

特集
エネルギー
効率的な利用の実現に向けて

Special Features
Energy
To achieve effective use of it

まちづくり
Community Development

エネルギー利用の効率化とまちづくり

鈴木保雄

SUZUOKI Yasuo

名古屋大学大学院/工学研究科/教授/工学博士



地球温暖化問題は、もはや世界的な共通認識であり、化石燃料などのエネルギー利用の高効率化や自然エネルギーの利用拡大など、世界各国において様々な取り組みが行われている。1997年12月に採択された京都議定書が、ロシアの批准によって2005年2月ようやく発効したことを受け、わが国においても、各方面において、エネルギー利用の高効率化に向けた取り組みが拡大していくと考えられる。エネルギーシステムでは、化石燃料などの一次エネルギーを、利用しやすい電気や都市ガスなどの二次エネルギーに変換して我々の住む街まで輸送し、照明や温水な

どの最終需要を満たしている。従来、エネルギー利用の高効率化は、エネルギーシステムを構成する発電所や需要家側の空調機器など、個々の機器効率の向上によって実現されてきた。しかし、さらなるエネルギー利用の高効率化のためには、個々の機器の効率向上だけでなく、それらを利用する需要家全体の視点からの効率向上が必要である。そのためには、まちづくりを通じた新しい取り組みが必要である。また、近年は、風力発電や太陽光発電などの利用が注目されており、これらの大量導入に配慮したまちづくりを行うことにより、自然エネルギーの利用を拡大

できる可能性がある。

一方、現在、日本の多くの都市・街の再生が求められている。高度経済成長時に建設された大量の大規模集合住宅が寿命を迎え、建替えられつつある。また、将来的な人口減少を踏まえたコンパクトシティの形成やこれに伴う都心居住、さらには予想される大地震などの都市災害発生時等への対応など、様々な観点から都市再生が議論され始めている。

このような都市再生は、エネルギーシステムからみても、各種の新技术を導入して、まちづくりの段階からエネルギー利用を

高効率化する絶好の機会である。特に、自然エネルギーや燃料電池等の新技术の多くは分散型電源として需要家側に導入されるものであり、都市再生は、これらの導入を一気に拡大させるための絶好の機会となる可能性がある。もちろん、都市におけるエネルギー消費としては、住宅や商業施設などの民生部門における消費だけでなく、交通部門における消費も大きな割合を占める。このため、エネルギー利用の高効率化を考慮したまちづくりについては、交通部門のエネルギー消費を含めて議論すべきであるが、話題が広がりすぎるので、ここでは、民生部門のエネルギー供給のみに触れることにする。



図1—都市再生プロジェクトにおける札幌都市中心部の主な取り組み



図2—囲い込み型の住宅の提案

1—都市中心部における取り組み

都市再生を通じたエネルギー利用の高効率化については、内閣府主導による都市再生プロジェクトにおいても地球温暖化対策・ヒートアイランド対策が検討されており、

- 1) 都市のエネルギー消費の合理化・排熱抑制
- 2) 緑化等による地表面の熱環境の集中改善
- 3) 建築物の環境性能の向上

の3項目を柱とする取り組みが行われている。全国の10都市13地域がモデル地域に選定されており、例えば、その一つである札幌市の都心地域では「人と環境を重視した都心づくり」をテーマとして、地下空間整備と併せたエネルギーネットワークの整備や、それと一体となった地上部の緑地空間の再生が国家プロジェクトとして位置づけられている(図1)。

第一段階(平成17~22年)では、札幌駅前通再整備と同時に既存の熱供給施設を結び、熱融通・負荷平準化等を図り、効率の高い熱供給ネットワークを構築する。また、第二段階(平成22年以降)では、雪冷熱利用及び間伐材や剪定枝等、再生可能な生物由来の有機性資源で化石資源の代替となるバイオマスエネルギー利用のエネルギー供給拠点を整備し、都心のネットワークと結ぶ。これらにより、33.2%のCO₂削減を目標としている。

