

2012年7月11日 全16頁

一次産業としての再生可能エネルギーの可能性

調査本部
主席研究員 河口 真理子

[要約]

- 日本の長期エネルギービジョン策定に向けて、政府は国民に3つのシナリオ（原発ゼロから現状維持まで）を提示している。しかし、これらのシナリオでは原発が現状維持でも再生可能エネルギーの比率は最低でも25%と、大幅な拡大が前提となっている。
- すでに再生エネルギーに関しては、固定価格買取制度が導入され、市場の拡大が期待されている。大規模発電のためのメガソーラーや、ウインドファームの計画もあるが、再生可能エネルギーのさらなる促進に向けて、再生可能エネルギーを一次産業と位置付ける促進策を提案したい。
- そもそもなぜ再生可能エネルギーを一次産業ととらえるのか。江戸時代にさかのぼり、我々日本人のエネルギーとの付き合い方を振り返り、明治維新以降の近代化、戦後の高度成長期のエネルギー需給関係から、我々は高度成長までは薪炭や水車など再生可能エネルギーに依存した暮らしをしていたことがわかる。
- そこでは、エネルギーイコール電力ではない。たとえば水車を動力源として、最終的に必要なサービス（熱や動力、照明など）を得たり、薪炭を用いて照明や暖房など最適なエネルギーを直接得てきた。また、主に農山村地域が、その土地の天候や地形を有効活用してエネルギーを供給しており、化石燃料と原子力を得るまでは、エネルギーは地域の資源で賄うものであった。
- 電力と農林水産業は全く異なったものと思われがちだが、再生可能エネルギーは農産物と同様に、その土地の風や光、水、バイオマスなどを活用した「作物」である。農業など一次産業従事者が主体的に供給してもおかしくない。
- すでに岩手県の葛巻町や高知県の梶原町など、地域の自然条件に適した再生可能エネルギーの供給に取り組む自治体が増えている。また総務省の緑の分権改革や、農水省の政策でも地域活性化、農業活性化から再生可能エネルギーに着目した動きはあるが、地方の再生可能エネルギーを一次産業と明確に捉え、意識改革と制度づくりに生かせば、再生可能エネルギー市場の拡大のみならず、地域の自立活性化にもつながるのではないかと。

初めに：再生可能エネルギーは一次産業

3.11 の東日本大震災にともなう福島原発事故とその後の計画停電、全原子力発電所の稼働停止とその後の再稼働問題などから、日本のエネルギー戦略の抜本的な見直しが始まっている。国家戦略会議である「エネルギー・環境会議」は、エネルギー長期計画について広く国民の意見を集約するとして、2012年6月29日に日本の長期エネルギーシナリオ案『エネルギー・環境に関する選択肢』を国民に提示、意見募集を始めた。具体的には2030年の総発電量の前提を2010年時点の1.1兆kWhに対して微減の約1兆kWhとし、発電に占める原子力発電比率を2010年の26%から削減する以下3つのシナリオが提示されている。

- ① ゼロシナリオ：原発0、再生可能エネルギー35%、化石燃料65%
- ② 15シナリオ：原子力15%、再生可能エネルギー30%、化石燃料55%
- ③ 20～25シナリオ：原子力20-25%、再生可能エネルギー25～30%、化石燃料50%

原発削減の度合いは分かれているが、再生可能エネルギーが大きく拡大する方向性は同じである。そのための実現手段として、同会議の資料『エネルギーミックスの選択肢の原案について』¹では、固定価格買取制度、優先接続、立地規制の見直し、系統能力の増強支援、地域との共生を可能にする仕組みの構築、系統網の全国一体運用、バックアップ電源確保、技術開発等を挙げている。また省エネ・省資源対策として鉄鋼業や石油化学などの産業部門、業務部門、家庭・輸送部門における省エネ・省電力の対策も列挙している。これらの実施対策は都市型経済を前提にしたエネルギー需給に基づいたものである。確かに大口需要は都市部で発生し、それに見合う電力をメガソーラーやウインドファームなどで工業的に作り出すことも重要だが、再生可能エネルギーの場合は、自然資源から付加価値を生み出す一次産業、ととらえた促進策も必要ではないか。

そもそも再生可能エネルギーはその土地の自然資源を活用したエネルギーである。自然資源を活用した産業といえば一次産業である。農業ではその土地の養分、太陽の光と水と空気や堆肥で野菜や穀物などの作物を育てて食糧とし、人のエネルギー源とする。一方、再生可能エネルギーは、その土地で得られる太陽光、水、風、バイオマスなどから直接エネルギーを作り出す。再生可能エネルギーを一次産業で作る「作物」と同列に位置付け、全国に多数の小規模エネルギー供給者を育成することは、エネルギー安全保障、農林水産地域の活性化と自立、ひいては食糧自給率向上にもつながると考える。本稿では、日本における再生可能エネルギーの歴史を振り返り、一次産業と位置付ける妥当性について概観する。

¹ 総合資源エネルギー調査会基本問題委員会 2012.6.19 付資料

1 日本人のエネルギーとの付き合いかた

1) エネルギーとは

最初にエネルギーとは何か。物理学ではエネルギーを「仕事をする能力」と定義し²、具体的には運動エネルギー、位置エネルギー、化学エネルギー、磁気エネルギーなどの状態にあり、さらにこれらのエネルギーは相互に転換することができるものとしている。たとえば、灯油ストーブは、灯油を燃やして化学反応によって熱に転換してそれを暖房用にする仕組みであり、自動車などの内燃機関は、ガソリンを燃焼させて運動エネルギーに転換させる仕組みといえる。そして電気とは、石油や石炭の燃焼による化学エネルギー、水力の位置エネルギー、風力の運動エネルギーを、発電機によって電気エネルギーに転換して得られる。

