

巻頭特集 エネルギー未来予想図!? ～分け合う社会の物語

1. エネルギーを考える

日本は、高度経済成長を経験して先進国の仲間入りを果たし、エネルギーを大量に消費して便利な社会をつくってきました。一方、日本は小さな国で地下資源も少ないため、必要なエネルギーの大部分を輸入に頼っています。

東日本大震災に伴う原子力発電所の事故により、これまで当たり前のように使ってきた電気が、季節や時間帯によっては不足する可能性も出てきたことから、国をあげて節電に取り組んでいるところです。これから将来に向けて、電気をはじめとしたエネルギーの使い方は大きく変わろうとしています。

大阪に住む、ちょっと生意気な小学生「エコ太君」とその家族と一緒に、これまでの日本のエネルギーの歴史を振り返りながら、これからの新しいエネルギーの使い方について考えてみましょう。

エコ太とその家族構成

おばあちゃん
(72歳)
1940年生まれ

パパ (44歳)
1968年生まれ

ママ (42歳)
1970年生まれ

エコ太 (12歳)
2000年生まれ

2. 日本は省エネのスペシャリスト

ママ：だらだらしないで宿題やりなさい！

エコ太：えー、だって僕、省エネモードなんだもん。

ママ：またそんな省エネって、そういう意味じゃないでしょ？

おばあちゃん：まあまあ、省エネと言えば昔はね…

(1) 石油ショックと省エネ

エネルギーを考える上で、避けて通れない出来事は、1973年に起きたオイルショックです。高度経済成長期（1962年～1972年）、日本の産業は、それまでの石炭に替わって、安く、安定して入手できる石油を大量に使うことで急速に発展しましたが、石油がとれる中東で起こった戦争の影響で1973年に原油価格が急上昇。すでに石油中心の社会になっていた日本は大混乱しました。その後、1979年から起きた第二次オイルショックや、その後に経済発展した新興国での需要増加



写真1 石油ショック時の混乱の様子

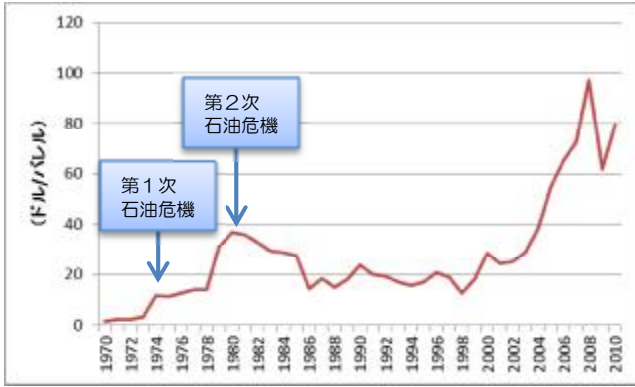


図1 原油価格の推移

などによって価格はさらに上昇し、石油は安くて便利な燃料ではなく、「貴重な資源」と考えられるようになりました。

石油に対する危機感から、企業に省エネを求める法律ができ、産業界もこれに応じて、石油を使わない製造方式を採用したり、石油を使う量が少なくて済むような機械に買い替えたりするといった大きな設備投資や効率化を行うことで、急速に省エネ対策を進めました。そのおかげで、1973年と比較して1980年代には石油の使用量は半分近くまで減少しました。

それと同時に、金属加工や精密機器の組立などの高度な技術を身につけ、日本は、より少ないエネルギーでより価値の高い製品を作ることができる国になりました。この時期の努力のおかげで、

日本の省エネ型の生産技術は今でも世界トップクラスだと言われています。

(2) 家庭や自動車の省エネ

○製品開発における省エネ努力

家電や自動車の省エネ対策として、法律で定める「トップランナー基準」というものがあります。

これは、現在商品として市場にある最もエネルギー効率が優れた機器（トップランナー）の性能を基準（目標）としてメーカーに改良を促すというものです。

当初対象機器はエアコンやテレビ、自動車等の11品目でしたが、順次追加され、2011年度末時点では23品目が対象になり、メーカーの努力によって、当初の見込み以上の効率改善が図られています。

自動車では、1984年から1992年まではエアコン・オーディオ等の機能の追加や大きな自動車を好む個人のニーズから燃費は悪くなっていましたが、エンジンの性能の向上のほか、1997年から一般発売されたハイブリッド自動車や電気自動車といった新しい技術の導入、軽量化や無段階変速、アイドリングストップなど既存技術の向上により、近年特に省エネルギー化が進んでいます。

