

<「第2回バイオマスエネルギー研究会」講演録>

再生可能エネルギーと地域再生 林業再興と木質バイオマスのエネルギー利用

京都大学大学院経済学研究科/地球環境学堂教授

諸富 徹



今日は、バイオマスエネルギーなど「再生可能エネルギー」を取り巻く状況と地域の関係について、お話をさせていただきます。

私は、「再生可能エネルギー」が普及すれば「分散型」になる。「分散型」になるということは、地域が主体的にエネルギーを利用するだけでなく、生産できることになり、それが地域再生とつながっていくのではないかということ、研究テーマに取り組んでいます。

「再生可能エネルギー」の本格的な普及が始まったのは、2012年に改正FIT法（再生可能エネルギー固定価格買取制度）が施行されてからです。2011年3月の福島第一原発事故が起きた直後は、「再生可能エネルギーが、将来、エネルギーの担い手の一角になることはないだろう」という言説が、かなり強かった。ところが、この10年で「再生可能エネルギー」をめぐる言説は変わったと思います。

「脱炭素化」は経済成長をもたらす

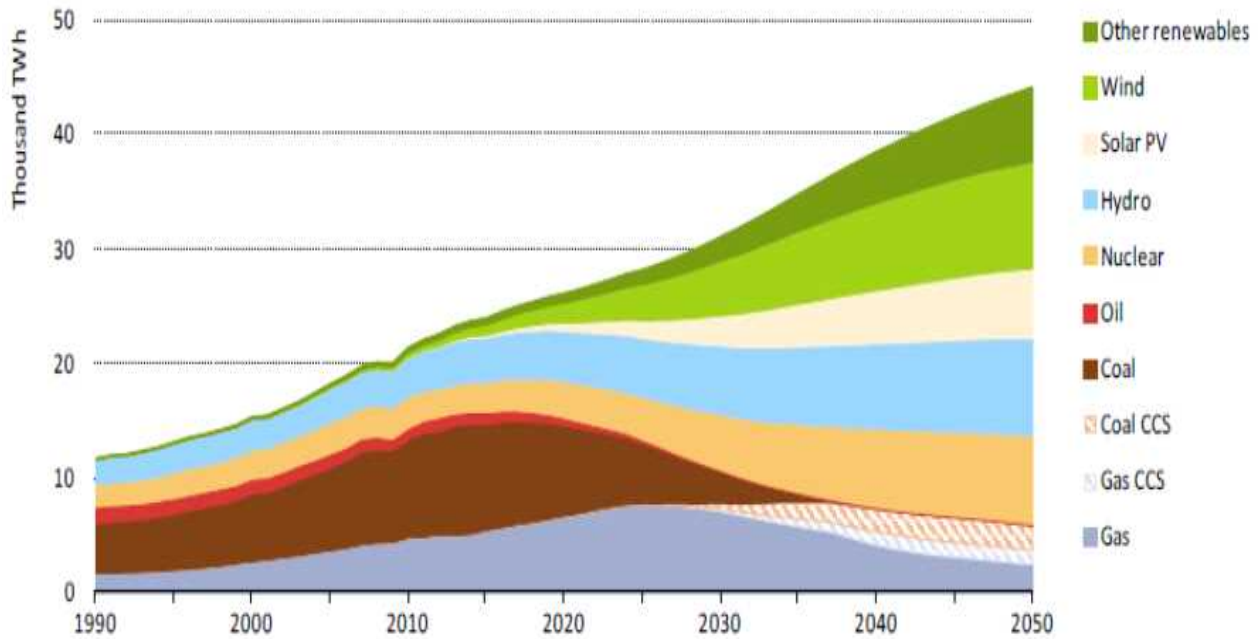
2017年に、OECD（経済協力開発機構）とIEA（国際エネルギー機関）、IRENA（国際再生可能エネルギー機関）が、共同でエネルギー転換に向けた、画期的な報告書を公表しました。IEAは、コンサバティブな機関で、原発が大好きでしたが、脱炭素に向けてエネルギー政策の舵を切るべきだと急速に転換し、日本のエネルギー関係者はその変貌ぶりに戸惑っているくらいです。

