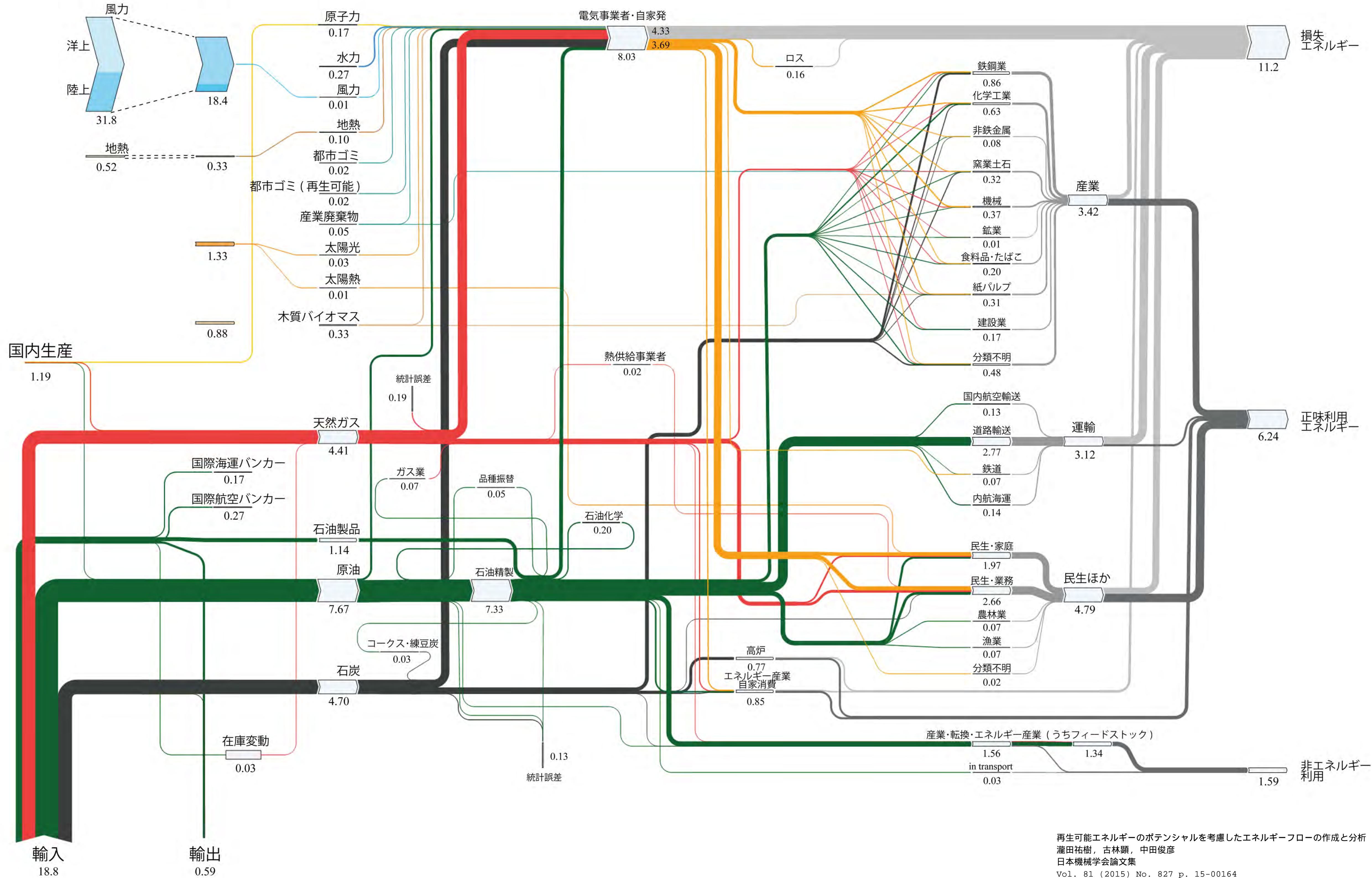


日本のエネルギーフロー (2012)

賦存量 32.3 EJ
 導入ポテンシャル量 20.9 EJ
 総供給量 18.9 EJ



再生可能エネルギーのポテンシャルを考慮したエネルギーフローの作成と分析
 瀧田祐樹, 古林頭, 中田俊彦
 日本機械学会論文集
 Vol. 81 (2015) No. 827 p. 15-00164
<http://doi.org/10.1299/transjsme.15-00164>

Reference: IEA, Energy Balances of OECD Countries 2014. IEA, Renewables Information 2014.