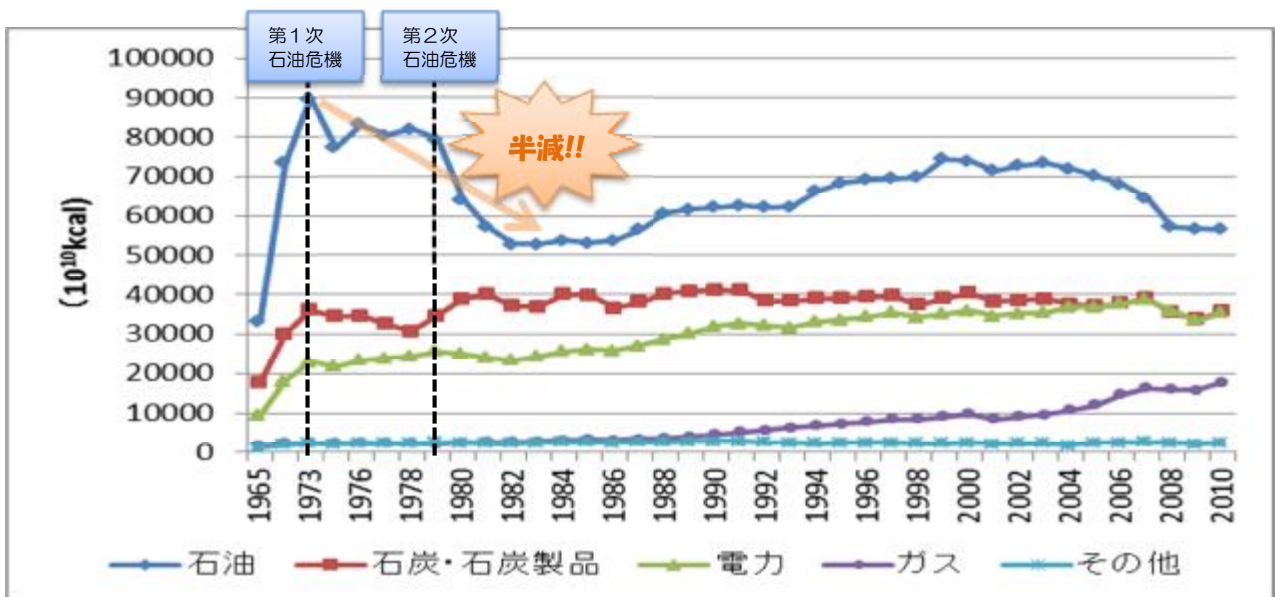


図2 製造業におけるエネルギー消費量

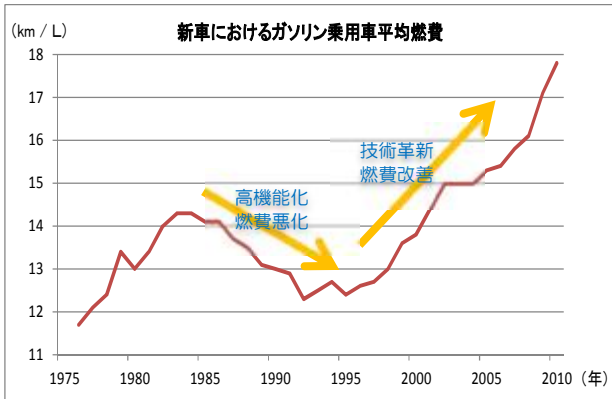


図3 ガソリン乗用車の平均燃費の推移

また、鉄道では、1960年代から1970年代に電化が進められ、減速時に発生した電力を加速時に再利用するシステム（回生ブレーキ）や、車体の軽量化を行うことによりエネルギーの使用量を減少させるなどの取組を行い、省エネルギー化を進めています。

○進んできた家の断熱

一方、家などの建物自体の省エネも進んできました。もともとは、北海道などの寒冷地で、冷たい外気の侵入を防いで、できるだけ暖房効果を良くするという「寒さ対策」や「燃料の節約」のた

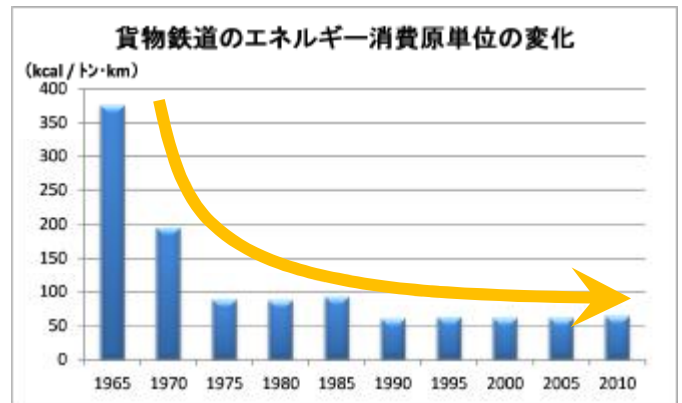


図4 貨物鉄道のエネルギー消費量の推移
(1トン・1 kmあたり)

