世界の幸せをカタチにする。
Creating Peace & Happiness for the World
Musashino University
武蔵野大学 学術機関リポジトリ
Musashino University Academic Institutional Repository

地域自然エネルギーの導入がもたらす社会への影響：相乗効果の重要性

メタデータ	言語: Japanese
	出版者:
	公開日: 2016-10-28
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者: 田辺, 直行, 明石, 修, 新津, 尚子
	メールアドレス:
	所属:
URL	https://mu.repo.nii.ac.jp/records/295

地域自然エネルギーの導入がもたらす社会への影響

―相乗効果の重要性―

The Effects of Community-Generated Natural Energy Resources on Local Populations–the Importance of Synergy

田　辺　直　行*
Nao-Yuki Tanabe

明　石　　修†
Osamu Akashi

新　津　尚　子‡
Naoko Niitsu

1　はじめに

地域社会で自然エネルギーを導入する取り組みが、東日本大震災による福島第一原発事故以来、日本各地でなされている（新妻，2011）。このような取り組みは、2012 年 7 月から始まった電力の固定価格買取制度（Feed in tariff；以降 FIT と省略）により後押しされている（植田，2013）。原発事故により露呈した日本のエネルギー供給システムの脆弱性を見直す見地から、エネルギー源の多様性に基づいたエネルギーのベストミックスの重要性や、エネルギー供給の危機管理を強化することの重要性が広く認識されるようになり、再生可能エネルギーの拡大が期待されている。また、気候変動に対する対策の見地からも、温室効果ガスを排出しない再生可能エネルギー[1]は化石燃料エネルギーに代わって普及していくことが求められている。

このように、再生可能エネルギーの普及が求められているのであるが、他の先進国に比べて再生可能エネルギーの割合は大型水力を除くと極端に低く 2%でしかない[2]。再生可能エネルギーの運営主体は大企業であっても、個人であっても、地域ぐるみであっても再生可能エネルギーの普及という意味ではかまわなく、再生可能エネルギー自体を増やしてゆくことは可能である。どこに、どのような規模で再生可能エネルギー施設を設置するのが適当なのか。再生可能エネルギーの中でも太陽光発電や太陽熱利用であればエネルギー密度は小さいが、比較的迅速に設置することが可能で、規模は設置場所に応じてまた予算に応じて比較的自由に決めることができる（石川，2010）。しかし、FIT 制度が導入される以前には、設置時の初期投資が高額になるために、個人

*環境学部非常勤講師　† 環境学部講師　‡ 人間科学部非常勤講師

で導入するには採算よりも環境に配慮することがインセンティブとなっていた。FIT 制度が導入された以降は、売電することで比較的短期間で初期費用を回収できるようになり、金銭的にも採算がとれるため普及が進みつつある（植田，2013）。ただし、FIT 制度の導入により小規模な発電施設よりも大規模な施設を設置した方がスケールメリットがあり、効率よく利益が得られるようになった現在、大企業が再生可能エネルギーに投資し、普及に拍車がかかった状態にある。

再生可能エネルギーは、太陽光にしろ風力にしろ天候まかせ風まかせであるという意味で不安定な面があるので、原子力発電のようなベース電力の代わりにはならないと言われてきた。しかし近い将来、大容量充電池が比較的安価になり、発送電の分離、電力の完全自由化、スマート・グリッドを使って電力を必要なときに必要な量を送電できるように社会のインフラが整えば、再生可能エネルギーの発電量の時間に対するゆらぎはこういった技術で補うことが可能になるだろう。

再生可能エネルギーでは電力を売る経済的な利益だけでなく、地域社会に利益をもたらすことが可能だと言われている。このような地域の活性化は再生可能エネルギー特措法の中でも「電気についてエネルギー源としての再生可能エネルギー源の利用を促進し、もって我が国の国際競争力の強化及び我が国産業の振興、地域の活性化、その他国民経済の健全な発展に寄与することを目的とする」と謳われている。再生可能エネルギーを地域コミュニティで運営することは、エネルギー面だけでなく、お金の面からも、また雇用の面からもメリットは大きい。しかし、その施設が比較的容易に始められるのは、FIT 制度により当初は一定価格で電力を売ることができるためであり、電力消費者の支払う電力使用料金に上乗せされ、回収されるからである。つまり、一般の人々から集めたお金が発電施設を運営する主体に流れる構造になっている。もし外部の企業が設置した場合、その設置した企業にお金が流れる、つまり地域外へお金が流出することになる。これでは、再生可能エネルギーを設置した地域コミュニティのメリットは少なくなってしまう。一方、FIT 制度の性格上、ある程度普及してしまえば、大企業にはメリットがあまりなくなってしまうので、運営をやめてしまうかもしれない。せっかく導入した施設が、無用の長物になってしまう可能性もありうる。持続可能性の観点からも地域コミュニティが設置するメリットは大きい。地域コミュニティが設置すれば、地域内にお金が還流することにもなる。地域のために、地域の人たちが再生可能エネルギー施設を設置することは、大きなメリットがあり、地域社会がエネルギーにおいてもお金においてもうまく回るための中心的な役割を担う可能性がある。

本稿は、以下のような構成で地域自然エネルギーの導入がもたらす社会への影響について論じてゆく。まず 2 章では、再生可能エネルギーをある地域が導入することによる効果を、その地域のエネルギーとお金の収支から考える。3 章では、地域社会をシステムと捉えてループ図を使い、地域自然エネルギーの導入が、社会に及ぼす影響の分析を行い、相乗効果により地域の活性化につながる可能性があることを論じる。さらに 4 章では、地域自然エネルギーが地域社会の人々の暮らしの向上につながる可能性やその条件を、よりよい暮らし指標（Better Life Index）を手掛かりに考察する。5 章では本研究をまとめ、地域の人々が自ら運営する再生可能エネルギーを導入することにより、その地域の人々によりよい生活をもたらしてくれる可能性を述べ、最後に今後の展望を述べる。

2　エネルギーとお金の収支からみた地域自然エネルギーの可能性

2.1　地域自然エネルギーの重要性

この章では、本研究で主題となる地域自然エネルギーが地域コミュニティに与える効果について考察するにあたって、まず地域と地域外とのやり取りを考え、地域コミュニティが地域自然エネルギーにより、地域社会の持続可能性が達成される可能性があるかどうかを論じることとする。本研究では、地域資源を用い、地域の人が主体になって作るエネルギーのことを「地域自然エネルギー」と呼ぶことにする。