他の選定地域においても、地域熱供給や河川水等の未利用エネルギーの活用を中心とした取り組みが検討されている。都市中心部はエネルギー需要も大きいため、需要密度が高いという特徴を活かした中心部でのエネルギー利用効率化の取り組みは重要な意味を持つ。

2—住宅地域における取り組み

前述のような大規模な地域熱供給はエネルギー利用高効率化の一つの手段ではあるが、その導入に適した大規模な需要地域は限られている。さらなる高効率化のためには、住宅地域を含む都市全体のエネルギー供給を高効率化する方策を検討する必要がある。

一般に、日本の建物は30年程度の寿命によって建て替えられているため、中長期的(数十年程度)には住宅地を含む都市域全体において大部分の建物が建て替わる。その際に、地域内のコンビニ、病院、学校などの様々な需要家を計画的に再配置することにより、地域単位で需要集中地点を形成することができれば、小規模な地域熱供給システムの導入によって地域のエネルギー供給を高効率化できる可能性がある。

このような構想について、愛知県豊田市を例として、500×500m単位の645地域について需要集中地区の形成



写真1—オランダ・アムステルダム市(写真提供:上段3点、筆者 下段、トヨタ自動車株式会社)

を想定し、一次エネルギー消費量最小化の観点からCGS（コージェネレーションシステム）を中心とする地域熱供給の導入に適した地域について簡単な試算を行った。その結果、小規模地域熱供給に適した地域の形成による年間一次エネルギー削減量は、豊田市全体の一次エネルギー消費量の2.4%に相当することがわかった。

このような建替えに伴う需要集中地区の形成に関しては、囲い込み型の住宅のような具体的なプランも提案されている(図2)。これは、例えば小学校程度の大きさの敷地に住宅を建設する際、敷地の周囲に2~3階建ての住宅を配置し、内部を共通のバックヤードとするものである。このような配置により、燃料電池を導入して排熱を利用する場合においても、全体としての需要の平準化によって数台の燃料電池を高い負荷率で有効利用することができる。これにより、個別に1kWクラスの燃料電池を導入するよりも、エネルギー利用を高効率化できる可能性がある。またバックヤードを緑化するだけでなくビオトープを設置することにより、ヒートアイランドの緩和も期待できる。

また、自然エネルギーによる発電に着目したまちづくりとして、太陽光発電の大量導入をふまえたまちづくりが試みられている。例えば、写真1に示したオランダ・アムステルダム市では、メガワットプロジェクトと称して全体として1,300kW程度の太陽光発電を導入し、外観上も太陽光発電の大量導入に配慮したソーラータウンの建設が行われている。ここでは、集合住宅から戸建まで、様々な意匠を持った住宅が区画ごとに配されるとともに、パワーコンディショナー(電力調整装置)についても、数軒でまとめて設置する場合や軒ごとに設置する場合が組み合わされている。

日本においても、近年、住宅地域への太陽光発電の大量導入が試みられている。例えば群馬県太田市の「PalTown城西の杜」では、約400戸の戸建住宅に太陽光発電が設置され、太陽光発電の出力が電力系統に与える影響について実証試験が行われている(写真2)。

これらの導入事例を踏まえ、今後、景観や総合的なエネルギーの有効利用の観点に立ったまちづくりが望まれる。

3—マイクログリッドによる分散型電源群の有効利用

ここまでで紹介したように、熱電併給のような分散型のエネルギー源や自然エネルギーなどのいわゆる新エネルギーの利用が注目されており、地球温暖化対策として重要な意味を持っている。政府の目標でも2010年には現状の3倍程度の導入が目指されている。

一方、このようなエネルギー源を大量かつ有効に利用



■写真2—太陽光発電が集中導入された群馬県太田市

するには種々の問題点がある。代表的な問題としては、需要と供給のミスマッチがある。例えば、熱需要と電力需要が同時にあるとは限らないし、また熱電併給機器の発生する熱と電力が、それぞれの需要と一致するとは限らない。さらに、負荷に対する追従性や制御性の低いものもあり、太陽光や風力発電のように発電量が不安定で変動が激しいものもある。