また、エネルギーはその生成由来によって一次エネルギーと二次エネルギーに分類される。一次エネルギーは自然物として得られるものであり、その加工物を二次エネルギーと呼ぶ。一次エネルギーには、水力、太陽光、地熱、風力など「自然現象」としてのエネルギーと、石炭、原油のように「物質」としてのエネルギーがある。一次エネルギーである石炭や石油をエネルギー転換してできた電力（火力発電）や石油の加工物であるガソリンや灯油は、二次エネルギーに分類される。しかし、同じ電力でも風力や水力など再生可能エネルギーは、自然物から直接エネルギーを取り出すので一次エネルギーに分類される。なお、経済産業省の「エネルギー白書」によると、化石燃料、原子力、再生可能エネルギーが一次エネルギー、電力、ガス、石油製品が二次エネルギーに分類されている。

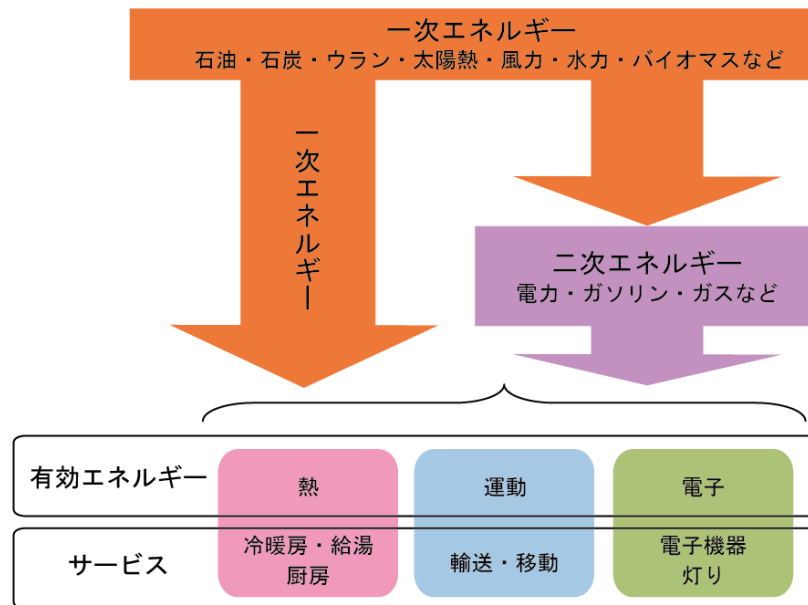
図表1は一次エネルギーから経済活動に有用なサービスを生み出すまでのフローを示したものである。経済活動において活用できるエネルギーとはこの図表で示す「有効エネルギー」であり、それは主に熱利用、運動（動力源）、電子エネルギーとして人間の活動に必要なサービス（動力、冷暖房、給湯、調理、移動手段、照明等）のために消費される。エネルギーは製造や暮らしを営むために「必要な材料・資源」ともいえる。ここで指摘したいのは、**我々が本来必要としているのは、エネルギー自体ではなく、エネルギーが提供するサービスである**ということである。エネルギーの中でも電気が選好されるのは、転換して有効利用しやすいエネルギーだからである。水力、風力や地熱などは電気の形に転換しないと利用しにくいし、電力なら熱や照明、動力などの有効エネルギーの形に転換しやすい。この電力の性質は、物質やサービスにも交換できる貨幣の流動性に似ている。つまり、電気は流動性の高いエネルギーゆえに選好されるといえる。しかし、一次エネルギーの供給から最終の需要エネルギーに転換される間には転換ロスが発生する。現在この転換ロスは最初に供給された電力の約3割となっている³。

² エネルギーの定義仕組みについては、室田康弘著『エネルギーの経済学』日本経済新聞社1984年、第1章、第2章を参考にした。

³ 2009年の日本のエネルギーバランスフローでは、一次エネルギー供給量20,893PJに対して、損失が3割の6,499PJ、最終需要は14,394PJとなっている。

過去において、私たちは必要なサービスを得るためにどのようにエネルギーを確保してきたのか？江戸時代の状況からみていこう。

図表 1 エネルギーとそれが供給するサービスの関係



(出所) 大和総研作成

2) 江戸時代のエネルギー

化石燃料も電気もない江戸時代のエネルギー事情は、現在のエネルギー政策を考える上で直接には参考にならないが、社会・人とエネルギーの付き合い方という点に加え、一次産業をエネルギー供給者ととらえる視点から参考になるのではないかな。

ちなみに当時はエネルギーといえば基本的に動力源は人力で、大規模な動力を使う場合、可能な場所では水車を活用し、照明や暖房など人力ではカバーできないエネルギーの仕事については、植物油や木材、炭などのバイオマス燃料を活用していた。以下、江戸時代のエネルギーの状況について石川英輔氏の著書⁴を参考にしてみよう。

① 照明

江戸時代のもっとも一般的な照明は、油を燃料とする行燈であった。油は、菜種油や魚油が使われていた。また高価な照明器具として蠟燭がある。欧州ではミツバチの巣から作る蜜蝋が主流であったが、日本の蠟燭は燻の実で作る木蠟が使われた。基本的に照明エネルギーは、植物・動物性の油といったバイオマスで賄われていた。しかし現在の電気のもたらす明るさとは桁が違っていた。石川氏の実験によると、木綿糸で作った灯心をサラダ油にひたした行燈の明るさは、照度計で測ると6W電球の50から100分の1という明るさというより暗さであった。

⁴ 石川英輔著『大江戸えねるぎ事情』講談社文庫 1993年

また、光源が火なので、風が吹くと消えてしまう、火事の心配があるなど、照明としては極めて使い勝手は悪かった。

② 暖房・給湯

基本的な暖房として、都会では火鉢やこたつ、農村部では囲炉裏が使われ、その燃料は、木炭や薪というバイオマスであった。囲炉裏は暖房だけでなく、調理、灯りとしても活用されてきた。木炭を使う場合のエネルギー消費量を、石川氏は、冬に4ヵ月間使用するとして、石油28リットルに相当すると試算している。これに対して現在暖房用の灯油は、一人当たり5倍以上の150リットルとされる。