ただ、再生可能エネルギーといっても、太陽光発電、風力発電、水力発電、地熱発電など地域によって異なる自然環境資源を利用したものになるので、雇用などの効果は異なるはずである。雇用との関係は3章にゆずるとして、ここでは地域外とのやり取りからその地域がエネルギー、お金の面から持続可能となる条件は何なのか、地域自然エネルギーによりその条件を満足する可能性があるのかどうかについて考えて行く。

2.2　エネルギーとお金の収支

地域に流入するエネルギー、商品、お金の流れを考える。エネルギーとお金の流れは互いに逆向きなので、エネルギーの注入があればお金が流出することになる。逆に、エネルギーや商品を地域外に圏外輸出すれば（売れば）、お金が流入することになる。このように考えると、地域に流入するお金がプラスになるためには、輸入するエネルギーの対価よりも輸出するエネルギーや商品の対価が多くなる必要がある。地域内でエネルギー生成がない場合、自然科学的に考えると、輸入するエネルギーよりも輸出するエネルギーの方が必ず小さくなる。なぜなら、エネルギーを使って仕事をするとエネルギーは最終的には熱に代わるからである[3]。あるいは、何かモノを生産すると廃棄物を必ず排出するとも言える。すると輸入するエネルギーに対して輸出するエネルギーは多くなることはないので、対価が等価なものであればエネルギーは流入が超過することになり、お金は流出が超過することになる。お金の流出が超過しないようにする一つの方法は、省エネルギーに取り組み、流入するエネルギーを減らすことで、流出するお金を減らすことである。あるいは、生産する商品やエネルギーを高付加価値のものにし、エネルギーや物質そのものよりも価値を付ければ、流入するお金を増やすことが可能である。

それでは、地域自然エネルギーを導入することにより地域のエネルギー収支はどのようになるかを考えてみる。この場合、地域内部でエネルギーを発生させることになるので、地域内部で消費するエネルギーが同じであれば、エネルギーの流入を減らすことができる。あるいは、流入するエネルギーはそのままにして、発生した電力を地域外に売電し、お金を得ることもできる。また、発生したエネルギーをすべて、地域内部のエネルギーの循環に廻すこともできるだろう。

ここで、お金の流れにはどのような変化がみられるのか考えてみる。エネルギーの流入を減らすことができれば、流出するお金を減らすことができ、また、発生したエネルギーを売電すれば流入するお金を増やすことができる。また、地域内部にエネルギーを回せば、地域内部を回すお金を増やすことができるだろう。

2.3　地域を循環するエネルギーとお金

前節で示したように、地域自然エネルギーを導入することによって、地域内を回るエネルギーやお金を増やせる可能性がある。再生可能エネルギーを運営する主体が、地域外の会社であるのか地域内の会社や個人であるのかによって、地域内を回るエネルギーやお金はどのように変わるのだろうか。地域外の企業が再生可能エネルギーを導入した場合には、再生可能エネルギーを地域内に設置したとしても、その地域内のお金の流れは外部からエネルギーを流入しているのとそれほど違いがないことになり、外部にお金が流出してしまうことになる。地域内部の雇用は増えるには違いないが、外部にお金が流出することになってしまい、地域内に再生可能エネルギー施設を設置した効果が激減してしまう。一方、地域内の企業や個人が再生可能エネルギー施設を設置するのであれば外部からエネルギーを輸入するのとは異なり、外部にお金が流れるのではなく、地域内にお金が流れることになるので、お金が地域内を循環することになる。

2.4　地域社会にエネルギーやお金が循環するために何が必要か

地域内の人々が設置した再生可能エネルギー、つまり、地域自然エネルギーの導入によって、地域社会のエネルギー、お金、物質の流れが循環するための必要条件を考えてみる。前節で考察したように地域外の企業による再生可能エネルギーの導入は、エネルギーの多様性や環境への取り組みという意味では有効であるが、地域社会のエネルギーの循環という意味では有効性が少なく、地域外にお金が流出してしまうことになる。地域社会の内部のお金の循環に対して効果がないわけではないが、循環するお金の量が減ってしまっている。

それでは、地域自然エネルギーによって地域社会の内部にお金が循環するためには、どの程度の規模の再生可能エネルギーを導入すれば良いのだろうか。一つの基準としては、地域内で活動すると発生する廃熱に見合うだけのエネルギー量を、地域内で再生可能エネルギーを導入することによって賄うようにすることが考えられる（小澤, 2013）。そうすれば、導入前と同じエネルギーを回しながら、流入するお金を増やし、環境に対しては温室効果ガスの排出を減らすことに貢献できることになる。3 章や 4 章でみるように、地域内を循環するエネルギーやお金が増えれば相乗効果が働き、より多くのエネルギーやお金が回ることに繋がっていく。現在では、FIT 制度が導入されているので、再生可能エネルギーで生産した電力を地域内で使わずに、すべて売電することにより、地域に流入するお金を増やすことも可能である。しかし、FIT 制度は地域自然エネルギーが地域社会のエネルギー循環を成り立たせるためにどうしても必要な制度ではないことは認識しておく必要があるであろう。

3　地域自然エネルギーがもたらす相乗効果

3.1　地域自然エネルギーの導入による効果の分析枠組み

地域自然エネルギーの導入は、他地域へのエネルギー依存度の低減、地域経済の活性化、環境保全など様々な効果がある。それらの効果はそれぞれが独立しているわけではなく、例えば、自然エネルギーの導入によりエネルギー依存度が低減すれば、地域外に流出するお金が減り、地域内での経済循環が活性化する、そのことにより自然エネルギー事業に関する地域住民や政策担当