めに、窓の密閉性を高めたり、壁に断熱素材を用いて熱を逃げにくくしていたと言われていいます。さらに1999年に、法律で建築物の気密性や断熱性が基準として定められ、住宅などの気密化・断熱化（外の空気や熱を出入りしにくくすること）が進められました。

冬の暖房時に流出する熱の58%、夏の冷房時に流入する熱の73%が窓や扉などの開口部を經過していると言われていいますので、開口部に複層ガラスや断熱性能に優れたサッシなどを用いることは非常に有効です。複層ガラスとは、ガラスが2枚組み合わさられていて、その間に空気層や特殊な金属膜などがあることで熱を通しにくくするものです。また、壁などに用いられる建材について、断熱性能を向上させることも重要で、近年では建築された住宅にも、家を解体することなく、窓を入れ替えたり、壁の中に断熱効果の高い材料を入れるなどのリフォーム工事が行われるケースも多いようです。

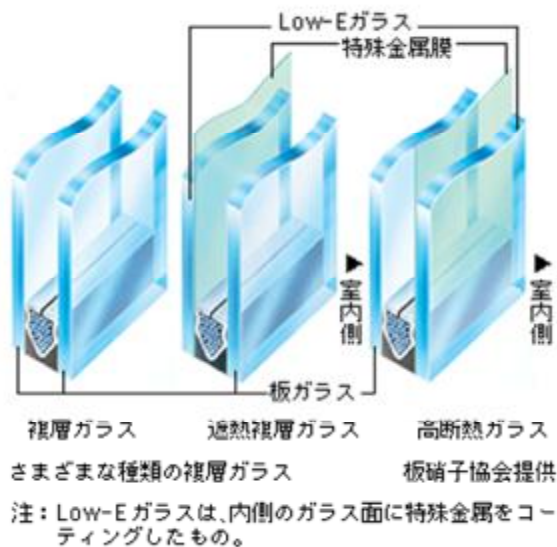


図5 複層ガラスの例

3. それでも増え続けるエネルギー消費

エコ太：へー、日本って省エネがんばってきたんやね。
 じゃ、省エネ型テレビでゲームいっぱいやってもええよねー♪
 ママ：まったく…これだから電気代が減らないのよね…



産業では徹底的に省エネが進められた一方、生活に伴って家庭で利用されるエネルギーは、石油ショックの影響を多少受けながらも、最近までずっと右肩上がりに増え続け、1970年と比較して現在は3倍近くになっています。中でもこの間急速に家庭のエネルギー源としてシェアを半分近くまで伸ばしたのが電力です。つまり、家電機器の普及が主な原因であると考えられます。

たとえば、1970年はカラーテレビの普及率は26.3%だったのに対して、2009年はほぼ100%になっています。また、近年になって普及したものとしては、トイレの温水洗浄器（2012年の普及率73.5%）、食器洗い機（同28.7）、パソコン（同77.3%）があげられます。

さらに普及率や種類が増えただけでなく、部屋ごとに設置するなどによる保有台数の増加も、全体の消費エネルギー増加の要因と考えられます。現在、主な家電は最高レベルの省エネ技術が一般的になっており、各家電のエネルギー消費量は大幅に改善されてきました。しかし一方で、大都市に人口が集中することによる都市構造の変化（店舗の開店時間の長時間化や電車の本数増加）や核家族化の進行による世帯数の増加に加え、ライフスタイルの変化、たとえば洗濯乾燥機や食器洗い乾燥機などの便利な家電の発売や、コンビニエンスストアの増加などによって、結果として全体のエネルギー消費は年々増加してきました。