IRENAは、IEAがあまりにも原発、石炭、大型発電中心だったため、ドイツが主導してつくった国際機関です。

その報告書には、全球気温上昇を66%の確立で2℃未満に抑えるためにはどうするか、ということが書かれています。図1は、66% 2℃シナリオにおけるグローバルな電源構成の予測図です。2050年までに、世界総発電量の95%を非化石燃料にする。非化石燃料には原発もありますが、「再生可能エネルギー」は2050年までに23%から70%へと、圧倒的に「再生可能エネルギー」が主流でなければいけない。太陽光と風力がその半分。原発はIEAを反映して11%から17%に増えます。火力発電は、2035年までに半減させ、2050年までに80%以上減少させる。石炭は、効率的な火力発電であっても、2040年までに完全廃止する。天然ガスは石炭の代替で増えますが、いずれは化石燃料として減っていく。

日本では、このシナリオを非現実的なものと受け止めていましたが、ついに菅義偉首相は「脱炭素」を掲げました。日本もこの方向に向かわない限り、脱炭素社会は実現できません。

経済団体連合会は、大きなエネルギー転換をすると、エネルギー価格の上昇や、石炭火力発電所の減価償却が終わる前に廃棄しなければならないので座礁資産になる、予想外のコストがかかるなどのマイナス要因が多いため、経済に大打撃に与えると反対でした。しかしOECDモデルによると、むしろ「再生可能エネルギー」



Note: TWh=terawatt-hours; CCS=carbon capture and storage
出所: OECD/IEA and IRENA(2017), Figure 2.12

図1 66% 2℃シナリオにおけるグローバルば電源構成の予測

の方が経済成長を促すとしています。

OECD モデルによる経済推計では、50%の確率で、産業革命以来の全球気温上昇を2℃以内に抑制すれば、長期的にG20平均経済成長率を2.8%分引き上げるとしています。IEAモデルの経済推計では、エネルギー転換の投資刺激効果やカーボンプライシングの収入還付効果が経済を刺激するため、「エネルギー転換シナリオ」は、「成り行きシナリオ」に比して、2050年時点で0.8%分、成長率を高める。さらに、化石燃料関連産業は産出量が最大に減少するが、資本財産業、サービス産業、バイオエネルギー関連産業で、最大の産出量増加が見込め、エネルギー産業全体では、2050年までに約600万人の追加雇用が生じるため、「雇用はむしろ増加する」としています。

なぜ再生可能エネルギーは 主力電源となるのか — その経済性

なぜこういうことが可能になるのか。その背

景には、「再生可能エネルギー」が増えるとコストが低くなるからです。日本でいえば、改正FIT法が施行されたことによって、「再生可能エネルギー」は、福島第一原発事故の年から急速に増加しています。主に太陽光発電ですが、バイオマス発電も、現在は総発電量の18%を超えています。20%になるのは、ほぼ確実。資源エネルギー庁の「エネルギー基本計画」では、総発電量に「再生可能エネルギー」の占める割合は、2030年で22%～24%です。それでは低すぎるということで、そらく「第5次計画」では、少なくとも30%にすると思います。経済同友会は40%と言っています。

因みに原発は、震災直前まで24%くらいでしたが、一時期0%になり、ようやく再稼働を進めて、現在6%から7%くらいです。福井県の大飯原発は、大阪地方裁判所が2020年12月4日に、設置許可を取り消す判決を出しました。発電所がだめだということではなく、規制委員会の振動の想定がそもそも間違っているということです。こういうことで、原発はなかなか進