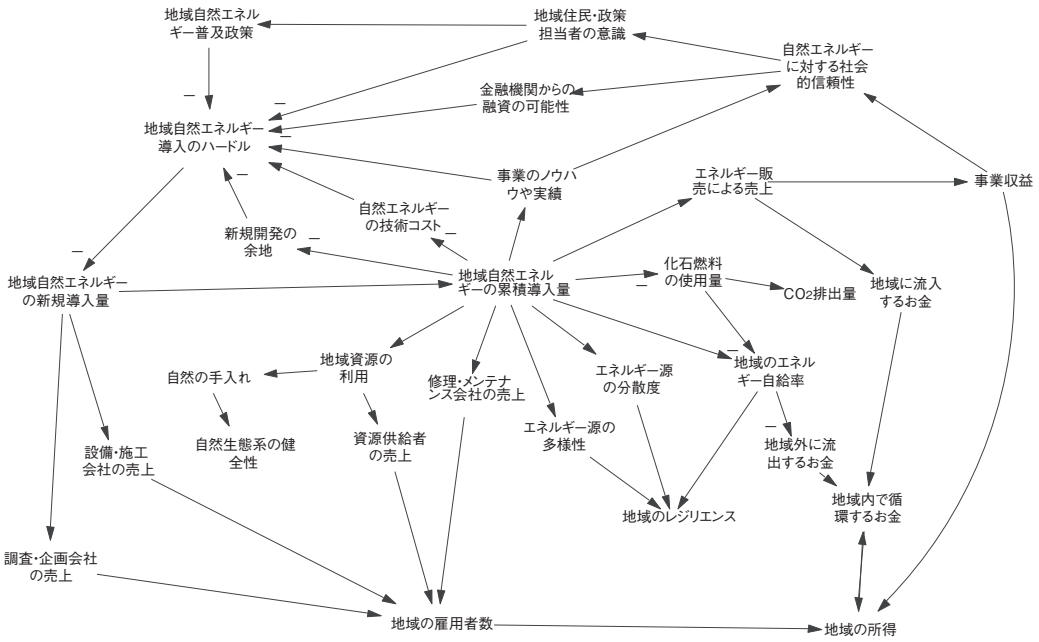

図 3-1　地域自然エネルギーの導入がもたらす社会への影響

者の関心が高まり、ますます自然エネルギーの導入が進む、その結果 CO_2 排出量が削減される、といったように相互作用を有する。地域自然エネルギーが社会にもたらす影響の全体像をつかむためには、そうした相互作用を把握し、総体として社会にどのような影響を及ぼすかについて把握する必要がある。本研究ではシステム思考のアプローチを援用し、社会を一つのシステムと捉え、個別要素間の影響関係に着目することにより、地域自然エネルギーの導入が社会に及ぼす影響の分析を行なった。具体的には、ループ図とよばれる手法を用いて分析をおこなった。図 3-1 に、地域自然エネルギーの導入と地域社会の関係を表すループ図を示す。ループ図において→は変数間の因果関係を表し、矢印の傍らに－がある場合は負の因果関係、ない場合は正の因果関係があることを表している。以下 3.2 節～ 3.6 節では、図 3-1 に基づき、自然エネルギー導入の効果を説明する。 なお、3.2 節～ 3.6 節の説明において「　」は、図 3-1 に表された変数を示す。

3.2　自然エネルギーの導入と技術コスト

「地域自然エネルギーの累積導入量」が増加すると、「自然エネルギーの技術コスト」の低減が期待される。一般に新規の技術が開発されると、初めは生産コストが高いが、生産量が増えるにつれ、労働者の熟練やさらなる技術開発によりコストが下がる。これは習熟効果と呼ばれ、太陽光発電など自然エネルギー技術にも当てはまると考えられる。Junginger et al.（2010）によれば、太陽光パネルは累積生産量が 2 倍になるごとに約 20% の価格低減がある。

「自然エネルギーの技術コスト」が低減すれば、化石燃料等の他のエネルギー源に対する自然エネルギーの経済的優位性が増す（あるいは、非優位性が減少する）ため、「地域自然エネルギー

の導入のハードル（導入の困難さ）」が下がり、「地域自然エネルギーの新規導入量」が増加する。すると、「地域自然エネルギーの累積導入量」が増加し、「自然エネルギーの技術コスト」がさらに低下する。このように自然エネルギー導入と技術コスト低下は相乗効果を持つため、自然エネルギーの導入が、さらなる導入を促すという正のフィードバック構造にある。

しかし、これまで自然エネルギーの価格が化石燃料に比べ高かった[4]（コスト等検証委員会，2011）ため、自由市場の下では初期導入が進まなかった。2012 年に始まった再生可能エネルギーの FIT 制度は、こうした問題を解決することを目指したものである。つまり、自然エネルギーで発電された電力を高価格で買い支えることにより、自然エネルギー導入と技術コスト低下の正のフィードバックループを起動し、いずれ政策的支援がなくても市場競争力をもつようになるまで自然エネルギーの価格を低下させることを意図した、いわば呼び水的な効果を期待したものである。この正のフィードバックをうまく働かせるためには、自然エネルギーに関する継続的な技術開発、技術革新が必要である。

3.3　地域自然エネルギー導入とそのハードル

地域自然エネルギーの導入とそのハードル（導入の困難さ）の関係には大きく分けて 2 種類の関係がある。一つは、「地域自然エネルギーの累積導入量」が増加すればするほど、「地域自然エネルギーの新規導入」が難しくなるという関係である。地域内において、自然エネルギーの導入に適する条件（資源の利用可能性などの自然条件や土地規制や土地価格などの社会経済的条件）を充たす土地には限りがある。そのため自然エネルギーの導入が進めば、「新規開発の余地」が減少し、「地域自然エネルギー導入のハードル」が上がってしまう。これは、導入が進むほど新規導入が難しくなるという負のフィードバック構造である。

一方で、正のフィードバック構造も存在する。その一つは、前節で述べた技術コスト低下に関するものであり、もうひとつは、「事業のノウハウや実績の蓄積」や「自然エネルギーに対する社会的信頼性」に関するものである。「地域自然エネルギーの累積導入量」が増加すれば、事業計画の立て方、資金調達の方法、合意形成プロセスなどの「事業のノウハウや実績」が蓄積する。このことは、新規事業の立ち上げを容易にするため、「地域自然エネルギー導入のハードル」を下げる効果を持つ。さらに、「事業のノウハウや実績」の蓄積は、「自然エネルギーに対する社会的信頼性」を高める効果を持つ。ここで「自然エネルギーに対する社会的信頼性」の高まりとは、地域住民、政策担当者、地元企業など地域社会を構成するさまざまなアクターの中で、自然エネルギーやその事業に対する理解や信頼が深まることである。「自然エネルギーに対する社会的信頼性」が高まれば、新規事業を行う際の「金融機関からの融資の可能性」を向上させる。また、「自然エネルギーに対する社会的信頼性」の高まりにより、「地域住民や地元自治体の政策担当者の自然エネルギーに対する意識」が向上し、立地に関する地域住民の合意形成が容易になる、「自然エネルギー普及政策」が推進されるなど、「自然エネルギー導入のハードル」を下げる効果が期待される。以上の効果は、自然エネルギーの導入が進むほど新規導入が容易になるという正のフィードバック構造を表している。