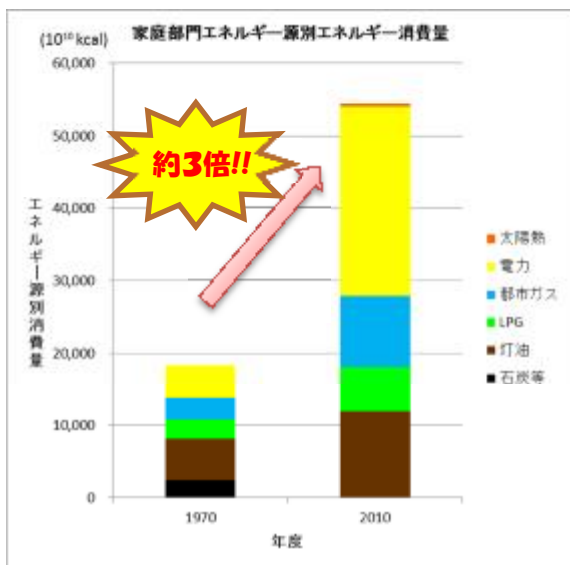


図6 家庭のエネルギー消費量

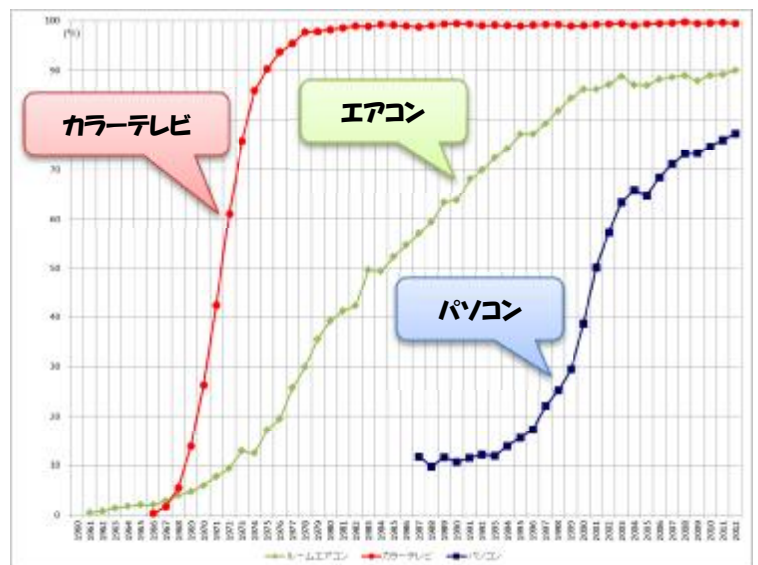


図7 主な家電の普及率

核家族化と
ライフスタイルの多様化

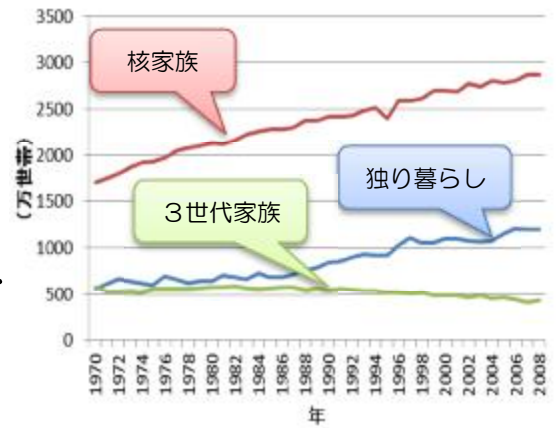
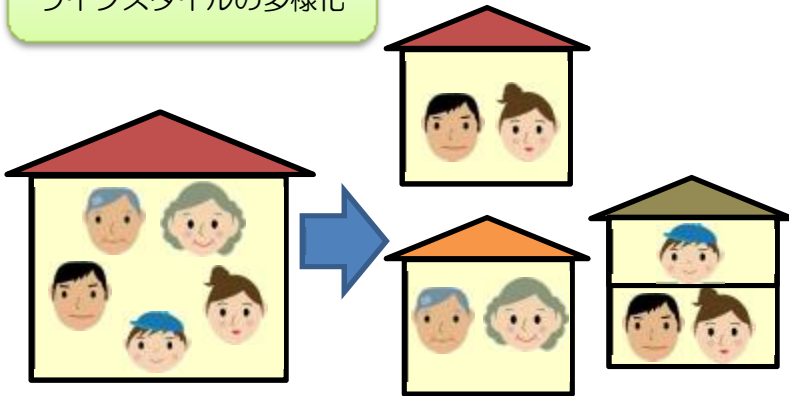


図8 家族構成別世帯数の推移

また、生活を支える交通手段や運輸手段でも、エネルギー使用量を 1970 年と比較すると、旅客（人の移動）で 3.4 倍、貨物で 1.6 倍に増えています。この原因は、経済成長とともに人や物の移動が活発になり、交通インフラが整備されていったことが考えられます。