Kondo, Energy and exergy utilization efficiencies in the Japanese residential/commercial sectors, 2009. etc.

被災地域における自律・分散型 エネルギーシステムの構築

—地域社会をデザインするには—

中 田 俊 彦

1. はじめに

東日本大震災を通して、東北地方に生きる人々は、大規模なエネルギーの途脱を経験した。停電や携帯電話不通に伴う情報アクセスの途脱、灯油・ガス不足や停電に伴う空調、給湯、厨房に至る生活機能の逸失、ガソリン販売停止に伴う移動手段の欠如。これらが突然前触れもなく、同時に機能停止する、壮大かつリアルな社会機能の豹変に、大勢の人々が巻き込まれた。翌日の暮らしが見えないこの経験は、戦争を知らない多くの世代にとって、初めてのできごとといえよう。

地域社会のコミュニティは、このような惨禍のもとで、自力で生き延びるためにさまざまに行動を模索して、初期の大混乱を乗り切ってきた。しかし、エネルギー途脱に伴う混沌は、人々に賢明な判断を下す機会を失わせて、多くの犠牲とその後遺症は現在までこころの中に横たわっている。

持続可能な自律・分散型エネルギー社会は、政府復興推進委員会(復興庁 2013)が2013年6月に提唱したキーワードである。新しいエネルギー社会に求める機能として、従来の低炭素化や省エネルギーに加えて、新たな機能として地域社会の強靱性(レジリエンス)が加わった。つまり、災害時には、通常的生活機能の数分の1の小規模スケールで、生存に不可欠なエネルギーアクセスを保障するものである。自然エネルギー王国を分離して独立するのではなく、従来のエネルギーシステムの一部に、地域社会にて自律制御が可能な分散型エネルギーシステムを内在するようにデザインするのである。この分散型エネルギーシステムは、下記の三機能を備えることが要件となる。

- 電力へのアクセス。たとえば、照明、情報、空調機能の継続。
- 熱エネルギーへのアクセス。たとえば、給湯、暖房、厨房機能の継続。
- 輸送用燃料へのアクセス。たとえば、旅客と貨物輸送機能の継続。

上記三機能が災害後にも継続して担保されれば、被災地域の混乱は最小限に留まり、その後の回復は速やかに進むだろう。被災した人々が、自力で合理的かつ最適な判断を下すことが可能となり、初動の自助努力を促すことができる。

期待できるのは、このようなエネルギーアクセスが担保される地域では、その社会の価値が大きく向上することである。災害時に弱者となる高齢者、子ども、障がい者などの暮らしが保障されることは、日常生活に大きな安堵と余裕を生み出す。

さらに、通常時にも大規模集約型の従来型エネルギーシステムの機能を補完することも重要である。エネルギー供給構成の転換と、建物の断熱性能向上による最終エネルギー消費の削減が進めば、輸入オイル漬けのキャッシュアウト型地域社会が、エネルギー価値創成のキャッシュインに換わっていく。小規模だが地域に賦存する多様なエネルギー資源、たとえば廃棄物、水力、地熱などを隣接地域にて相互に利活用するしくみが整えば、その恩恵を受けるのは地域社会である。

経済性は、もっとも重要である。原油は1バレルあたり12ドル(1998)から106ドル(2013)まで、15年間で8.8倍(OPEC 2014)に高騰した。安価だった灯油は、6.5円/kWh(1999)から11.0円/kWh(OPEC 2014)まで、約2倍に上昇した。原油価格と連動してガス資源価格も上昇し、社会の

必需品である電力、ガス、灯油、ガソリン等の全製品の高騰を招き、結果としてエネルギー版エンゲル係数の上昇と、エネルギー貧困率の増大は止まらない。これらの結果として、分散型エネルギー供給事業は、大規模集約型のエネルギー供給事業に比べて経済性が劣るのが、従来の一致した常識だったが、それが覆される可能性が高まってきた。

