

# CONTENTS

## 第1章：エネルギー選択と私たちの暮らし／04

エネルギーの選択肢	05
コラム1 エネルギー選択を考えるうえでの視点	09
世界の原子力情勢	11
コラム2 「脱原子力」に苦悩するドイツ	13
エネルギー選択と経済	14
コラム3 エネルギー選択の経済への影響 ～原子力が稼働しない場合のシナリオ～	19
コラム4 ホルムズ海峽と日本のエネルギー安全保障	20
エネルギー選択と環境	21

## 第2章：ここが知りたい原子力／23

原子力発電所と放射線	24
コラム5 身の回りにおける放射線	26
コラム6 放射線の人体への影響	27
原子力発電所の安全対策	28
コラム7 原子力発電所の新規制基準に関する動き	29
原子力発電所と廃棄物	31

## もうひとつ！日本のエネルギー問題を考えるヒント／33



# 第1章

# エネルギー選択と 私たちの暮らし

日本の未来を左右するエネルギー選択においては、  
資源、経済、環境、世界情勢など  
さまざまな視点から考察する必要があります。  
そして、エネルギー選択は、  
私たち一人ひとりの暮らしに大きく関わってくるのです。  
この章では、ポイントとなる視点から  
エネルギー問題について考えるためのヒントをお届けします。



### エネルギーの選択肢

エネルギーの選択肢 ？1 / 原子力 ？2 /  
シェールガス ？3 / 再生可能エネルギー ？4  
エネルギー選択の視点……コラム1

### 世界の原子力情勢

世界と脱原子力 ？5 / 世界と日本の原子力技術 ？6  
「脱原子力」に苦悩するドイツ……コラム2

### エネルギー選択と経済

夏でも停電なし ？7 / 電気料金 ？8 / 電力融通 ？9 /  
発電コスト ？10 / 省エネルギー ？11  
エネルギー選択の経済影響……コラム3  
ホルムズ海峽……コラム4

### エネルギー選択と環境

CO<sub>2</sub>削減 ？12 / 再生可能エネルギー ？13



## 第1章 / エネルギーの選択肢

### 資源小国・日本では、どのようなエネルギーの選択肢があるの？

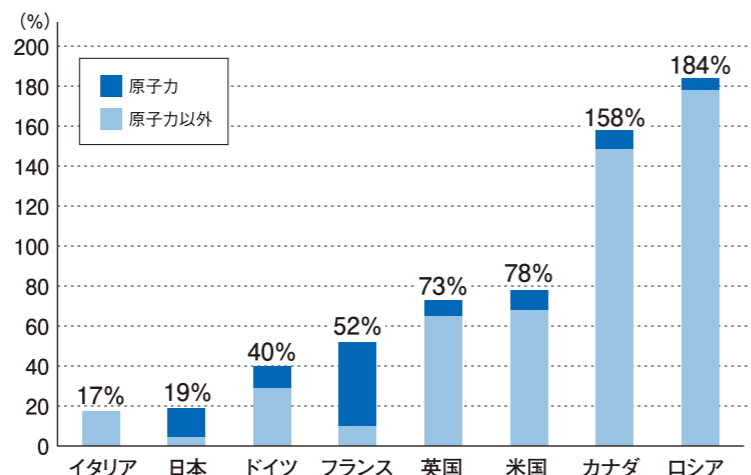


輸入化石燃料、再生可能エネルギー、原子力が代表的なものです。

#### ●エネルギーのベストミックス

各エネルギーにはメリット・デメリットがあり、安定供給、安全、経済、環境などを総合的に考え、複数のエネルギーを組み合わせることが必要です。石油に依存していた世界は2度の石油危機で苦い経験をし、エネルギーをバランス良く利用する大切さを身をもって知ったのです。資源が乏しく、石油、天然ガス、石炭のほぼすべてを輸入に頼っている日本では、とりわけ重要なことです。

■主要国のエネルギー自給率(2010年)～輸入に頼らざるを得ない日本～



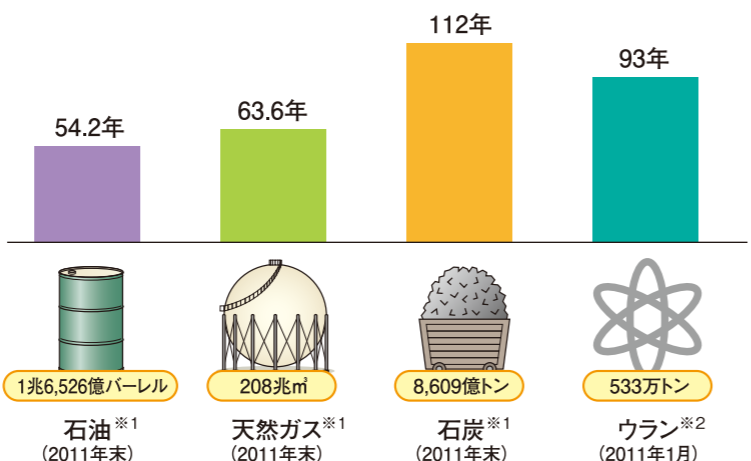
原子力以外  
4%

出所: 国際エネルギー機関「Energy Balances」より作成

#### ●限りある資源の有効活用

エネルギー資源には限りがあることも忘れてはなりません。石炭やウランの可採年数は100年程度あるのに対し、石油や天然ガスの可採年数は数十年。そして、これからはアジアやアフリカなどの国々の経済成長により、エネルギー消費はさらに増えていくと予想されます。子どもたちの将来のために、限りある資源を有効に使うことが求められているのです。

■各資源の確認埋蔵量～有限なエネルギー資源～



※1 BP統計2012 ※2 OECD・IAEA「Uranium2011」  
注: 可採年数=確認可採埋蔵量/年間生産量 ウランの確認可採埋蔵量は費用130ドル/kg未満

出所: 電気事業連合会「原子力・エネルギー図面集」(2013.3)

詳細情報 ▶ 経済産業省 資源エネルギー庁「エネルギー白書2012」  
<http://www.enecho.meti.go.jp/topics/hakusho/2012energyhtml/index.html>