一方、江戸時代の給湯需要としては入浴需要が大きい。当時から庶民でも毎日のように入浴する習慣があり、江戸末期には江戸市中に600軒の銭湯があったとされる。しかし、内風呂に入れる層はごく一部で、通常は銭湯で入浴していた。銭湯の燃料は薪だが、建設廃材など燃えるものはすべて燃料として使っていたとされる。

③ 産業：製鉄

江戸時代の製鉄は、地元で産出される砂鉄と木炭を使う「たたら吹き製鉄法」で行われた。送風のためのふいごの動力源として、また鉄の塊を砕いて品質ごとに分類するために水車が使われていた。石川氏の試算によると、たたら吹きでのエネルギー使用量は鉄1kgあたり2.3万kcalとなり、これは現在の製鉄法の消費量4千kcalの6倍弱にも上る。エネルギー使用量自体は圧倒的に少ないものの、当時の熱効率は現在より格段に低い。

明治以降、照明はガス灯や電力が使われるようになるが、暖房・厨房・給湯用としては、後述する通り、戦後の高度成長時代に入るまで、民生部門では重要な役割を果たしている。

石川氏が指摘している通り、こうしたエネルギーの利用効率性は、行燈やたたら製鉄でわかるとおり、現在とくらべて格段に劣っており、それが現在の私たちに適応可能と考えるのは難しいだろう。

3) 水車⁵

日本では、オランダのような風車は発達しなかったが、重要な動力源として水車が活用されてきた。これは急峻な地形と多量の降雨、用水路などの発達で水エネルギーが活用しやすかったことにあるといわれている。8世紀に書かれた日本書紀には、7世紀に伝来した水車が穀物調整、冶金に使用された旨の記述がある。また徒然草には、京都での揚水水車の記述もある。しかし、水車が本格的に普及するのは江戸時代に入ってからとされている。水車はその用途によって、揚水水車と動力水車に大別される。揚水水車は灌漑用の水車であり、江戸時代に整備されたといわれ、現在でも観光名所となっている福岡県朝倉町の重連水車は、水車一台当たり

⁵ 水車の歴史や種類については、以下の論文を参照している。室田武監修「まわる、まわれ水ぐるま」INAX Booklet Vol16 no2, 1986年収録の「座談会 水車から何が見えるか」、前田清志「水車の技術文化をたどる」、田中勇人「扇状地に根づいた技術 富山の螺旋水車」

5ヘクタールの灌漑能力を有していた。こうした大型水車のほか、九州、四国、中国、関東、東北地方にみられる小型の簡易揚水水車は、1台で1アール程度の灌漑を行うものが各地で使われた。

一方動力水車の利用も江戸時代中期から盛んになり、人力を多量に使う菜種油や綿実油などの油絞りや、酒造業で使われるようになった。ほかにも鉱業用（鉱石の粉碎、炉への送風）、陶磁器製造（石の粉碎用）、砂糖絞り、製糸、線香製造などの産業用途、精米や製粉などの農業用の水車が全国で活用されてきた。

明治以降、石炭が入手困難あるいは高価で、蒸気機関が活用できない地域では、水車が産業用動力源として注目され、特に第一次世界大戦後の1920年代～30年代にかけて急増したほか、農業用水車も活用されていた。特に注目されるのが、1910年代に富山の農業用水路がはりめぐらされた扇状地で考案された螺旋水車である。軽量で素掘りの用水路に簡単に設置できるため、昭和初期には脱穀やもみすり用動力源として、東日本を中心に急速に普及した。昭和6年（1931年）に富山県では全国の農業用水車の5分の1にあたる8,719台が稼働しており、栃波平野の南野尻村では、全農家の84%が螺旋水車を所有していたとの記録がある⁶。しかし、戦後になると安いモーターが普及し、農業用水路がコンクリート張りにされることで、農業用の水車は急速にすたれていく。

一方で大規模ダムによる産業用発電は、1891年に琵琶湖疏水を利用した京都の蹴上水力発電所から始まった。その後も、石炭輸送は困難だが水力が豊富な内陸部においては、大規模発電用の大型ダムの開発が戦後も続く。これに対して地域の産業用の小規模な発電需要を賄うために、小規模発電用としての水車も活用されるようになる。たとえば、大分県豊後大野市では、富士緒井路普通水利組合が大正3年（1914年）に出力200kWの発電所を建設、大正10年から周囲の集落に電力供給を始め、その後も改修を重ね現在でも発電を続けている⁷。高知県梶原町では、1929年（昭和4年）に電気利用組合を組織して発電を始めた⁸。また、1952年（昭和27年）には農山漁村電気導入促進法が制定されて発電用の融資制度が整うと、昭和28年以降昭和30年代にかけて、売電用の小水力発電所が注目されるようになり、日本全国で約200の小水力発電所が整備されている⁹。当時は、「電力は買うもの」ではなく、「必要な人が自分で作るもの」という発想があった。しかし、その後安価な石油の輸入急増により大規模火力発電が有利となり¹⁰、小水力発電の競争力は失われ、「電力は買うもの」になっていく。なお、同法律で整備された小水力発電所は、平成13年に整備された鹿屋市の笠野原発電所を含め、現在でも全国57ヵ所で発電を行っている¹¹。小水力発電の利点は、火力や原子力に比べて、長期にわたる運用が可能ということである。つまり小規模だが、地域のエネルギー供給拠点として、持続可能性が高いことは、今後エネルギー設備への投資を考える際にも重要な視点である。