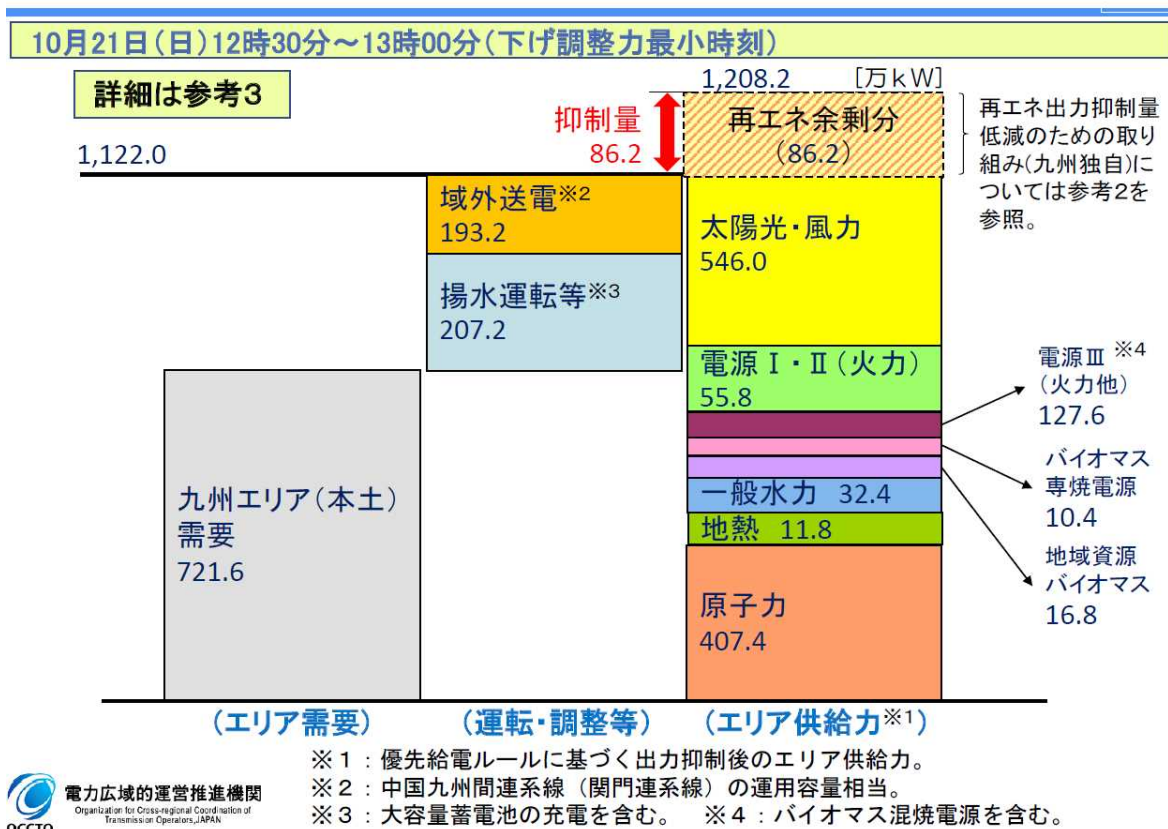


図2 九州電力が太陽光発電の出力抑制をした10月21日の需給バランス

まないことを考えると「再生可能エネルギー」で増やさざるをえない。

改正FIT法のもたらした成果と課題

改正FIT法をめぐっては、いろいろな議論があります。一種の幼稚産業保護政策で、これによって投資意欲がかきたてられ、増えてきました。その一方で、費用膨張問題と系統接続問題が浮上しています。

買取価格を支える費用は、国民が電気代で負担してきました。これが膨張してきている。関西電力の電気料金領収書には、原発に係る費用を表示せず、「再生可能エネルギー」にかかる「系統接続問題」は、「再生可能エネルギー」の発電設備を作って、電力を増やしても、系列につないでもらえないという問題があります。電気を流させてもらえない。FITで投資意欲を掻き立ててきながら、他方で、せっかく伸びた

「再生可能エネルギー」の電気は困る、という状態になっています。それが「系統接続問題」です。バイオマスも同じで、せっかく林業者と話がついて材を集める仕組みが整い、発電設備ができ、系統につないで電力を流そうとしたら、「系統はいっぱいですからもう受けられません」といわれることが多い。

九州電力の太陽光発電出力抑制をどう考えるか

—日本の再エネ政策と電力システム改革—

これが、九州電力で、典型的に起きています。図2は、九州電力が太陽光発電の出力抑制をした10月21日の需給バランスを表したものです。

ゴールデンウィークや秋の気候のいい時は、冷暖房がいらないので、九州電力エリアの電気需要量は減ります。それに対して、太陽光発電など「再生可能エネルギー」は多いため、ギャ

ップが生じます。再稼働した玄海原発や水力、地熱は、お天気任せではないので、長期固定電力として一定の計画出力で発電される。これが優先的に系統に入れられます。「再生可能エネルギー」の優先度は、火力発電よりは優先されますが、その次になる。九州電力では、火力発電の出力を落として「再生可能エネルギー」に入ってきてもらう努力はしています。そこはやっている。

揚水発電は、太陽光発電が昼間の天気のいい時に、太陽光の余った電気を使って水を下から上のダム湖に引き揚げ、太陽が隠れた夜になると、その水を落として水力発電をして。平準化しています。

域外送電は、九州から本州に電気を流すことです。余った電気を関西エリアや中部エリアに流す。問題は、それでも供給能力が上回る時期をどうするかということです。その場合、強制的に出力抑制します。発電所に指令を出して「系統から遮断してください。電気を送らないでください」と。これは議論の余地があります。なぜ「再生可能エネルギー」が、まず遠慮しなければいけないのか。原子力は遠慮しなくていいのか、という問題です。ドイツは原発も出力を下げて「再生可能エネルギー」の道を広げています。そういうことが日本では議論されずにきました。