このように自然エネルギーの導入とそのハードルには、正と負両方のフィードバック関係が存在し、そのどちらが強いかによって自然エネルギーの導入が容易になるか難しくなるかが決まる。

自然エネルギーの導入を効果的に進めていくためには、正のフィードバックの影響を強める必要がある。それには、例えば、「自然エネルギー事業に関するノウハウ」の共有により新規事業者の参入を容易にする、事業に関する積極的な情報公開や環境教育などの活動により、「自然エネルギー事業に関する社会的信頼性」を高めることが考えられる。飯田市では、公共機関に設置した太陽光パネル等を用いて環境教育を行なったことにより、子供、家庭、地域の環境意識が高まったことが報告されているが（お日様進歩エネルギー株式会社，2012）、こうした活動は「自然エネルギー事業に関する社会的信頼性」や「地域住民や地元自治体の政策担当者の自然エネルギーに対する意識」を高め、自然エネルギー導入のハードルを下げることに貢献すると期待される。

3.4　地域自然エネルギー導入と地域経済

地域自然エネルギーの導入には、地域経済を活性化する効果が期待される。経済効果には、一つには、自然エネルギー事業の売上や利益の増加による直接効果ある。FIT 制度により、自然エネルギーによって発電された電力は、一定期間固定価格で電力会社に販売することができる。買取価格は、発電に要するコストよりも高く設定されているため、自然エネルギー事業者は「事業収益」を得ることができる。さらに地域自然エネルギー事業が地域住民による市民出資で行われている場合、事業によって得られた収益は地域住民に還元され、「地域の所得」を向上させる。資源エネルギー庁の再生可能エネルギーファンド＆共同出資事例集によれば、現在、日本では少なくとも 11 の自然エネルギーファンドや共同出資が存在する。これら全てが、地域住民による出資というわけではないが、こうした動きが広まることにより自然エネルギー事業が地域所得の向上につながることが期待される。

間接的な経済効果としては、他に関連事業者の売上増加、地域雇用の増加が挙げられる。これには大きく分けて、①「調査･企画会社の売上」増加、②「設備･施工会社の売上」増加、③「資源供給者の売上」増加、④「修理・メンテナンス会社の売上」増加、およびそれらの効果による「地域の雇用者数」の増加、「地域の所得」の向上がある。このうち、①②は事業開始時に 1 回だけ発生するものであり、③④は操業開始後に継続的に発生するものである。経済効果の持続性という観点からは、③④の効果がとりわけ重要である。自然エネルギーの中でも、バイオマス発電は、燃料を供給する必要があるため、③の効果が大きい（寺西ら，2013）。しかし、日本においてバイオマスのエネルギー利用は十分に進んでいない。日本においてバイオマスエネルギーを普及させるためには、コジェネレーション（熱電併給）を優遇する、設備の規模別に買取価格を設定するなど、現行の FIT 制度を改善する必要がある（環境エネルギー政策研究所編，2013）。

以上議論した、直接的、間接的経済効果が発揮されるためには、それらの事業が地域の主体によって営まれている必要がある。例えば、2000kW のメガソーラーの場合、事業計画から設備設置、操業と維持管理のすべてを地域住民が出資した会社が事業を行ったとすると、20 年間で生まれる価値創造額の合計の 8 割が立地自治体のものになるが、同じ事業を地域外の企業の投資で行い、維持管理だけを地元に委託したとすると立地地域にもたらされる価値創造額は、土地の賃貸料を含めても合計の 2 割弱に留まってしまう（寺西ら，2013）。

ここまでの議論は、主に事業者の売上や住民の所得の増加といった、地域内の各主体への効果を中心に論じてきたが、地域自然エネルギーの導入は、地域経済をマクロでみた場合にも大きな

意味を持つ。すなわち、地域自然エネルギーの導入は、地域で生産したエネルギーを地域外に販売することにより「地域に流入するお金」を増加させる一方で、これまでエネルギー購入費用として「地域外に流出していたお金」を減少させることができる。現在、日本の地方は域際収支[5]の赤字に悩まされている。地方の都道府県では、域際収支がマイナスになっており、その一つの理由が地域外のエネルギーの購入である（藻谷ら，2013）。つまり、地域でお金を稼いでも、エネルギー購入費用として地域外にお金が流出しているのである。地域自然エネルギーを導入すれば、「地域に流入するお金」を増やし、「地域外に流出するお金」を減らすことにより、「地域内で循環するお金」を増やすことができる（村上, 2012）。このような効果により地域自然エネルギーの導入は、地域経済全体の活性化に貢献することが期待される。

3.5　地域自然エネルギー導入と環境

自然エネルギーの導入が進むと、その分、「化石燃料の消費量」を減らすことができる。具体的には、それまで暖房や給湯のために使用していた灯油やガスを減らすことができるし、地域外からの電力購入を減らすことにより地域外で発電のために消費される化石燃料を削減することができる。これにより地球温暖化の原因となる「CO_2 排出量」の削減に貢献する。例えば、自然エネルギーによる発電の割合が約 25％に達するドイツにおいては、2012 年までに温室効果ガス排出量を 1990 年比 21％削減するという京都議定書の目標を達成するための削減量のうち、自然エネルギーによる削減は 4 割を占めている（寺西ら，2013）。このように自然エネルギーの導入は、すでに温暖化対策に貢献しているが、さらに長期的には低炭素社会実現のための切り札として期待されている。例えば、Akashi and Hanaoka（2012）によれば、気温上昇を産業革命以前から 2℃以下に抑えるためには、2050 年に世界の温室効果ガス排出量を 1990 年比で半減する必要があるが、そのようなシナリオにおいて、2050 年に自然エネルギーによる発電は世界全体で全発電量の約 75％を占める。2009 年における自然エネルギーの割合が約 20％（IEA，2011）であることを考えれば、これは非常に大きな増加である。低炭素社会の実現に向け、自然エネルギーの役割は非常に大きいといえる。