このようなミスマッチや変動への対策として、需要の質的変換や時間的な移動を行うヒートポンプや蓄熱・蓄電など、いわゆるインターフェース技術の開発が必要である。また、分散型エネルギー源や新エネルギーだけに依存するのではなく、大規模で広域のエネルギーシステムに連系して運用することも必要となる。

後者の例として、最近注目されているものにマイクログリッドと呼ばれるものがある。これらは多くの場合、複数の需要と複数の新エネルギーや自然エネルギーなどの分散型エネルギー源を組み合わせたもので、マイクログリッド内でエネルギーの有効利用を図ると共に、変動や制御性の低さが広域系統に悪影響を及ぼさないようにするものである。将来のまちづくりにおいては、このようなシステムの導入が予想される。

今年、名古屋郊外において開催された愛知万博においては、NEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構)によりこのような将来のエネルギーシステムの実証実験が行われた。ここでは、3種類の燃料電池(磷酸型、熔融炭酸塩型、固体酸化物型)、3種類の太陽光発電装置(多結晶Si、非晶質Si、両面受光型)、蓄電装置(NaS電池)が使用され、燃料には会場から出る生ゴミや木材等を処理することにより得られるガスなどを用いた。天候等に基づいて需要を予測し、さらに刻々と変動する需要や太陽光発電に応じてNaS電池や燃料電池の出力を変化させることで、外部の電力系統との連系点での変動を抑制しつつ、発生し

た電力と熱(冷熱)で長久手日本館などの需要を賄っていた。愛知万博の終了後、本システムは中部国際空港付近に移設され、実験が継続されることになっている。このような試みは、将来のエネルギー供給形態を考える上で、まちづくりの観点からも興味深い(図3)。

4—エネルギーからみたまちづくりの将来

自然エネルギー発電などの新エネルギーの導入拡大や省エネルギー拡大のための地域としての取り組みに関して、NEDOの事業の一環として、696の自治体が地域新エネルギービジョンを策定し、190の自治体が省エネルギービジョンを策定している。しかし、これらの多くは、風力発電やバイオマスの利用など、地域で利用可能な分散型エネルギーを挙げるに留まっており、まちづくりを通じた策定までには至っていない場合が多い。住宅地域における小規模な需要集中地点の形成や、ソーラータウンの建設のためには、まちづくりを含めた取り組みが必要であり、中長期的なまちづくりのビジョンを明確化するなど、政策的な誘導が必要と考えられる。

また、このようなビジョンを示す際、効率や経済性の面のみに着目して分散型エネルギーシステムの導入を議論すべきではない。現時点では、分散型エネルギーシステムは経済性・効率の点で従来のエネルギーシステムに劣るかもしれない。しかし、分散型エネルギーシステムは、都市の再開発への柔軟な対応、都市災害時における非常用