九州電力と本州を結んでいる電力会社間の系統のことを「連携線」といいますが、この「連携線」が細い。なぜかというと、電力会社は、かつて地域独占でしたので、電力融通する必要がなかった。関西関電はエリア内で需要と供給を達成してきました。他の地域に電気を送ったり、買ったりすると、競争力の強い電力会社に地元の顧客を奪われるので、自分の城を守るために細い「連携線」にしておいて、「どうしても」という時だけ「連携線」を使うという例外的な系統でした。この「連携線」を介して「再生可能エネルギー」を送ることができるように

なっているかどうか、「再生可能エネルギー」を生かすための前提条件となります。

ドイツは電力会社が4分割されていますが、それぞれのエリア間の「連携線」を太くしていったって、電力を送るのに齟齬がない投資をしました。つまり、ドイツは統一マーケットになっているということです。ドイツは、それだけでも不足するので、北海で、風力発電に投資をして、一大供給源になっています。ヨーロッパでは、「国際連携線」をどんどん拡張しています。全欧州で一つの電力市場をつくり、ある地域でものすごく風が強くなったり、太陽がものすごく照って電力が余ったりして電力が余ったら、他の国に流す。「再生可能エネルギー」を最優先で使えるように、「連携線」をどんどん増やしています。

日本は、まだ道半ばです。関門連携線は、かつて、たったの13万kWhだった。それを120万kWhまで延ばした。ただそれでも容量として足りない。ボトムネックが発生しています。日本卸電力取引所のデータによると、出力抑制が行われた2018年10月20日の価格データでは、4時～4時半の時間帯における九州電力の取引価格は6.43円/kWh。本州の中国電力、四国電力、関西電力の取引価格は、すべて10.94円/kWhでした。全然、価格が違う。両エリアの取引価格を一致させるメカニズムは働いていなかったことになります。これを「市場分断」といいます。

全国统一マーケットになっていないことで、九州電力は太陽光発電の電力を抑制するという乱暴で、もったいないことをやらざるをえなくなった。関西エリアは大きな市場ですから、そこで受け入れることは十分可能です。そのかわり石炭火力の出力を落とせば、CO2も減るし、「再生可能エネルギー」も増やせる。ヨーロッパは、そういう電力システムが普通に働くようになっていますが、日本はなっていないことに、根本的な問題があります。

