネルギー庁 Web サイト<http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/kaitori/kakaku.html>より作成。

（注）既設誘水路活用中小水力とは、すでに設置している導水路を活用して、電気設備と水圧鉄管を更新するもの。

制度導入の結果、固定価格買取制度導入前には、約 2,060 万 kW³であった再生可能エネルギーの導入量⁴は、開始から 2 年経たない 2013 年度には約 2,955.4 万 kW と、約 43.5% 増加した（図表 1-6）。

図表 1-6 発電設備の導入等の状況

（単位：万 kW）

再生可能エネルギー発電設備の種類	固定価格買取制度導入前	固定価格買取制度導入後		合計
	2012 年 6 月末までの累積導入量	2012 年度の導入量（7 月～3 月末）	2013 年度の導入量	
太陽光（住宅）	約 470	96.9	130.7	697.6
太陽光（非住宅）	約 90	70.4	573.5	733.9
風力	約 260	6.3	4.7	271.0
地熱	約 50	0.1	0.0	50.1
中小水力	約 960	0.2	0.4	960.6
バイオマス	約 230	3.0	9.2	242.2
合計	約 2,060	176.9	718.5	2955.4

（出所）資源エネルギー庁 Web サイト<<http://www.meti.go.jp/press/2014/06/20140617003/20140617003.html>>より作成。

³ ワット（W）は 1 秒あたりに使用・変換・消費される電力の大きさを表す単位。

⁴ 発電設備が実際に設置された量。

（３）補助金・税制・融資等の支援制度

再生可能エネルギーの導入促進にあたって、固定価格買取制度以外に、日本では補助金・税制・融資等の支援制度が用意されている。図表 1－7 はその概要をまとめたものである。

補助金制度には、「独立型再生可能エネルギー発電システム等対策費補助金」と「再生可能エネルギー熱利用加速化支援対策費補助金」、税制度には、「グリーン投資減税」と「再生可能エネルギー発電設備に係る課税標準の特例措置」、融資制度は、「環境・エネルギー対策貸付」と「電力需給対策高度化事業」がある。

図表 1－7 支援制度概要

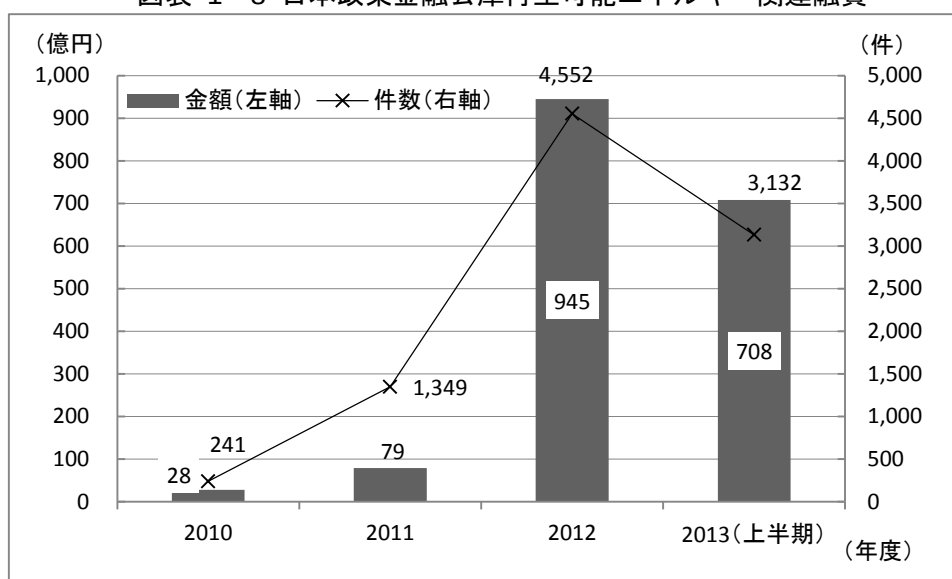
区分	支援策	概要
補助金	独立型再生可能エネルギー発電システム等対策費補助金	自家消費向けの再生可能エネルギー発電システム（「固定価格買取制度」で定める設備認定を受けないもの）や付帯する蓄電池を導入するものに対する設備導入費用の一部を補助
	再生可能エネルギー熱利用加速化支援対策費補助金	再生可能エネルギー熱利用の設備を導入する者に対し、事業費の一部に対する設備導入費用の一部を補助
税制	グリーン投資減税 （太陽光発電設備、風力発電設備）	再生可能エネルギーの固定価格買取制度の認定を受けた一定規模以上の太陽光発電設備又は風力発電設備を取得し、その後 1 年以内に事業の用に供した場合の税制優遇措置。中小企業者に限り、取得価額の 7%相当額の税額控除
	グリーン投資減税 （その他の設備）	新エネルギー設備等（太陽光発電設備、風力発電設備を除く）を取得し、その後 1 年以内に事業の用に供した場合の税制優遇措置。中小企業者に限り、基準取得価額の 7%相当額の税額控除
	再生可能エネルギー発電設備に係る課税標準の特例措置	再生可能エネルギーの固定価格買取制度の認定を受けた発電設備に対して、固定資産税を軽減する制度
融資	環境・エネルギー対策貸付	中小企業における非化石エネルギーの導入促進を図るため、非化石エネルギー設置を取得（改造、更新を含む。）するために必要な設備資金を融資
	電力需給対策高度化事業	電力需給対策として、中小企業組合や組合員が定められた事業を実施する場合に、高度化貸付事業の対象とする

（出所） 資源エネルギー庁 Web サイト<http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/support/index.html>より作成。

これ以外にも、日本政策金融公庫が中小企業・小規模事業者向けに行う再生可能エネルギー関連融資や、各自治体が中小企業向けに再生可能エネルギーの導入を促す税制優遇制度、補助金等がある。

日本政策金融公庫の例では、2011 年度には 1,349 件、79 億円であった再生可能エネルギー関連融資実績が、2012 年度では 4,552 件、945 億円と、件数では 3,000 件以上、金額では 10 倍以上の増加となっている。2013 年度の上半期の実績では 3,132 件、708 億円と、固定価格買取制度がスタートした 2012 年度から、融資件数、金額ともに大きな伸びをみせている（図表 1－8）。

図表 1-8 日本政策金融公庫再生可能エネルギー関連融資



(出所) 株式会社日本政策金融公庫 Web サイト<<http://www.jfc.go.jp/n/release/pdf/topics131121b.pdf>>より作成。

4. 再生可能エネルギーの導入状況と特徴

ここで、まず日本における再生可能エネルギーの導入状況について概観した上で、近年注目が集まっている発電源としての側面に焦点をあて、再生可能エネルギーを利用した7つの発電方式（太陽光、風力、地熱、太陽熱、海洋エネルギー、バイオマス、中小水力）について、その導入状況と特徴を説明する。

（1）導入状況概観

① 導入量

前述のとおり、固定価格買取制度が導入される以前は、日本の再生可能エネルギーの導入量は約 2,060 万 kW であった。そのうち、太陽光（住宅⁵）と中小水力がそれぞれ約 470 万 kW、960 万 kW と大きな割合を占めていた。

固定価格買取制度が導入された 2012 年度 7 月以降の導入量は、2013 年度末時点で太陽光（住宅）約 227.6 万 kW、太陽光（非住宅⁶）643.9 万 kW となっており、太陽光発電の急速な普及が進んでいる。その他の再生可能エネルギーは、風力 11.0 万 kW、中小水力 0.6 万 kW、バイオマス 12.2 万 kW、地熱 0.1 万 kW である。再生可能エネルギー全体の導入量は、太陽光発電の増加にけん引され、約 2,955 万 kW（固定価格買取制度導入前比 43.5% 増）となった（図表 1-9）。

図表 1-9 発電設備の導入等の状況（再掲）

（単位：万 kW）

再生可能エネルギー発電設備の種類	固定価格買取制度 導入前	固定価格買取制度 導入後			合計
	2012 年 6 月末までの 累積導入量	2012 年度の導入量 (7 月～3 月末)	2013 年度の導入量	合計	
太陽光（住宅）	約 470	96.9	130.7	227.6	697.6
太陽光（非住宅）	約 90	70.4	573.5	643.9	733.9
風力	約 260	6.3	4.7	11.0	271.0
地熱	約 50	0.1	0.0	0.1	50.1
中小水力	約 960	0.2	0.4	0.6	960.6
バイオマス	約 230	3.0	9.2	12.2	242.2
合計	約 2,060	176.9	718.5	895.4	2,955.4

（出所）図表 1-6 と同じ。

② 導入ポテンシャル

導入ポテンシャル⁷に目を向けると、再生可能エネルギーのうち、日本で最も導入ポテンシャルが高いのは風力発電である。陸上風力 2 億 6,756 万 kW、洋上風力 13 億 8,625 万 kW の計 16 億 5,381 万 kW と、高い導入ポテンシャルを持っている。しかしながら、実際の導入は約 271 万 kW しか進んでいない。

⁵ 個人が居住するための家屋に設置する太陽光発電システムのこと。出力 10kW 未満が基準となり、それ以上の出力の太陽光発電システムを設置する「住宅」は、「非住宅」扱いとなる。

⁶ 住宅用途ではない建築物に設置される太陽光発電システムのこと。

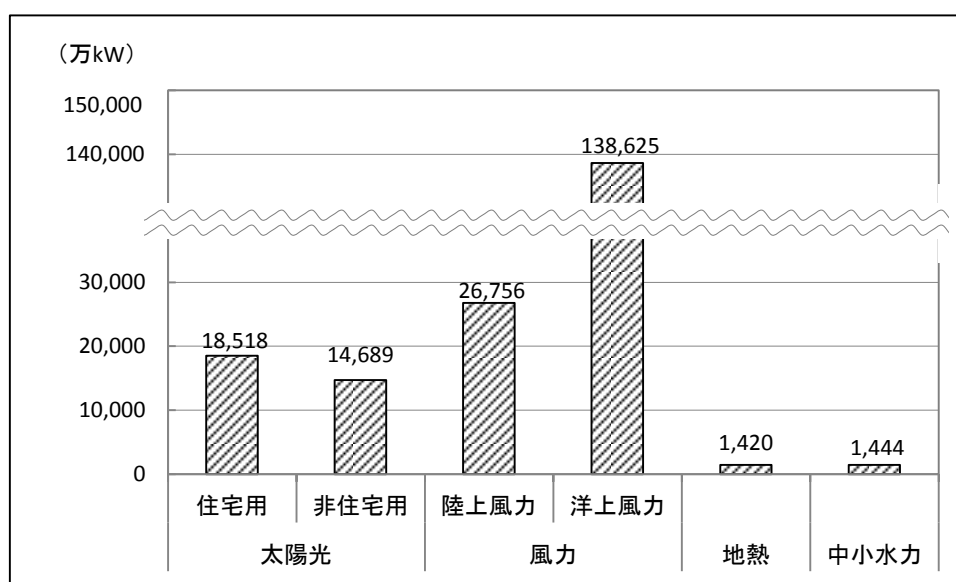
⁷ 導入ポテンシャルは資源賦存量のうち、法制度や土地利用を考慮した上で、エネルギーとして開発可能なエネルギー資源量。

風力発電に次いで導入ポテンシャルが高い発電方式が太陽光発電である。その導入ポテンシャルは、住宅用 1 億 8,518 万 kW、非住宅用 1 億 4,689 万 kW の計 3 億 3,207 万 kW となっており、固定価格買取制度が導入による普及を考慮に入れても、まだその導入ポテンシャルと実際の導入量にかい離が存在する。

この二つの発電方式と比較して、地熱発電、中小水力発電の導入ポテンシャルはそれぞれ 1,420 万 kW、1,444 万 kW であり、大きな差がある。しかしながら、中小水力発電はすでに約 960.6 万 kW 導入されており、そのポテンシャルの約 3 分の 2 の導入が進んでいる。一方で、地熱発電は約 50 万 kW しか導入が進んでいない。

なお、バイオマス発電は他の再生可能エネルギーと異なり、経済社会活動の変化に伴い賦存量が変化するため、導入ポテンシャル考察の対象に含めていない。

図表 1-10 再生可能エネルギーの導入ポテンシャル



(出所) 環境省地球環境局地球温暖化対策課「平成 24 年度再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報整備報告書」(2013 年 6 月) より作成。

（２）太陽光発電

① 太陽光発電の仕組み・特徴

太陽光発電は、太陽からの光エネルギーを半導体の持つ光電効果を利用し、直接電気に変換するものである。太陽光さえ得られれば場所を選ばずに発電できるため、送電網の整備されていない山岳部や農地などの遠隔地でも分散型電源として活用でき、災害時などにも非常用の電源として役に立つ。

システムの規模に関係なく発電効率が一定であることや、メンテナンスが容易で長寿命であることがメリットとして挙げられる。このほか、風力発電など他の再生可能エネルギーでの発電が騒音問題により市街地に設置しにくいという問題を持つ一方で、住宅の屋根や壁などのスペースに設置でき、新たな用地の確保が必要ないというメリットもある。これは国土が狭い日本において、大きなメリットとなっている。

現在、約 10kW クラスの小規模な住宅用から、出力が 1,000kW を超える大規模なメガソーラーまで存在する。

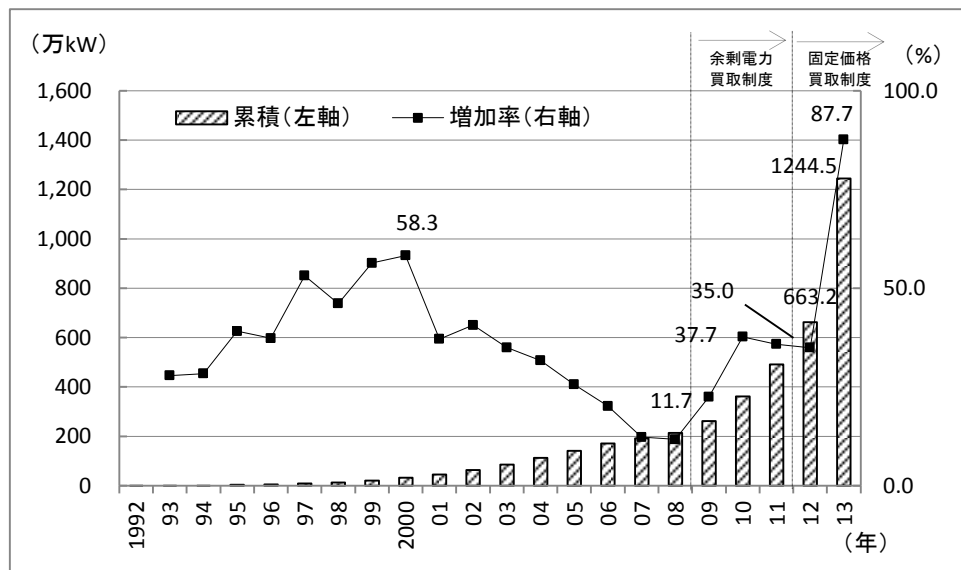
② 導入の状況・導入ポテンシャル

2000 年の 58.3% をピークとして、太陽光発電の導入量の増加率は低下傾向にあったが、2009 年に太陽光発電による余剰電力を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により、2008 年の 11.8% から 2010 年には 37.7% へと増加率が再び上昇した（図表 1-11）。

2012 年 7 月、余剰電力買取制度から固定価格買取制度に移行してからは、太陽光発電の急速な普及が進んでおり、2012 年に累積導入量は 600 万 kW（前年比 35.0% 増）を超え、2013 年には 1,244.5 万 kW⁸（同 87.7% 増）となっている（図表 1-11）。

⁸ 図表 1-9 は 2013 年度末の数値であり、図表 1-11 は 2013 年末の数値。

図表 1-11 太陽光発電導入量の推移



(出所) IEA“trends 2013 in photovoltaic applications”,及び資源エネルギー庁 Web サイトより作成。

太陽光発電の導入ポテンシャルは、環境省「平成 24 年再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報整備報告書」(2013 年 6 月)において、固定価格買取制度における買取価格のシナリオを複数想定しながら事業採算性を考慮した導入可能量⁹と共に試算されている。

これによると太陽光発電の導入ポテンシャルは、住宅用太陽光発電が 1 億 8,518 万 kW、非住宅用太陽光発電¹⁰が 1 億 4,689 万 kW、計 3 億 3,207 万 kW である。

また、固定価格買取制度における買取価格が 30 円の場合 1,748 万 kW、35 円の場合 8,620 万 kW、40 円の場合 1 億 4,449 万 kW が導入可能とされている。

図表 1-12 太陽光発電の導入ポテンシャル・シナリオ別導入可能量

(単位：万 kW)

区分	導入ポテンシャル (設備容量)	導入可能量		
		シナリオ 1 30 円/kWh	シナリオ 2 35 円/kWh	シナリオ 3 40 円/kWh
住宅用	18,518	617	1,987	3,896
非住宅用	14,689	1,131	6,633	10,553
合計	33,207	1,748	8,620	14,449

(出所) 図表 1-10 と同じ。

(注 1) 住宅用は、シナリオ 1 (30 円/kWh・10 年間)、シナリオ 2 (35 円/kWh・10 年間)、シナリオ 3 (40 円/kWh・10 年間)。

(注 2) 非住宅用は、シナリオ 1 (30 円/kWh・20 年間)、シナリオ 2 (35 円/kWh・20 年間)、シナリオ 3 (40 円/kWh・20 年間)。

⁹ シナリオ別導入可能量は事業収支に関する特定のシナリオを設定した場合に導入が期待されるエネルギー資源量。

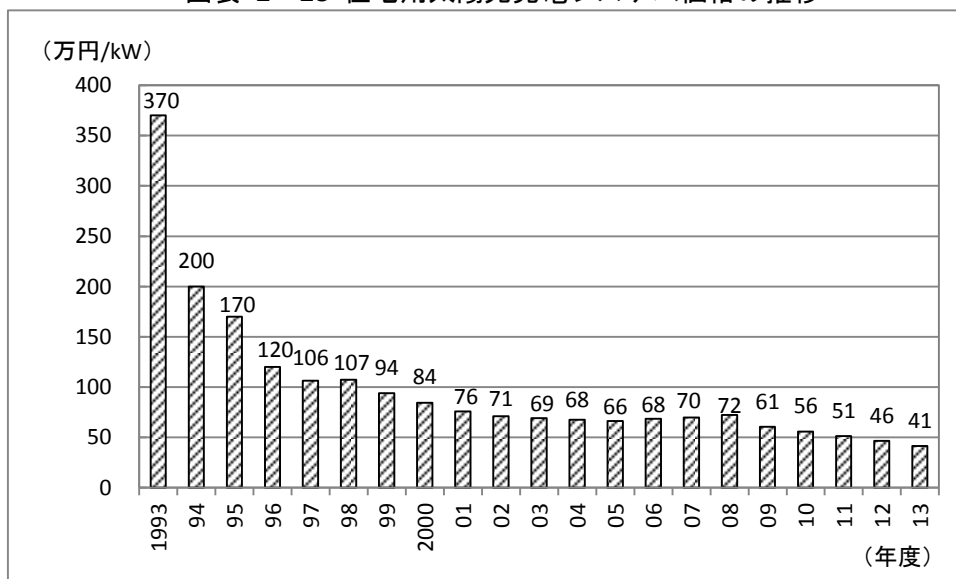
¹⁰ ここでは、環境省 (2013 年 6 月) における住宅用等を住宅用、公共系等を非住宅用として扱っている。

③ システム価格・発電コスト

再生可能エネルギーには、システム価格と発電コストという2つの費用の概念がある。システム価格とは発電システムを設置する際に生じる費用のことで、機材・部品の費用や設置工事使用等から成る。また、発電コストとは事業者が電力を供給する際に生じる費用のことで、総費用（資本費、燃料費、運転管理費）を総発電量で除すことで算出される。

住宅用太陽光発電システムの価格は、1997年度には100万円/kWを超える水準であったが、技術革新や太陽光発電システムの導入が進んだことにより、太陽電池、付属機器、設置工事それぞれの価格が下落し、2012年度には50万円/kWを下回る水準となっている。

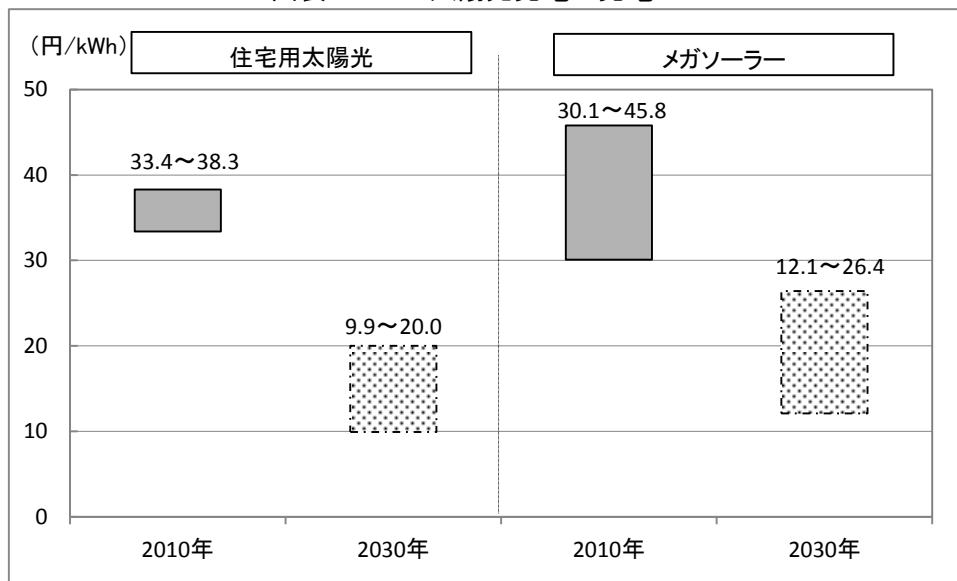
図表 1-13 住宅用太陽光発電システム価格の推移



(出所) 資源エネルギー庁「エネルギー白書 2014」(2014)及び資源エネルギー庁資料「最近の太陽光発電市場の動向及び前回ご指摘事項について」(2014年2月)より作成。

エネルギー・環境会議コスト等検証委員会「コスト等検証委員会報告書」(2011年12月)によると、太陽光発電の発電コストは住宅用太陽光発電において33.4～38.3円/kWh、メガソーラーでは30.1～45.8円/kWhとなっている。他の再生可能エネルギーと比較して割高であるが、発電コストの多くはシステムコストが占めており、量産により大幅な削減が見込まれているため、2030年には現在の2分の1から3分の1にまで発電コストが下がるとの試算がある。

図表 1-14 太陽光発電の発電コスト



(出所) エネルギー・環境会議コスト等検証委員会「コスト等検証委員会報告書」(2011年12月)より作成。

④ 普及への問題・課題

太陽光発電は、太陽が出ているときしか発電できないため、昼間でも雨天時等は発電量が減少してしまう。このため、設備利用率¹¹が12%と低く、発電コストが他の再生可能エネルギーと比較しても高い水準となっており、発電コストの低減が長年の課題であった。しかしながら、固定価格買取制度の導入により太陽光発電システムの急速な普及が進み、発電コストの低下が進んでいる。このため、現在は、グリッドパリティ¹²を実現し、固定価格買取制度に依存しなくとも成り立つエネルギー産業を確立することが課題となっている。

また、急速に普及が進む太陽光発電システムを、支障なく系統連系¹³することも課題である。

¹¹ 発電設備が一定期間に発電した電力量と、その期間稼働し続けたとして得られる発電電力量の百分率比のこと。

¹² 再生可能エネルギーによる発電コストが火力発電などの既存の電力コストと同等かそれ以下となる状態。

¹³ 系統連系とは、発電設備を送電系統や配電系統に接続することをいう。なお、送電系統とは発電設備で発電された電力を消費地域まで運ぶ系統のこと。配電系統とは、送電系統で運ばれた電力を変電所で電圧調整し、消費者に供給するための系統のことである。

(3) 風力発電

① 風力発電の仕組み・特徴

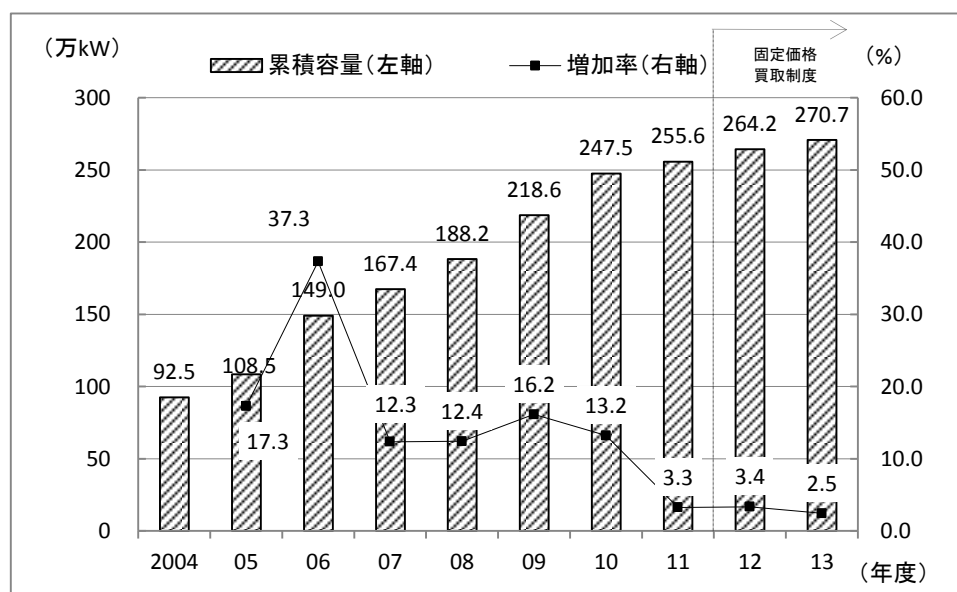
風力発電は、風車（風力タービン）によって風の運動エネルギーを回転エネルギーに変え、その回転エネルギーで発電機を回すことで電気を得るものである。陸上に風車を設置する陸上風力発電と、海上に風車を設置する洋上風力発電がある。

風力発電は、太陽光発電と異なり夜間でも発電できるため、稼働率が高く発電効率¹⁴が30%～40%と高い。また、大規模な発電システムほど風を受け取るブレードの面積が大きくなりエネルギーの変換効率が上昇するため、大規模な風車の発電コストは9.5円～9.7円ほどの火力発電並みのコストとなる。

② 導入の状況・導入ポテンシャル

風力発電の累積導入量は、2004年には92.5万kWであったが、2013年には270.7万kW（2004年比192%増）となっている。一方で、増加率は2006年の37.3%をピークとして近年、低下傾向にあり、2013年度は3%を下回る水準となっている（図表1-15）。

図表 1-15 風力発電の累積導入量



（出所）一般社団法人日本風力発電協会「風力発電の導入促進に向けて」（2014）より作成。

風力発電の導入ポテンシャルについては、陸上風力が2億6,756万kW、洋上風力が13億8,265万kWと試算されており、国土を海に囲まれた日本の洋上風力のポテンシャルは非常に大きい。

また、陸上風力発電では、固定価格買取制度の買取価格が15.0円/kWhの場合で4,781万kW、25.0円/kWhの場合で2億342万kWが導入可能量となっている。一方、洋上風力発電は、導入ポテンシャルが13億8,265万kWと陸上と比較して非常に大きい、海中

¹⁴ 風の持つエネルギーを電力に変換する効率。

に設備を建設するため、コスト面での制約が大きく、システム価格や買取価格に大きな影響を受ける。

図表 1-16 風力発電の導入ポテンシャルとシナリオ別導入可能量

	導入ポテンシャル (設備容量・単位: 万 kW)	システム価格 (単位: 万円 /kW)	シナリオ別導入量 (設備容量・単位: 万 kW)			
			シナリオ 1	シナリオ 2	シナリオ 3	シナリオ 4
陸上風力	26,756	25	4,781	13,592	16,852	20,342
洋上風力	138,265	60	1,492	9,434	45,100	79,196
		80	285	1,768	11,541	28,305

(出所) 図表 1-10 と同じ。

(注 1) 陸上風力は、シナリオ 1 (15 円/kWh・20 年間)、シナリオ 2 (20 円/kWh・20 年間)、シナリオ 3 (22 円/kWh・20 年間)、シナリオ 4 (25 円/kWh・20 年間)。

(注 2) 洋上風力は、シナリオ 1 (22 円/kWh・20 年間)、シナリオ 2 (25 円/kWh・20 年間)、シナリオ 3 (30 円/kWh・20 年間)、シナリオ 4 (35 円/kWh・20 年間)。

(注 3) 洋上風力は、システム価格の実績値がほとんど存在しないことから 60 万円/kW と 80 万円/kW の 2 ケースが想定されている。

③ システム価格・発電コスト

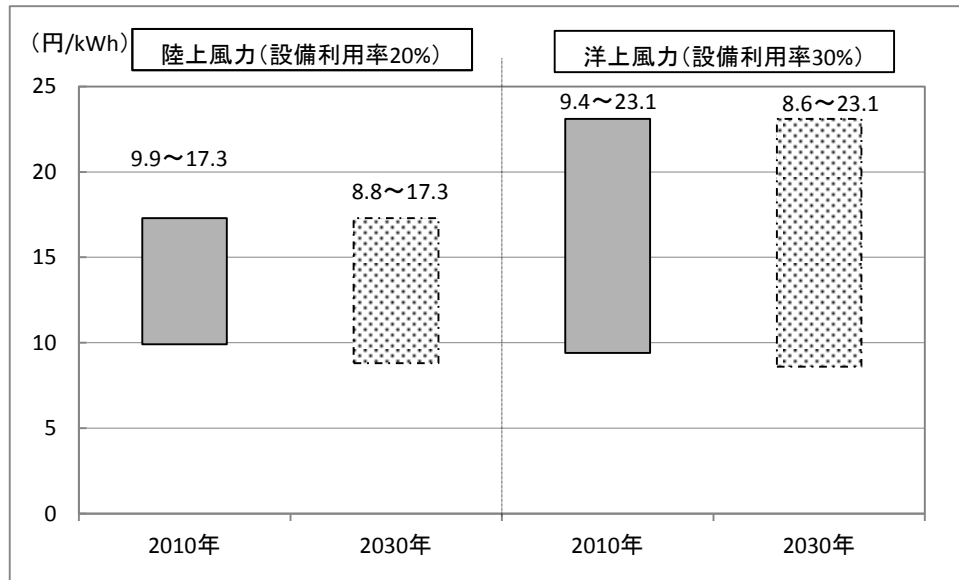
風力発電のシステム価格は、設置条件の違いから陸上風力と洋上風力で異なる。環境省 (2013 年 6 月) によると、陸上風力のシステム価格が 20～35 万円/kW、洋上風力のシステム価格が 28.3～70 万円/kW¹⁵である。洋上風力のシステム価格の振れ幅が大きいのは、システム価格の約半分を占める基礎工事や係留コストが陸からの距離や水深によって大きく変動するためである。なお、初期に設置された洋上風力システムは、条件の良い浅い海に設置されるが、次第に条件の悪い水深の深い海域にも設置されるようになるため、洋上風力のシステム価格は普及が進むにつれて増加する傾向にある。

発電コストは、陸上風力は 2010 年では 9.9～17.3 円/kWh であり、系統制約もなく建設コストが安い等の好条件が揃った場合、10 円/kWh 程度と火力発電と同等のコストになりうる。一方、洋上風力 (着床式)¹⁶は、立地条件によってコストが大きく異なるが、2010 年時点では、9.4～23.1 円/kWh である。2030 年には、それぞれ陸上風力 8.8～17.3 円/kWh、洋上風力 8.6～23.1 円/kWh と試算されており、今後も発電コストの低下はあまり見込めない。

¹⁵ 設置条件によりシステム価格に幅がある。図表 1-16 ではシステム価格を標準的な価格に設定して、導入ポテンシャルを推計している。

¹⁶ 洋上風力発電は、海底に直接基礎を設置する着床式と浮体を基礎として係留などで固定する浮体式に分けられる。なお、浮体式はデータ不足から発電コストは試算されていない。

図表 1-17 風力発電の発電コスト



(出所) 図表 1-14 と同じ。

④ 普及への問題・課題

a) 陸上風力

陸上風力については、風が強く風車設置に適した地域が山岳地帯や海岸線、島嶼に限られており、これらの地形は複雑で設置が難しく、風力発電に適した土地ほど建設コストが高くなるため、建設コストを下げる必要がある。さらに、風の強い地域でも、風の方向が一定ではないという問題もある。このほかにも、発電出力が不安定であり、系統連系が難しくなる可能性があることや、発電時に発生する低周波音による騒音問題、鳥がブレードに巻き込まれるバードストライクの問題などがあり、これらにも対応が必要となる。

b) 洋上風力

洋上風力については、海上は、陸上に比べて風速が強いという点、風速や風向きの変動が少ない。騒音問題も少なく、大型風車の設置が容易であり、陸上風力の持つ欠点は比較的小さい。しかし、洋上風力は設置コストが非常に高く、陸上風力と比較した場合、海底に直接基礎を設置する着床式は 1.5 倍、浮体を基礎として係留などで固定する浮体式は 2 倍のコストがかかるとされ、陸上風車同様、建設コストの低減が求められる。さらに、陸地と発電設備の距離が遠い場合、電力輸送費用が高くなることに加え、メンテナンスが困難になるという問題もある。また、漁業権との調整が必要になる可能性もある。

(4) 地熱発電

① 地熱発電の仕組み・特徴

地熱発電は、地下から取り出した熱水や水蒸気を利用してタービンを回し、発電を行う方式であり、日本において水力発電に次いで実用化の歴史が古い。

天候に左右されることなく、安定した電力供給が可能な再生可能エネルギーであり、設備利用率は約 70%と非常に高い水準となっている。その安定した電力供給と高い設備利用率から、石炭火力発電とともに日本のベースロード電源に位置づけられている。

地熱発電は発電コストが低く、日本は世界第3位の地熱資源量を誇ることから（図表 1-18）、現在その普及促進に期待が高まっている。

図表 1-18 各国の地熱資源量

(単位：万 kW)

順位	国名	資源量
1	アメリカ	3,900
2	インドネシア	2,700
3	日本	2,300
4	フィリピン	600
5	メキシコ	600
6	アイスランド	580
7	ニュージーランド	370
8	イタリア	150

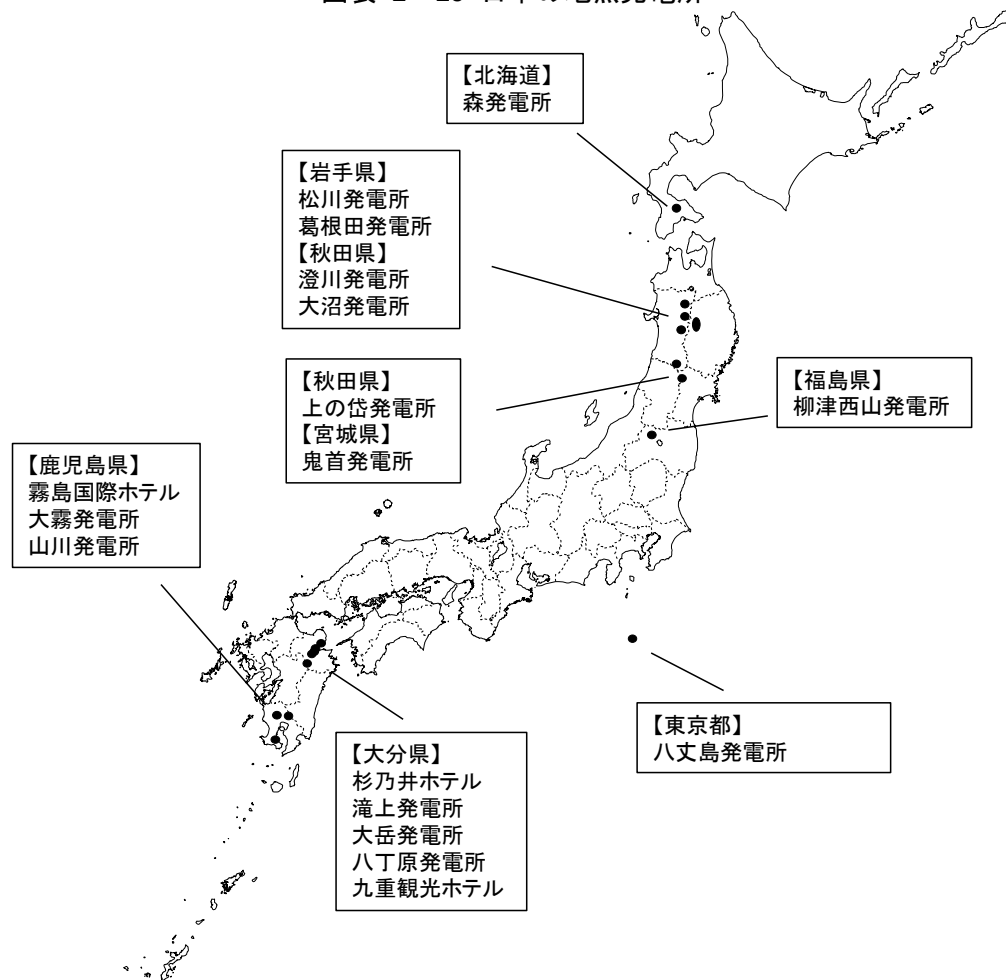
(出所) 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構 Web サイト<<http://geothermal.jogmec.go.jp/geothermal/world.html>>、BP「Statistical Review of World Energy2014」より作成。

② 導入の状況・導入ポテンシャル

日本の地熱資源量は世界的に見ても豊富である。しかし、地熱発電の導入は、その事業リスクや温泉事業者の反対、法規制などが原因で、2000 年以降、日本の地熱発電所の建設は、図表 1-19 の 17 ヶ所で停滞し、設備容量も約 55 万 kW で横ばいとなっていた。

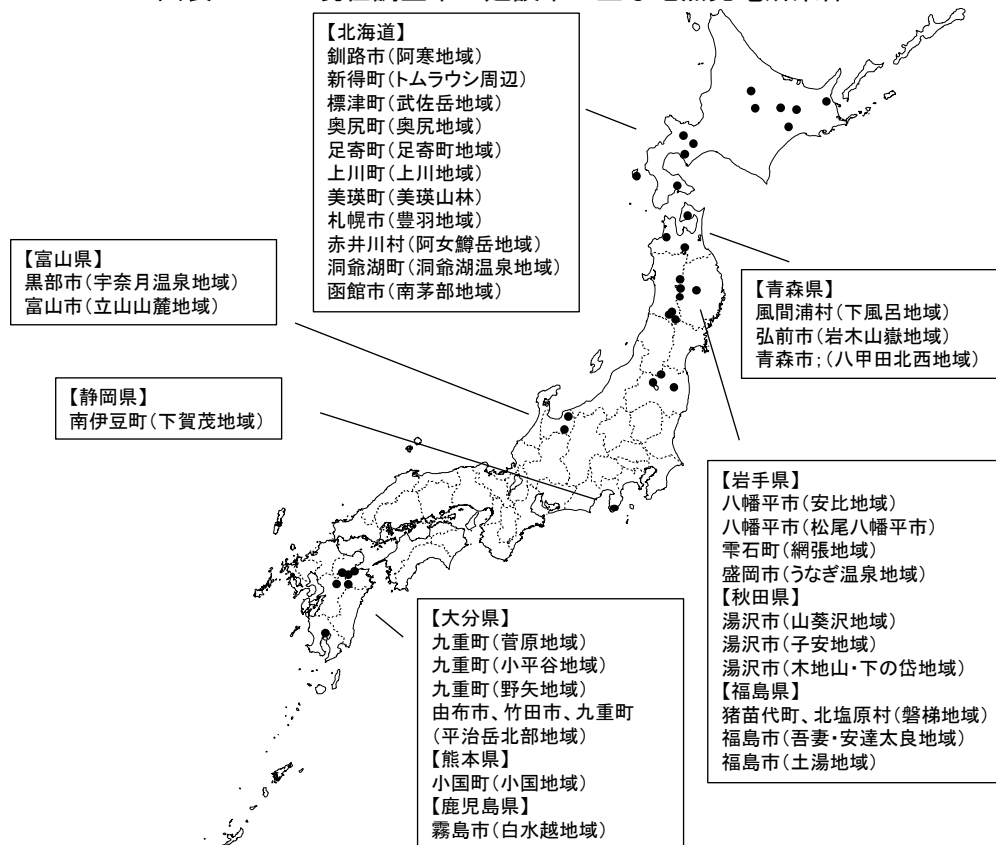
しかし、現在、固定価格買取制度の開始により事業採算性が上昇したことから、再び地熱発電所建設に向けた動きが活発に見られる。図表 1-20 は、現在導入に向けて調査を実施中の主な地点である。小規模な地熱発電に関しては、すでに稼働を開始しているものもある。

図表 1-19 日本の地熱発電所



(出所) 一般社団法人火力原子力発電技術協会「地熱発電の現状と動向 2012 年」(2013 年) より作成。

図表 1-20 現在調査中・建設中の主な地熱発電所案件



(出所) 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構「平成 25 年度『地熱資源開発調査事業費助成交付事業』の採択結果について」(2013 年 12 月 13 日) <<http://www.jogmec.go.jp/news/release/content/300121464.pdf>>、同「『平成 26 年度地熱資源開発調査事業費助成金交付事業』に係る公募結果について」(2014 年 7 月 25 日) <<http://www.jogmec.go.jp/news/bid/content/300188497.pdf>>、同「地熱発電事業 2 案件に対し初めての債務保証を実施」(2014 年 3 月 27 日) <http://www.jogmec.go.jp/news/release/news_10_000090.html>、王子ホールディングス株式会社「社有林における地熱発電共同調査実施について」(2012 年 6 月 12 日) <<http://www.ojiholdings.co.jp/news/2012/120612-2.html>>、資源エネルギー庁省エネルギー・新エネルギー部「平成 25 年度調達価格検討用基礎資料」第 8 回 調達価格等算定委員会(2013 年 1 月 21 日) p.28. <http://www.meti.go.jp/committee/shotatsu_kakaku/pdf/008_02_00.pdf>、資源エネルギー庁「地熱資源開発について」pp.5-6 <http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/energy/shigenjuyou_kaihatsu_wg/001_01_04a.pdf>、共同通信「北海道奥尻町に地熱発電 買い取り制度で離島初」(2013 年 6 月 8 日付)、日本経済新聞「J パワー、国立公園内で地熱発電の調査 北海道・大雪山」(2013 年 6 月 3 日付) <http://www.nikkei.com/article/DGXNASDD030FX_T00C13A6TJ2000/>

導入に向けての調査が進んでいる地熱発電の導入ポテンシャルは、150℃以上の熱水で 636 万 kW、120℃～150℃で 33 万 kW、53℃～120℃で 751 万 kW、計 1,420 万 kW と試算されている。

図表 1-21 地熱発電の導入ポテンシャル

(単位：万 kW)

	150℃以上	120～150℃	53～120℃	合計
導入ポテンシャル	636	33	751	1,420

(出所) 環境省「平成 22 年再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査報告書」(2012 年 6 月)

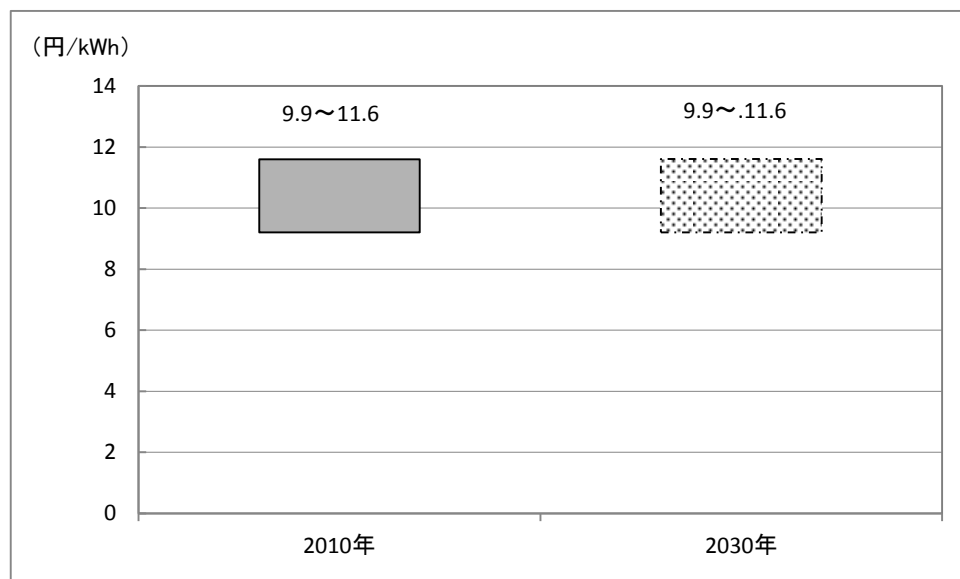
③ システム価格・発電コスト

地熱発電のシステム価格は、3 万 kW 規模のプラントで 70～90 万円/kW と非常に高額である。これは、建設に着手してからプラントが完成するまでの時間が 10 年以上と長く、人件費や金利負担が大きいことに加え、調査・開発段階で多数の坑井を掘削する必要があること、新規の送電線が必要な場合に送電線の建設費用がかかること等が挙げられる。

発電コストは 2010 年において 9.2～11.6 円/kWh と試算されており、再生可能エネルギーの中でも低コストとなっている。一方で、地熱発電では発電コストを引き下げようとする技術革新が期待できないことから、2030 年においても、発電コストは現在と変わらないと見込まれている。

ただし、この試算に含まれていない初期投資コストとして大きな割合を占める地熱資源量の調査費用等には注意が必要である。実際には、このコストよりも上振れする可能性が否定できない。

図表 1-22 地熱発電の発電コスト



(出所) 図表 1-14 と同じ。

④ 普及への問題・課題

地熱発電の導入ポテンシャルの大きい地域は、ほとんどが国立公園の中にある。国立公園内は開発規制がかかるため、地熱発電所建設の開発許可を容易に取れないことが長年の課題となっていた。2010年に閣議決定により規制緩和・見直しの方針が出され、国立公園の域外から井戸を斜めに掘り進む傾斜掘削方式が容認されたが、この方式は従来の方式よりも開発コストが高くなるという問題を抱えている。また、2012年には一定の条件のもとで自然環境の保全と地熱開発の調和が十分に図られる優良事例については、国立公園内での掘削や工作部の設置を認めることができるという環境省自然環境局長通達が出された。この通達が地熱発電所の開発にどのような影響を与えるのか注目される。

他方、国立公園以外の導入ポテンシャルが高い地域でも地熱発電の開発は進んでいない。これらの地域は温泉観光地の近隣である場合が多く、源泉枯渇の懸念等から地元住民の理解を得られず、自治体から開発許可が下りない場合が多くなっているためである。

このほか、コスト面においても、地熱発電は正確に発電ポテンシャルを計測することが難しく、開発前に見込んだ発電量が開発後に確保できない可能性も大きい。計画から稼働まで平均10年以上かかるため、投資コストを回収するのに非常に長い時間がかかり事業リスクが非常に高い点もあり、正確な地下資源の計測やリードタイムの縮小も課題である。

(5) 太陽熱発電

① 太陽熱発電の仕組み・特徴

太陽熱発電はレンズや反射鏡を使用して太陽の光を集め、これを熱源として高温の熱を取り出し、蒸気タービンを回して発電する方式である。太陽光を利用する点では太陽光発電と同じであるが、仕組みが異なる。

太陽熱発電は、集めた熱で一度蒸気を作り出してから発電するため、比較的安定した出力が得られることや、規模を拡大すれば発電単価が低くなるというメリットがある。

② 導入の状況・導入ポテンシャル

太陽熱発電は、日本では 40 年以上前に「サンシャイン計画」の一環として香川県仁尾町で大規模な実証実験が行われたが、採算が取れないと判断され、それ以降実証実験は実施されていない。これは、日本の気象条件が太陽熱発電に適さないためである。太陽熱発電を行うには、太陽光が垂直に降り注ぐ降雨量の少ない乾燥した地域が適している。しかし、日本は緯度が高く湿気の多い気候であるうえ、雨天・曇天の日数が多く、晴天の場合も水蒸気で太陽光が散乱してしまう。このため、採算が取れないことから日本では太陽熱発電の実用化が見送られている。

③ システム価格・発電コスト

太陽熱発電のシステム価格は、発電システムのタイプ¹⁷によって異なるが、おおむね 30～70 万円/kW と試算されている。価格の振れ幅が大きくなっている理由は、土地代や建設地の日射量、人件費、使用する機器の規模等に大きく影響を受けるためである。

図表 1-23 太陽熱発電のシステム価格と発電コスト

タイプ	システム価格 (万円/kW)	発電コスト (円/kWh)	備考
トラフ型 (商用) タワー型 (実証)	33.6～67.2	14.4～24	設備容量：1,000～25 万 kW
トラフ型	33.6～67.2	16～24	大規模トラフ型プラントにおける価格
トラフ型	29.6	17.6～21.6	設備容量：25 万 kW

(出所) 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「再生可能エネルギー技術白書」(2013)より作成
(原出所) "Deploying Renewables Best and Future Policy Practice", "Technology Roadmap Concentrating Solar Power", "Comparative Costs of California Central Station Electricity Generation"

発電コストは、約 14.4～24 円/kWh と試算されている。太陽熱発電の発電コストは立地場所の条件に大きく左右されるため、システム価格と同じく価格に幅がある。

¹⁷ 太陽熱発電には、樋状に伸びた局面の集光ミラーを使用する「トラフ型」や太陽追尾装置を持つ平面上の集光ミラーを多数使用して、タワー上部の集熱器に集光する「タワー型」などが存在する。

（６）海洋エネルギー発電

① 海洋エネルギー発電の仕組み・特徴

海洋エネルギーを使用した発電方式には、波のエネルギーを回転運動に変換することで発電する「波力発電」、潮流の運動エネルギーにより水車を回転させることで発電をする「潮流発電」、表層の暖かい海水と深海の冷たい海水との温度差を利用する熱機関によりタービンを回転させることで発電する「海洋温度差発電」が挙げられる。

海洋エネルギーは、エネルギー密度が高く、昼夜を問わず安定した発電が可能であるが、いずれも事業採算性が乏しく、日本では実用化に至っていない。

② 導入の状況・導入ポテンシャル

現在、日本で稼働している海洋エネルギーを使用した発電所は存在しないが、海洋エネルギー開発に対する機運が世界で高まるなか、近年では日本でも技術開発が推進されている。

日本における海洋エネルギーの賦存量は１億 9,500 万 kW（沖合 100km まで）と試算されているが、現状の技術で発電できる導入ポテンシャルは賦存量の約 2.8%の 540 万 kW と考えられている。今後技術開発が進めば賦存量の約 12.8%の 2,490 万 kW が利用可能との試算もある。

図表 1－24 導入ポテンシャル

	賦存量 (単位：万 kW)	導入ポテンシャル (単位：万 kW)
現状技術	19,500（沖合 100km まで）	540
将来技術		2,490

（出所） 新エネルギー・産業技術総合開発機構「平成 22 年度報告書風力等自然エネルギー技術研究開発洋上風力発電等技術研究開発海洋エネルギーポテンシャルの把握に係る業務」（2011）より作成。

③ システム価格・発電コスト

日本で導入が進んでいないことから導入が進んでいる諸外国の例をあげると、波力発電のシステム価格は、5,000kW の規模であれば US\$7,350/kW（約 79 万円/kW）¹⁸、2 万 kW の規模であれば US\$5,274/kW（約 57 万円/kW）、5 万 kW の規模であれば US\$4,509 /kW（約 49 万円/kW）である（図表 1－25）。波力発電の発電コストは、5,000kW の規模であれば ¥ 52/kWh（約 56 円/kWh）、2 万 kW の規模であれば ¥ 34/kWh（約 37 円/kWh）、5 万 kW の規模であれば ¥ 27/kWh（約 29 円/kWh）となり（図表 1－25）、出力規模が大きくなるにつれて発電コストは大きく低減する。

潮流発電のシステム価格は、浅水域と深水域ではシステム価格が多少異なる。浅水域のシステム価格は、実証プロジェクトでは ¥ 3,500～5,100/kW（約 63 万～91 万円/kW）¹⁹となっており、商用プロジェクトでは ¥ 2,700～3,900/kW（約 48 万～70 万円/kW）に低下すると見込まれている。他方、深水域のシステム価格は、実証プロジェクトでは ¥ 3,000～

¹⁸ 1 ドル 108.1 円（2014 年 9 月平均）で換算。以下同様。

¹⁹ 1 ポンド 178.8 円（2014 年 9 月平均）で換算。以下同様。

4,100/kW（約 54 万～73 万円/kW）、商用プロジェクトでは£2,800～4,000/kW（約 50 万～72 万円/kW）と見込まれており（図表 1-26）、浅水域と比較してコスト削減はあまり見込まれていない。潮流発電の発電コストは、実証プロジェクトでは、浅水域では£0.179/kWh（約 32 円/kWh）、深水域では£0.247/kWh（約 44 円/kWh）となっており、システム価格と異なり、発電コストは深水域の方が大きい。商用プロジェクトにおいては、浅水域では 2020 年には£0.173/kWh（約 31 円/kWh）、2035 年には 0.166/kWh（約 30 円/kWh）になると試算されており、発電コストの大幅な低減は見込まれていない。しかし、深水域については商用プロジェクトでは 2020 年に£0.203/kWh（約 36 円/kWh）、2035 年には£0.126/kWh（約 22 円/kWh）になると見込まれており、実証プロジェクトと比較して、2035 年には約 50%の発電コストの削減が見込まれている。

海洋温度差発電の発電コストは、1,000kW の出力規模で 50 円/kWh、5,000kW で 30.4～45.7 円/kWh、5 万 kW で 20 円/kWh、10 万 kW で 10 円/kWh と出力規模が大きくなるほど大幅なコスト削減が実現（図表 1-27）し、10 万 kW 規模の大規模な設備であれば、10 円/kWh と火力発電並みのコストとなる。