地域自然エネルギーは、地域の自然生態系の保全にも貢献する。現在、日本の森林の 55% が二次林、41％が人工林であり、これらの生態系を維持するためには、人の手による手入れが必要である（稲本，2011）。しかし、現在十分に人の手が入っておらず、多くの森林が荒廃してきている。地域自然エネルギーの原料として、間伐材等の「地域資源の利用」が進めば、「自然の手入れ」が行われ、それにより「自然生態系の健全性」を保ち、生物多様性保全、炭素ストック機能、水源涵養機能、土砂災害防止機能等の森林の多面的機能を守る効果が期待される。

3.6　地域自然エネルギー導入と地域のレジリエンス

地域自然エネルギーの導入はエネルギーシステムのレジリエンス[6]を高める効果があると考えられる。つまり、地域自然エネルギーが普及している場合には、エネルギー価格の高騰、エネルギーシステムのシャットダウンなど、エネルギーシステムに不測の事態が起きた場合においても、地域社会に及ぼす影響を小さく抑えることができると考えられる。

地域自然エネルギーの導入によるエネルギーシステムのレジリエンス向上には、三つの要因が

考えられる。一つ目は、「地域のエネルギー自給率」の向上である。地域自然エネルギーの導入で、地域で自給するエネルギーの割合が高くなれば、地域外で起きる変化（エネルギー価格の高騰やエネルギーシステムのシャットダウンなど）の影響を小さくできる。二つ目は、「エネルギー源の分散度」の向上である。一般に、小規模分散型のシステムは、大規模集中型のシステムに比べレジリエンスが高い。それは、大規模集中型のシステムでは、異常が発生するとその影響がシステム全体に及ぶのに対し、小規模分散型では一部に異常があっても、その部分を切り離せば、他の部分に及ぶ影響を小さく抑えることができるからである。地域自然エネルギーの導入は、化石燃料を主体とした大規模集中型のエネルギーシステムから小規模分散型のエネルギーシステムへの移行を意味するため、レジリエンスの向上に貢献する。三つ目は、「エネルギー源の多様性」の向上である。エネルギー源の多様性が低く特定のエネルギー源への依存度が高い場合、そのエネルギー源の価格が変化したり、利用不可能になったりした場合に地域社会に及ぼす影響が非常に大きい。現状の日本のエネルギーシステムは石油をはじめとする化石燃料への依存度が高く、システムとして脆弱である。地域自然エネルギーの導入は、化石燃料への依存度を低下させ「エネルギー源の多様性」を高めることにより、エネルギーシステムのレジリエンスの向上に貢献する。以上は、地域のエネルギーシステムのレジリエンスについての議論であるが、現代社会におけるエネルギー供給の重要性を考えれば、エネルギーシステムのレジリエンスを高めることはとりもなおさず「地域のレジリエンス」を向上させることにほかならない。

4　人々の暮らしと地域自然エネルギー

4.1　地域自然エネルギーと Better Life（より良い暮らし）

3章で論じたループ（図 3-1）が働けば、住民の手による地域自然エネルギー導入により地域に住む人々の暮らしが様々な面で向上することが予想される。そこで本章では、このループが働いた場合に地域自然エネルギーが人々の暮らしの向上にどのようにつながり得るのか、そしてこのループが働くための条件は何かについて、OECD のよりよい暮らし指標（Better Life Index）を手がかりに考察する。

より良い暮らし指標は、経済協力開発機構（OECD）の「より良い暮らしイニシアチブ」の一環として2011年から公開されているものだ。この指標では、より良い暮らしに欠かせない分野が、住宅、収入、雇用、共同体、教育、環境、市民参加意識、医療、生活の満足度、安全、ワーク・ライフ・バランスの 11 の分野に分けられ測定されている（OECD，2013）[7]。

3章で論じたループ図との関連では、より良い暮らし指標の 11 分野のうち、「収入」、「雇用」の 2 分野がループ図にすでに含まれている。またループ図には直接含まれていないが、ループが働くことにより、「環境」、「市民参加意識」、「共同体」、「ワーク・ライフ・バランス」の 4 分野にも大きく貢献することが予想される。

まず「環境」だが、3.5 節で詳述したように、ループ図中の「CO_2 削減量」、および自然の手入れをすることで向上する「自然生態系の健全性」は、地域の環境の質を高めることに直接的につながる。Del Rio ほか（2008）の整理によると、再生可能エネルギーの効果についての先行研究も、再生可能エネルギーと環境の関連性を論じたものが多いという。

次に「市民参加意識」も、本研究が対象にしている「地域資源を用い、地域の人が主体になって作るエネルギー」では、市民参加を前提とするので、直接的に高まることが予測される。市民参加と幸せの関連については、Frey ほか（2002）が、直接民主主義制度や政治的な意志決定プロセスへのかかわりが、人々の幸福度を決める要素になっているというスイスの調査結果を紹介している。また市民参加の増加は、より良い暮らし指標の「共同体」の質を高めることにもつながる[8]。

最後に「ワーク・ライフ・バランス」であるが、ループ図の「地域の雇用者数」の増大によって、人々の通勤時間が短縮すれば、ワーク・ライフ・バランスの向上も見込まれる。また、ワーク・ライフ・バランスがよくなり、仕事以外に使える時間が増加すれば、市民活動に参加できる潜在的な時間も増加することになる。

このように、もしループが働けば、より良い暮らし指標の 11 要素のうち、6 要素に寄与することが見込まれる。しかし、このループが働くには、いくつかの条件があると考えられる。4.2 節では、このループが働く鍵となる要素のひとつである「地域内で循環するお金」について考察を行う。

4.2　地域でお金を循環させることの重要性

地域自然エネルギーの導入により、地域内で循環するお金が増大することは 3.4 節でも触れた。現在多くの自治体や企業では、エネルギーを購入するための支払いのほぼ全てが地域外に流出しているのが現状である。こうした支払いが地域内で行われ、更にそのお金が地域内を循環していった場合の経済効果は大きい。例えば大友（2011）は、北海道のある市有ホテルが、今まで外から購入していた燃料（6,300 万円）を、地域の森林バイオマスから調達すると、その支払いが燃料取扱店、燃料化工場、林地残材調達現場などに循環していくことで、最終的には 1 億 7,000 万円もの金額が地域内で循環するという実証調査結果を紹介している。