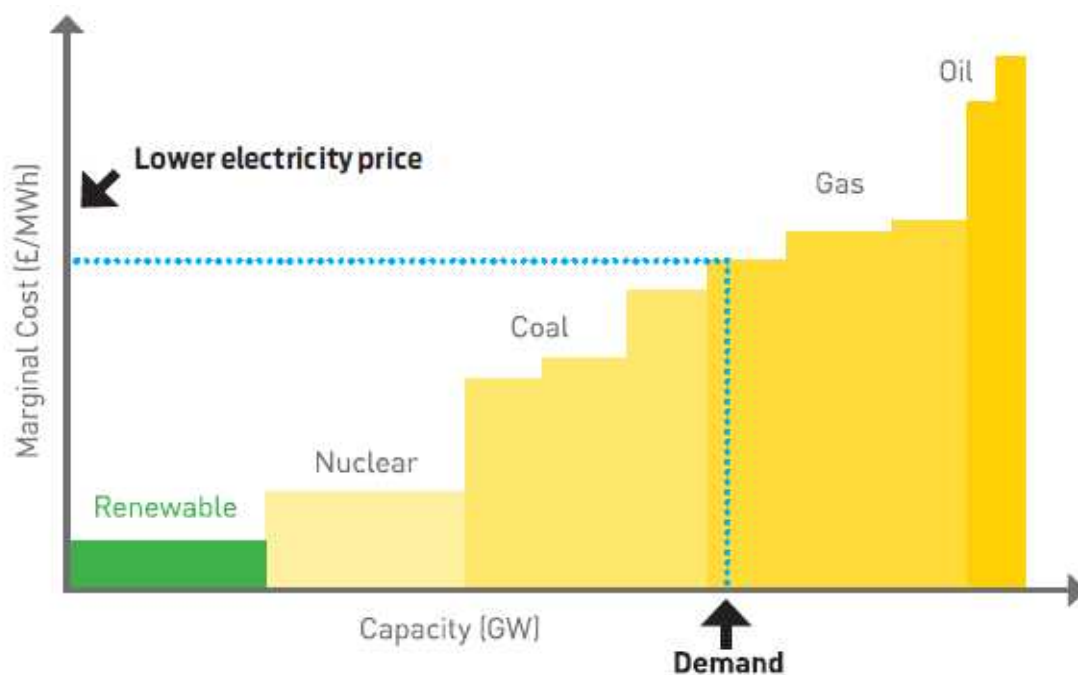


図3 メリットオーダーとは何か

再エネ大量導入に向けた 「電力システム改革」

日本でも、「再生可能エネルギー」導入に向けた電力システム改革が行われています。伊藤元重（東京大学大学院経済学研究科教授）さんを座長とする「経済産業省・資源エネルギー庁の電力システム改革専門委員会」が方針を出し、2013年4月に「電力システムに関する改革方針」が閣議決定されました。

第1弾として電気事業法を改正し、送配電網を広域的観点から運用する「広域的運営推進機関」を創設しました。それぞれ電力会社のエリア内だけで需給バランスをとるのではなく、広域でやるということです。これはいいことですが、実際には、この機構を電力会社の出向者が中心に運営しているので、電力会社の利益から大きくかけ離れたことはしない。翌2014年は、小売全面自由化を定めた第2弾の改正をしました。2015年6月は、発送電分離を実行に移す

第3弾の改正が行われ、2020年に「発電」「送配電」「小売」の3部門を分社化する「法的分離」が施行されました。

かつて電力ビジネスは、「発電部門」「送電部門」「配電部門」「小売部門」が垂直的に統合されていましたが、これらを分離し、競争を促すために「参入自由」になりました。ただし、「送電」と「配電」は高速道路みたいなもので公共性が高いですから、ある種の「公共財」として、一定のルールのもと、「独占」は認めるが、料金規制もされますことになっています。

なぜ「発電」と「送電・配電」を分離したかということ、電力会社は、関係のない「再生可能エネルギー」の電力は、「空いていたら送電するが、空いてないと送電しない」と断るケースがあったためです。ドイツでは、「送電・配電」は公共財とし、全部の発電所を等しくとり扱うため、送電のキャパが超えた場合は、どの順番で利用できるのかをルール化しました。これを「系統利用ルール」といいます。ドイツはそれを徹底したうえで、マーケットで決めてい

ます。

図3は、横軸が発電能力で縦軸が価格です。価格は原価費用で、メンテナンス費用や発電コストは含まれていません。これを見ると「再生可能エネルギー (Renewable)」が一番安い。風力も太陽光も燃料費は必要ないので、コストは、ほとんど0です。バイオマスは燃料費がかかります。次が原発 (Nuclear)、石炭 (Coal)、ガス (Gas) と高くなっていきます。石油 (Oil) は一番高い。これをみれば、エネルギーを市場取引することで、「再生可能エネルギー」が全量入ってくることとなります。さらに、ドイツでは、何をおいても「再生可能エネルギー」を系統に入れないといけない、というルールもっています。このように、市場取引が中心になることで、関西電力の電気であっても、価格だけに基いて競争することになります。

そうするために、「発電」と「送電・配電」の分離が大事です。

再エネ大量導入上の最大の課題としての 系統容量問題

電力会社は、送電容量の空いている系統と空いていない系統を公表しています。「再生可能エネルギー」で新たな電気をつくり、送電しようとしても、空いていない系統には「送電できない」と言われます。ところが、京都大学再生可能エネルギー経済学講座の安田 陽教授と山家公雄教授が、公表されているデータをもとに、東北電力の系統別に、系統の容量に対して実際、流れている電気はどれくらいかを調査した結果、主要幹線ではかなりの空き容量があることがわかりました。利用率は、高い幹線でも18.2%。低い幹線は2.4%で、ほとんど使っていない。がら空きです。なぜこんなに空いているのか。その理由の一つは原発です。原発は、市場取引される10年前から「10年後、我われが使います」と予約ができる。たとえば、テニスコート

を予約したが、当日になってプレイヤーが来なくても、予約されているので使えない、というのと同じです。しかも「系統利用」は、すべての発電所がマックスで発電した時の使用容量を空けておきます。火力発電の稼働率が、実際は70%でも、100%で発電したときのキャパをとっておかなければならない。そのため、空き容量が小さくなるのです。その小さい空き容量を「再生可能エネルギー」が取り合っている。あくまでも「計画発電に基づく系統利用」ですから、系統が空いていても電気を流せない。こんなことをやっている国は、日本以外にありません。アメリカやヨーロッパでは、実利用に基づくルールに変わっています。