図表 1-25 波力発電のシステム価格・発電コスト

設備容量	システム価格 (US\$/kW)	発電コスト (¢/kWh)
5,000kW	7,350	52
20,000kW	5,274	34
50,000kW	4,509	27

（出所） IEA-OES,Annual Report 2012,Executive Committee of Ocean Energy Systems より作成。

図表 1-26 潮流発電のシステム価格・発電コスト

	システム価格		発電コスト		
	実証プロジェクト	商用プロジェクト	実証プロジェクト	商用プロジェクト	
				2020 年	2035 年
浅水域	£3,500/kW～ £5,100/kW	£2,700/kW～ £3,900/kW	£0.179/kWh	£0.173/kWh	£0.166/kWh
深水域	£3,000/kW～ £4,100/kW	£2,800/kW～ £4,000/kW	£0.247/kWh	£0.203/kWh	£0.126/kWh

（出所） ”Cost of and Financial Support for Wave,Tidal Stream and Tidal Range Generation in UK” a Report for DECC and the Scottish Government,Ernst & young より作成。

図表 1-27 海洋温度差発電の発電コスト

	1,000kW	5,000kW	10,000kW	100,000kW
発電コスト	50 円/kWh	30.4～45.7 円/kWh	20 円/kWh	10 円/kWh

（出所） 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「NEDO 再生可能エネルギー技術白書」（2013）より作成。

（原出所） OEAJ 海洋温度差発電分科会資料。

④ 普及への問題・課題

日本は国土を海に囲まれながら、採算が取れないことから海洋エネルギーによる発電事業を見送ってきた歴史があり、実用化には大幅なコスト削減が必要となる。また、海洋エネルギーの開発には、生態系等の周辺環境への影響評価や漁業者との合意形成が必要となる。

(7) バイオマス発電

① バイオマス発電の仕組み・特徴

バイオマスエネルギーは、バイオマス活用推進基本法第二条において、「動植物に由来する有機物である資源（原油、石油ガス、可燃性天然ガス、および石炭を除く）」と定義されている。動植物を由来とすることから、図表 1-28 に示すようにその範囲は幅広い。バイオマス資源は、「未利用系資源」、「廃棄物系資源」、「生産系資源」に分けられ、現在日本でエネルギー利用されているバイオマスのほとんどは廃棄物系資源である。廃棄物系資源には、製材残材や建築廃材などの木質系バイオマスや黒液などの製紙系バイオマスがある。木質系バイオマス発電には、石炭火力発電所に未利用間伐材のチップを投入する木質混焼と、未利用間伐材のチップ専用の発電施設で発電する木質専焼の2種類が存在する。

図表 1-28 バイオマス資源の種類

種類		具体例
未利用資源	木質系バイオマス	森林バイオマス（林地残材、間伐材、未利用樹）、その他木質系バイオマス（剪定枝など）
	農業残さ系	稲作残さ（稲わら・もみ殻）、麦わら、パガス（サトウキビのしぼりかす）、その他の農業残さ
廃棄物系資源	木質系バイオマス	製材工場残材、建設発生木材
	製紙系バイオマス	古紙、製紙汚泥、黒液（製紙過程で発生する液）
	家畜排せつ物	牛ふん尿、豚ふん尿、鶏ふん尿、その他家畜ふん尿
	生活排水	下水汚泥、し尿・浄化槽汚泥
	食品廃棄物	食品加工廃棄物、食品販売廃棄物（卸売市場廃棄物・食品小売り廃棄物）、厨芥類（家庭系厨芥・事業系厨芥）、廃食用油
	その他	埋立地ガス、紙くず・繊維くず
生産系資源	木質系バイオマス	短周期栽培木材
	草木系バイオマス	牧草、水草、海藻
	その他	藻類、糖・でんぷん、植物油（パーム油・菜種油）

（出所）国立国会図書館「再生可能エネルギーをめぐる科学技術政策」（2014）より作成。

バイオマスは、薪炭や牛糞など古くから燃料として使用されてきたが、化石燃料の普及とともに先進国では利用されなくなっていた。しかし、近年カーボンニュートラル²⁰であることから温室効果ガスを排出しないエネルギーとして見直され始めている。

²⁰ 植物由来の燃料や原料を燃焼させるなどして排出される二酸化炭素の排出量に対して、その植物が成長過程で吸収した二酸化炭素の量が同じであること。この場合、二酸化炭素の吸収と排出が同量であることから、二酸化炭素を増加させていないとみなされる。

② 導入の状況・導入ポテンシャル

バイオマス資源の年間発生量と利用率は以下の図表 1-29 のとおりとなっている。家畜排せつ物、黒液、製材工場等残材、建設発生木材などは年間発生量に対して 90%以上の利用率がある。一方、食品廃棄物や林地残材の利用率は約 27%となっている。

図表 1-29 各バイオマス資源の年間発生量と利用率

	年間発生量 (トン)	利用率
家畜排せつ物	約 8,800 万	約 90%
下水汚泥	約 7,800 万	約 77%
黒液 (製紙過程で発生する廃液)	約 1,400 万	約 100%
紙	約 2,700 万	約 80%
食品廃棄物	約 1,900 万	約 27%
製材工場等残材	約 340 万	約 95%
建設発生木材	約 410 万	約 90%
農作物非食用部	約 1,400 万	(すき込みを除く) 30% (すき込みを含む) 約 85%
林地残材	約 800 万	ほとんど未利用

(出所) 図表 1-27 と同じ。

導入ポテンシャルは、他の再生可能エネルギーと異なり、経済社会活動の変化に伴い賦存量が変化するため、対象外としている。

③ システム価格・発電コスト

バイオマス発電のプラントのシステム価格は、木質専焼で US \$ 2,600~4,100/kW (約 28 万~44 万円/kW)、混焼で US \$ 430~900/kW (約 4.6 万~9.7 万円/kW) となっており、混焼でのシステム価格が木質専焼の 5 分の 1 程度となっている。

図表 1-30 バイオマス発電のシステム価格

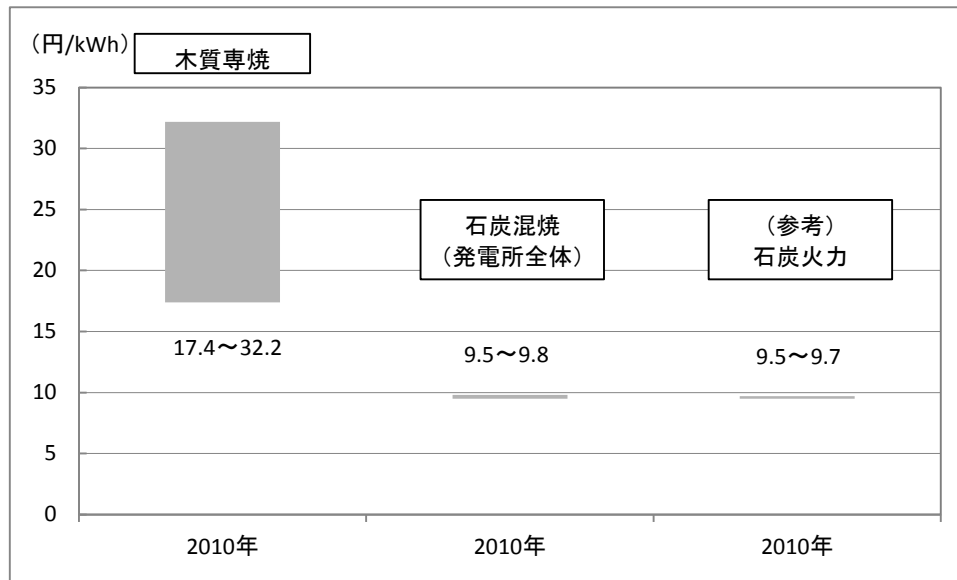
	設備容量 (万 kW)	システム価格 (US\$/kW)
木質専焼	0.01~10	2,600~4,100
混焼	2~10	430~900

(出所) (独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (2013) 「NEDO 再生可能エネルギー技術白書」より作成。

(原出所) ”Deploying Renewables2011” (2011, IEA)。

発電コストについては、木質専焼が 17.4~32.2 円/kWh と他の再生可能エネルギーと比較して高い水準となっている。これは未利用間伐材を活用するためには、山間部における収集・運搬等の作業が必要となるためである。一方で、石炭との混焼で発電した場合、発電所全体のコストは 9.5~9.8 円/kWh となり、石炭火力発電とほぼ同等の発電コストとなっている。

図表 1-31 バイオマス発電の発電コスト



(出所) 図表 1-14 と同じ。

④ 普及への問題・課題

バイオマスエネルギーの原料は、地域に低密度、広範囲に賦存していることから、収集及び運搬にエネルギーとコストがかかるため、できるだけ狭い地域の中で原料の調達から発電まで完結し、効率的に原料の収集と運搬を行う必要がある。

また、バイオマスエネルギーの原料として、サトウキビやとうもろこしなどの食料が利用されることがあるが、これについてはバイオマスエネルギーを利用することが、食料の安定供給の妨げになる恐れがあるという指摘もある。これに加え、生産に多くの水を必要とする一部のバイオ燃料の生産を過度に推奨する政策を導入すると、水不足といった別の社会問題を発生させる可能性がある。

（８）中小水力発電

① 中小水力発電の仕組み・特徴

中小水力発電とは、水力発電の中でも、水を貯めることなく、流れをそのまま利用する方式で中小規模のものを指す。新エネルギー法により新エネルギーとして指定されているのは、水路式で出力 1,000kW 以下の水力発電となっている。

中小水力発電で利用する水路は、渓流水、農業用水、上下水道、工場内水などが考えられる。大規模水力発電と異なり、ダム建設などの大掛かりな土木工事を必要としないため、自然環境への負荷が少なく、短期間で設置が可能であることがメリットとなっている。

なお、中小水力発電に明確な規模の定義があるわけではないが、固定価格買取制度では 3 万 kW 未満の発電規模が中小水力発電として扱われ、1,000kW 以上 3 万 kW 未満、200kW 以上 1,000kW 未満、200kW 未満の 3 つに区分されている。

② 導入の状況・導入ポテンシャル

日本においては、小型の発電設備がここ 10 年で急速に設置されている。具体的には、1,000kW 未満が 512 地点、1,000kW 以上 3,000kW 未満が 425 地点と 3,000kW 以下の設備が多い。また、現在工事中の設備をみると、1,000kW 未満が 13 地点、1,000kW 以上 3,000kW 未満が 4 地点と新規設備の建設も進んでいる（図表 1－32）。

図表 1－32 中小水力発電既開発地点及び工事中地点

出力区分 (kW)	既開発			工事中		
	地点	出力 (kW)	電力量 (万 kWh)	地点	出力 (kW)	電力量 (万 kWh)
1,000 未満	512	216,536	135,511	13	5,343	2,398
1,000～3,000	425	757,158	423,943	4	7,841	4,109
3,000～5,000	166	623,750	329,899	0	0	0
5,000～10,000	285	1,929,780	985,202	3	20,820	10,211
10,000～30,000	366	6,109,300	2,817,556	2	40,800	15,243

（出所） 資源エネルギー庁 Web サイト<http://www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/electric/hydroelectric/database/energy_japan006/>より作成。

中小水力発電の導入ポテンシャルは、賦存量 1,705 万 kW のうち約 85% の 1,444 万 kW と考えられている。しかし、コストが非常に高いため、固定価格買取制度で買取価格を 20 円/kWh としても、導入可能量は 430 万 kW と導入ポテンシャルの 30%程度にとどまると試算されている（図表 1－33）。

図表 1-33 中小水力発電の賦存量・導入ポテンシャル

	賦存量 (万 kW)	導入ポテンシャル (万 kW)
河川	1,655	1,398
農業用水路	32	30
上下水道・工場用水道	18	16
合計	1,705	1,444

(出所) 図表 1-10 と同じ。

③ システム価格・発電コスト

中小水力発電のシステム価格は 200kW のもので 80～100 万円/kW、12,000kW のもので 85 万円/kW と試算されている。一般的に発電システムが大型になれば規模の経済性が働きシステム価格は下落するが、中小水力発電は 12,000kW の比較的大型なものでも、85 万円/kW と割高になっている。また、発電コストも 19.1～22.0 円/kWh と他の再生可能エネルギーと比較して高い。

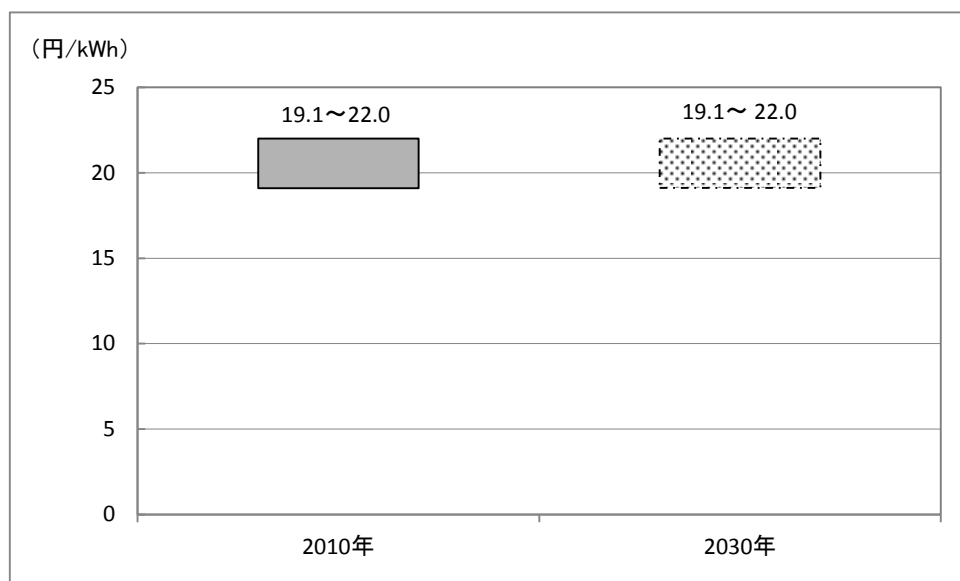
さらに、小水力発電では、発電コストに大きく影響するような技術革新等が想定されておらず、2030 年になっても発電コストは、2010 年と変わらないと考えられている（図表 1-35）。

図表 1-34 中小水力発電のシステム価格

施設容量	システム価格 (万円/kW)
200kW	80～100
12,000kW	85

(出所) 図表 1-14 と同じ。

図表 1-35 中小水力発電の発電コスト



(出所) 図表 1-14 と同じ。

④ 普及への問題・課題

中小水力発電は、長期間稼働することが可能な電源であるが、発電量と比較して初期投資額が大きいという課題がある。

経済性が高いと考えられる地点から順次開発されているため、現在未開発となっている地点では既存の発電設備と比較して経済性に劣るといった問題がある。また、河川や農業用水路等を利用するため、様々な関係者と権利関係の調整をする必要が生じる可能性がある。これらの問題を克服して中小水力発電の普及させるためには、初期投資や権利関係の調整に対して、国や県、自治体からの一体的な支援が必要となるであろう。

第2章 再生可能エネルギー産業における中小企業事例

第1章では、再生可能エネルギーの現状についての状況を概観し、7つの発電方式の導入状況と特徴を整理した。

第2章では、再生可能エネルギーの産業構造や、その中での中小企業の取組を把握するために実施したインタビュー調査結果を紹介するとともに、既存文献等における中小企業事例をまとめる。なお、第1章で整理した7つの発電方式のうち、現在の導入量と導入ポテンシャル、導入に向けた動きを踏まえて、太陽光発電、風力発電、地熱発電を取り上げることとする。

1. インタビュー調査結果

図表 2-1 インタビュー対象中小企業

No	企業名	本社所在地	売上高	従業員数	資本金	業種	太陽光	風力	地熱
1	株式会社エスコ	東京都新宿区	32 億円	120 名	5,000 万円	電気工事業	◎		
2	A 社		-	274 名	8,190 万円	各種避雷器の開発	◎	○	
3	三和ダイヤエ販株式会社	大阪府大阪市	9 億円	50 名	5,000 万円	硬質脆性材料加工工具及び機械製造業	◎		
4	株式会社石橋製作所	福岡県直方市	40 億円	126 名	10,000 万円	動力電動装置製造業		◎	
5	株式会社ウィンドレンズ	福岡県筑紫野市	1 億円	7 名	700 万円	原動機製造業	○	◎	
6	株式会社特殊高所技術	京都府京都市	2 億円	41 名	1,000 万円	土木建築サービス業		◎	
7	株式会社北拓	北海道旭川市	7 億円	60 名	6,000 万円	風力発電メンテナンス業		◎	
8	株式会社エディット	福岡県福岡市	0.3 億円	45 名	3,000 万円	再生可能エネルギーコンサルタント業			◎
9	中央電力株式会社 (ふるさと熱電株式会社)	大阪府大阪市	70 億円	177 名	10,000 万円	マンション一括受電サービス	○	○	◎

(注)「◎」は主に取り組んでいる分野。「○」は取り組んでいる分野。

図表 2-2 インタビュー対象大企業

No	企業名	本社所在地	売上高	従業員数	資本金	業種	太陽光	風力	地熱
1	シャープ株式会社	大阪府大阪市	20,000 億円	17,617 名	1,219 億円	ラジオ・テレビジョン受信機製造業	◎		
2	日本精工株式会社	東京都品川区	4,510 億円	6,423 名	670 億円	動力伝導装置製造業		◎	
3	出光興産株式会社	東京都千代田区	42,000 億円	8,749 名	1,086 億円	石油精製業			◎

(注)「◎」は主に取り組んでいる分野。

(1) 中小企業事例

① 株式会社エスコ（太陽光）

- 保安点検（法令点検）というニッチな市場で太陽光発電産業に参入
- 継続的に業務を受注するため、設置・工事より保安点検・メンテナンスを重視
- O&M²¹関連の計器や除草剤といった分野に中小企業の参入余地がある

a) 基本情報

企業名・代表者	株式会社エスコ	代表者 高木 康則
本社所在地	東京都新宿区北新宿 2-21-1 新宿フロントタワー12F	
創業・設立	設立：2005 年 8 月	
資本金	50,000 千円	
従業員数	120 名	
主要事業	電気工事業	
ウェブサイト	http://www.esco-co.jp/	

b) 会社概要

1) 製品・サービス

当社は、省エネ・省コストに関わる総合的なサービスを提供する企業であり、主に4つのソリューションを提供している。

1つ目が「省コストソリューション」で、高圧受電設備（キュービクル）の低コスト保安サービスや電子ブレーカーの導入による電気料金の削減等のソリューションを提供する事業である。2つ目は、「省エネルギーソリューション」で LED 照明や空調といった設備を改善することで企業の省エネルギー対策を支援する事業である。3つ目は「コンサルティング」で、補助金の代行申請や省エネ法対策を中心にエネルギーに関する各種様々なコンサルティングを行っている。4つ目は、「新エネルギーソリューション」で、太陽光発電システムの導入・保守・運用を行う事業である。

省コストソリューションのうち、高圧受電設備の保安業務は、現在全国で 3,500 件程度請け負っている。以前は、各地の電気保安協会が本業務を一手に担っていたが、2004 年に自由化され、民間が参入できるようになった。なお、保安点検は法令点検であり、当該業務を行う電気保安法人となるためには資格者や駆付け時間等いくつかの要件がある。当社のようなサービスを全国規模で提供できる企業は、全国でも数社程度とみられる。一方、電子ブレーカーは、低圧施設向けの商品である。自動車整備工場やガソリンスタンド、マンション等に導入することが多い。電子ブレーカーを導入することにより、電力会社との契約を変更することで基本料金を安くすることが可能でありコスト削減につながる。

²¹ Operation & Maintenance（維持・管理）の略。設備設置後にその運用と保守を行うこと。

2) 沿革

当社の設立は 2005 年で、最初の事業は高圧受電設備「キュービクル」の保守点検業務であった。2004 年に電気設備の自家用保安業務が自由化されたことを受けての設立である。その後、2007 年に電気保安法人として電気保安管理業務を開始し、2012 年の FIT 開始を契機に太陽光発電事業に参入した。

3) その他

新宿の本社を中心に全国に 120 名の従業員を抱えている。地方の営業拠点は、札幌から沖縄までの主要都市に 7 ヶ所である。

当社では、省エネ・省コスト対策を主力事業としているため、全ての従業員が電子ブレーカーや保安点検、LED 照明などの省エネ・省コスト対策事業に関するノウハウを持ち、全員が当該業務に対応できる体制としている。

一方、「新エネルギーソリューション」の太陽光発電関連事業は、専属担当者が本社を拠点に活動している。営業活動は、当社の営業チームと太陽光発電関連事業の専属担当者で行っている。地方の営業拠点には太陽光発電の専属担当者がいないため、必要に応じて専属担当者が東京から出張している。

c) 太陽光発電に関する取組

1) 参入経緯

2012 年の FIT 開始を契機に太陽光発電事業に参入した。これは、電気施設であるため、当社が培ってきた保安点検業務の需要が高まると考えたことが背景にある。

太陽光発電施設は、50kW 以上の施設に点検が義務付けられている。このうち、2,000kW 以上の施設は点検業務の外部委託が認められていないため、当社は 50kW 以上 2,000kW 未満の施設向けの点検業務に参入した。また同時に、顧客からの引き合いをうけ、太陽光発電所設置工事業務も行うようになった。

2) 事業概要

当社の太陽光発電事業は大きく、①設置、②保安点検（法令点検）、③任意点検（太陽光メンテナンス）の 3 つからなる。②保安点検（法令点検）は、電気が安全に利用されているかを調べる点検であって義務付けられているのに対し、③任意点検（太陽光メンテナンス）は、発電所（パネルなど）が正常に発電できる状態を維持・管理するものである。

i) 設置

設置業務は、通常の工事会社でも対応できるため、競争が激しい。当社の受注は年に数件である。ただし、金額規模は大きい。

当社は、建物の屋根への太陽光発電設備の設置を主に手掛けている。受注実績としては、IKEA 船橋や IKEA 立川などがある。最近当社が手がけた滋賀県にある流通センターの屋根に太陽光パネルを設置する業務では、流通センターを設置するある企業から「屋根貸し

をしたい」と相談されたことからプロジェクトがスタートした。もともと、この企業とは省エネ等で付き合いがあったため、当社に声をかけてきたものを思われる。太陽光発電関連の設置業務では、営業も行っているが、このように顧客から声をかけてもらって取り組むことが少なくない。

ii) 保安点検（法令点検）

保安点検は、通常の電気設備の保安点検と同じである。

関連省庁への届出を行い、法令に基づき発電所内の各設備を定期的に点検を行う。通常の保安協会は各地場のみでしか対応できないが、当社では日本全国に体制があり対応可能であるため、複数発電所を保有している事業主などからはワンストップで対応できることがメリットとなる。

iii) 任意点検（太陽光メンテナンス）

任意点検では、I-V カーブ測定やパネル清掃、除草作業等も行っている。なお、パネル清掃は顧客から要望があるものの、太陽光発電のサイトでは水が取れないこと等が要因となって単価が高くなってしまう。そのため、受注件数は多くない。一方、雑草が伸び、パネルに影ができると発電量が低下するため、太陽光発電事業に除草は必須である。

iv) 競合状況

まず、設置業務は、大企業から地域の工事店まで対応できるため、厳しい競争状態にある。保安点検（法令点検）は、個人で免許を取得すれば事業を行うことができるが、全国で対応できる企業は、当社を含めて数社しかないという状況である。任意点検（太陽光メンテナンス）は、O&M としての参入が最近増えてきている。O&M として参入している企業としては、EPC 事業者²²や管理に関するノウハウを持つビル管理会社、保守・メンテナンスを全国で提供しているコピー機会社等が挙げられる。

3) 戦略・方針

設置業務は一過性で終わってしまうため、②保安点検（法令点検）、③任意点検（太陽光メンテナンス）の保守・メンテナンスを主軸として事業を行っていきたい。特に、②保安点検（法令点検）は産業の中では優位性のある事業であると考えている。

d) 中小企業が取り組む上での問題点・課題、参入のポイント

1) 問題点・課題

任意点検のメニューが統一されていないことが課題としてあげられる。現在は、手探りでっており、業界として統一していくことが必要であろう。統一的なメニューがないことで、任意点検の必要性が顧客に認識されていないという状況もある。

²² 設計（engineering）、調達（procurement）、建設（construction）などの一連の工程を請け負う事業者のこと。

2) 参入のポイント

発電所設置から時間が経過すると各種トラブルが発生してくるため、今後メンテナンス市場の成長が期待できる。このため中小企業の参入を考えるとメンテナンス実施は当然のこと、その際に使用する計器や資材等の分野と考えられる。計器については、完全といえる商品はまだないといえる。

e) 今後の展開

太陽光発電設備の設置のピークは2014年～2015年頃とみられるため、設置業務ではなく今後需要の拡大が見込める②保安点検(法令点検)や③任意点検(太陽光メンテナンス)を中心に行っていきたいと考えている。買取価格の期間が20年間であるため、今後20年(2034年頃)はニーズがあると思っている。太陽光発電といえば「エスコ」といわれるまでに成長したいと考えている。

f) その他

太陽光発電産業に関連している企業としては、事業主、メーカー、EPC、O&M、保安関連業者、電気工務店、造成関連業者、洗浄業者等が挙げられる。

② A 社（太陽光）

- 長年扱ってきた避雷器等の雷対策分野で太陽光発電や風力発電に参入
- 太陽光発電事業では、グループ企業とともに発電所の施工・メンテナンスまで一体で提案
- 情報収集によるニーズ把握と意思決定の速さを強みに、先行者として参入することを重視

a) 基本情報

企業名・代表者	A 社
本社所在地	
創業・設立	
資本金	81,900 千円
従業員数	274 名
主要事業	各種避雷器、各種デバイス製品及び電子応用機器の開発、コンサルティング、電気工事一式、受託試験
ウェブサイト	

b) 会社概要

1) 製品・サービス

i) 避雷器の製造

当社は、雷対策に使用する避雷器等の耐雷対策製品の製造及び雷対策システムのコンサルティングを主な業務としている。避雷器は避雷針と混同されやすいが、避雷針とは異なる製品である。避雷針は、雷を直接受け、地面へ電流を逃がすことで建物の外観を守る製品であり、ビルの屋上など屋外に設置される。一方、避雷器は、雷が落ちた際に配電線等を伝わってくる誘導雷²³から電気・電子機器を守るもので、保護する機器の直近へ並列に設置される。誘導雷による異常電圧が配電線等から伝わってきた場合に、避雷器の心臓部を構成するセラミックスが反応することで電気・電子機器を落雷から守る仕組みとなっている。配電線等から伝わってくる異常電圧が想定よりも非常に強い場合、避雷器自体が壊れることによって電気・電子機器を保護する。主には産業用の電源盤や通信盤、制御盤、配電柱、鉄道などを対象とした避雷器の製造を行っており、低電圧・高電圧の両方に対応し、最適な雷対策システムを提案できるコンサルティング業務も行っている。

当社では避雷器について、セラミックスを含めた研究から製造まで一貫して自社で行っている。さらに、本土よりもより過酷な気象条件の中で塩害、紫外線などに対する長期的な暴露試験を行うために沖縄県の離島に総合暴露試験場を設置している。

ii) 受託試験

製品の受託試験も行っている。これは人工的に落雷を発生させ、製品の耐久性を確認す

²³ 周辺の落雷によって発生した電磁波が、周辺の配線などに影響を与えて起こる過度的な異常電圧・電流。家電などの電子・電気機器が破損する原因となる。

る試験である。人工的に落雷を発生させる装置には既製品が極めて少ないため、自社で試験機的设计・製造を行い、試験を実施している。

2) 沿革

1950 年に P バルブ避雷器の開発と量産に成功した。その後、避雷分野に特化し、避雷器を電力・鉄道・放送・通信等の産業分野へ進出させた。2008 年からは、太陽光発電用の避雷対策にも取り組んでいる。

3) その他

当社の本社は兵庫県尼崎市に立地し、仙台から沖縄まで 6 つの営業所を置いている。これら以外にも、人工の雷を発生させ製品の評価試験や受託試験ができる尼崎の雷テクノロジーセンターのほかに、青森県、兵庫県、福岡県に工場がある。さらに、雷について学んでもらうとともに、子ども達の理系学問への興味を涵養するため、尼崎の雷テクノロジーセンターに雷ミュージアムを併設している。ここでは、一般向けに試験設備の見学、製品の紹介、関連グッズの販売（東北の復興へ売上げを全額寄付）を行っている。2008 年の開設以降、2014 年 10 月までに延べ 2 万人が来場した。小学生の夏休みの自由研究や学校の授業の一環、企業・団体の見学などで地方からも多くの来場者がある。

c) 再生可能エネルギーに関する取組

1) 参入経緯

避雷器は、電源線・通信線が存在する場所を全て市場と見込むことができる。したがって、太陽光発電は、自社のノウハウを活かすことができる見込みのある市場であると考えていた。そのため、FIT の議論が本格的に開始される前の 2010 年に、太陽光発電用の避雷器の研究開発をスタートさせた。これは、当社で製造していた避雷器は主には交流用が主であったが、太陽光発電では直流の電力を発電するため、直流用の避雷器を開発する必要があったためである。

風力発電に関しては、太陽光発電に参入する以前に当社の避雷器を風力発電事業者に納入していたため、参入は太陽光発電よりも早い。

2) 事業概要

i) 全般

太陽光発電よりも風力発電の方が取り組む時期は早かったが、現在は太陽光発電の需要の伸びが大きいため、太陽光発電に注力している。太陽光発電事業では、メガソーラーの発電事業者を主な顧客とし、太陽光パネルのパワーコンディショナー、接続箱や通信系統などへの雷対策を主に行っている。ただし、太陽光パネルに避雷器を付けることは義務付けられていないため、予算の関係で削られてしまう事もある。こうした背景もあり、雷対策をしていない太陽光発電事業者も少なくない。そこで、当社は雷対策の必要性を訴え、これから太陽光発電パネルを設置する事業者だけでなく、すでにパネルを設置していなが

ら雷対策をしていない事業者にも営業をしている。

その中で、現在は新規の顧客と従来からの取引先である既存の顧客の割合は同程度となっている。太陽光発電事業における避雷器の受注経路は、以下の3パターンが挙げられる。

- ・事業主から委託を受けた EPC 業者から依頼を受ける
- ・EPC 業者から誘導雷対策機器の調達委託を受けた代理店から依頼を受ける
- ・EPC 事業者から注文を受けた機器メーカーから依頼を受ける

避雷器の販売・設置に関しては、大手電材商社など代理店や当社が認定した全国の特約工事店に委託して実施することが多い。

ii) グループ企業との連携

太陽光発電事業では、当社単独ではなく特長のある我々のグループ会社各社とも協力して太陽光発電事業に取り組んでいる。

例えば、避雷器の納入だけでなく、太陽光パネルの施工やメンテナンスも行っていきたいと依頼されるケースがある。その際は当社だけでは対応できないため、太陽光発電事業の施工・メンテナンスを手掛ける B 社を顧客に紹介し、製品の納入から施工・メンテナンスまで一連のサービスを提供するようにしている。

B 社の太陽光発電関連の事業は主に2つである。1つは、太陽光パネル専用の避雷針の設計・製造である。従来の避雷針は針を垂直方向に立てる棒状の形状をしているため、太陽光パネルに影ができてしまうが、太陽光パネル専用の避雷針は影のできにくい形状にすることで、発電効率を下げないように工夫している。もう1つは、すでに設置されている太陽光パネルの発電効率の計測・評価、メンテナンスである。FIT の導入で多くの新規事業者が太陽光発電事業に参入したが、運用に明るくない事業者が少なくないため、一定の需要が存在する。B 社は、太陽光パネルが普及する前からこうした事業に取り組んでいることから、他社と比較して実績があり、多くの企業から信頼を獲得している。

もう1つのグループ企業、C 社では、地絡・漏電事故の防止装置や検電器を製造している。太陽光発電では、これらの技術を活かした漏電対策事業を行っている。

グループ会社は、従来から個別の業務で協力することはあったが、太陽光発電への参入を契機に結束をより強めた。例えば、展示会に共同出展するようにして、来場者からの相談に対して、グループ会社それぞれの担当者がリレー形式で答えることで、総合的に提案できる体制を作っている。

3) 戦略・方針

太陽光発電事業は、現在当社にとって大きな柱となっている。しかし、太陽光発電は大きな柱ではあるが、あくまで複数ある柱の内の一つとして捉えていくつもりである。

4) 競合について

避雷器は、高圧用と低圧用に大別でき、それぞれ扱っているメーカーが異なる。高圧用については海外メーカーをはじめ、大手重電メーカーなど。低圧用については、海外メー

カー、中小企業が主なサプライヤーとなっている。

高圧の配電用避雷器については、自社調べではあるが約6割のシェアを有している。低圧用に関しては裾野が広く把握が難しい。しかし、過去からの実績内容から見ても高い販売能力があるものと考えている。

d) 中小企業が取り組む上での問題点・課題、成功のポイント

1) 問題点・課題

現在の太陽光発電設備の設置に対する需要の伸びはFIT制度によるものであり、FIT制度の動向によっては、需要が停滞することが考えられる。現在のような市場環境がいつまで続くか読めないため、どこまで太陽光発電事業に注力すべきか判断が難しい。

しかしながら、避雷器については、雷から設備を守る機器であるため、今後も新しい市場に向け、市場は広がっていくものと考えている。

2) 成功のポイント

情報収集によるニーズの把握力と意思決定の速さが当社の成功のポイントである。

当社では、情報収集を積み重ね、潜在的なニーズのありかを把握するようにしている。そして、素早く意思決定を行い、ニーズが顕在化した頃には販売体制を整えるようにしている。例えば、太陽光発電事業でも、いち早く着目し開発に取り組んでいたため、現在の顕著な需要の伸びに合わせて対応することができた。

e) 今後の展開

1) 今後の再生可能エネルギー産業の課題・展望

設備設置の動向は読めないが、太陽光パネルのメンテナンスの需要については、一定程度の規模が継続していくと予想している。

2) 取組の方向性・位置づけ

i) 太陽光発電

避雷器はJISに基づいた品であるため、独自性を出しづらく国内メーカーと海外メーカーのどちらとも激しい価格競争にある。しかし、当社は、避雷器に特化して事業を行ってきたため、接地を含めたノウハウの蓄積とそれに基づいた避雷器導入の提案力に強みがある。これにグループ会社のB社やC社の力を合わせて、さらに施工・メンテナンスを含めた太陽光発電事業のトータルサービスを提供していきたいと考えている。

ii) 風力発電

風力発電については、現状では、目視をしない限り落雷のあった風車を特定することは難しい。落雷があった風車を放置すると、わずかなブレードの損傷から重大な事故につながる可能性がある。そこで、設備の状態を把握し効率的に修繕することを可能とする落雷監視装置が必要となる。

③ 三和ダイヤモンド株式会社（太陽光）

- 自社の既存技術を応用して太陽光発電産業に参入
- 海外製に対抗するためには、発電効率の向上とコストダウンが重要
- 太陽光発電事業には継続して取り組むが、ウェイトは置きすぎない

a) 基本情報

企業名・代表者	三和ダイヤモンド株式会社	代表者 松田 雄策
本社所在地	大阪府大阪市中央区南船場 2-5-12 クリスタファイブビル 10F	
創業・設立	1991 年 1 月	
資本金	50,000 千円	
従業員数	50 名	
主要事業	硬質脆性材料加工工具及び機械製造業	
ウェブサイト	http://www.sanwadaiya.co.jp/index.html	

b) 会社概要

1) 製品・サービス

当社は、結晶シリコンやガラス・セラミックスなどの硬質・脆性材料を切断するダイヤモンドバンドソーマシン²⁴やダイヤモンドソー、及び穿孔装置とホールソーの製造・販売を行っており、半導体シリコンやフラットパネルディスプレイなどの電子部品分野から鉄筋コンクリートなどの土木・建築分野に至るまで幅広く製品を提供している。また、当社では機械の製造・販売だけでなく、硬質・脆性材料の切断・研磨加工や単結晶・多結晶シリコン角切り、石英ガラスのスライシングなどの加工サービスも請け負っている。このほか顧客からの依頼に応じて、マシンの使用についての技術指導も行う。

「工業用ダイヤモンドで不可能を可能にする加工技術のパイオニア」という経営理念のもと、自社で長年培った技術を活かした機械や加工技術を通じて、社会貢献と企業の発展を図っている。

2) 沿革

1991 年、社長の実父が創業した三和ダイヤモンド工業株式会社を引き継いだ後、現社長が第二創業した。創業当初は、結晶材料やガラス・セラミックスなどの硬質・脆性材料を切断・研磨するダイヤモンドバンドソーなどの工具や加工機械を製造・販売しており、電子部品分野の企業を主な取引先としていた。

しかし、1997 年、大手ゼネコンの依頼で 1 メートルを越える大口径のダイヤモンド穿孔装置を開発すると、鉄筋コンクリートを主材とする土木・建築工事分野にも進出するに至った。このとき開発した技術は、安全かつ環境にやさしい性能が高く評価され、「ベンチャービジネスコンペ大阪」で優秀賞を受賞している。

²⁴ 帯状の鋸刃を高速で回転させることで、金属などを切断する電動工具のこと。

土木・建築分野に進出を果たした3年後の2000年には、太陽光発電用多結晶シリコン切断用のバンドソーマシンを関西の大手電機メーカーに11台納入し、太陽光発電産業へと参入した。

3) その他

現在、大阪市中心部にある本社のほかに、営業拠点として関西支店、東京支店、名古屋営業所を所有している。また、製造拠点として奈良工場と滋賀工場の2つの工場を所有し、奈良工場内には技術研究施設が併設されている。

c) 太陽光発電に関する取組

1) 参入の経緯

太陽光発電の重要部材であるシリコンウェハは半導体シリコンであり、関西には有力な企業が多く、当社はそれらのメーカーにマシンとダイヤモンドソーの納品実績があった。既存の取引関係を通じてその実績が大手太陽光パネルメーカーの知るところとなり、当社に声を掛けてきたことが、当社が太陽光発電産業に参入したきっかけであった。

2000年、太陽光パネルメーカー3社にシリコンインゴットのブロック切断²⁵ラインを納入すると、その後も各社のパネルの増産に応じて切断ラインを提供してきた。

2) 事業概要

i) シリコンインゴットの切断加工装置の販売

シリコンインゴットの切断加工装置を関西の大手太陽光パネルメーカーに販売している。当社の強みは、シリコンを切断するダイヤモンドソーの厚みを薄くすることにより、高い歩留まりを実現できコストダウンにつながることである。シリコンの結晶は非常に高価であるため、加工歩留まりが重視されるが、ダイヤモンドソーが薄くなればなるほど脆弱になるため精度の高い切断が難しくなる。他社であれば切り幅が4～5mm程度となる場合でも、当社であれば1.5mm程度にまで薄く抑えることができる。

ii) シリコンインゴットの切断・研磨加工

当社は、機械と工具の製造・販売だけでなく、シリコンインゴットの切断・研磨加工サービスも行っている。これは、2004年に大手パネルメーカーから切断・研磨加工サービスを実施することを打診されたためである。切断・研磨加工機械と工具は自社で製造・販売している製品であり、進出にあたって障害となることはなかった。

iii) 技術開発

シリコンインゴットの切断自体は、当社が扱っていたセラミック、石英ガラス、水晶、カーボンなどと技術的に異なったところはなく、従来からの技術で対応することができた。

²⁵ 太陽光パネルの製造には、シリコンの塊を角ブロックに切断する工程が存在する。

しかし、シリコンは非常に高価であるため、歩留まりを向上させるなど、コストダウンのための技術開発は継続的に行っている。

当社が 2011 年に開発した薄刃タイプの単結晶シリコン複合加工機は、単結晶シリコン円柱をセットすると、切断から研磨、面取りまで 1 台で連続して行うことができる。

これにより加工時間が従来の 50%程度となり、大幅なコストダウンを実現した。

iv) 戦略・方針

近年、品質はあまり高くないが低価格の海外製シリコンが流入してきており、メガソーラーを中心として、太陽光パネルメーカーも海外製を使用し始めている。しかし、屋根面積に制限のある住宅用の太陽光パネルには、高くて安定した発電効率が求められる。海外製は耐用年数 20 年以上にわたる長期の発電効率の減衰率が明らかでないことから、高発電効率で耐久性のある国内製の需要はなくならないと考えており、付加価値の高い国産シリコン結晶インゴットの切断加工を中心としていく方針である。

また、低価格の海外製に対抗するため、刃物の厚みをさらに薄くし、材料歩留まりを上げるコストダウンへの取組を続けていく。

d) 中小企業が取り組む上での問題点・課題、成功のポイント、参入のポイント

1) 問題点・課題

大手太陽光パネルメーカーが、海外に生産をシフトしてしまう可能性があり、仕事量の減少が課題である。当社のような機械の操作に熟練を要するような製品を販売する中小企業が、大手メーカーに追随して海外で製品を製造販売することは難しい。機械操作を指導する際に言語の違いや生活習慣が障壁となってしまうためである。これに加え、海外では短期的な利益を優先し、自己の責任を取らないため、ボタン一つで操作できるような完全自動機械を志向することが少なくない。

2) 成功のポイント

当社は、シリコンインゴットの切断・加工における高い加工精度と歩留まりで、他社と差別化を図ることができた。これが可能であったのは、太陽光発電で使用する前から、切断加工機械や刃物の使用法に関するノウハウを蓄積していたためである。シリコンインゴットの切断加工機械の操作には非常に熟練した技術が必要であるが、当社はセラミックやカーボン、半導体の切断で 30 年以上にわたり技術を磨き、ノウハウを蓄積していた。

3) 参入のポイント

太陽光発電産業に限らず、細かな電子部品を大手企業が自社内で直接製造している例は少ない。どの産業でも最終的な部品の製造は中小企業が担っており、それは太陽光発電産業でも変わらない。しかし、これから太陽光発電の導入量が大きく伸び、日本のエネルギーの 10%程度を占めるようになると、加工部品が膨大になる為中小企業の生産能力では対応できなくなるかもしれない。

e) 今後の展開

1) 今後の太陽光発電産業の課題・展望

太陽光発電システムは20年以上使用し続けるものであり、発電効率の低下は致命的である。効率維持のため、メンテナンスにコストがかかる。これに多くの事業者が気づき始めており、太陽光発電システムを導入時の目先のコストではなく、メンテナンスコストを含めた長期のコストを重視する視点にこれからシフトしていくと考えている。したがって、海外製の発電効率維持に疑問のある低価格製品が流入してきたとしても、国産品の国内パネル生産は継続すると考えている。

また、発電効率の向上とコストダウンが同時に実現すれば、現在メガソーラーの市場が中心となりつつある日本において、家庭用太陽光発電システムを大きな市場として見込むことができる。

2) 取組の方向性・位置づけ

国内太陽光発電産業の今後の課題は、発電効率や耐久性の向上とコストダウンになる。当社もこれに協力するため、研究・開発を進めていく。

しかし、海外製シリコンパネルの流入により、今後太陽光発電産業の製造利益が減少していくことは仕方がない。太陽光発電産業には継続して取り組んでいくつもりであるが、ウェイトは置きすぎず、これから国土強靱化に向け、ダイヤモンド工具の需要が見込めるコンクリートの切断、穿孔の巨大な用途に新工法で取り組んでいく。

④ 株式会社石橋製作所（風力）

- あえて情報を開示することで密なコミュニケーションを実現
- 風車は需要の波が存在。風車事業への過度の依存はリスク大
- 今後の新規製品開発は洋上風力中心と想定

a) 基本情報

企業名・代表者	株式会社石橋製作所	代表者 石橋 和彦
本社所在地	福岡県直方市上頓野 4636-15	
創業・設立	創業：1932 年 9 月 設立：1955 年 11 月	
資本金	100,000 千円	
従業員数	126 名	
主要事業	動力伝導装置製造業	
ウェブサイト	http://www.ishibashi-mfg.com/ibs/index-home.html	

b) 会社概要

1) 製品・サービス

当社は、歯車増減速機の開発・製造・販売（関係会社を通じて）、現地スーパーバイザーの派遣、メンテナンスやオーバーホールなどのサービスを主な業務としている。風車用の増速機が生産の大半を占める時期もあったが、現在では、蒸気タービンや各種一般産業機械向けなど幅広い分野の機械メーカーを中心にギアボックスを提供している。最近ではエンドユーザへの直販の事例も増加している。

欧州の大手ギアボックスメーカーであるフレンダー社（現在は SIEMENS 社）との資本・技術提携時により同社の持つ優れた技術の吸収や新しい市場への参入などが可能となった。近年でも優れた技術を持つエンジニアリング会社との協業等を通じて、自社技術の拡張を行いながら、更に難しい顧客の要求に応えられるよう体制を整えている。

本社工場が立地する福岡県直方市以外にも、東京、大阪に支店を所有しており、国外にも、米国にメンテナンス事業を中心とした現地法人、中国に風車関連の合弁企業を所有している。

2) 沿革

当社は 1932 年、現社長の祖父が鍛造を業として創業した。創業当時は、炭鉱機械用の鍛造品を製造していたが、石炭産業の衰退とともに、顧客に設計や製造に関する指導を受けながら、溶接構造物の製造を経て、歯車装置製造へと事業をシフトさせた。

その後、1988 年、当時世界有数のギアボックスメーカーであったフレンダー社と資本・技術提携を行った。1996 年には三菱重工業から風車向け増速機の注文を受け、風力発電産業に参入した。

c) 風力発電産業に関する取組

1) 参入の経緯

当社が風力発電産業へと参入したのは、1996年に三菱重工から風車用増速機を受注したことがきっかけである。最初は輸入販売であったが、当時フレンダー社では風車用増速機の生産が追いつかない状況であったため、輸入販売を始めてからすぐに、当社にて図面支給ならびに検証方法までの指導を受けながら国内生産を開始する機会を得た。当時の風車用増速機の要求は、現在ほど高くなく、製品もそれほど大型ではなかったため、比較的参入障壁が低かったことも幸いした。フレンダー社は風車用増速機では世界的なトップ企業であり、デファクトスタンダードを築いた会社であった。当社はその図面や検証方法に関するガイドラインの解釈を提携先のフレンダー社から取得することができた。そのことが評価され受注へと結びついたと考えている。

2) 事業概要

小型機の輸入販売から委託製造を経て、お客様との共同開発を経験し、さらにエンジニアリング会社を巻き込むなどしながら、より深い開発作業を志向してきた。ピーク時には少品種製品の生産を月産60台程度（100MW相当）続けた時期があったが、現在は、顧客も品種もより多様化している。

大型化する製品にあって製品を完成させる場所の制約も増えてきた。もはや陸上輸送が困難な製品については、社外のパートナー企業との協力を仰ぎながら対応する方針である。海外でも当社は風力発電産業に取り組んでおり、アメリカではメンテナンス事業を実施している。現在、製品のアップグレードなどメンテナンスを中心に事業展開している。また、中国では回族自治区において、地元の発電事業者と合弁企業を設立している。

3) 戦略・方針

直近の円高の時期に、日本の大手メーカーが海外製の機械を使用したり、こぞって海外生産へとシフトしたりするのを目の当たりにし、いずれ日本の大手メーカーが国内で製品を製造しなくなる時代が到来することも想定するようになった。しかし、大手メーカーと一緒に複数の海外拠点で本格的な展開を行うのは、当社のような規模の企業では難しい。このため、当社は企業の海外進出が進んだとしても日本に残り続ける可能性の高いハイエンドあるいはニッチ市場に軸足を移す戦略を持っている。

ハイエンドを実現するために必要なのが、開発技術・製造技術・機械に加え、当社が「HumanQualityMind（品質魂）」と呼ぶ製造工程に係る落とし穴を一つずつ潰していくプロセスである。これは日本メーカーにとって最後の砦となりうるものと考えて取り組んでいる。

これは、よい製品を作るために新鋭機械は確かに必要であるが、泥臭い品質確認作業を疎かにすると製造工程の落とし穴にはまってしまう可能性があるとの認識に基づく。

d) 中小企業が取り組む上での問題点・課題、成功のポイント

1) 問題点・課題

風車は欧州を中心として発達した背景があり、基本的に欧州の規格が世界標準となっている。これは部品や材料の規格に付随する材料の検査方法やその資格さえもである。日本企業は当然 JIS 規格が中心であったため、中小企業が欧州基準の検査の実施や資格の保有をすることが必要となる局面もあり、その意味でのハードルは高いと考えられる。

2) 成功のポイント

前述のように、世界有数のギアボックスメーカーであるフレンダー社と資本提携を実施したことにより、欧州の最先端の技術を取り込めた。これに加え、顧客との協業、情報開示、新技術の積極的な導入と提供が重要と考えられる。風車用増速機が風車の稼働率の足かせと呼ばれた時期に、欧州の先進的な取組と試行錯誤の様を、実務を通じて体感できたことは大きい。加工技術や設計技術を上げることも大いに必要であるが、泥臭い検証や確認作業も大事にしなければならない。

また、増速機は、羽根、主軸、発電機と連動して働くものであり、故障を防ぐためには、開発段階でこれらのメーカーとの技術や意見のすり合わせが不可欠となる。しかし、ギアボックスメーカーは基本的に自社製品の情報を開示したがる傾向にあり、正確なコミュニケーションができていないことも少なくない。海外メーカーと共同で開発するときは、その傾向が強くなる。当社では、これに対して情報を積極的に開示することでより深い関係を構築し、コミュニケーションを深化させている。また、こうした情報の開示は、開発のスピードを高めるという点でも有用である。

e) 今後の展開について

1) 今後の風力発電産業の課題・展望

現在、日本国内の風車建設は、固定価格買取制度が導入されたが、風車が環境影響評価法の対象となったことなどにより停滞している。もうしばらくすれば陸上風車の建設が伸びてくることを期待している一方で、洋上風力も実証段階を経て、実用段階に移行する時代に備え体制を整える。現在、当社でも風車メーカーと共同で洋上風車の製品開発を進めている段階である。

2) 取組の方向性・位置づけ

風力発電産業は、政府支援策や景気動向に左右されやすく需要の波がある。このため、中小部品メーカーとして風車を長期的に専業とすることは難しい。他の市場向け製品である程度の売上があり、経営基盤がしっかりしていることが望ましいと考えられる。当社は、売上に占める割合の大部分が風車となった時期があったが、リーマンショックにより風車の需要が大幅に落ち込み、経営は大きな打撃を受けた。その兆候が見られる頃から風車用のギアボックスだけでなく製品の多様化を積極的に進めてきた。今後、風車を最重要であるも、極端に突出し過ぎない存在として、他分野への新規参入への取組を積極的に行うつ

もりである。

こうした水平方向の多様化のほかに、メンテナンスを本格的に手掛け始めるなど垂直方向の多様化も進めている。前述のようにアメリカのテキサスではメンテナンスを中心とした企業を設立した。国内市場でも、採算は重要であるが、ユーザーへの貢献と経験を積むことを重視してメンテナンス事業を受注している。

⑤ 株式会社ウィンドレンズ（風力）

- ・認証試験を海外で受けなければならないなど、日本企業には不利な競争環境
- ・小型風力発電の導入促進には、コストダウンが重要

a) 基本情報

企業名・代表者	株式会社ウィンドレンズ	代表者 高田 佐太一
本社所在地	福岡県筑紫野市上古賀 3-2-16 クリエーションコア福岡 103	
創業・設立	2008 年 4 月	
資本金	7,000 千円	
従業員数	7 名	
主要事業	その他の原動機製造業	
ウェブサイト	http://windlens.com/	

b) 会社概要

1) 製品・サービス

当社は、出力 5kW 程度の小型の風力発電システムを主に自治体や住宅を中心に販売している。当社の主力製品である「風レンズ風車」は、風車のブレードを特殊設計の集風ダクトで囲むことにより以下の 4 つの特長を備えている。

- ・従来の風車よりもコンパクト・高出力であり、微風や乱れた風でも発電が可能。
- ・騒音減となるブレード翼端渦を抑制するため騒音が少ない。
- ・集風ダクトがブレードを囲うことによる視覚的安心感が存在する。
- ・ダクトがあるため、鳥などが構造物を認識しやすくバードストライクが防止される。

このほかにも、小型風車であるため人が住む住宅地や大型風車を建設できない山間部など、どのような場所にも設置をすることができるという特長がある。

2) 沿革

当社は、九州大学発のベンチャー企業である。九州大学で開発された「風レンズ風車」を製品化・販売するために 2008 年に設立された。九州大学 TLO 及び九州大学知的財産本部から風レンズ風車に関する特許の専用実施権を許諾されている。

c) 風力発電産業に関する取組

1) 事業概要

当社の売上の 70%が風車、30%が太陽光発電システムとなっている。当社は小型風力発電システムを製造・販売する企業であるが、発電容量が 5～10kW の太陽光発電システムと風力発電システムに、蓄電池を組み合わせることで電力の自給自足を行うことを事業の主眼として考えていた。このため、当社は風車のみならず太陽光発電システムの販売も行っている。稼働時間を考慮すると風車と太陽光パネルの組み合わせの最適な割合は風車

50%、太陽光発電システム 50%である。

現在、小型風力発電の固定買取価格は 20kW 未満、55 円/kWh となっており、償却期間の想定は 20 年である。これは償却が 10 年足らずで済む太陽光発電と比較して著しく見劣りする。20kW 未満の小型風力発電システムの顧客は個人が想定されるが、この償却期間で個人が購入することではなく、償却期間を短縮するため小型風力発電のコストを大幅に引き下げることは現状では難しであろう。このため、大手企業や官公庁が環境意識を啓蒙するために設置する風車の需要を得て売上を上げているのが実際である。