2. 東北地方でのエネルギー利用の歴史

人類が火をおこして進化した歴史のなかで、エネルギーのイノベーションは、化石燃料の産業利用から始まった。その一つは、石炭を燃やした熱エネルギーを利用して動力を得る、英国ジェームズ・ワットによる原動機の実用化(1785)である。その後、米国トーマス・エジソンによる電球の発明(1879)、米国ヘンリー・フォードによる四輪自動車の生産(1908)と続く。産業革命から約120年遅れて、明治の開国とともに、エネルギーの実用の形態(エネルギーキャリア)とその変換・利用機器が相次いで日本に輸入された。

工業機器の輸入に留まらず、スコットランドのグラスゴー大学から、ヘンリー・ダイワー教授を25歳で招聘して、工部省工学寮の基本設計を委ねた。当時のスコットランドは、絶対零度を発見したウィリアム・トムソン教授(ケルビン卿)やウィリアム・ランキン教授など、まさにエネルギー学の発祥の地である。1878年東京での祝賀会では、英国人ウィリアム・エアトン教授によって、電池によるアーク灯点灯が実演された。

さて、被災地である東北地方のエネルギー革命は、電灯照明から始まった。1888年には、仙台市三居沢にて宮城紡績(株)が、小水力発電によってアーク灯を点灯し、これが日本の最初の水力発電となった。明治時代は、東北の主要都市にて電灯供給事業が開始されて、大正時代に入ると東北の中山間地まで電化がすすんだ。

たとえば、1919年に岩手県下閉伊郡刈屋村(現在の宮古市刈屋地区)では、林業を営む小田山栄二郎氏の掛け声の下で40キロワットの小水力発電を主体とする刈屋電気(株)(東北電力1960)が

発足している。小山田氏は、年一回仙台への病院通い時に初めて電灯を見て驚き、女中に命じて電球を購入して帰宅したものの、点灯しない。一年後に、発電機が必要なことを学び、刈屋川の支流上流から自ら水路を掘削して、ドイツ製発電機による村の電気事業を開始したのだ。今でもその遺構の水路と小屋跡は現地に残っていて、御子孫の話では、炭焼きで潤う村には800灯の照明が輝いて活況を呈したという。しかし、水路と発電機の運転維持のために、従業員を山中の小屋に常時滞在させたが、大雨のたびに水路や機器の補修が必要なので、手数を要したという。

その後、刈屋電気(株)は全国の電力統制の動きのなかで、1938年に盛岡と宮古を結ぶ閉伊川沿いの送電線が国策会社の東北振興電力(株)によって関係されたのを機に、事業を盛岡電灯(株)に譲渡して解散した。盛岡電灯は、奥羽電灯(株)、東北配電(株)に併合されて、1939年日本発送電(株)設立、1941年配電統制令による国家統制を経て、戦後1951年の電力再編成に至る。

東北地方では、明治維新以降に、地域主体の電気事業を設立して、中山間地に拡がる集落の発展に努めてきた。昭和に入ると軍備拡充計画に必要な電力供給地域へと次第に移行して、山中に水力発電所が続々と建設され、電力を都市部に送る送電線も急速に整備された。閉伊川だけでも、鈴久名発電所(2000kW、1930年)、川内発電所(1200kW、1935年)、腹帯発電所(10万6000kW、1939年)など、戦前の10年間に3基が相次いで新設された。これらは現在まで稼働を続けるとともに、閉伊川流域ではその後の電源開発はない。

3. 熱を診る

エネルギーとは、「仕事をする能力」である。石炭や太陽光などの物理的素材は、あくまでもエネルギーを作り出す資源(原材料)である。エネルギーキャリアは、電力、熱、輸送用燃料の三種であり、電力と熱は目に見えない。電力は家電製品にてお馴染みだが、熱は、産業における石炭利用の製鉄プロセスや水蒸気を利用する加工、ガスや石油による給湯や空調の影の主役である。輸送用