⁶ 田中勇人『扇状地に根づいた技術』p66

⁷ 季刊地域 No7『いまこそ農村力発電』p41

⁸ 水の文化 p 42

⁹ および中村太和『環境・自然エネルギー革命』日本経済評論社 2010年 p78

¹⁰ 沖武宏「小水力発電の巨人 織田史朗」ミツカン水の文化センター編『水の文化 November 2011 No39』収録

¹¹ 再生可能エネルギー・省エネ関係団体連絡協議会 HP <https://www.jimin.jp/eco/>

4) 薪炭

炭焼きの技術は今から2千年ほど前の縄文時代に広まったといわれている。平安時代には、年貢を木炭で納める納炭という制度もあったという¹²。炭は炊事暖房用のみならず、鉄の精錬、酒の蒸留などには欠かせない産業用エネルギーであり、茶道にも炭は不可欠であった。1880年（明治13年）時点で日本のエネルギーの85%は薪炭で賄われていた。残りのエネルギー源は国内産の石炭であった。その後急速に石炭生産が進むが、1900年（明治33年）でも、薪炭のシェアは52%、石炭45%とエネルギーは基本的に国産で賄われてきた。その後石炭の生産がさらに急拡大し1920年には8割弱が石炭となるが、薪炭のシェアも1950年までは1割以上を維持しており、暮らしに身近なエネルギー源であった¹³。

2 戦前から現在までのエネルギー需給

1) 電力供給

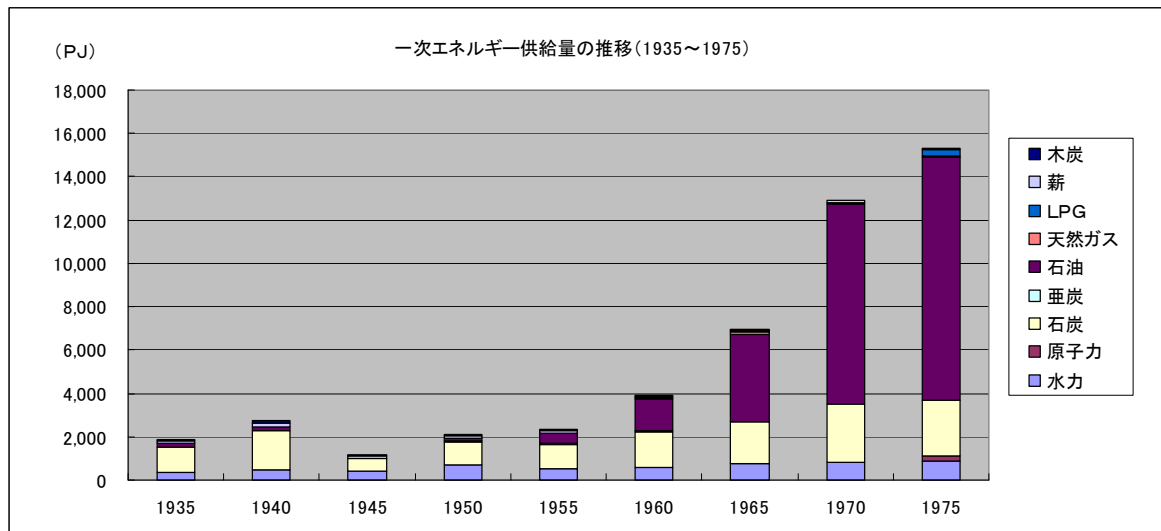
前節でみたように、電気・化石燃料の導入前の日本のエネルギーは、バイオマス（油、木炭、薪）、落差を利用した位置エネルギー（水車）であった。これらの供給拠点は、山村（薪炭）、や農村地（水車、植物油）、漁村（魚油、輸送手段）であり、いずれも現在の一次産業の供給拠点と重なっている。しかし、電気・化石燃料という新たなエネルギー源の登場、そして1955年以降の安い石油の流入によって、エネルギー供給の担い手が、農山村と地域の共同体から都市部の大規模事業者へ、一次エネルギーの入手元が国産の自然資源から、輸入原油、天然ガスやウランに変化してしてく。図表2、図表3には、第二次世界大戦前の1935年（昭和10年）から、1975年の40年間におけるエネルギー供給量とその内訳の推移を示した。

エネルギー供給量は、第二次世界大戦中1945年に大きく落ち込むが、戦後復興によってその10年後の1955年に戦前レベルに回復している。その間における主要なエネルギー源は国産の石炭と水力で、薪炭も1割前後のシェアを維持してきた。戦後は産業振興のため、大規模ダム発電が国策として推進されるが、良好なダム立地が限られる一方で安い石油の輸入が可能となったために、1955年には国の電力政策の中心が水力発電から火力発電に転換し、水力発電のシェアは減少に転じ、火力発電のウエイトが急速に高まる。5年後の1960年には石油の割合が4割近くまでになり1965年には石油の比率が半分以上となる。急激なエネルギー供給の量的・質的な変化をくぐりぬけたことになる。なお、原子力発電が始まるのは1970年代になってからである。戦前に一番重要なエネルギー源であった石炭は、戦後ほぼ一貫してそのシェアを下げている。一方で1935年には18.3%であった輸入エネルギー比率は、40年後の1975年には88%となり、「エネルギーは、外国から輸入するもの、日本はエネルギー資源小国」が常識になった。

¹² 岩崎眞理「木炭の歴史と文化について」<http://homepage2.nifty.com/sumiyaki/rekishu.htm>

¹³ 室田泰弘著『エネルギーの経済学』日本経済新聞社 1984年 p52

図表2 一次エネルギー供給量の推移 (1935~1975)



(出所) 1935年～1955年までのデータは、産業計画会議『日本のエネルギー産業構造』実業之日本社1961年より、1960年以降のデータは、資源エネルギー庁総合政策課「総合エネルギー統計 昭和54年度版」を参考に大和総研作成。