2) 戦略・方針

官公庁が住民への環境への意識の啓発を目的として設置する風車や、太陽光発電施設が設置しにくく、かつ風力発電に適した地区に特化して、風車の販売を実施していく方針である。

d) 中小企業が取り組む上での問題点・課題、成功のポイント

1) 問題点・課題

世界的にも小型風力発電を扱う大手企業はほとんど存在せず、欧米の中小企業が製造の主体となっており、量産化によりコストダウンを実現している企業が少なくない。このため、日本の固定買取価格 55 円/kWh という価格設定は欧米の中小企業にとって魅力的であり、競争力のある企業が日本市場へとみだれ込んできている。

そして、これらの欧米の企業と、不利な環境で競争を強いられていることが問題である。例えば、日本国内に小型風力発電システムの認証試験場がないため、海外で認証試験を受けなければならない。認証試験を受けるための設備の輸送費や渡航費等は中小企業にとっては非常に大きな負担である。

2) 成功のポイント

小型風力発電機を導入したいという場所は、固定買取価格に関わらず欧米、日本ともに存在する。例えば、日本でも被災地において非常用の電源として購入した事例がみられる。当社では、設備さえ揃えば、使用が容易で技術開発が進んでいる風力と太陽光が、自然エネルギーでも中心的な位置を占めていくと考えている。

このため、導入量を伸ばすために必要なのは、コストダウンである。小型風力発電の導入が伸び悩んでいるのは、ひとえにコストの問題が大きい。エネルギー電源としての競争に勝つためにはコストダウンを図る必要があり、月並みであるがコストダウンをできるかどうか成功のポイントとなる。現在の FIT であるなら、1 台あたりの総コストが 200 万円を切ると太陽光発電システムと価格で肩を並べる。この水準は、量産が実現し、風力発電システム専門の工事業者が存在すれば可能であるとみている。

e) 今後の展開について

1) 今後の風力発電産業の課題・展望

グリッドの安定化に関しては、太陽光発電の申請が大規模に行われており、これから制限がかかってくることも考えられるだろう。グリッドの安定化には安い蓄電池が不可欠であり、再生可能エネルギーの普及の近道は蓄電池の開発であると考えている。

2) 取組の方向性・位置づけ

現在、日本において小型風力発電は、投資金額は小さいが採算が取りにくいいため、企業や官公庁が啓蒙用に導入するニッチ中のニッチな市場となっている。しかし、風車と蓄電池や太陽光発電を組み合わせることで幅広く普及していく可能性がある。そこで当社は、小型風力発電の普及期に基幹技術を狙うことができるような体制を構築するとともに、建設費や発電単価を下げるコストダウンへの取組を継続していくことを今後の方針としている。

⑥ 株式会社特殊高所技術（風力）

- 他社のリソースを活用し、風車のメンテナンスの技術を獲得
- 風車メンテナンスの需要増には他社への技術移転で対応。軸足も風車に移さない

a) 基本情報

企業名・代表者	株式会社特殊高所技術	代表者	和田 聖司
本社所在地	京都府京都市南区吉祥院西ノ庄西浦町 64		
創業・設立	2007 年 6 月		
資本金	10,000 千円		
従業員数	41 名		
主要事業	その他の土木建築サービス業		
ウェブサイト	http://www.tokusyu-kousyo.co.jp/index.html		

b) 会社概要

1) 製品・サービス

当社は、特殊高所技術により橋梁、水力発電施設、風力発電施設、岸壁・急傾斜地において、調査、点検、施工業務を行っている。特殊高所技術とは、ロープを使用して、技術者が垂直方向や水平方向に移動することで対象設備へと近づく技術のことである。この技術は国土交通省が運用する NETIS（新技術情報提供システム）に登録されており、国土交通省が「活用の促進をはかる」としている有用な新技術として評価されている工法である。この技術は、海外の文献や機材メーカーのデータ、道具の耐久性などを、安全性に考慮しながら検証し、各種調査・点検を実施する技術へと当社が独自に発展させたものである。

こうして確立した特殊高所技術は、仮設の足場が不要であること、適用範囲が広いこと、重機を使用しないこと、安全であること、届け出が不要であることなど「より安く、より早く、より安全に」を強みとし、創業以来売上を順調に伸ばしている。

風車のメンテナンス技術に関しては、当初は風車のメンテナンスを行う企業の高所作業者に同行することや、FRP などの製造を行う造船メーカーや繊維メーカーに修理の技術を習いに行くことで身につけ、試行錯誤しながら技術を確立した。現在では、メーカーに技術的な提案を行うまでになっている。

2) 沿革

地質調査などの業務に携わっていた社長が、2007 年 6 月に創業した。2007 年の創業当時は、新潟県中越沖地震により、柏崎刈羽原子力発電所が緊急使用停止され一部の水力発電所が破損するなどした時期であり、各電力会社が水力発電所のような大規模構造物の点検を一斉に始めた時期であった。

また、同年アメリカでは、ミネアポリス高速道路の橋梁が崩落する事故が発生し、国内でも同様の事故を防ぐため橋梁の点検を実施すべきとの声が高まっていた。実際、多くの

自治体で橋梁の点検を実施していなかったことが国土交通省の調査で判明していた。

このように当社の創業年は、水力発電所のような大規模構造物や橋梁の点検がクローズアップされた年でもあり、これを追い風として水力発電所や橋梁の点検で売上を伸ばした。

c) 風力発電に関する取組

1) 参入の経緯

2007 年の創業当時、国内の風力発電業界においてロープを使用して風車のメンテナンスを行う企業は存在しなかったが、当初から風車メンテナンスにおけるロープ作業の可能性を感じており、風力発電事業に参入したいと考えていた。そこで、積極的に風力発電事業者やメーカーに営業を行っていた。しかし、風車が故障してから保険を使用して修理をすればよいという事後保全の考え方が主流であったことにより、営業の手ごたえは芳しいものではなかった。

しかし、日本は落雷や台風など気象要件が厳しく、風車の破損頻度が高いことが明らかとなり、保険の掛け金が上昇し始めた。この結果、事後保全ではなく、予防保全の考え方が徐々に風力発電業界に浸透し始めた。創業当初、手ごたえのなかった営業も、2～3 年もすると多くの事業者やメーカーが興味をもって当社の予防保全の話を聞いてもらえるようになり、風車メンテナンスの受注を獲得していくことで風力発電事業に参入を果たした。

2) 事業概要

当社は、ロープを使用して点検作業を行うため、ブレードの根元から近接することが可能である。そのため、精度の高い点検・調査・各種非破壊検査・補修を行うことができる。落雷などで発生した損傷に対しては、損傷部位の除去、繊維シートの積層、樹脂の充填、塗装等を施すことによって補修を行っている。

通常であれば、足場の仮設・点検・撤去それぞれ 1 日ずつ、計 3 日かかるような作業も、足場が不要な当社であれば 1 日で作業を完了できる。そのため、工期が短くコストを抑えることができる。また、高所作業車が入っていけないような雪中などの環境でも、風車に接近し点検を行うことができる。

安全性に関しても、国土交通省の認証である NETIS を保有しており、従来技術と比較して安全性が向上すると評価を得ている。

また、当社は部品の入れ替えではなく、できるかぎり補修で対応してきたため、補修に関してメーカーに勝るとも劣らないノウハウを有している。風車の素材はガラス繊維や樹脂など多岐にわたるが、当社であればその材料の特性に合わせて点検・補修をすることができる。

3) 戦略・方針

i) 他社への技術移転

当社の特殊高所技術を他社に技術移転をすることで、広く使用してもらい、業界を作り

上げる戦略をもっている。

現在、風車は、国内に 1,934 基ある。2012 年 10 月、風力発電事業が環境影響評価法の対象となったことにより新規の建設が停滞している状況であるが、固定価格買取制度も施行されており、2014 年度から新規の風車が建設され始めると考えられる。既存のものも含めこれらの風車には全てメンテナンスが必要となる。この需要の増加に対して、特殊高所技術を使用する企業が当社だけでは対応しきれない。従業員を増やすことも考えられるが、当社としては従業員を増やして事業リスクを高めるよりは、他社と協力することで対応したいと考えている。

ii) メンテナンス標準の確立

現在、当社は、一般社団法人風力発電協会の技術部会における利用稼働率向上ワーキンググループと洋上オペレーション&メンテナンスワーキンググループというメンテナンス関連の 2 つの部会でリーダーを務めている。これまで陸上風車、洋上風車共にメンテナンスの指針が存在しなかった。当社はこれを作り上げ、あるべきメンテナンスを示す先導役を務めたい。

iii) ライフサイクルコスト低減への提案

当社が提案しているのは、小さい損傷を見つけて予防することにより、風車全体にかかるライフサイクルコストを低くすることである。例えば、ブレードの故障には、ブレードそのもののコストに加え、交換を実施するコスト、風車が停止するコストが発生する。

d) 中小企業が取り組む上での問題点・課題、成功のポイント

1) 問題点・課題

中小独立系の風車メンテナンス事業者は、何か強みがないと大企業と対等な関係でいられない。大企業と対等な関係が築けないため、不利な条件の契約書を飲まされてしまう中小企業が存在することが課題である。

例えば、風車のメンテナンスは天候に左右されやすい業務である。そのため 10 日間で完了すると見込んでいた業務が、天候により 14 日かかってしまうことがある。その際、荒天待機に係る費用を自社で負担しなければならない場合が存在する。

2) 成功のポイント

現在風車が 1,934 基あり、これからも建設が進むことを考慮すれば、既存の企業が存続していく分には問題ない。したがって、成功のポイントとして安売りをしないことが挙げられる。欲を出して価格競争を始めると中小企業は「じり貧」になってしまう。現状では、風車メンテナンスの需要は拡大傾向にあるが、10 年後、20 年後のことを見据えると、価格競争ではなく、技術競争で切磋琢磨をしていかないと業界全体が疲弊してしまうだろう。

e) 今後の展開

1) 今後の風力発電産業の課題・展望

i) 風車メンテナンス業界

現在、FITの開始を受けて太陽光発電事業に参入していた企業が、風力発電事業に進出し始めている。自社で技術をもたない事業者にとってメンテナンスは大きな課題となると考えられることから、メンテナンス業界は今後も伸びていくものと考えられている。

また、風車は耐用年数を終えたのち、風車を新しく建設する方向に進むのか、それとも風力発電事業を終了するのかは、固定買取価格がこれからどのようなようになるのかが不明の中で見通すことは発電事業者ですら難しい。この状況下でメンテナンス専門の従業員を雇用することは発電事業者にとって事業リスクとなりうる。そのため、風車のメンテナンスを外注するケースも出てくるであろう。

こうしたことから、メンテナンス業界では、ウィンドファームごとに専属でメンテナンスをする小規模な企業や独立系のメンテナンス企業が増加していくことも考えられる。

メンテナンスは天候に左右されるため、広く日程を開けておかねばならず利益率は決して高くない。しかし、風車のメンテナンスの需要は増えていきこそすれ減ることはないとみており、薄利だが安定的に利益を得ることができる。

2) 取組の方向性・位置づけ

i) 今後の取組

当社の売上に占める風車の割合は増加してきているが、風車に軸足を移し、集中して事業展開していくつもりはない。当社で扱っている橋梁や水力発電所などの事業も風車と同様に事業を推進していく。前述のとおり増加する需要に対しては、他社に当社の特殊高所技術を技術移転することで対応していく予定である。

ii) 海外進出

現在、タイで橋梁メンテナンスのトレーニングカンパニーを設立することは構想している。タイには大河が多く橋梁が多数存在するため、橋梁点検の需要が出てくることを見込んでいる。阪神高速道路と協力し、当社から講師を派遣する予定である。

将来的には、タイを中心として、東南アジアにメンテナンスのスタンダードを作りたいと考えている。また、タイで育てた技術者を日本に逆輸入することも構想している。

⑦ 株式会社北拓（風力）

- 日本国内にある全ての風車メーカーに対応するメンテナンス業務を手掛ける
- 人材育成と将来を見据えた営業活動によって、独自の強みを構築している
- 部品製造分野はすそ野が広いうえ、海外メーカーが日本の中小企業製品を利用しているケースもあり、中小企業が参入する余地が大きい

a) 基本情報

企業名・代表者	株式会社北拓	代表者 吉田 ゆかり
本社所在地	北海道旭川市緑が丘東 1 条 4-1-19	
創業・設立	設立：1982 年 3 月	
資本金	60,000 千円	
従業員数	60 名	
主要事業	風力発電メンテナンス業	
ウェブサイト	http://www.hokutaku-co.jp/	

b) 沿革

当社はもともとクリーニング事業を手掛けていた企業である。現副社長（以下、副社長）は、前社長の親族と知り合い、同社の資金繰りのアドバイスをしていたところ、その手腕を買われ 1995 年から実質的に経営を任されるようになった。1999 年に、副社長の妻が社長に就任し、副社長が以前から必要性を認識していた風力発電のメンテナンス事業を開始した。

副社長は、1991 年にデンマーク製の風力発電機を輸入販売する会社を設立し、経営を行っていた。同社は、国内での商用風力発電の第一号から販売したのち、デンマークのメーカーに売却した。風力発電機の販売を手掛けるなかで、メンテナンスフリーとしている風力発電機でも、実際は火災や風車の羽の落下事故などを防ぐため、メンテナンスが必要であることに気付いたことが、北拓でメンテナンス事業（O&M：Operation and Maintenance、運転および維持管理）に乗り出す動機となった。

2006 年にクリーニング事業を分社化・売却し、現在では、風力発電の O&M 事業に特化して事業を行っている。

c) 風力発電事業に関する取組

1) 事業の内容

当社では、日本国内にある全ての風車メーカーに対応したメンテナンスサービスを提供している。本社を北海道旭川市に置き、メンテナンスサービスに対応する営業所及び支店を日本国内に 12 ヶ所配置、情報収集を行う営業所をドイツに 1 ヶ所置いている。

当社が手掛けるメンテナンスサービスは、①遠隔監視、②定期点検、③発生エラーの原因特定と復旧、④ブレード補修、⑤風力発電設備のコンディション及びメンテナンス品質

の調査、⑥大型重機を使用したベアリングやギアボックス・発電機・ナセル等の大規模修繕工事、⑦パーツ・消耗品の輸入販売、⑧建設・解体・部品交換における輸送、⑨風力発電機メーカーへのアドバイス等である。このうち、ブレードのコンディション点検や軽微な補修では、ロープワークを用いて低コストでサービスを提供している。実際の点検・修理は基本的に2人1組で実施する。工事を行う場合は工事保険、部品修理の場合は、1年間の保証が受けられる保険を利用している。

遠隔監視は、近年開始したサービスである。風力発電機の発電量や風況を本社で遠隔監視するもので、現在 200 基程度監視している。風力発電機で生じた問題は、問題の原因とともに専用のシステムにエラーメッセージとして通知される。エラーメッセージを受け取ると、技術者が修理に向かう体制としている。

当社では、発電事業者、風力発電設備メーカー、部品サプライヤーが主な顧客である。

風力発電のことを明確に語れるように太陽光発電に関する知見を得ることを目的に、本社がある旭川リサーチパーク内に 2014 年 2 月にメガソーラー施設を設置し、2014 年 11 月に蓄電池併設の小型風力発電機 2 基も設置予定である。

2) 人材育成・人員配置

当社は、鹿児島と静岡と北九州にメンテナンストレーニングや新技術を実証実験する風力発電所を所有している。トレーニングを目的として実際のメンテナンス現場に多めに技術員を投入したいところであるが、なかなか難しい。そこで、自社で風力発電所を持って、新入社員の研修などを行っている。なお、風力発電所を自社で持つ背景には、部品の国内内製化に向けての実験設備として活用し、国内の関連企業の育成につなげたいという思いもある。

風車のメンテナンスは、メンテナンス現場に当該機種のトレーニングを受けた技術員を配置する必要がある。トレーニングは、1 機種毎に受講しなければならず受講料も高額である。あらゆる機種に対応するため、当社では技術員に複数のトレーニングを受講させている。費用としてはメーカーによって違いがあるが、数十万から数百万円かかる。

風力発電機の設置数がそれほど多くない現状では、各営業所に必要な人数を配置すると効率が良くない。そこで、当社では必要に応じて技術員を国内各拠点から派遣する仕組みとしている。各人は一つの業務を終了後、システム上に示される新たな営業所に移動する仕組みとなっている。このシステムは 10 年前に構築したものである。システムを使って、各人の作業場所・作業時間と次に作業が必要な場所の距離・時間等を基に、最も効率の良い人員配置を設計している。

さらに、国内の技術員では技術的に対応困難な作業について、デンマークから技術者を呼んで対応している。日本では、国内風車メーカー等の大手企業の OB が独立してメンテナンス会社を作るような動きはみられないが、海外では、O&M を手掛けている企業が各国に数多く存在し、在籍していた風車メーカーから独立して 2～3 人で起業している企業が多数ある。これらの企業は緩やかなネットワークで繋がり、人材の貸し借りを行っている。当社では、こうしたネットワークも活用している。

3) 地元企業との関係

事業を行ううえで地元企業と協力関係を築くことが重要と考えているが、実は地元企業に依頼することは容易ではない。例えば、風力発電機にグリースを注入することは単純作業で地元企業でも対応できるように思えるが、風車1台当たりのグリースの種類が多くあり、風力発電機の各部品にあわせてメーカー推奨のものを使用しなければならないうえ、適正な量や注入の仕方にも留意しながら適切に実施しなければ、風車の将来のダメージにつながる。このため、こうした単純作業ほど正確に行うことが求められ、同作業に熟知した人材が必要となる。さらに、O&M事業は風力発電機の故障等が生じた際に緊急出動が必要となり、当該地域に常に密着して行う事業ではないため、地元企業と日々知見やノウハウを共有することが困難である。このため、当社から地元企業に継続的に業務を発注することが難しい。

ただし、地元のクレーンや港を使用することで、地域の企業にもプラスの影響がある。例えば、2,000kWのギアボックスを取り換える費用は6,000万円程度であり、内訳は、ギアボックス費に2,000万円、そのほか（輸送費、クレーンの取り付け代、人件費）に4,000万円である。4,000万円の費用部分では、地元企業とも連携し事業を行っている。

4) 戦略

通常、事業者がメーカーから発電設備を購入すると2年程度のメーカー保証が付く。したがって、発電設備設置から2年後でないと当社はメンテナンス業務を受託できない。そこで当社では、メーカーの保証期限が切れた後のO&M需要を確実に抑えていくため、各地拠点で、積極的に情報収集・営業活動を行い、発電事業者が保証期限後に当社に連絡してくるような仕組みを作っている。加えて、今日設置された風車が将来的にどんなトラブルが生じるかなど、5年、10年先の市場を常に予測するようにしている。また、世界の関連企業の動向を常に注視している。

継続的にメンテナンス業務を受注するため、全ての風車メーカーと付き合いっており、独立を保ちながらもメーカーと良好な関係を築いているのが強みである。また、風車メーカーでなければできない作業をなくすため、特殊工具及び専用工具等をいち早く集め、どんな機器にも対応できるようにしている。

人材が当社で最も重要な要素であり、従業員定着度を高めることが重要である。そこで、当社では、確定拠出年金401Kの導入、成果を反映する給与体制の導入別地域で勤務する際の住居の提供などに加えて、出張の多い社員のサポートという視点から、社員及び社員の家族との交流の機会を多く持っている。

5) 事業を行ううえでの課題

技術者が不足している。1,500kWから2,000kWの風力発電機を維持管理すると仮定したならば、一人が受け持つことができるのは年間3基程度である。これを踏まえると、風力発電機が3,000基になると延べ人数でおよそ1,000人の技術者が必要となる。一方、業界にいる専任の技術者はメーカー系・事業者系・独立系を合わせても現在約400人程度に

とどまる。

風力発電メンテナンス技術者の社会的地位向上及びスキルの明確化のため、将来的にはメンテナンス技術者の免許制度の導入も必要と考えている。

メーカーが修理困難な部品を当社で修理するケースもあるが、この場合は当該部品について1年間保証を行う保険（*PL 保険に類似）に加入している。部品を保証するための保険費用は、数千万円程度と高額である。

6) その他

風車の破損等により生じる修繕費用は多額である。現在は、保険で破損等に備えることが多いが、将来、事故の件数が増え、保険会社の払い出しが大きくなれば、その分保険料が高くなると考えられる。今後は破損を予防することが重要となると考えている。そこで現在新しい風車保険のご提案を保険会社と共同で商品化を検討してる。

d) 風力発電を取り巻く状況

1) 海外

風力発電は、デンマークで普及している。その背景には、同国では、標高差がなくダムが建設できないことや、島国で構成されていることなどから、政府がエネルギー政策の一環として風力発電を推進してきた歴史がある。

デンマークの風力発電機は、デンマーク政府の補助金を受けて複数のベンチャー企業が開発をした。主要企業は、農機メーカーであったヴェスタス (Vestas Wind Systems A/S) や、ボートメーカーであった LM グラスファイバー社 (LM Glasfiber A/S) である。デンマークは関連技術を対外的にも開放したため、関連技術が EU 各国にも普及し、欧州で風力発電産業が発展することになった。

現在、GE、アルストム、シーメンスといった大手重電メーカーも、欧州ベンチャー企業を買収することで風力発電事業に参入している。これは、当業界では、どのような条件下だと機器が壊れるかなどのノウハウの蓄積とこれまでの運転実績が重視されるため、ベンチャー企業が蓄積した実績を得ることが重要であったためである。

ドイツでは、地域毎に風力産業を誘致するという動きが見られている。ブレマーハーフェン (Bremerhaven)、ハンブルク (Hamburg)、フーズム (Husum) には、部品サプライヤー、製造業、メンテナンス業が集まっており、風車産業の一大集積地となっている。こういった都市は港湾を抱えており、古くは造船業に関与していた人たちが自動車産業に携わり、その後、風力発電事業に携わるという流れになっている。

なお、各メーカーで必要な部品をそろえると、メーカーが異なっても同じような機能の部品では形状が似ていることがある。これは、もともと別の産業向けに使われていた部品を転用していることに起因している。

2) 日本

風力発電に関する団体は、従来、①日本風力発電協会、②風力発電事業者懇話会、③日

本風力エネルギー学会、④風力発電推進市町村全国協議会の4つであった。このうち、①日本風力発電協会と②風力発電事業者懇話会が合併し、現在の日本風力発電協会となっている。

FIT 導入によって、風力発電事業の事業性が上がった。また、洋上風力には、36 円/kW の価格がついた。価格が妥当かという問題は残るが、今後具体的な案件が出てくることが期待されている。

北九州市、秋田県、福島県、北海道等がブレマーハーフェンのような風車産業の集積地となることを目指している。

e) 中小企業が風力発電関連産業に取り組む上でのポイント

中小企業が、風力発電事業に参入することは容易ではない。発電は社会的影響の大きい事業であることに加え、事業実施に際しては風の種類や風況を熟知したり、洋上風力発電については海上作業上のルールに従わなくてはならない。

他方、部品製造の分野などで中小企業が参入する余地は大きいといえる。風力発電機には自動車以上に数多くの部品が使用されている。世界の大手風車メーカーは、風車部品を外部の部品サプライヤーからの調達で賄っており、その中には日本の部品メーカーや素材メーカーも多く含まれている。

さらに、風車に直接携わらない参入方法もある。例えば、当社では、地元企業と油の調達や資材の調達及び重機のレンタル等で連携している。中小企業が風力発電関連産業に参入する際には、どの分野に進出するのかを戦略的に検討することが重要である。

f) 今後の風力発電産業の課題・展望について

FIT の買取価格の先行きが見えないことが挙げられる。日本で FIT が導入されたものの、設備認定には4年かかる。買取価格は設備認定時の価格となるが、太陽光発電をみると年々買取価格が低下している。したがって、4年先の買取価格がわからないと、事業性を正しく評価できない。政府には、数年先までの見通しを示してもらいたい。

陸上風力のポテンシャルは大きいものの、アセス法や農地法さらには系統連系の難しさが導入の障壁となっている。規制緩和等の環境整備が必要であろう。過去には、固定価格買取制度の導入後、ビジネスチャンスとみた多くの海外企業が日本に進出してきたものの、FIT の数年後の買取価格が不透明であることや、規制による事業推進の難しさから2年で撤退してしまったこともあった。

日本で風力発電事業を産業として発展させるためには、国内の市場を拡大することが課題である。現在は輸入品が多いが、国内の製造業を育成していく必要がある。そのためには、北九州市が創設を目指しているように、風力関連の中小企業の集積地が必要である。

また、風力発電を拡大していくためには、事業に参入する新しい事業者の育成も重要であると考えられる。

風車を建てるまでの期間が長いうえ、投資金額が大きく資金調達でも課題がある。例えば、2,000kW の風力発電機を10基導入しようとするとならば60億円が必要となる。資金調達に

について、欧州では、ノンリコース（融資対象の資産の範囲内で返済を行う融資形態）のプロジェクトファイナンスが主流で、事業を評価する機関もあり、中小企業が資金を手当てしやすい環境が整備されている。日本でも近年同ファイナンスが実施されるようになったが、依然限定的である。

洋上風力は、今後確実に普及すると考えている。しかし、陸上にある風車ですら、例えば 10 基の風力発電所のサイトがあったとすれば、1 日 1 基は何らかのトラブルで停止しているのが実態であり、洋上風力の普及には、さらなる性能向上が必要である。また、天候によっては、洋上に 1 日メンテナンスに行くために港での長期の待機も予想されるため、これらの費用も考慮していかなければならない。

既に設置されている風力発電機の建て替えがここ数年で始まる見込みである。そのようなサイトで新しい風力発電機に建て替えをする際に、風力発電設備を系統に連系するためのルールを決めていく必要があるだろう。

⑧ 株式会社エディット（地熱）

- 小規模な地熱発電事業に特化して事業を展開
- 熱水利用の事業では、商社など社外リソースを活用
- 機動的に動きノウハウを蓄積することで、コストダウンを実現

a) 基本情報

企業名・代表者	株式会社エディット	代表者 藤野 敏雄
本社所在地	福岡県福岡市南区高宮 1-4-12	
創業・設立	創業：1978 年 1 月 設立：1978 年 1 月	
資本金	30,000 千円	
従業員数	45 名	
主要事業	再生可能エネルギーコンサルタント業務、受託開発ソフトウェア業	
ウェブサイト	http://www.e-edit.jp/	

b) 会社概要

1) 製品・サービス

当社の事業は、主に温泉発電に関するコンサルティングを行う発電事業とシステム構築・開発を行う IT 部門の 2 つに分かれている。

発電事業に関するコンサルティングは、事業性の評価から発電所建設の施工管理、発電所稼働後の保守・管理業務といった温泉発電に関する一連のプロセスをトータルでサポートする。また、IT 部門では、データ収集・解析業務や Web システムの開発を請け負っている。

当社は上記の事業 2 本立ての業態となっているが、近年は温泉発電に関するコンサルティング業務が大きな割合を占めている。

2) 沿革

当社は、1978 年に三新電子図化センターとして創業し、主として土木測量関連の計算業務を行っていた。その 2 年後の 1980 年に九州電力株式会社、九電産業株式会社の指定業者となると、環境アセスメント関連の電算処理を受託し業務を拡大した。これが、当社がエネルギー関連事業に踏み出した契機となった。

1981 年には事務所を現在地へと移転し、2004 年には、現在のエディットへと社名を変更した。IT 部門は差別化が難しいため、これから事業をどう展開していくかが喫緊の課題となっている。

c) 地熱発電産業に関する取組

1) 参入の経緯

1982 年、当時世界的にも地熱開発に関する技術が高いとの評価があった西日本技術開

発株式会社の指定業者となり、地熱資源評価に関する IT 関係の電算処理業務を受託したことが、当社が地熱発電に取り組むことになった契機である。

2006年には、西日本技術開発株式会社で地熱部長を務めていた現社長が当社に就任し、地熱事業への本格的な取組が始まった。社長は、温泉事業者の反対により地熱開発が停滞している現状を見て、地熱発電事業を実施するには、温泉事業者を巻き込み、地元が主体となって小規模地熱発電事業を展開する必要があると考えていた。小規模地熱発電はすでに湧出している温泉を使用するため、温泉が枯渇する心配がなく、温泉事業者の反対にあうことが少ないためである。しかし、こうした構想はありつつも、温泉事業者が事業主体となるような小規模地熱発電は、コスト面で採算が取れず実際の事業として実施することはできなかった。

しかし 2012 年に固定価格買取制度が開始したことにより、小規模地熱発電では 40 円/kWh という買取価格がついた。当社では事業化を実現するためには発電コストを 20 円/kWh まで下げる必要があると考えていただけに、FIT は小規模地熱発電の事業化可能性を飛躍的に高めたといえる。採算が取れる見込みがついたことから当社は本格的に地熱発電事業へと参入した。

2) 事業概要

i) 地熱コンサルティング業務

地熱のコンサルティング業務は、有望地点の抽出、発電所の規模の決定、事業性の評価、井戸の掘削といった流れで進行する。地熱発電に適した有望地は、当社である程度抑えており、1 社単独で行う。発電所の適切規模を計測する際に掘削が必要となる場合は、専門の掘削業者に委託をしている。掘削には高度な技術が必要なため、中小企業が行うことは難しい。

地熱発電は、長らく温泉事業者の理解が進まず停滞していたが、近年では温泉事業者自らが自発的に地熱発電に取り組む例がみられる。地熱発電は、小規模で地域を主体とした方向に進みつつあり、当社でも温泉地熱発電を小規模で実施し、地域の活性化を図るという方針で取り組んでいる。

ii) 熱水を利用した複合的な事業

温泉発電では発生する熱水を利用し、農業事業などと組み合わせ複合的な事業に展開していくことを考えている。自治体が保有する井戸を利用した発電と熱水利用事業など、すでに全国で 2 件ほど構想が動き出している。

3) 戦略・方針

当社は、地熱発電に取り組もうとする温泉事業者のサポートを行うことを方針としている。具体的な内容としては組織・体制づくり、補助金の申請といった業務である。

当社が温泉事業者と地熱発電に関わる場合、温泉事業者が自ら発電主体となり地熱発電を手掛ける場合と、当社が温泉発電の事業主体となり温泉事業者から井戸を借りるなどし

て、土地の賃借料等を支払う形となるものの2ケースがある。後者の方が温泉事業者にとってリスクは少ないが、温泉事業者が自ら地熱発電を手掛けた場合でも、FITのおかげで7～8年程度で費用を回収できる計算となるため、温泉事業者の多くは自ら発電事業を手掛ける。

自然エネルギーの多くは地域に賦存している。ここに社長が培った商社等との長年のネットワークを活かし、投資を呼び込むことで地域の活性化につなげるサポートをすることが当社の方針である。

d) 中小企業が取り組む上での問題点・課題、成功のポイント

1) 問題点・課題

i) 人材の不足

当社では、積極的に小規模地熱発電に取り組んでいるが、地熱は専門性が高く技術的なハードルが高いため、人材が十分であるとはいえない。必要な技術や経験については、地熱に関する専門知識の豊富な社長が自らOJTを行っている。

ii) ファイナンス

国のプロジェクトは1年をかけて行われるが、支払いは3月となる。このため、プロジェクトが開始してから支払いのある3月まで、財務的に耐えなければならない。中小企業にとってこれは重大な問題である。財務面での問題をクリアできれば、より積極的にプロジェクト参加をすることができるだろう。

2) 成功のポイント

大規模な地熱発電は、企画から発電所の建設まで10年程度かかってしまい中小企業が事業を手掛けることは難しい。しかし、小規模なものであれば2～3年で発電所の建設まで持っていくことができるため、アイデアを作ってすぐ動くことができるところにメリットがある。

温泉発電で使用する小規模バイナリー発電システムはニッチな分野であるが、社長は以前の会社に在籍していた2000年前後という早い時期から構想を練っており、FIT制度が開始する前からすでに開発システムを作り上げていた。このため、FIT制度が開始してから、機動的に動いて小規模地熱発電を数多く手掛け、建設のノウハウを蓄積し、他社よりもコストダウンを図ることができた。

また、財務面でのサポートを得ることも重要である。温泉事業者は、財務的な不安から本業の温泉事業から飛び出して発電事業という新しいビジネスに踏み込めないことが少なくない。こうした問題を回避するため、例えば大分県では、大分銀行系の大分ベンチャーキャピタルが資金的にサポートすることで成功を収めている。大分では小型地熱発電に関するプロジェクトが10ヶ所程度動いており、温泉事業者とファンドという地域の関係主体が関わって動いている先進的な事例である。

e) 今後の展開について

1) 今後の地熱発電産業の課題・展望

i) 課題

温泉事業者の地熱発電への取組が、地域の住民に十分に知れ渡っていないことが課題として挙げられる。

ii) 展望

温泉発電に関しては、熱水をいかに余すことなく利用していくかということがこれからの焦点となるだろう。現在、商社が熱水を使用した陸上養殖などを検討している段階である。すでに熱水を利用して、グリーンハウスを建設した事例もある。

この熱水利用をさらに展開して、地域で複合的な産業を興していき地域と都市部をつないでいくことが必要である。その際に、販売先を確保するため、商社にあらかじめ参入してもらうメリットは非常に大きい。

小規模地熱発電は中小企業ならではのものであるが、不足している分野では大企業の力を借りるなど、両方の良いところを合わせてコラボレーションしていくことがこれから肝心となる。

2) 取組の方向性・位置づけ

九州地区で地熱発電が盛んであるのは、九州電力が地下資源の開発から発電事業までを一貫して手掛けて開発をしてきたことが要因として挙げられる。地下資源開発と発電事業の2つのコストを考慮した一貫開発ができたためである。小規模地熱発電であるなら、これと同様に一貫して開発することができる。当社もいずれは地熱発電所の建設から発電事業までを手掛けるところまで踏み込んでいくつもりである。自社で技術を保有し、企画から運営まで手掛けることでノウハウを蓄積し、コンサルタントとしてのレベルもアップしていく効果も狙っている。すでに当社が小規模地熱発電所を一貫して手掛ける事業が動いている。

そして、将来的にはFITに頼らなくても事業採算が取れる水準にまでコストを下げたい。このためには、事業のパッケージ化とルーティン化が必要となる。

⑨ 中央電力株式会社【ふるさと熱電株式会社】（地熱）

- マンション一括受電サービス事業のリーディングカンパニー。同サービス事業で培った居住者の合意形成の豊富な経験や人材育成が強み
- 温泉関係者を中心とした地熱資源を有する地域住民を主体とした地熱開発（EPC,O&M）を関係会社：中央電力ふるさと熱電株式会社を通じて展開する
- マンション一括受電サービスを提供するマンション間に再生可能エネルギーによる、電力を継続的に確保していく

a) 基本情報

企業名・代表者	中央電力株式会社 代表者 中村 誠司
本社所在地	大阪本社:大阪府大阪市中央区北浜1-8-16 大阪証券取引所ビル23F 東京本社:東京都千代田区大手町2-6-2 日本ビル5階
創業・設立	創業:1993年9月 設立:1994年11月
資本金	100,000 千円
従業員数	177 名
主要事業	「マンション一括受電サービス」等、マンションを対象とした電力サービス
ウェブサイト	http://www.denryoku.co.jp

b) 会社概要

1) 製品・サービス

当社の主な業務は「マンション一括受電サービス」である。マンションの居住者は電力会社と個別に低圧契約を結んでいることがほとんどである。しかし、マンション一棟で電力会社と一括で契約することにより、料金単価の低い高圧の電気を購入することができる（マンション高圧一括受電）。「マンション一括受電サービス」とは、この個別の低圧契約とマンション一棟での高圧契約の電力単価差に着目し、その差額をメリットとしてマンションの居住者に提案するものである。マンション高圧一括受電サービスにあたり、必要な設備の導入や手続き、メンテナンス等の初期費用やオペレーションコストは当社が負担し、マンションの入居者はリスクを負わず高圧契約のメリットを享受できるような仕組みとしている。

当社では大手不動産販売会社と提携して新築マンションへの導入にも取り組んでいるが、既築のマンションを中心に営業を行っている。これは、市場のポテンシャルが既築マンションの方が圧倒的に大きいことに加え、当社には参入障壁の高い一番苦しいところにあえてチャレンジしていくことで他社と差別化を図るという方針があるためである。既築のマンションでは、担当者がマンションの居住者全員から同意を得なければならず、サービスインまでの労力が大きい。しかし、こうした地道な活動を積み重ね、2014年9月現在で11万7,689戸との契約を獲得しており、当社はマンション一括受電サービス業界で

は第1位となっている。

2) 沿革

当社は、2004年に大阪を中心に省エネ機器の販売を行う会社としてスタートした。しかし、こうした機器の販売は、機器を販売した時点で顧客との接点が切れてしまい年度が替わるごとに一から営業して売上を獲得しなければならないという問題があった。そのため、継続的に売上を上げることができるような仕組みを検討していた。このような中、2005年4月に電力の高圧契約に関する規制が緩和され、高圧需要家は電力供給先を選択できるようになった。そこで当社の社長は、マンションは戸別にみれば低圧需要家であるが一棟全体では高圧需要家になるポテンシャルを秘めていることに着目し、「マンション一括受電サービス」へと進出した。

2012年には、都市と地域をつないで地域の活性化を図るという理念のもと、再生可能エネルギー発電事業に参画し、現在では地熱発電所を建設し、小水力発電、風力発電、バイオマス発電、太陽光発電など小規模な発電所の建設も視野に入れている。

3) その他

当社は、社員教育に力を入れている。マンションの居住者には多様な方々がおり、強引な営業では居住者全員から同意を得ることはできない。居住者全員からの同意を得るためには、相手の懐に入り込むことが必要であり、そのためには礼儀正しさや挨拶という基本的なことがしっかりとできているかということが重要である。成果を上げるのは、これから顧客とつながり続けることを前提とした顧客目線の問題である。当社では、顧客・社会・当社など提供するサービスに関わる協力会社が各々メリットを享受する「八方良し」の関係になることを重視している。

c) 地熱発電に関する取組

1) 参入経緯

当社では、FITが施行される以前から、「地域で発電を行いその電気をこだわりや思い入れのある都市へと供給できないか」と考えていた。農業を例に挙げると、問屋等を通して都市へと農産物を販売するのであれば、顧客には農家の顔がみえず、農家の農作物に対するこだわりや思い入れなどのストーリーは分からない。しかし、農産物を直接都市の顧客へ販売することができれば、顧客に生産者のストーリーが見えてくる。こうしたことを発電事業でも実施し、地域の想いのこもった電気を直接都市に届けたいと考えていた。

そう考えていた折、日本に存在する全てのマイクロ地熱発電所の建設に携わった経験のあるコンサルティング会社と接点を持つこととなり、当社の地熱発電への取組が始まった。地熱発電の場合、地域の温泉事業者等からの反対により地域の合意形成ができず、開発が進まないケースが多く、地熱発電所を建設するには地域の合意形成が重要で、このためには地域が主体とならなければならないとの認識のもと、一括受電と同様に地域の方々からの同意を頂き事業をスタートさせた。

2) 事業概要

i) 「マンション一括受電サービス」と類似する小規模地熱発電事業

「マンション一括受電サービス」と小規模地熱発電は、まったく関係ない分野と感じられるが、実はこの二つのビジネスモデルは非常に似通っている。

マンション一括受電では、居住者全員からの同意が必要であり、居住者が事業主体となる。当社の役割は、変圧器・電力メーターの設置や保安点検など必要な設備の導入や手続き、それらのメンテナンス等であり、これらの初期費用やオペレーションコストは当社が負担している。そのため、マンションの居住者はリスクを負わず高圧契約のメリットを享受できるようにしている。

一方、地熱発電でも同様に地権者全員の合意が必要であることから、事業主体は地域の人々となる。当社の役割は、資源調査や発電設備の建設、メンテナンス等の初期費用の負担やオペレーションコストを負担することであり、リスクも当社が全て負担している。

ii) 小規模地熱発電の取組

当社が手掛ける熊本県小国町のわいた会の地熱発電所の建設は、当社の社員が地域の祭りに参加するなど現地で活動することで地域からの信頼を得て、地域と一体となって推進されている。この小国町の地熱発電所でも、資源調査や発電設備の建設、メンテナンス等の初期費用の負担やオペレーションコストなど事業リスクは当社が負担した。

わいた会の取組には現在、様々な地域が関心をもっており、当社もここで得られたノウハウや思いを伝播させたいと考えている。

3) 戦略・方針

大規模な地熱発電所を建設するのではなく、1,000kW、2,000kW 規模やそれよりも小規模な地熱発電所を数多く積み上げていく方針である。小規模な地熱発電所は、3年程度で企画から建設、運営まで終了する。また、200kW～1,000kW クラスの発電所であれば、ある程度の規模の温泉旅館一棟分程度の温泉しか使用せず、温泉が枯渇する心配もない。そのため、地域と軋轢を起こす心配が少ない。

d) 中小企業が取り組む上での問題点・課題、参入のポイント

1) 成功のポイント

FIT制度下では、資本があるならば地熱発電よりも太陽光発電の方が容易に進出できる。しかしながら、当社はあえて進出の難しい地熱発電へと舵を切った。小規模な地熱発電事業を展開しようとすると、手間がかかるが、見方を変えれば参入障壁が高いということである。大手が手を出さないようなニッチな市場を獲得することで当社は利益を上げていく方針である。大規模な資本が有利となる分野であるならば、必然的に中小企業の出番はなくなってしまう。

また、再生可能エネルギーで発電した電力は、当社が一括受電を請け負っているマンションに供給することができる。そのため、FIT が終了したとしてもある程度のコストダウ

ンが図れていれば、十分地熱発電事業を継続させることができる。FIT 制度終了後を見据えた仕組みづくりを実施していることも当社の成功のポイントである。

2) 参入へのポイント

地熱発電所のタービン等の主要な設備は大企業が製造しているものを利用しているが、冷却設備等の周辺設備は地場の企業に依頼している。

e) 今後の展開

1) 今後の地熱発電産業の課題・展望

現在、再生可能エネルギーは、金融商品化してしまっており、FIT を利用していかにより利益を上げるかしか議論されなくなってしまうている。しかし、当社では、再生可能エネルギーを産業として育てていく視点が必要であると考えている。そのためには、大企業が片手間に事業を手掛けるのではなく、再生可能エネルギーを専門に手掛けるベンチャー企業などが大きな企業になっていくことが必要である。

ファイナンスも今後の課題となる。大規模な地熱発電プロジェクトであれば金融機関からプロジェクトファイナンスを受けることができるが、小規模な地熱発電プロジェクトではこれが付かない。小規模なものを集めてプロジェクトファイナンスを組むことも考えられるが、資金調達の難しさは依然として残っている。

2) 取組の方向性・位置づけ

前述のとおり、1,000kW、2,000kW やそれ以下の小規模地熱発電所を数多く建設していく方針である。これは地熱に限らず、風力、バイオマス、小水力なども同様である。当面は当社が高圧一括受電契約したマンションの使用電力の1割に相当する規模の電力を地域から供給できるようにしたいと考えている。それもただ電気を売るのではなく、都市と地方をつないで地方の活性化につなげていきたい。例えば、地方からの電力を通常より1円高く設定する一方で、その分ポイントを付与し、その地域の物産をポイントで購入できるような仕組みを作り、地方からの電力購入を居住者一人ひとりが選択できるようにすることも構想している。

再生可能エネルギーに関する事業への課題は多いが、大規模ではなく小規模、電力会社を通すのではなく直接販売が今後の潮流となるだろう。

(2) 大企業事例

① シャープ株式会社（太陽光）

- パネル製造だけでなく EPC や O&M、エネルギーソリューション事業にも力を入れていく
- 中国、インド、アメリカなど海外市場は今後も成長。特に新興国市場には期待が大きい
- パネル製造は価格競争が激しく、日本企業が新興国に対抗するのは難しい
- 中小企業にとって、架台やメンテナンス市場が有望

a) 基本情報

企業名・代表者	シャープ株式会社	代表者 高橋 興三
本社所在地	大阪府大阪市阿倍野区長池町 22-22	
創業・設立	創業：1912 年 9 月 設立：1935 年 5 月	
資本金	121,884,726 千円	
従業員数	17,617 名	
主要事業	ラジオ・テレビジョン受信機製造業	
ウェブサイト	http://www.sharp.co.jp/	

b) 太陽光発電産業に関する取組について

1) 参入の経緯

1959 年に当社の創業者が無料で手に入る太陽光と太陽熱を利用した事業ができないかと考え、奈良県葛城市にエネルギー変換研究所を設立。太陽光セルの研究に着手したことが太陽光発電事業に参入する契機であった。

1963 年には太陽光発電装置の量産に成功し、太陽電池の販売を開始。当社では、灯台や港湾のブイなどに設置する独立電源としての市場を見込んでいた。しかし、エネルギー計画や環境問題の抜本的な解決を目指すサンシャイン計画などにより、一般電源としての太陽光発電の期待が高まってきたため、国内競合他社とともに太陽光発電事業を推進してきた。

2) 戦略・方針・事業の状況

以前から太陽光発電事業に取り組んでいたが、事業が本当に大きくなったのは、FIT 制度が開始された 2013 年度からである。産業用を中心として日本における太陽光パネルの設置量が急拡大した。産業用のパネルの市場が急拡大しているが、当社としては住宅用の太陽光パネルの販売も積極的に行っていく計画である。これは、当社の太陽光発電事業では、売電ではなく節電意識の向上を促していくことを主眼とする信念を持っているためである。

太陽光パネルの製造については、垂直統合し、自社で全て生産していくことを目指していた。しかしながら、価格が低い中国製の太陽光パネルが市場に出回ってきたことにより、現在太陽光パネルの販売で利益が見込めなくなっている。そのため、太陽光パネルについ

ては水平分業を行い、太陽光発電を核としながらも、ほかの事業と組み合わせることで付加価値を生み出していくようなソリューションを提供していく戦略を持っている。（例：太陽光とディーゼル発電機を組み合わせた発電システムや、太陽光と太陽熱を同時利用できる複合システム）。2014年度から、ソーラーシステム事業本部の名称をエネルギーシステムソリューション事業本部と改称したのは、太陽光発電にとどまらない新しいエネルギー事業領域にまで進出していくという当社の姿勢を示したものである。

この方向性の中で、当社ではEPC（設計・調達・建設を一貫して行うこと）やO&Mにも力を入れていく。例えば、太陽光パネルの設置は、当社の子会社であるシャープエネルギーソリューション株式会社が主に行っているが、これ以外にも全国にて提携している地域の施工業者（シャープサンプスタメンバー）に対し、当社が研修をすることで太陽光発電システムの設置技術を向上させ、事業の裾野を拡大するなどしている。

c) 取り巻く環境について

1) マーケット（国内・海外）の動向

太陽光パネルやインバーター等の基幹部材は大手企業が独占している。その大手企業でも価格競争の激化に苦しんでおり、中小企業が参入することは難しい。当社でも中小企業と直接取引していることはほとんどなく、必要な部品等は大手企業や商社から購入している。

2) 取引先、競合先の動向

住宅用については、一部中国製のものが入ってきているが日本製がシェアの大半を占めている。これは住宅に太陽光パネルを設置することを検討している顧客が、価格よりも商品の信頼性を重視してくれるためである。しかし、産業用については、1件当たりの設置量が大きく、パネル1枚の価格差がトータルで大きな違いとなって表れるため、中国製との競争が非常に厳しい状況である。中国製の太陽光パネルの流入により、利益がほとんどない状態のため、太陽光パネルの生産から撤退することを検討している企業も少なくない。

3) 法規制等の動向

農地転用などの規制緩和については、当社としては不可欠であると主張している。しかしながら、基本的に規制緩和の動向を注視するのみである。

電力自由化や発送電分離については、現在国が制度の素地を作っている最中であり、新しいビジネスチャンスが広がるのではないかと期待している。電力自由化がなされると、一般的に電力価格が下がると思われがちだが、諸外国の動向をみるとむしろ価格が上昇する傾向にある。太陽光発電システムがより低い価格で提供できるようになれば、例えば家庭用の独立型電源としての需要などが伸びる可能性がある。

4) 技術開発の動向

現在、太陽光パネルの技術開発は変換効率の向上とコストダウンが全てである。業界全

体でシステム価格を 10 万円/kW とすることが目標となっている。

d) 太陽光発電産業の全体像について

1) 太陽光発電産業に関わる事業・業種

太陽光パネル製造工程は、シリコンの製造から始まる。一部トクヤマなど日本メーカーが扱っているが、基本的に海外メーカーが製造する。次にシリコンからウエハを作る工程となる。この作業は切削するのみであるため、中小企業が担っていることが多い。しかし、最近では台湾などの海外企業が担うことが多くなってきている。当社は、次の工程であるセル加工から手掛け始め、モジュール生産を行う。

太陽光パネルの販売については、住宅メーカーが屋根と太陽光パネルが一体となったシステムを販売する例が見られる。これから地域の住宅建築業者やリフォーム会社が太陽光発電システムと一体となった屋根を販売していくということは考えられる。

設置に関しても、産業用のような大型の発電システムは、ゼネコンや建設会社が設置を担っており、電設関係なども関電工のような大手企業の子会社が担っている。

2) 市場規模

太陽光パネルの設置コストは、産業用が概算で 40 万円/kW、住宅用が 60 万円/kW であることを勘案すると、3 兆 2,000 億円程度 (40 万円/kW×500 万 kW+60 万円/kW×200 万 kW) となる。

導入量については、現在、急増した太陽光発電の電力が系統の安定的な運用に障害を与えかねないとして電力会社が系統接続を制限する動きが起こっている。2014 年度～2015 年度については、600 万 kW 弱程度の導入になると考えている。16 年度以降は固定買取価格の下落にともない導入量は徐々に減少していくであろう。

e) 太陽光発電産業と中小企業について

1) 中小企業の参入余地

i) 施工・メンテナンスを含めた小型太陽光発電システムの一体販売

太陽光パネルやインバーターは中国製でも一定の品質のものを得ることができる。そのため、中小企業が住宅用などで、施工やメンテナンスを含めてのパッケージ販売を行うことが事業として考えられる。

ii) 地形に適した架台の製造

地形に適した架台のオーダーメイドの提供も考えられる。基本的に大手企業は平坦な場所に設置することを前提とした架台しか作らないことが多い。丘陵地などにもしっかりと据えつけられるような架台が作成できれば事業として成立する可能性はある。

また、架台が曲がってしまい修理が必要といったケースでも、大企業なら多額のコストがかかってしまうこともある。これを中小企業がコストを掛けずに対応できれば需要は大きいであろう。

iii) O&M

太陽光発電はただでさえ不安定な電源であり、しっかりとした発電効率を保ち、安心して使いたいという需要は少なくない。現在設置されている太陽光パネルの量を考慮すれば、中小企業が太陽光発電の質を保つメンテナンスに力を入れることはビジネスチャンスとなる。

太陽光パネルのメーカーの保証は出力保証であり、機器の不具合や劣化などに対する保証しているわけではない。太陽光パネルは、野外で風雨や気候変動にさらされるため、太陽光発電装置にはケーブルの劣化や断線など様々な不具合が発生する。20 年経っても何のメンテナンスもなしにケーブルやインバーターが問題なく付いているとは考えにくい。また、パネルの汚れで発電効率の低下も発生する。例えば、ドイツでは、寒暖の差により太陽光パネルに使用された配線のゴムが劣化し、導線がむき出しになってしまっている例が存在する。また、日本でも黄砂などの塵がパネルの表面に積り発電効率を損なっている例もある。雨でこうした塵は流れてしまうというように宣伝しているが、実際に雨で流れるかは疑問である。

太陽光発電のメンテナンスは、知識があれば計器で分かるものであり、激しい労働ではない。地場の施工業者が実施することは可能である。太陽光パネルの発電効率の診断や修理、日陰をなくし発電量を増加させるといったサービスなどに中小企業の展望がある。当社としてもしっかりとメンテナンスができる企業には仕事をお願いしたい。

これは一例であるが、小型のジャイロコプターのようなもので空から太陽光パネルの写真を撮り、どれだけ汚れているかを写真で確認してから拭き作業に入るサービスも考えられる。また、どの家に太陽光発電パネルがついていないかを確認することで、営業に活かすことも考えられる。

iv) リサイクル事業

20 年後に現在設置されている太陽光パネルが産業廃棄物として大量に発生することが想定される。その際にパネルのリサイクルを事業とすることも考えられる。700 万 kW の太陽光パネルが廃棄物となって出てくることは、考え方次第でビジネスチャンスになりうる。

f) 今後の太陽光発電産業について

1) 課題

ドイツの事例を見ると、太陽光発電パネルの導入量は固定買取価格に左右されている。しかし、これを甘んじて受け入れるわけにはいかない。当社としては将来的に 10 万円/kW を実現し、蓄電池と組み合わせて経済性、安定性において優れたものにし、系統の発達に関係のない独立型の電源として成立するようにしなければならないと考えている。これが実現すれば送電線網などのインフラが整っていない地域を市場として見込むことができる。

2) 展望

前述のように国内市場は 2014～2015 年度では 600 万 kW 弱の設置が継続し、2016 年度以降徐々に減少していく見通しである。しかしながら、世界市場は太陽光パネルの価格下落を背景として拡大していくものと考えられる。今後の世界市場の拡大に対する太陽光パネルの供給は、中国製が主流を占めることになるだろう。当社でも、技術のレシピを提供して中国で太陽光パネルを製造することを検討している。

3) 取組の方向性・位置づけ

国内市場では、太陽光パネル単体で利益を出すのではなく、蓄電池などのアプリケーションとセットで販売をしていくことを考えている。例えば、住宅用の太陽光パネルと蓄電池を組み合わせ、家庭で使用する電気を全て太陽光発電で賄うゼロエネルギーハウスを実現する方向性である。

パネルの製造は、中国で行なわざるを得ない状況になりつつある。しかし、エネルギー事業の商材は日本で作らなければならない。最近注目しているのは、電気バイクのようなものを太陽光発電で充電して使用することである。今後は、こうした商材に入っていくことを検討しているし、入っていかなければならないと考えている。