燃料は、ガソリンや軽油など、おもに石油から製造される。

化石燃料から太陽など再生可能エネルギー資源に至る多様な資源が、エネルギーキャリアに変換加工されて利用可能な形態に換わり、需要家はこのエネルギーを消費することによって動力、給湯、輸送等の仕事を得ている。したがって、エネルギー効率には、資源から「エネルギー」を生み出す資源変換効率と、「エネルギー」から仕事を取り出す利用効率の二種が存在する。国内でよく耳にする「日本の省エネは、乾いた雑巾を絞るよう」というのは、前者の変換効率を指していて、発電所や産業用機器が主体を占める。後者は、家庭・商業・産業・運輸の四部門にて構成される最終需要家が利用する。したがって、国あるいは地域のエネルギーを考える際には、資源から需要家に至る、一連のエネルギー需給のフローを把握することが第一歩となる。

日本のエネルギー需給のフロー図(瀧田ら2015)を参照すると、需要家側の最終エネルギー消費量は14.4 EJ(エクサジュール、 10^{18} 乗)である。これは、上流に位置する資源側の一次エネルギー総供給量21.7 EJのちょうど3分の2に相当する。つまり、最終需要家にエネルギーが届く過程で3分の1が変換損失として失われている。さらに、最終需要家では、エネルギーのすべてを仕事に取り出すことはできず、必ず損失が発生する。たとえば、産業部門ではエネルギーの61%を仕事として有効利用するが、運輸部門では16%と有効利用割合は低い。平均すると、最終需要家でのエネルギーの利用効率は約56%と半分になる。したがって、資源からエネルギーキャリアに変換する過程で3分の2に減り、さらに最終需要家ではその半分の3分の1が有効利用される。残りの3分の2は、おもに熱として大気や海洋に廃棄されている。なぜ、廃棄エネルギーが多いのかは、おもに二つの理由による。

一つめは、電力を生み出す発電プロセスでは、主役の火力発電は平均効率が約40%であるので、残りの60%は廃棄されている。これは、技術水準が未熟なのではなく、水蒸気を媒体にする熱機

関の最大効率はカルノーサイクルを上限とする、熱力学第二法則に依るためである。

二つめは、エネルギー消費の約4分の1を占める運輸部門では、ハイブリッド自動車の効率でも24%と低いことが大きく影響する。走行あるいは移動するために必要なエネルギーの4倍以上の液体燃料を消費しているのが実情である。

4. 国の視点と地域の視点

国のエネルギー政策が、エネルギーフローの上流側に位置するエネルギー供給に重点を置くのに対し、地域社会はエネルギーフローの下流にある需要家の視点に立つ。したがって、東北の被災地を主体とするエネルギーシステムをデザインする際には、需要家での創意工夫によって改善される要素と、発電構成のように上流側まで関わる要素に分けると、わかりやすい。

国の最新のエネルギー統計(資源エネルギー庁2014)を需要家側からみると、エネルギー消費量はキャリア別に電力(3.33 PJ)(ペタジュール、 10^{15} 乗)、熱(7.76 PJ)、輸送用燃料(3.25 PJ)であり、エネルギー消費量に占める割合は、大きい方から熱54.1%、輸送用燃料23.2%、電力22.7%の順になる。つまり、エネルギー利用者の視点からは、熱が過半を占めていて、この熱エネルギーの利用形態に変革の余地がおおいにある。

一次エネルギー消費量は、159 GJ(ギガジュール、 10^9 乗)/人であるのに対し、需要家側の最終エネルギー消費は、117 GJ/人に減少する。東北地方に限ると、104 GJ/人と全国最小である。その理由として、東北地方では、エネルギー多消費型の重化学工業が少なく、またエネルギー価格が割高なので節約せざるを得ない実情もある。

5. 地域エネルギー供給の事情

日本のエネルギー供給の特徴は、エネルギーキャリアの形態別に法律で定められることである。電力は、電気事業法によって供給義務(18条)と、料金許可制度と利潤保障(第19条)が明記されている。都市ガスも、ガス事業法によって供給義務(第16条)と、料金許可制度と利潤保障(第17条)