## 第1章 / エネルギーの選択肢

### なぜ原子力を使うの？

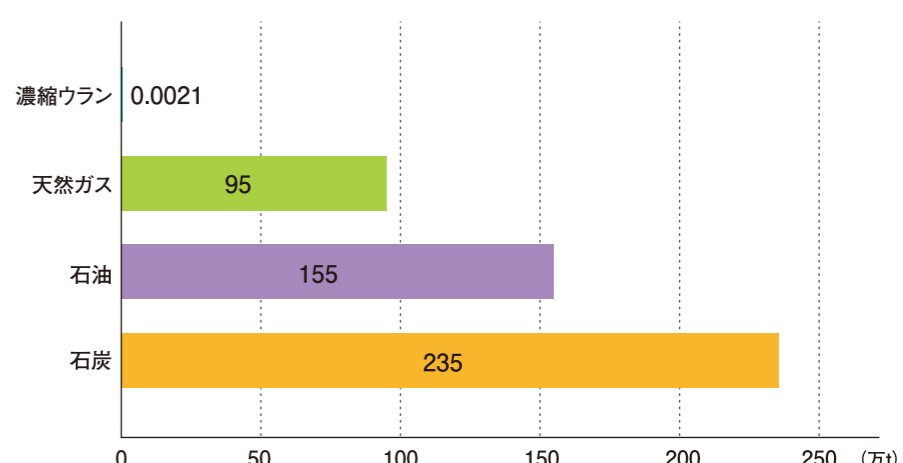


資源を持たない国でも、安定的に、たくさんの電気を安くつくれるからです。

#### ●供給安定性の高いウラン燃料

石油は中東など政情の不安定な地域に輸入を依存しています。一方で、原子力の燃料となるウランは、オーストラリアやカナダなど政情の安定した国からの輸入が多く、供給安定性が高まります。ウランは大量の電力を生み出すことが可能で、原子炉にウラン燃料を入れると、1年程度は燃料交換せずに発電することが可能。また、使用したウラン燃料は再利用することもできます。これが、原子力が「準国産エネルギー」とされる理由の一つです。

■100万kWの発電所運転に必要な燃料(年間)～少量で発電可能なウラン～

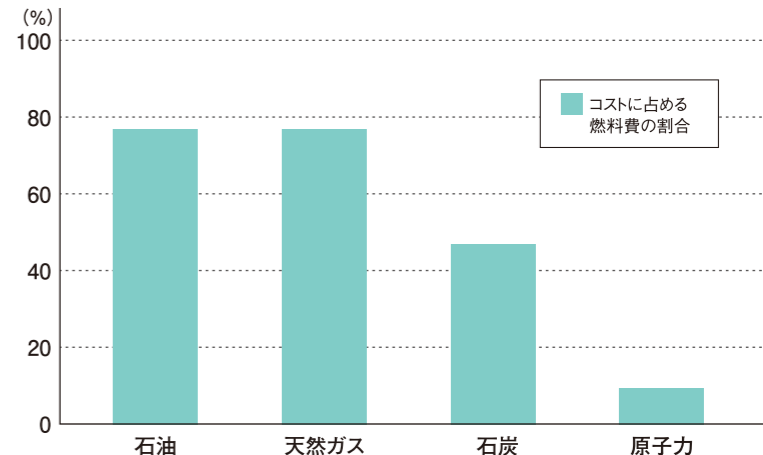


出所: 電気事業連合会「原子力・エネルギー図面集」(2013.3)より作成

#### ●燃料価格の変動影響を受けにくい原子力

発電コストに占める燃料費の割合において、火力発電が約7割であるのに対し、原子力発電は1割程度に過ぎません。仮に燃料価格が高騰すると、火力発電では電気料金の大幅な上昇につながります。一方、原子力発電は、燃料費の占める割合が低いため、燃料価格の変動影響を受けにくく、電気料金の安定性を高めることができます。

■発電コストに占める燃料費の割合～燃料費割合の高い火力発電～



出所: 国家戦略室 コスト等検証委員会「コスト等検証委員会報告書」(2011.12)より作成

詳細情報 ▶ 電気事業連合会「原子力 コンセンサス2013」  
<http://www.fepc.or.jp/library/pamphlet/pdf/consensus2013.pdf>



### 第1章 / エネルギーの選択肢

## シェールガスなど新たな資源を活用すればいいのでは？



期待は高まっていますが、安く十分な量を輸入できるとは言い切れません。

天然ガスの価格が、東日本大震災後の需要急増の影響もあり、特に日本・アジアで高騰しています。この状況を打破するため、日本では米国のシェールガス輸入に向けた動きが始まっています。しかし、シェールガスは米国にとっても貴重な資源で、十分に輸入できるとは言い切れません。また、米国が輸出を許可したとしても、安い価格ではない可能性もあり、契約交渉の行方を注視する必要があります。

■天然ガス輸入価格 ～近年高騰するガス価格～



出所：日本エネルギー経済研究所

詳細情報 ▶ 日本エネルギー経済研究所レポート「米国におけるシェールガス開発の進展とその影響」(2011.3)  
<http://eneken.iej.or.jp/data/3738.pdf>



### 第1章 / エネルギーの選択肢

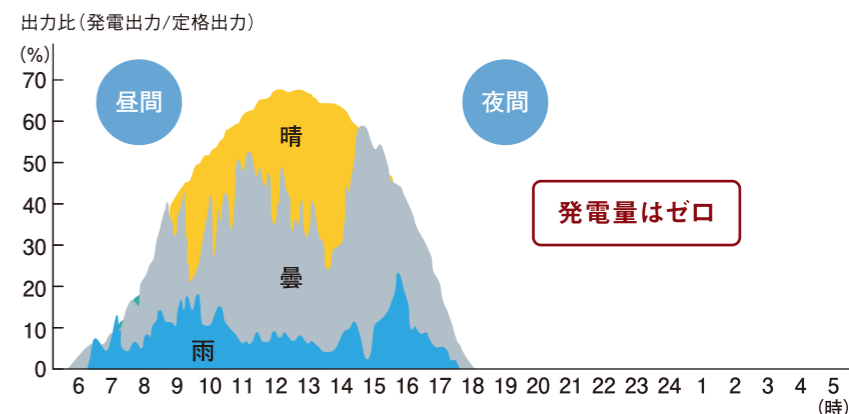
## 再生可能エネルギーの開発を推進すれば、原子力はいらぬのでは？



例えば、太陽光や風力だと「不安定さ」と「高いコスト」が問題です。

太陽光や風力を大量導入すると、天候によっては必要な電力量が得られず、電力供給の不安定さが増します。不安定さを解消するためには予備の発電所や蓄電設備も必要で、さらに大きなコスト要因となります。また、2012年7月から始まった再生可能エネルギーを高値で買い取る固定価格買取制度は、電気料金の上昇要因となっています。2030年に原子力ゼロとした場合、家庭の電気代は今の倍、月約2万円になるという試算もあります。