こうした地域内で循環するお金の効果とその仕組みについて紹介したものに、Nef（New Economics foundation）の Plugging the Leaks がある（Nef, 2002a）。このハンドブックでは、地域内で経済が循環する効果について、一般の人々を対象にした分かりやすい説明が行われている。以下、この考え方を簡単に紹介する。たとえばA氏は 10,000 円のうち 8,000 円を地域外の商店で使い、2,000 円を地域内の商店で使うとする。このパターンでは、地域に残る金額は 20％である（パターン A）。それに対して B 氏は 10,000 円のうち 8,000 円を地域の商店で使い、2,000 円を地域外の商店で使う。このパターンでは、地域に残る金額は 80％である（パターン B）。パターン A はすぐに金銭が地域外に流出するパターンであり、パターン B は金銭がゆっくりと地域の様々な行為者の手に渡っていくパターンであるが、この 2 つのパターンが繰り返される場合、以下のようになる。

A パターン（20％しか地域にとどまらない場合）

1 巡目：10000 円→ 2000 円

2 巡目：2000 円→ 400 円

3 巡目：400 円→ 80 円

４巡目：80 円

このパターンの１巡目とは、A 氏が地域の飲食店で 10,000 円のうちの 2,000 円を使ったような場合を意味する。２巡目は、その飲食店が食材購入のために 2,000 円の 20％を地域の食材店で使ったような場合が想定できる。こうして 20％ずつ地域内に残ったと仮定して計算すると、地域内で使われるお金は 10000 円＋ 2000 円＋ 400 円＋ 80 円で最終的には約 12,480 円になる。

それに対して B パターンは以下のようになる。

B パターン（80％が地域にとどまる場合）

１巡目：10000 円→ 8000 円

２巡目：8000 円→ 6400 円

３巡目：6400 円→ 5100 円

４巡目：5100 円→ 4100 円

循環は５巡目以降も続き、100 円以下になるのは 21 巡目である。4 巡目で 100 円以下になる A パターンと比較して、金銭がゆっくりと地域内で使われていくことがわかる。こうして地域内で使われるお金は B パターンの場合、最終的には約 50,000 円になる。

つまり同じ 10,000 円という金額でも、地域内に 20％とどまる場合と、80％とどまる場合とでは、理論的にはこれだけの大きな違いを生み出すのだ。これが地域内のエネルギー購入など多額の場合は、非常に大きな違いにつながることになる。

Nef（2002a）はこの効果を、地域内乗数効果とよんでいる。地域内乗数効果が働けば、地域で働き、暮らす人々の収入も増えることが期待される。外部からエネルギーを購入する代わりに、（たとえその一部であっても）自分たちの地域で生産することは、地域内で循環するお金を増やすことを意味する。しかし地域内乗数効果が十分に機能するためには、つまり、お金が地域内で何度も使われるには、商店や事業者など地域内でお金を使える場所が十分にあることも重要だ。しかし、グローバル化が進んだ現在、地域内の需要を地域内で満たすことは難しいのが現状である。4.3 節・4.4 節では、この問題を考察する。

4.3　グローバル経済という障害

現在では、経済のグローバル化が進行し、企業にも国際的な競争力が求められている。この流れの中で、多くの大企業がより安価な原料や人件費を求め、国家という枠組みに捉われず活動していることは周知の通りである。その結果、大企業に部品を収めている小規模な製造業者まで、（安価な代替品を提供する）外国の業者との競争に巻き込まれている。また農産物も同様の国際競争に巻き込まれている。こうした中で、生産者には「安くて品質が高いモノ」を作ることが求められており、消費者も景気の悪化により安価な製品を好む傾向がある。

この問題を地域内で循環する経済という点から考えると、こうした状況ではお金が地域外に流出しやすいということができる。例えば、日本の自動車産業は、1999 年には使用部品の輸入率は 13％であったのが、2010 年にはその割合は 22.4％にまで上昇している（GAR, 2013）。そしてこれは、その購入のための支払いが日本国外に流出していることも意味する。この事例は国際的のものだが、地域レベルで考えた場合も、「地域のモノをなるべく買う」という考え方が主流

ではないことは明らかだ。地元の商店街ではなくチェーン化された大型スーパー[9]で買い物をすることで、人々は自らの手で自分が暮らす地域の経済を弱体化させているということができる。シャッター商店街など、日本全国で生じている地域の弱体化はこうした流れの中で生じている。この流れは、「消費者にとって魅力のある商品を売る」「競争に負けない質の高い製品を作る」といった供給者側の努力だけでは、変えることは難しい。

それではどうすれば、地域内での資金循環を増やし、私たちの暮らしをよくすることができるのか、4.4 節では３つの可能性を考察する。

4.4　グローバル経済の中で地域に循環するお金を増やす可能性

グローバル経済の中で、地域に循環するお金を増やす可能性としては、まず、本研究のテーマである「地域資源を用い、地域の人が主体になって作るエネルギー」の導入がある。現在、エネルギー価格の高騰もあり、多くの企業はエネルギー購入のために地域外への多額の支出を行っている。もしもエネルギーを地域で供給することが出来れば、たとえ支払額は同じであっても、それだけの金額が地域内を循環することになる。この意味は非常に大きい。

第二は、この地域自然エネルギーの導入の動きを、エネルギーの問題だけにとどまらせないことだ。地域産のエネルギーの存在は、地域の人々が、自分たちの地域を気にかけるきっかけとなりうる。本研究の対象である地域自然エネルギーの導入では、市民参加をそのプロセスに含んでいるために、例えば地産地消運動のような「地域のことを気にかけて生活する」人々を増やす可能性は大きいのではないだろうか。

「可能な限り地域でものを購入する」という小さな運動であっても、住民も企業もその運動に参加した場合には、大きな経済効果が見込まれるという計算もある（Nef，2002a）[10]。また「地域のものを購入したい」という需要が大きくなり、それが地域の新たな供給源（商店や事業の開業など）につながる場合は、地域内の産業が多様化することを意味する。現在、地産地消運動、スローフード運動、Buy Local 運動など、地域のモノの購入を訴える運動は数多くある。こうした運動を、地域自然エネルギーや地域内での資金循環という考え方と組み合わせて行うことは可能だろう。「毎日の買い物」という日常的に行われる行為によって地域経済全体を助けるという考えは、人々にとって負担が少ないゆえに、大きな可能性をもった社会運動の形なのではないだろうか。