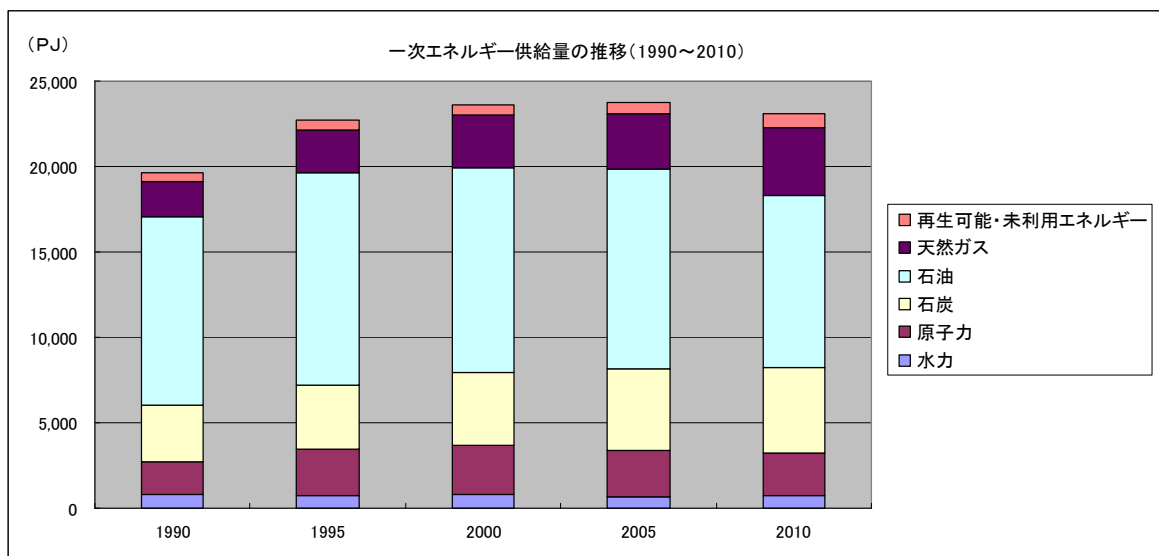
図表3 一次エネルギー供給量の内訳 (1935~1975)

	1935	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975
水力	19.1%	16.9%	33.0%	33.9%	21.2%	15.3%	11.3%	6.3%	5.8%
原子力	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.7%
石炭	61.3%	65.8%	50.1%	50.5%	49.2%	41.5%	27.3%	20.7%	16.5%
亜炭	0.1%	0.1%	2.0%	0.9%	1.0%	0.6%	0.1%	0.0%	0.0%
石油	10.1%	6.9%	0.9%	6.0%	20.2%	37.7%	58.4%	70.8%	73.3%
天然ガス	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.4%	1.0%	1.2%	0.9%	0.7%
LPG	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.8%
薪	5.8%	6.9%	10.0%	6.0%	5.4%	2.7%	1.4%	0.5%	0.3%
木炭	3.6%	3.3%	3.9%	2.6%	2.6%	1.1%	0.2%	0.0%	0.0%
合計	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
うち輸入エネルギー	18.3%	18.1%	0.8%	6.9%	24.0%	44.3%	66.2%	83.6%	88.0%

(出所) 1935年～1955年までのデータは、産業計画会議『日本のエネルギー産業構造』実業之日本社1961年より、1960年以降のデータは、資源エネルギー庁総合政策課「総合エネルギー統計 昭和54年度版」を参考に大和総研作成。

次に、1990年～2010年の動向を示す（図表4、5）

図表4 一次エネルギー供給量の推移（1990～2010）



（出所）資源エネルギー庁総合政策課「総合エネルギー統計 平成22年度エネルギー需給実績」より大和総研作成

図表5 一次エネルギー供給量の内訳（1990～2010）

	1990	1995	2000	2005	2010
水力	4.1%	3.4%	3.3%	2.8%	3.1%
原子力	9.3%	11.9%	12.2%	11.3%	10.8%
石炭	16.4%	16.5%	18.1%	20.3%	21.6%
石油	54.5%	54.8%	50.8%	48.9%	43.7%
天然ガス	10.4%	10.9%	13.0%	13.8%	17.3%
再生可能エネルギー・未利用エネルギー	2.6%	2.5%	2.6%	2.8%	3.5%
合計	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
輸入エネルギー	82.4%	82.1%	81.1%	82.4%	81.8%

（出所）資源エネルギー庁総合政策課「総合エネルギー統計 平成22年度エネルギー需給実績」より大和総研作成

戦前（1935年）、高度成長後（1975年）と現在（2010年）の状況を比較してみよう。エネルギーの供給量は1935年（1,887PJ）から2010年（23,123PJ）となり、75年間で約12倍になった。特に高度成長期をはさむ1955年（2,345PJ）から1975年（15,309PJ）までで供給量は6.5倍と急拡大しており、それは化石燃料（最初は石炭、1955年以降は安い原油）の大幅な増加によってもたらされた。これは急激な都市化の一方で、薪炭需要が激変し、薪炭で生計を立てていた山間の集落の衰退という社会の質的な変換をもたらした。次に1975年から2010年までの35年間を比較すると、供給量の伸びは5割増とスローダウンしている。特に2000年以降は、横ばいから減少に転じている。

エネルギー供給の内訳の違いをみてみよう。1935年から1950年においては、水力と石炭が中心となっており、大きな違いはない。また薪炭の割合も1割弱を保っている。しかし1970年以降、石油は7割を超える一方で、水力と石炭は低下し、薪炭はほとんどゼロにまで減少するが、原子力のウエイトが1%台になった。1975年と2010年との比較では、7割以上を占めていた石油の割合が半分以下となる一方で、天然ガスの割合の増加により、化石燃料の比率は8割程度である。今問題となっている原子力は1割超占めている。なお、注目したいのは、ほとんどゼロにまで減少した薪炭の代わりに再生可能エネルギー・未利用エネルギーの割合が3%台にまで増えている点である。