もう一つ大きな原因としては、輸送手段の変化

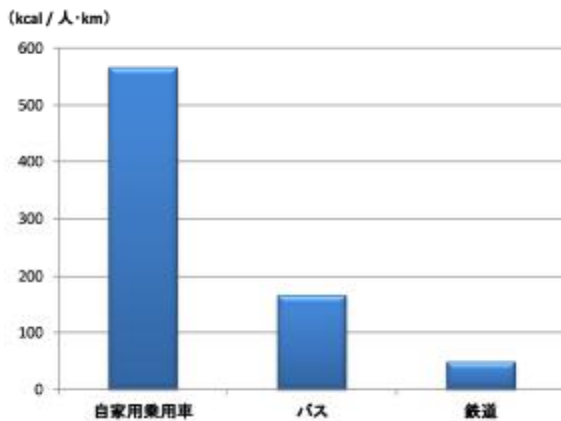


図9 旅客輸送のエネルギー消費量の推移 (1人・1kmあたり)

が考えられます。人が移動したり物を運搬する場合、どの輸送手段を使うかによって消費エネルギーは大きく異なります。一般的には大量の人や物を一度に輸送できる輸送機関の方がエネルギー効率は高くなります。1人の人が同じ距離だけ移動するのに必要なエネルギーは、乗用車はバスの3倍以上、バスは鉄道の3倍以上も多くのエネルギーを使います。

家電と同様、経済成長とともに自動車の保有台数は急速に増加し、1970年から比較すると約4倍に増えました。鉄道に比べ自動車の方が利便性が高く、人・物の輸送ともに、よりエネルギーを必要とする自動車での輸送が増えました。現在、旅客輸送のエネルギー消費量のうち約86%が乗用車によるものとなっています。

このように、省エネが進んでいる一方、生活スタイルが多様化したことで、日本のエネルギー消費はどんどん増えています。

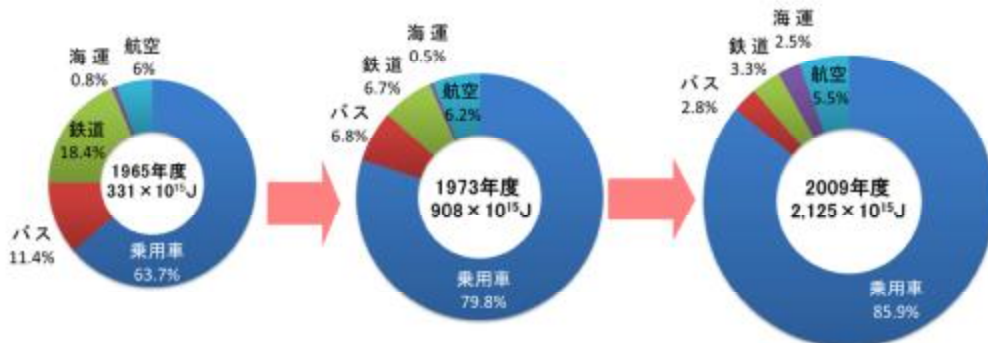


図10 旅客輸送のエネルギー消費量・消費割合

4. 分け合う工夫で無駄なく使う

パ パ：ただいまー。

エコ太：お父さん、たくさん釣れたー？ あれ、これだけ！？

パ パ：一緒に行った人が釣れなかったから分けてあげたんだよ。

マ マ：そんなこともあるかと思って、ばあばの作ったのを分けておいてもらったのよ。

エコ太：さっすがママー！僕の宿題もみんなで分けようよー！



これまで見てきたように、日本は省エネがとて
も進んだ国ですが、多種多様の便利な機器が普及
したり、生活スタイルが多様化したことで、エネ
ルギー消費はどんどん増えてきました。エネ
ルギー消費を抑えるためには、再生可能エネルギーな
どでまかなう、節電などの努力で減らすというこ
とも必要ですが、エコ太くんのパパのように、エ
ネルギーも、足りない人に譲ってあげたり、ある
ものをもっと上手にみんなで使ったりすることは
できないでしょうか？ここでは、そんな「分け合
う」という発想で、事例を見てみましょう。

(1) 分け合う工夫

●カーシェアリング（車を分け合う）

カーシェアリングは1台の自動車を複数の人が
使用時間を分け合うシステムで、1980年代にヨ
ーロッパで始まりました。日本でも、2012年の
調査で車両台数 6,477 台、利用者数 167,745
人に達しています。カーシェアリング事業を行う
民間会社が、会員を対象に実施したアンケートに
よると、会員の約8割がマイカー保有台数を減ら