■太陽光発電の発電量(天候別) ～夜は発電せず、天候にも左右される太陽光発電～



出所：経済産業省 資源エネルギー庁「エネルギー白書2012」一部改変

詳細情報 ▶ 経済産業省 資源エネルギー庁HP「なっとく!再生可能エネルギー」  
<http://www.enecho.meti.go.jp/saiene/index.html>

### 山下 ゆかりさん

北米におけるシェールガス生産の増加と米国の天然ガス価格の下落が、日本への輸入可能性とガス輸入価格下落への期待を高めている。その背景には、近い将来の大量のシェールガス輸入というよりは、ガス供給源の多様化によるリスクの低減と、石油価格にリンクしたLNG価格形成や取引制度の変革(アジアプレミアムの解消)への期待がある。また、環境への影響に配慮して、フランスでは全面的に開発が禁止されているほか、既に開発している米国等では汚水や開発地域の環境への影響について規制を検討するなど、開発に伴う一連の規制やルールは整備途上だ。特定のエネルギー源に依存する危険はどのエネルギー源にも当てはまる。シェールガスも多様なエネルギー源の選択肢の一つに過ぎない。

### 私 山本 隆三さん

は、こう考える！  
米国産のシェールガスへの期待が高まっているが、米国内では輸出にこれまで根強い反対論がある。日本ではあまり報じられていないが、議会をも巻き込む大論争を展開しているのだ。特に米大手の化学会社のダウ・ケミカルは、シェールガス輸出は国内のガス価格の上昇をもたらす、雇用や経済にマイナスであるとの見解を表明し、輸出に賛成した全米製造業者協会を脱退。アルコアなど同じ見解を持つ企業と、新たな産業団体を結成した。米上院エネルギー委員会の委員長も、ダウ・ケミカルを支持し、輸出に慎重な姿勢を示している。こうした動きを考えると、単純に、米国から安いシェールガスが大量に出てくると信じるのは、少々楽観的過ぎるのではないかと。メリットがなければ、米国は輸出をする必要がないのだ。

### 石原 慶一さん

晴れた日の昼間しか発電しない太陽光の発電量は、設備容量の約12%。期待の大きい風力でさえ約20%しかない。こういった不安定な電源を電力システムに組み入れるには貯蔵が必要となるため、大容量電力貯蔵施設を検討しなければならない。あるいは、貯蔵を考えないのであれば、ほぼ同量の火力といったバックアップ電源が要ることになり、その費用負担も問題となる。また、東日本大震災以前、日本の発電電力量に占める原子力の割合は約30%だったが、2030年までに風力・太陽光など新たに開発される再生可能エネルギーは我々の試算では5%程度。現在、約8%の水力にも及ばないぐらいの増加しか見込めない。とてもじゃないが、原子力の代替電源として期待できないのが現実だ。

### 私 澤 昭裕さん

は、こう考える！  
再生可能エネルギーは、「不安定さ」と「高いコスト」に加え、全体としての供給力不足が問題だ。日照時間や風など自然条件に左右される再生可能エネルギーは、そもそも設置場所が限られ、国土が狭く山間部が多い日本において、条件に合う土地で開発を進めていけば、そのうち建設適地がなくなってしまう。また、風力発電については、低周波や騒音など周辺に与える環境問題から、既に陸上での開発余地はほとんどない。ポテンシャルが高いといわれる洋上風力も、送電線敷設に加え、技術面やコスト面での課題、漁業権との調整など、クリアしなければならない問題がたくさんある。つまり、再生可能エネルギーを開発することは重要だが、再生可能エネルギーがあれば原子力は不要ということには、決してならない。

# エネルギー選択を考えるうえでの視点

## 考えるためのヒント

エネルギー選択を考えるうえで重要なポイントは、「時間軸」と「広い視野」です。

まず、「時間軸」について考えてみましょう。環境にやさしく、安いうえに量も豊富で、多くのエネルギーをつくることのできる資源は、現時点ではありません。ところが、電気をはじめとするエネルギーは1秒も欠かすことができないため、短期的な考察が必要となります。

一方、中国やインドなど急成長している国々では、エネルギーの消費量も急増しています。限られた資源の獲得競争

が激しさを増してゆくなかで、エネルギー確保という観点での長期的な考察も求められます。

では、「広い視野」とは何か。例えば、資源の乏しい日本ではエネルギー費用は輸入代金として、私たちの財布から資源国へと流れ出ています。また、企業のエネルギーコスト上昇は、給与や雇用の減少という形で私たちに返ってきます。

地球環境に目を向ければ、化石燃料は地球温暖化の原因であるCO<sub>2</sub>に加え、大気汚染物質である硫黄酸化物や窒素酸化物、PM2.5などを排出します。生態系への影響、異常気象の原因かもしれない化石燃料の大量消費システムに、このまま頼り続けるのは好ましくありません。

■アラスカ・ミュア氷河の減少 ～顕在化する地球温暖化の影響～  
(1941年8月)



Credit: Field, W.O. 1941. Muir Glacier: From the Online glacier photograph database. Boulder, Colorado USA: National Snow and Ice Data Center/World Data Center for Glaciology. Digital media.