海外に関しては、中国、インド、アメリカなどで事業を拡大していく予定である。このまま太陽光パネルの価格が下がっていけば新興国を中心として海外市場は成長が期待できる。特に火力発電所など従来型の電源がない地域（アフリカや離島など）では、蓄電池と一緒に販売することで独立型の電源として売り込むことができる。

当社は東南アジアに、LG やサムスンといった韓国メーカーも保有していない家電販売で培った独自のネットワークを保有している。このネットワークを生かして、タイや離島の多いインドネシアを中心に展開していく戦略を持っている。

また、欧州に関しても、節電サービスの提供などで進出していきたい。

② 日本精工株式会社（風力）

- 軸受の納入だけでなく、修理、メンテナンスを含めたサービスを提供する方針
- 信頼性の重視される風車部品では、検査体制やデータの記録が重要
- 風車のメンテナンスができる企業は限定的。参入できれば市場は大きい

a) 基本情報

企業名・代表者	日本精工株式会社	代表者 大塚 紀男
本社所在地	東京都品川区大崎 1-6-3 日精ビル	
創業・設立	創業：1914 年 設立：1916 年 11 月	
資本金	67,176,546 千円	
従業員数	6,423 名	
主要事業	動力伝導装置製造業	
ウェブサイト	http://www.jp.nsk.com/	

b) 風力発電産業に関する取組について

1) 参入の経緯

1990 年代後半は欧州で風力発電産業が盛んになっていった時期であり、当社としても新しい産業分野を開拓したいと考えていた。風車のドライブトレイン²⁶には、ギアボックスのほかロータを支える主軸、発電機などに軸受が使用されており、大きな売上が見込める市場であったためである。風車は軸受業界にとっても新しい分野であった。損傷事例も多かったが、長年の軸受の技術を活かせると考えていた。そこで、取引のあった欧州現地のギアボックスメーカーに、風車用の軸受を納入する形で風力発電産業への取組を開始した。

2) 戦略・方針

当社では、風力発電産業に参入する前から一般産業用の大形軸受を扱っており、大形軸受の取扱に関する知見があり、それらの知見を活かしながら試行錯誤しつつ、市場での実績を積み上げてきた。この知見をさらに活用して新しい商品を開発していくことが当社の基本的な戦略である。

3) 事業の状況

i) 概要

当社の風車を扱う部署である産業機械軸受本部は、エレベーター、鉄道といった様々な産業の軸受を扱っており、風車を独立して扱う部署は存在しない。しかし、風車はグローバルセクターとして本社でマーケティングを実施するなど、当社の重要な産業として位置づけられている。現在、当社の風車の世界シェアは 10%強あるが、他産業と比較してシ

²⁶ エンジンで生み出した動力を、タイヤまで伝達する一連の機構。

シェアが小さいと感じており、シェア拡大をめざしていく。

シェア拡大のためには欧州企業との競争に勝たなければならない。当社では、早くから欧州の風力発電産業に参入していたため、欧州メーカーで多くの実績を作り、ノウハウも蓄積してきた。製品品質において製品のトレーサビリティを重視しており、トレーサビリティを確立し、どの部品がどこから納入され、どういった工程を経て製品に組み込まれたかを明確にすることで顧客の信頼を得てきた。

ii) メンテナンスへの取組

軸受は常に稼働し続ける消耗品であり、一定のスパンでリプレイスやメンテナンスが必要となるものである。当社としてはビルダーへ納入したら終わってしまう一過性の売上だけでなく、リプレイスやメンテナンスなど継続して売上が見込めるものにも取り組んでいき、ソリューションプロバイダへと変革していきたいと考えている。こうした取組はすでに鉄鋼の分野で実施しており、風車でも同様の取組をしていきたい。取組の一例として、市場で破損した軸受を分析し、そのメカニズムを解析するなどの活動が考えられる。

iii) ユーザーと共同の取組

大手の風力発電事業者は風車のメンテナンス部門を所有しており、日本の風況でどのような壊れ方をするかデータを取得し、破損した原因などを調査している。興味深いデータを取得できることもあり、こうした技術情報を積極的に事業者から取り込んでいる。こうしたフィールドで直接得たマーケットの最新動向に直結する知見を材量開発などに反映し製品開発へと活かしている。

c) 取り巻く環境について

1) マーケット（国内・海外）の動向

風力発電業界は、大手の重電・重工メーカーなどが M&A を繰り返し寡占が進行するなど再編が激しい。軸受に関しては、総合ベアリングメーカーは SKF、シェフラーや日本の大手軸受メーカー 3 社など 10 社程度存在する。

2) 取引先、競合先の動向

風車の中枢部品である増速機は、欧州で早い時期から開発が進められたことから、欧州の企業が高いプレゼンスを所有している。ブレード等に使われる繊維素材などについては日本の素材産業は競争力が高いため、もっと大きなシェアを占められるように感じる。

3) 技術開発の動向

風車は大型化が進んでおり、洋上風力発電設備は 5 MW 規模以上の巨大なものとなっている。大型の風車では従来の大きさでは考えられなかったような損傷形態が発生しており、単にサイズを大きくすれば対応できるものではなくなっている。今までのベアリングは小さいものを志向してきたが、その流れと逆行した大型化で前例がなく、今までの知見では

対応しきれない。

当社でもデータ分析を進め技術開発を進めているところであるが、現在でも軸受は、製造に作業者の経験が求められる部分が残っている。自動化を進めてはいるが人の力によるところも依然として大きい。

d) 軸受産業について

1) 成功のポイント

日本の軸受は自動車産業において発展したため、貿易摩擦などから高い関税をかけられていた。そのため、1970年代には欧州に海外進出し、現地生産、販売を実施していた。これにより欧州で風力発電産業が伸びた時に最新の風車の技術に対応できる工場や人材、販売網等が現地にあり、欧州で風車に進出する環境が整っていたことが成功のポイントである。早い時期から風力発電産業に参入しており、中国で風力発電産業が急速に成長した際に、その成長を取り込むことができたことも成功のポイントとして挙げられる。

e) 風力発電産業と中小企業について

1) 中小企業の参入余地

i) 検査体制とデータの記録の確立

風車の大型化にともない軸受を大型化すると、全工程を自社で製造することは難しくなる。そのため、安定して供給を行うために他企業に協力を仰いで製造していかなければならない。小回りの利く外注業者との取引が不可欠である。

風力発電は品質と信頼性が重視されるため、検査体制やデータの記録がシステムとして確立している企業と提携したいと考えている。しかし、ここまでできるメーカーを探すことは難しい。当社の要求を満たすような企業探しには苦勞しており、当社から、保証、検査、記録について指導する場合もある。

ii) 風車の部品の取り外し、修理・点検

風車の部品を取り外す作業は大掛かりなものとなるため、こうした作業を請け負う業務は、ビジネスとして成立すれば参入の機会はあるだろう。

また、ギアボックスや発電機の修理を中小企業が請け負うことも少なくない。もともと一般のモーターやギアボックスの修理をしていた企業が風車の修理もしていたところ、クチコミで受注が増え、事業化したという例も聞く。風車の修理をできる企業が少なく、そういう企業に業務が集中する傾向にある。

f) 今後の風力発電産業について

1) 課題

風力発電において課題となるのは、装置トラブルによる稼働率の低下であろう。軸受が壊れる前に交換や修理計画を立てることができれば、稼働率が上がりビジネスの活性化につながる。これからは発電事業者がどのように風力発電をビジネスとして成立させるかと

いう視点で風力発電産業に取り組んでいく必要がある。

2) 展望

i) 日本

現在、風力発電は、発電事業としての採算性はなく、他エネルギーとの競争力は低い先がどうなるかは未知数の産業である。しかし、当社としては、基本的には各種の需要予測に沿って一定の成長を実現すると考えている。これは日本において、現在の風車強化策が大幅に軌道修正されることはないという前提に基づいている。

ii) 海外

欧州に関しては、風力発電が一定の産業として成立しているため、人為的に産業としての成長を作りだしている状況である。そのため、しばらくは現在の計画に沿って風車の建設がなされると考えている。

中国に関しては、環境問題があるため、一定の成長を見込んでいるが、本当に採算が取れるのか不安ではある。

新興国に関しては、環境問題よりも目先の利益が優先される成長重視の路線を取っていることから、ある程度国民一人一人が環境に目を向けられる程度に豊かにならないと風力発電産業を成長していかないとみている。

iii) 洋上風車

洋上風車については、日本では進む方向が見えにくく判断がつかかねている状況である。特に日本で研究が進んでいる浮体式は技術的に確立しつつあるが、コストが大きく普及に関しては未知数である。したがって、洋上風車のメイン市場は欧州であると考えている。巨大投資となる洋上風車には大企業しか参入できず、少ない企業でシェアを分けることになると想定される。当社はここにキャッチアップしなければならない。

3) 取組の方向性・位置づけ

陸上に関しては、軸受の製造のみならずメンテナンスを手掛けるトータルサービスで付加価値を高める方針である。

一方で、今後の技術開発に関しては、洋上を中心としていく方針である。コストダウンを図り、より信頼性の高いものを製造する必要がある。風車の大型化により高度な技術が必要となるため、自社のリソースを集中して開発に取り組んでいる。

③ 出光興産株式会社（地熱）

- 1996 年に運転開始した大分県滝上発電所での事業ほか、全国 3 ヶ所で調査等を実施中
- FIT 制度導入により、大規模発電事業への参入が相次ぐなか、小規模な発電事業には中小企業の参入も見られる
- 5,000kW 以下の発電事業や現地工事、部品製造に中小企業の参入余地がある
- 地熱発電所の仕組みは、基本的に火力発電所と同様である

a) 基本情報

企業名・代表者	出光興産株式会社 代表者 月岡 隆
本社所在地	東京都千代田区丸の内 3-1-1 帝劇ビル
創業・設立	創業：1911 年 6 月 設立：1940 年 3 月
資本金	108,600,000 千円
従業員数	8,749 名（連結、2014 年 3 月末現在）
主要事業	石油精製業
ウェブサイト	http://www.idemitsu.co.jp/

b) 地熱発電産業に関する取組について

1) 参入の経緯

1977 年、当社に新燃料室という名称の部門が新設された。これはオイルショックを受けて、当社の中に石油以外のエネルギーに取り組んでいかなければならないとの問題意識が生まれたためである。新燃料室では、地熱エネルギー以外にも石炭やウランといったエネルギーにも取り組んでいた。

1979 年、新燃料室において全国 11 地域で地熱発電の可能性について調査を開始し、1983 年には、当社が九州電力と地熱発電所を建設することになる滝上地区の調査を本格的に開始した。そして、地熱発電の調査を開始してから 17 年経った 1996 年、大分県九重町に滝上発電所を建設した。

地熱発電所の建設は一般的に長い時間を要する。これは、発電所建設の前段階である調査に非常に長い時間がかかるためである。地熱発電所建設にあたり、地下資源構造等を調査しなければならないが、調査のための小口径井を掘削するのにも数億円単位のお金がかかってしまう。そのため、掘削調査を行う前に数年ほど地表調査を実施し、地熱発電所建設の候補となる地域を探索することが必要となる。その後、地熱発電所の建設に適しているような地域が見つければ、構造試錐井の掘削に入る。掘削工期は 3 か月～半年程度を要する。そして、2～5 年の年月をかけて、掘削調査を実施し、地質構造や地下温度、透水性などを調査する。

また、環境アセスメントに関しては、滝上発電所建設当時は環境影響評価法が制定されておらず、当時の通商産業省の省議アセスにより環境影響調査を実施し、電源開発調整審議会の調整審議を受けるという進め方であり、評価には数年の期間が必要であった。現在

は、環境影響評価法に基づいた環境アセスメントを実施することになり、配慮書から評価書審査まで4年半程度の期間が必要となっている。

これらの調査が全て終了してから地熱発電所の建設に入るため、地熱発電所の建設は、計画から運営まで一般に10年以上の期間を要する。

当社が滝上開発に17年という期間を要した理由は、共同開発者であった九州電力との調整に時間がかかったこともある。滝上発電所を計画していた当時は電力自由化前であり、当社が発電事業をすることは非常に困難であった。そのため、当社は一般電気事業者である九州電力と協議を進め、当社から九州電力に対して発電用蒸気を販売し、九州電力が発電事業を担うという分担開発が決定された。現在は電力自由化により、一般事業者でも発電事業を行うことができるため、電力会社との調整が長期化することは少なくなっている。

なお、地熱発電は、認可出力に対して実際の発電出力が低下してしまっている地熱発電所もあるが、全体では設備利用率70%程度の出力を維持している。地熱は、気象条件に左右されず安定して発電できるベース電源である。

2) 事業の状況

1996年に営業運転を開始した滝上発電所では、2010年に出力25,000kWから27,500kWまで認可出力を上昇させた。運転開始以来設備利用率は95%を超え、安定した発電を継続している。生産する蒸気量は1時間当たり275トン、熱水量が1,250トンとなっており、多量の流体が地下から噴出しているが、熱水は全量地下に還元している。

2011年度からは、北海道阿女鱒岳と秋田県小安の2地域において調査を進めている。複数ヶ所を並行して調査を進めることからリスクを分散するために、国際石油開発帝石との2社共同事業とした。2012年度には共同事業者として三井石油開発が参画し、国際石油開発帝石との2社共同体制から3社共同体制となった。2013年度からは、地下構造や地下温度、透水性などを調査する構造試錐井での掘削調査・モニタリング調査の段階に入っている。

これら2地域以外にも、震災で被害を受けた福島県で復興の一助となればとの想いで地熱調査に取り組んでいる。地熱事業者10社共同のオールジャパン体制で立ち上げた福島プロジェクトである。このプロジェクトは、残念ながら地域住民の理解はあまり得られてはいない。しかし、地熱事業者として福島県に貢献したいという思いがあり、地域住民からの理解を地道に得ていきたいと考えている。

また、当社では、地熱発電事業に慎重な温泉事業者の方々に対しても地道に理解を得る取り組みをしている。例えば、当社が地熱発電所建設に向けて現在調査を実施している小安では、湯沢市の主催で有識者をはじめ、観光協会や温泉関係者など地域の方々を委員とした地域協議会を作り、説明を重ねることで合意を得ていく取り組みをしている。協議会で使用した資料は、湯沢市のHP上に掲載し、広く公開している。なお、協議会が発足する以前から、当社では、独自に地域説明会を開催し、年度の計画や実績を自治体や地域住民に対して報告していた。地域協議会や説明会での説明に加え、工事関係で問題が発生すれば常駐している駐在員が即座に対応するようにしている。

c) 取り巻く環境について

1) マーケット（国内・海外）の動向

地熱発電は、リードタイムの長さ、地下資源開発のリスク、スケール²⁷など技術的な問題、多額の資金が必要であることが要因となり、2000年代は開発が停滞していた。電力自由化が進む中で、スケールメリットが大きい従来型の石炭やLNGなどの火力電源と比較してコスト高で、他の電力との価格面での競争が難しかったためである。また、地熱発電所により温泉が枯渇してしまうのではないかとという近隣温泉事業者の危惧により開発が進まないことや、我が国の地熱資源の80%が賦存する国立・国定公園内は地熱開発が規制されているということも地熱発電が停滞する要因となった。

2011年の震災前より、地熱発電所建設を目指していた企業は、当社と国際石油開発帝石、その他には地熱開発に実績がある企業や電力会社などであった。しかし、震災を受けて再生可能エネルギーへの期待が高まり、2012年度にFIT制度が開始すると、従来見られなかった新規のプレイヤーも大規模な地熱発電所の事業を実施するようになっている。温泉発電などの小規模な地熱発電にはベンチャー企業を含めて中小企業の参入も見られるような状況である。

2) 法規制等の動向

民主党政権において、再生可能エネルギー特別措置法が成立した。これにより再生可能エネルギーの普及に向けた法的環境の整備の方向付けがなされた。2012年にはFIT制度が施行され、国の助成金、出資、債務保証制度も、独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構において創設された。国立・国定公園内の開発規制についても、以前までは国立・国定公園内では新たな地熱発電所の建設は認められていなかったが、2012年の自然環境局長通知である「国立・国定公園内における地熱開発の取り扱いについて」において、特別保護地区や一種特別地域では地表調査が条件付きで認められ、二種特別地域、三種特別地域では優良事例（地域と合意が取れている、環境への配慮がなされているなど）であるならば開発できるとされた。

こうした国の支援制度や規制の緩和により、2000年代に停滞していた地熱発電所の開発が進むようになってきたが、依然として規制や許認可は残されている。例えば、温泉湧出を目的としない坑井であっても掘削をするには温泉審議会の許可を得なければならない都道府県もある。また調査を進めるには都道府県の自然保護関係部署や保安林関係部署や、林野庁の国有林関係部署との調整・許可取得が必要となる。

また、地熱事業には鉱業権のような権利がないという問題もある。現在、地熱開発は温泉法に基づいて掘削が行われているため、例えば土地の所有者が掘削申請をして、温泉審議会が許可を出せば、当社が蒸気生産する滝上発電所の開発エリア内で地熱エネルギーの採取が可能である。幸いなことにこれまでの日本の事業者は紳士協定的側面を重んじてきたためか、そのような行為を行うことはなかったが、常にこうしたリスクは付きまとして

²⁷ 熱水が地上に噴出する過程で、熱水に溶け込んでいたシリカ分や炭酸分が、温度の低下と圧力の低下により過飽和となり、析出したもの。これにより坑井が詰まる恐れがある。

いる。

d) 地熱発電産業の全体像について

1) 地熱発電産業に関わる事業・業種

以前は、ディベロッパーは非鉄金属、石油・天然ガス、電力会社程度であったが、最近では電機メーカー、商社、エンジニアリング会社等、新しいプレイヤーが増加してきている。

蒸気によりタービンを回し発電するという地熱発電の仕組みは、火力発電と同様である。したがって、地熱発電事業の周辺には火力発電と同じような産業的ニーズがあるといえる。

2) 市場規模

仮に 50 万 kW の発電設備で年間 30 億 kWh の発電量があり、全て 40 円/kWh で売電すると仮定すると地熱発電の発電事業としての市場規模は 1,200 億円となる。建設費等を含めるとより大きな金額となるだろう。

e) 地熱発電産業と中小企業について

1) 中小企業の役割

環境アセスメントの対象事業は、環境アセスメントを必ず実施しなければならない第一種事業（10,000kW 以上）と環境アセスメントが必要かどうか個別に判断する第二種事業（7,500kW 以上）に分けられるが、秋田県などは 5,000kW 以上の地熱発電所については環境アセスメントを実施することが条例で独自に定められており、条例などで実質 5,000kW 以上の地熱発電所の建設に対して環境アセスメントが義務付けられていることがある。環境アセスメントには、4 年～4 年半と長い期間を要するため、発電事業に関しては、中小企業は環境アセスメントの対象外となる 7,500kW 以下（自治体によっては 5,000kW 以下）の規模を目指すべきだろう。例えば、福島県のつちゆ温泉のように、すでに井戸が存在するような地域で温泉発電をすることが考えられる。

当社では建設や掘削、メンテナンス（溶接、配管、非破壊検査）は、専門とする企業に委託している。しかしながら、大手企業等は管理者としての役割を果たし、地域の企業が実作業を担っていることが多い。山間部にある発電所の緩衝緑地の手入れも地元の事業者にも担ってもらっている。発電所の設備関係では、当社では大手メーカーに納入してもらっており、中小企業がどこまで食い込んでいるかは分からない。しかし、滝上発電所での機器整備や修繕などは、北九州や大分の企業が行っており、地域の中小企業が製造部品を担っていることは十分考えられる。

2) 特徴的な取組をしている中小企業

岐阜県や熊本県で実施しているような企業が地元の温泉組合と一緒に地熱開発を進めていくという発想は、当社のような従来型のディベロッパーにはなかった発想であり、面白い取組である。熊本のわいた会など、地域の人々が自ら発電事業に取り組む例も存在する。

地熱発電所は汽力発電所扱いとなっており、ボイラー・タービン主任技術者や電気主任技術者などの有資格者の配置が義務付けられている。そのため、規模が小さいと人件費倒れになってしまう可能性がある。しかし、FIT の導入によって小規模な発電所を早いスピードで建設していくことを戦略としている事業者もあり、こうした考え方は当社でも参考にしたいと考えている。

f) 今後の地熱発電産業について

1) 課題

FIT は特別措置法であり、いつまで制度や現在の価格が続くかは極めて大きな問題である。地熱はリードタイムが長いため、設備認定を受ける段階で現在の価格が維持されている保証がない。

このほか、送電線に関する問題は発生することが予想される。太陽光発電などは設置場所が確定すれば、概略発電量が確定するため、早期に連系の申請を行うことができる。一方、地熱発電は、どの程度の地熱資源が存在するかは調査してみないとわからないため、どうしても連系の申し込みが遅れてしまう。既存の送電線の余剰枠に対する連系の申請は、基本的に申し込み順であるため、同じ発電出力でも、太陽光発電事業者は送電線負担はなく、地熱発電事業者は送電線負担しなければならないという状況になる可能性がある。数千 kW 級の地熱発電所を建設し、連系をしようとしたら、送電線増強の費用が膨大で事業化ができないというケースも考えられる。地熱資源は山間部に集中しているため、送電容量に余裕がない場合が多く、かつ電力を遠くにまで運ぶことになるため、規模が小さいと送電負担だけで経済的に見合わなくなってしまう。

また、地下の状態が変化し、井戸から蒸気が取れなくなるリスクも存在する。生産井が一本しかないような小規模な地熱発電に取り組む場合、この一本がトラブルにあうと発電が止まってしまうリスクがあることは認識すべきである。FIT の期間は発電開始から 15 年と決まっているため、停止期間は FIT の期間中でありながら売電ができない状態となってしまう。

2) 展望

前述のとおり、大規模な地熱発電所に関しては、調査開始から地熱発電所の建設・運営まで 10 年以上の期間を要する。すでに参入の可能性がある企業は、知見を活かして大規模な地熱発電所調査・計画段階に入っているところが多い。地熱発電は事業リスクが非常に高いことから、これら的大企業は現在抱えているプロジェクトが発電所の建設、運営という段階に入らないと次の事業計画は実施しないと思われる。そのため、現在調査・計画段階に入っている大規模な地熱発電所が建設・運営段階となる時期にならないと現状では新規の地熱発電所の建設の計画が増えてこないのではないかと見られる。

また、地下資源開発は、当然条件の良い場所から開発が進んでいくことになる。調査技術の進捗度合いにもよるが、基本的には地熱発電所の建設が進むほど条件のよくない場所に地熱発電所を建設することになり、経済性が落ちてくる。そのため、太陽光発電のよう

な右肩上がりの成長といったものは見込めない。ただし、大規模な地熱発電所ではなく、小規模であるならば、参入が比較的容易であり、これから増加してくることが考えられる。

3) 取組の方向性・位置づけ

地熱発電に対する助成がない時期から地熱発電の必要性を感じて地熱エネルギーに取り組んできた当社の地熱への自負・熱意や、環境問題や資源セキュリティの面から再生可能エネルギーの重要性が高まってくるとの判断もあり、地熱エネルギーへはこれからも引き続き取り組んでいく方針である。近年では、2011 年3月の震災・原発事故を受けて、再生可能エネルギーへの関心が高まり、FIT 制度や独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構を通して出資や債務保証制度が開始されるなど、ここ数年で地熱発電に対する国の支援制度が充実して、事業環境が好転してきていると感じている。

滝上発電所では発電部門では九州電力が所掌したが、これまでの調査では基本的に当社単独で実施してきた。しかし、リードタイムが長く、地下資源開発にはリスクがあることや、人材面での問題もあることから、新規の地熱発電所建設については他社とアライアンスを組んで事業を実施していく方針である。

一方、途上国での海外展開に関しては、世情が不安定であったり制度が途中変更されるなどのカントリーリスクがあり、現時点での参入は難しいと考えている。

2. 既存文献等における企業事例

「1. インタビュー調査結果」において、太陽光発電産業、風力発電産業、地熱発電産業に取り組む中小企業事例を紹介したが、これらの企業以外にも再生可能エネルギー産業に取り組む中小企業は数多く存在する。

ここでは、それらの中小企業についての調査研究等における中小企業の事例を紹介する。既存文献等は、主に日本政策金融公庫総合研究所「環境・新エネルギー産業を支える中小企業の技術と新たなビジネスチャンス～太陽電池・風力発電・電気自動車・省エネを支える環境技術の実態～」(2012年3月)、九州経済産業局「九州における環境・エネルギー・リサイクル産業の現状とビジネスモデル調査報告書～再生可能エネルギーがもたらす九州環境ブランド～」(2011年4月)、株式会社新農林社「新エネルギー新聞」各号を参考にしている。

日本政策金融公庫総合研究所(2012年3月)は、太陽電池、風力発電機、次世代自動車などの環境・新エネルギー産業において、それを支える中小企業がどのような強みを持ち、どのようにそれを活かして参入を果たしたかについて、事例をもとに分析した報告書である。

また、九州経済産業局(2011年4月)は、産業振興の視点から、地域住民の参加による推進事例や他分野からの参入事例など先進事例を調査し、再生可能エネルギー導入促進策と再生可能エネルギー産業振興策を取りまとめた報告書である。

新エネルギー新聞は、新エネルギーに関する情報を提供する専門誌である。

なお、ここでは、これらの既存文献等に見られる中小企業の中でも、参入の経緯や取組が特徴的な中小企業を紹介する。

(1) 太陽光発電産業

① 企画・調査

【株式会社アルパテック】

住宅リフォーム業者として住宅用太陽光発電事業を手掛けていたが、2011年3月の東日本大震災以降、産業用の太陽光発電事業に参入した。2013年10月からは、半導体商社の丸文と共同で営農型太陽光発電パック「SOLAR 営農」を販売している。これは、農業委員会、経済産業省、電力会社などへの申請手続きを代行し、太陽光パネルのほか、システム機器、架台や基礎部材の手配、施工を請け負うとともに、太陽光パネルやパワーコンディショナーなどの保障、自然災害や事故への補償も行う商品である。丸文がパネルとシステム機器の調達、保障等を担い、同社が申請代行、架台・基礎部材の手配と施工を担う。

【株式会社アドバンテック】

各種のシリコンスクラップを、テスト用ウエハ等にリサイクルするシリコンリサイクル事業や太陽電池ウエハ・セルの分析・評価・コンサルティング事業を手掛ける。社会動向を受け環境事業に関心を持っていた際に、太陽電池事業に知見のあるベンチャー企業と出会い、従来から手掛けていたシリコンウエハ回収業務を発展させ、シリコンリサイクル事業、太陽電池の分析・評価・コンサルティング事業として成立させた。

② システム製造

【ナミックス株式会社】

電力を取り出す電極を形成するための材料である電極剤の製造を行う。大手電機メーカーから開発依頼があり、太陽光発電事業に参入した。市場規模の小さい電極剤というニッチ市場に早くから参入したことで成功を収め、世界シェアを10～15%程度所有する(2009年～2011年当時)。開発では、大学との連携・委託研究も行っており、連携実績は長岡技術大学、秋田大学、山形大学、岩手大学、大阪大学など多岐にわたる。学術的な検証や原材料の基礎研究などをそれぞれ委託している。

【株式会社石井表記】

太陽電池用シリコンウエハのスライシングを行う機械装置の生産・販売やウエハの加工を行う。1990年代の不況期に経営判断により複数の事業開発を決定し、その中の一つとして太陽光発電産業に参入した。太陽電池用シリコンウエハのスライシングには、もともとの強みである表面処理技術を応用できたため、成功を収めた。同社が営業、開発、設計、機器の試運転・調整を担当、近隣の協力企業が製造・組立を実施する体制を取り、リスクの分散を図っている。

【株式会社エヌ・ピー・シー】

太陽電池の表面にEVA樹脂²⁸のシートを熱圧着させ保護膜を形成する真空ラミネータの製造を行う。セルとEVAフィルムを気泡が入ることなく貼り合わせるため、真空下での圧着が必要となり、真空技術に加え、ガラス基板の温度反りを抑えるノウハウ等も必要となる。もともとは食品包装装置メーカーであったが、異業種の企業からパッチ式の小型真空包装機をベースにした太陽電池用の特注品の注文を受けたことで、太陽光発電産業における自社技術の需要に気づき参入した。日本にまだ市場がなかった時代から、世界に目を向け、いち早く太陽電池装置市場に参入したことで、ノウハウ等で他社に先んじている。

²⁸ エチレン・酢酸ビニル共重合樹脂のこと。

【株式会社パワーバンクシステム】

フィルム型太陽電池をFRPに挟み込んだFRP一体型太陽電池を開発。軽量で水に強く、水上や海外でも利用できることが特徴である。船舶用品メーカーに勤務していた社長のFRP関連の経験を生ずることができる分野として、太陽電池製品に目を向け参入した。製品の開発にあたり、大手国内樹脂メーカーや太陽電池メーカー、大学、行政機関等と積極的に連携している。

③ 販売・建設・設置

【株式会社川口スチール工業】

屋根や外壁に使用する建材と太陽光発電パネルが一体となった製品を開発・販売している。同社社長がアメリカでフレキシブルソーラーパネルを見た際に、建築板金工事と太陽光発電を結びつける新事業として着想し、開発を開始した。社長のアイデアと同社の技術を核として、太陽電池メーカーがパートナーとなり、大学、行政の協力のもと、製品を開発している。

④ その他

【グローバル・リンク株式会社】

最新のLED灯とリチウムイオンバッテリーを搭載した「ソーラー街灯」を低価格で販売し、ソーラー街灯の普及拡大を目指す。ソーラー街灯は、日中の太陽エネルギーを電池に蓄え、夜間照明に活用するシステムである。外部電源が不要なので、災害時でも変わらず灯りを確保できる。また、同社は、産業用太陽光発電所を上空から撮影する空撮用ラジコンヘリコプターの開発も行っている。

(2) 風力発電産業

① システム製造

【A-WING インターナショナル株式会社】

風速 1.0m/s の微風から発電可能な小型風力発電機の製造・販売を行っている。都城工業高等専門学校が研究していた微力でも発電できる発電機の技術を事業化する形で創業した。太陽光発電と合わせたハイブリッド型や、街灯路や看板などの利用、農業分野への応用も検討する。また、外国人留学生を採用し、祖国でのネットワークを活用して、東・東南アジアなどを対象にBOPビジネス²⁹を含めた事業を展開している。

²⁹ 低所得層を対象とする国際的な事業活動。BOPとはBase of the Economic Pyramidの略であり、所得階層ピラミッドの下辺を意味する。

【株式会社三谷製作所】

風車向け大型金属部品の製造・加工を行う。取引のあった商社が受注した風車向け大型金属部品加工の製造を打診してきたことが、風力発電産業に参入する際のきっかけとなった。その後も、中小企業が自ら販路開拓をすることは難しいことから、商社を介して受注を受けている。早い段階で CAD/CAM システムを導入し、組織的に技術データを蓄積する技術管理を一番の強みとしている。

【株式会社オーネックス】

増速機部品の熱処理を行う。船舶向け部品や大型クレーン部品で積み上げてきた熱処理実績と技術への信頼により、既存の取引先から風力発電向けの大型部品の熱処理を受注することで参入した。最新の技術を導入するため、アメリカでトップの技術を持つ企業と技術提携するなど、海外企業のリソースを活用することで競争力を発揮している。

【株式会社ニチボウ】

風力発電や太陽光発電のパワーコンディショナー、接続箱等の再生可能エネルギー関連機器をはじめとした電気設備用に開発された自動消火システムを販売する。火災発生リスクが高い危険な個所を部分的に防護することを可能とし、高所にあり消化が困難な風力発電装置 238 基の制御部に採用されている。

(3) 地熱発電産業

① 販売・建設・設置

【株式会社ワイビーエム】

地熱発電所建設のための掘削機器を製造するとともに、2007 年からは自社でも掘削事業を手掛け、地熱発電施設の生産井掘削を行う。掘削技術の高さが評価され、九州電力が八丁原地熱発電所の建設を開始する際に、掘削機器を納入することで地熱分野へ参入した。研究開発型企业として高い技術力を誇り、西日本を代表する地下エネルギーの開発企業に成長している。

【株式会社ニチボー】

創業から地熱開発、地滑り対策、地盤改良など地中専門の企業として事業を展開し、九州電力から地熱発電所のボーリングを受注することで地熱発電分野へと参入した。ライバル企業の少ない深さ数千 m、200～300℃の地熱発電のボーリングに特化して技術力を高めている。

第3章 再生可能エネルギー産業の構造と展望

第2章では、太陽光発電・風力発電・地熱発電それぞれについて、各分野で実際に活動している企業の実態をみた。発電装置そのものや部品、あるいは製造装置を作る企業から、発電事業を行う企業、設備メンテナンスを行う企業など様々な企業がみられた。

第3章では、こうしたインタビューと文献調査の結果をもとに、太陽光発電・風力発電・地熱発電それぞれの産業に関わっている主な業種を整理するとともに、主に事業の流れに基づいて各産業をいくつかの要素に分けて具体的に参入している企業をまとめる。また、各産業の市場規模の推計も行い、これをもとに今後を展望し、課題を述べる。

1. 本章における前提

本章では、産業ごとに「産業構造」、「主要事業者」、「市場規模の推計」、「展望・課題」で構成する。各論に入る前に、各産業に共通する構成要素と市場規模推計の前提条件等を整理する。

(1) 各産業の構成要素

再生可能エネルギーによる発電産業では、主に事業の流れに基づいて、全体を「発電事業」、「企画・調査」、「システム製造」、「販売・建設・設置」、「維持・管理」、「その他」の各要素に分けることができる（図表 3-1）。

「発電事業」は、各発電方式において発電事業を行う企業が該当する。事業の流れを考慮すると、「販売・建設・設置」終了後に発電が開始されるが、事業主という意味も持たせて最初とした。

「企画・調査」は、事業開始前に日射量や風況、地下資源の状況の調査等を行う要素であり、当該業務を行う企業が該当する。発電事業は、固定価格買取制度（Feed in Tariff、以下 FIT）の買取期間にみられるよう事業期間が長く、さらに設置後はやり直しができない事業であるため、このパートは特に重要である。ここでは、調査に加えて、設計や事業性の評価、環境アセスメント等を行う企業も含める。

図表 3-1 太陽光・風力・地熱発電の各産業を構成する要素

要素	内容
発電事業	各発電方式において、発電事業を行う
企画・調査	- 事業開始前の日射量や風況、地下資源の状況の調査を行う - 発電設備の設計や環境アセスメントの実施を担う企業も含む
システム製造	- 発電システムの各設備の製造とシステム化を行う - 太陽光発電のようにモジュール化が進んでいる発電方式もあるため、「システム化」の段階も考慮
販売・建設・設置	- 発電システムの販売や発電所の建設、設備の設置を行う - 販売については、通常の販売形態のほか、EPC 業者（Engineering, Procurement and Construction）による設計から設備調達、建設まで一貫したサービスに潜在的に含まれるケースもある - 従来の建設・設置に関する産業と同様多くの中小企業が関与
維持・管理	- 発電設備設置後の維持・管理を行う - O&M（Operation and Maintenance、運転および維持管理）と呼ばれるサービスを提供する企業が増えてきていることから設定
その他	- 発電事業～維持・管理以外の形態で産業に参入している企業 - 例えば、融資を行う金融機関や各種保険サービスを提供する保険会社等が該当する

「システム製造」は、発電機をはじめとする発電システムの各設備の製造とシステム化を行う要素である。太陽光発電では、発電システムの各設備のモジュール化が進んでおり、太陽電池モジュールや周辺機器を別々に調達して発電システムを構築することが可能である。そのため、このパートは製造のみではなく、各設備を調達して発電・売電が可能となる仕組みを作る「システム化」もカバーする意味で「システム製造」とした。

「販売・建設・設置」は、発電システムの販売と発電所の建設や設備の設置を行う要素である。太陽光発電システムでは、住宅用のシステムと近年増加しているメガソーラー（1,000kW 以上の出力規模の大規模太陽光発電）のような非住宅用（産業用）のシステムに大別できる。このうち、住宅用のシステムは、発電システムとしてパッケージ化され、個人向けとして販売されている。その後、販売事業者が各地にもつ協力会社に取り付けを行うという流れになっている。一方、企業向けには、例えば EPC 業者（Engineering, Procurement and Construction、設計・調達・建設）が存在し、設計から設備の調達（システム化）、建設までを一手に担うサービスを提供しており、販売と建設・設置が一体として行われることが少なくない。なお、こうした構造は、太陽光発電に限定されるものではない。こうしたことから、販売と建設・設置を一つの要素としてまとめている。また、従来のプラント等の「建設・設置」においては、下請として地域の中小企業が関わっていることも少なくなく、太陽光・風力・地熱の各産業でも同様の構造となっている。

「維持・管理」は、発電設備設置後にそれらの維持や管理を行うものである。これに関しては、近年、O&M（Operation and Maintenance、運転および維持管理）と呼ばれるサービスを提供する企業が増えてきている。

「その他」は、「発電事業」から「維持・管理」の各パートには含まれないが、当該産業に関与しているという企業を含む。例えば、発電事業に対して融資を行う金融機関や、保険サービスを提供する保険会社等が想定される。

（２）市場規模推計の前提

市場規模の推計に当たって、いくつかの前提を置く。ここでは、その前提について記載する。

① 推計範囲

本調査研究では、国内再生可能エネルギー産業が、どの程度産業としてのポテンシャルを持っているかを把握するため、海外市場を含めず国内で発生した市場規模のみを推計することとする。

② 推計対象期間

中小企業の戦略や取組の方向性を検討する上での素材とすることから、現在（2013 年度）の各再生可能エネルギー産業の市場規模を把握するとともに、将来の再生可能エネルギー産業の市場規模を推計することを基本とする。

また、将来の再生可能エネルギーの市場規模は、現在から比較的近い 2020 年の市場規模を推計することとする。これは、再生可能エネルギーの導入量は固定買取価格制度や環境影響評価法など、政府の政策や法制度等に大きく影響を受けるとともにコストの縮小がどの程度図られるかは不確定であることから、長期的な導入量の予測が容易ではないためである。なお、2020 年における再生可能エネルギーの導入見込量は、環境省「低炭素社会づくりのためのエネルギー低炭素化に向けた提言」（2013 年 3 月）における数値を使用する。環境省（2013 年 3 月）では、2020 年の再生可能エネルギーの導入見込量を低位・中位・高位の 3 段階にわたって推計している³⁰。このため、複数のシナリオに沿った市場規模の推計が可能となる。なお、低位・中位・高位それぞれの導入見込量の数値が同一のケースが存在するため、その場合は適宜低位・中位・高位を統合している。

図表 3-2、図表 3-3 が、環境省（2013 年 3 月）における各再生可能エネルギーの低位、中位、高位の考え方である。

図表 3-2 太陽光発電の低位・中位・高位の考え方

低位ケース	2020 年～2030 年は、設置者に対する支援レベルとして、IRR 当初 6%（維持費含む）、4 年目以降 4%を維持する価格での全量買取。
中位ケース	2020 年～2030 年は、設置者に対する支援レベルとして、IRR 当初 6%（維持費含む）、4 年目以降 4%を維持する価格での全量買取。
高位ケース	2020 年～2030 年は、設置者に対する支援レベルとして、IRR6%（維持費含む）を維持する価格での全量買取。

（出所）環境省「低炭素社会づくりのためのエネルギー低炭素化に向けた提言」（2013 年 3 月）より作成。

³⁰ 環境省（2013 年 3 月）で推計している導入見込量は 2020 年のものであるが、便宜的に 2020 年度の導入見込量とみなしている。

図表 3-3 風力発電及び地熱発電の低位・中位・高位の考え方

低位ケース	東日本大震災以前に、2020 年の見通しとして資源エネルギー庁が示した固定価格買取制度案に基づく支援方策により増加が見込まれる普及量を設定し、それ以降は同様のペースで導入が進むものと想定したもの。
中位ケース	低位ケースと高位ケースの中間程度の普及を想定したもの。
高位ケース	2050 年時点で環境省再生可能エネルギーポテンシャル調査にある導入ポテンシャルを最大限顕在化させることを目指して、施策を最大限強化する場合を想定したもの。

(出所) 環境省「低炭素社会づくりのためのエネルギー低炭素化に向けた提言」(2013 年 3 月) より作成。

③ 推計方法

各再生可能エネルギーには、発電の規模や設置場所によってコスト等が異なることが少なくない。このため、各再生可能エネルギー産業を 2 つに分けて推計を行った。具体的には太陽光発電は住宅用と非住宅用、風力発電は陸上風力と洋上風力、地熱発電は大規模地熱発電（15,000kW 以上）と小規模地熱発電（15,000kW 未満）である。

また、各再生可能エネルギー産業の市場規模は、産業の性質を考慮して、発電事業、企画・調査、製造/建設・設置、維持・管理の 4 つに分けて推計した。

推計にあたっては、政府統計や業界団体の独自調査による統計、各種文献の統計を使用している。なお、2020 年度の風力発電・地熱発電のシステム価格³¹と太陽光発電・風力発電、地熱発電のメンテナンスコストはコストダウンを考慮せずに 2013 年度の数値を使用しているため、市場規模を過剰に推計している可能性があることに留意が必要である。

³¹ 発電システムを設置する際に生じる費用。機材・部品の費用や設置工事費用等から成る。

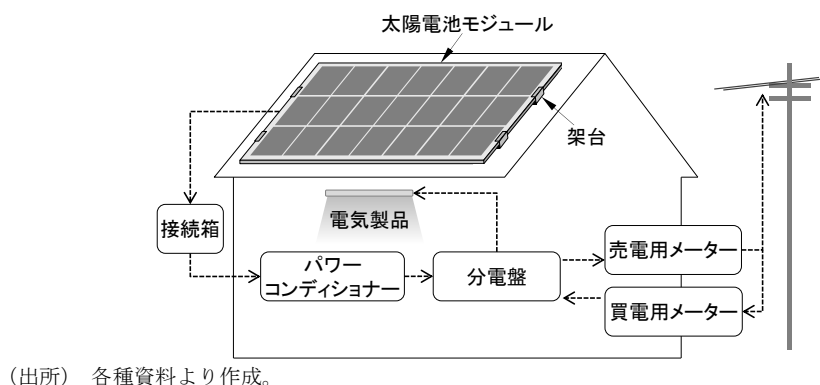
2. 太陽光発電産業

太陽光発電は、第1章で述べたとおり、10kWクラスの小規模な住宅用から1,000kWを超えるメガソーラーまで様々な出力帯の設備が導入されている。規模によらず発電効率が一定であることやメンテナンスが容易であるなどのメリットがあり、ほかの再生可能エネルギーと比較すると、2013年で1,244.5万kWと圧倒的に導入が進んでいる発電方式である。

住宅用太陽光発電システムのイメージを図表3-4に示した。太陽電池モジュールを屋根に取り付ける際は、架台と呼ばれる取り付け台が使われる。太陽電池モジュールで発電した電力は、接続箱を通してパワーコンディショナーに送られる。パワーコンディショナーは、電圧と周波数の変換を行うとともに、配電系列の状況や日射状況を自動的に判断して運転停止する機能を有する機器である。配電系統の異常を検知し、安全に運転を停止するとともに、配電系列が正常に復帰した時には、自動的に運転を再開する機能も有する。加えて、太陽電池モジュールからの出力を最大限取り出せるように最大電力追従制御を行うことができる。

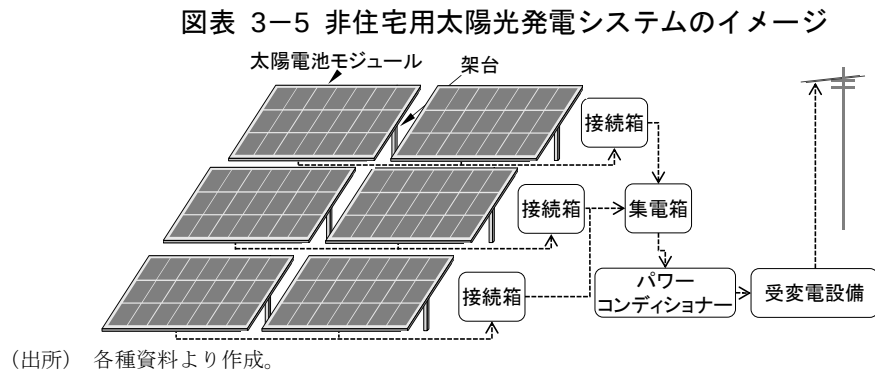
太陽電池モジュールから得られた直流の電力は、パワーコンディショナーにより配電線と同じ電圧と周波数の電力に変換され、分電盤・売電用メーターを通して送電網に接続される仕組みとなっている。

図表 3-4 住宅用太陽光発電システムのイメージ



(出所) 各種資料より作成。

図表 3-5 はメガソーラーに代表される非住宅用の太陽光発電システムのイメージである。こちら、太陽電池モジュールを架台と呼ばれる取り付け台を使ってとりつける。発電した電気は、接続箱、電気を集める集電箱を通して、パワーコンディショナーに送られ、受変電設備を通して送電網に接続される仕組みとなっている。

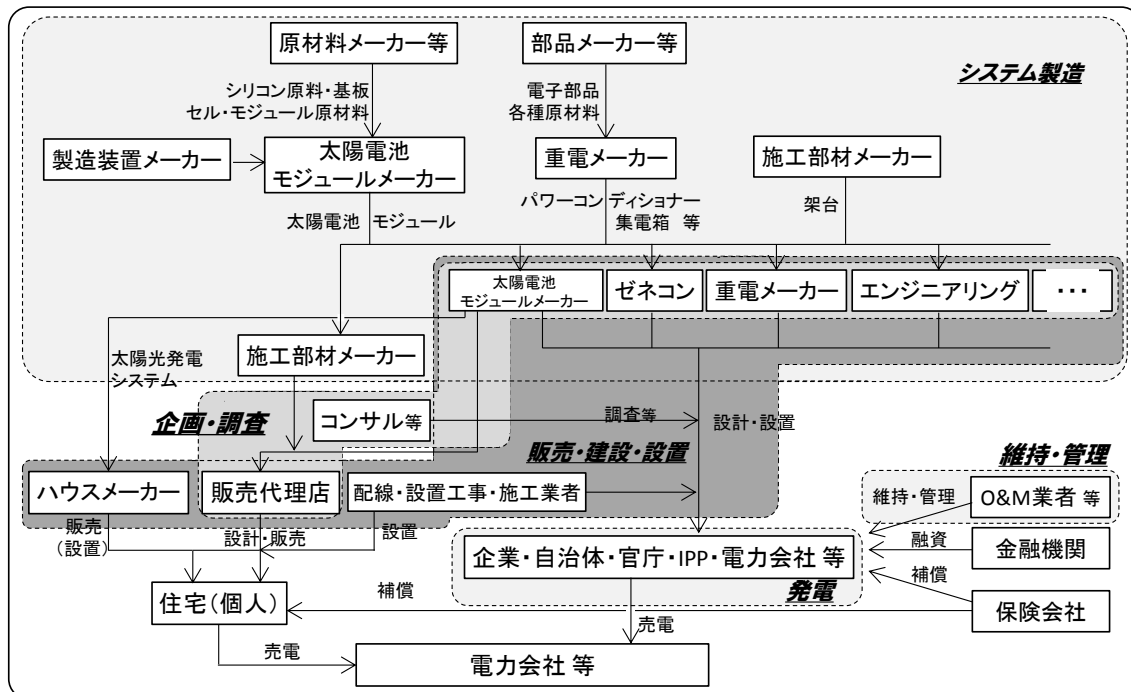


このように太陽光発電には、太陽電池モジュールのほか、架台やパワーコンディショナーといった設備も必要となる。以降では、発電事業者や太陽電池モジュールメーカーに加え、これらの各設備の製造、設置を行う企業や、周辺産業に関わる企業等について、太陽光発電産業の構造を示したうえで、プレイヤーを整理する。

(1) 産業構造

太陽光発電産業の構造を、図表 3-6 に示した。

図表 3-6 太陽光発電産業の構造



（出所） 一木修「太陽光発電産業について」総合資源エネルギー調査会 第15回新エネルギー部会（2008年3月24日）ほかより作成。

太陽光発電システムの製造は、大きく太陽電池モジュールとその他電気設備、架台の製造とそれらを統合して発電システムとするパートに分けられ、基本的にそれぞれ異なるメーカーが参入している。

このうち、太陽電池モジュールの製造では、基本的な構造は、太陽電池モジュールメーカーを中心とする水平分離型であり、シリコンや基盤等が原材料メーカー等から供給され、製造装置メーカーが製造した装置が用いられる。原材料関連では、ガラス関連コーティング材料、封止材、バックシート製造、ガスバリア（遮断）フィルム、ポリイミドフィルム、ガス等の分野ごとにメーカーが存在する。太陽電池モジュールメーカーは、これらを調達してセル化、モジュール化を行う仕組みとなっている。パワーコンディショナーや集電箱といった太陽電池モジュール以外の電気設備は、重電メーカー等が部品メーカーから部品を調達して生産している。架台は、施工部材メーカーが製造している。

そして、施工部材メーカー、ゼネコン、重電メーカー、エンジニアリングメーカー等が、太陽電池モジュールとシステム周辺電気設備、架台を調達し、統合して発電システムとする。これらのうち、施工部材メーカーは住宅用太陽光発電システムを手掛け、ゼネコン、重電メーカー、エンジニアリングメーカーは非住宅用の太陽光発電システムを手掛けている。太陽電池モジュールメーカーもシステム化を行っており、自社で製造した太陽光発電モジュールを利用して、住宅用、非住宅用の両方に供給している。ハウスメーカーは太陽

電池モジュールメーカーから太陽光発電システムの供給を受け、自社の住宅に組み込んで販売している。ハウスメーカーの例に見られるように、住宅用では、個人向けの販売という段階がある。この部分ではシステム化を手掛ける各社が地域の販売代理店を通して販売を行っている。

太陽光発電システムの設置は、ゼネコンや重電メーカー、エンジニアリングメーカーが行っているほか、各地の配線関連、工事、施工業者が関わっている。なお、設置に当たっては、事前の調査や企画が必要である。この部分については、ゼネコンや重電メーカー等が自社で行うほか、住宅向けの販売代理店や専門のコンサルティング会社の手掛けしている。

発電事業主体は、住宅用では個人であり、非住宅用では、一般企業や IPP、電力会社のほか、近年では自治体や官庁の参入も見られている。このほか、維持・管理を行う O&M 業者や金融機関・保険会社等も関わっている。

このなかで、太陽電池モジュール製造以降のシステム化、設置、発電といった事業は、太陽電池モジュールメーカーを中心に各プレイヤーによる垂直統合が進んでいる。特に、モジュールメーカーには垂直統合の動きがみられ、例えば、シャープは、システムインテグレーションや発電所の設置・建設、発電事業運営まで一貫して行っている。

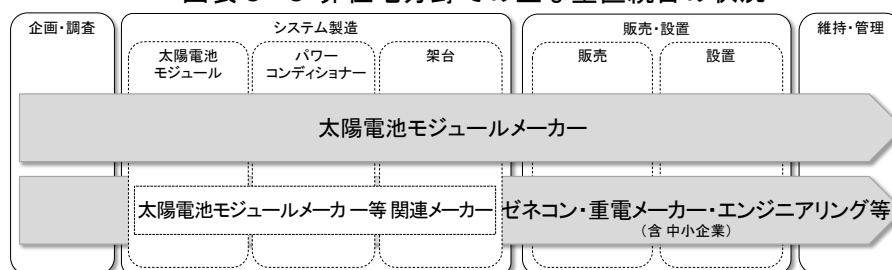
住宅分野では、太陽電池モジュールメーカーが企画・調査から維持・管理まで手掛けるほか、ハウスメーカーや家電量販店が、太陽電池モジュールメーカーのシステムの販売・設置を手掛ける。一部の施工部材メーカーでは、自社製の架台を利用して、独自の太陽光発電システムを構築。販売、設置を手掛ける動きがみられる（図表 3-7）。一方、非住宅分野では、ゼネコンやエンジニアリング業者等が太陽光発電設備のシステム化、設置、発電を手掛けている。このほか、中小企業でも同様の動きがみられる（図表 3-8）。

図表 3-7 住宅分野での主な垂直統合の状況



（出所） 各種資料より作成。

図表 3-8 非住宅分野での主な垂直統合の状況



(出所) 各種資料より作成。

(2) 主要事業者

① 概要

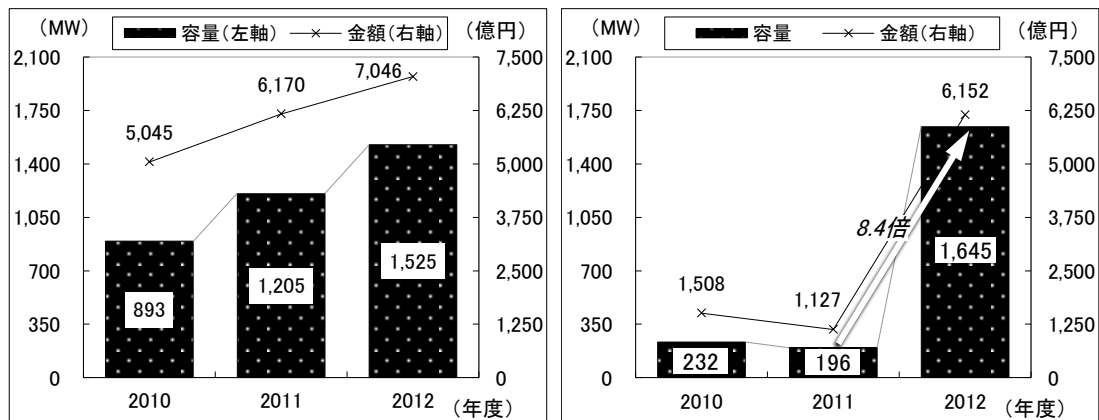
ここでは、住宅分野と非住宅分野ごとに、関連する企業を「発電事業者」、「企画・調査」、「システム製造」、「販売・建設・設置」、「維持・管理」に分けて述べる。ただし、太陽電池モジュールは、太陽電池モジュールメーカーが「住宅用」、「非住宅用」の双方に向けて供給していることから、太陽電池モジュールの製造までの主要事業者について触れたうえで、「住宅」、「非住宅」の順でみていくこととする。