し、自動車を使う距離も減少したという結果が出
ています。これは、カーシェアリングを利用する
ことでマイカーを手放した結果、自動車が自分の
自由に使えなくなることで、自然と公共交通機関
や徒歩・自転車といった他の手段を選ぶ機会が増
えることを示しており、結果として省エネ効果
があることがわかります。図 11 は、カーシェア
リングの会員（入会前後）と非会員の年間の交通
手段の利用回数を示しています。入会される方は非
会員と比べて合計回数が多く、頻繁に移動する方
ほど入会していることがわかります。また、入会
することによって、自動車の利用自体はむしろ減
少し、代わりに自転車の利用が多くなっているこ
とがわかります。

●地域冷暖房（熱を分け合う）

地域冷暖房とは、ビル、商業施設など一定地域
内の建物に対し、まとめて冷暖房や給湯を行うシ
ステムです。熱供給プラントから、冷水・温水な
どを配管を通じて供給します。このシステムは、

移動手段	会員		非会員
	入会前	入会后	
自動車	172	72	173
	うちカーシェア	0	
タクシー	4	2	2
二輪車	25	21	5
自転車	121	162	90
徒歩	21	21	30
公共交通	106	110	63
合計	449	388	363

自動車の利用
自体が減少

自転車利用が
大幅に増加

図 11 カーシェアリングによる省エネ効果

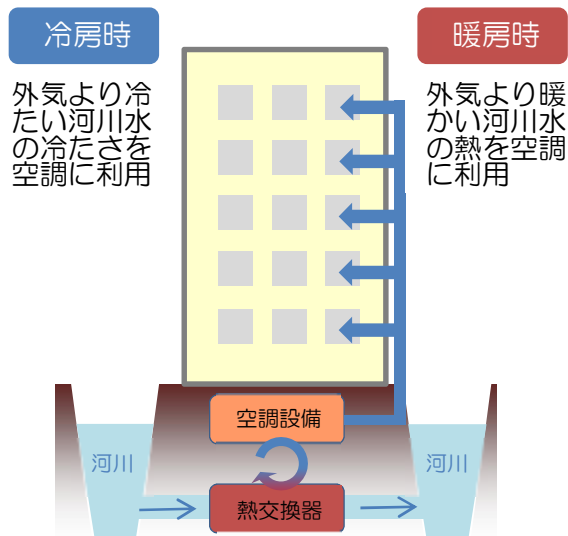


図 12 河川水を利用した温度差エネルギーのしくみ

エネルギーの安定供給、省エネルギー化、経済性、環境保全など多くのメリットがあり、全国 145 の地域で採用されています。(平成 22 年 11 月現在) 地域冷暖房システムのエネルギー源はいくつか種類がありますが、かつて「水の都」と呼ばれた大阪では、河川水や海水を熱源として活用している地域が 3 か所あり、これを「温度差エネルギー」と言います。水の温度は、夏期は外気温より冷たく、冬期は暖かいため、この外気との温度差を利用して、年間通じて効率よく冷暖房・給湯器



図 13 中之島の地域冷暖房
(上) 区域 (右) 取水管

を運転することができます。大阪府の試算によると、このシステムの導入による省エネ効果（3か所の合計）は、原油の量に換算すると年間約 4,400kl のエネルギーに匹敵します。これは 25 m プール約 10 杯分の量となります。また、大気への排熱を行わないため、ヒートアイランド現象の抑制効果もあると言われています。