それをやり始めていたところが、一つだけあります。それが東京電力です。原発事故を起こしてよからぬ会社ですが、政府も入って体質が変わったのか、ヨーロッパ並の「系統ルール」にし、実測値に基づく空き容量を計算しています。電力需要のピークだけ出力抑制をしてくれれば、それ以外の時間は受け入れ始めています。その背景には、原発事故の賠償問題もあるので経費を削減したい。「再生可能エネルギー」にどんどん利用してもらい、系統の利用料収入を得たい。さらに人口減少や工場の中国移転で、電力需要が下がれば、経営が苦しくなる。むしろ「再生可能エネルギー」に入ってきてもらい、利用料を得た方が得だというのがホンネです。

しかし、こういう系統ルールに対して、関西電力が先頭に立ち、九州電力も含めて反対しています。関西電力は原発を進めたいので「再生可能エネルギーはジャマだ。こういうルールはよろしくない」と思っています。

ドイツの電気は、夏の太陽光発電や冬の風力発電の能力が上がったときは、それらの「再生可能エネルギー」が主流になっています。残余需要は、石炭火力やその他の電源が満たす。「再生可能エネルギー」が伸びれば、出力を絞りこむ。「再生可能エネルギー」が優先です。原発のよ

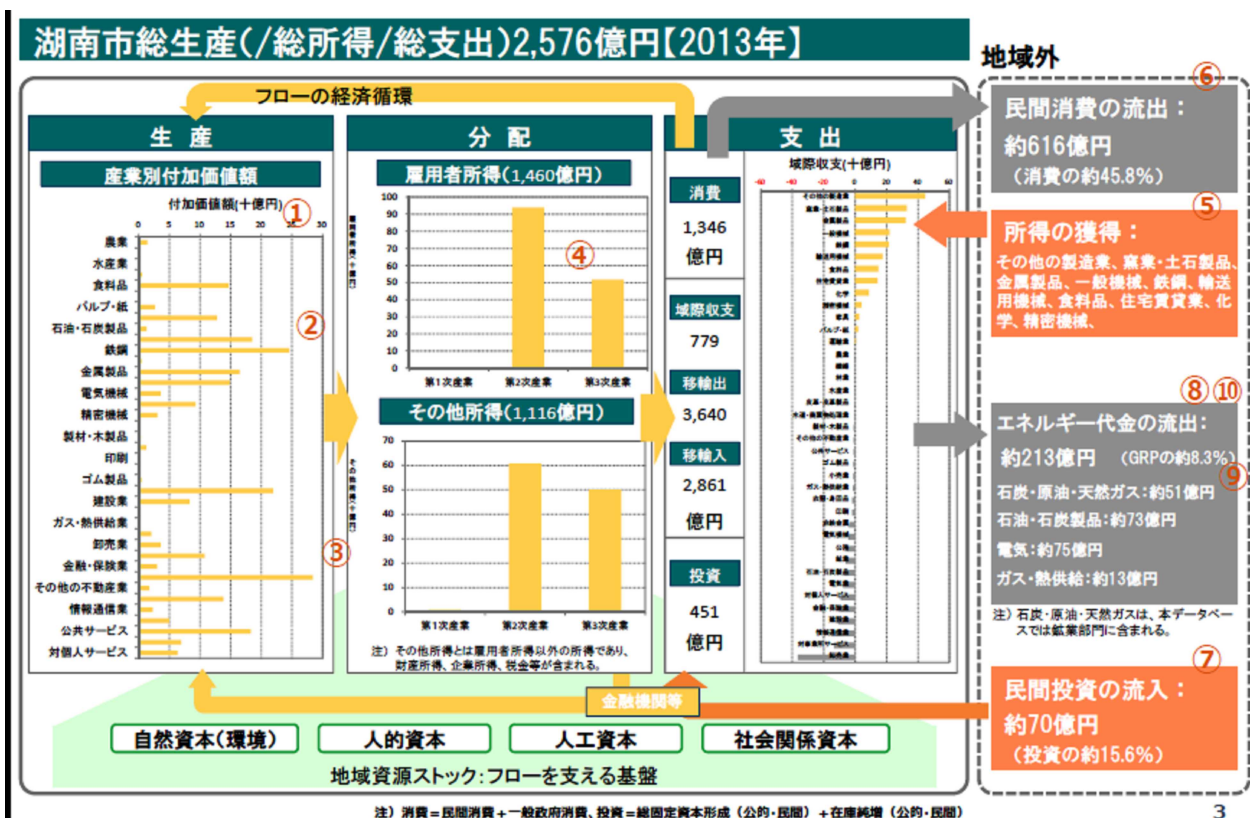


図4 湖南省の地域経済循環図(2013年)