「発電事業者」は、住宅分野の場合は個人であることから、非住宅分野で発電事業に参加している企業を整理する。「企画・調査」では、システム設計やコスト分析といった事業性評価に関する事業を手掛ける企業について記述する。「システム製造」では、各設備を調達して発電システムとして統合する事業を行っている企業を整理したうえで、発電の各設備の製造を行う企業を設備の種類に従って取りまとめる。ここでは、太陽光発電システムにおける重要性や中小企業の参入度合いを考慮し、「太陽電池モジュール」、「パワーコンディショナー」、「架台」の3つを対象とする。「販売・建設・設置」では、発電所の建設や各設備の設置を行う企業、「維持・管理」では、発電所の維持・管理に関連する事業を展開する企業を整理する。

なお、ここでは、「住宅」用は総出力 10kW 未満で主に戸建住宅の屋根に設置される太陽光発電設備、「非住宅」用は 10kW 以上のものとする。FIT でも、総出力 10kW 未満の「住宅」用設備が余剰買取の対象となっている一方で、10kW 以上の「非住宅」用設備は全量買取の対象となっているという違いがある。買取期間にも違いがあり、前者が 10 年であるのに対し、後者は 20 年となっている。したがって、10kW で区別することが適当であるといえる。

矢野経済研究所(2013)によると、「住宅」用と「非住宅」用の市場規模は、モジュールやパネル、設置架台を含めた「太陽光発電システム」でみると、2012 年時点で、住宅用が 152 万 5,000kW、公共・産業用(非住宅用)が 164 万 5,000kW となっており、ほぼ同等である。FIT 導入により、住宅用・非住宅用ともに近年これまでより速いペースで「太陽光発電システム」市場は拡大しているが、特に非住宅用は 2011 年の 19 万 6,000kW から 2012 年は 164 万 5,000kW と 8.4 倍に急拡大している。

図表 3-9 太陽光発電システムの市場規模推移（左：住宅用、右：非住宅用）



（出所） 矢野経済研究所「太陽光発電システム市場の現状と将来展望 2013」（2013 年 8 月 30 日）より作成

住宅分野と非住宅分野では参入企業も異なっており、住宅分野は、ハウスメーカーや太陽電池モジュールメーカー等が中心となっているのに対し、非住宅分野は太陽電池モジュールメーカーに加え、ゼネコンや重電メーカー、エンジニアリング会社等が中心となっている。

中小企業の動きをみると、太陽光発電システムの住宅向け販売やメガソーラーを含めた発電所の建設・設置の分野で多くの企業が活躍している。また、太陽電池モジュール製造においても、製造装置や検査の解析等を担っている企業がみられる。さらには、独自の太陽光発電システムを構築して、EPC 業者となっている例もある。

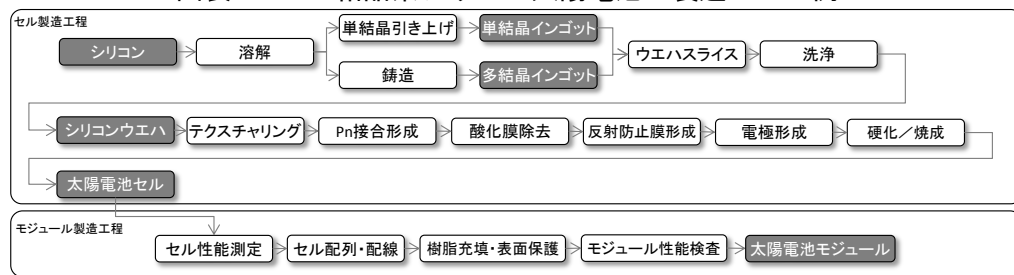
② 太陽電池モジュール製造

太陽電池モジュール製造は、シャープ、京セラ、パナソニック、東芝、サンテックパワー、三菱電機といった企業が行っている。各社のシェアは、住宅用と非住宅用で異なるため詳細は後述するが、いずれもシャープがトップシェアとなっている。

太陽電池モジュールには、シリコン系、化合物系、有機系の 3 つのタイプがあり、現在はシリコン系の結晶系モジュールが主流となっている³²。結晶系のシリコンを使用する場合は、シリコンの切削や研磨、薄いウエハへのシリコンのスライス、太陽光の反射を防ぐために表面に凹凸をつけるテクスチャリング、熱処理やセル性能の測定などを実施する必要があるため、生産工程は長く、使用される機器も多い。また、結晶系のシリコンを使用する場合は、太陽電池がセルという小さな単位に分かれているため、セルを連続させて、強化ガラスやバックシート、封止材などで固定してモジュールとする工程もある。

³² 国立国会図書館「再生可能エネルギーをめぐる科学技術政策」（2014 年 3 月）

図表 3-10 結晶系シリコン太陽電池の製造フロー例



(出所) 日本政策金融公庫総合研究所「環境・新エネルギー産業を支える中小企業の技術と新たなビジネスチャンス ～太陽電池・風力発電・電気自動車・省エネを支える環境技術の実態」より作成。

セル生産からモジュール化までの工程は、製造に必要な原材料や部品、製造装置を調達して、モジュールメーカーが一貫して行っている。そのため、太陽電池モジュール製造は、自動車のような重層的な構造ではない。とはいえ、太陽電池モジュール製造には、多様な原材料や部品等が必要であり、図表 3-11 に示すように原材料メーカーや部品メーカー、製造装置メーカー等、様々な企業がかかわっている。

図表 3-11 太陽電池モジュール製造にかかわる企業の例

分野	社名	分野	社名
ガラス関連	旭硝子	バックシート製造	リンテック
	日本板硝子		東洋紡
	日本電気硝子	ガスバリア（遮断）フィルム	三菱樹脂
コーティング材料	東ソー・エフテック	ポリイミドフィルム	宇部興産
	日本ペイント	ガス	大陽日酸
封止材	ブリジストン	ポリシリコン	住友精化
	三井化学東セロ		ステラケミファ
	シーアイ化成		Hemlock
	クラレ	ウエハスライス	トクヤマ
	大日本印刷		三和ダイヤ工販
バックシート製造	帝人デュボンフィルム	電極材	石井表記
	三菱樹脂		ナミックス
	東レ	製造装置	三和ダイヤ工販
	三菱アルミニウム		石井表記
	東洋アルミニウム		エヌ・ピー・シー
	凸版印刷	太陽電池ウエハ・セル解析	アドバンテック

(出所) シーエムシー出版「2012年版ファインケミカル年鑑」(2011年10月) などより作成。

大企業が中心となっているが、シリコンを薄いウエハに加工する過程等に参入している中小企業もある。

例えば、インタビュー調査対象企業の三和ダイヤ工販は、シリコンインゴットのブロック切断ラインの製造を行っていたところ、切削も手掛けるようになった企業であった。同社以外でも、太陽電池の前面・背面電極材の開発を行う企業や太陽電池の高効率化や生産歩留まり向上のための太陽電池ウエハ・セル解析を行う中小企業もみられる。

なお、資源エネルギー庁（省エネルギー・新エネルギー部）新たなエネルギー産業研究会（2012）によると、「製造装置メーカーによる太陽光パネル製造に関するターンキーソリューションの提供でノウハウを持たない企業でも資金力があれば、モジュール製造に参

入しやすくなった」³³とされ、太陽電池モジュール製造において製造装置メーカーの貢献は少なくないといえる。

③ 住宅分野

住宅分野は、「新築戸建市場」、「既築戸建市場」の2つに大別できる。2013年度の住宅用太陽光発電補助金交付状況をみると(図表3-12)、総設置容量で新築戸建は約48万kW、既築戸建は約83万kW、件数で新築戸建は116,098件、既築戸建で172,019件となっており、新築戸建市場の規模は、設置容量ベースで既築戸建市場の半分、件数ベースで約3分の2である。

図表 3-12 2013 年度の住宅用太陽光発電補助金交付状況

	総設置容量 (kW)	件数
新築戸建	484,129	116,098
既築戸建	827,411	172,019
合計	1,311,540	288,117

(出所) 一般社団法人太陽光発電協会 太陽光発電普及拡大センター「平成25年度 住宅用太陽光発電補助金交付決定件数」(2014年4月30日)より作成。

a) 概要

新築戸建については、太陽光発電システムの付いた戸建住宅を一般消費者が購入することになることから住宅メーカーが販売窓口であり、市場の牽引者である。一方、既築戸建については、窓口となる販売代理店等を活用して太陽電池モジュールメーカーが主導している。

b) 企画・調査

新築戸建の場合は、住宅と一体となった太陽光システムが住宅メーカーから販売されるため、企画・調査・設計を行っているといえる。一方、既築戸建の場合は、販売事業者(販売代理店)が調査・設計を実施している。

c) システム製造

太陽電池モジュールやパワーコンディショナー等の周辺機器、架台を調達し、住宅向け太陽光発電システムとして販売する企業としては、太陽電池モジュールメーカーのほか、ハウスメーカーや施工部材メーカーが挙げられる。

日本国内の太陽電池モジュールメーカーは、太陽電池モジュール製造に加えて、パワーコンディショナー等の周辺機器や架台も製造し、システムとして販売している。ハウスメーカーは、太陽電池モジュールメーカーのシステムを利用して、自社の住宅に太陽光発電システムを組み込んでいる。施工部材メーカーは、モジュールとパワーコンディショナ

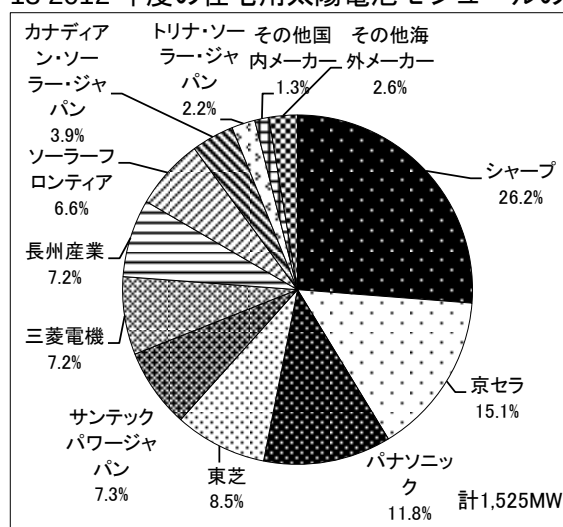
³³ 経済産業省資源エネルギー庁省エネルギー・新エネルギー部新たなエネルギー産業研究会「エネルギー新産業創造」(2012年3月)

一等の周辺機器や架台をそれぞれ独自に調達して自社でシステム化を行っている。

1) 太陽電池モジュール

矢野経済研究所(2013)によると、住宅向け太陽電池モジュールのブランド別シェアは、2012 年度では、シャープ (26.2%)、京セラ (15.1%)、パナソニック (11.8%) の順となっている。サンテックパワーージャパン(7.3%)、カナディアン・ソーラー・ジャパン(3.9%)、トリナ・ソーラー・ジャパン (2.2%) といった海外メーカーの参入もみられるが、日本企業のシェアが高い。これは、一般消費者が価格より信頼性を重視しているためといわれる。

図表 3-13 2012 年度の住宅用太陽電池モジュールの市場シェア



(出所) 矢野経済研究所「太陽光発電システム市場の現状と将来展望 2013」(2013 年 8 月 30 日) より作成。

2) パワーコンディショナー

住宅向けの太陽光発電用のパワーコンディショナーについては、太陽電池モジュールメーカーが自社ブランドとして製造している例が多い。三菱電機とパナソニックは自社で生産し、シャープは田淵電子に OEM 生産を依頼している³⁴。太陽電池モジュールメーカーのほか、太陽光発電システムを販売するシステムインテグレータもパワーコンディショナーを製造している。パワーコンディショナーを製造するシステムインテグレータの中には、海外企業もみられる。これらのメーカーのなかには OEM 生産により自社ブランドとして販売する例もみられる³⁵。

従来から、高い販売力をもつ太陽電池モジュールメーカーが特定のパワーコンディショナーメーカーと強固な供給関係を作り上げているケースがあるが、近年は仕入れ先の多様化の傾向が強まっており、海外製品を採用する事例もみられている。

コンディショナーメーカーとしては、例えばオムロンが挙げられる。同社は、自社でパ

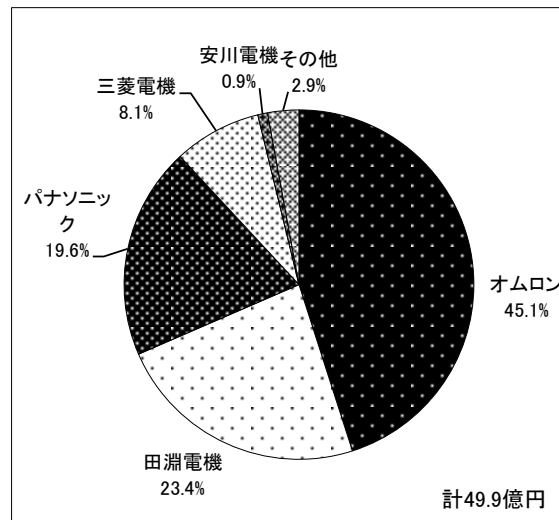
³⁴ 矢野経済研究所「新エネルギー用パワーコンディショナー市場 2013」(2013 年 4 月 5 日)

³⁵ 矢野経済研究所「新エネルギー用パワーコンディショナー市場 2013」(2013 年 4 月 5 日)

ワーコンディショナーを製造していない太陽電池モジュールメーカーへ供給行っている。
 なお、日本では10kW以下のパワーコンディショナーに対してJETによる認証制度があり、
 この認証が受けられれば国内で販売可能であり、参入しやすい市場であるといえる。

なお、2012 年度の小容量パワーコンディショナーの市場の規模は 50 億円程度であり、
 第1位オムロン（45.1%）、第2位田淵電機（23.4%）、第3位パナソニック（19.6%）等
 となっている（図表 3-14）。

図表 3-14 2012 年度の小容量パワーコンディショナー市場のシェア（見込み）



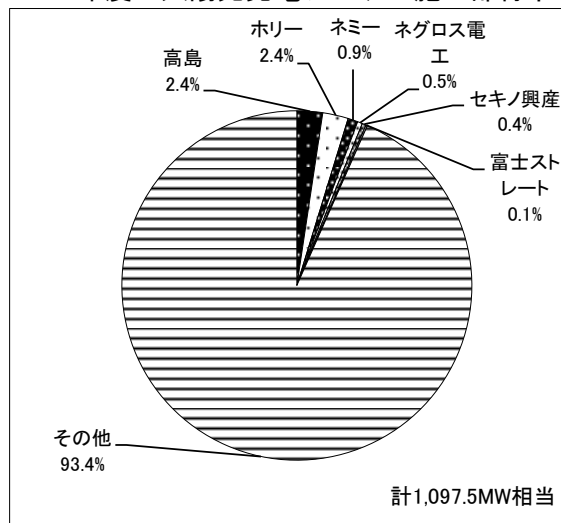
（出所） 矢野経済研究所「新エネルギー用パワーコンディショナー市場 2013」（2013 年 4 月 5 日）より作成

3) 架台

矢野経済研究所（2013）によると、架台をはじめとする太陽光発電システム施工用の部材の多くは太陽電池モジュールメーカーが自社生産を行うか、協力工場から調達しているため、独立系の施工部材メーカーのシェアは低い。

架台を製造する独立系メーカーをみると高島（2.4%）、ホリー（2.4%）、ネミー（0.9%）の順でシェアが高くなっており（図表 3-15）、この3社のうち、ホリー、ネミーは中小企業である。

図表 3-15 2011 年度の太陽光発電システム施工部材市場のシェア



(出所) 矢野経済研究所「矢野経済研究所「太陽光発電システム市場の現状と将来展望 2013」(2013 年 8 月 30 日)より作成。

これらの企業のほか、金属屋根防水メーカーが防水技術を生かして屋根一体型の太陽光パネルの取り扱いを始めるなど³⁶、屋根関連の中小企業が参入するケースがみられる。

なお、2012 年下期以降、太陽光発電システム価格に下げ止まりの傾向がみられ、太陽電池モジュールメーカーやシステムインテグレータでは、施工コストの低減によるシステム価格の低減を目指し、部品点数や工数を削減した架台システムの開発に乗り出す動きがみられている³⁷。

d) 販売・建設・設置

1) 販売

太陽光発電システムの新築戸建住宅への導入は、一部の大手住宅メーカーが先導する形で 1990 年代後半から始まったが、2011 年には積水化学工業や積水ハウスといった「大手 7 社における搭載件数」を、「大手 7 社以外の住宅メーカーの搭載件数」が上回った（図表 3-16）。近年は、大手以外の中小住宅メーカーや地方パワービルダー³⁸も搭載率が向上する傾向が見られることがこの背景として挙げられる³⁹。

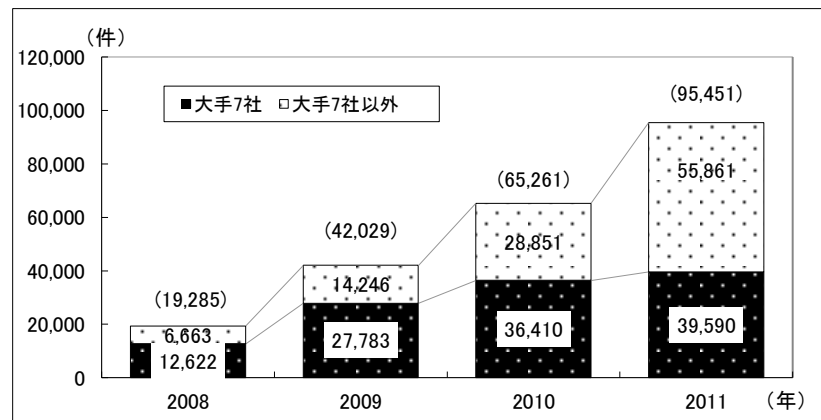
³⁶ 例えば、栄住産業とユアサ商事は屋根に載せた磁石でパネルを取り付けるという工法の販売を開始している。リフォーム産業新聞「ユアサ商事 屋根に穴をあけない太陽光の新工法登場 『雨漏りなし』、高品質施工で差別化を」(2011 年 10 月 4 日付)

³⁷ 矢野経済研究所「新エネルギー用パワーコンディショナー市場 2013」(2013 年 4 月 5 日)

³⁸ 一般には住宅一次取得者層をターゲットにした床面積 30 坪程度の土地付き一戸建住宅を 2,000～4,000 万円程度の価格で分譲する建売住宅業者のこと。

³⁹ 矢野経済研究所「国内太陽光発電システム市場に関する調査結果 2013」2013 年 09 月 24 日

図表 3-16 新築戸建住宅への太陽光発電システム搭載件数推移



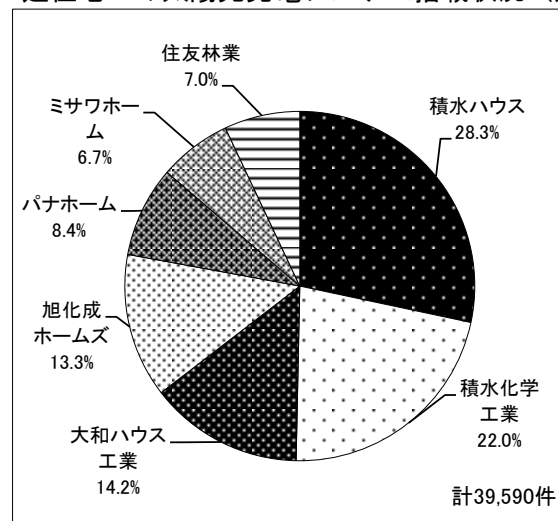
(出所) 矢野経済研究所「太陽光発電システム市場の現状と将来展望 2013」(2013年8月30日)より作成。

(注) 大手7社は、積水化学工業、積水ハウス、大和ハウス工業、旭化成ホームズ、パナホーム、ミサワホーム、住友林業。

(注) 括弧内の数字は、大手7社と大手7社以外の合計件数。

なお、大手7社については、2011年度のシェアをみると、積水ハウス(28.3%)、積水化学工業(22.0%)、大和ハウス工業(14.2%)の順となっている(図表3-17)。

図表 3-17 新築戸建住宅への太陽光発電システム搭載状況(大手7社、2011年度)



(出所) 矢野経済研究所「太陽光発電システム市場の現状と将来展望 2013」(2013年8月30日)より作成。

一方、既築住宅に関しては、太陽電池モジュールメーカーの販売代理店や特約店が販売窓口となっている。こうした販売代理店や特約店は、地域の中小企業であることが少なくない。これらに関して、「地域の個々のリフォーム会社、販売会社をグループ(フランチャイズ)化し、販売や施工の教育・研修体系を整備することで、低廉で信頼できる施工、アフターサービスを実現する動き」⁴⁰がみられている。

さらに、施工部材メーカーの中で、モジュールとパワーコンディショナー等の周辺機器や架台をそれぞれ独自に調達して自社でシステム化を行う企業が出てきている。たとえば、

⁴⁰ JPEA「PV OUTLOOK2030 改訂版」(2013年12月) <<http://www.jpea.gr.jp/pdf/pvoutlook2013-1.pdf>>

空調や産業用機器の架台の企画・製造・販売を手掛けるネミーは、日本製（ジャパンソーラーファクトリー）のモジュールのほか中国製（Runda）のモジュールも扱っている。自社製のパワーコンディショナーのほかオムロン製も扱い「エネガーデン」という家庭用太陽光発電システムを構築している。

このほか、従来から住宅設備のリフォームを手掛けていた大手家電量販店が太陽光発電の販売を強化しており、より消費者に近い場所にある窓口として、認知度・信頼性と価格競争力で市場を拡大しているといわれる⁴¹。住宅メーカーでも、リフォーム提案として太陽光発電の導入を進める動きもみられる。

2) 建設・設置

「販売」でも触れたように、建築・電気関係の施工は基本的に地域の中小企業である場合が多い。既築の場合の施工は、地域の屋根工事協力店・工務店や電気工事協力店が行っているほか、システムインテグレータによる工事もみられる⁴²。

なお、太陽光発電協会によると、太陽光発電システム販売・施工会社は全国で 5,665 社あり、全国的に分散して所在しているとされ⁴³、すでに全国で多くの企業が太陽光システムの販売・施工事業に携わっている。

e) 維持・管理

住宅用太陽光発電の維持・管理に関しては、遠隔モニタリングのシステムを同時に施工してサービスを提供するケースがみられる⁴⁴。

f) その他

オリエントコーポレーションは、住宅物件の敷地内に設置する太陽光発電システムに対する賠償責任保険と動産総合保険を販売している⁴⁵。

⁴¹ 前掲注 40

⁴² 矢野経済研究所「新エネルギー用パワーコンディショナー市場 2013」（2013 年 4 月 5 日）

⁴³ 一般社団法人太陽光発電協会「太陽光発電システムの現状と課題」新エネルギー小委員会資料（2014 年 8 月 8 日）

⁴⁴ y h 株式会社「遠隔で見守り隊」<<http://www.yokohamah.jp/taiyo33/270.html>>

⁴⁵ オリエントコーポレーション「オリコ太陽光発電システム総合補償制度のご説明」<http://www.eco-ene.co.jp/files/orico_warranty.pdf>

④ 非住宅分野

非住宅分野の太陽光発電事業は、事業収支の見込みが立ちやすく参入が容易といわれる。この背景としては、買取価格が 20 年間固定されているため、事業開始後の収入が保証されていることが挙げられる。また、風力・地熱発電と異なって、メンテナンスに高度な技術が必要ないことも挙げられる。

なお、FIT 制度開始以後、大規模な資本や広大な遊休地を持つ事業主によるメガソーラー開発が進んでいる。しかし、自社工場の屋根や遊休地などメガソーラーよりも狭いスペースに発電設備を設置しても採算が十分見込めるといわれている。

a) 概要

メガソーラーを中心に、EPC 事業者が設計、調達、建設を一手に引き受けて実施する形態が一般的である。中小企業でも、EPC 事業者として活躍している企業も見られる。太陽光発電設備の設置後は、運用と維持・管理を O&M 業者に委託することが多いといわれている。

b) 発電事業

非住宅分野の太陽光発電事業には、多様な民間企業が参入しており、中小企業で発電事業に乗り出す企業も現れている。

これまでに太陽光発電事業への参入の動きがみられる業種は、ディベロッパー、ファンド系、商社系、NPO 系、コンビニエンス業界、スーパー、家電量販店、鉄道業界、倉庫・運輸業界、協同組合・協会等である⁴⁶。例えば、オリックスでは 2014 年 4 月までにメガソーラー事業で最大出力 4 万 1,300kW、屋根設置型太陽光発電事業で最大出力 2 万 5,400kW の発電を開始した⁴⁷。また、西武鉄道・東武鉄道・JR 東日本なども相次いでメガソーラー事業に参入している。

太陽光発電は、規模によって発電効率が変化しないという特徴があり、中小企業も参入しやすいといわれる。実際に、川崎市の電気設備業「イズズ」が、NPO 法人 e デザインのサポートを得て、相模原市緑区の元残土処理場に約 1,000kW のメガソーラーを建設するなど、中小企業でも発電事業に乗り出す企業が現れている⁴⁸。

さらに、メガソーラーでは、今まで利用が許可されていなかった休耕田や耕作放棄地等の農地を利用することができるようになったことから⁴⁹、農地を持つ農家が発電事業の主体となるケースや、農家から農地を借り受けて別の事業者が発電事業を行うといったケースが見られている。

⁴⁶ 資源エネルギー庁「資料 2 最近の太陽光発電市場の動向及び前回のご指摘事項について」（2014 年 2 月 17 日）

⁴⁷ オリックス株式会社「太陽光発電事業、合計 425MW の開発に着手～66.7MW が発電開始し、目標を前倒し達成～」(2014 年 4 月 7 日) <http://www.orix.co.jp/grp/news/2014/140407_ORIXJ.html>

⁴⁸ 神奈川新聞「民間主導メガソーラーが相模原に誕生 川崎の中小企業が手掛ける」(2013 年 9 月 17 日) http://www.kanaloco.jp/article/62481/cms_id/62272

⁴⁹ 農林漁業の健全な発展と調和のとれた再生可能エネルギー電気の発電の促進に関する法律（平成 25 年法律第 81 号）

また、民間企業に加えて、自治体によるメガソーラー建設や屋根貸事業も見られる。例えば、メガソーラーでは、新潟県、群馬県、岡山県、広島県、鳥取県、前橋市、札幌市といった自治体の取り組みがみられる⁵⁰。

そのほか、メガソーラーの以外の事業として、小規模屋根を集めた戸建て住宅用の「屋根貸しビジネス」の事例も出てきた。戸建住宅所有者が自己資金で導入するのみでなく、導入資金余裕のない戸建住宅所有者に対し太陽光発電装置を提案する EC（電子商取引）サイト等の異業種の取り組み事例もみられる⁵¹。神奈川県、東京都、足利市といった自治体で動きがみられている。また、メガソーラーを設置し、設置後に投資家に売却するという BOT（Build, Operate, Transfer）ビジネスや規模の小さな太陽光発電システムを区画に分けて多数設置して分譲するというビジネスに取り組む事業者が現れている⁵²。

c) 企画・調査

太陽光発電にあたっては、先行事業の調査、土地確保に必要な検討事項と規制事項（自治体との協議、届け出）の確認、設置場所の要件確認（日照量、必要資金）、事業採算性の検討、機器の選定、所轄産業保安監督部への工事計画届け出の提出（2,000kW 以上）、電力会社との受給契約締結、電力会社との連携確認といった様々な調査・検討・手続きが必要とされる。これらを自社で行う発電事業者も存在するが、設計・調達・建設を EPC 業者や専門のコンサルティング会社に委託する事例も少なくない。太陽光発電設備の設置にあたって行う年間発電シミュレーションは、NEDO 等が公表している各地の年間日射量を使用するため、難易度は高くない。したがって、企画・調査の分野には様々なバックグラウンドを持つ企業が参入していると考えられる。

このほか、農家に代わって行政手続きの代行、仲介を行う不動産業やメーカーも現れている。太陽光発電事業で農地を利用する場合の契約や手続き等は特に複雑であるといわれ、例えば、農地転用の許可を得るには、1 年程度をかけて、定められた要件を満たした報告書を作る必要がある。仮に農家が発電事業を始めようとしても、こうした作業は、農家単体で行えるものではないため、不動産業やメーカーによる代行・仲介ビジネスにつながっている。

中小企業の参入事例としては、アルパテックが挙げられる。同社は、半導体の商社と共同で販売している営農型太陽光発電パックについて農業委員会や経済産業省などへの申請代行などを行っている。

d) システム製造

メガソーラーでは、EPC 業者が太陽電池モジュール、パワーコンディショナー、架台といったものを選定し、システム化している。EPC 業者としては、太陽電池モジュールメー

⁵⁰ 前掲注 46（資源エネルギー庁、2014 年 2 月）

⁵¹ 前掲注 40（JPEA）

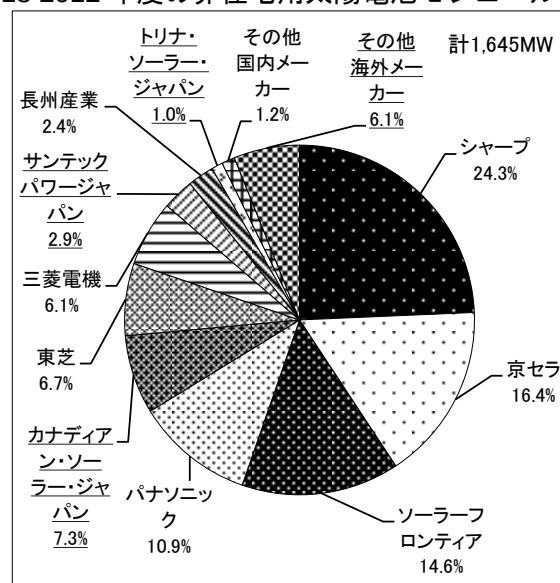
⁵² 例えば、ソーラーフロンティア（宮城県国富町に矢野産業株式会社と設置する太陽光発電所のうち、同社が発電事業者となる 2.2MW について BOT ビジネスを仕掛ける）やカナディアン・ソーラー・ジャパンが挙げられる。

カーやゼネコン、エンジニアリングメーカー、重電メーカー等が挙げられる。中小企業の中にも、LOOOP（ループ）社のように太陽光発電システムを手掛ける企業などがみられる。なお、EPC 業者は太陽電池モジュールメーカーとそれ以外に大別できることから、基本的な市場の構造は住宅分野と同じである。つまり、太陽電池モジュールメーカーが太陽電池モジュールの生産・システム化・施工を実施する一方、それ以外の EPC 業者は太陽電池モジュールやパワーコンディショナー、架台等を調達し、システム化して施工するという仕組みになっている。

1) 太陽発電モジュール

国内の容量ベースのシェアをみると、シャープ（24.3%）、京セラ（16.4%）、ソーラーフロンティア（14.6%）、パナソニック（10.9%）、カナディアン・ソーラー・ジャパン（7.3%）の順となっている（図表 3-18）。カナディアン・ソーラー・ジャパン、サンテックパワー・ジャパン等海外メーカーが全体の 17.3%であり、住宅分野より海外メーカーのシェアが高い。

図表 3-18 2012 年度の非住宅用太陽電池モジュールの市場シェア



（出所） 矢野経済研究所「太陽光発電システム市場の現状と将来展望 2013」（2013 年 8 月 30 日）より作成。

（注） 下線部が海外メーカーである。

非住宅分野では、1 案件当たりの設置量が多く、パネル 1 枚の価格差が大きな違いとなるため中国製との競争が非常に激しいことが海外メーカーのシェアが高い背景として挙げられる。海外メーカー製を利用する例としては、九電工における東芝製と韓国ハンファグループ製の太陽光パネルを利用し、期日通りに納品されそうな企業の製品を採用しているという動きが挙げられる⁵³。このように非住宅分野では、価格や納期がメーカー選定のポイントであり、信頼性が重視される住宅分野とは異なる市場環境となっている。なお、

⁵³ 日経テクノロジー「メガソーラー発電事業を成功に導く 〈第 11 回〉『2013 年度の太陽光発電所の EPC 受注額は約 600 億円に』、九電工・本松氏」
<http://techon.nikkeibp.co.jp/article/FEATURE/20140116/327704/?ST=pv&P=2>

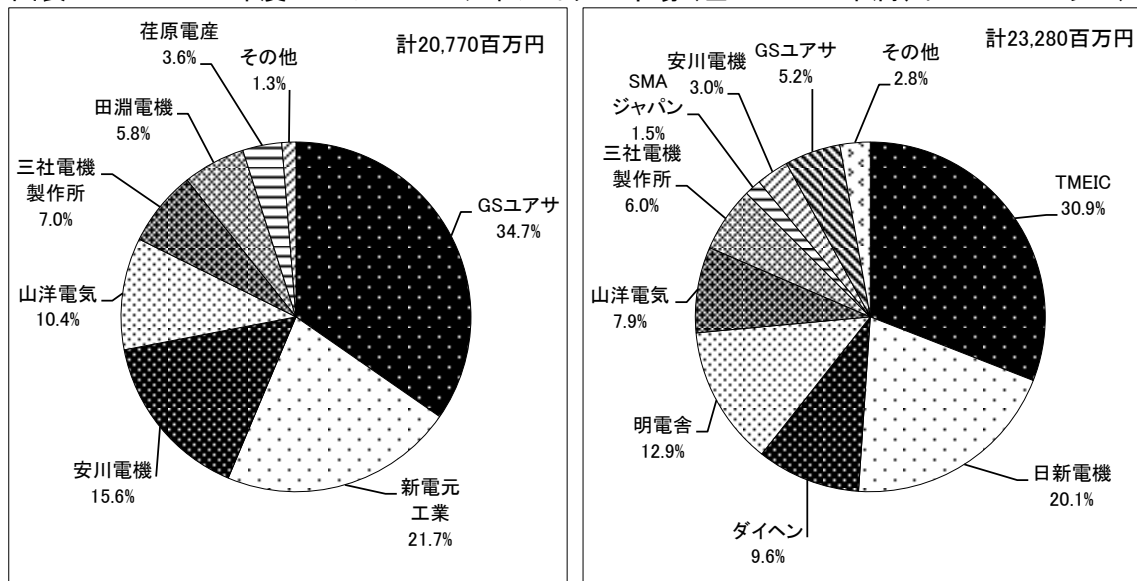
中国製の太陽光パネルの流入により、製造における利益がほとんどない状態のため、製造から撤退することを検討している企業も多いとされる。

2) パワーコンディショナー

非住宅用のパワーコンディショナーの製造には、太陽電池モジュールメーカーの参入は少ない。専門メーカーがパワーコンディショナー単体を生産して、太陽電池モジュールメーカーやシステムインテグレータ、ゼネコン等に供給するパターンが多い。こうした企業の多くは、トランスやインバーター、電源技術などを有し、システム提案からメンテナンスまで手掛ける企業もみられる⁵⁴。

専門メーカーは、出力帯 100kW 未満と 100kW 以上で大きく二分される。100kW 未満を扱うメーカーは、公共施設や工場への設置用途としてシステムインテグレータや太陽光パネルメーカーへ出荷している。一方、100kW 以上に力を入れるメーカーは、メガソーラーをターゲットとしているとされる⁵⁵。100kW 未満のパワーコンディショナー市場におけるシェアは、GS ユアサ (34.7%)、新電元工業 (21.7%)、安川電機 (15.6%) の順番となっている。一方、100kW 以上の市場では、TMEIC (30.9%)、日新電機 (20.1%)、ダイヘン (9.6%) の順番となっている (図表 3-19)。

図表 3-19 2012 年度のパワーコンディショナー市場 (左: 100kW 未満、右: 100kW 以上)



(出所) 矢野経済研究所「新エネルギー用パワーコンディショナー市場 2013」(2013 年 4 月 5 日) より作成。

3) 架台

架台については、大企業が製造しているほか、中小企業もこの分野に参入している。例えば、ネミーが、野立て用の架台システムも手掛ける。このほか、サカタ製作所のように金属屋根部品の専門メーカーが蓄積したノウハウを生かしてソーラーパネル取付金具製

⁵⁴ 矢野経済研究所「太陽光発電システム市場の現状と将来展望 2013」(2013 年 8 月 30 日)

⁵⁵ 同上

造を始めた例や⁵⁶、電力調査・設計を手掛ける中小企業が太陽光発電設備の研究を行いながらモジュール取付金具や架台システムを開発した例、スチールコンテナを扱っていた企業が太陽光架台の製造・販売に参入する例などもみられる⁵⁷。

大企業は平坦な地形への設置を目的とした架台に特化して製造しているといわれ、均一でない地形に適した架台をオーダーメイドで提供する事業に中小企業の参入余地があるといえる。日本のメガソーラーでは用地を造成して平坦にすることが多いが、欧米では地形に合わせて太陽光パネルを設置することが多いとされる。日本でも地形に合わせた設置が広まれば、ビジネスチャンスとなる可能性はある。また、架台の修理事業にも参入余地があるとみられる。

e) 販売・建設・設置

太陽光パネルの設置については、「大型の発電システムは、ゼネコンや建設会社が設置を担っており、電設関係なども大手企業の子会社が担っている」という話がインタビューでみられた。大型発電システムの設置の元請けは大企業中心であるが、ほかの建設工事と同様に、実際の作業は現地の協力会社が行っているとみられる。

シャープのケースでは、子会社であるシャープエネルギーソリューションという子会社が太陽光パネルの設置を行っている。同社は、全国の拠点で地場の施工業者を対象にトレーニングや研修を実施し、実際の施工を担ってもらっている。エスコの場合も、実際の工事は協力企業が実施している。協力企業は、上場企業のグループ会社で従業員数 200～300 名の企業から、同 20～30 名の企業もある。なお、工事は、大企業から地域の工務店まで対応できるため、激しい競争状態にあるといわれる。

f) 維持・管理

非住宅用の太陽光発電設備の維持・管理については、O&M 業者が手掛けるケースが少なくない。特に発電事業をメイン事業としない企業の場合は、O&M 業者に委託するケースが多い。太陽電池モジュールメーカーやエンジニアリング会社等が EPC 業務と O&M 業務を包括的に手掛ける形態が多いとされる。実態ベースでは、EPC を担当したエンジニアリング会社とその後の運営や維持・管理を行うケースが増加しているといわれる⁵⁸。なお、メガソーラーのような大規模な太陽光発電システムについては、近年設置が進んでいることからノウハウの蓄積が十分でなく、故障等への対応手法の標準化もなされていないといわれる。そのため、ノウハウの蓄積や対応手法の標準化の動向によっては、維持・管理サービスの形態が変化していく可能性もあることが指摘されている⁵⁹。

EPC 業者を含む O&M 業者以外でメンテナンスサービスを提供している企業としては、ビル管理会社、コピー機会社等が挙げられる。また、太陽光発電設備では、電気設備に義

⁵⁶ 株式会社サカタ製作所<<http://sakata-s.co.jp/solar/>>

⁵⁷ 前者は西日本エイテック、後者は北日本サッシ工業

⁵⁸ 矢野経済研究所「太陽光発電システム市場の現状と将来展望 2013」（2013 年 8 月 30 日）

⁵⁹ 同上

務付けられている法令点検を実施する必要がある。法令点検では資格が必要とされるため、全国規模で対応できる企業はエスコを含めて日本テクノなど数社しかないとされる。

このため、後発企業の参入余地は大きくないとみられるが、O&Mを行う企業が使用する計器や資材等の市場には比較的大きな参入余地がある。例えば、インタビューでは、計測器や除草剤といった分野が指摘された。

このほか、敷地内には高圧電流が流れており、安全のため敷地内に人の侵入を防ぐ必要があることや、太陽光パネルの盗難の防止をする必要があることから、警備の需要も発生している。

g) その他

出力 1,000kW あたりの費用が3億円程度といわれており、メガソーラーをはじめとして出力の大きな非住宅分野の太陽光発電案件は、事業費と事業収入の確保が重要である。FIT 導入によって事業性が向上したため、金融機関に融資案件を発掘する動きがみられるほか、保険会社が機器故障等による発電電力量の減少を担保する保険を販売するなどの動きがみられている。保険については、火災保険や火災保険の地震危険保障特約、施設賠償責任保険などが利用されている。これらのほか、売電収入を配当とする投資信託や発電量を予測する天候デリバティブなども登場している。

また、太陽光発電と街灯を組み合わせる「ソーラー街灯」を販売する動きもある⁶⁰。

⁶⁰ 例えば、グローバル・リンク株式会社。

(3) 市場規模の推計

① 推計方法

市場規模の推計は、図表 3-20 に示す方法に基づいて行った。なお、推計に使用した数値は「(5) 基礎データ」のとおりである。

図表 3-20 推計方法（太陽光発電）

	太陽光発電
発電事業	(FIT 対象となる導入量) 注 ¹ × (設備利用率) 注 ² × 24 × 365 × (売電価格) 注 ³
企画・調査	システム価格の 0.5% 注 ³
製造/建設・設置	(推計年度導入量) × (システム価格)
維持・管理	(前年度までの累積導入量 + 推計年度導入量 × 0.5) × (1kW あたりメンテナンスコスト)

(注 1) (FIT 対象となる導入量) = (2020 年度見込み導入量) - (FIT 開始以前の導入量)。以下同様。

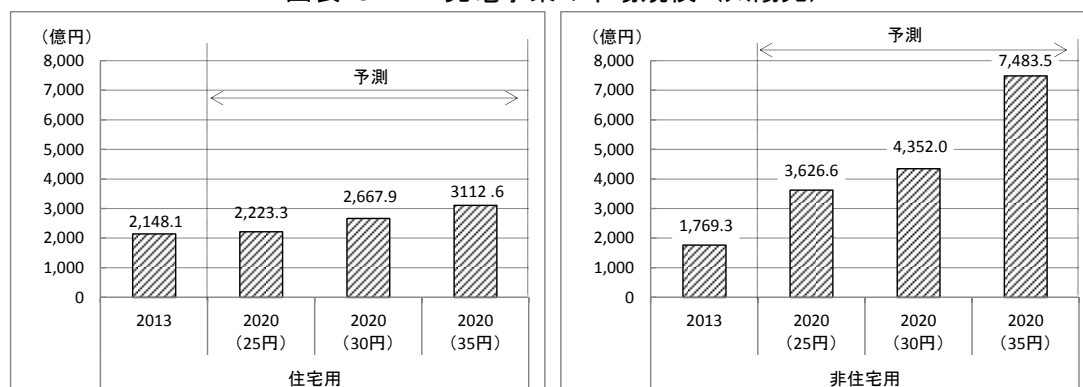
(注 2) 設備利用率は、エネルギー・環境会議コスト等検証委員会「コスト等検討委員会報告書」(2011 年 12 月)を参考に 12%とした。

(注 3) ヒアリングを元に設定。

② 推計結果

a) 発電事業

図表 3-21 発電事業の市場規模（太陽光）

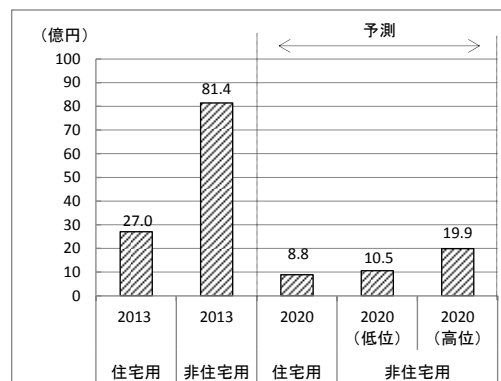


2013 年度の住宅用、非住宅用の発電事業の市場規模は、それぞれ 2,148.1 億円、1,769.3 億円となっている。一方で、2020 年度の住宅用、非住宅用の発電事業の市場規模は、平均売電価格 25 円でそれぞれ 2,223.3 億円、3,626.6 億円、平均売電価格 30 円でそれぞれ 2,667.9 億円、4,352.0 億円、平均売電価格 35 円で 3,112.6 億円、7,483.5 億円である。

住宅用は平均売電価格 35 円で 2013 年度比 44.9%増となった。これに対し、非住宅用は、平均売電価格 25 円で 104.9%、平均売電価格 30 円で 146.0%、平均売電価格 35 円で 323.0%と大幅な市場規模の拡大が見込まれる。

b) 企画・調査

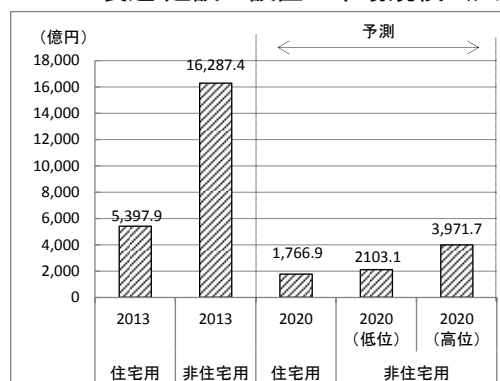
図表 3-22 企画・調査の市場規模（太陽光）



2013 年度の企画・調査の市場規模は、住宅用で 27.0 億円、非住宅用で 81.4 億円である。しかし、単年度の導入量は徐々に減少していくことが予測されているため、2020 年度の市場規模は、住宅用は 8.8 億円、非住宅用は低位ケースで 10.5 億円、高位ケースで 19.9 億円となる見込みである。

c) 製造/建設・設置

図表 3-23 製造/建設・設置の市場規模（太陽光）

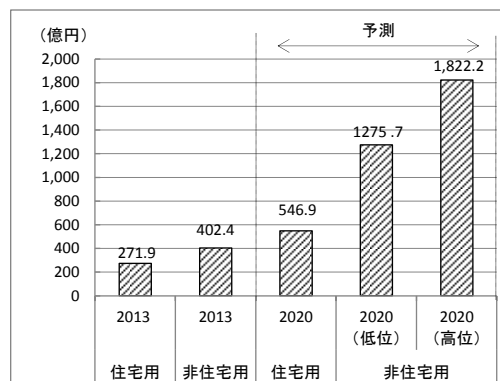


2013 年度は固定買取価格制度が開始された翌年ということもあり、導入が加速され住宅用 5,397.9 億円、非住宅用は約 1 兆 6,287.4 億円、計約 2 兆 1,685.3 億円と非常に大きな市場規模となっている。

しかし、この導入量は経年とともに下落していき、2020 年度には住宅用 1,766.9 億円、非住宅用は低位ケースで 2,103.1 億円、高位ケースでも 3,971.7 億円と、住宅用、非住宅用ともに 2020 年度には 2013 年度比 3 分の 1 以下の市場規模になる見込みである。

d) 維持・管理

図表 3-24 維持・管理の市場規模（太陽光）



住宅用の維持・管理事業の市場規模は、2013 年度は 271.9 億円、非住宅用は 402.4 億円、計 674.3 億円であった。

2020 年度には、住宅用で 546.9 億円、非住宅用で低位ケースで 1,275.7 億円、高位 1,822.2 億円となる見込みである。維持・管理は太陽光発電システムが稼働していれば需要を見込むことができるため、継続的に市場規模が拡大している。

(4) 展望と課題

① 2020 年に向けての展望

環境省（2013 年 3 月）によると、現在の固定価格買取制度に基づく買取の新規受付は、住宅では 2018 年で終了、非住宅ではシナリオによって異なるものの、2018 年～2028 年までに終了することが見込まれている。両者とも、買取価格そのものは新規受付終了時点に向けて漸次低下していくことが予想される。その結果、市場規模推計で示したように、2020 年時点の導入量は 2013 年時点と比較して大きく減少して、国内のみであれば製造／建設・設置の分野では 2013 年度比で 3 分の 1 程度の市場規模に縮小する可能性がある。

一方で、戸建で 400～410 万戸、集合住宅で 6～23 棟、工場・倉庫で 9～30 万棟、1 万 kW 規模の発電所が 1 県あたり 4～20 ヶ所弱と想定されており（いずれも（低位）～（高位））、維持・管理の分野では大きな市場が広がるとみられる。業界へのインタビューで指摘されたように、経年劣化によるケーブルの劣化や断線等の不具合の発生への対応も求められよう。また、技術の向上による置換や劣化による太陽電池モジュール大量廃棄についても指摘があった。廃棄後の太陽電池モジュールのリサイクル事業等の需要が高まってくる可能性があるといえる。

② 課題

今後の課題としては、まず法制度面での制約の緩和が挙げられる。例えば、農地に太陽光発電システムを設置する場合は、農地法による転用許可等が必要であり、許可を得る手続きが煩雑なため、設備導入を妨げているという指摘がある。

また、受け入れ側の態勢整備も課題である。2014年9月30日の新エネルギー小委員会において、北海道電力・東北電力・四国電力・九州電力の各社が再生可能エネルギーの固定価格買い取り制度に基づく契約を当面停止することを表明した。東京電力も、受け入れ容量が足りなくなる地域の出てきた群馬、栃木、茨城、千葉、山梨の各県で買取の制限を開始しており、太陽光発電設備が導入されても系統へ接続できないという事態が発生している。導入量拡大に向けて、送電設備の増強等の対策をいかに円滑に進めていくかがカギとなってくるといえよう。

(5) 基礎データ

図表 3-25 発電設備の導入等状況

(単位：万 kW)

再生可能エネルギー発電設備の種類	固定価格買取制度導入前	固定価格買取制度導入後		合計
	2012 年 6 月末までの累積導入量	2012 年度の導入量 (7 月～3 月末)	2013 年度の導入量	
太陽光（住宅）	約 470	96.9	130.7	697.6
太陽光（非住宅）	約 90	70.4	573.5	733.9

(出所) 資源エネルギー庁 Web サイト< <http://www.meti.go.jp/press/2014/06/20140617003/20140617003.html>>より作成。

図表 3-26 累積導入量

(単位：万 kW)

		2013 年度	2020 年度		
			低位	中位	高位
太陽光	住宅用	697.6	1,316	1,316	1,316
	非住宅用	733.9	1,470	1,470	2,124

(出所) 環境省「低炭素社会づくりのためのエネルギー低炭素化に向けた提言」及び(2013 年 3 月)資源エネルギー庁 Web< <http://www.meti.go.jp/press/2014/06/20140617003/20140617003.html>>サイト、各種資料より作成。

図表 3-27 単年度導入量

(単位：万 kW)

		2013 年	2020 年		
			低位	中位	高位
太陽光	住宅用	130.7	88.3	88.3	88.3
	非住宅用	573.5	105.2	105.2	198.6

(出所) 図表 3-26 と同じ。

(注) 2020 年度の単年度導入量は、環境省(2013 年 3 月)における 2020 年度見込み導入量から 2013 年度の累積導入量を減じ、経過年数で割ることで算出している。

図表 3-28 前年度までの累積導入量+推計年度導入量×0.5

(単位：万 kW)

		2013 年度	2020 年度		
			低位	中位	高位
太陽光	住宅用	632.3	1271.8	1271.8	1271.8
	非住宅用	447.2	1417.4	1417.4	2024.7

(出所) 図表 3-26 と同じ。

図表 3-29 FIT 対象導入量

(単位万 kW)

		2013 年度	2020 年度		
			低位	中位	高位
太陽光	住宅用		846	846	846
	非住宅用		1,380	1,380	2,034

(出所) 図表 3-26 と同じ。

図表 3-30 売電価格

(単位：円/kWh)

		2013 年度	2020 年度		
			低位	中位	高位
太陽光	住宅用		25	30	35
	非住宅用		25	30	35

(出所) 調達価格等算定委員会「平成 25 年度調達価格及び調達期間に関する意見」(2013)、同及び「平成 26 年度調達価格及び調達期間に関する意見」(2014)、日本地熱協会「新エネルギー小委員会資料：地熱発電の現状と課題」(2014) より作成。

図表 3-31 システム価格

(単位：万円/kW)

		2013 年	2020 年		
			低位	中位	高位
太陽光	住宅用	41.3	20	20	20
	非住宅用	28.4	20	20	20

(出所) 調達価格等算定委員会「平成 25 年度調達価格及び調達期間に関する意見」(2013)、同「平成 26 年度調達価格及び調達期間に関する意見」(2014)、環境省「低炭素社会づくりのためのエネルギー低炭素化に向けた提言」(2013 年 3 月)、日本地熱協会「新エネルギー小委員会資料：地熱発電の現状と課題」(2014) より作成。

図表 3-32 メンテナンスコスト

(単位：円/kW)