●スマートハウス（分け合うための制御の技術）
スマートハウスとは太陽光発電システムや家庭用燃料電池などを搭載し、それらを効率的に制御

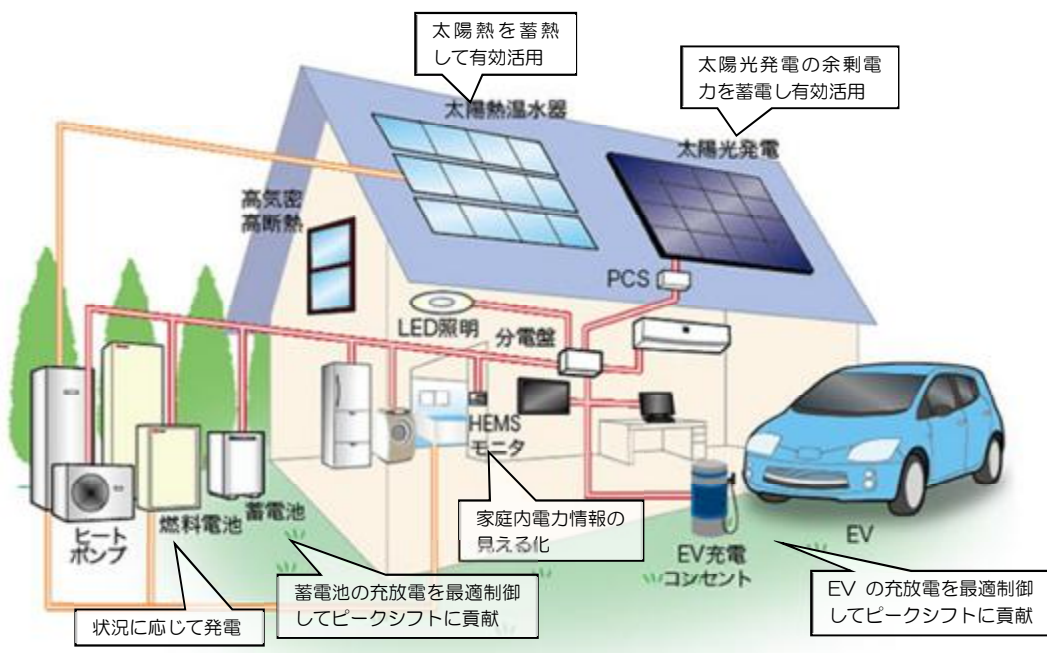


図 14 スマートハウスの仕組み

するシステムである HEMS（ホームエネルギーマネジメントシステム）と連携させ、エネルギーの使用状況を画面で確認できる（見える化）ようにします。そのことでより効率よく経済的に、そして快適性も損なわずにエネルギーを活用できることを目指した住宅のことです。最新の IT・通信技術により、電気自動車との連携や家電の遠隔操作など、今後エネルギーだけでなく、私たちの暮らしをもっと便利にすると言われています。

こういった制御技術と自家発電が発展してくると、発電した電力を蓄電池で貯めるだけでなく、生活サイクルの違う近隣で融通し合ったり、災害時に発電所の電気が来なくても地域で支え合えるなど、さらに大きな「分け合う」仕組みを作ることができます。

（２）分け合う技術と昔の知恵でスマートに HEMS を使った家庭のエネルギー制御のような仕組みをさらに街全体に広げて、地域レベルでエネルギーを管理する CEMS（コミュニティエネルギーマネジメントシステム）というものも考えられています。

家庭やビル、交通システムを IT ネットワークでつなげ、「分け合う技術」を組み込んで地域でエネルギーを有効活用する次世代型社会システムをスマートコミュニティと言います。



図 15 みどりのカーテン

スマートコミュニティでは、再生可能エネルギーが、使っていない土地などに大量設置され、自分たちで使うエネルギーを自分たちで作ります。そして刻々と変化するエネルギーの需要と供給を IT 技術によって制御し、ムダなく安定して（停電したりせず）電気を使うことができるようになります。住宅地で余った太陽光発電による電力をオフィスエリアで活用したり、工場や発電所で余った熱は、「地域冷暖房」に利用したり、電気自動車を電気の貯蔵庫として利用したりと、エネルギーをもっと上手に利用できる社会が実現するのも遠い未来ではないでしょう。

また、最新技術でエネルギーを効率的に使うと



図 16 スマートコミュニティのイメージ

いう発想とは別に、「エネルギーを使わない方法」や「使うエネルギーが少なくて済む方法」を取り入れることも大事です。

冷房機器のなかった時代、日本の高温多湿な夏を涼しく快適に過ごすため、「外からの熱を入れない」と「通気によって熱を上手に逃がす」という工夫がされていました。最近でも、エアコンをできるだけ使わずに過ごせるよう、家庭や学校で窓にすだれを掛けたり、ゴーヤやヘチマを植えて暑さをしのぐ「みどりのカーテン」が実践されていたり、「打ち水」がイベントとして行われるなど、昔の知恵を活かす取組をあちこちで見つけることがで

きます。

「スマート」というと、「最先端のコンピュータ技術で制御する…」といった難しいイメージを感じますが、本来は「スマート」とは「賢い」という意味の英単語です。コンピュータは与えられたことを最も効率的に制御することは得意ですが、それを使う人間がスマートでなければ、本当の意味でスマートコミュニティにはなりません。