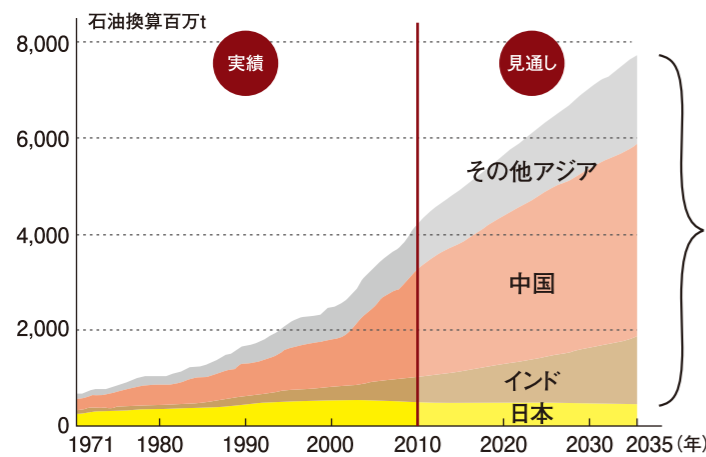
(2004年8月)



Credit: Molnia, B.F. 2004. Muir Glacier: From the Online glacier photograph database. Boulder, Colorado USA: National Snow and Ice Data Center/World Data Center for Glaciology. Digital media.

出所:環境省「STOP THE 温暖化 2012」

■アジアのエネルギー消費 ～急拡大を続けるエネルギー需要～



アジア(日本除く)の消費量は  
25年間で約2倍に

出所:日本エネルギー経済研究所  
「アジア/世界 エネルギーアウトック2012」より作成

さらに、政治不安を抱える中東などの国々の領海を、石油やガスのタンカーは毎日通っています。もし、情勢が悪化してこの大動脈が途絶えた場合、エネルギーをどうやって調達すればよいのでしょうか。

## くらしに及ぼすリスクに備える

日常生活や産業活動にエネルギーを欠かすことができない以上、さまざまなリスクを踏まえつつ、長期的・短期的な「時間軸」から、経済・環境・供給安定性など「広い視野」を持って、戦略的にエネルギー選択を考えていかなければなりません。エネルギー選択とは、私たちの経済や社会、ひいては

生命にも関わる非常に複雑かつ難しい問題であり、また、その影響の大きさからも、重い責任のもと冷静な判断が必要とされます。拙速な結論は将来の世代にも悪影響を及ぼす恐れがあることを常に意識して、長期的な視点で考えていかなければなりません。

人類は、いつの日にか万能なエネルギーを手に入れるかもしれません。ただし、それが確実になるまでは、現実的な判断が不可欠なのです。

### 詳細情報 ▼

日本エネルギー経済研究所レポート  
「アジア/世界エネルギーアウトック2012」  
<http://eneken.ieej.or.jp/data/4596.pdf>

## 神

津カンナさんは、こう考える

「選択のカギを握る「情報リテラシー」」

何ごとも、マイナス部分を切り捨てて、いいところ取りだけでは生きていけない。例えば、結婚の場合。相手の嫌なところも全部受け止めて一緒にいるが、それはエネルギーでも同じこと。エネルギー源のメリットを享受しようとする、必ずデメリットも引き受けなければならない。それらをうまく組み合わせ、デメリットをどれだけ抑え込めるかが、人間の知恵ではないだろうか。

その知恵を養うために必要となるのが、情報を見極め、使いこなす力「情報リテラシー」だ。エネルギーに関わるニュースや報道、解説が日常にあふれている現在、情報リテラシーを身につけるために私たちが気をつけているのは、一つの記事を事実、推測、感想、誘導にきちんと識別して読むこと。記事というのはこれら4つが組み合わさってできたもので、自分の知らない分野のことだと、誘導も含めてすべてを信じてしまう怖さがある。記事を分類して読むことで、読み取る力が鍛えられ、内容を見定められるようになる。一つのことをいろんな視点で見ることが、情報リテラシーを磨くうえでとても大切なことなのだ。

情報リテラシーが高まれば、エネルギー問題も冷静に考えられるようになるはず。これまでも時代の流れとともにエネルギー構造は変化してきたが、必ず時間的なスパンがあった。変化は当然だが、一定の時間がかかることも事実だ。

## 宮

崎慶次さんは、こう考える

エネルギー文明の未来

現在のような高度のエネルギー文明の持続的な維持発展には、その基礎となる適度な経済成長(Economy)とエネルギーの安定確保(Energy)が必要だが、大気汚染や地球規模の温暖化に対する環境保全(Environment)を考慮する3Eトリレンマの調和的解決が肝要である。その観点で原子力の利用が最も適しているとの判断から積極的な推進が図られてきた。また、原子力推進の大前提となる安全性優先(Safety)も加えて、3E+Sが唱えられている。しかし、資源論的に考えると、化石燃料は有限で、今世紀中に枯渇または逼迫が懸念されている。その意味では再生可能エネルギーの開発は重要な意味を持つが、安定供給や経済性の観点から解決すべき課題が多く、現状では、化石エネルギーに頼らざるを得ない。だが、石油や天然ガスは航空機や自動車の動力源や化学製品の原料、石炭も製鉄や暖房など利用価値が高い。この貴重な資源を現世代が先食いして枯渇させて良いはずがない。原子力は経済性を保ちつつ、高い安全性向上を図ることは可能である。だが、原子力もウラン資源には限度がある。将来的には高速増殖炉と燃料再処理でプルトニウムへ転換し、核燃料を増やしながら使用するのが、国家百年の計に叶うと考えている。ウラン・プルトニウム燃料サイクルの利用技術が確立すれば、ウランのエネルギー資源としての価値が数十倍に増加するので、海水中に微小濃度だが存在する大量のウランも資源として商業的な視野に入ってくる。