2) エネルギー需要

次にエネルギーの需要サイドをみてみよう。図表6には1955年～1975年と2010年について、エネルギー種別最終需要の推移を示した。

図表6 エネルギー種別最終需要構成

	1955	1960	1965	1970	1975		2010
電力	26.0%	30.3%	29.5%	32.5%	32.1%	電力	24.0%
石炭	30.8%	27.9%	6.9%	1.8%	0.7%	石炭	2.6%
亜炭・練炭	4.3%	3.5%	1.9%	0.7%	0.1%	練豆炭	0.0%
コークスほか	12.5%	13.8%	12.9%	16.2%	13.8%	コークスほか	8.9%
石油	19.7%	31.4%	49.3%	53.7%	57.1%	石油	49.9%
天然ガス	0.3%	0.9%	1.0%	0.3%	0.5%	天然ガス/LNG	0.4%
都市ガス	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	都市ガス	9.7%
薪	5.8%	3.0%	1.6%	0.6%	0.3%	再生可能エネルギー	0.2%
木炭	2.9%	1.2%	0.3%	0.1%	0.0%		
合計	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%		100.0%
うち輸入エネルギー	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%		

(出所) 資源エネルギー庁総合政策課「総合エネルギー統計 昭和54年度版」、「総合エネルギー統計 平成22年度版」より大和総研作成

1995年に1割弱占めていた薪炭の需要は1975年には0.3%にまで低下。この需要先は民生部門である。民生部門のエネルギー需要の内訳をみると、1955年には電力が46%、石炭17%、石油6%、薪炭が31%となっている¹⁴。民生需要の4分の3をバイオマス（薪炭）と、水力発電¹⁵という再生可能エネルギーが占めていたことになる。一方で現在（2009年）の民生部門のエネルギー需要をみてみると¹⁶、家庭部門の場合は電気51%、都市ガス21%、LPガス10%、灯油18%、太陽電池1%であり、業務部門では電力43%、石油29%、ガス26%、石炭他1%、熱（含む地熱、太陽熱）1%となっている。

¹⁴ 産業計画会議『日本のエネルギー産業構造』実業之日本社1961年 p166（産業部門別エネルギー需要）

¹⁵ 大規模ダムによる水力発電は環境破壊的であるとして、水力発電は現在、再生可能エネルギーに含まれず、小水力発電は再生可能エネルギーと定義されているが、当時の大規模発電と小水力発電のデータが入手できないため、ここでは再生可能エネルギーと一括する。

¹⁶ 経済産業省「エネルギー白書2011」p87

エネルギーの利用用途をみると、2009年では家庭部門は、動力・照明が36%、暖房が25%、給湯29%、厨房8%、冷房2%。業務部門は、動力・照明が49%、冷房11%、給湯14%、暖房16%、厨房9%である。動力や照明は通常電気が必要だが、給湯や冷暖房など熱エネルギーの多くの部分はガスや灯油などが賄っていることになる。なお、1955年当時と現在とで需要量は大きく違うとはいえ、エネルギー需要に占める電力の比率は約半分とあまり変わっていない。熱エネルギーの供給源が薪炭から石炭へ、そしてガスと灯油に代替された形となっている。

3) エネルギーとの付き合い方：再整理

以上のエネルギー需給状況は、高度成長前までの自然エネルギー中心の「発展途上」局面、社会的な変化の著しい「高度成長」局面、伸びがスローダウンした「先進国」局面と3つの局面に整理することができる。

ここで、薪炭＋水力発電を再生可能エネルギーとすると、発展途上局面においては、薪炭や水力という地産の再生可能エネルギーが全エネルギーの3割～4割程度を賄っていたことになる。また石炭を加えた国産エネルギーの比率は8割以上を保っていた。しかし当然その再生可能エネルギーによる供給量は、現在とはけた違いに小さかった。当時のエネルギー戦略の議論をみると、「経済成長」局面をでは大量供給型の石油による火力発電と、原子力発電に期待が集まっていた¹⁷。たしかに、経済成長は石油・天然ガスという安価で大量に入手可能であった化石燃料と、それがもたらした工業化・都市化によって可能になったものであり、低成長の象徴でもあった農山村が供給する再生可能エネルギーは、成長の原動力たりえなかった。そして、エネルギーは大手の事業者から独占的に供給されるもの、という発想が定着し、その後20年にわたる「先進国」局面が経過した。その間培われた日本人の平均的なエネルギー観は、「経済成長には安定して大量供給できるエネルギーが必要。日本は資源が少なくほとんど輸入に頼らざるを得ない。化石燃料は枯渇と温室効果ガスの問題もあり、安定的な電源としての原子力発電は、心情的には避けたいが、経済成長のためには仕方がない。一方で太陽光や風力などのエネルギーはコストが高く、かつ安定していないので、個人用や一部の観光用、過疎地用の周辺的なエネルギー源としてはともかく、大量供給源としては現実的ではない。」というものではないだろうか。

ここで、再生可能エネルギーの供給量を大きく増やすためには（原発維持のシナリオでも再生可能エネルギーの比率は最低25%が想定されている）こうした常識を大きく転換させる必要がある。

新たな考え方とは：

- ① 「発展途上」→「高度成長」→「先進国」という3つの局面を経てきた日本のエネルギー

¹⁷ 日本経済調査協議会「将来のエネルギー供給上の諸問題」1967年8月では、エネルギー政策の提言として原子力の平和利用で先進国入りを目指すべき、石油や天然ガスの輸送配給の経済性合理性保持が重要と触れられている。また同書では、エネルギー関連技術の実用化予測として、増殖炉、燃料電池太陽電池が1970年代半ばに完成すること、電気自動車の普及も70年代に終わるという予測を示している。