「技術」も「知恵」も、人間がこれまで蓄積してきたものを総動員して、地球にも人間にも住みやすい方法を考えたいですね。



エコ太：エネルギーも分け合うことで上手に使えるんやね。
ママ：足りないものを補う工夫も必要よ！
パパ：うむ。（本当は釣れなかっただけなんだけどな、ははは。）

《編集後記》

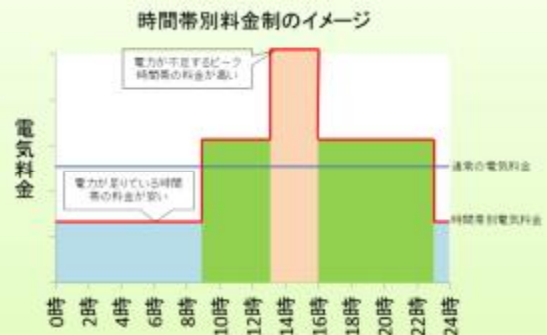
東日本大震災に伴う原子力発電所の事故をきっかけとして、当たり前に使っていたエネルギーがどれだけ生活に必要であったかを1人ひとりが実感し、国や自治体、事業者や府民のみならずそれぞれが、様々な場面でエネルギー問題を身近に考えるようになったと思います。本特集では、エネルギーを上手に「分け合う」という観点で、1つの将来像を描いてみました。みなさんはどんな未来予想図を描きますか？エネルギーの将来像を結論づけるのは簡単ではありませんが、みなさんが考える上で、ご参考になれば幸いです。

コラム 時間を分け合うしくみ

近年、電力不足を乗り切るため、電力の供給力に応じて需要を調整する、デマンドレスポンスという仕組みが注目されています。

時間帯や日によって電気料金を変える仕組みがあります。たとえば、夏の昼間など電力が不足しがちな時間帯の料金を高く、深夜など電力が余っている時間帯の料金を安くすることで、利用者の電気の使用を分散させます。

将来、スマートコミュニティが実現し、デマンドレスポンスが本格導入されれば、状況に応じてリアルタイムに電気料金に変化したり、様々な料金メニューを選べるようになるなど、より効率的で安定した電気の使用ができるようになるかもしれません。



コラム こんなところにも再生可能エネルギー

石油・石炭など限りある資源に対し、再生可能エネルギーである太陽光や太陽熱、風力、水力、バイオマス、地熱などのエネルギーは、資源が枯渇せずCO₂をほとんど排出しないため、今後の重要なエネルギーとして期待されています。大阪府でも、いろいろなところに設置されています。



コスモスクエア地区のハイブリッド街灯



摂津市南千里丘地区の低炭素まちづくり



村野浄水場における小水力発電



岬町多奈川地区多目的公園のメガソーラー計画

《図表の出典》

写真1 エネルギー白書 2004（資源エネルギー庁）第1部3〔1〕【第111-3-1】

(<http://www.enecho.meti.go.jp/topics/hakusho/2004/>)

- 図1 「貿易統計」（財務省）等をもとに大阪府において作成
- 図2 エネルギー・経済統計要覧（（一財）省エネルギーセンター）p67 産業部門エネルギー源別最終エネルギー消費
- 図3 エネルギー・経済統計要覧（（一財）省エネルギーセンター）p142 乗用車新車登録台数・平均燃費
- 図4 エネルギー・経済統計要覧（（一財）省エネルギーセンター）p132 交通部門別輸送機関別エネルギー消費原単位
- 図5 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）Web サイト「省エネルギー住宅がよくわかるガイドブック」
(http://www.nedo.go.jp/shouenepoly/guidebook/topic1_1.html)
- 図6 エネルギー・経済統計要覧（（一財）省エネルギーセンター）p92 家庭部門エネルギー源別エネルギー消費量
- 図7 「消費動向調査」（内閣府）結果をもとに大阪府で作成
- 図8 平成20年国民生活基礎調査（厚生労働省）結果をもとに作成
- 図9 エネルギー・経済統計要覧（（一財）省エネルギーセンター）p132 交通部門別輸送機関別エネルギー消費原単位
- 図10 エネルギー白書 2011（資源エネルギー庁）第2部第1章第2節3.【第212-3-4】
- 図11 「カーシェアリングが自動車保有及び交通行動に及ぼす影響の分析」（土木学会土木計画学委員会研究講演集 Vol.34 2006）
- 図12 中之島の地域冷暖房システムの原理を基に大阪府において作成
- 図13 関電エネルギー開発株式会社より提供
- 図14 スマートシティ企画株式会社 Web サイト (http://www.smartcity-planning.co.jp/feature/smart_house.html)
- 図15 大阪府西大阪治水事務所にて撮影
- 図16 平成24年版環境白書・循環型社会白書・生物多様性白書（環境省）第1部第3章第4節2（1）図3-4-5
(<http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/h24/index.html>)