電源としての価値、余剰電力等の地域における相互利用など、従来のエネルギーシステムに無い特徴を持っており、これらの付加価値を適切に評価していくことが重要である。

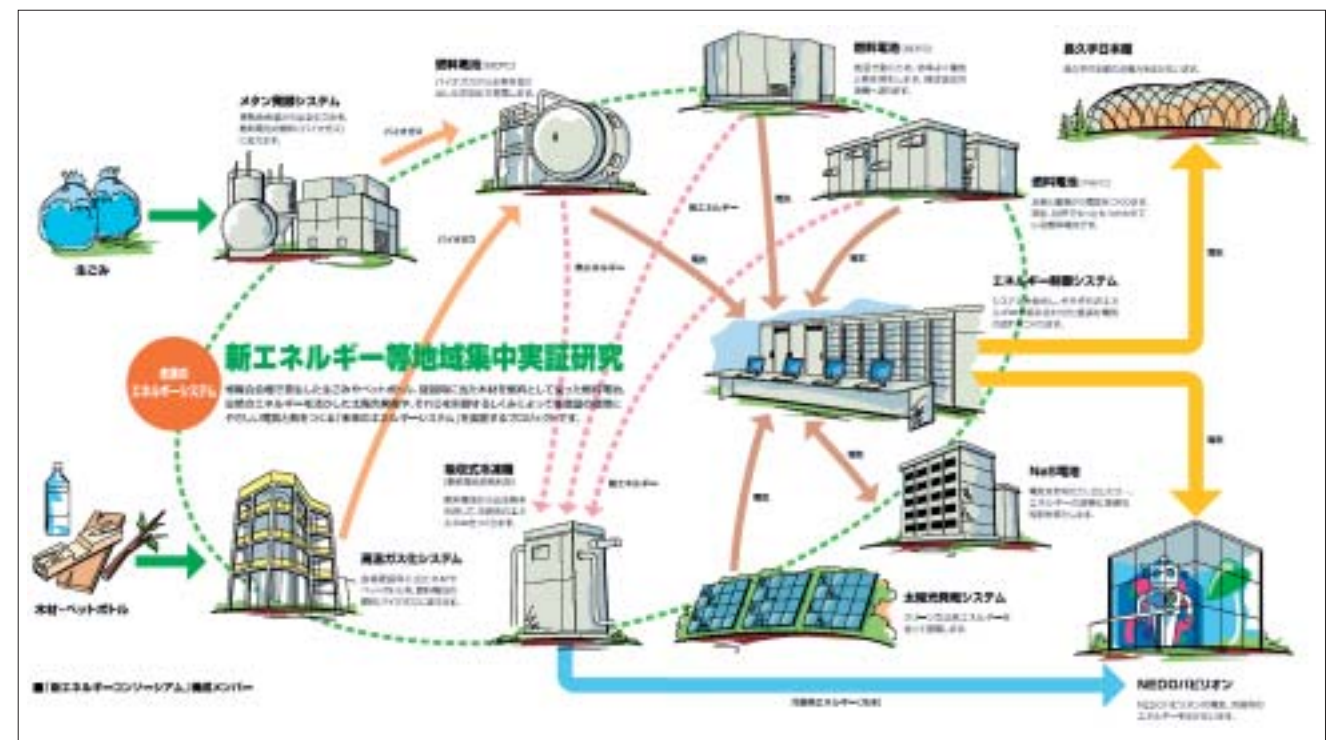
5—おわりに

名古屋大学大学院環境学研究科片木教授によれば¹⁾、近代都市とは都市基盤(urban infrastructure)が整備された都市であり、それらの都市基盤は「鉱山」で生み出された工学技術(例えば蒸気機関、鉄道、水道、ガスなど)によるものである。すなわち、近代都市とは伝統的都市を「鉱山」として再編したものと見ることができる。つまり、鉱山に起源を持つガスや蒸気機関などの技術が都市に行き渡るといことは、裏を返せば、都市が鉱山化されていくことに他ならないという側面があるそうである。

今後、新エネルギーや分散電源・マイクログリッド等の新しいエネルギー技術が都市基盤として定着して行くことにより、都市の風景はどのように変化して行くのだろうか。大変興味深いものであるとともに、どのような構想を描くべきかが、重要な課題である。

1) 片木篤「テクノスケープ 都市基盤の技術とデザイン」(鹿島出版会,1995)

〈出典〉
写真2 太田市土地開発公社
図1 内閣官房都市再生本部事務局:「都市再生レポートNo.5」(2005)
図2 土井・大北・竹波:「街区型住宅に基づくサステイナブル・コミュニティの形成と日本型コンパクトシティの誘導方策」第29回土木計画学研究会発表講演集、(2004)
図3 新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO):「未来のエネルギー探求ツアー—新エネルギー等地域集中実証研究」(2005)



■図3—新エネルギー等地域集中実証研究