戦略が新たな「持続可能」局面に入ったこと。

- ② 新たな局面では、過去とはエネルギー量やその中身ともに劇的に変化する可能性があること。
- ③ 産業向けも家庭向けも同じ供給体制と品質を維持するのは決して合理的ではない。小規模分散型で小口利用の場合には、再生可能エネルギーの使い勝手は産業用ほど悪くない。誰が何のために使うか、によってきめ細かなエネルギー供給の仕組みが必要である。そしてこれは、スマートメーターやスマートグリッドなどの技術の進歩によって可能になってきた。
- ④ 電気以外のエネルギーとのベストミックスも再考すべき。たとえば、民生部門においては照明や動力源としての電気のニーズより、厨房、暖房などの熱利用のニーズのほうが相対的に大きいのである。最近では家庭のオール電化など、すべてのエネルギー需要を電力で賄う傾向が強くなっているが、用途が熱利用の場合は、バイオマスや、太陽光などから直接熱を取り出すほうが、理論上は電気に転換してから熱エネルギーに転換するより効率的でもある。地中熱利用や太陽熱温水器、場所によってはペレットストーブなど、自然エネルギーの熱利用機器が家庭でも気軽に使えるようになれば、昔の薪炭とは比べ物にならないくらい効率性や利便性が向上した持続可能なエネルギー源となろう。
- ⑤ 日本はエネルギー資源小国とされてきたが、実は再生可能エネルギーのポテンシャルは極めて高い。現在の発電設備容量 20,397 万 kW（2009 年度時点）に対して、環境省では、風力で 190,000 万 kW、非住宅系の太陽光発電で 15,000 万 kW、小水力と地熱でそれぞれ 1,400 万 kW があると試算している¹⁸。あくまでポテンシャルであり、実現するためには、法規制や資金、技術などの壁はあるものの、埋蔵資源という意味では資源大国かもしれない。

¹⁸ 環境省 地球環境局 地球温暖化対策課「平成 22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査概要」
2011. 4. 21

3 農山村から始まる小規模分散型エネルギー供給

すでに農山村地域は再生可能エネルギーの供給拠点となっている。千葉大学の倉阪秀史教授とNPO法人環境エネルギー政策研究所（ISEP）が主催する「永続地帯プロジェクト」では、エネルギーと食糧自給の点から地域の持続可能性について毎年エネルギーと食糧自給率の調査をしている。図表7は同プロジェクト報告¹⁹より、都道府県別の再生可能エネルギー自給率トップ10とそれぞれの農業従事者数を比較したものである。ここから再生可能エネルギー自給率の高い県と農業との相関関係がみてとれる。なお、同プロジェクトでは再生可能エネルギーを、太陽光・風力・地熱・小水力・バイオマスによる発電および、太陽熱、地熱、バイオマスの熱と定義している。この再生可能エネルギーの全国平均の自給率は3.56%と試算されており、この数字も徐々に上昇している。

図表7 再生可能エネルギー自給率（都道府県別ランキング・上位10県）

全国順位	県	自給率(%)	農業就業者 ランキング
1	大分県	25.8	21
2	秋田県	23.3	2
3	富山県	18.2	26
4	青森県	14.1	5
5	鹿児島県	13.1	14
6	長野県	12.0	8
7	島根県	11.6	10
8	岩手県	10.4	1
9	熊本県	10.3	9
10	鳥取県	9.7	4
全国平均		3.56	

（出所）再生可能エネルギーは千葉大学倉阪秀史研究室・環境エネルギー政策研究所（ISEP）「永続地帯 2011 年版報告書」より。農業従事者に関しては、「都道府県別統計とランキングで見る県民性」サイトの農業就業人口ランキングより大和総研作成

実は、1970年代ごろから有機農業の実践者、村おこしに熱心な地元のリーダーによって、エネルギーの自給を目指した地域の取り組みは始まっている。同報告書によると、域内の民生・農林水産用エネルギー需要を上回る量の再生可能エネルギーを生み出す市区町村は全国に52カ所、またそのうち地域内の食糧自給率が100%を上回る市町村は28市町村あった。図表8にはそのうちエネルギー自給上位20の市区町村を示した。

1位の九重町、2位の柳津町は大規模な地熱発電所の影響が大きい、ほかには小水力発電、次に風力発電が多い。また発電に関して自治体が推進主体となっているケースも少なくない。

¹⁹ 千葉大学倉阪秀史研究室・環境エネルギー政策研究所「永続地帯 2011 年版報告書」

たとえば、6位の徳島の佐那河内村では、2011年に、1922年から1973年まで50年以上稼働していた四国電力所有の旧発電所を、新たに小水力発電所として再活用するための実証実験を県と合同で始め、将来的には特産すだちやユズのハウス栽培用に活用する計画としている。強風に悩まされてきた10位の北海道苫前町では、大規模事業者のウインドファームを誘致しつつも、町が主体となり事業費7億円をかけて町営ウインドファームを運営している。

図表8 エネルギー自給コミュニティ上位20

100%エネルギー持続地帯^(注1) 52カ所のうち上位20カ所

順位	都道府県	市区町村	自給率	食糧自給率
1	大分県	玖珠郡九重町	1284.8%	156%
2	福島県	河沼郡柳津町	923.6%	159%
3	熊本県	球磨郡水上村	834.9%	119%
4	長野県	下伊那郡平谷村	797.7%	9%
5	長野県	下伊那郡大鹿村	785.9%	92%
6	徳島県	名東郡佐那河内村	572.0%	59%
7	熊本県	球磨郡五木村	560.9%	20%
8	宮崎県	児湯郡西米良村	542.2%	37%
9	青森県	下北郡東通村	478.2%	189%
10	北海道	苫前郡苫前町	438.5%	694%
11	山梨県	南巨摩郡早川町	368.4%	15%
12	長野県	下水内郡栄村	328.9%	215%
13	群馬県	利根郡片品村	327.7%	101%
14	青森県	上北郡六ヶ所村	263.9%	178%
15	秋田県	鹿角市	244.6%	148%
16	神奈川県	足柄上郡山北町	224.1%	13%
17	奈良県	吉野郡上北山町	222.0%	1%
18	長野県	南佐久郡小海町	216.0%	209%
19	北海道	有珠郡壮瞥町	205.8%	245%
20	北海道	虻田郡ニセコ町	197.2%	451%

