

住まいのエネルギー選択は コストと安全性の兼ね合いが鍵

内山 洋司 Interview with Yohji Uchiyama

エネルギーコストが エネルギー選択の動機となる

住まいのエネルギーの多様化を考える際に、その大前提になるのが、どのようなエネルギーがあり、それらはどのように供給され、その経済性(コスト)はどのくらいなのかを、人々はまず考えるという点です。近年にならうて、私たちはエネルギーを水や空気のように無意識に使うようになりまし。現在、エネルギーとして使用している原油や天然ガスなど、そのどれもが有限なものだといつのに、私たちは、まさに、湯水のように、浪費しています。

現在、住まいなどで使うエネルギーには、給湯や調理には天然ガスやLPG(液化石油ガス)など、暖房には都市ガスや灯油などが使われています。また、照明・冷蔵庫・洗濯機・テレビ・パソコンなどの機器のエネルギー源は電気です。そして、車の燃料にはガソリンやディーゼルなどが使われています。最近のトレンドとしては、電気はどのようなエネルギー形態にも比較的容易に変換できることから、これまでガスなどが使われていた冷暖房や給湯、調理に電気が使われるようになり、家庭内でも電気をエネルギー源として使うことがさらに増加してきました。しかし、どのような形にしる、現在の住まいはエネルギーを大量に消費しているのです。都市ガスや電気は、「二次エネルギー」と呼ばれ、自然に存在している石油や天然ガス、石炭、ウランといったような、「一次エネルギー」を転換・変換してつくられるものです。現在は石油がメインのエネルギーですが、今後、需要が伸びると予想されてい

るのが都市ガスや電力生産に使用されている天然ガスです。天然ガスは、ロシアやカタールなどの中東、インドネシア、マレーシア、オーストラリアといった国々のガス田で採取されています。アメリカやヨーロッパでは、パイプライン網によつて需要先に供給されていますが、日本は島国ですから、天然ガスを液化(LNG化)し、専用船(LNG船)で日本まで運び、消費地まで運ばれたLNGに微量調整用のLPGが添付されて、私たちが使っている都市ガスとして供給されています。

この都市ガスをはじめ、油田で採取された原油を精油所で生成してつくられる輸送用燃料である灯油やガソリン、そして石炭・石油・天然ガスといった化石燃料、原子力や水力・地熱などの再生可能エネルギーを利用して発電される電気が各家庭で使われています。人々のエネルギー選択において重要な要素となっているのがエネルギー媒体、エネルギーキャリアです。

エネルギーキャリアで

家庭内エネルギーを比較する

エネルギーキャリアには、輸送性・貯蔵性・環境性・安全性という複数の面から優れた特性が求められます。現在、家庭に送られてきているエネルギーは、当然、これを満足したものです。では、そうした中で、最終的に消費者がどうした条件で選ぶかといつと、経済性に優れたものが多いのが実情です。つまり家庭内で使用されるエネルギーについては、リスク管理の問題以前に、選択に

表1 各種エネルギーキャリアの社会的評価

エネルギーキャリア	特 性							
	状態	種類	輸送性	貯蔵性	環境性	安全性	利便性*5	経済性
個 体		石炭			×			
		コークス			×			
		加工炭			×			
		バイオマス	×					
液 体		原油						
		石油製品*1						
		LPG						
		NGL						
		石炭液化油						×
		CWM*2						
		COM*2						
		エタノール						×
		メタノール						×
		GTL						×
		DME						×
		LNG						×
		BDF						×
気 体		高温水	×				×	
		天然ガス		×				
		オイルガス		×				
		石炭系ガス*3		×				
		メタン*4		×				×
		水素		×				×
		水蒸気		×				×
	電気		×					

優れている やや優れている やや劣っている × 劣っている (経済性は税を除く)
 *1 ガソリン、ジェット油、ナフサ、灯油、軽油、重油 *2 スラリー状態 *3 石炭ガス、水性ガス、発生炉ガス、高炉ガス、石炭ガス化ガス
 *4 バイオマス起源 *5 取り扱いが容易で、それ自身の用途が広い

はコストが大きな要因となっているわけです。

通常、採掘あるいは採取されたエネルギーが、そのままの状態では最終需要家である各家庭などに送り届けられることはほとんどありません。つまり、最終需要家に届くまでには、一次エネルギーを他のエネルギー形態に転換・変換した二次エネルギーを含めて、複数のエネルギーキャリアが介在しているということです。例えば、原油は油田で採取された後、精油所でガソリンやナフサ、重油などの石油製品に転換され、重油の一部は発電所で電気に変換されます。この場合、電気として消費地で利用されるまでに、原油・重油・電

気のエネルギーキャリアが介在しているわけです。

では、消費者が現時点でどのように評価しているかですが、表1は各種エネルギーキャリアについて利用する立場から、それぞれの特性を私が評価したものです。表から明らかのように、固体である石炭は安全性と経済性に優れた一次エネルギーですが、輸送性と環境性において大きな課題があります。固体燃料でもバイオマスになると環境性は優れていますが、経済面での課題が多くあります。

一方、液体燃料は、輸送性と貯蔵性に優れたエネルギーキャリアであるため、現在、主流となっているわけです。

また気体燃料は、固体燃料と液体燃料の中間的な特性を有しており、一般的に地球温暖化の要因を除けば環境性に優れたものが多いです。また、資源節約と環境性の向上を求めて、ガスタービンや燃料電池などの効率に優れた発電システムの開発が進められています。特に水素は環境性に優れたエネルギーキャリアだと思われていますが、現時点では、経済性と安全性に課題があります。こうした点を踏まえ