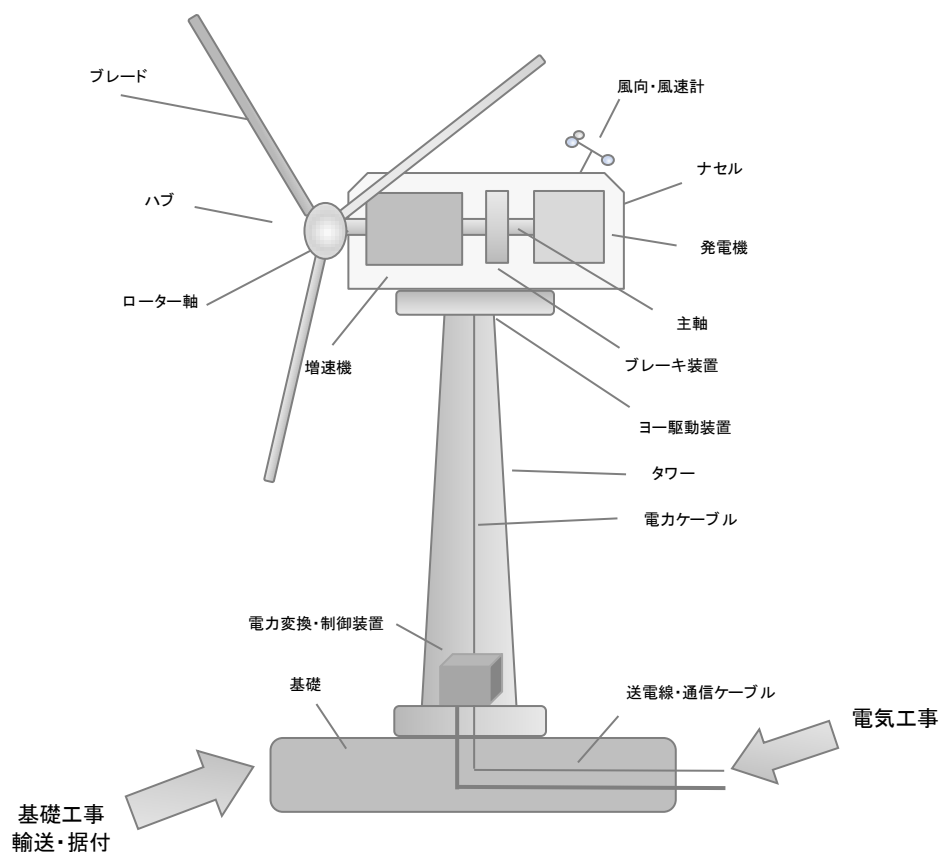
		2013 年	2020 年		
			低位	中位	高位
太陽光	住宅用	4,300	4,300	4,300	4,300
	非住宅用	9,000	9,000	9,000	9,000

(出所) 調達価格等算定委員会「平成 25 年度調達価格及び調達期間に関する意見」(2013)、同及び「平成 26 年度調達価格及び調達期間に関する意見」(2014)、日本地熱協会「新エネルギー小委員会資料：地熱発電の現状と課題」(2014) より作成。

3. 風力発電産業

第1章で述べたとおり、風力発電システムには、陸上に風車を設置する陸上風力発電と、海上に風車を設置する洋上風力発電があり、両者の構造は設置場所以外は大きく変わらない。風力発電システムのイメージを図3-33に、風力発電システムの主な構成部品の概要を図表3-34に示す。

図表 3-33 風力発電システムのイメージ図



(出所) 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「風力発電導入ガイドブック」(2008)及び一般社団法人日本産業機械工業会「風力発電関連機器産業に関する調査研究報告書」(2014年5月)より作成。

図表 3-34 風力発電システムの主な構成部品

	概要
ブレード	回転羽根
ロータ軸	ブレードの回転軸
ハブ	ブレードの付け根をロータ軸に連結する部分
増速機	ロータの回転数を発電機に必要な回転数に増速する歯車装置
発電機	回転エネルギーを電気エネルギーに変換する装置
電力変換・制御装置	直流・交流を変換する装置
ヨー・ピッチ制御装置	ロータの向きや出力を制御する装置
ブレーキ装置	台風時、点検時にロータを停止させる装置
ナセル	増速機、発電機等を収納する部分
タワー	ロータ、ナセルを支える部分
基礎	タワーを支える基礎部分

(出所) 独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構「風力発電導入ガイドブック 2008」(2008 年)より作成。

風力発電システムは、基礎の上にタワーが設置され、タワーの上にナセルとブレードが組み上げられる。ナセル内部には、増速機や発電機、ブレーキ装置、ロータ軸、主軸が収納されており、ブレードはハブによってロータ軸に連結されている。

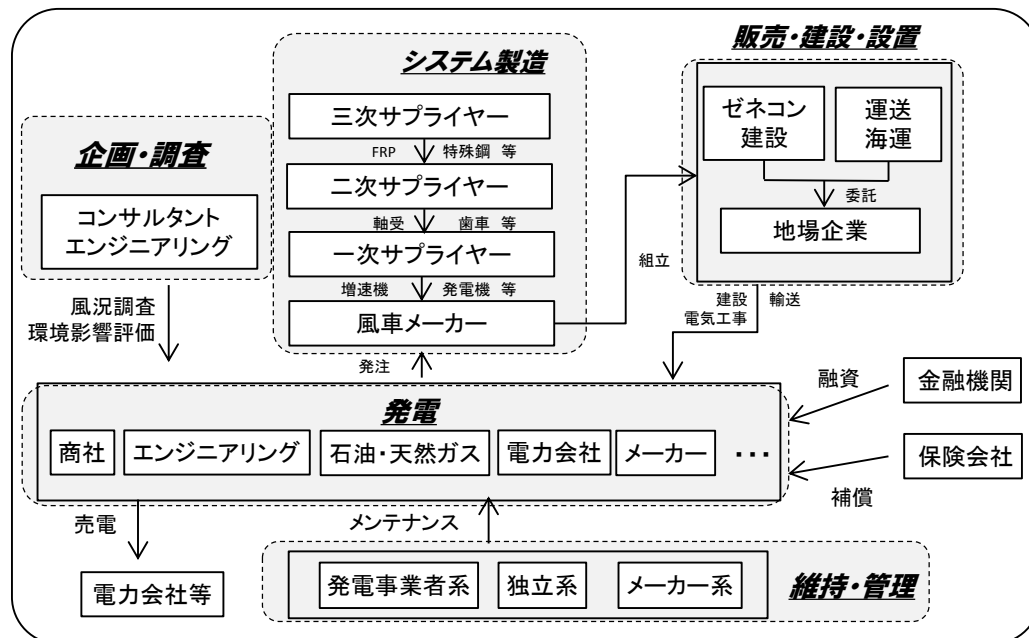
また、風向きや風速は変動するため、風力発電システムはヨー・ピッチ駆動装置により、常にブレードの回転面を風上に向け、安定した出力を挙げられる作りとなっている。

発電された電力は、タワー内部の電力ケーブルから電力変換・制御装置を通り、直流電力から配電線と同じ電圧と周波数の電力に変換され、地下に敷設されている送電線から変電所へと送られる。

（１）産業構造

風力発電産業の構造を。図表 3-35 に示した。

図表 3-35 風力発電産業の構造



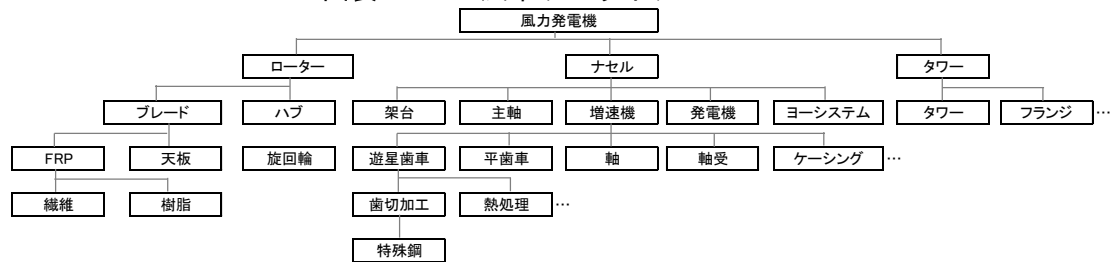
（出所）各種資料より作成。

風力発電産業は、風車の製造については、風車メーカーを頂点として、自動車産業と同様一次サプライヤー、二次サプライヤー、三次サプライヤーと体系化されたピラミッド構造のサプライチェーンとなっている。大型の風車は最終的に1万点以上に上る精密な機械部品・電気機器が、関係メーカー間のすり合わせを経て製造、組み立てられる高付加価値製品としての側面を保有している。多くの電気機器と精密な機械部品から構成される風力発電システムは、これに関連する産業において広範な裾野が形成されている⁶¹。関連する企業は、重電メーカーや部品メーカー、素材メーカー等である。

また、洋上風力発電の導入が進むと、新たに基礎製造、建設専用船、海底送電線、洋上土木工事、港湾整備などの分野が産業として発展していくものと考えられる。

⁶¹ 日本政策金融公庫総合研究所「環境・新エネルギー産業を支える中小企業の技術と新たなビジネスチャンス」（2012年3月）

図表 3-36 風車サプライチェーン



（出所） 前田太佳夫「風力発電関連機器産業の動向」（2014年6月）第2回風力発電関連産業セミナー/第78回新エネルギー講演会資料より作成。

また、風況調査や環境影響評価に関しては、専門コンサルタントやエンジニアリング会社関わっている。この実務を担っているのは地場の企業であることが少なくない。

風車の建設に関しても、道路工事や基礎工事、電気工事などの各種工事は建設会社やゼネコンが元請となり、地場の建設会社が実際の工事にあたっている。これらの構造は一般的な建設産業の構造と同一である。

維持・管理に関しては、風車は比較的故障頻度が高く、壊れたらすぐに対応できる体制を整える必要があり、地場の企業が風車のO&Mを担っていることが少なくない。

（2）主要事業者

① 概要

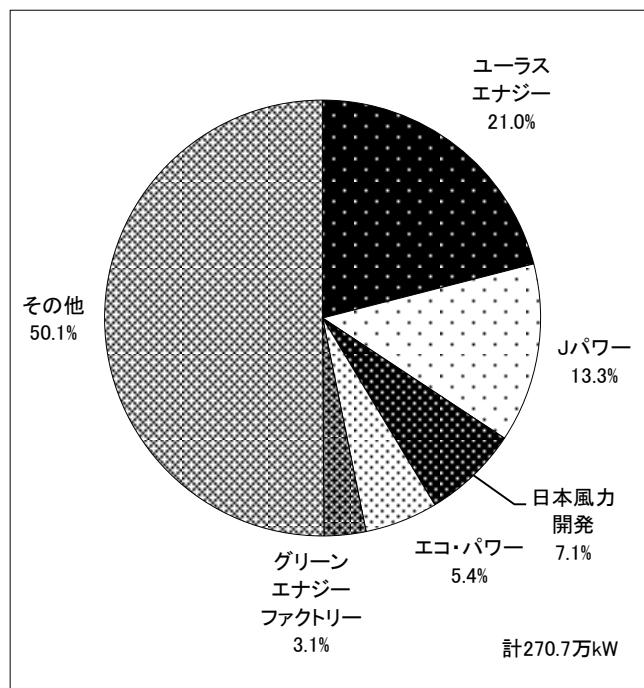
風力発電市場は、設置する場所により陸上風力、洋上風力に分けられ、さらに陸上風力は定格出力によって小型、中型、大型、洋上風力は海底に直接基礎を設置する着床式と浮体を基礎として溪流などで固定する浮体式に分けられる。

風力発電システムのうち、中型・大型風車は発電させた電力を昇圧させて、電力会社の電力網に系統連系して使用するが、小型風車は系統連系せず独立電源として使用することもある。小型風車に大企業はあまり参入しておらず、中小企業が中心的な役割を担っている。一方、大型風車は、大企業が風車メーカーとして存在し、中小企業は部品の製造や、周辺機器の製造、建設、O&Mを担っている。

洋上風力は、着床式、浮体式ともに技術的な難易度が高く、中小企業がどこまで参入できるかは未知数であるが、信頼性の高い部品を製造することにより部品の製造を担うことやO&Mを担うことが期待される。

② 発電事業者

図表 3-37 風力発電事業者シェア（国内設置済み）



（出所）日本経済新聞社編「日経業界地図 2015 年版」（2014 年 8 月）より作成。

国内に設置済みの風力発電設備 270.7 万 kW のうち、シェアの高い順に、ユーラスエナジーホールディングス 55 万 6,500kW（21.0%）、J パワー 38 万 kW（13.3%）、日本風力開発 18 万 9,000kW（7.1%）、エコ・パワー 14 万 5,800kW（5.4%）、グリーンエナジーファクトリー 8 万 3,500kW（3.1%）となっている⁶²。ユーラスエナジーホールディングスは豊田通商と東京電力の共同出資会社であり、日本風力開発も、日本製鋼所、出光興産、前田建設工業が出資している。また、エコ・パワーは株式の大半をコスモ石油が所有している。

現在、日本における一定規模以上の風力発電事業者は約 60 社であり、参入している業種は商社やエンジニアリング会社、電力会社、石油会社、メーカー等様々である⁶³。

③ 企画・調査

風力発電事業は、風力発電事業者やコンサルタント会社等が風力発電に適した土地を見つけることから始まる。そして、風況の良い建設候補地が見つかり、そこに風況を計測する高さ約 70～80m の風況ポールを建設する。

その後、1 年間風況を計測し、平均風速が 7 m/s 以上あることが明らかとなると、発電事業の採算が見込めるとして、事業実施のための許認可手続き、系統連系の申請、住民の同意書の収集や資金調達を始める。これまで風力発電は自主アセスメントや条例審査のみ

⁶² 日本経済新聞出版社編「日経業界地図 2015 年版」（2014 年 8 月）

⁶³ 日本風力発電協会「会員リスト 事業内容別一覧」<<http://jwpa.jp/list/business.html>>（2014 年 8 月 29 日アクセス）

であったが、2012 年 10 月以降環境影響評価法の適用対象となったことから、新規案件のみならず経過措置対象案件⁶⁴でも再調査並びに審査が必要となった。新規案件（出力 1 万 kW 以上）では、環境影響評価に約 4 ～ 5 年を要するとみられており、風力発電導入促進において、大きな障害となっている。

風況調査や環境影響評価の主要事業者としては、コンサルタント会社やエンジニアリング会社が参入している⁶⁵。また、中小企業の参入も見られ、地域のお産業で類似の業務をしていた企業が、地域の自治体とやり取りをする中で参入してきた事例が多い。

⁶⁴ 「風力発電のための環境影響評価マニュアル（第 2 版）」や自治体の環境影響評価条例に基づき環境アセスメント手続きを実施してきた事業。

⁶⁵ 日本風力発電協会「会員リスト 事業内容別一覧」<<http://jwpa.jp/list/business.html>>（2014 年 8 月 29 日閲覧）

④ システム製造

a) 概要

2,000kW の大型風車は部品点数が1～2万点に上るといわれており、風車産業は、風車メーカーから部品及び部品を形成する素材に至るまでサプライチェーンが構築されるという点において、自動車産業にも似た産業構造となっている⁶⁶。

風車製造業への参入は、機械系は自動車産業や建機産業、ブレード（羽根）に使用するFRP（Fiber Reinforced Plastics、繊維強化プラスチック）はヨット産業、タワーは造船産業からの参入が見られる。図表3-38が現在風力発電産業に参入する企業の例である。

図表 3-38 風車製造にかかわる企業の例

分野	社名	分野	社名
風車本体組立	三菱重工業	材料・部品	東レ
	日立製作所		三菱レイヨン
	日本製鋼所		東邦テナックス
	駒井ハルテック		クラレ
	ゼファー		日本ユピカ
	ウィンドレンズ		昭和高分子
	A-WING インターナショナル		大日本インキ
ブレード	三菱重工業		日本冷熱
	日本製鋼所		アサヒガラス
	GH クラフト		日本電気硝子
増速機	石橋製作所		三谷製作所
	三井三池		オーネックス
	セイサ	鉄鋼・鋳物	日本製鋼所
	オーネックス		日本鋳造
	ネツレン	基礎	鹿島建設
機械装置	ナブテスコ		新日鉄住金エンジニアリング
	住友重機械	浮体	戸田建設
	豊興興業		JMU
	曙ブレーキ		三井造船
	コマツ		三菱重工業
	日本ロバロ	変圧器	富士電機
軸受	日本精工		利昌工業
	ジェイテクト	電気機器	日立製作所
	NTN		三菱電機
発電機	日立製作所		東芝
	三菱電機		TMEIC
	東芝		富士電機
	富士電機		安川電気
	明電舎		明電舎
	シンフォニアテクノロジー	その他の装置	ニチボウ

（出所） 前田太佳夫「風力発電関連機器産業の動向」（2014年6月）第2回風力発電関連産業セミナー/第78回新エネルギー講演会資料などより作成。

大型風力発電設備を構成する1万点以上の部品のうち、部品サプライヤーとして中小企業が参入している。自社で所有している技術を応用して風力発電用の部品を供給している

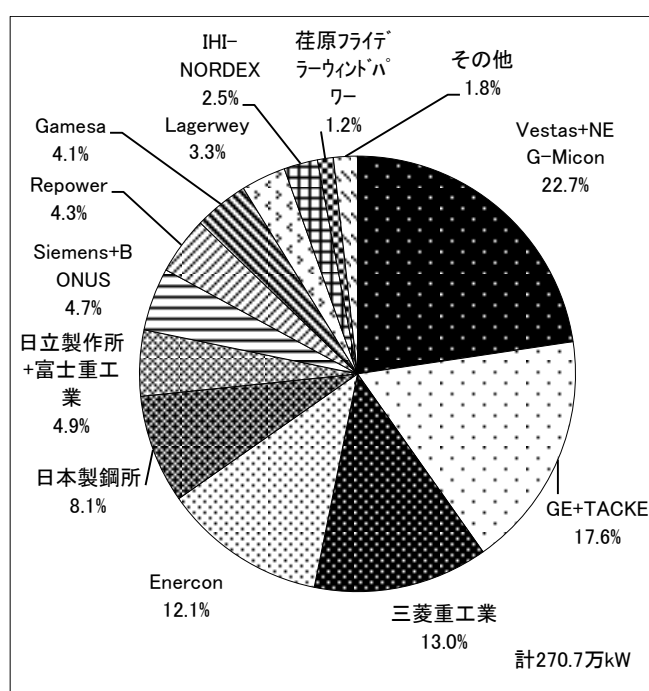
⁶⁶ みずほコーポレート銀行「産業振興の側面から見た風力発電への期待～東北振興とエネルギー政策の見直しに向けた考察～」Mizuho Industry Focus Vol.99 （2011年7月20日）

企業が多く、熱処理⁶⁷などの加工を担うケースもある。取引形態は、技術・価格コンペや委託契約など、機器・部品により様々である。自動車ほど産業が成熟していないため、参入障壁はあまり高くなく、中小企業にとってチャンスのある産業といえる⁶⁸。

世界的な風車メーカーの多くも、コスト面から部品の多くを中小企業から仕入れている。このため、異なるメーカーの風力発電機に、同じ中小企業が作った部品が使用されていることも少なくない。なお、ドイツの風力業界でも技術水準が高いとされるエネルコン（Enercon）で使用されている部品の8割は日本製といわれる。

b) 風車メーカー

図表 3-39 2013 年度末のメーカー別国内シェア（累積導入量）



（出所）一般社団法人風力発電協会 Web サイト<<http://jwpa.jp/pdf/30-12dounyuujisseki2013graph.pdf>>より作成。

大型風車は、量産組立製品であり、風車メーカーは部品メーカーから構成部品を購入し、組み立て・調整して製品として出荷する。日本の世界シェアは累積導入量で約1.2%、新規導入量では1%未満の水準となっており、他国の風車メーカーに後れを取っていることは否めない。日本国内においても累積導入量のシェアでは、三菱重工業の13.0%をトップとして、日本製鋼所が8.1%、日立製作所+富士重工業が4.9%とあまり高くない。しかし、新規に建設された風車に関しては、日本メーカーが約60%のシェアを保有している。

現在、風力発電業界では統合再編の動きが進んでおり、日本では大型風車については、三菱重工、日立製作所、日本製鋼所、駒井ハルテックの4社に絞られている。また、世界でもメーカーの統合再編が進むとともに、Siemens、Vestas&三菱重工、Gamesa&Aewvaな

⁶⁷ 例えば株式会社オーネック。

⁶⁸ 日本政策金融公庫総合研究所「環境・新エネルギー産業を支える中小企業の技術と新たなビジネスチャンス」（2012年3月）

ど風車メーカーに連携の動きが見られる。これは、洋上風力発電に取り組むには強靱な財務体質が必要であるとともに、新機種を定期的に開発する技術開発力、低コストで風車を供給できる価格競争力、海外に拡販して良好な保守を維持できる世界的な営業力が必要のためである。

大型風車のメーカーが大手企業に限定される一方で、小型風車にはウィンドレンズや A-WING インターナショナルのような中小企業が風車メーカーとして参入している。自社製造、OEM など商品ラインナップごとに製造方法は異なるが、自社製造の場合でも、製品の大部分は購入による例が多い。

現在、国内で小型風車の認証が受けられないことや FIT の認定を受けることが難しいことから、国内小型風車市場は伸び悩んでいる。日本で想定されている FIT の対象となるためには、系統連系されていることが前提となり、小型風力発電機において系統連系できるか否かが国内市場拡大のカギになるだろう。

c) 発電機

発電機は、国内メーカーでは日立製作所が世界で約 10% のシェアを保有している。日立製作所のほか、富士電機、明電舎、東芝三菱電機産業システム、安川電機などが発電機の生産を行っている⁶⁹。

風力発電機は 2000 年前後まではかご型誘導発電機が主流であったが、1,000kW から始まり、2,000kW、3,000kW 規模の風車が開発されると、出力変動抑制などの要求から二次巻線型誘導発電機や同期発電機に主流が移行している。現在では、コイルを永久磁石に置き換えた発電機を使用するものも出ており、風車の大型化に伴って、永久磁石同期機の普及が進むと見込まれている。風力発電機用の永久磁石の開発には、TDK、信越化学、日鉱日石金属といった化学メーカー、非鉄金属の企業が取り組んでいる。

図表 3-40 に示したものが発電機の種類と特徴である。

⁶⁹ 一般社団法人日本産業機械工業会「風力発電関連機器産業に関する調査研究報告書」（2014 年 5 月）

図表 3-40 発電機の種類と特徴

発電方式	長所	短所	価格	運用効率
かご型誘導機	・ 安価 ・ 構造が簡素、軽量 ・ メンテナンス性	・ ギアのメンテナンスが必要 ・ 一定速のため効率が良くない	◎	△
二次巻線型誘導機	・ 同期機より安価 ・ 範囲は広くないが可変速が可能	・ ギアのメンテナンスが必要 ・ ブラシのメンテナンスが必要 ・ 可変速範囲が狭く、運用効率で同期機に劣る	○	○
同期機	・ ギアのメンテナンス不要 ・ 広い可変速範囲	・ 高価 ・ ブラシのメンテナンスが必要 ・ 大形	△	○
永久磁石同期機	・ ギアのメンテナンス不要 ・ 広い可変速範囲 ・ 高効率 ・ メンテナンス性	・ 高価 ・ 大形	△	◎

(出所) 真下明秀「風車発電機の動向」(2014年6月)第2回風力発電関連産業セミナー/第78回新エネルギー講演会資料より作成。

これらの発電機は精密部品を中心に国内調達を基本としており、海外調達する部品は限定的である。一般社団法人日本産業機械工業会が実施したアンケートによると、発電機メーカーのうち、部品購入している企業は5社中3社。部品を海外から輸入している企業は5社中2社であるが、2社とも輸入比率は30%を超えていない⁷⁰。一方で販売は主に海外で行っている。

d) ブレード

ブレードとは、風を受ける羽根のことであり、風車メーカーが基本的に製造を担う⁷¹。軽量で高強度が得られるように、皮と骨だけの中空構造になっており、性能、経済性、強度、騒音のバランスを考慮して3枚翼が現在の主流となっている。素材は、特性の異なるガラス繊維布を組み合わせ、鋳型内に堆積して樹脂で固めて成型した軽量高強度のガラス繊維強化プラスチック（GFRP：Glass Fiber Reinforced Plastic）が一般的に使用される。

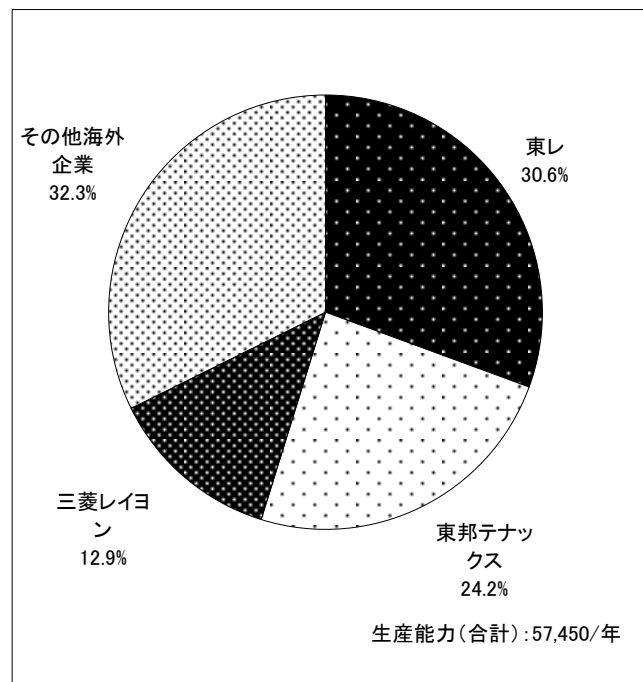
しかし、今後洋上風車向けにブレードが長大化するのに伴い、ガラス繊維より軽くて強い炭素繊維が風車に採用されていくことが見込まれている。すでにベスタス（Vestas）やガメサ（Gamesa）、一部の洋上風車で炭素繊維を素材としたブレードが使用され始めている。

炭素繊維は日本発の技術であり、世界市場に占める日本企業製品のシェアは非常に高く、東レ（30.6%）、東邦テナックス（24.2%）、三菱レイヨン（12.9）の3社で約70%を占めている。これから炭素繊維の活用が進むと日本企業にとってチャンスが大きい。

⁷⁰ 一般社団法人日本産業機械工業会「風力発電関連機器産業に関する調査研究報告書」（2014年5月）

⁷¹ 同上

図表 3-41 炭素繊維の生産能力



(出所) 経済産業省製造産業局繊維課 産業技術環境局研究開発課「革新炭素繊維基盤技術開発の概要について」
(2014年3月)より作成。

(原出所) 日本化学繊維協会「繊維ハンドブック 2013」

ガラス繊維と比較して炭素繊維は強度が高く、比重が軽いというメリットがある。ただし、ガラス繊維材に比べて7～10倍と価格が高いため、風車ブレードの仕様に合わせたコストダウンが必要となる。こうしたことから、2013年、東レは低価格の炭素繊維を強みとして風力発電関連向けに実績のあった米繊維メーカーのゾルテックを買収した。

図表 3-42 炭素繊維を採用する得失：ガラス繊維との比較

	引張強度	疲労強度	圧縮強度	比重	剛性	価格
炭素繊維	約1.3倍	約2倍	同程度	約2/5	約4倍	7～10倍

(出所) 上田悦紀「風車ブレードの大型化への対応」(2014年6月)第2回風力発電関連産業セミナー/第78回新エネルギー講演会資料より作成。

e) 歯車機械装置

歯車を主な部品として使用する機械装置には、増速器やヨー・ピッチ駆動装置が該当する。増速機は毎分15回程度のブレードの回転を、発電機の定格回転数である1,500回転/分または1,800回転/分に増速させるためのギアボックスのことである。ただし、ブレードで発電機を直接駆動するダイレクトドライブ方式ではギアボックスを必要としない。一方、ヨー・ピッチ駆動装置は、ロータの向きを風向きに追従させることや風車の出力を制御する装置のことである。

欧州と比較し、日本は風速・風向の変動が激しい場所が多く、また、台風等の影響を受

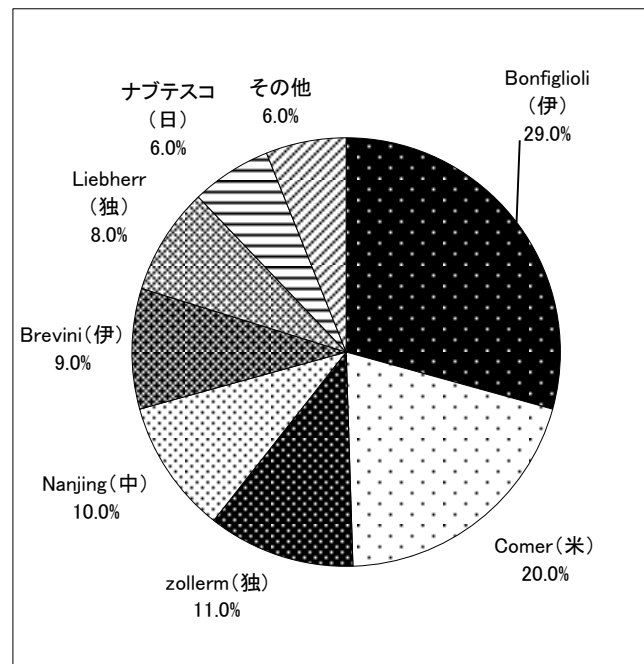
けやすい。そのため、繰り返し荷重を受けることになる駆動部分は、早期の損傷につながる可能性がある。特に海外の製品は日本の厳しい風況に適合せず、故障頻度が高いと言われている⁷²。増速機は故障が発生する頻度は低いが、重量が大きく停止期間・補修交換費用が大きい。一方、ヨー・ピッチ駆動装置は故障が発生する頻度が高く、海外製は部品の調達などに時間がかかり費用が増大する可能性がある。

増速機は、国内では石橋製作所等が製造している。調査事例の石橋製作所は、技術力を発揮して世界市場で競争力を持つ事例の1つである。

ヨー・ピッチ制御装置は、ナブテスコや住友重機⁷³等が製造している。

これらの歯車機械装置は欧米企業が主流となっており、近年では、中国メーカーも台頭してきている。例えば、ヨー・ピッチ駆動装置のシェアは、欧米の企業が中心となっており、国内メーカーはナブテスコがシェア 6%を占めるにとどまっている。

図表 3-43 ヨー・ピッチ駆動装置メーカーの市場シェア



(出所) 堀重雄「風車用増速機、ヨー・ピッチ駆動装置の動向」(2014年6月)第2回風力発電関連産業セミナー/第78回新エネルギー講演会資料より作成。

(原出所) American Gear Manufacturers Association

f) 軸受

風車において軸受は、主軸や増速機、発電機、ヨー・ピッチ制御装置等、多くの部品に組み込まれている。風車が回転系の製造物であるため、軸受は常に稼働し続ける消耗品であり、リプレイスやメンテナンスが必要となる。

総合ベアリングメーカーは寡占が進んでおり、世界でも10社程度しかない。その中で

⁷² 一般社団法人日本産業機械工業会「風力発電関連機器産業に関する調査研究報告書」(2014年5月)

⁷³ 経済産業省資源エネルギー庁省エネルギー・新エネルギー部新たなエネルギー産業研究会「エネルギー新産業創造」日経BP社

も自動車産業で競争力を発揮している国内軸受メーカー 3 社（日本精工、NTN、ジェイテクト）は、風車用軸受でも競争力があり、世界で計 30%程度のシェアを保有している。

今後、風車の大型化や洋上展開が進むにつれ、現状よりさらに大型直径やより高品質の軸受が要求されるようになると、高度な技術力を有する国内の軸受メーカーの世界市場での地位は高まるものと考えられる。

軸受メーカーの部品調達に関しては、一般社団法人日本産業機械工業会のアンケートによると、風力発電関連機器向け軸受の売上高全体（319 億円程度）の 35%程度が国内生産であり、国内生産の 95%程度が海外向け出荷と推定されている⁷⁴。風車の大型化にともない軸受を大型化すると、全工程を 1 つの企業で製造することは難しくなるため、小回りの利く外注業者との取引が不可欠となる。風力発電は品質と信頼性が重視されるため、しっかりとした検査体制やデータの記録を確立することができれば、中小企業にも部品サプライヤーとして進出のチャンスがある。

また、大手部品メーカーも、現在リプレイスやメンテナンスなど継続して売上が見込める分野への進出を検討している状況であり、中小企業がメーカーと共同で風力発電のメンテナンス事業に参入していくことが考えられる。

g) その他

ロータやナセルを支える土台であるタワーは、風車全体のコストの 30%を占める⁷⁵。タワーのメーカーは韓国や中国の企業が多い。タワーメーカーは鋼材やフランジを自給したり、発電機メーカーから供給を受けたりしてタワーを製造する。ウィンチやラダーも風車メーカーから供給を受けて、製作工場で設置されて出荷されることが多い⁷⁶。国内立地の場合、ボルトは大臣認定が必要であり、風車が日本メーカー製であるか海外メーカー製であるかを問わず、ボルトは日本メーカー製となる⁷⁷。

また、風力発電の問題点として落雷が挙げられる。風車の大型化は発電効率が良く技術的には理に適っているが、地上高が高くなるため、落雷の可能性が高くなる。風車の心臓部である電気系統に雷による電流が流れると故障の原因となるため、雷害装置が必要となる。事例企業の A 社は、避雷器の製造に強みに風力発電業界に参入している。

ニチボウのように火災発生リスクが高い箇所を部分的に防護する局所消火設備を提供する中小企業もある。

⑤ 販売・建設・設置

販売は、小型風車であれば、太陽光発電のようにメーカーの販売代理店や特約店が販売窓口を担うケースが存在するが、多くの場合、EPC 業者が設計や建設等の一環として販売サービスを提供する。

⁷⁴ 一般社団法人日本産業機械工業会「風力発電関連機器産業に関する調査研究報告書」（2014 年 5 月）

⁷⁵ 同上

⁷⁶ 同上

⁷⁷ 三菱総合研究所「平成 23 年度中小企業支援調査（風車発電関連産業の産業構造分析に係る調査研究）報告書」（2012 年 3 月）

建設は、風車本体の建設はもちろんのこと、最寄りの港からブレードやナセルを輸送するための道路整備や風車建設のための土台の建設を行う必要があり、風車の建設需要は大きい。

輸送は日本通運などの運送会社や海運会社、土台の建設はゼネコンが元請となり、地域の中小企業が担うことが少なくない。風車の建設には電設工事が必要となるため、電気工事業者なども関わっている。まれに風車建設のメインコントラクターをディベロッパー自身が担うこともあるが、ゼネコンが中心となるのが一般的である。

⑥ 維持・管理

風力発電機は高速回転体であり、工作機械などとは違い自然風を動力として稼働することから、発電機やブレードに作用する荷重や回転数が常に変動する。このため、安全かつ継続的に運用するには定期的な管理・メンテナンスが必要となる。風力発電設備は、小さなトラブルで緊急停止し、大きな事故による損害を未然に防止するシステムとなっている。ゆえに、原因不明の故障も多く、修理に手間がかかる場合が少なくない。故障が発生した場合、逸失収益・修理費用が発生するため、操業中の大きなリスクとなる。特に日本は、乱気流、落雷、台風等が多く、故障が発生するリスクが高い。

風車のメンテナンスには、風車設置の初期費用の約 3%が毎年必要になるといわれており、定期的な需要が見込める。特に FIT の開始を受けて太陽光発電事業に参入していた企業が、立地場所の飽和などの要因により風力発電事業に進出し始めている。こうした自社で技術をもたない企業にとってメンテナンスは大きな課題となることから、メンテナンス業界は今後も伸びていくものと考えられる。

メンテナンスについては、主に設置者が実施する日常点検とメーカー・設置業者が実施する定期点検がある。定期点検はメーカー各社によって異なるが、一般的には 1 年点検、3 年点検などの期間で行われている。

メンテナンスは、「風力発電事業者が独自に実施するケース」、「メンテナンス専門会社に委託するケース」、「風車メーカーが実施するケース」の 3 つに大別される⁷⁸。

独自に風車のメンテナンス部門を所有している大手の風力発電事業者は、ユーラスエナジーホールディングス、J-Wind サービス（電源開発）、イオスエンジニアリング&サービス（日本風力開発）等が挙げられる。

メンテナンス専門会社は、中小企業であることが少なくない。第 2 章でみたように、北拓や特殊高所技術といったメンテナンス会社は、独立系の中小企業として、高い技術で風車メンテナンス業界のリーディングカンパニーとなっている。

風車メーカー自身もメンテナンスを実施している。具体的には、三菱重工業、日立製作所、日本製鋼所、ヴェスタスウインドテクノロジージャパン、日立パワーソリューションズ（Enercon）、GE 等である。また、石橋製作所のように部品メーカーがメンテナンスを実施するケースもある。

⁷⁸ 一般社団法人日本産業機械工業会「風力発電関連機器産業に関する調査研究報告書」（2014 年 5 月）

⑦ その他

風力発電事業は、落雷や台風等で風車が破損するリスクが高く保険に入ることが必要不可欠である。三井住友海上火災保険や損保ジャパンは、風力発電設備の破損等に対してだけでなく、メンテナンス事業に対しても保険を設けている。

また、風力発電事業は初期投資が巨額であることから、金融機関からの融資を受けることが風力発電事業者にとって欠かせない。特に洋上風力発電事業などは一つのサイトで兆円単位の金額が動くこともあるという。このため、大規模な資本を持つ事業者しか手掛けることができない領域となっている。

(3) 市場規模の推計

① 推計方法

市場規模は、図表 3-44 に示す方法に基づいて推計を行った。なお、推計に使用した数値は「(5) 基礎データ」のとおりである。

図表 3-44 推計方法（風力発電）

	風力発電
発電事業	$(\text{FIT 対象となる導入量}) \times (\text{設備利用率})^{\text{注1}} \times 24 \times 365 \times (\text{売電価格})^{\text{注2}}$
企画・調査 ^{注3}	陸上風力発電：システム価格の 3% 洋上風力発電：システム価格の 1.6%
製造/建設・設置	$(\text{推計年度導入量}) \times (\text{システム価格})$
維持・管理	$(\text{前年度までの累積導入量} + \text{推計年度導入量} \times 0.5) \times (\text{1kW あたりメンテナンスコスト})$

(注1) 設備利用率は、エネルギー・環境会議コスト等検証委員会「コスト等検討委員会報告書」(2011 年 12 月)を参考に陸上風力発電は 20%、洋上風力発電は 30%とした。

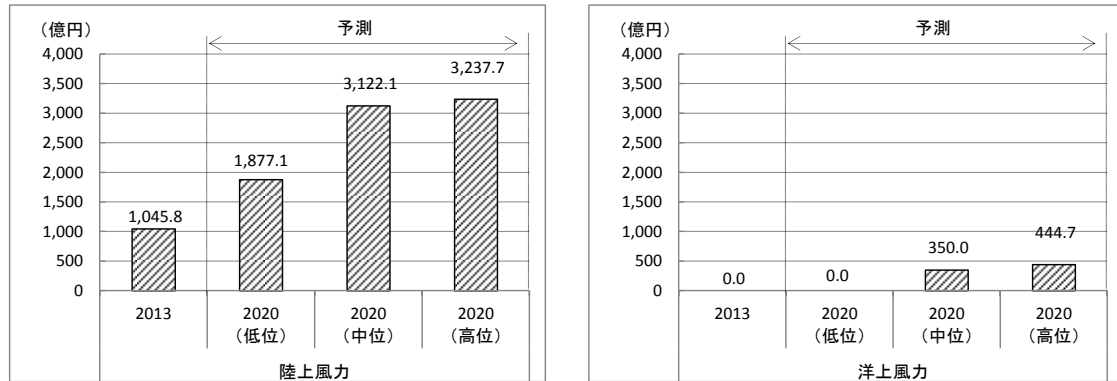
(注2) 陸上風力発電、洋上風力発電ともにコストの低減があまり見込まれていないことから、2020 年の売電価格は、2014 年度の FIT 価格と同一とした。

(注3) 一般社団法人日本産業機械工業会「風力発電関連産業に関する調査研究報告書」(2013 年 5 月)を参考に設定。

② 推計結果

a) 発電事業

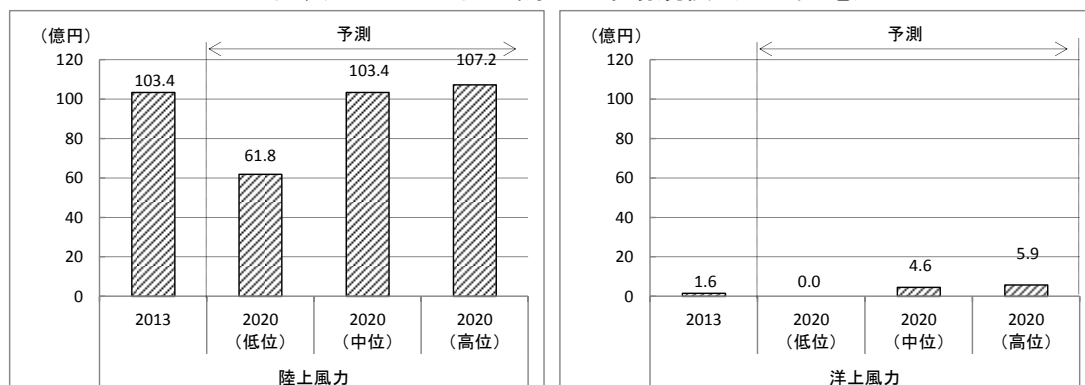
図表 3-45 発電事業の市場規模（風力発電）



陸上風力は 2013 年度の 1,045.8 億円から 2020 年度には 1,877.1 億円～約 3,237.7 億円に増加する見込みである。また、洋上風力は、コストの削減や利害関係の調整などどこまで普及が進むかが不明であり、0.0 億円～約 445 億円と実用化が全く進まないケースも想定される。

b) 企画・調査

図表 3-46 企画・調査の市場規模（風力発電）



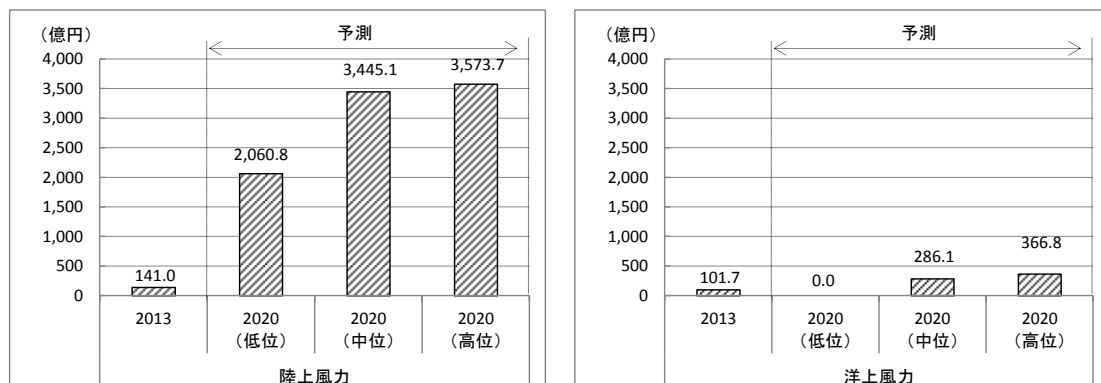
2013 年度の企画調査の市場規模は、陸上風力、洋上風力それぞれ 103.4 億円⁷⁹、1.6 億円と推計される。

これから風車の建設が進めば、陸上風力では、61.8 億円～107.2 億円の市場規模となることが見込まれる。一方で、洋上風力は 0.0 億円～5.9 億円の市場規模にとどまる。

⁷⁹ 日本では、企画調査は、運転開始の約 5 年前から実施されるため、2013 年度の市場規模は 2018 年度の単年度導入量の数値（中位値）を使用して推計している。2018 年度の単年度導入量の計算方法は、後述する図表 3-51 の 2020 年度単年度導入量に同じ。

c) 製造/建設・設置

図表 3-47 製造/建設・設置の市場規模（風力発電）

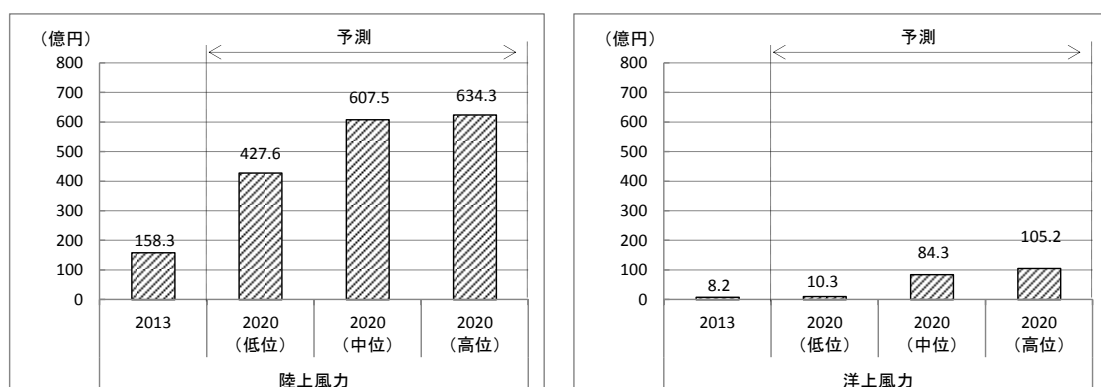


2013年度の陸上風力、洋上風力の製造/建設・設置の市場規模は、それぞれ141.0億円、101.7億円となっている。一方で、2020年度の陸上風力、洋上風力の製造/建設・設置の市場規模は、それぞれ2,060.8億円～3573.7億円、0.0億円～366.8億円と見込まれる。

特に陸上風力は、低位ケースでも2013年度比1,361.6%増、高位ケースであれば2,434.5%増と大幅な市場規模の拡大が見込まれる。一方で、洋上風車は2013年度比260.7%増となる見込みである。

d) 維持・管理

図表 3-48 維持・管理の市場規模（風力発電）



陸上風力の維持・管理事業の市場規模は、2013年度は158.3億円、洋上風力は8.2億円、計166.5億円であった。

2020年度には、陸上風力で427.6億円～634.3億円、洋上風力で10.3億円～105.2億円となる見込みである。

(4) 展望と課題

① 2020 年に向けての展望

環境省（2013 年 3 月）では、風力発電については 2020 年までの固定価格買取制度の新規受付終了は想定していない。したがって、導入へのインセンティブが継続して働く。

現在、風力発電設備の導入が停滞していることもあり、2020 年時点では、陸上風力で導入量は現在の 14～24 倍程度が予想され、建設前の工程である企画・調査も、製造／建設・設置の市場は大きく膨らむとみられる。また、維持・管理の分野でも現在の 3 倍～4 倍程度まで市場が拡大するとみられる。一方、洋上風力は製造／建設・設置で 3～4 倍程度、維持・管理で 1.3～13 倍程度となると予想される。

現在でも風車を修理できる企業が少ないといわれることから、将来に向けて風車の修理業務に対応できる人材や企業が求められてくる。また、風力発電の方向性として、「陸上」から「洋上」へという流れがある。洋上風力については、コスト低減のために 1 基あたりの発電量を増やしていく必要があるため、大型化や信頼性向上にむけた技術開発が進むとみられる。

なお、世界の風力発電設備に使用されている部品には日本製も少なくない。世界の風力発電市場の拡大に合わせて、日本の部品メーカーを中心にビジネスチャンスが拡大することも考えられる。

② 課題

システムそのものの課題としては、洋上風力発電にむけた大型化と信頼性向上が挙げられよう。建設・設置においては、洋上風力では設置船の数を増やすことと洋上風車の製作や施工が可能な港湾の整備が挙げられる。港湾については、現在の港湾では地耐力が十分でない可能性が指摘されている。

維持・管理面では、風車の修理に対応できる人材や企業を育成していくことが挙げられよう。人材育成には、1 基あたり 100 万円程度のトレーニング費用がかかるといわれており、どのように効率的に人材を育成していくかが課題である。

また、受け入れ容量の確保など、太陽光発電同様、受け入れ側の態勢整備も課題となっている。

(5) 基礎データ

図表 3-49 発電設備の導入等状況

(単位：万 kW)

再生可能エネルギー発電設備の種類	固定価格買取制度導入前	固定価格買取制度導入後		合計
	2012 年 6 月末までの累積導入量	2012 年度の導入量 (7 月～3 月末)	2013 年度の導入量	
風力	約 260	6.3	4.7	271.0

(出所) 資源エネルギー庁 Web サイト< <http://www.meti.go.jp/press/2014/06/20140617003/20140617003.html>>より作成。

図表 3-50 累積導入量

(単位：万 kW)

		2013 年度	2020 年度		
			低位	中位	高位
風力	陸上	266.1	747	1,070	1,100
	洋上	4.6	4.6 ^{注1}	40 ^{注2}	50

(出所) 環境省「低炭素社会づくりのためのエネルギー低炭素化に向けた提言」及び(2013 年 3 月) 資源エネルギー庁 Web< <http://www.meti.go.jp/press/2014/06/20140617003/20140617003.html>>サイト、各種資料より作成

(注 1) 環境省(2013 年 3 月)では、2020 年度の低位の数値は 3 万 kW となっているが、2013 年度新規に洋上風車が設立されたため、どれに合わせ 4.6 万 kW とした。

(注 2) 洋上の数値は、着床式と浮体式を足し合わせた数値。現在浮体式のコストは調達価格算定委員会でも、技術実証の成果により事業化を具体的に検討することが可能になった段階で改めて整理とされており、市場規模の根拠となるべき数値が明らかではない。今回の市場規模推計では洋上は全て浮体式と見なした。

図表 3-51 単年度導入量

(単位：万 kW)

		2013 年	2020 年		
			低位	中位	高位
風力	陸上	4.7	68.7	114.8	119.1
	洋上	1.8	0.0	5.1	6.5

(出所) 図表 3-50 と同じ。

(注) 2020 年度の単年度導入量は、環境省(2013 年 3 月)における 2020 年度見込み導入量から 2013 年度の累積導入量を減じ、経過年数で割ることで算出している。

図表 3-52 前年度までの累積導入量+推計年度導入量×0.5

(単位：万 kW)

		2013 年度	2020 年度		
			低位	中位	高位
風力	陸上	263.8	712.7	1012.6	1040.4
	洋上	3.7	4.6	37.5	46.8

(出所) 図表 3-50 と同じ。

図表 3-53 FIT 対象導入量

(単位万 kW)

		2013 年度	2020 年度		
			低位	中位	高位
風力	陸上		487	810	840
	洋上		0	37	47

(出所) 図表 3-50 と同じ。

図表 3-54 売電価格

(単位：円/kWh)

		2013 年度	2020 年度		
			低位	中位	高位
風力	陸上		22	22	22
	洋上		36	36	36

(出所) 調達価格等算定委員会「平成 25 年度調達価格及び調達期間に関する意見」(2013)、同及び「平成 26 年度調達価格及び調達期間に関する意見」(2014)、日本地熱協会「新エネルギー小委員会資料：地熱発電の現状と課題」(2014)より作成。

(注) 2013 年度は資源エネルギー庁公表の実績値を使用。

図表 3-55 システム価格

(単位：万円/kW)

		2013 年	2020 年		
			低位	中位	高位
風力	陸上	30	30	30	30
	洋上	56.5	56.5	56.5	56.5

(出所) 調達価格等算定委員会「平成 25 年度調達価格及び調達期間に関する意見」(2013)、同「平成 26 年度調達価格及び調達期間に関する意見」(2014)、環境省「低炭素社会づくりのためのエネルギー低炭素化に向けた提言」(2013 年 3 月)、日本地熱協会「新エネルギー小委員会資料：地熱発電の現状と課題」(2014)より作成。

(注) 洋上風力のシステム価格は、「平成 26 年度調達価格及び調達期間に関する意見」におけるコスト試算オプションである「比較的條件が良い海域において、国内外で商用化実績を有する相対的に安価な基礎構造を想定するケース」のコスト 54～59 万円/kW の中位値を使用。

図表 3-56 メンテナンスコスト

(単位：円/kW)

		2013 年	2020 年		
			低位	中位	高位
風力	陸上	6,000	6,000	6,000	6,000
	洋上	22,500	22,500	22,500	22,500

(出所) 調達価格等算定委員会「平成 25 年度調達価格及び調達期間に関する意見」(2013)、同及び「平成 26 年度調達価格及び調達期間に関する意見」(2014)、日本地熱協会「新エネルギー小委員会資料：地熱発電の現状と課題」(2014)より作成。

(注) 洋上風力のメンテナンスコストは、「平成 26 年度調達価格及び調達期間に関する意見」におけるコスト試算オプションである「比較的條件が良い海域において、国内外で商用化実績を有する相対的に安価な基礎構造を想定するケース」のコスト 1.5 万円～3.0 万円/kW の中位値を使用。

4. 地熱発電産業

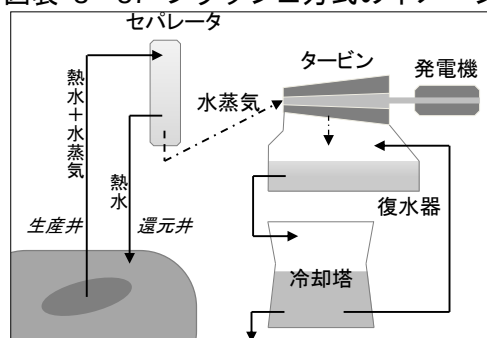
地熱発電は、第1章で述べたように世界第3位の2,300万kWの資源量がありながら、導入は51.5万kWに留まっている「未活用」ともいえる発電方式である。

2012年のFIT制度導入や国立・国定公園内における地熱開発規制の緩和⁸⁰等を受けて注目が集まっており、中小企業が手掛けるバイナリー方式を利用した温泉発電から、大規模な地熱発電所まで各地で発電設備の設置や設置に向けた調査が行われている。

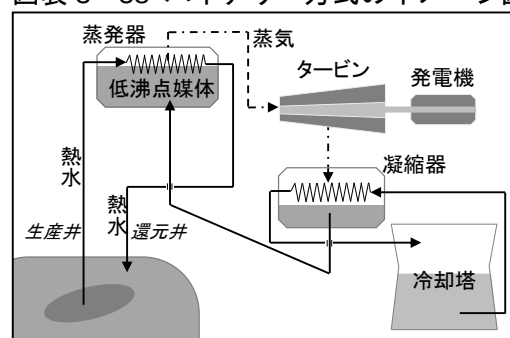
国内における地熱発電所は、フラッシュ方式とバイナリー方式の2つに大別される。フラッシュ方式は、地下から取り出した200～350℃程度の熱水と水蒸気をセパレータ（気水分離機）で分離し、水蒸気を利用してタービンを回す発電方式である（図表3-57）。これまでに導入された大規模な発電所の大半でこの方式が採用されている。