さらに、地域自然エネルギー導入の際に行われる市民参加は、地域の人々の間のネットワークを作り出す役割も持つ。現在、こうした人々の絆やつながりは市場経済では評価されにくいものの、社会にとっては重要な意味をもっている。こうしたつながりは、社会関係資本とよばれ注目を集めている（稲葉，2011；Putnam, 2000）[11]。地域内の社会関係資本が強まることは、共同体の力を強め、災害など緊急時の人々の助け合いなどにつながると考えられる[12]。

第三は、地域内で経済が循環する効果を「見える化」することだ。地域内でどの程度のお金が循環していて、それが一人一人の生活にどの程度寄与しているのかは分かりにくい。この「見える化」の試みの１つとして 4.2 節で紹介した Nef（2002a）の Plugging the Leaks を位置づけることができる。地域内を循環する資金の経済的効果を見える形にすることは、上で論じた「地域のことを気にかける」ライフスタイルに人々を導くことにつながる。こうした観点からは、Nef

(2002b)のLM3[13]や、長野県飯田市の経済自立度[14]を注目すべき事例としてあげることができる。

5　おわりに

本稿の内容を総括すると、2章では、地域コミュニティが地域外とやり取りするエネルギー、お金、物質の収支から、どんなに地域内で生産性の高い商品を生産しても、エネルギーを地域外から調達している限り、その商品を外部に売って得たお金は地域外に出て行ってしまい、持続可能な地域社会が実現する可能性は低くなってしまうことを示した。この構造的な問題を解決するにあたっては、その地域の自然環境資源を活かした地域自然エネルギーを導入することが重要な役割を果たす。地域自然エネルギーの導入により、地域外から購入するエネルギーを減らすことが可能となり、さらに地域自然エネルギーを使って発電した電力を地域外に売電することにより地域外に出てゆくお金を減らすことが可能となる。これは地域内を循環するお金が増えることにつながり、地域コミュニティが安定的に回っていくために必要な条件を満たすことになる。

3章における地域自然エネルギーの影響に関するシステム論的分析からは、地域自然エネルギーの導入は、様々な相互作用を持ちつつ、全体として地域経済、環境、地域のレジリエンスの向上に貢献する可能性があることが示された。また、そのような効果を最大限に生かすためには、地域の主体が中心になって自然エネルギーの普及に取り組むことに加え、例えば、ノウハウの共有、事業に関する情報公開、環境教育などを行うことにより、自然エネルギーに対する社会的信頼性を高めることが有効であることが示された。そうした取り組みを行うことにより、相乗的に、地域の自然エネルギーの導入が進み、上述の効果が発揮されると考えられる。

4章では、まず3章で論じたループが働いた場合、人々の暮らしの向上をどのように後押しする可能性があるのかについて、OECDのより良い暮らし指標で用いられている11の分野を元に分析した。その結果、「収入」「雇用」「環境」「市民参加意識」「共同体」「ワーク・ライフ・バランス」の6分野にポジティブな影響が生じる可能性があることを示した。さらに、こうしたポジティブな影響を実現させるには、地域内でお金が循環することにより地域内乗数効果が働く必要性があること、ただしグローバル経済の中ではこれが困難であることを論じた。そして最後に、グローバル経済の中で地域に循環するお金を増やすためには、(1) 地域自然エネルギーを導入すること、(2) 地産地消運動に代表されるような「地域のことを気にかけ」生活する人々を増やすこと、(3) 地域内で循環するお金がもたらす効果を「見える化」することが重要であることを論じた。

社会とは複雑なシステムであり、一見バラバラに見える現象の間にもつながりがあることが多い。本研究では社会が持つこうした側面に注目し、できる限り広い視野から地域自然エネルギーの導入がもたらす影響関係を考察した。また本稿では、全体としては社会にとってプラスとなるような影響関係に焦点を絞って分析を行ったが、実際にはマイナスの側面もあるだろう。さらに、本研究で示した影響関係の1つ1つのつながりについても詳細な分析が必要である。今後はこのような点について、さらなる研究を行っていきたい。

【注】

1　太陽光発電において、太陽光パネルの製造、設置、解体、廃棄時には温室効果ガスが発生するが、運転時には温室効果ガスは発生しないという意味である。

2　再生可能エネルギーの中には大規模水力発電も含まれるが、この２％には含まない。

3　ここで述べている熱は、発電にとって有用でなく環境中に捨ててしまっている熱という意味で使っている。地域内のエネルギー変換や利用で出る熱を直接有効利用する地域の取り組みが出始めている。また、このような取り組みは地域での再生可能エネルギーの設置とともに考えると有効に働くと考えられる。

4　2010 年時点で、単位発電量当たりのコストは、石炭火力 9.5 円 /kWh、LNG 火力 10.7 円 /kWh であるのに対し、太陽光発電（住宅）33.4 ～ 38.3 円 /kWh、風力発電（陸上）9.9 ～ 17.3 円 /kWh、バイオマス発電（専焼）17.4 ～ 32.2 円 /kWh、地熱 9.2 ～ 11.6 円 /kWh である（コスト等検証委員会，2011）。

5　域際収支とは、商品やサービスを地域外に売って得た金額と、外から購入してきた金額の差である。

6　レジリエンスとは、「システム、企業、個人が極度の状況変化が直面したときに、基本的な目的と健全性を維持する能力」のことであり（Zolli, 2012）、つまり、状況の変化など不測の事態があった場合に、しなやかに適応し健全性を維持する能力である。

7　より良い暮らし指標の 2013 年総合ランキングの１位はオーストラリア、２位はスウェーデン、日本は 21 位だった。日本は、「安全」（10 点中 9.9 点）と「教育」（9.0 点）で非常に優れている一方、ワーク・ライフ・バランス（4.1 点）は最低レベルだった。なお、日本の各分野のスコアは、住宅（4.5 点）、収入（5.6 点）、雇用（7.0 点）、共同体（6.8 点）、教育（9.0 点）、環境（7.0 点）、市民参加意識（5.1 点）、医療（4.9 点）、生活の満足度（4.1 点）、安全（9.9 点）、ワーク・ライフ・バランス（4.1 点）である。なお、幸福指標として、もっともよく知られているブータンの GNH（Gross National Happiness）では「心理的幸福」「時間の使い方とバランス」「文化の多様性」「地域の活力」「環境の多様性」「良い統治」「健康」「教育」「生活水準」の９つの指標が設定されている。本研究では、日本とブータンの生活環境の違いなどを考慮した結果、OECD の指標を用いることにした。