て総合的に評価するならば現在の家庭内で使用するエネルギーキャリアとしては電気が有利になります。ただし電気は、環境性や輸送性、利便性などで優れていますが、そのままの状態では貯蔵できないため、安価な貯蔵技術の開発が課題となっています。

エネルギーとしての電気とガス

エネルギーの選択を考える場合、もう一つ重要になるのがその残存量です。冒頭で言いましたように、一次エネルギーは全て有限の資源です。特に石油は、究極可採埋蔵量の五〇から六〇パーセントが消費されると生産はピークを迎えると言われています。今の埋蔵量から判断すると生産ピークになるのは後二十年から三十年後と予測されます。その頃になると石油価格は上昇し、石油代替エネルギーの開発が必要になります。その代替エネルギーとして天然ガスの果たす役割は、これから大きくなっていくと考えています。表2はIEA(International Energy Agency: 国際エネルギー機関)が1が、つい先日発表したが、やはり今後の一次エネルギーの需要予測ですが、やはり天然ガスの利用が大きく伸びています。ただし、だからと言って、天然ガスをそのままの形で使用するが増えるのかと言えは、ことはそれほど単純ではなく、特に家庭用に関してはインフラがあるかないかにかかっています。日本で都市ガスを利用できるのは、まだ都心部とその周辺に止まっていますから、やはり多くは発電のために

表2 World Primary Energy in the Reference Scenario 「Mtoe」

	1980	2004	2010	2030	2004-2030
石炭	1785	2773	3354	4441	1.8%
石油	3107	3840	4366	5575	1.3%
ガス	1237	2302	2686	3889	2.0%
原子力	186	714	775	861	0.7%
水力	148	242	280	408	2.0%
バイオマス、廃棄物	765	1176	1283	1645	1.3%
他の再生可能エネルギー	33	51	99	296	6.6%
合計	7261	11204	12842	17096	1.6%

Source : World Energy Outlook 2006 IEA

使われることが予想されます。

リスク分散ということでは、確かに地震などの災害時には、電気とガス

というようにエネルギー源が二つある方が良いことは分かっていますが、やはりここでもインフラ整備のためのコストが重要となります。良いと分かっているにもかかわらず、私には、エネルギー効率を高めながら、環境問題にも貢献するために、これからのエネルギー選択は、「ハイブリッド化」に向かうと予想しています。

エネルギーの有効活用のためにはハイブリッド化を進めることが重要

技術的に言えば、熱交換方式の吸収式よりもヒートポンプを使用する方がCOP（成績係数）は良くなります。しかし、電気を作り出す方法が問題ですし、また送電ロスなどもありますから、私の考えでは、どちらか一方に偏るのではなく、例えば、昼間はガスの「コージェネレーション

」を使い、夜間は余剰電気を利用したヒートポンプを使用することでエネルギー効率を高めるといったような、両方のいいところを組み合わせた「ハイブリッド化」が、今後の住まいにおけるエネルギー選択になると思います。

例えば車にしても、今は各種のハイブリッドカーがあります。しかし、もっと効率を高めるならば、夜間に家で充電しておき、都心部はその電気エネルギーで走り、郊外に出た時はガソリンを燃やすといった「プラグインハイブリッドカー」にすれば、夜間の安い電気を使うことで「コストも下がりますし、内燃機関を使うのも少なくなるので環境にも優しくなります。さらに将来はこれに燃料電池を組み合わせることで、ますます効率も良くなり環境負荷を減らすこともできます。熱供給でも排熱吸収式と電動式が一体となったヒートポンプが開発されれば成績係数は大幅に向

上します。先ほど、石油に代わり、天然ガスの需要が、今後は伸びるだろうと言いましたが石油よりも天然ガスの方が、地球温暖化を進める二酸化炭素の排出量が少ないのは事実ですから、天然ガスの利用がさらに進み家庭でもエネルギー効率が高い組み合わせ「ハイブリッド化」によって、現在の快適な暮らしを損なうことなく、環境負荷を低減させることができると思われています。

また同時に、こうした電気とガスの相互の有効利用によって「コストの問題がある程度解消され、インフラ整備が進められることで、地震などの災

害時におきるエネルギーリスクの分散化ということも自然に進むと思います。

いずれにせよ、理想を語るのには簡単ですが、その実現のためには、常に「コストの問題が立ち塞がります。まずそれを解消しなければ、住まいであるところその他の施設であるところ、リスクの分散化を進めることは非常に難しいと思います。

この記事は、CEL編集部が内山氏にインタビューを行い記事としたものです。

- (1)一九七四年にキーンシャー米国防務長官(当時)の提唱を受けて、OECDの枠内における機関として設立された、加盟国において石油を中心としたエネルギーの安全保障を確立するとともに、中長期的に安定的なエネルギー供給構造を確立することを目標とした組織。
- (2)エネルギー消費効率のことで、消費電力一キロワットあたりの冷暖房能力を表す。数字が大きければ効率が高い機種となる。

□ 内山 洋司(うちやま ようじ)

筑波大学大学院システム情報工学研究科教授。一九四九年神奈川県生まれ。七六年東京工業大学工学部金属工学科卒業。七九年スウェーデンシャルマス工科大学物理学科に留学。八一年東京工業大学大学院理工学研究科博士課程原子核工学専攻修了。(財)電力中央研究所、米国電力研究所客員研究員、東京工業大学大学院人間環境システム専攻客員教授などを経て二〇〇〇年より現職。著書は「エネルギー工学と社会」(放送大学振興協会)、「私たちのエネルギー 現在と未来」(培風館)、「人類の危機トリレンマ」(共著、電力新報社)など。