## 第1章 / 世界の原子力情勢

### 世界は脱原子力の方向に進んでいるのでは？

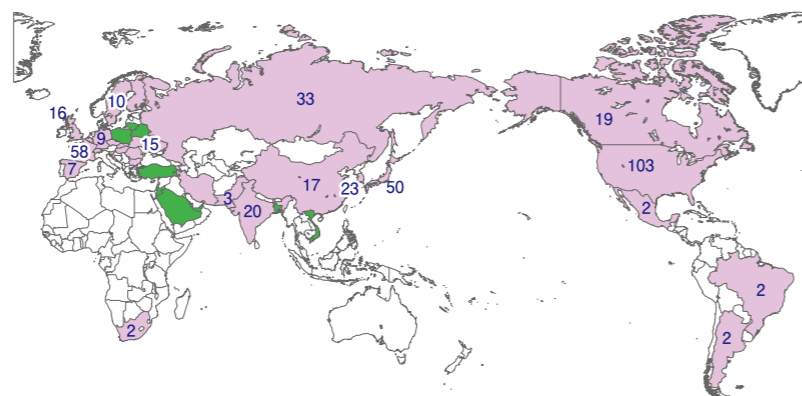


ドイツなど一部の国が脱原子力へと舵を切った一方、多くの国では原子力を維持・推進しています。

福島第一原子力発電所の事故後、ドイツは国内にあった17基のうち、まず旧式の8基を停止。そして、残り9基の原子力発電所を2022年までに順次止めることを決定しました。

しかし、世界の多くの国では、原子力の活用を進めています。それは、原子力大国のアメリカやフランスだけではなく、急成長する中国やインドも増大するエネルギー需要を賄うために、原子力を推進しています。また、資源の豊富な中東でも、新規建設や導入検討が進んでいます。

■世界の原子力発電所マップ ~世界の原子力発電所は435基に~



■ 原子力発電所がある国  
■ 原子力発電所の導入計画がある国  
数字 主な国の原子炉数(運転中)(2013.5現在)

出所: World Nuclear Association  
「World Nuclear Power Reactors & Uranium Requirements」より作成

詳細情報 ▶ 日本原子力産業協会HP「日本と世界の原子力」  
[http://www.jaif.or.jp/ja/joho/jp&world\\_nuclear\\_development.html](http://www.jaif.or.jp/ja/joho/jp&world_nuclear_development.html)

### 山下 ゆかりさん

生活が豊かになるにつれ電力利用が増え、世界の原子力発電所建設計画は増加している。特に計画が多いのは、アジア新興国。また、中東ではサウジアラビアの16基を筆頭にヨルダン、UAE等で計画されている。中東資源国では家庭を中心とした国民の電力消費を賄うために、貴重な外貨収入源である化石燃料(特に天然ガス)を燃やして発電しているが、近年の電力需要の急激な伸びから、電源多様化のため原子力発電所の建設計画が増えている。現在、世界では約430基、370GWの原子力発電所が稼働しているが、2030年までに最大約740GWまで増大すると見込まれており、2012年1月時点でアジア・中東地域で47基49GWが建設中。電力シフトが進むなか、エネルギー源の多様化や安全保障面からの要請もあり、原子力の役割は重要だ。

### 私 山本 隆三さん

は、こう  
考  
え  
る！

データを見れば、世界では脱原子力が主流でないのは明らか。東日本大震災後、実際に脱原子力を決めたのは、ドイツとスイスだけ。しかし、ドイツは電気代の高騰と安定供給に苦しみ、あやや大停電といった危機にも瀕している。ほかにも、ベルギーはいったん脱原子力を宣言したが、代替電源の確保が難しいことから先送りを決定。世界に先駆けて、1980年に国民投票で脱原子力を決定したスウェーデンでさえ、電気料金と地球温暖化の問題から政策を転換し、いまなお約40%の電力を原子力で賄っている。また、ヨーロッパ全体で、原子力発電所が増える可能性もある。一方、アジアに目を向けると、今後、中国は200基以上、インドでも60基以上の増設が計画されており、新興国を中心に原子力が増えることは確かだ。



## 第1章 / 世界の原子力情勢

### 世界は日本の原子力技術をどう見ているの？



日本の技術を期待する国は多く、今後も技術共有による国際貢献が重要です。

日本は原子力に関連する技術やノウハウを長年蓄積しており、世界からも日本に対して大きな期待が寄せられています。しかし、人材や技術は、育成や開発・運用を続けていかなければ失われてしまいます。今後は、福島第一原子力発電所事故の教訓を活かし、安全性の向上に率先して取り組んで国際社会に貢献することが、日本の果たすべき役割でしょう。近隣の韓国や中国をはじめ世界の多くの国で原子力を推進している現状を考えると、日本の役割は重要です。

■東アジア周辺国の原子力発電所マップ ~東アジア周辺国で推進される原子力発電所~



出所: World Nuclear Association HPより作成

詳細情報 ▶ 参議院HP 調査室作成資料 立法と調査「原子力安全をめぐる国際的な取組と日本の原子力協力」(2012.3)  
[http://www.sangiin.go.jp/japanese/annai/chousa/rippou\\_chousa/backnumber/2012pdf/20120308071.pdf](http://www.sangiin.go.jp/japanese/annai/chousa/rippou_chousa/backnumber/2012pdf/20120308071.pdf)

### 神津 カナさん

技術を組み合わせ、品質をつくり込んでいく日本独特のものづくりは、世界でも一目置かれている。原子力においても、今、世界の主要プラントメーカーのほとんどが、日本のメーカーだ。今後も、世界規模で増えていくといわれている原子力設備の構築には、日本の高い技術力に大きな期待が寄せられている。それに、技術の蓄積と伝承は一度途絶えると、元に戻すまでが大変。世界に誇る日本の原子力技術を、廃れさせてはいけない。また、原子炉といえば商業炉ばかり注目されるが、医療用のアイソトープなど医薬品に使う放射性物質は、研究炉で製造されている。単にエネルギーをつくり出すことだけでなく、さまざまなものに応用できる新しい科学という視点からも原子力技術を見るべき。

### 私 山口 彰さん

は、こう  
考  
え  
る！

原子力技術は、日本の国際貢献と国際競争の有力なカードである。ただ、世界といってもさまざまな国があり、それぞれに応じた戦略が必要。米国は日本の原子力技術に大きな期待を寄せるほか、安全確保や核不拡散などを構築するパートナーとして日本との密な連携に期待している。中国や韓国、インドは自前の原子力技術開発と原子力発電の拡大を計画しており、国際競争では日本と競合するだろう。一方で、人材育成や運転経験、安全規制などの国際協調活動が大切で、アジアでのリーダーシップを発揮することが日本には期待されている。また、ベトナムなど、いわゆるニューカマーと呼ばれる国々がアジアから中東地域に集中しているので、日本は技術協力により原子力がこれらの国々の発展を支える手助けをするべきであろう。日本の原子力技術は実にユニークなのである。