が規定されている。

いっぽうで、LPガス(プロパンガス)は、いわゆる液化石油ガス法によって、販売事業の登録(第3条)と器具等の製造の届出(第41条)が定められるが、供給義務や料金設定の規定はない。同様に石油は、石油需給適正化法、石油備蓄確保や揮発油等品質確保に関する法律はあるものの、供給義務や料金設定の規定はない。したがって、エネルギーキャリアからみると、経済産業大臣の規制料金下の電力と都市ガスの2グループ、料金許可制度自体がない自由料金下のLPガスと石油(灯油、ガソリン、軽油)の2グループが混在する。

消費者からみれば、エネルギーキャリアである電力、熱、液体燃料など製品自体には、商品としての新規性はなく、従来型の公共財に近い。それらが地域の民間事業者によって別々に調達され販売されるビジネスモデルで、最も安価にその恩恵を享受できるのは、需要密度の高い大都市部の消費者である。中山間地を主体とする地方部は、既存のエネルギー供給ビジネスから見れば、市場規模が著しく小さい。その結果、大都市と地方部に価格差の大きなエネルギーは、ガスである。

都市ガスが最も安価なのは東京、名古屋、大阪の大手三社である。家庭用の小売単価は13.5円/kWh(日本エネルギー経済研究所 2014)であり、工業用商業用の法人向け単価は、平均で6.1円/kWhと半分以下である。東北の太平洋沿岸部では、都市ガスが利用できるのは八戸市、釜石市、気仙沼市、石巻市、仙台市など一部である。家庭用の小売単価は、仙台市は1.1倍、気仙沼市は1.9倍と割高である。その他の市町村は、久慈市、宮古市、大船渡市を含めてLPガスが唯一の選択肢である。その価格は、単価が約2倍であるのに加えて、毎月の平均基本料金1968円(エルピーガス振興センター 2011)を加えると約3倍になる。そのため、LPガスが割高な地方部ほどオール電化に替えた方が安価だったが、最近の電力料金の値上げによって、電力単価も27.3円/kWhに上昇して、LPガス単価25.6円/kWhと並んだ(資源エネルギー庁 2014)。

日本の一般世帯の約45%である約2410万世帯

がLPガス世帯であり、地域別では、近畿地方23%、関東地方38%から東北・四国地方の72%まで、差が顕著である。被災三県でも、岩手県80.4%、福島県75.9%、宮城県56%と差がある。このように、被災の東北三県では都市ガスへのアクセスが無い地域が大半を占めている。

6. エネルギーシステムの地域デザイン

わが家やオフィスビルから外に出て、街全体を持続可能なエネルギー社会に変えるのに必要な創意工夫とは何だろうか。その解は、エネルギー需要密度マップの作成、統計情報と連動する統合型データベース構築、空間情報分析を加えたエネルギー設備の最適配置など一連のアプローチから成る地域社会のシステムデザインにある。つまり、供給キャリア毎に分割された従来の単品売上の習慣から脱却して、エネルギーシステムインテグレーションとしてのビジネス展開の機会が到来したのだ。その具体的なアプローチを考える。

(1) エネルギー空間センシングによる地域エネルギー需給の実態把握

熱需要を主体として年間のエネルギー消費量の分布とその時間変動を、エネルギー空間センシングによってデータ取得し、電力、熱、輸送用燃料などエネルギーキャリアに応じた多層レイヤー構造を作成する。つぎに、エネルギー版の地理空間データベースを構築し、地域コミュニティに熱供給ネットワークを最適配置でデザインする。

(2) エネルギーインフラとしての社会資本整備

北欧や中欧の寒冷地域では、給湯や暖房等エネルギー供給機能を重要な社会資本の一つと考えて、公的な整備が進められた。ヨーロッパの暖房に関するエネルギー有効利用の歴史は大変古く、1896年のドイツのハンブルク市の熱電併給方式による市庁舎への地域暖房が最初である(落藤・谷口 1995)。水蒸気や温水を供給する温熱ネットワーク設備は、ゴミ、廃材、泥炭など多様な低品位燃料を混焼させる。近年では、発電機能を付設して、市場のエネルギー価格変動と需要量の変動に応じて発電量と熱供給量を可変して、需要家の利便性