バイナリー方式は、80～120℃程度の熱水や水蒸気を利用する場合に利用され、温度が比較的低いため、熱水や水蒸気を利用してアンモニア等の低沸点媒体を加熱してタービンを回す発電方式である。高温の熱水や水蒸気を必要としないため、温泉を利用した発電において用いられることが多い（図表3-58）。

図表 3-57 フラッシュ方式のイメージ図



図表 3-58 バイナリー方式のイメージ図



（出所） 新エネルギー・産業技術総合開発機構「第7章 地熱発電」『NEDO 再生可能エネルギー技術白書』2013, pp.3-4. <<http://www.nedo.go.jp/content/100544822.pdf>>より作成。

地熱開発をめぐるこれまでの推移を振り返ると、1970年から1996年頃にかけての設備容量が増加したのち、15年程度の停滞期があった（図表3-59）。1970年代以降は「石油代替政策（サンシャイン計画）」によって地熱開発が活発化し、1996年までに現在とほぼ同程度の50万kWの設備容量が導入された。しかし、これ以降、石油価格の安定化や日本のエネルギー政策の転換等の影響や、発電コスト・自然公園法の規制・温泉事業者の反対といった問題のため、新設は1ヶ所のみであった。

2011年3月までに設置された地熱発電所をみると（図表3-59）、これまでの地熱発電は大企業が中心となって進めてきたといえる。なお、現在、温泉発電での利用に注目が集まっているバイナリー方式を利用した発電所は、八丁原発電所1ヶ所しかない。

⁸⁰ 環境省「国立・国定公園内における地熱開発の取扱いについて」2012.3.27, p.3.
<http://www.env.go.jp/press/file_view.php?serial=19556&hou_id=15019>

図表 3-59 日本の地熱発電所(2011 年 3 月末時点)

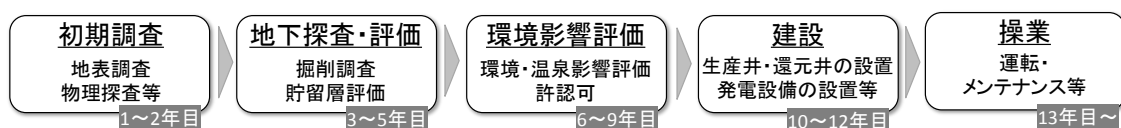
用途	発電所名 (都道府県名)	発電部門	蒸気供給部門	認可 出力 (kW)	発電 方式	運転開始 年月
事業用	森 (北海道)	北海道電力 (株)	北海道電力 (株)	50,000	DF	1982.11
	澄川 (秋田)	東北電力 (株)	三菱マテリアル (株)	50,000	SF	1995.03
	松川 (岩手)	東北水力地熱 (株)	東北水力地熱 (株)	23,500	DS	1966.10
	葛根田 (岩手)	東北電力 (株)	東北水力地熱 (株)	50,000 30,000	SF SF	1978.05 1996.03
	上の岱 (秋田)	東北電力 (株)	東北水力地熱 (株)	28,800	SF	1994.03
	鬼首 (宮城)	電源開発 (株)	電源開発 (株)	15,000	SF	1975.03
	柳津西山 (福島)	東北電力 (株)	奥会津地熱 (株)	65,000	SF	1995.05
	八丈島 (東京)	東京電力 (株)	東京電力 (株)	3,300	SF	1999.03
	天岳 (大分)	九州電力 (株)	九州電力 (株)	12,500	SF	1967.08
	八丁原 (大分)	九州電力 (株)	九州電力 (株)	55,000 55,000 2,000	DF DF B	1977.06 1990.06 2006.04
	滝上 (大分)	九州電力 (株)	出光大分地熱 (株)	27,500	SF	1996.11
	大霧 (鹿児島)	九州電力 (株)	日鉄鹿児島地熱 (株)	30,000	SF	1996.03
	山川 (鹿児島)	九州電力 (株)	九州電力 (株)	30,000	SF	1995.03
	大沼 (秋田)	三菱マテリアル (株)	三菱マテリアル (株)	9,500	SF	1974.06
	杉乃井 (大分)	(株) 杉乃井ホテル	(株) 杉乃井ホテル	1,900	SF	2006.04
自家用	九重 (大分)	(合) 九重観光ホテル	(合) 九重観光ホテル	990	SF	1998.04
	霧島国際ホテル (大分)	大和紡観光 (株)	大和紡観光 (株)	100	SF	2010.11
	合計			540,090		

(出所) 一般社団法人 火力原子力発電技術協会「地熱発電の現状と動向 2012 年」(2013 年) より作成。

(注) 発電方式における記号は次のとおり。DF:ダブルフラッシュ SF:シングルフラッシュ DS:ドライスチーム B:バイナリー。

なお、これまでの地熱発電開発が大企業を中心に推移した背景として、地下資源開発に必要な専門技術者を抱えることが中小企業には難しいことや、小規模な地熱発電では事業性が低かったこと、大規模な地熱発電では調査から操業まで 10 年以上かかること (図表 3-60) などため、資金面でのハードルが高かったことが挙げられる。

図表 3-60 地熱発電 (地熱資源開発) の流れ



(出所) 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構「地熱 ―地域・自然度の共生に向けて」より作成。

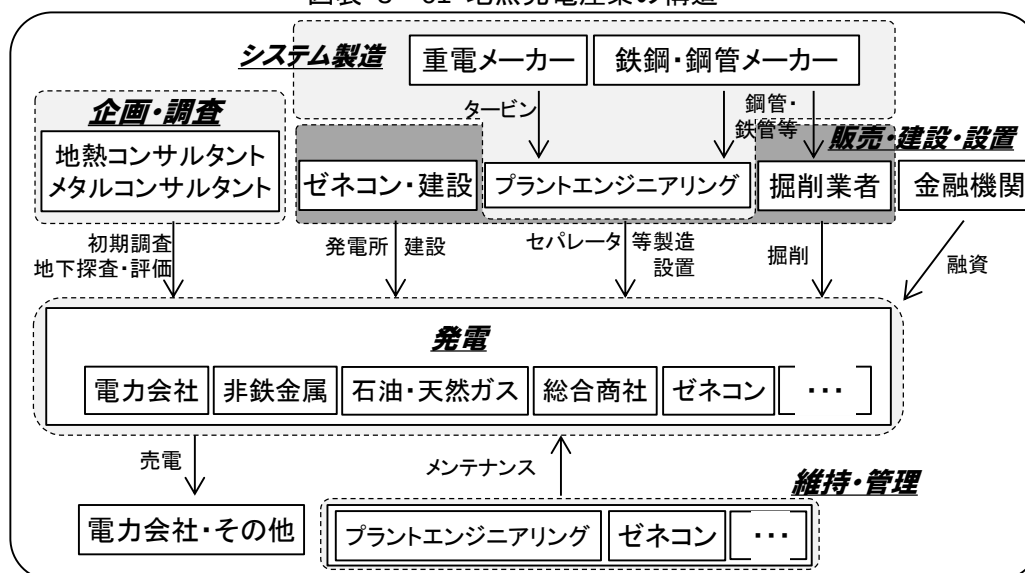
こうした経緯から、中小企業による温泉発電開発は近年新たに生まれてきた動きであるといえる。このため、地熱発電事業は、大企業が開発するような大規模な事業と近年中小企業が扱っている温泉発電のような比較的小規模な事業に大きく分けることができる。

（１）産業構造

地熱発電産業は、発電事業者を中心に初期調査や地下探査・評価を行う地熱コンサルタントやメタルコンサルタント、発電所建設を行うゼネコンや建設会社、セパレータの製造や配管等の設置を行うプラントエンジニアリング、生産井・還元井の掘削を行う掘削業者、融資を行う金融機関、売電先の電力会社等、発電所のメンテナンスを行う事業者といった企業で構成されている（図表 3-61）。

これまで電力会社が主な発電事業者であったが、FIT 導入以降、これまで地熱発電事業向けに部品提供を行っていた企業などさまざまな企業が発電事業者となるべく地熱調査を開始している。したがって、今後は、発電事業者の事業領域によって、発電所建設や配管等の設置など垂直統合に似た形が出てくるとみられる。なお、海外では日本の重電メーカーが発電所設置まで行うケースも出てきている。

図表 3-61 地熱発電産業の構造



（出所） 各種資料、インタビュー調査結果より作成。

地熱発電は、蒸気でタービンを回すという点において火力発電に類似しており、基本的な産業の構造は火力発電と同様であるといわれる。

（２）主要事業者

ここでは、太陽光発電や風力発電と同様に地熱発電に関わる主要事業者を「発電事業者」、「企画・調査」、「システム製造」、「販売・建設・設置」、「維持・管理」に分けて記述する。「企画・調査」では、初期調査、地下探査・評価、環境アセスメントを手掛ける企業を対象とする。「システム製造」では、発電所の各設備の製造を行う企業を設備の種類に従って「タービン」、「輸送管・セパレータ」、「その他」の3つに分けて扱う。「建設・設置」では、発電所の建設や各設備の設置、生産井・還元井の掘削を行う企業を整理する。「維持・管理」では、発電所の維持・管理に関連する事業を展開する企業を示す。

① 概要

地熱発電は地下資源開発の技術が必要となることもあり、大規模な発電事業については発電、企画・調査、システム製造、建設・設置、維持・管理それぞれで大企業ならびに大企業の子会社を中心となっている。一方、小規模な発電事業については、中小企業が発電事業者として参入するケースやタービンを製造するケースがみられる。このほか、温度計測といった分野やシステム関連部品の製造、建設関連の分野で中小企業の活躍がみられる。

② 発電事業者

FIT 制度の導入により採算が見込める価格水準となったことから、三菱マテリアル、三井金属、日鉄鉱業、DOWA ホールディングス、出光興産、石油資源開発、日本重化学工業、九州電力、東北電力、東京電力、北海道電力、電源開発といった従来の地熱発電のディベロッパーが大型の地熱発電調査・開発を再開しているほか、JFE や東芝のようなこれまで部品提供等を行っていた企業の参入もみられる⁸¹。さらに、王子製紙や丸紅のように、別分野から参入する動きもみられる（図表 3-62）。なお、現在、複数の大規模地熱発電所のプロジェクトが始動しているが、2020 年度までに発電所が稼働予定であるのは、秋田県湯沢市の湯沢地熱発電所のみである。

温泉発電については、JFE エンジニアリングやオリックスのような大企業に加え、中小企業も発電事業として参入する動きがみられる。例えば、インタビュー対象先である中央電力ふるさと熱電は、熊本県小国の地熱発電所で温泉事業者で構成される「わいた会」から業務委託をうけ、資源調査や発電設備の建設、メンテナンス等の初期費用の負担やオペレーションコストを負担すること、地元にとって事業リスクのない発電事業を行っている。このほか、温泉地で給湯を行っていた企業が温泉発電に乗り出すケースや、源泉管理組合が温泉発電を目指して調査を開始すると事例がみられる。温泉事業者が地熱発電に関わる場合、温泉事業者が自ら発電主体となり地熱発電を手掛ける場合と、地熱コンサルティング等を手掛ける企業が温泉発電の事業主体となり温泉事業者から井戸を借りるなどして、土地の貸借料等を支払うものの2ケースがある。温泉事業者が自ら地熱発電を手掛けた場合、FIT 制度により7～8年程度で費用が回収できる計算となるため、温泉事業者は自ら発電事業を手掛ける傾向にあるといわれる。

発電事業者は、電力小売が自由化されていることから、必ずしも電力会社へ電気を販売するわけではなく、自身で小売まで一貫して手掛けている事例もみられている。

なお、以前は米国のユニオンオイルほか1社が日本で地熱発電事業を行っていたものの、採算の悪さから撤退しており、地熱発電事業者は全て国内事業者となっている。

⁸¹ 日本地熱協会インタビュー結果

図表 3-62 現在調査中・建設中の主な地熱発電所案件

No.	地域	事業実施者
1	北海道釧路市（阿寒地域）	石油資源開発株式会社
2	北海道新得町（トムラウシ周辺）	電源開発株式会社
3	北海道標津郡標津町（武佐岳地域）	石油資源開発株式会社、三菱マテリアル株式会社、三菱ガス化学株式会社
4	北海道奥尻町（奥尻地域）	奥尻町ほか
5	北海道足寄郡足寄町（足寄町地域）	エスエスコンサル株式会社
6	北海道上川郡上川町（上川地域）	丸紅株式会社
7	北海道上川郡美瑛町（美瑛山林）	王子製紙株式会社、株式会社大林組
8	北海道札幌市（豊羽地域）	JX 日鉱日石金属株式会社、豊羽鉱山株式会社
9	北海道余市郡赤井川村（阿女罫（あめます）岳地域）	出光興産株式会社、国際石油開発帝石株式会社、三井石油開発株式会社
10	北海道虻田郡洞爺湖町（洞爺湖温泉地域）	洞爺湖温泉利用協同組合
11	北海道函館市（南茅部地域）	オリックス株式会社
12	青森県下北郡風間浦村（下風呂地域）	オリックス株式会社
13	青森県弘前市（岩木山嶽地域）	青森県弘前市
14	青森県青森市（八甲田北西地域）	川崎重工業株式会社、東日本旅客鉄道株式会社、株式会社大林組
15	岩手県八幡平市（安比地域）	三菱マテリアル
16	岩手県八幡平市（松尾八幡平地域）	岩手地熱株式会社、日本重化学工業株式会社
17	岩手県岩手郡雫石町（網張地域）	地熱エンジニアリング株式会社、雫石町
18	岩手県盛岡市（つなぎ温泉地域）	つなぎ源泉管理有限会社
19	秋田県湯沢市（山葵沢地域）	湯沢地熱株式会社（電源開発株式会社、三菱マテリアル株式会社、三菱ガス化学株式会社）
20	秋田県湯沢市（小安地域）	出光興産株式会社、国際石油開発帝石株式会社、三井石油開発株式会社
21	秋田県湯沢市（木地山・下の岱地域）	東北水力地熱株式会社
22	福島県耶麻郡磐梯町猪苗代町、北塩原村（磐梯地域）	出光興産株式会社、石油資源開発株式会社、三菱マテリアル株式会社、国際石油開発帝石株式会社、三井石油開発株式会社、住友商事株式会社、三菱商事株式会社、三菱ガス化学株式会社、地熱技術開発株式会社、日本重化学工業株式会社
23	福島県福島市（吾妻・安達太良地域）	同上
24	福島県福島市（土湯地域）	つちゆ温泉エナジー株式会社
25	富山県黒部市（宇奈月温泉地域）	ジオエナジー株式会社、大高建設株式会社
26	富山県富山市（立山山麓地域）	大山観光開発株式会社
27	静岡県賀茂郡南伊豆町（下賀茂地域）	南伊豆町
28	大分県玖珠郡九重町（菅原地域）	西日本環境エネルギー株式会社
29	大分県玖珠郡九重町（小平谷地域）	浦安電設株式会社、株式会社水分のさと
30	大分県玖珠郡九重町（野矢地域）	株式会社タカフジ
31	大分県由布市、竹田市及び玖珠郡九重町（平治岳北部地域）	九州電力株式会社
32	熊本県阿蘇郡小国町（石松農園（小国地域））	有限会社石松農園
33	鹿児島県霧島市（白水越地域）	日鉄鉱業株式会社

（出所） 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構「平成 25 年度『地熱資源開発調査事業費助成交付事業』の採択結果について」(2013 年 12 月 13 日) <http://www.jogmec.go.jp/news/release/content/300121464.pdf>、同「『平成 26 年度地熱資源開発調査事業費助成金交付事業』に係る公募結果について」(2014 年 7 月 25 日) <<http://www.jogmec.go.jp/news/bid/content/300188497.pdf>>、同「地熱発電事業 2 案件に対し初めての債務保証を実施」(2014 年 3 月 27 日) <http://www.jogmec.go.jp/news/release/news_10_000090.html>、王子ホールディングス株式会社「社有林における地熱発電共同調査実施について」(2012 年 6 月 12 日) <<http://www.ojiholdings.co.jp/news/2012/120612-2.html>>、資源エネルギー庁省エネルギー・新エネルギー部「平成 25 年度調達価格検討用基礎資料」第 8 回 調達価格等算定委員会 (2013 年 1 月 21 日) p.28. <http://www.meti.go.jp/committee/shotatsu_kakaku/pdf/008_02_00.pdf>、資源エネルギー庁「地熱資源開発について」pp.5-6 <http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/energy/shigenjuyou_kaihatsu_wg/001_01_04a.pdf>、共同通信「北海道奥尻町に地熱発電 買い取り制度で離島初」(2013 年 6 月 8 日付)、日本経済新聞「J パワー、国立公園内で地熱発電の調査 北海道・大雪山」(2013 年 6 月 3 日付) <http://www.nikkei.com/article/DGXNASDD030FX_T00C13A6TJ2000/>

③ 企画・調査

ここでは、初期調査、地下探査・評価、環境アセスメントに関するプレイヤーを整理する。

初期調査、地下探査・評価は、主に4つの調査に大きく分けられる（図表 3-63）。地表調査と物理探査が初期調査に該当する。地表調査は、踏査や岩石のサンプル分析を通して有望な熱源を調べるものであり、物理探査は重力や電磁場を測定し、密度や比抵抗の不連続な分布として表れる断層を探すものである。初期調査によって地熱貯留槽とみられるターゲットを選定したのち、地下探査・評価（掘削調査と貯留槽評価）に移行する。掘削調査では、坑井と呼ばれる井戸を掘削して地熱貯留槽の存在を確認する。掘削調査で地熱貯留槽が確認されると、当該貯留槽の評価を行う。まず、数カ月蒸気を噴出させ続ける噴出試験を行い、安定した蒸気を得られることを確認し、これまでの調査で得られたデータを利用してシミュレーションを行い、当該貯留槽にあった出力規模を決定することになる。

図表 3-63 地表調査、地下探査・評価における主な調査

項目	内容
地表調査	調査地域の踏査、岩石サンプルの分析を通して、火山の分布や噴火の年代・規模等から、有望な熱源を探索する。地熱兆候や断層・断裂の分布等から地熱貯留槽を探索する
物理探査	調査地域内に配置された測定点での重力、電磁場等の測定と測定データの解析処理をおこなうことで密度や比抵抗の不連続な分布となって表れる断層を探索する。熱水変質によって形成され、周囲よりも小さな比抵抗を示すキャップロックを探索する
掘削調査	地表調査に基づいてターゲットが選定されると、リグと呼ばれる装置を使用してターゲットに向けて坑井と呼ばれる井戸を掘削する。掘削された構成の中にはワイヤーでつるした測定器を降下し、温度や圧力等を測定する検層が実施される。温度が200℃以上あり、高い透水性を持つ地層や割れ目が見つければ、地熱貯留槽を掘り当てたといえる
貯留槽評価	掘削調査によって地熱貯留槽が確認されると噴出試験を行う。最大数カ月間の蒸気を連続的に噴出させ、安定して生産できる蒸気量を確認する。さらに、これまで得られた全ての情報を手掛かりに地下の透水性や温度・圧力の分布、水の流れをモデル化し、それをコンピューターによってシミュレーションで再現する。これにより、様々な出力の発電所を建設した際の地熱貯留槽の温度・圧力の変化を予測し、最適な出力を決定する

（出所） ヒアリングを元に作成。

企画・調査段階に携わる企業は、掘削技術を有している企業が中心であり、地熱開発業者である非鉄金属や石油・天然ガスを扱う企業の子会社であることが少なくない。大手建設業者がコンサルタントとして国立公園の景観保全用のシミュレータを開発する動きがみられるほか、中小企業では、温度計測技術を生かして坑井での温度測定に携わる企業⁸²や温泉発電導入に向けた事前調査を手掛ける企業⁸³などがみられる。小型の地熱発電では、インタビュー調査を実施したエディットのような地熱コンサルティング会社が有望地点の選定・発電所規模の決定・事業性評価・井戸掘削といった事業を手掛ける動きがみられる。

⁸² 例えば、有限会社ワイケー技研<<http://www.ykgiken.co.jp/jirei/>>

⁸³ 例えば、株式会社地域計画建築研究所は、兵庫県から湯村温泉の薬師湯にバイナリー発電設備を導入するための事前調査を受託（兵庫県「湯村温泉における湧出度等調査業務-報告書-」（2013年3月）、兵庫県「湯村温泉におけるバイナリー発電基本設計業務-報告書-」（2013年3月））

④ システム製造（部品等）

ここでは、発電所の各設備の製造を行う企業について、設備の種類に従って「タービン」、「輸送管・セパレータ」、「その他」の3つにわけて整理する。

a) タービン

大規模な地熱発電のタービンについては、三菱重工、東芝、富士電機、川崎重工業といった企業が製造している。このうち、三菱重工、東芝、富士電機の3社で2010年までの累計で世界シェアの70%程度を占めている。各社とも海外での地熱発電所におけるタービン製造を請け負っているほか、地熱発電所そのものの建設も行っている。なお、2007年～2010年における地熱タービンの輸出状況をみると、富士電機 5,517kW、三菱重工 3,633kW、東芝 336kW となっている。

小規模な地熱発電のうち、バイナリー発電については、設備容量ベースで三菱重工業（49.9%）、東芝（45.8%）、川崎重工業（3.0%）のシェアとなっている。FIT 制度開始後、バイナリー発電用のタービンの製造に参入する企業が大企業を中心に増えている。例えば、神戸製鋼所や IHI、第一実業、アルバック理工等の企業が異なる出力のタービンを自社で参入している。自社技術で参入する企業がある一方で、JFE エンジニアリングは、米国オーマット社とバイナリー発電設備の業務協定を締結し、250kW～15,000kW まで幅広い出力のタービンを扱っている⁸⁴。このほか、バイナリー発電装置の実証実験中の企業もある⁸⁵。中小企業では、ターボブレードが2012年4月から温泉水と蒸気を利用した小型地熱発電機の実験を開始し、2014年7月には出力試験を行っている⁸⁶。

b) 輸送管・セパレータ

輸送管やセパレータの製造については、JFE エンジニアリングや新日鉄住金エンジニアリングがこの分野を独占しているといわれる。このうち、新日鉄住金エンジニアリングは、現在稼働中の国内地熱発電所17ヶ所のうち9ヶ所に蒸気生産設備と蒸気輸送パイプラインの納入実績を有している⁸⁷。

これに関連して、伊藤忠丸紅テクノスチール、エヌケーシムレス鋼管、大同特殊鋼、極東製作所、第一熱処理工業、ティクス TSK といった企業が、地上の輸送管やボーリング掘削のための鉄管の納品を行っている。このうち、大同特殊鋼や極東製作所、第一熱処理工業、ティクス TSK は、地上配管用やボーリング・掘削用のバルブ、ビットを製造している。

⁸⁴ 大里和己「バイナリー発電システムの技術開発動向」技術総合誌オーム 第101巻 第1号（2012年1月12日）

⁸⁵ アネスト岩田株式会社 Web サイト <http://www.anest-iwata.co.jp/compressor/binary/binary.html>（2014年8月28日閲覧）

⁸⁶ 林正基（ターボブレード社長）「湯けむり発電実用発電所1号機の発電出力試験」流体機械・解析エンジニアリング<http://tblade.blog.ocn.ne.jp/blog/2014/07/post_cec1.html>; 情報機構『再生可能エネルギー発電設備の小型・産業用途を中心とした導入・運用展開：太陽光・太陽熱・地熱・排熱・バイオマス・小水力・風力』（2013年9月）p.162.

⁸⁷ 新日鉄住金エンジニアリング「地熱発電事業の強化について」（2013年5月21日）<<http://www.eng.nssmc.com/news/detail/184>>

c) その他機器類

その他の機器類では、掘削部品についてはほとんどが海外製であるとされる。地下パイプラインを中国から輸入した例もある。海外製品は価格、技術力の両面で日本を上回っている。これは日本企業の市場が日本だけに限られている一方で、海外企業は世界を視野に入れていることが大きい。基本的に地熱発電は石油開発と似通った部分があり、地熱発電で使用されている技術は石油開発と同様である。そのため、石油開発で先行している海外企業に日本は後れをとっている。

とはいえ、規模の大きな発電所では、バルブなどを地元の中小企業から調達している例もある。火力発電で部品製造を担っている中小企業が地熱発電にも携わっているケースは少なくないとみられる。さらに、温泉発電については、地熱発電所のタービン等の主要な設備は大企業が製造しているものであっても、冷却設備等の周辺設備は地元の企業から調達しているケースもみられる。

⑤ 建設・販売・設置

ここでは、生産井と還元井の掘削を含め、建設・設置に関連する企業を整理する。

発電所の建設はゼネコンが中心であり、生産井や還元井の掘削は、帝石削井工業、エスケイエンジニアリング、ドリコ、日本ボーリング、日本海洋掘削、明間ボーリング、テルナイトといった掘削技術をもつ企業が行っている。ただし、ワイビーエムやニチボーのように掘削技術を生かしてボーリング業務を行う中小企業や、ゼネコンの下請として現場作業を担う地域の中小企業も少なくない。このほか、掘削器具の開発やボーリング関連事業でコンストラクターとしての役割を果たす大手建設業者もみられる。

⑥ 維持・管理

新日鉄住金エンジニアリングのほか⁸⁸、ゼネコン等の大手企業が O&M を担当しているといわれる。地熱発電では地下作業が含まれるため、専門業者でないと維持・管理の対応が難しいことが理由として挙げられる。一方、山間部にある発電所の緩衝緑地の手入れのような発電所周辺の維持・管理業務は、中小企業が行っているケースが少なくないとみられる。

⑦ その他（融資等）

福島県の土湯温泉バイナリー地熱発電事業では、400kW 規模の地熱発電事業を行うつちゆ温泉エナジーに対して福島信用金庫が 557 百万円を融資しているほか、大分県の菅原バイナリー地熱発電事業では、5,000kW 規模の地熱発電事業を行う西日本環境エネルギーに対してみずほ銀行と日本生命が 4,000 百万円を融資している。なお、これらの融資に対しては、JOGMEC からそれぞれ 80% の債務保証がつけられている。

⁸⁸ 新日鉄住金エンジニアリング「地熱発電事業の強化について」（2013 年 5 月 21 日）
<<http://www.eng.nssmc.com/news/detail/184>>

(3) 市場規模の推計

① 推計方法

市場規模は、図表 3-64 に示す方法に基づいて推計を行った。なお、推計に使用した数値は「(5) 基礎データ」のとおりである。

図表 3-64 推計方法（地熱発電）

	地熱発電
発電事業	(FIT 対象となる導入量) × (設備利用率) 注 ¹ × 24 × 365 × (売電価格) 注 ²
企画・調査	システム価格の 10% 注 ³
製造/建設・設置	(推計年度導入量) × (システム価格)
維持・管理	(前年度までの累積導入量 + 推計年度導入量 × 0.5) × (1kW あたりメンテナンスコスト)

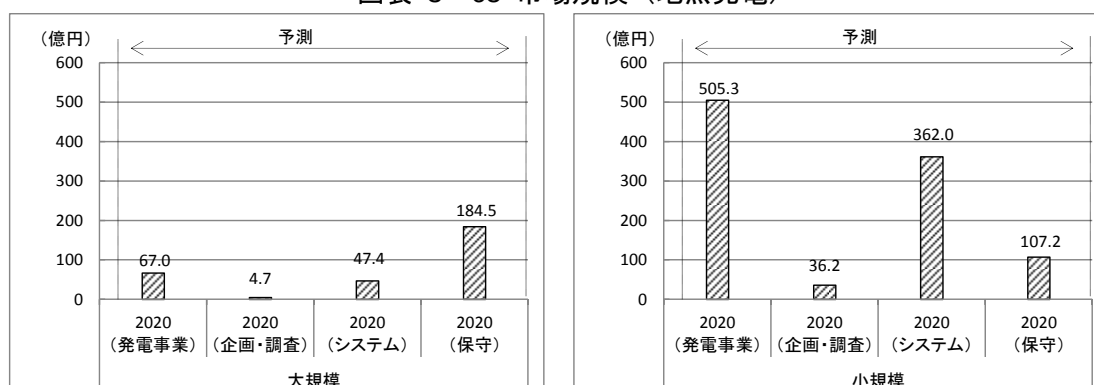
(注 1) 設備利用率は、エネルギー・環境会議コスト等検証委員会「コスト等検討委員会報告書」(2011 年 12 月)を参考に 70%とした。

(注 2) 地熱発電はコストの低減があまり見込まれていないことから、2020 年の売電価格は 2014 年度の FIT 価格と同一とした。

(注 3) 環境省「平成 22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査報告書」(2011 年 3 月)を参考に設定。

② 推計結果

図表 3-65 市場規模（地熱発電）



地熱発電は、現在発電所の建設が停滞していることから、2020 年度の予測値のみを掲載している。これによると、大規模地熱発電の市場規模は、発電事業、企画・調査、製造/建設・設置、維持・管理それぞれで、67.0 億円、4.7 億円、47.4 億円、184.5 億円となる見込みである。大規模地熱発電所の建設はリードタイムが 10 年以上と長いから、2020 年度までには秋田県湯沢市の湯沢地熱発電所 (42,000kW) のみが稼働予定と想定しており、市場規模も他の 2 つと比較して大きくない。

しかしながら、小規模地熱発電所は、現在市場規模はほとんどない状況であるが、リードタイムが 2~3 年と短いことから建設が進み、2020 年度には、発電事業、企画・調査、製造/建設・設置、維持・管理それぞれで、505.3 億円、36.2 億円、362.0 円、107.2 億円となる見込みである。

なお、大規模地熱発電所の建設の市場規模に関しては、50,000kW の地熱発電所の建設

を想定した研究がある⁸⁹。これによると、発電事業、企画・調査、製造/建設・設置、維持・管理それぞれで、約 1,120 億円（30 年間合計）、約 37 億円、約 254 億円、約 81 億円（30 年間合計）となることが推計されている。

（４）展望と課題

① 2020 年に向けての展望

環境省（2013 年 3 月）では、大規模地熱は 2020 年時点では秋田県の山葵沢地熱発電所の 4.2 万 kW しか見込まれていない。大規模な地熱開発には 10 年以上かかるため、現在調査中の案件であっても、2020 年時点では発電が開始されていないとみられるためである。2020 年時点の市場規模推計では、発電、企画・調査、製造／建設・設置、維持・管理の中では、維持・管理が最も大きな規模となっているが、大半は既存の地熱発電所における維持・管理業務であり、新たな市場は拡大し始めた矢先といった状況であろう。

一方、小規模発電は、2020 年時点の発電事業の市場規模が 505 億円と大規模地熱発電所の発電事業規模より大きくなる。リードタイムが短いことから導入が進むと予想され、2020 年時点でも製造／建設・設置は盛んに行われているとみられる。

② 課題

今後の課題としては、手続きのスリム化や地熱に関する権利の確立、発電設備の価格低下などがある。

手続きについては、国の支援制度や規制緩和によって改善してきたが、掘削にあたっては温泉審議会の許可に加え、場合によっては都道府県の自然保護関係部署や保安林関係部署との調整や林野庁の国有林関係部署との調整が必要となるなど、煩雑さは依然として残っているといえる。

また、地熱発電事業者には「地熱権」と呼べるような権利が認められておらず、理論上は開発中の発電所と同じ地熱貯留層を利用して別の地熱発電開発が可能な状況となっている。

このほか、小規模発電で利用されるバイナリー発電設備は、普及促進という観点でみると、現在非常に高額である。なお、バイナリー発電の仕組み自体はシンプルなものであるため（中央電力インタビュー結果）、大分県別府市の中小企業の取り組みのように、中小企業にも参入の余地があるとみられる。

⁸⁹ 稗貫峻一・本藤祐樹「拡張産業連関モデルを用いた地熱発電のライフサイクル雇用分析」日本エネルギー学会誌 Vol.92（2013）

(5) 基礎データ

図表 3-66 発電設備の導入等状況

(単位：万 kW)

再生可能エネルギー発電設備の種類	固定価格買取制度導入前	固定価格買取制度導入後		合計
	2012 年 6 月末までの累積導入量	2012 年度の導入量 (7 月～3 月末)	2013 年度の導入量	
地熱	約 50	0.1	0.0	50.1

(出所) 資源エネルギー庁 Web サイト< <http://www.meti.go.jp/press/2014/06/20140617003/20140617003.html>>より作成。

図表 3-67 累積導入量

(単位：万 kW)

		2013 年度	2020 年度		
			低位	中位	高位
地熱	大規模	52.0	56.2	56.2	56.2
	小規模	3.2	23.8	23.8	23.8

(出所) 環境省「低炭素社会づくりのためのエネルギー低炭素化に向けた提言」及び(2013 年 3 月)資源エネルギー庁 Web< <http://www.meti.go.jp/press/2014/06/20140617003/20140617003.html>>サイト、各種資料より作成。

図表 3-68 単年度導入量

(単位：万 kW)

		2013 年	2020 年		
			低位	中位	高位
地熱	大規模	0.0	0.6	0.6	0.6
	小規模	0.0	2.9	2.9	2.9

(出所) 図表 3-67 と同じ。

(注) 2020 年度の単年度導入量は、環境省(2013 年 3 月)における 2020 年度見込み導入量から 2013 年度の累積導入量を減じ、経過年数で割ることで算出している。

図表 3-69 前年度までの累積導入量+推計年度導入量×0.5

(単位：万 kW)

		2013 年度	2020 年度		
			低位	中位	高位
地熱	大規模	52.0	55.9	55.9	55.9
	小規模	3.2	22.3	22.3	22.3

(出所) 図表 3-67 と同じ。

図表 3-70 FIT 対象導入量

(単位：万 kW)

		2013 年度	2020 年度		
			低位	中位	高位
地熱	大規模		4.2	4.2	4.2
	小規模		20.6	20.6	20.6

(出所) 図表 3-67 と同じ。

図表 3-71 売電価格

(単位：円/kWh)

		2013 年度	2020 年度		
			低位	中位	高位
地熱	大規模		26	26	26
	小規模		40	40	40

(出所) 調達価格等算定委員会「平成 25 年度調達価格及び調達期間に関する意見」(2013)、同及び「平成 26 年度調達価格及び調達期間に関する意見」(2014)、日本地熱協会「新エネルギー小委員会資料：地熱発電の現状と課題」(2014)より作成。

(注) 2013 年度は資源エネルギー庁公表の実績値を使用。

図表 3-72 システム価格

(単位：万円/kW)

		2013 年	2020 年		
			低位	中位	高位
地熱	大規模	79	79	79	79
	小規模	123	123	123	123

(出所) 調達価格等算定委員会「平成 25 年度調達価格及び調達期間に関する意見」(2013)、同「平成 26 年度調達価格及び調達期間に関する意見」(2014)、環境省「低炭素社会づくりのためのエネルギー低炭素化に向けた提言」(2013 年 3 月)、日本地熱協会「新エネルギー小委員会資料：地熱発電の現状と課題」(2014)より作成。

図表 3-73 メンテナンスコスト

(単位：円/kW)

		2013 年	2020 年		
			低位	中位	高位
地熱	大規模	33,000	33,000	33,000	33,000
	小規模	48,000	48,000	48,000	48,000

(出所) 調達価格等算定委員会「平成 25 年度調達価格及び調達期間に関する意見」(2013)、同及び「平成 26 年度調達価格及び調達期間に関する意見」(2014)、日本地熱協会「新エネルギー小委員会資料：地熱発電の現状と課題」(2014)より作成。

第4章 再生可能エネルギー産業における中小企業

第2章では、太陽光発電産業、風力発電産業、地熱発電産業という3つの再生可能エネルギー産業に取り組む中小企業の事例を紹介した。また、第3章では、太陽光発電産業、風力発電産業、地熱発電産業、それぞれの産業構造を把握し、市場規模を推計するとともに、今後の展望と課題について検討した。

本章では、まず、第3章で把握した再生可能エネルギー産業の構造の中で、中小企業がどのような動きをみせているか、その動向を整理する。その後、再生可能エネルギー産業における中小企業について、その参入パターンや取組の特徴について分析を行う。

中小企業の参入分野・参入の経緯・取組の特徴をまとめると、図表4-1のようになる。

図表 4-1 各事例における参入分野・参入の経緯・取組の特徴

		企業名 (売上高・従業員数・資本金)	参入分野	参入の経緯・取組の特徴
太陽光	企画・調査	株式会社アルパテック (10億円・23名・1,500万円)	太陽光発電設備の設計・施工・販売	・住宅用リフォーム会社として住宅用太陽光発電事業を手掛けていたが、2011 年からは産業用にも参入。 ・半導体商社と共同で各種申請から売電までワンパックとした営農型太陽光発電パック「SOLAR 営農」を販売。各種申請と施工を手掛ける。
		三和ダイヤ工販株式会社 (9億円・50名・5,000万円)	シリコンインゴット切断加工機械製造・販売、シリコンインゴット切断・加工サービス	・シリコンの切断・加工に実績があり、既存の取引関係を通じて、大手太陽光パネルメーカーから受注を受け参入した。 ・既存の切断加工機械で培ったノウハウを応用し、他社と差別化を図る。
		株式会社石井表記 (56億円・306名・3億円)	太陽電池用ウエハスライス装置製造、太陽電池用ウエハスライス加工	・不況期に、経営判断により太陽光発電産業の研究開発を開始し事業化した。 ・既存技術の表面処理技術を強みに成功を収める。近隣の協力工場と開発、製造等を役割分担し、リスクの分散を図る。
		ナミックス株式会社 (254億円・484名・8,000万円)	太陽電池全面・背面電極材の製造・開発	・大手電機メーカーから電極材の開発依頼を受け、参入した。 ・市場規模の小さいニッチ市場に早くから参入したことで成功を収める。大学との連携・委託研究も行う。
		株式会社エヌ・ピー・シー (156億円・198名・28億円)	太陽電池製造装置（セルテスター、真空ラミネータ等）の製造	・異業種企業から注文を受けたことで、太陽光発電産業における自社技術の需要に気づき参入した。 ・市場が未成熟な頃からノウハウを蓄積し、世界中のユーザーからの情報収集能力を強みとしている。
		株式会社アドバンテック (124億円・143名・4,150万円)	シリコンリサイクル事業・太陽電池の分析・評価・コンサルティング	・社会動向を受け、環境事業に関心を持っていたところ、太陽電池事業に知見のあるベンチャー企業と出会い参入。 ・既存の業務をシリコンリサイクル事業、太陽電池の分析・評価コンサルティング事業として発展させた。
		株式会社パワーバンクシステム (2,250万円・3名・6,700万円)	太陽電池特殊樹脂開発・製造	・船舶用品メーカーでの経験をもとに、FRP 加工技術に応用できる太陽電池製品に着目し、参入した。 ・大手国内樹脂メーカーや大学、太陽電池メーカー、行政機関と積極的に連携し、製品開発を行う。
		A社 (一・274名・8,190万円)	太陽光・風力発電用避雷器の製造・販売	・太陽光発電、風力発電市場を、自社のノウハウを生かすことができる有望な市場と捉え参入した。 ・情報収集によるニーズの把握力と意思決定の速さを強みとし、ニーズが顕在化までに開発を終え、販売体制を整える。
		株式会社川口スチール工業 (2億円・10名・15,000万円)	建材一体型太陽光パネルの製造	・社長が米国でフレキシブルソーラーパネルを見た際に、建築板金工事と太陽光発電を結びつける新事業として着想し、開発を開始した。 ・太陽電池メーカーをパートナーとして、大学、行政の協力のもと製品を開発している。
		株式会社エスコ (32億円・120名・5,000万円)	太陽光パネルの維持・管理、設置	・固定価格買取制度により、培ってきた保安点検業務の需要が高まると考え、太陽光発電産業に参入。 ・日本全国に対応できる体制を強みとして事業を展開。
風力	その他	グローバル・リンク株式会社 (3億円・12名・2,500万円)	太陽光発電&蓄電池システム販売	・外部電源が不要なソーラー街灯を低価格で販売する。 ・産業用太陽光発電所を空撮するラジコンヘリコプターの開発も行う。
	システム製造（風車）	株式会社ウインドレンズ (1億円・7名・700万円)	小型風力発電機の製造・販売	・九州大学で開発された「風レンズ風車」を製品化・販売するために設立。 ・風力発電と太陽光発電を組み合わせたハイブリット発電機の販売を行う。
		A-WINGインターナショナル株式会社 (不明・8名・6,750万円)	低風速対応小型風力発電機の製造・販売	・都城工業高等専門学校での風力発電研究をもとに、事業化を実施する形で参入した。 ・太陽光と合わせたハイブリット型など、街路灯や看板などの利用だけでなく、農業分野への応用も検討している。東・東南アジアの BOP 向けの事業も手掛け、外国人留学生を採用し、祖国でのネットワークを活用している。

システム製造（部品等）	株式会社石橋製作所 （40億円・126名・1億円）	風力発電用増速機の製造・販売	- 欧州大手増速機メーカーとの提携により、風車用増速機の生産を開始した。 - 顧客との協業や情報開示を重要と捉え、増速機周辺機器メーカーとの共同開発の際は、情報を積極的に開示することでコミュニケーションを進化させている。
	株式会社三谷製作所 （6億円・33名・1,000万円）	風車大型金属部品の製造	- 以前から取引のあった材料商社から引き合いを受け、風車の大型金属部品加工へ参入した。 - 組織として技術データを蓄積する技術管理が一番の強み。
	株式会社オーネックス （44億円・219名・9億円）	増速機部品の熱処理	- 積み上げてきた熱処理実績と技術への信頼により、既存取引先から風力発電向けの大型部品の熱処理を受注し参入。 - アメリカでトップの処理技術を持つ企業と技術提携するなど外部リソースを活用している。
	株式会社ニチボウ （48億円・164名・6,800万円）	電気設備用自動消火システム	風力発電や太陽光発電のパワーコンディショナー、接続箱等の再生可能エネルギー関連機器をはじめとした電気設備用に開発された自動消火システムを販売する。
	株式会社特殊高所技術 （2億円・41名・1,000万円）	風車の維持・管理	- 自社技術が応用できる分野として、風力発電産業に参入。 - メンテナンス技術を風車メンテナンス企業や素材メーカーからレクチャーを受け、試行錯誤しながら習得。
	株式会社北拓 （7億円・60名・6,000万円）	風車の維持・管理	- 風力発電機の輸入販売を手掛けていたが、メンテナンスの市場性に気づき、メンテナンス事業へと参入した。 - 全国に事業所を持ち、各拠点で積極的に情報収集・営業活動を行うことで、受注につなげている。
	株式会社エディット （3,000万円・45名・3,000万円）	温泉発電コンサルティング・地熱資源評価業務	- 前職で地熱開発事業に携わっていた社長のリーダーシップにより温泉発電事業に参入。 - FIT 開始前から構想を練り、開発システムを作り上げる。温泉発電では熱水利用等で地域で複合的な産業を興すことを構想するなどしている。
	中央電力株式会社 （70億円・177名・1億円）	温泉発電コンサルティング	- 地域で発電を行うことを志し、温泉発電へと参入。 - 他社には模倣困難なビジネスモデルにより、事業を展開。
	株式会社ワイビーエム （57億円・243名・1億円）	掘削、掘削機器製造	- 掘削技術の高さが評価され、九州電力が八丁原地熱発電所の建設を開始する際に、掘削機器を納入することで地熱分野へ参入した。 - 地熱発電所の掘削機器の製造に加え、2007 年からは自社での掘削事業を開始、地熱発電施設の生産井掘削を行う。
	株式会社ニチボー （20億円・55名・5,000万円）	地熱掘削工事	- 九州電力から地熱発電所のボーリングを受注することで地熱発電分野へと参入。 - ライバルの少ない深さ数千 m、200～300℃の地熱発電のボーリングに特化して技術力を高めている。
地熱	発電事業／企画・調査		
	販売・建設・設置		

（出所）各種文献及び各社 Web サイト、民間信用調査機関データより作成。

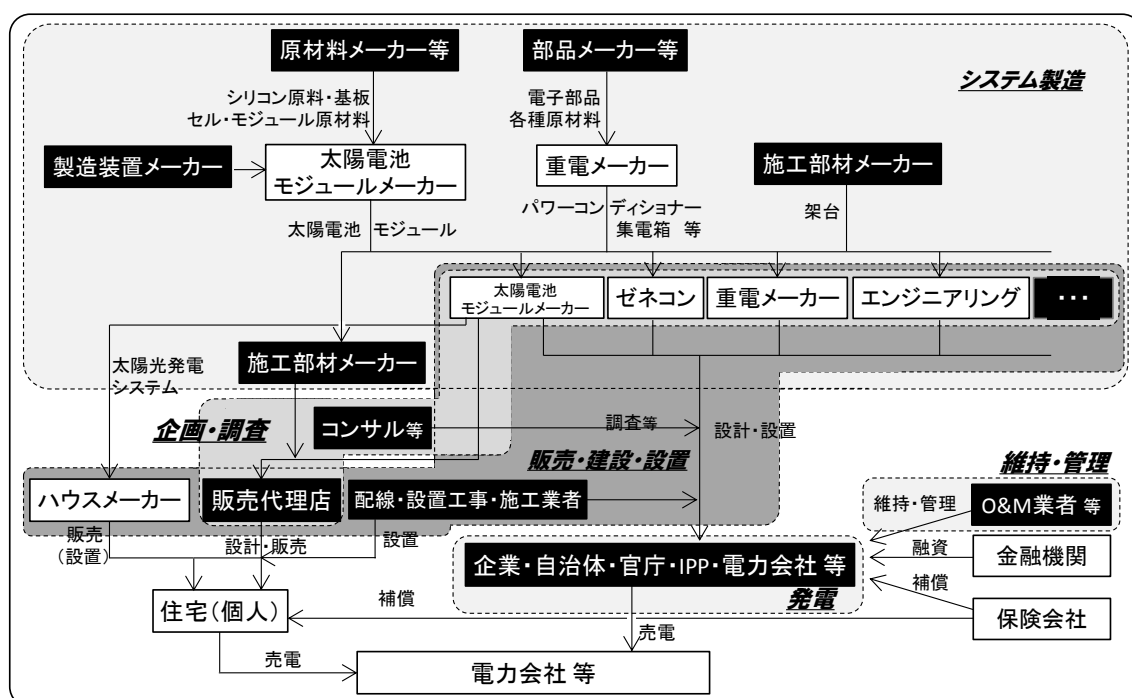
1. 再生可能エネルギー産業における中小企業の動向

ここでは、再生可能エネルギー産業における中小企業の動向について、大企業と比較をしたのち、それぞれの要素においての中小企業の果たしている役割を整理する。

(1) 太陽光発電産業

太陽光発電産業において、中小企業の参入が見られたところを白抜き文字で表示した(図表 4-2)。

図表 4-2 太陽光発電産業における中小企業の参入状況



(出所) 各種資料より作成。

(注) 本調査研究において、中小企業の参入が見られた場所は白抜き文字としている。

発電事業では、大企業は商社やコンビニエンス業界、鉄道業界等多種多様な業種の企業の参入が見られ、オリックスのように4万kWを超えるような大規模なメガソーラー事業を運営する事業者も存在する。中小企業も、太陽光発電は規模によって発電効率が変化しないため、比較的大きな中小企業から個人事業主まで幅広く事業を展開している。

企画・調査では、大企業、中小企業ともに設計・調達・建設等を請け負うEPC業者や専門のコンサルティング会社が幅広く参入している。

システム製造では、太陽電池モジュールやパワーコンディショナーなどの太陽光発電設備の基幹部品の製造は、大企業が中心となっている。これに対して、中小企業は、太陽電池モジュール向けの製造装置や原材料、架台、避雷器などの周辺機器の製造を中心に担っている。

販売・建設・設置では、大型発電システムの建設・設置は、ゼネコンなどの大企業が担

っているが、実際の作業は地域の協力企業が担っている場合が少なくない。中小企業の割合は、販売・建設・設置の分野では、全体の90%以上を占め、さらに大企業の協力企業としても機能するなど、中心的な役割を担っている。

維持・管理では、近年太陽電池モジュールメーカーなどが垂直統合の動きを見せており、参入する企業が増加している。中小企業は、保安点検と任意点検の両方に参入にしており、地域で幅広く活躍をしている。

図表 4-3 太陽光発電産業における大企業と中小企業の参入状況

	大企業	中小企業
発電事業	多種多様な業種の企業が参入。大規模なメガソーラー事業も運営。	比較的大きな中小企業から個人事業主まで幅広く参入。
企画・調査	販売・建設・設置を担う EPC 事業者を中心に参入。	販売・建設・設置を担う EPC 事業者を中心に幅広く参入。
システム製造	太陽電池モジュールやパワーコンディショナーなど基幹部品の製造を担う。	製造装置やシステム周辺機器の製造を中心に担う。
販売・建設・設置	大手企業が元請として地域の協力企業に委託するケースが多い。	全体の90%以上を中小企業が占める、大企業の協力企業としても活躍。
維持・管理	近年、垂直統合の動きが見られ、参入する企業が増加。	地域で幅広く活躍中。

① 発電事業

太陽光発電産業は、規模によって発電効率が変化しないため、小規模な発電事業も可能である。このため、比較的大きな中小企業から個人事業主まで幅広く発電事業に参入している。

非住宅分野においては、自社の所有する空き地や工場の屋根を使用して発電事業に乗り出す中小企業が存在する。川崎市の電気設備業「イスズ」の事例では、NPO 法人 e デザインのサポートを得て、相模原市緑区の元残土処理場に約 1,000kW のメガソーラーを建設している。

② 企画・調査

太陽光発電にあたっては、先行事業の調査、土地確保に必要な検討事項と規制事項（自治体との協議、届け出）の確認、設置場所の要件確認（日射量、必要資金）、事業採算性の検討、機器の選定、所轄産業保安監督部への工事届出の提出（2,000kW 以上）、電力会社との受給契約締結、電力会社との連携確認といった様々な調査・検討・手続きが必要とされる。

これらの手続きを自社で行う発電事業者も存在するが、設計・調達・建設を EPC 事業者や専門のコンサルティング会社に委託する事例も少なくない。こうしたサービスを中小企業が提供するケースも少なくない。

事例企業では、パネルのレイアウトの提案や図面の作成、年間発電シミュレーション等を行うエスコや、関係機関への申請から売電までをパッケージ販売するアルバテックなどが該当する。

③ システム製造

第3章でみたように、太陽電池モジュールやパワーコンディショナーなどの基幹部品の製造は、大企業が中心的な役割を果たしている。一方で、架台や避雷器等のシステム周辺機器等の製造を担う中小企業が見られた。このほか、原材料の供給、加工、産業機械の製造において中小企業が参入している。

例えば、架台の製造では、野立て用の架台システムを手掛けるネミーといった中小企業や、電力調査・設計を手掛ける中小企業でモジュール取付金具や架台システムを開発する事例、スチールコンテナを扱っていた中小企業が架台の製造・販売に参入する事例が見られる。このほか、インタビュー企業のA社のように避雷器の製造を手掛けるなど、電設機器等でも中小企業が参入している。

原材料の供給では、シリコン等の消費量の多い主材料の提供は大企業が中心となっている。一方で、電極材や真空ラミネータなど太陽電池モジュールにおいて重要な位置を占めるが、使用量の少ない部材は中小企業が手掛けている。事例企業では、太陽電池用電極材を開発・製造を行うナミテックスや、太陽電池セルの表面にEVA樹脂を熱圧着させ保護膜を形成させる真空ラミネータの製造・加工を行うエヌ・ピー・シーがこれに該当する。

また、太陽電池モジュールの加工や加工用機械の製造においても、中小企業が参入している。太陽電池用シリコンウェハのスライシングウェハ機械装置の製造・販売やスライシング加工を行う三和ダイヤ工販や石井表記がこの事例である。

また、川口スチール工業のように、太陽電池モジュールと建材を一体化した製品を販売するなど、独自性のある製品で参入している中小企業もある。

④ 販売・建設・設置

帝国データバンクの調査⁹⁰によると、販売・建設・設置において、従業員数10人未満の企業が42.6%、10～20人未満の企業が19.5%、20～50人未満の企業が19.8%、50～100人未満の企業が9.1%と、従業員100名未満の中小企業が市場の90%以上を占めている。

これは、販売・建設・設置では、太陽電池モジュールメーカー等の販売代理店や特約店として地域の工務店や電気工事店等の地域の中小企業が中心的な役割を果たしているためと考えられる。シャープのケースのように大企業の協力企業として中小企業が実際の販売や施工を担うことが少なくない。

⑤ 維持・管理

維持・管理は、発電設備として法令で定められているために実施する保安点検と、発電量を維持するために劣化した配線やパネルの交換やパネル清掃、除草を行う任意点検があり、中小企業の多くは任意点検に参入しており、地域で幅広く活躍している。

一方で、事例企業のエスコのように、電気保安法人として任意点検のみならず保安点検を実施する中小企業もある。

⁹⁰ 帝国データバンク Web サイト<<https://www.tdb.co.jp/report/watching/press/pdf/p140705.pdf>>