(注1) 区域内の再生可能エネルギー供給量/区域内の民生・農水用のエネルギー(熱と電力)の需要量
(出所) 千葉大学倉阪秀史研究室・環境エネルギー政策研究所(ISEP)「持続地帯2011年版報告書」より大和総研作成

また、一種類のエネルギーだけでなく、複数の自然エネルギーを活用する自治体もみられる。自給率116.6%で43位の岩手県葛巻町では、1999年6月に「葛巻町新エネルギービジョン」を策定し再生可能エネルギーの導入に取り組み始めた²⁰。その基本理念として、風力や太陽光などの「天のめぐみ」、畜産ふん尿や水力などの「地のめぐみ」、豊かな風土・文化を守り育てた「人のめぐみ」を柱に据え、「町民の理解を得ながら新エネルギーの導入に積極的に取り組むこと」を宣言した。また、1999年と2003年にウインドファームを建設し、運用している。さらに森林資源の活用手段として、ペレットの製造および町内での利用(ペレットボイラーやペレットストーブ)、また木質バイオマスのガス化発電、畜ふんバイオマスシステム、学校や街灯など公共施設での太陽光発電、地中熱・太陽光発電・太陽熱温水器を活用するエネルギーゼロ

²⁰ <http://www.town.kuzumaki.iwate.jp/index.php?topic=kankyo>

住宅など、取り組みを多様化させている²¹。

また、林業が盛んな高知県梶原町では、林業のエネルギー需要を除いた自給率は127.7%²²である。同町の再生可能エネルギーの歴史は、先述したが村の電気利用組合が1929年に小水力発電を手掛けたことから始まる。1999年3月には梶原町エネルギービジョンを策定し、同4月には、風車発電を開始した。売電収入は、町民の太陽光発電の補助金（1件当たり80万円）、小水力発電、間伐材伐採の補助金など、再生可能エネルギーの促進に活用している。伐採した間伐材は町が51%出資したペレット工場の材料とし、ペレットは住民のストーブへの利用や、農業用ハウスの加温の活用も可能としている。また住宅を建てる場合、ペアガラス、ペレットストーブ、太陽光発電、梶原の材木利用について補助金を拠出している。また公共施設に電気充電スタンドを設置するほか、ごみ収集車は天ぷら廃油を活用するなど、光・風・水・土・森林という地域資源を生かした持続可能な街づくりを行っている²³。ほかにも、村営風車、地熱利用、木質バイオマスなどで地域の再生可能エネルギーの最大限の活用を目指す福島県天栄村や、山林・竹林からのバイオマス資源でバイオマス産業誘致計画を立てた三重県多気町など、再生可能エネルギーと循環型社会を目指す自治体は着実に増えている。一方で、市民の草の根的な動きもみられる。2005年に設立された全国小水力利用推進協議会のサイトの「小水力発電データベース」には、233の小水力発電所のデータベースが登録されている²⁴。また同協議会のほか、地域で小水力推進を実際に行う市民主導型の推進協議会が11登録されている。行政と連携をとりながら、市民が地元の流域を調べて発電する動きが始まっている。

結びにかえて

地域の資源を考える際、自然資源としての再生可能エネルギーは最も手近な資源になり得る。総務省の「緑の分権改革」においても、地域資源の活用の一つとして観光資源などと並んで、再生可能エネルギー活用についても触れている²⁵。農水省も農業農村整備事業において小水力の可能性に期待を寄せている²⁶。しかし縦割りの再生可能エネルギーの一部を促進するというニュアンスが強い。「自然エネルギー白書2012」²⁷でも、再生可能エネルギー促進に向けて、数値目標の設置、自然エネルギー市場の創設、規制緩和などの政策を提言している。これら、個別のエネルギーごとの促進策、再生可能エネルギー全体をカバーする仕組みづくりの中に「再生可能エネルギーは自然からの作物」という発想を広げること、市場のすそ野を広げることにつながるのではないかと。作物であれば、農家や林業家が手掛けてもよいし、家庭菜園（住宅の太陽パネル、太陽熱温水器）は個人の家庭で実行可能である。また海洋からも収穫することができる。風力発電の第一人者牛山泉足利工業大学教授によると、デンマークの洋上風車は、良

²¹ <http://www.town.kuzumaki.iwate.jp/images/library/File/kankyo/map/ene-map.pdf>

²² 千葉大学倉阪秀史研究室・環境エネルギー政策研究所「永続地帯2011年版報告書」

²³ 矢野富夫「高知県高岡郡梶原町の挑戦 目指せ！永続地帯」ミツカン水の文化センター編『水の文化 November 2011 No39』収録

²⁴ <http://j-water.jp/database/>

²⁵ 総務省「緑の分権改革の推進に向けて 緑の分権改革推進会議第1分科会報告書」2011.5

http://www.soumu.go.jp/main_content/000117628.pdf

²⁶ 農林水産省 農村振興局「現行土地改良長期計画の実施状況について」2011.9

²⁷ 環境エネルギー政策研究所編

い漁場になるので、ツーリズムフィッシングの拠点として漁業促進にもつながるといふ。都市部では市民として生活者として、農山漁村では自給用あるいは事業用として全ての人が何らかの形で関わるることができる。人は自分で作ったものは大切にす。省エネ意識の高まりにも期待したい。また最終需要と直結すれば、太陽の光を電気に変換してお湯を作るのではなく、そのまま温水に使う。バイオマスでボイラーを炊くなど、最終需要のエネルギーを直接取り出すエネルギーの多様化も進んでいこう。

再生可能エネルギーが現在の膨大なエネルギー需要を賄うまでの技術的社会的制約は小さくないが、我々の先祖が、江戸時代に厳しい資源の制約を最大限有効活用して、持続可能な暮らしと特異の文化を築き、戦後の復興時においては薪炭、石炭から石油への転換を短期間で行い、高度成長を果たしたことを思えば、再生可能エネルギーを中心とした持続可能な循環型社会を構築していく潜在力があるのではないか。

以上