と事業者利益の最大化を同時に実現している。新設火力発電所がこの熱電併給(CHP; Combined Heat and Power)である欧州の小国も多い。

さらに、国内外と接続する天然ガスパイプラインは、新たな地域ビジネスを創出する。日本国内のガスパイプラインは、高圧、中圧、低圧の三種に分類され、そのうち送電線に相当する高圧導管の延長距離は、3159 kmである。これは、1990年代初めのイギリス、フランス、ドイツ、イタリアのヨーロッパ4カ国の幹線パイプライン長13万6000 km、米国45万3000 km(山本・秋山2004)に比べて、10分の1から100分の1と短く、きわめて脆弱であり、韓国の3900 kmよりも短い。日本では、東京一大阪間のガスパイプラインもいまだに整備されず、東海道新幹線(1964)や東名高速道路(1969)に比べても社会資本整備として大幅に遅れている。

発電用を目的として、東北電力(株)と石油資源開発(株)が出資する東北天然ガス(株)が1993年に敷設した新潟-仙台間(260 km)のパイプラインが、東日本大震災時のバック機能を果たしたことは、重要な成果である。仙台市ガス局は、津波で被災した太平洋岸のガス基地の復旧を待つことなく、新潟からの発電用ガスを市ガスに切り替えてガス供給を3週間後に再開し、人々のくらしの再建に大きく貢献した。

欧州では、廃棄物起源のバイオガスをパイプラインに混入するガスの逆潮流、さらに、風力や太陽光の変動電力分を水電解に用いて、この水素を二酸化炭素CO₂と反応させて作るメタンCH₄をパイプラインに混入するパワートゥーガスP2Gも始まった。エネルギー需要密度が著しく低い地方部では、ビジネスの集積性つまり収益性が低く、私企業が設備投資を効率的に進める資本整備は限界に達している。地域社会の特徴に合致するエネルギー資本整備への支援形態を、大都市圏ではなく地方部に導入していくことが求められる。

(3) 熱供給システムの新たな潮流

第4世代熱供給システム4GDHとは、30~70℃の中温水を熱キャリアとするエネルギー供給ネットワークのことで、2014年6月にデンマーク

(Lund 2014)にて提唱された。需要家の所要温度帯の多くが25℃(暖房)から60℃(給湯)までの中温度であることに着目して、供給キャリアとの温度差を小さくしてエネルギー有効利用指標であるエクセルギ効率(Dincer 2007)を大幅に高めることを狙っている。4GDHでは、断熱熱導管を開発し、かつ需要家での熱交換器や断熱性能の向上と組み合わせることによって、熱供給サイドから熱需要サイドまでを含めた一連のエネルギーシステム効率の大幅な向上をめざしている。

なお、日本都市部の主な熱供給単価は、24.1円/kWh(日本エネルギー経済研究所2014)である。これは、11円/kWh(イギリスLerwick市、ドイツWettesingen町)や14円/kWh(ドイツFreiburg市)に比べて割高であり、今後のコスト削減は必須要件である。

7. エネルギーのわかりにくさ

(1) エネルギー教育

環境教育は、環境基本法(1993)と環境の保全のための意欲の増進及び環境教育の推進に関する法律(2003, 2012改正)によって、学校教育において体系的に環境教育が行われるよう、さまざまな施策が進められてきた。参考となる資料等の情報の提供、教材の開発、研修等教育職員の資質の向上など、多様な取組が進んでいる。

いっぽうで、エネルギー教育はいまだに不在である。エネルギー供給企業による、業界の事情説明を兼ねた広報がお茶の間に入り込んでいる。オール電化、ウィズガス、ダブル発電、創エネなど、基本理解が無いままに造語が先行している。

(2) エネルギーデータ

日本のエネルギー統計データは、わかりにくい。専門家ですら数表を前にして頭を悩ますのは、さまざまな落とし穴が潜むからである。

① 高位発熱量と低位発熱量

国では、エネルギー源別標準発熱量については、従来どおり高位発熱量 High calorific value を用いることを定めている(資源エネルギー庁2007)。しかし、国際機関IEAによるエネルギー統計等では、低位発熱量 Lower calorific value を用い