8　より良い暮らし指標の「共同体（community）」の分析では、「必要なときに頼れる人がいるか」、「過去 1 カ月間に他人の手助けをしたことがあるか」などが考慮に入れられている（OECD，2013）。

9　本部が地域外にあるチェーン化されたスーパーは、たとえ店舗が地域内にあったとしても、収益が地域内に残る割合は地元の個人商店に比べて小さい。

10　Nef（2002a）によると、英国のコーンウォールでは、旅行者、住民、ビジネスが、それぞれ１％だけ地元のモノやサービスにお金を使うようになれば、地元で使われるお金が 5,200 万ポンド（2013 年現在、日本円で約 80 億円に相当）増える計算になるという。

11　なお、社会関係資本という用語は Bourdieu, P. も用いるが、Putnam の社会関係資本とは異なる概念である。

12　こうした助け合いはループ図でも触れられている「地域のレジリエンス」を高めることにもなる。

13　LM3 とは、地域で使われたお金の動きを１巡目から３巡目までを計測し、どの程度の金額が地域内に循環しているかを調べるものである。具体的には、a. ある企業の１年間の収益、b. そのうち地域内で使われた金額、c. さらにそのうち地域内で使われた金額を調べる。そして (a + b + c)/a で算出された数値が LM3 になる。この数値が高いほど、地域内で循環した金額が多いことを意味する。

14　長野県飯田市の経済自立度とは、地域に必要な所得の何パーセントが、地域産業から得られた所得で賄われているかを明らかにするものである。具体的には、地域産業からの波及所得総額を地域全体の必要所得額で割ることによって求められる（飯田市，2012）。

【文献】

Akashi, O. and Hanaoka, T., 2012, Technological feasibility and costs of achieving a 50% reduction of global GHG emissions by 2050: mid- and long-term perspectives, *Sustainability Science*, 7:139-156.

ブータン王国名誉総領事館 ,「ブータン王国の国民総幸福量」（2013 年 10 月 27 日取得 http://bhutan-consulate.org/bhutan/nationalhappiness.html）.

Del Río ,P. & Burguillob, M., 2008, Assessing the impact of renewable energy deployment on local sustainability: Towards a theoretical framework, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*(12) 5: 1325-1344.

Frey, B. & Stutzer, A., 2002, *Happiness and economics : how the economy and institutions affect human well-being*, Princeton University Press（＝沢崎 冬日・佐和 隆光訳，2005，『幸福の政治経済学　人々の幸せを促進するものは何か』ダイヤモンド社）.

広井良典，2011，「地域再生への視点―自治体アンケート調査結果を中心に」『公共研究』7(1): 22-45.

飯田市，2012，『地域経済活性化プログラム 2012 地域経済分析資料編』（2013 年 10 月 27 日取得 http://www.find-i.info/file/dl.cgi/ ■地域経済活性化プログラム 2012（分析編）．pdf?download=4）.

石川憲二，2010，『自然エネルギーの可能性と限界』オーム社.

稲葉陽二，2011，『ソーシャル・キャピタル入門―孤立から絆へ』中公新書.

稲本正，2011，『緑の国へ 生まれ変わる日本のシナリオ』オルタナ.

井内 尚樹，2012，「自然エネルギーと循環型地域経済」『経済』（198）：112-122.

International Energy Agency, 2011, *Enertgy Balance of Non-OECD Countries- 2011 Edition*.

Junginger, M., van Sark, W. & Faaij, A., 2010, *Technological Learing in the Energy Sector*, Cheltenham, UK, Northampton, USA: Edward Elgar.

環境エネルギー政策研究所編，2013，『自然エネルギー白書』七つ森書館.

京都大学大学院エネルギー科学研究科エネルギー社会・環境科学専攻，2010，『エネルギー・環境・社会 現代技術社会論 第 2 版』，丸善.

コスト等検討委員会，2011，「コスト等検証委員会報告書」.

藻谷浩介，NHK 広島取材班，2013，『里山資本主義』角川書店.

村上敦，2012，『キロワットアワー・イズ・マネー　エネルギーが地域通貨になる日、日本は蘇る』いしずえ.

Nef, 2002a, *Plugging the Leaks -- Making the most of every pound that enters your local economy*（2013 年 10 月 27 日取得，http://www.pluggingtheleaks.org/downloads/ptl_handbook.pdf）.

Nef, 2002b, *The Money Trail -- Measuring your impact on the local economy using LM3*（2013 年 10 月 27 日取得，http://dnwssx4l7gl7s.cloudfront.net/nefoundation/default/page/-/files/The_Money_Trail.pdf）.

新妻弘明，2011，『地産地消のエネルギー』．NTT 出版.

OECD, 2013, *OECD Better Life Index*（2013 年 10 月 27 日取得 http://www.oecdbetterlifeindex.org）.

大友詔雄，「環境・地域・自然エネルギーの利活用と地域経済への波及効果」，『建設政策』(136): 22-25.

お日様進歩エネルギー株式会社，2012，『みんなの力で自然エネルギーを　市民出資による「おひさま」革命』南信州新聞社出版局.

小澤祥司，2013，「地域を基本にしたエネルギー・システム」『科学』83(9): 979-984.

Putnam, R. D. 2000, *Bowling Alone: The Collapse and Revival of American Community*. Simon & Schuster.（＝柴内康文訳，2006，『孤独なボウリング―米国コミュニティの崩壊と再生』柏書房）.

寺西俊一，石田信隆，山下英俊，2013，『ドイツに学ぶ地域からのエネルギー転換』家の光協会.

植田和弘，2013，「再生可能エネルギー発電の多面的意義」『科学』83(9): 974-978.

United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR), 2013, *Global assessment report on disaster risk reduction 2013*（2013 年 10 月 27 日取得，http://www.unisdr.org/we/inform/publications/33013）.

Zolli, Andrew and Healy, Ann Marie, 2012, *Resilience*, Free Press（＝須川綾子訳，2013，『レジリエンス復活力　あらゆるシステムの破たんと回復を分けるものは何か』ダイヤモンド社）.