うに計画運転するものは、「再生可能エネルギー」にとってはジャマになる。原発からいうと「再生可能エネルギー」がジャマになる。その他の発電は、柔軟に出力を調整できるので、「再生可能エネルギー」が増えたときには出力を下げ、「再生可能エネルギー」がたりなくなった時は上げていく。「再生可能エネルギー」と逆方向に動いて、調整弁の役割を果たしています。原発はそれができないので、「再生可能エネルギー」が食い込めないという関係があります。ドイツは原発を、2022年にすべて停止します。

再生可能エネルギーと地域再生

ドイツでは、「再生可能エネルギー」の設備に対して、電力会社以外がたくさん投資を始めています。とくに「エネルギー協同組合」が増えている。教会は、全部、太陽光パネルを設置

してします。1991年頃、自分たちがつくった電気を系統に流させてくれないと住民投票をし、配電会社を買い取り、「シューナウ電力会社(組合)」が設立されました。全国の共感する人たちが、「再生可能エネルギー」100%の電気を買いたいと需要が高まり、収益が上がっています。

日本にとって分散電源を考える意味

現在、日本は、人口減少やインフラの維持更新、地方財政の深刻化などの問題をかかえているため、「地域経済循環」という考え方が大事になっています。市民が払う電気代やガス代が、生産型電源である「再生可能エネルギー」による発電で、地域にお金を落とす。

図4は、湖南省の地域経済循環図です。これを見ると、「エネルギー代金の流出」は約213億円、GRP(都市の域内総生産)の8.3%です。

内訳は、石炭・原油・天然ガスが約 51 億円。石油・石炭製品が約 73 億円。電気約 75 億円。ガス・熱供給が約 13 億円。地域で「再生可能エネルギー」をつくれれば、これらが地域で循環します。発電設備をつくる時の設計費や工事費など、一度限りに設置費用に目がいきますが、発電すれば、20 年間、買い取られるので、設置費用より売電収入の方がトータルとして大きくなります。これを、全国規模の大企業に任せると、全部、東京に流出することになります。

ドイツの「シュタットベルケ」

ドイツは、その受け皿を「シュタットベルケ」の仕組みでつくっています。「シュタットベルケ」とは、自治体が出資する公益事業体です。

ドイツでは、19 世紀後半以降、都市化にともなって各都市で創設されました。水道・ガスから出発し、電気・公共交通に拡大し、現在、約 900 の「シュタットベルケ」があります。電力・ガス・熱供給といったエネルギー事業を中心に、上下水道、公共交通、廃棄物処理、公共施設の維持管理、最近では通信／インターネット事業など、市民生活に密着したきわめて広範なインフラサービスを提供しています。

多くのケースが 100 % 公的出資で、日本の地方公営企業に相当すると言えますが、「シュタットベルケ」は完全独立採算制を採用した企業体で、人事も基本的には自治体から分離・独立しています。電力事業では、配電網を所有し、配電事業、電力小売り事業、そして発電事業を手掛けています。道路は公有なので、その地下を通る共同溝もまた、所有は公有です。配電網、熱導管、光ファイバーケーブルなど、インフラが共同溝化されているため、自治体が投資し、所有しています。ただし、利用権は 20 年間のコンセッション方式をとっています。

フライブルク市は、100 % 出資の「シュタッ

トベルケ・フライブルク有限会社」をつくって、その下にエネルギー会社のバーデノヴァ株式会社やフライブルク公共交通株式会社などをつくっています。バーデノヴァ株式会社の出資構成は、「シュタットベルケ・フライブルク有限会社」が 32.8 %、デューガ株式会社（本社はミュンヘン市）が 446.6 %、そのほか周辺のオフエンブルク市やレアラッハ市、90 以上の自治体が出資しています。こういう出資構造のため、エネルギー会社が儲けて、公共交通会社が赤字を出しても、黒字で赤字を打ち消すことができ、純益は黒字になります。批判もありますが、フライブルク市民は、このおかげで安い電気や公共交通を利用できます。市民が払ったものが、また戻ってくる循環ができています。