る。たとえば、石炭燃焼では10%、ガス燃焼では6%ほど、高位発熱量が低位発熱量に比べて大きくなる。さらに、エネルギー単位として、J(ジュール)のほかに、kcal(キロカロリー)、toe(石油換算トン)、kWh(キロワットアワー)、Btu(英国熱量単位)、Quads(10の15乗Btu)などが混在して用いられている。

② データの欠如

国の統計データが必ずしも十分ではない。比較的データが揃っているのは、供給側の燃料資源である。日本は燃料資源を輸入しているので、財務省貿易統計によって詳細に把握できる。たとえば、化石燃料に加えて、木質ペレットの輸入量も、横浜税関小名浜税関支署と大阪税関舞鶴税関支署の通関データに明示されていて、その用途も隣接の石炭火力発電所における混焼利用と容易に推定できる。

需要家側のエネルギー消費データは、試行錯誤による推計が主体である。とくに、業務部門はデータ自体が存在しないので、全体から他部門を差し引いた残りを統計値としている。

米国エネルギー省のエネルギー統計局(EIA; Energy Information Administration)のデータベース整備と情報公開は、良い見本となる。米国の国立研究所は、民生部門に強いLBL(Lawrence Berkeley National Laboratory)が、研究プロジェクトとしてサポートしている点も見逃せない。データを作戦開始前の基地(ベース)と位置づけて、その整備に全力を尽くしている。

地方部のエネルギーデータは、都道府県別の要覧に引用されるのが数少ない情報源であり、市町村単位では、ほぼ存在しない。

③ 二次エネルギーである電力の一次エネルギー換算

電力は、二次エネルギーなので、消費時発生熱量は物理単位変換の3.60 J/kWhを用いるが、発電端投入熱量は火力発電効率40.88%をもとに2.45倍大きい8.81 MJ/kWhとする、と経済産業省は定める。つまり、コージェネなどで得られる発電量は、その価値を定量化するにあたって二種の考え方が存在する。

再生可能エネルギー等の資源量の取扱いは、さらに独特である。国際エネルギー機関IEAでは、水力、太陽光、風力は、発電効率を100%とするので、発電量と等価の資源量を消費したと考える。地熱は10%、原子力は33%である。

このほか、LPガスは都市ガスに比べて、単位体積あたり発熱量は約2.2倍高いが、地域によって変動がある。高圧ガス導管を通るガスは、天然ガスか、あるいは熱量調整後の都市ガスかによって、発熱量が10~20%ほど異なる。

8. サービスイノベーションとプロセスイノベーション

持続可能なエネルギー社会とは、ハイテク技術の結集ではなく、従来技術から成る技術群と社会システムとの最適組合せによって実現可能である。デバイス単体を高性能化する日本お得意の部分最適化から、社会システムの進化に重きを置く全体最適化へのパラダイム転換を、地域社会を舞台に進めていくことが要となる。

日本の技術開発は、排煙脱硫装置、ハイブリッド自動車、LED照明など、環境影響低減やエネルギー効率向上に広く貢献してきた。これらのデバイス開発を主体とするプロダクトイノベーションに対して、地域のエネルギーシステムをデザインするには、電力、ガス、輸送用燃料の三種のエネルギーキャリアを統合して顧客に提供するサービスイノベーションや、その統合自体に新規性を伴うプロセスイノベーションが主役となろう。

プロダクトイノベーションだけでは社会実装が進まない好例が、燃料電池自動車である。自動車単体の性能向上とコスト削減を進めても、実用化への制約は、自動車よりはむしろその燃料にある。水素は、本来は水を風力発電などのグリーン電力によって水電解してこそ、グリーンかつ持続可能である。しかし、当分の間は天然ガスなど化石燃料を水蒸気改質した水素や、製油所や製鉄所の化石燃料由来の水素を利用するので、製造コストも化石燃料の輸入価格上昇につれて割高にならざるを得ない。燃料電池自動車の走行に不可欠な水素スタンドが、東京、名古屋、大阪、福岡の4大都