# 「脱原子力」に苦悩するドイツ

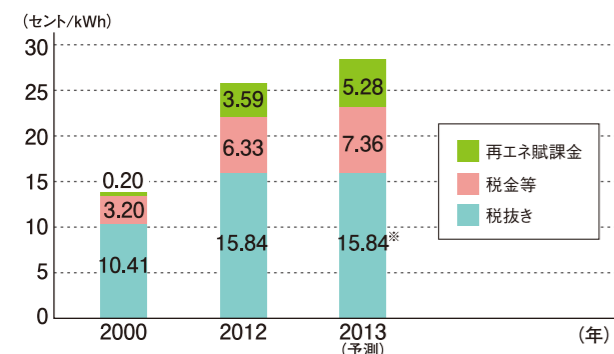
## 脱原子力を進めるドイツ

脱原子力の先事例としてよく取り上げられるドイツですが、その現状はどうなっているのでしょうか。ドイツでは早くから太陽光や風力で発電した電気を高い値段で買い取る固定価格買取制度を導入し、再生可能エネルギーの拡大を図ってきました。ドイツの原子力政策は二転三転しましたが、福島第一原子力発電所事故を受けて脱原子力へと再び転換し、2022年までに全廃する方針です。その結果、2012年時点の発電量に占める再生可能エネルギーの割合は約23%、原子力は約16%となっています。

## ドイツの現状を理解しよう

ドイツの現状を見極めるうえで、注意すべきポイントは3つあります。1つは「電気料金の上昇」。固定価格買取制度は再生可能エネルギーの普及に大きく貢献してきました。しかし、そのしくみは消費者、とりわけ家庭の負担によって成り立っています。再生可能エネルギーの増加に伴い電気料金が急上昇していることが負担となり、大きな問題となっています。

■ドイツにおける家庭向け電気料金の推移  
～増加を続ける再生可能エネルギー賦課金～



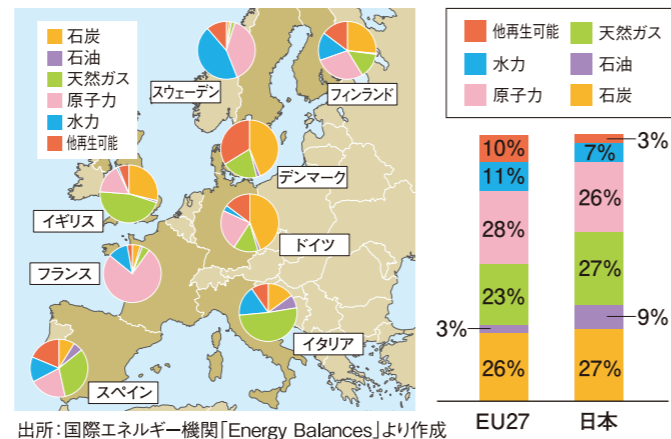
\*2013年の税抜き料金は予測値がなかったため、前年同値としている  
出所：BDEW (ドイツエネルギー水道連合会)「電力価格の分析2012年10月」

2つ目のポイントは「他国と電力のやり取りが可能」という事情です。日本は島国のため、他国から電力を輸入できませんが、ドイツは周辺国と送電線がつながっているため、電力の融通

が可能。また、隣国のフランスは発電量の7割以上が原子力です。そのため、再生可能エネルギーの拡大で出力の不安定さや発電量不足があっても、電力を隣国から輸入することで対応できます。EUを一つのまとまりで考えた場合、その電源構成は日本の電源構成に近いものとなっています。

■日欧における電源構成の比較(2010年)  
～地域で補い合っている欧州～

欧州諸国は国によって電源構成が大きく異なるが、全体で見れば日本と概ね同じ



出所：国際エネルギー機関「Energy Balances」より作成

3つ目として、「雇用の創出」があります。例えば、ドイツ政府は再生可能エネルギー関連で24万人弱の雇用が生まれたと過去に示しましたが、これはあくまで創出された雇用分だけ。その陰で、電気料金上昇が経済に与える悪影響や、原子力発電の縮小による原子力関連や立地地域の経済影響等により、17万人弱の雇用が喪失しました。このように、一人歩きする数字に惑わされず、周辺にどのような影響があるかといった広い視野が求められるのです。

再生可能エネルギー政策で先行したヨーロッパではさまざまな課題が出始め、政策転換を余儀なくされています。イギリスは2020年までに7,000基以上の洋上風力建設を目標とするなど、積極的に再生可能エネルギーを導入しようとしています。しかし、CO2削減目標に向けては原子力発電なしでは達成が難しいことから、原子力発電の電力を固定価格で買い取る案が検討され始めています。ヨーロッパの現状も背景や課題をきちんと整理したうえで、冷静に見極める必要があります。

詳細情報 ▶ NPO法人 国際環境経済研究所「ドイツの電力事情 —理想像か虚像か— ①～」(2012.7～)  
①<http://ieei.or.jp/2012/07/exp1120711/>



## 第1章 / エネルギー選択と経済

### 震災以降、夏でも停電なし。原子力が再稼働しなくても問題ないのでは？



さまざまな要因で結果的に乗り切れましたが、ライフラインを担う電力供給には、本来適正な余裕が必要です。

2度の夏を停電せずに乗り切れた背景には、総力を上げた節電、天候要因、大飯発電所や古い火力発電所の稼働、そして、大きな発電所トラブルがなかったことなどが挙げられます。しかし実際、電力供給には余裕がなく、厳しい節電もいつまで続けられるかわかりません。ライフラインを担う電力は一瞬たりとも欠かせないものであり、大停電は社会の混乱を引き起こす恐れもあります。