日本版「シュタットベルケ」

日本でも、高知県みやま市では、市が資本金総額の 20 %、残りを約 40 人の地元市民と企業が出資して、第 3 セクター「みやまエネルギー開発機構」を、2013 年に設立しました。遊休地にメガソーラー発電所を建設し、市内約 1 万 4000 世帯の 9 % に当たる 1200 世帯が太陽光パネルを設置しました。これらを背景に、地域経済循環を創出するための、「みやまスマートエネルギー社」を設立しています。

滋賀県湖南市は、1997 年に、障がいを持つ者とそうでない者が一緒に働く「なんてん共働サービス」という会社の屋根の上に、全国初の、事業性をもった市民共同発電所が稼働しました。また、湖南市と民間企業の共同出資で「こなんウルトラパワー」を立ち上げ、地域内の発電所から「こなんウルトラパワー」が電力を購入し、地域内の需要家に電力を供給しています。

生駒市は、2013 年に、市民が一般社団法人「市民エネルギー生駒」を立ち上げ、市の公共施設「エコパーク 21」の屋根に設置する太陽光発電設備の建設資金 1700 万円を、全額、市

民の出資で調達しました。発電設備は2014年に稼働を開始、以降、市民共同出資方式で4号機まで稼働させています。

また、生駒市が51%、大阪ガスが34%、生駒商工会議所が6%、南都銀行が5%、一般社団法人「市民エネルギー生駒」が4%出資し、「いこま市民パワー株式会社」を、2017年に設立しました。市民団体が出資者として地域新電力の創設に参加する、全国初の事例です。

同社は、2017年より市内65件の公共施設に電力を供給。電力の調達先は、市所有の太陽光発電所6施設(約327kW)、小水力発電所1施設(40kW)、市民エネルギー生駒の市民共同太陽光発電所3基(薬167kW)の合計約534kWで、総供給量の約6%を占めています。不足分は、共同出資者である大阪ガスから調達しています。

このように、現在、全国に50ほどの「日本版シュタットベルゲ」創設事例があります。

バイオマス発電の現状と課題

しかし、こうした事例のなかで「バイオマス発電」に取り組んでいるところは、意外に少ないのが実情です。

「バイオマス発電」は有力な電源になります。「太陽光発電」は、どうしても夜間の供給能力が不足します。「バイオマス発電」と「太陽光発電」の両方があれば、昼間のピークとともに、夜間の電力需要にも対応できます。新潟県長岡市は、「バイオガス発電」と「太陽光発電」を組み合わせてやっています。

「バイオマス発電」には、林業の発展が不可欠です。日本の林業は競争力がない。林業の盛んなスウェーデンと比較すると、生産性はまったく低い。同じ先進国ですから、人件費はどちらも高いはずですが、スウェーデンは生産性が高く、輸出しています。日本はずっと生産性が上がらない状態が続いてきました。

そうなった原因の一つには、林業が小規模零

細経営であることがあげられます。規模が大きいほど生産性が高くなります。また、所有地が確定しておらず、林道が敷かれていないこともあります。ドイツの森林を航空写真で見ると、森林の中に密度が高い、重機が入る路網が整備されています。路網が整備されていれば、木材を運びやすく、コストも安くなります。日本の場合、山が急峻で作りにくいからだと言われていますが、専門家によると、それは関係ない。

林道を敷くには合意形成が必要です。日本の山林は小さい地主が多く、不在地主が増えていて、境界がわからない。「所有はそのまま、林道だけ通させて」ということすらできない。林道ができれば機械を入れることができ、重機で木の伐採ができる。それができないと「木こり」の世界になります。生産性を上げるには、機械化と規模の拡大、最近はそれにデジタル化が入っています。切り出した丸太にタグをつけて流通管理をする。日本の林業は、そういうシステムからかけ離れてしまっている。民主党政権のとき、日本の林業の競争力低下が問題になり、林業改革が行われました。それが今の林野庁の基本政策になっています。それから10年間たち、少し改善される傾向が出てきています。

バイオマス発電は、製材所の残廃材やカンナ屑を燃料にできます。さらに、林地残廃、山に捨てられた廃材を使えば、山がきれいになる効果があります。林業が衰退しているところでは、そもそも製材業がない、林地残廃を降ろしてくる人がいない。バイオマス発電所を建てても燃やす材が出ないので、わざわざそれを取りに行くことになり、高コストで採算がとれなくなって倒産するケースが続出しました。林業を取り巻く環境が整備されていれば、バイオマス発電は成功します。うまくいきすぎて、今度は材がたりなくなるかもしれないという懸念すら生まれるケースもあります。バイオマス発電は、林業との連関が大事だと思います。