市圏にのみ計画中なのは、その苦肉の策であろう。それ以外の地域では、水素を自動車に供給するビジネスが採算に合わず、東北や北海道で水素を販売する計画は事実上現時点ではない。したがって、デバイスである燃料電池自動車の導入を進めるには、燃料供給を含めた一連のエネルギーシステムのデザインが不可避であり、他業種との連携から創出されるサービスイノベーションや、自動車以外への水素利用のプロセスイノベーションなどが、並行して進むべきみちなのである。

9. おわりに

東日本大震災は、防災の重要性を再認識させただけではなく、まちづくりの意味を地域社会に問いかけている。今後は災害やオリンピックのような突発的な事象に加えて、百年の計に立った超長期の立案が重要となる。

第一に、地域社会の利害関係を見直すことである。大規模な災害をきっかけにまちづくりを進めるこの機会を、歴史上のチャンスと捉えて、次の100年の激動に耐えうる制度設計が求められる。長老の知恵と、担い手となる若手層の機動力とのバランスが重要となる。エネルギー事業に関わるさまざまな‘しがらみ’からの脱却が試される。

第二に、低炭素社会とは、ハイテク技術の結集によって実現するものではなく、従来技術から成る技術群と社会システムとの最適な組合せによって実現可能である。

第三に、わが国を都市規模に応じて大都市圏 Metropolitan, 地方の中核都市圏 Urban district, 地方中小都市 City and Rural に三区分すると、地方部の Urban から Rural community 地域へのまちづくりモデルが希薄である。大都市圏での資本投資を先進事例として、その経験を地方部に波及させる水平展開モデルは通用しない。欧州をみると、中小都市を基本とする地域コミュニティの生活圏が成熟されてきた。公共交通機関やエネルギー社会資本の充実度が高い価値集約型の大都市圏とは別に、分散する地方部を主体とするまち

づくりの実績が豊富である。

グローバル Glocal なビジネスモデルとは何だろうか。国内の水平展開と国外への技術移転も可能な異部門・異業種連携、ICT の導入、資源調達への対価流出分を、地域でのキャッシュフローに移行可能な仕組みづくりである。地域社会は、都市計画にエネルギー機能を加えて、地域のプロフェッショナルを育てる使命がある。この達成には、国策としてのエネルギーネットワーク等エネルギーインフラの整備が求められる。地球環境を懸念するからこそ、‘隗より始めよ’の如く、地域社会の再設計から始めてみてはいかだろうか。

(なかた としひこ・東北大学)

参考文献

- 1) 落藤澄・谷口学幸(1995)『地域暖房とエネルギーの有効利用』理工図書。
- 2) エルピーガス振興センター(2011)『石油ガス流通実態調査報告書』。
- 3) 日本エネルギー経済研究所(2014)『EDMC エネルギー経済統計要覧』省エネルギーセンター。
- 4) 経済産業研究所(2012)『総合エネルギー統計の解説 2010年度改訂版』。
- 5) 資源エネルギー庁資源・燃料部石油流通課(市場班)(2014)『石油製品価格調査』。
- 6) 資源エネルギー庁総合エネルギー統計検討会事務局(2007)『2005年度以降適用する標準発熱量の検討結果と改訂値について』。
- 7) 瀧田祐樹・古林敬顕・中田俊彦(2015)『再生可能エネルギーのポテンシャルを考慮したエネルギーフローの作成』エネルギー・資源学会第31回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス(近刊)。
- 8) 東北電力(1960)『東北地方電気事業史』東北電力。
- 9) 復興庁(2013)『新しい東北の創造に向けて(中間とりまとめ)』。
- 10) 山本純・秋山雅彦(2004)「天然ガス輸送と日本における幹線パイプライン敷設の問題点」札幌学院商経論集(21)2, pp. 53-82.
- 11) Dincer, T. (2007) Exergy: Energy, Environment and Sustainable Development, Elsevier.
- 12) Lund, D. (2014) “4th Generation District Heating (4GDH): Integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems”, *Energy*, 68, pp.1-11.
- 13) OPEC (2014) OPEC basket price.