■停電の影響を受ける社会



万が一、大停電が起こると、交通機関や医療現場の混乱などライフラインに大きな影響を及ぼす恐れがあります。

詳細情報 ▶ 首相官邸HP「今夏の電力需給について」  
[http://www.kantei.go.jp/jp/headline/summer2012\\_denryoku.html](http://www.kantei.go.jp/jp/headline/summer2012_denryoku.html)

## 石原 慶一さん

「停電なし」ではなく「停電しないようにした」が正解。電力会社が水面下で多大な費用と労力をかけ、停電を起こさないようにしていたというのが事実である。また、よく言われるのは夏のピーク電力だが、実は冬も問題。総務省の家計調査によると、年間で最も多い電力使用量を支払う9月の電気料金と1～3月はほぼ同じ。いかに冬の電力使用量が多いかを物語っている。だからこそ、冬の節電にも注意を払うべきだ。そして、東日本大震災以降、停電がなかったのは、電源のベストミックスのおかげでもある。2度の石油危機以降、原子力をベースに火力、水力などそれぞれの発電特性を活かした電源構成にしてきたからこそその結果だ。選択する電源を減らすことは、エネルギーセキュリティの脆弱化につながる。

## 私 は、こう 考える！ 澤 昭裕さん

結果として停電はなかったが、再稼働がなければ昨夏の関西は、火力発電所1基が何かトラブルで止まったら停電は免れなかった。産業現場、交通機関、病院から家庭に至るまで甚大な影響が出るどころまで来ていた。定期点検を先延ばしし、普段なら動かさない古い火力まで稼働させ、それでもぎりぎりだったのだ。さらに深刻に考えねばならないのが、停電が起こるかもしれないという不確実性の影響。計画停電への備えには、多大なコストと手間がかかることを私自身も東京の計画停電で経験したが、企業、特に製造業にとっては大きな痛手だし、食品や流通産業にとっては死活問題だ。もし停電が起こるかもしれない状況が毎年続くようなことになれば、そんな地域で事業を続けようという意思が失われてしまいかねない。





## 第1章 / エネルギー選択と経済

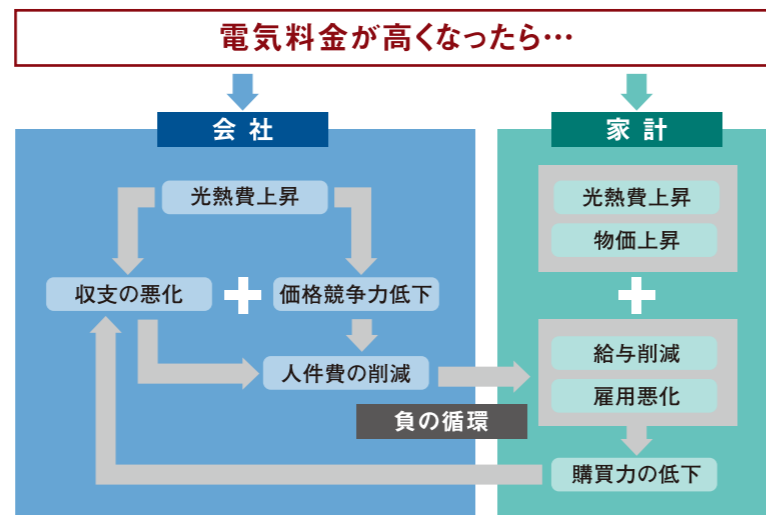
### 原子力を止めたからといって、本当に電気料金を値上げしないといけないの？



火力発電の増加で、燃料費が大きく膨らんでいます。

現在、原子力発電の停止分を、割高な火力発電で補っています。そのため、燃料費は東日本大震災前より年3兆円(国民1人あたり2.5万円)以上も増加する見込み。電力会社の努力だけでは賅えず、電気料金の値上げは避けられないのが実情です。値上げは家計や日本経済への影響が大きく、さらに産業競争力低下・コスト増大により、給与や雇用にも悪影響を与えることが懸念されています。

■電気料金値上げに関するフロー図  
～給与や雇用にも大きな影響を及ぼす電気料金の値上げ～



出所:日本エネルギー経済研究所

詳細情報 ▶ 日本エネルギー経済研究所レポート「電源別コスト実績評価と電気事業財務への影響」(2012.11)  
<http://eneken.ieej.or.jp/data/4620.pdf>



## 第1章 / エネルギー選択と経済

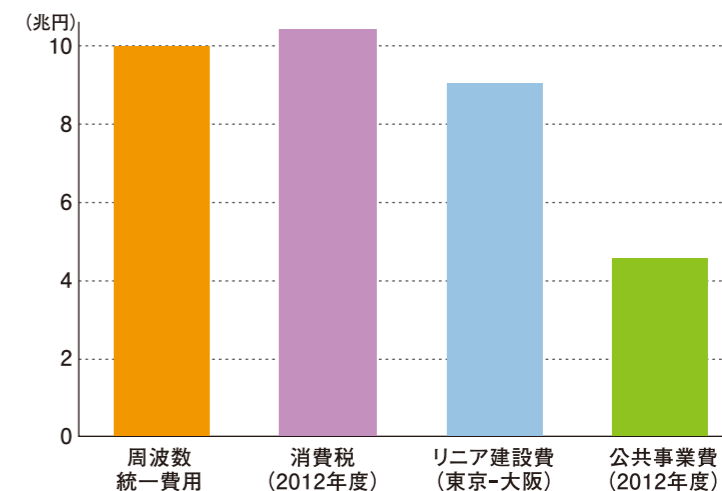
### 日本全体で電力を融通し合えば、電気は足りるのでは？



日本は東西で周波数が違うため、融通できる量には限りがあります。

電力の周波数は東日本が50Hz、西日本が60Hz。この周波数を合わせて、初めて電力をやり取りすることができます。ところが、周波数変換所の能力は全部で原子力発電所約1基分(120万kW)に過ぎず、全国の膨大な需要に合わせて電力を大量に融通することはできないのです。東西の周波数統一については以前から議論はありますが、巨額のコストと多大な時間がかかるため、実現は難しいと考えられています。