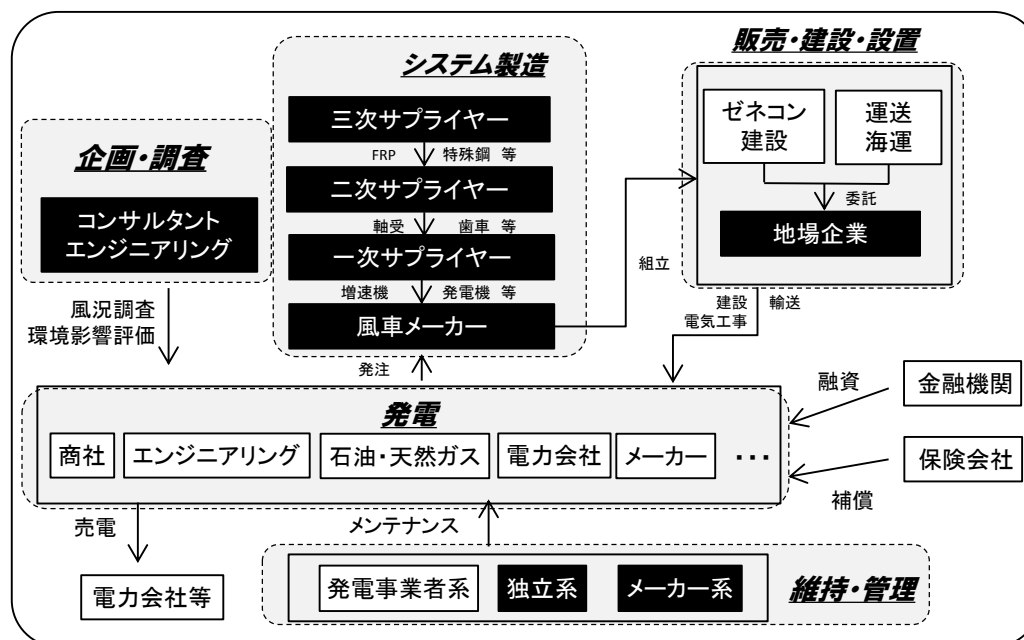
⑥ その他

事例企業のグローバル・リンクのように、太陽光発電システムと蓄電池を組み合わせた「ソーラー街灯」を製造、販売するなど、独立型の電源として他のアプリケーションと合わせて太陽光発電を使用する中小企業もみられた。グローバル・リンクは、このほか、産業用太陽光発電所を上空から撮影する空撮用ラジコンヘリコプターの開発を行うなど独自のアイデアで太陽光発電産業で活躍している。

（２）風力発電産業

風力発電産業において、中小企業の参入が見られたところを白抜き文字で示した（図表 4-4）。

図表 4-4 風力発電産業における中小企業の参入状況



（出所） 各種資料より作成。

（注） 本調査研究において、中小企業の参入が見られた場所は白抜き文字としている。

発電事業では、大企業は商社、エンジニアリング会社、石油・天然ガス会社、電力会社、メーカーなど、大規模風力発電に多様な業種が参入している。これに対し、中小企業の発電事業への参入はあまり見られない。

企画・調査では、風況調査や環境影響評価の主な担い手として専門コンサルタントやエンジニアリング会社が参入している。中小企業も地域の他産業で類似の業務をしていた企業が参入するケースが見られる。

システム製造では、ピラミッド型のサプライチェーンの中で、大企業は大型風車の製造や発電機・ブレード等の基幹部品の製造を担っている。一方で、中小企業は、大型風車の製造向けに、システム周辺機器の製造や部材の提供を担うケースが見られる。このほか、小型風車の製造を行う企業も見られる。

販売・建設・設置では、販売は多くの場合 EPC 業者が行う設計や建設等といった一連の工程に内包されている。一方で、小型風車はメーカーの販売代理店や特約店の中小企業が販売窓口を担うケースが存在する。建設・設置では、発電事業者から委託を受けた大手建設会社、運送・海運会社が EPC として風車の建設、部品の輸送を担うのが一般的である。しかし、これらの企業を元請として、地場の中小企業が協力企業として実際の工事や輸送を担うことが少なくない。

維持・管理では、大企業は、発電事業者やメーカーが子会社を設立し参入している。一

方、中小企業は、発電事業者やメーカーの子会社ではない独立系として、風車メンテナンス業界をリードする企業が存在する。

図表 4-5 風力発電産業における大企業と中小企業の参入状況

	大企業	中小企業
発電事業	大規模風力発電には多様な業種が参入。	参入はあまり見られない。
企画・調査	コンサルタント・エンジニアリング会社が参入。	類似業務の経験を持つ地域の中小企業の参入が見られる。
システム製造	大型風車、発電機・ブレード等の基幹部品の製造を担う。	小型風車の製造、システム周辺機器の製造、部材サプライヤーを担う。
販売・建設・設置	発電事業者から委託を受けた大手建設会社、運送・海運会社が元請として機能。	大企業の協力企業として、実際の工事や運送を担う。
維持・管理	発電事業者やメーカーが子会社を設立し維持・管理を遂行。	専門業者としての参入が多く、業界をリードする企業が存在する。

① 発電事業

大規模風力発電には、多額な投資が必要なこともあり、発電事業者として中小企業の参入は見られなかった。また、小規模風力発電も、現在国内では採算があまり取れないことから、参入している中小企業はあまり見られなかった。

② 企画・調査

風況調査や環境影響評価の主要事業者としては、専門コンサルタントやエンジニアリング会社が参入しており、ここに中小企業の参入が見られる。地域その他産業で類似の業務をしていた企業が地域の自治体とやり取りをする中で参入してきた事例が多い。

③ システム製造

大型風車は部品点数が1～2万点に上るといわれており、風車メーカーから部品及び部品を形成する素材に至るまでサプライチェーンが構築されるという点で、自動車産業に似た産業構造となっている。ここで自動車産業と同様、部材サプライヤーとして中小企業の参入が見られる。このほか、システム周辺機器の製造を担う中小企業が存在する。また、小型風車の製造では、中小企業が中心的な役割を果たしている。

事例企業では、増速機を製造する石橋製作所や、風車向け大型金属部品の製造・加工を行う三谷製作所、増速機部品の熱処理を行うオーネックスが部材サプライヤーに該当するこのほか、避雷器を製造するA社や自動消火システムを販売するニチボウのようにシステム周辺機器へも中小企業の参入が見られる。

小型風車の製造では、ウィンドレンズやA-WING インターナショナルといった事例企業が挙げられる。

④ 販売・建設・設置

販売は、小型風車であれば太陽光発電のようにメーカーの販売代理店や特約店として、販売窓口を担う形で中小企業が参入している。

風車の建設・設置は、メインコントラクターを大手建設会社やゼネコンが担うのが一般的である。中小企業は、これらの大手建設会社やゼネコンを元請として、土台の建設などの工事を担うことが少なくない。輸送に関しても、大手運送会社や海運会社を元請として、実際の輸送を地場の中小企業が担っているケースがある。これに加え、電気工事も中小企業が実際の作業に当たっている。

⑤ 維持・管理

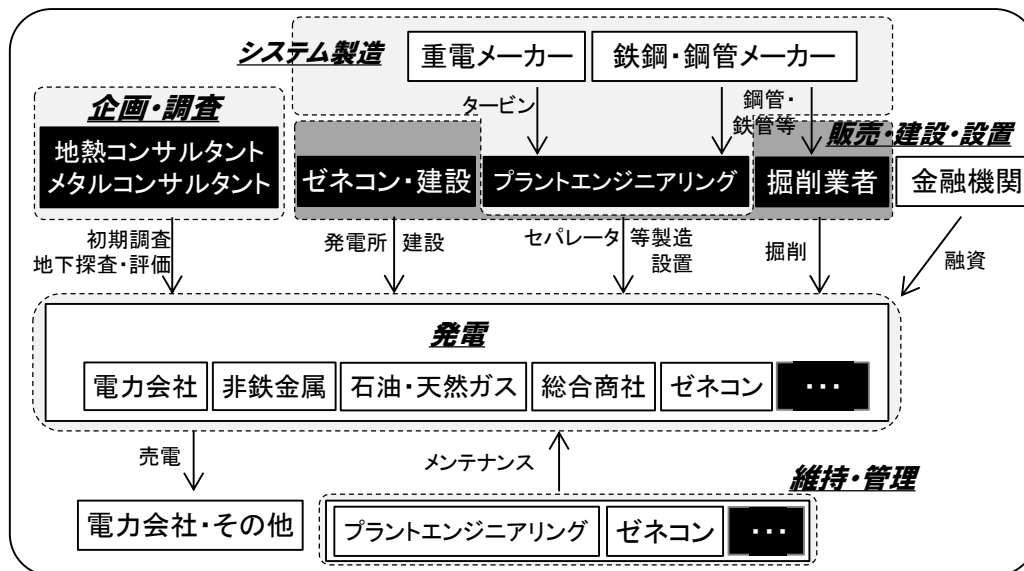
風車のメンテナンスは、①風力発電事業が独自に実施するケース、②メンテナンス専門会社に委託するケース、③風車メーカーが実施するケースの3つに大別される。このうち、①と③に関しては、風力発電事業者や風車メーカーである大企業が子会社を設立し、メンテナンスを実施するケースが多い。しかし、②のメンテナンス専門会社は、中小企業であることが少なくない。

事例企業の特殊高所技術や北拓にみられるように、風力発電事業者やメーカーの子会社ではない独立系の中小企業として、風車メンテナンス業界をリードする企業が存在する。また、③のケースでも、石橋製作所のように部品メーカーがメンテナンスを手掛ける事例が見られた。

(3) 地熱発電産業

地熱発電産業において、中小企業の参入が見られたところを白抜き文字で示した（図表 4-6）。

図表 4-6 地熱発電産業における中小企業の参入状況



（出所） 各種資料より作成

（注） 本調査研究において、中小企業の参入が見られた場所は白抜き文字としている。

発電事業では、大企業では電力会社のほか非鉄金属や石油・天然ガスなどが参入しているほか、近年は総合商社など別分野から参入する企業が見られる。一方で、中小企業は、小規模地熱発電で中心的な役割を果たす企業が存在する。

企画・調査では、地熱コンサルタントやメタルコンサルタントといった専門会社が主要な地位を占めており、大企業が中心となっている。しかし、近年普及が進みつつある小規模地熱発電では、一部中小企業が参入しているケースが見られた。

システム製造は、タービン・輸送管等の基幹部品の製造など、大企業が担っている。中小企業は、一部の部品や周辺機器等を製造する企業が見られる。

販売・建設・設置では、発電事業者から委託を受けた掘削会社や大手建設会社が担うケースが大半を占める。中小企業は、これらの企業の協力企業として、土台の建設等の一部業務を担っている。

維持・管理では、エンジニアリング会社やゼネコン等の大企業が担当しているといわれる。一方、中小企業は大企業の協力企業として参入しているほか、発電所の緩衝緑地の手入れのような発電所周辺の維持・管理業務を担っているケースが少なくない。

図表 4-7 地熱発電産業における大企業と中小企業の参入状況

	大企業	中小企業
発電事業	大規模地熱発電は電力会社・非鉄金属等を中心に参入。小規模地熱発電では多様な業種が参入中。	小規模地熱発電で中心的な役割を果たす企業が存在。
企画・調査	地熱コンサルタント等の専門会社が主要な地位を占める。	小規模地熱発電で一部参入が見られる。
システム製造	タービン・輸送管等の基幹部品の製造を担う。	一部で部品や周辺機器等の製造を担う企業が見られる。
販売・建設・設置	発電事業者から委託を受けた掘削会社・大手建設会社が中心的な役割を果たす。	大企業の協力会社として、一部の土台建設等の一部業務を担う。
維持・管理	エンジニアリング会社やゼネコンを中心に参入。	大企業の協力会社として参入。発電所周辺の維持・管理も実施。

① 発電事業

これまでの地熱発電開発は、地下資源開発に必要な専門業者を抱えることや調査から創業まで10年以上かかるため資金面でのハードルが高く、大規模地熱発電が主流であった。大規模地熱発電は、中小企業が実施することは難しく、大手企業しか参入が見られない。一方、固定買取価格制度により小規模地熱発電の事業性が向上したことから、中小企業が扱うことのできる分野となっている。小規模地熱発電は近年普及が進みつつあり、中小企業の参入が見られた。固定価格買取制度によって参入を果たした中小企業として、事例企業ではエディットと中央電力が該当する。

② 企画・調査

資源探査には非常に高度な技術が要求されるため、発電事業同様、大企業が中心となっているが、温度計測技術を活かして坑井での温度測定に携わる中小企業が存在するなど周辺部分で中小企業が関わっている。一方、温泉発電に関しては、中小企業がコンサルティングや資源調査を担うケースが少なくない。

事例企業のエディットは、地熱コンサルティング会社として、有望地点の抽出、発電所の規模の決定、事業性の評価、井戸の掘削といった業務を自社または専門業者に委託する形で請け負っている。また、中央電力も資源調査や発電設備の建設・メンテナンス等のオペレーションに関して請け負っている。

③ システム製造

本調査研究では、温泉発電用の小型地熱発電機の製造を手掛ける中小企業や、冷却設備等の周辺設備を製造する中小企業が見られた。また、地熱発電所の発電システムと火力発電所の発電システムは、似ている部分があることから、火力発電で部品製造を担っている中小企業が地熱発電にも携わっているケースは少なくないと見られる。

④ 販売・建設・設置

建設は、風力発電同様、大手建設会社を元請として、地場の中小企業が発電所の建設に

あたっているケースが少なくない。例えば、建設の一部工程を中小企業が担うケースがある。

事例企業のワイビーエムは、掘削機器を製造するとともに、2007 年からは自社でも掘削事業を手掛け、地熱発電施設の生産井の掘削を行っている。また、ニチボーは、ライバル企業の少ない深さ数千 m、200℃～300℃の地熱発電のボーリングに特化している。

⑤ 維持・管理

地熱発電では、地下作業が含まれ、高度な技術が必要となるため、大手エンジニアリング会社やゼネコン等が維持・管理を受注するケースが多い。一方、山間部にある発電所の緩衝緑地の手入れのような発電所周辺の維持・管理業務は、地場の中小企業が担うケースが少なくないと見られる。

2. インタビュー・文献調査に見られた中小企業の参入パターン

「1. 再生可能エネルギー産業における中小企業の動向」で見たように、再生可能エネルギー産業には、様々な中小企業が参入している。ここでは、インタビュー・文献調査に見られる中小企業が、どのような経緯で参入しているのか、そのパターンを整理する。

(1) 外生的な要因

① 既存取引先からの引き合いにより参入

既存の取引先である大企業等が再生可能エネルギー産業に進出する際、その取引先であった部材メーカーや設備メーカーに声を掛け共同開発、製品の製造を実施するケースである。

中小企業にとっては、既存の取引先からの引き合いを受けているため、一から販路開拓をする必要がなく、製品開発のみで済むというメリットがある。もちろん、大企業の求める品質を提供する必要があることから、これまでの実績や技術レベルが高いことが前提となる。

事例企業では、三谷製作所やオーネックスが該当する。三谷製作所は、取引実績のある商社が、風車メーカーから受注した大型金属部品の加工を同社に依頼することで再生可能エネルギー産業に参入した。同社に依頼が来たのは、これまでの実績から設備や技術力が発注元の要求を満たすと判断されたためであるという。また、オーネックスは、創業当初から取引のあった企業に、船舶向け部品や大型クレーン部品での実績や技術を認められ、風力発電向けの大型部品の熱処理を受注している。

② 実績や技術を見込まれ、新規取引先からの引き合いにより参入

自社の技術または製品が再生可能エネルギー産業に関連性のある技術であるとは考えていなかった中小企業が、想定していなかったところから声が掛かり、参入を果たすケースもある。こうした企業の中でも、自社技術をそのまま利用する形で比較的容易に再生可能エネルギー産業に参入したものと、仕様に応えるため新たに試行錯誤をして製品の開発を実施したものに分けられる。

前者の事例では、三和ダイヤ工販が該当する。同社は、シリコンウェハのスライス加工を行う企業に納入実績があり、その実績を聞きつけた大手太陽光パネルメーカーからシリコンインゴットのブロック切断ラインを受注し、太陽光発電産業に参入した。シリコンインゴットの切断は、同社が扱っていたセラミックやカーボン、半導体と技術的に異なったところはなく、従来からの技術で対応可能であった。

また、後者の事例では、ナミックスが該当する。同社は、電子部品用ペースト製造の実績を見込まれ大手電機メーカーから太陽光パネル用電極材の開発依頼を受けた。しかし、電極材開発の経験はあったが、当初は仕様しか情報がなかったため開発がうまくいかなかったが、大手メーカーとのやり取りを通じて、開発に成功することができた。

（２）内生的な要因

① 自社の保有する既存ノウハウを再生可能エネルギー産業に応用して参入

自社の保有する既存ノウハウが、再生可能エネルギー産業において需要があるのではないかと積極的に市場に参入したケースが見られる。

インタビュー企業の中にこの事例をみると、例えばエスコは、もともと高圧受電設備向けの保安点検業務を行っていたが、50kW以上の太陽光発電施設には保安点検業務が義務づけられていることに目をつけ参入している。参入に際して保安点検業務で培った顧客ネットワークを活用し、太陽光発電事業の営業や屋根貸しの仲介など行うとともに、太陽電池モジュールの設置・工事に関しても、以前から取引のある地場の企業と協力することで全国各地の案件へ対応している。

A社は、固定価格買取制度が開始される前にすでに太陽光発電用の避雷器の開発を終えており、急速な需要の伸びに合わせて製品を投入し、成功を収めた。

これ以外のいずれの事例企業も、従来から取り組んでいる分野で高い技術を誇っている企業であり、こうした企業が再生可能エネルギー産業に沿う形で自社技術をカスタマイズして参入している。

② 自社で新たにノウハウを確立して参入

事例企業の中には、新規事業として自社で新たにノウハウを確立して再生可能エネルギー産業に参入しているケースが見られた。この中でも、大学発ベンチャー企業として、大学での研究成果を製品化・販売するケースと、経営者が再生可能エネルギーに対する熱意を持ち参入したケースが存在した。

前者の例として、ウィンドレンズは、九州大学で開発された「風レンズ風車」を製品化・販売するために設立された大学発ベンチャー企業であり、その経営者は、小型風力発電のポテンシャルを信じ、欧米企業と比較して不利な競争環境に置かれながらも、たゆまぬ経営努力を行っている。

また、後者の例として、エディットは、前職で地熱開発に関わっていた社長が、温泉事業者の反対により地熱開発が停滞している現状を見て、地熱発電事業を実施するには地元が主体となって小規模地熱発電事業を展開する必要があると考え、FITが開始する以前から開発システムを作り上げていた。さらに、中央電力も、FITが開始する以前から「地域で発電を行い、こだわりや思い入れのある電気を都市へと供給できないか」と考え、地域を主体とする小規模地熱発電事業へと参入している。

3. インタビュー・文献調査に見られた中小企業の特徴

「2. インタビュー・文献調査に見られた中小企業の参入パターン」では、再生エネルギー産業に参入している中小企業の参入パターンについて示した。再生可能エネルギー産業に参入している各企業について、その取組に着目すると、「①海外企業・人材との連携・交流」、「②産学連携」、「③地域を中心に据えた取組」、「④経営者の強いリーダーシップ」という特徴が見られた。

(1) 海外企業・人材との連携・交流

社内リソースが限られている中小企業では、再生可能エネルギー産業で成功を収めるために外部のリソースを巧みに活用することが必要となる。外部リソースを活用する中でも、海外で発展を見せた再生可能エネルギー産業においては、海外企業・人材との連携・交流を図る中小企業が見られた。

例えば、石橋製作所は、欧州の大手ギアボックスメーカーのフレンダー社と資本提携することで、同社の持つ優れた技術を吸収し、品質、価格に優れたギアボックスの生産を可能とした。また、北拓では、海外の技術者ネットワークに参加しており、国内の従業員では技術的に対応困難な作業について、デンマークから技術者を呼んで対応するという海外リソースの活用が見られる。欧州では、大手企業を退職した少人数のメンテナンス会社が緩やかなネットワークで繋がり、人材の交流を行っており、同社はこうしたネットワークを活用している。

(2) 産学連携

中小企業は、企業と大学という垣根を越えて早くから産学連携を実施しており、中小企業にとって産学連携は、新技術の開発・事業化・イノベーション能力の獲得という意義がある。環境技術として大学で盛んに研究がなされている再生可能エネルギーも例外ではなく、大学等の研究機関の知を活用して、自社の技術不足を補い製品化まで行う中小企業が少なくない。

事例企業のナミックスは、開発にける学術的な検証や原材料の基礎研究などで大学との連携・委託研究を行っており、連携実績は長岡技術大学、秋田大学、山形大学、岩手大学、大阪大学など多岐にわたる。また、ウィンドレンズや A-WING インターナショナルのように大学や高専の技術を製品化・販売するために設立された企業もある。ウィンドレンズは、大学発ベンチャー企業であり、九州大学で開発された「風レンズ風車」を製品化・販売するために設立された企業である。九州大学 TLO と九州大学知的財産本部から風レンズ風車に関する特許の専用実施権を付与されている。A-WING は、都城工業高等専門学校が研究した微風でも発電できる発電機の技術を事業化する形で創業している。

（３）地域を中心に据えた取組

中小企業は、都市部よりも地方に占める割合が大きく、さらに、中小企業の経営者・従業員・取引先や周辺の地域社会はお互いに顔が見える関係にあり、中小企業は地域密着の要素が強い。そして、再生可能エネルギー資源は、都市部より地方に多く賦存しており、その面から地域活性化に役立つともいわれているが、本調査研究では地域を中心に据えた取組を行い、地域の活性化を図る中小企業が見られた。

エディットは、再生可能エネルギー産業による地域再生として、地域産業の主役の一つとなるエネルギー産業を創出することを志向している。温泉発電による売電収入のみならず、発生した熱水を利用した陸上養殖やグリーンハウスの建設を考えており、さらに熱水利用を展開して地域で複合的な産業を起し、地域と都市部をつなぐことを目指している。

また、農業を焦点とした取組もこの事例として挙げられる。前述のようにアルバテックは、丸文と共同で申請から売電までワンパックとなっている「SOLAR 営農」を販売しているが、その販売理由を「ソーラーシェアリングは高齢化する農業従事者の収入の助けになる」としている。

（４）経営者の強いリーダーシップ

再生可能エネルギー産業は、政策や規制、海外企業の動向などに左右されやすい、動きの速い業界である。かつ、国内では未成熟な産業といえ、ここに進出するために人材や資材を投入することは経営的なリスクが大きい。

このような産業にリスクを冒して参入している企業には、経営者の素早い意思決定と迅速な行動が不可欠であり、事例企業でも経営者が強いリーダーシップを発揮して参入を成功に導く姿が見られた。

例えば、北拓は風力発電機の輸入販売を手掛ける中で、風車メンテナンスの重要性に気づき、風車メンテナンス事業に参入をしたが、風車メンテナンス事業には高度な技術を保有する人材が必要であり、リスクを冒した人材への投資が不可欠である。しかし、同社の経営者は、経営判断により、鹿児島と静岡にメンテナンストレーニングや新技術を実証する風力発電所を所有し、一人あたり 1,000 万円以上の費用をかけて人材を育成している。同社は、こうして育成した質の高い従業員を強みとして風車メンテナンス業界において確固たる地位を築いている。

エディットも同様である。地熱は専門性が高く技術的なハードルが高く、人材が十分ではない中小企業にとって、取り組むにはハードルが高い。そこで、必要な技術や経験については、地熱に関する専門知識が豊富な社長自らが OJT を行っている。

第5章 本調査研究の総括と今後の展望

第4章では、再生可能エネルギー産業に取り組む中小企業について整理・分析を行った。

本章では、まず、それぞれの産業ごとの特徴、市場規模、中小企業の参入状況等について整理し、本調査研究の総括を行う。その後、再生可能エネルギー産業における中小企業の可能性を展望し、中小企業が成功を収めるためのポイントを事例に基づいて指摘する。そして、再生可能エネルギー産業でさらに中小企業が活躍するためのポイントをまとめる。

1. 本調査研究の総括

これまでの内容をまとめると、図表 5-1 のようになる。

図表 5-1 本調査研究のポイント

		太陽光	風力	地熱
特徴	構造	太陽電池モジュール製造は水平分離型の構造であり大企業を中心。その下流は住宅と非住宅分野で別れ、地域の中小企業が活躍中。	陸上風力発電と洋上風力発電に大別されるが、いずれも大企業を頂点として、中小企業が財サービスを提供する構造。	大規模地熱発電は、多くの分野で大企業の協力企業として中小企業が参入する構造。小規模地熱発電は、大企業、中小企業ともに参入。
	参入難易度	装置のモジュール化が進んでおり、比較的参入は難しくない。	風車の大型化や洋上風力の普及にともない、技術的な難易度が上昇する傾向にあり、参入は容易ではない。	大規模は大企業でなければ扱うことが難しい。一方で、小規模は、比較的风险が低いいため、中小企業でも参入可能。
	展望	2020年には、現在より製造/建設・設置は市場規模が縮小する見込み。一方で、維持・管理の分野は大きな市場が広がると見られる。	2020年までには、導入が進み、市場が拡大していく見込み。洋上風力発電の研究開発が進み、新分野が産業として発展していくと見られる。	大規模はリードタイムが10年以上と長いため、当面は小規模を中心として導入が進むと見られる。
	課題	手続きの簡素化や受け入れ側の態勢整備が、さらなる導入手量拡大にむけての課題。	洋上風力発電に向けた大型化への対応と信頼性の向上とともに人材の育成が課題。	手続きのスリム化や地熱に関する権利の確立が課題。
市場規模	全体	2013年度 ⇒ 2020年度 26,385億円 ↓ 17,562～18,733億円	2013年度 ⇒ 2020年度 1,560億円 ↑ 4,438～8,466億円	2013年度 ⇒ 2020年度 191億円 ↑ 1,314億円
	発電事業	3,917億円 ↑ 5,850～10,596億円	1,046億円 ↑ 1,877～3,682億円	2億円 ↑ 572億円
	企画・調査	108億円 ↓ 19～29億円	105億円 → 62～113億円	0.1億円 ↑ 41億円
	製造/建設・設置	21,685億円 ↓ 3,870～5,739億円	243億円 ↑ 2,061～3,941億円	1億円 ↑ 409億円
	維持・管理	674億円 ↑ 1,823～2,369億円	167億円 ↑ 438～730億円	187億円 ↑ 292億円
	中小企業の可能性	【現状】企業規模の別なく、幅広く参入。 △【展望】系統連系、固定買取価格下落のリスクあり。	【現状】参入はあまり見られない。 △【展望】大型化により大企業の分野となる。	【現状】一部の企業が小規模地熱発電で参入。 ○【展望】小規模は、比較的风险が低く有望。
中小企業の可能性	企画・調査	【現状】EPC 事業者を中心に幅広く参入。 △【展望】導入量が減少し、市場規模が縮小。	【現状】地域の中小企業で参入が見られる。 △【展望】市場規模は横ばい。	【現状】小規模地熱発電で一部参入が見られる。 ○【展望】小規模地熱発電なら、扱うことができ有望。
	システム製造	【現状】架台や避雷器等の周辺機器の製造を担う。 △【展望】競争が激しい。市場規模も縮小。	【現状】部材の提供、周辺機器の製造を担う。 △【展望】技術を確立できれば参入可能。	【現状】部品や周辺機器等を担う企業が存在。 △【展望】技術的な難易度が高く、新規参入は難しい。
	販売/建設・設置	【現状】全体の 90%以上を中小企業が占め、大企業の協力企業としても活躍。 △【展望】市場規模が縮小。	【現状】大企業の協力企業として実際の業務を担う。 △【展望】大企業の協力企業という役割が継続。	【現状】大企業の協力企業として、一部業務を担う。 △【展望】大企業の協力企業という役割を継続。
	維持・管理	【現状】地域で幅広い活躍を果たす。 ○【展望】累積導入量の増加により、需要が拡大。	【現状】業界をけん引する企業が存在。 ○【展望】人員不足のため、高い需要が見込める。	【現状】大企業の協力会社として参入。 ○【展望】小規模であれば扱うことができ、有望。

(注) 現在、中小企業の参入があまり見られない分野はマスを灰色にしている。また、今後、中小企業にとって有望と考えられる分野は「○」、有望と言い難い分野は「△」としている。

（１）太陽光発電産業

太陽光発電産業において、太陽電池モジュールの製造は水平分離型の構造をしており、大企業を中心となっている。その下流は住宅と非住宅分野で分かれており、中小企業は、販売・建設・設置で全体の 90%を占め、維持・管理でも保安点検、任意点検両方に参入するなど、地域で幅広く活躍している。

装置のモジュール化が進んでいることもあり、比較的参入は難しくない。しかし、2020 年には、現在より新規導入量が減少すると見られており、発電事業、維持・管理以外は市場規模が縮小する見込みである。維持・管理は、累積導入量の増加を受けて、市場規模が拡大するとみられ、中小企業にとって 2020 年に向けて有望な市場である。

ただし、農地転用時の手続き簡素化や受け入れ側の態勢整備がさらなる導入量の拡大に向けた課題となっており、特に後者は、導入量の上限が事実上規定されることにもつながるため、留意が必要となる。

（２）風力発電産業

風力発電産業は、陸上風力発電と洋上風力発電に大別される。陸上・洋上ともシステム製造は大企業を頂点としてピラミッド型の構造をしている。また、他の分野においても大企業が元請となり、中小企業はその協力企業として参入するケースが一般的である。ただし、維持・管理において、業界をけん引するような独立系のメンテナンス業者が存在する。

風車の大型化や洋上風力発電の導入にともない、技術的な難易度が上昇する傾向にあり、中小企業にとって参入は容易ではない。しかし、2020 年までには新規導入の増加によって市場が拡大していく見込みであり、現在でも人員不足の状態の維持・管理は、技術を確立することができれば、中小企業にとって高い需要が見込める有望な市場といえる。また、さらなる大型化への対応と信頼性の向上といった課題に対応できれば、製造等でも参入の余地がある。

（３）地熱発電産業

大規模地熱発電は、大規模地熱発電と小規模地熱発電に大別される。大規模地熱発電は、大企業の協力企業として中小企業が参入する構造である一方、小規模地熱発電は、大企業と中小企業ともに参入している。

大規模地熱発電は、技術的難易度が高く、財務面での負担も大きいことから、中小企業が扱うことは難しい。しかし、小規模地熱発電であれば、比較的风险が少なく、中小企業でも参入可能といえる。地熱発電の導入は、大規模地熱発電のリードタイムが 10 年以上と長いため、当面は小規模地熱発電を中心として導入が進むと見られており、2020 年時点では、発電事業、企画・調査、製造/建設・設置、維持・管理それぞれで市場規模が拡大すると見られる。中小企業にとって有望な市場であるといえる。

しかし、温泉審議会の許可や都道府県の関連部署との調整など手続きが煩雑なことや、地熱に関する権利の確立が難しいことには留意が必要である。

2. 再生可能エネルギー産業における中小企業の可能性

第4章でみたように、現在でも中小企業は発電事業、企画・調査、システム製造、販売・建設・設置、維持・管理それぞれにおいて、確固たる地位を築き活躍している。さらに、分野によっては、中小企業が業界をけん引するような役割を担っている様子が見られた。例えば、発電事業では、エディットや中央電力が小規模地熱発電において、先駆者として市場を開拓している。また、システム製造では、石橋製作所が風車増速機の製造で欧州のデファクトスタンダードを取り込み、国内を代表する企業として国内外で活躍している。維持・管理の分野で活躍する北拓は、国内の風車メンテナンスのパイオニア的存在であり、あらゆるメーカーに対応する体制を整え、業界で重要な地位を占めている。特殊高所技術も、業界団体のメンテナンス関連部会でリーダーを務めている。これらの企業の例に見られるように、業界のけん引者としての役割を中小企業が担っていくことも期待される。さらにインタビューでは、例えば地形に合わせたオーダーメイドの架台の製造や部品の修理・点検を中心に、大企業も中小企業に対して期待をしている様子が見られ、中小企業が再生可能エネルギー産業の中で、今後果たしていくべき役割は大きいといえる。

これに加え、技術的な面においても、世界的に見て高度な技術を持つ我が国の中小企業が果たす役割は決して小さくない。例えば、高い技術水準を誇る海外のある風車メーカーに使用されている部品の過半数は日本製であると言われており、我が国の高い技術は世界的にも必要とされているといえる。我が国の中小企業が得意とするものづくりの技術を再生可能エネルギー産業で存分に発揮することで、さらに市場は拡大するものと考えられる。

地域活性化の視点からも、再生可能エネルギー産業における中小企業の活躍の余地がある。再生可能エネルギー資源は、地域に多く賦存しており、地域に市場（ニーズ）が存在する。地域からのニーズに対して、その地域の特徴に応じてきめ細かく対応することができるのは、その地域に立地し、地域に密着する中小企業に他ならない。大企業は大都市圏に集中する傾向があることを考慮すると、今後、我が国において再生可能エネルギーの導入が進み、産業が発達すると、地域において中小企業が産業をけん引していく存在となるであろう。

再生可能エネルギー産業において中小企業は、産業面、技術面からの期待が大きいとともに、地域のニーズにきめ細かく応えることも期待される。それゆえ、再生可能エネルギー産業において我が国の中小企業の活躍の余地は大きい。

3. 事例に見られる成功のポイント

ここでは、中小企業が再生可能エネルギー産業で成功を収めるためのポイントを、2章で見られた事例に基づいて分析する。

(1) 事業の芽の早期発見

A社は、情報収集を積み重ね潜在的なニーズのありかを把握したうえで、素早い意思決定を行い、ニーズが顕在化したころには製品開発を終えて、販売体制を整えていたことを成功のポイントとして挙げている。

また、「SOLAR 営農」を手掛けるアルバテックは、土地利用制限により地域の農業委員会から農地転用の許可を取得することが容易ではないことに着目し、農地転用の申請代行から売電までをワンパックとした「SOLAR 営農」を販売している。競合の激しいEPC業界で規制緩和と現実の手続きのギャップをうまく捉えた事業といえる。

このように事業の成功には、自社の技術や実績、販路等を考慮しながら、利益を獲得できる事業の芽を早期に発見し、素早い意思決定のもと、他社に先駆けて行動することが必要となる。特に再生可能エネルギー産業は未発達の産業であり、この傾向が強い。多くの企業が自社の要求に合致する製品を提供できる取引先を探しており、顕在化していないニーズも数多く眠っている。

このため、中小企業が再生可能エネルギー産業に食い込むためには、迅速な意思決定を行い他社に先駆け顧客の求める製品を開発することや、独自の創意工夫・アイデアで顕在化していない顧客ニーズを掘り起こすことがポイントとなる。

(2) 独自性のあるビジネスモデルの構築

エスコは、高圧受電設備の保安点検において日本全国に対応可能な体制を整えており、複数発電所を保有している事業主にワンストップで対応できることを強みとしている。これを太陽光発電においても応用して参入している。保安点検は、個人で免許を取得すれば事業を行うことができるため、全国対応がワンストップで可能という強みを活かすことができなければ、現在のような競争力を発揮していなかった可能性もある。

また、再生可能エネルギー産業の中では進出の難しい地熱発電においても、中央電力のように、自社がもともと展開するサービス（マンション一括受電サービス）と同様のビジネスシステムを作り出すことで、自社の強みを活かし参入している事例もある。マンション一括受電では、居住者全員からの同意が必要であり、居住者が事業主体となる。同社の役割は、変圧器・電力メーターの設置や保安点検など必要な設備の導入や手続き、それらのメンテナンス等であり、これらの初期費用やオペレーションコストは同社が負担している。そのため、マンションの居住者はリスクを負わず高圧契約のメリットを享受できるようにしている。一方、地熱発電でも同様に地権者全員の合意が必要であることから、事業主体は地域の人々となる。同社の役割は、資源調査や発電設備の建設、メンテナンス等の初期費用の負担やオペレーションコストを負担することであり、リスクも同社が全て負担

している。

再生可能エネルギー産業という先行きの不透明な産業へと参入するためには、自社の知識、情報、能力などの経営資源を顧客価値へと結びつけ、他社が追随することが容易ではない独自性のあるビジネスモデルを展開していくことが必要となる。インタビュー事例でも、自社が保有する強みやノウハウ、ネットワークを使用して、中小企業におけるヒト・モノ・カネの制約を突破し、独自性のあるビジネスモデルを構築している事例が見られた。

（３）差別化手段の差別化

自社製品・サービスを販売し、成功を収めるためには、他社製品との差別化が重要であることは言うまでもない。これは再生可能エネルギー産業においても同様である。しかし、事例では、これをさらに一歩進めて、質の高い情報を得る工夫や外部機関の効果的な活用、採算よりも実績やノウハウの獲得を重視するなど、最新の情報や技術、ノウハウを獲得する手段を確立している企業が多く見られた。中には、石橋製作所のように情報を得るだけでなく、開示をすることで他社から信頼を獲得し、海外企業との共同開発に結び付けている例もある。

再生可能エネルギー産業においては、他社製品・サービスとの差別化もさることながら、他社製品・サービスと自社の製品・サービスを差別化する手段を確立していることが必要となる。これは差別化する「手段」の差別化といえる。

前述のように再生可能エネルギー産業は、動きの速い業界であり、品質・価格への要請がわずかな時間で大きく変化する。また、再生可能エネルギー産業は、多くの企業がその将来性を見込んで参入しており、その競争相手は、国内企業のみならず欧米、新興国と多様である。刻々と変化する状況の中で、顧客のニーズを正確に把握し、差別化を図る手段を確立しておかなければ、再生可能エネルギー産業において長く成功を収めることは難しくなる。

4. 中小企業のさらなる活躍に向けて

これまでインタビュー調査と各種文献調査から太陽光発電、風力発電、地熱発電の3つの再生可能エネルギーの産業構造を把握し、その中での中小企業の動向と展望について調査研究を行ってきた。ここで今後の再生可能エネルギー産業において中小企業がさらに活躍していくためのポイントをまとめ、本調査研究を締めくくりたい。

(1) 地域一体となった取組

現在、日本の再生可能エネルギー産業への取組は、点もしくは線の取組であることが少なくない。これを、地域の各主体と一体となった面的な取組へと発展させていくことができれば、中小企業にとってメリットが大きい。地域の特性として、距離的に近いこと、情報の速度や密度が高まり、関係者間で濃密なネットワーク築くことができるという強みがある。そのため、地域内では産学連携や産産連携等を比較的スムーズに行うことができる。地域の大学等研究機関には「知」があり、地域の企業には様々な技術をはじめとしてビジネスの種がある。FIT導入により急速に成長している再生可能エネルギー産業においては、様々な可能性が残されている。地域が一体となって取り組むことで、多様な成長機会を捉えていくことが可能となるであろう。

事例企業のなかにも、産学連携や産産連携の動きが見られた。産学連携の例としては、大学での研究成果である「風レンズ風車」を製品化・販売するために設立されたウィンドレンズが挙げられる。ウィンドレンズの場合は製品そのものの技術であったが、大学等の研究機関では再生可能エネルギー関連の技術を実施しているところが少なくない。地域の研究機関と密な連携をとることで、技術や知見を取り込んでいくことは、再生可能エネルギー産業における今後の事業展開における有効な方策の一つとなろう。

産産連携の例としては、エディットのインタビューで見られた温泉発電における熱水利用の構想が挙げられる。同社は、熱水を余すことなく利用して、地域で複合的な産業を興すことを構想している。温泉熱は発電だけでなく、室内暖房、水産養殖、ビニールハウスでの農産物・花き栽培等に利用することができるうえ、発電した電気や熱そのものを地域で生産した農林水産の加工に利用すれば、6次産業化を図ることも可能となる。産産連携によって新たな技術を生み出すことも可能であるが、再生可能エネルギーに関してはこのような形での産産連携も可能である。エディットのような産産連携では、発電事業に過度に依存しない企業運営への道が開けることから、地域が一体となって取り組める様々な方向性を検討することは有益であるといえよう。

(2) 下流への展開

再生可能エネルギー産業は、成長途上の産業であり、政策や規制、海外企業の動向に左右されやすい不安定さを持ち合わせている。このため、年度ごとに再生可能エネルギーの導入量が大きく変化する可能性もあり、先行きが不透明である。インタビューでは、需要の変動で大きな影響を受けた企業が見られた。したがって中小企業が再生可能エネルギー

産業に取り組むには、このような産業の不安定さに影響を受けにくい取組をすることが重要となる。

具体的には、維持・管理分野への進出が考えられる。維持・管理は、システムの累積導入量により市場規模が決まるため、例え新規導入量が減少したとしても、安定した売り上げを見込むことができる。特に、再生可能エネルギー産業では、常に発電をし続けなければ事業として成立しないため、故障の防止や故障時の迅速な対応が重視される。このため、維持・管理の重要性が高い。現在、固定価格買取制度により、再生可能エネルギーの導入量は増加しており、市場規模は拡大している。しかし、この分野には大企業も進出してきており、これらの企業と競合する可能性があることには留意が必要である。大企業と競合する可能性があるため、先手を打って進出し大企業よりも早くに顧客を獲得してシェアを押さえることや、大企業の協力企業として大企業と連携するなどの取組が必要となろう。

インタビュー企業では、北拓は国内で風車の維持・管理があまり普及していなかった時期から、風力発電業界に参入し、現在では、業界をけん引する企業として確固たる地位を確立している。また、石橋製作所のように、部品を製造する企業が維持・管理へと進出し、安定した売上を上げながら、破損に関するデータなど製造への知見を高めている企業も存在する。

各産業の維持・管理の状況についてみると、太陽光発電の維持・管理は、太陽電池モジュールの発電効率の診断や修理、除草など地場の中小企業でも実施可能なものであり、参入障壁は高くない。風力発電の維持・管理は、現在でも需要に対してメンテナンス事業者が不足しているという状況である。高い技術が求められるため、参入のハードルは高いが、技術を確立して参入することができれば、一定の売上を見込むことができるだろう。地熱発電に関しても、今後小規模地熱発電の市場が伸びていくことが見込まれる。日本において、小規模地熱発電は盛んではなかったことから、小規模地熱発電のメンテナンス業者は多くない。ここで普及初期から参入し、実績を積むことで継続的な売上を上げることができよう。

（３）付加価値を高める新たな視点の導入

中小企業がグローバルの価格競争に巻き込まれてしまうと、短期的な売上を上げることはできたとしても、さらに安い価格を提示する海外企業に顧客を奪われてしまう可能性がある。したがって、中小企業が再生可能エネルギー産業に継続的に取り組むためには、コストダウンを図ることも必要であるが、それ以上に価格が多少高いとしても購入したくなる製品・サービスを提供することが必要である。価格競争は我が国の中小企業の主戦場ではない。製品・サービスがコモディティ化することは、避けなければならない。

価格競争を避けて、商品の独自性を出し、製品・サービスに付加価値を加えることが、再生可能エネルギー産業における中小企業の１つの在り方となる。

この方法の１つとして、例えば、「デザイン」が考えられる。コンシューマー製品では、コストや品質もさることながら、デザイン面も欠かすことのできない製品・サービスの価値の１つの要素となる。再生可能エネルギー産業において、デザインはあまり重視されて

こなかったが、これからは付加価値を高める新たな軸としての可能性があるのではないだろうか。

例えば、太陽光電池モジュールは、低コストながらまだら模様があって見た目があまりきれいではない多結晶よりも、多少高コストであるが見た目がきれいな単結晶の方が好まれる傾向にあり、多くの家庭や事業者が単結晶の太陽電池モジュールを選択している。また、太陽電池モジュールの設置に関しても、起伏のある土地にそのまま太陽電池モジュールを設置するのではなく、費用をかけて土地造成を行い、整然と太陽電池モジュールを並べることが好まれるという。なお、両方で発電効率が変わることはない。また、小型の風車は現在、国内で認証が受けられないなどの理由で停滞しているが、これらの問題が解決し、普及が進むと、各家庭に風車が設置される時代が到来するかもしれない。そうなるとデザインが非常に重要な要素を占めてくることも考えられる。

また、付加価値を出す取組として、再生可能エネルギー発電システムと、部材やアプリケーションを組み合わせしていく取組も考えられる。再生可能エネルギー産業では、アイデア次第でビジネスの可能性が広がっている。例えば、川口スチール工業は発電設備と部材を組み合わせた事例である。同社はフレキシブルソーラーパネルと自社の建築板金工事を結びつけ、建材一体型の太陽光パネルを着想した。これに加え、独立型の電源として、発電設備とアプリケーションを組み合わせ、分散型の電源としての能力を最大限活用していくことも考えられる。グローバル・リンクのように、外部電源が不要なソーラー街灯を低価格で販売している例が見られる。ビニールハウスに太陽光パネルを設置することで、電気を自家消費する取組なども始まっている。このほか、インフラが未整備で電力網が整っていない新興国や人口密度の低い地域に対して、分散型の電源として販売することも考えられる。

これらは例示にとどまるが、我が国の中小企業が再生可能エネルギー産業において生き残っていくためには、価格競争に飲み込まれず、高付加価値製品・サービスを提供することが求められよう。

参考文献一覧

- BP (2014) “Statistical Review of World Energy2014”
- Ernst & young (2010) “Cost of and Financial Support for Wave,Tidal Stream and Tidal Range Generation in UK”
- IEA (2014) “trends 2013 in photovoltaic applications”
- 一木修 (2008) 「太陽光発電産業について」 総合資源エネルギー調査会 第 15 回新エネルギー部会
- 一般社団法人火力原子力発電技術協会 (2013) 「地熱発電の現状と動向 2012 年」
- 一般社団法人太陽光発電協会 (2014) 「太陽光発電システムの現状と課題」 新エネルギー小委員会
- 一般社団法人日本産業機械工業会 (2014) 「風力発電関連機器産業に関する調査研究報告書」
- 一般社団法人日本風力エネルギー学会 (2014) 「風力エネルギー」 Vol.38 No.1
- 一般社団法人日本風力発電協会 (2014) 「風力発電の導入促進に向けて～風力発電の現状と展望～」
- 一般社団法人日本風力発電協会 Web サイト<<http://jwpa.jp/>> (2014 年 8 月 29 日アクセス)
- 一般社団法人太陽光発電協会 (2013) 「PV OUTLOOK 2030 改訂版」
- 一般社団法人太陽光発電協会 (2013) 「太陽光発電システムの現状と課題」 新エネルギー小委員会資料
- 一般社団法人太陽光発電協会 太陽光発電普及拡大センター (2014) 「平成 25 年度 住宅用太陽光発電補助金交付決定件数」
- エネルギー・環境会議コスト等検証委員会 (2011) 「コスト等検証委員会報告書」
- 大里和己 (2012) 「バイナリー発電システムの技術開発動向」 技術総合誌オーム 第 101 巻 第 1 号
- オリエントコーポレーション (2013) 「オリコ太陽光発電システム総合補償制度のご説明」
- オリックス株式会社 (2014) 「太陽光発電事業、合計 425MW の開発に着手～66.7MW が発電開始し、目標を前倒し達成～」<http://www.orix.co.jp/grp/news/2014/140407_ORI_XJ.html> (2014 年 10 月 29 日アクセス)
- 神奈川新聞 (2013) 「民間主導メガソーラーが相模原に誕生 川崎の中小企業が手掛ける」<http://www.kanaloco.jp/article/62481/cms_id/62272> (2014 年 10 月 29 日アクセス)
- 株式会社エネックス都市研究所・アジア航測株式会社・パシフィックコンサルタンツ株式会社・伊藤忠テクノソリューションズ株式会社 (2011) 「平成 22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査報告書」

- 株式会社オーム社（2014）『OHM』2014年1月号」
- 株式会社日本政策金融公庫総合研究所（2012）「環境・新エネルギー産業を支える中小企業の技術と新たなビジネスチャンス～太陽電池・風力発電・電気自動車・省エネを支える環境技術の実態～」No.2011-7 日本公庫総研レポート
- 株式会社日本政策金融公庫 Web サイト<<http://www.jfc.go.jp/n/release/pdf/topics131121b.pdf>>（2014年10月29日アクセス）
- 株式会社三菱総合研究所（2012）「平成23年度中小企業支援調査（風車発電関連産業の産業構造分析に係る調査研究）」
- 環境産業市場規模検討会（2014）「環境産業の市場規模・雇用規模等に関する報告書」
- 環境省（2013）「国立・国定公園内における地熱開発の取扱いについて」
- 環境省（2013）「低炭素社会づくりのためのエネルギー低炭素化に向けた提言」
- 環境省地球環境局地球温暖化対策課（2013）「平成24年度再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報整備報告書」
- 環境省地球環境局地球温暖化対策課（2012）「平成23年度再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報整備報告書」
- 関西電力 Web サイト<http://www.kepc.co.jp/siteinfo/faq/new_energy/9098953_10603.html>（2014年10月29日アクセス）
- 九州経済産業局（2011）「九州における環境・エネルギー・リサイクル産業の現状とビジネスモデル調査報告書～再生可能エネルギーがもたらす九州環境ブランド～」
- 共同通信（2013）「北海道奥尻町に地熱発電 買い取り制度で離島初」
- 経済産業省（2014）「総合資源エネルギー調査会原子力小委員会第1回会合参考資料」
- 経済産業省製造産業局繊維課 産業技術環境局研究開発課（2014）「革新炭素繊維基盤技術開発の概要について」
- 公益財団法人自然エネルギー財団（2013）「太陽光発電事業の現況とコスト2013」
- 国立国会図書館（2014）「再生可能エネルギーをめぐる科学技術政策」
- 国立国会図書館（2014）「再生可能エネルギーをめぐる科学技術政策めぐる諸相」
- サカタ製作所 Web サイト<<http://sakata-s.co.jp/solar/>>（2014年9月15日アクセス）
- 産業技術総合研究所 Web サイト< https://unit.aist.go.jp/rcpvt/ci/about_pv/e_source/RE-emission.gif>（2014年10月29日アクセス）
- シーエムシー出版（2011）「2012年版ファインケミカル年鑑」
- 資源エネルギー庁（2014）「エネルギー基本計画」
- 資源エネルギー庁（2014）「エネルギー白書2014」
- 資源エネルギー庁（2014）「最近の太陽光発電市場の動向及び前回ご指摘事項について」
- 資源エネルギー庁「地熱資源開発について」
- 資源エネルギー庁 Web サイト< <http://www.meti.go.jp/press/2014/06/20140617003/20140617003.html>>（2014年10月29日アクセス）
- 資源エネルギー庁省エネルギー・新エネルギー部（2014）「最近の太陽光発電市場の

動向及び前回のご指摘事項について」

- 資源エネルギー庁省エネルギー・新エネルギー部（2014）「平成 25 年度調達価格検討用基礎資料」第 8 回 調達価格等算定委員会
- 資源エネルギー庁省エネルギー・新エネルギー部新たなエネルギー産業研究会（2012）『エネルギー新産業創造』自動車に次ぐ巨大ビジネスが生まれる」日経 BP
- 情報機構（2013）『再生可能エネルギー発電設備の小型・産業用途を中心とした導入・運用展開』太陽光・太陽熱・地熱・排熱・バイオマス・小水力・風力」
- 総合資源エネルギー調査会原子力小委員会（2014）「第 1 回会合参考資料」
- 第 2 回風力発電関連産業セミナー/第 78 回新エネルギー講演会合同開催（2014）「風力発電関連産業の動向と将来展望配布資料」
- 帝国データバンク Web サイト<<https://www.tdb.co.jp/report/watching/press/pdf/p140705.pdf>>（2014 年 10 月 29 日アクセス）
- 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構編（2014）「再生可能エネルギー技術白書第 2 版」
- 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（2008）「風力発電導入ガイドブック」
- 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（2011）「平成 22 年度報告書風力等自然エネルギー技術研究開発洋上風力発電等技術研究開発海洋エネルギーポテンシャルの把握に係る業務」
- 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構（2014）「地熱発電事業 2 案件に対し初めての債務保証を実施」
- 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構（2013）『平成 25 年度地熱資源開発調査事業費助成交付事業』の採択結果について」
- 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構（2014）『平成 26 年度地熱資源開発調査事業費助成金交付事業』に係る公募結果について」
- 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構 Web サイト<<http://geothermal.jogmec.go.jp/geothermal/world.html>>（2014 年 10 月 29 日アクセス）
- 地熱発電に関する研究会（2009）「地熱発電に関する研究会中間報告」
- 調達価格等算定委員会（2014）「平成 26 年度調達価格及び調達期間に関する意見」
- 調達価格等算定委員会（2013）「平成 25 年度調達価格及び調達期間に関する意見」
- 中島英史（2013）「地熱発電の現状と今後」47（1）p.23-36 石油・天然ガスレビュー
- 日経テクノロジー（2014）「メガソーラー発電事業を成功に導く 〈第 11 回〉『2013 年度の太陽光発電所の EPC 受注額は約 600 億円に』、九電工・本松氏」<<http://techon.nikkeibp.co.jp/article/FEATURE/20140116/327704/?ST=pv&P=2>>（2014 年 10 月 29 日アクセス）
- 日本経済新聞（2013）「J パワー、国立公園内で地熱発電の調査 北海道・大雪山」
- 日本経済新聞社編（2014）『日経業界地図 2015 年版』日本経済新聞出版社
- 日本地熱協会（2014）「地熱発電の現状と課題」新エネルギー小委員会

- 稗貫峻一・本藤祐樹（2012）「拡張産業連関モデルを用いた地熱発電のライフサイクル雇用分析」92（1）p.164-173 日本エネルギー学会誌
- 兵庫県（2013）「湯村温泉におけるバイナリー発電基本設計業務-報告書-」
- 兵庫県（2013）「湯村温泉における湧出度等調査業務-報告書-」
- みずほ銀行産業調査部（2011）「産業振興の側面から見た風力発電への期待～東北振興とエネルギー政策の見直しに向けた考察～」Mizuho Industry Focus Vol.99
- 矢野経済研究所（2013）「太陽光発電システム市場の現状と将来展望 2013」
- 矢野経済研究所（2013）「新エネルギー用パワーコンディショナー市場 2013」
- 矢野経済研究所（2013）「国内太陽光発電システム市場に関する調査結果 2013」
- y h 株式会社（2013）「遠隔で見守り隊」<<http://www.yokohamah.jp/taiyo33/270.html>>（2014年10月29日アクセス）

公益社団法人中小企業研究センター

〒100-0016

東京都台東区台東 4-28-11

御徒町中央ビル 3 階

電 話 03 (3831) 9061 (代表)

F A X 03 (3831) 9069

ホームページ・アドレス

<http://www.chukiken.or.jp>