■周波数統一費用と社会インフラなどの比較  
～リニア建設費用より高い!? 莫大な周波数統一費用～



出所:経済産業省 資源エネルギー庁  
「50Hzと60Hzの周波数の統一に係る費用について」(2012.3)ほか

詳細情報 ▶ 経済産業省 資源エネルギー庁「50Hzと60Hzの周波数の統一に係る費用について」(2012.3)  
[http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/sougou/chiiikanrenkeisen/002\\_03\\_00.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/sougou/chiiikanrenkeisen/002_03_00.pdf)

### 澤 昭裕さん

原子力を止め続けるなら、電気料金値上げは避けられない。その原因は、電源構成の問題である。電気料金というのは、基本的に発電する電源構成に応じて決まるもの。今、日本は、止めた原子力の発電量を火力発電でほぼ賅っている。つまり、原子力発電から燃料コストが高い火力発電へと電源構成が大きく変わったため、それに伴った電気料金にせざるを得なくなったということだ。そもそも、既設の原子力発電所は償却が終わっており、他電源に比べて相対的に安い燃料費だけで発電できる。もちろん、安全に稼働させることが大前提だが、この資産を活用していくことが経済的で理にかなっていると思う。そして何より、日本の経済社会と国民生活は安定的な電力供給の上に成り立っている。原子力発電所の再稼働は不可欠だ。

### 私 山本 隆三さん

は、こう考える！

燃料費の増加については、新聞やテレビなどで「日本が高い価格で天然ガスを買っているからだ」といった批判がよくされている。しかし、天然ガスの価格は世界的に高騰しており、安くなったのはシェールガスの生産が本格化したアメリカだけ。また、原油価格リンクを問題視する声もあるが、LNGの原油価格リンクは国際的にも使われており、日本だけの話ではない。天然ガスに関しては今後、オーストラリアなどの供給増加が期待できる一方で、中国をはじめとする新興国の経済発展、欧州での老朽化した石炭火力からの転換などで需要の拡大が予想される。さらに、不確定要素としてシェールガス開発の問題もあり、将来的に天然ガスの需給バランスがどうなるかは微妙で、価格が下がるかどうかは不透明だ。

### 山 下 ゆかりさん

2011年夏、関東圏では多くの企業が時間と空間の移動による大規模な節電に取り組んだ。春の計画停電を体験し、夏に備えて多くの企業や工場が関西圏等に移動することで、業務や操業を維持したのだ。ところが、原子力発電所が順番に定期検査のために休止、その後の再稼働を見通せないことで、全国的に電力不足が懸念される事態となった。電力供給を地域別にバランスさせる制度に基づいていることもあり、他地域との融通は緊急時の一時的な不足を補う程度の容量にとどまっているのが実情だ。大規模な自然災害等で地域の電力供給システムが機能不全に陥った場合に、最低限のライフラインを確保するという大きな課題に対応するには、経済性を考慮しつつ、新たな発想でのより強靱なシステムが必要になる。

### 私 山本 隆三さん

は、こう考える！

電力融通に関しては周波数の問題に加え、送電網の形状が大きく影響している。国土が南北に長い日本では、欧州のように送電線を縦横無尽に張り巡らせるわけにはいかず、どうしても連系部分が弱くなり、電力が不足する、あるいは、余った場合に融通し合うことが難しくなる。ただ、これを整備するとすると、土地収用を含め莫大な費用が必要となり、高いところでは1kmあたり約10億円かかるとの試算もある。これでは発電所をつくるほうが安上がりということにもなるし、実現するにはその分の電気料金の値上げも覚悟しなければならない。また、日本の送電料金は高いと言う人もいるが、それは当たり前。日本は土地が高いし、送電線の能力も欧米と全然違う。そういうことを考えずに、単純に比較することがおかしい。



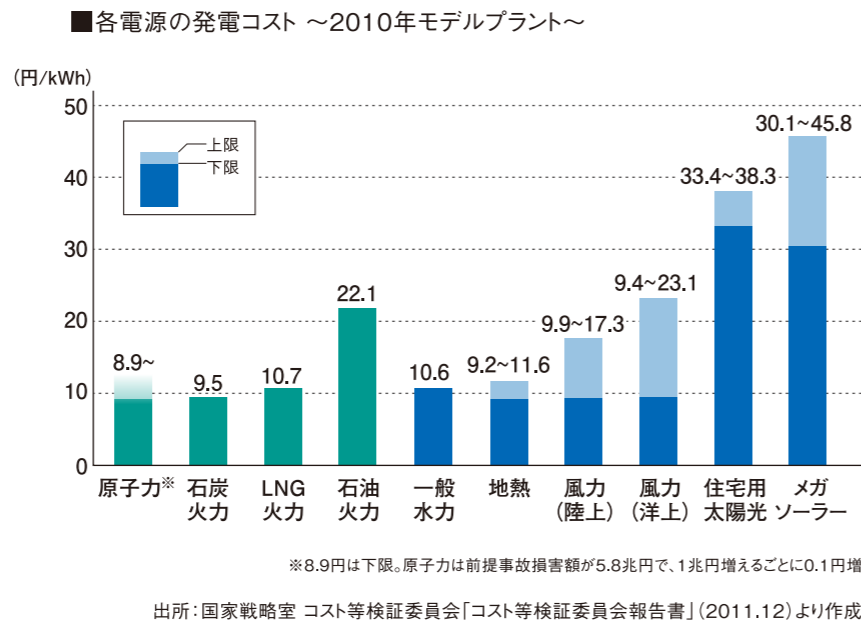
## 第1章 / エネルギー選択と経済

### 原子力は一番コストが高いのでは？



安全対策費の追加分などを含めても、他の発電方法と同じか安いです。

政府は福島第一原子力発電所の事故後、これまで算入していなかった政策経費、追加的な安全対策費、損害賠償費用なども含めて、発電コストを検証。それらを織り込んで、原子力のコストは石炭やLNGと遜色ない水準と算出されました。新規制基準適合にかかる費用を含めても、原子力には経済性があると見込まれています。一方、太陽光、風力は極めて高く、また、これらの大量導入には、送電線や蓄電設備の整備費なども別途必要になります。



詳細情報 ▶ 内閣官房 国家戦略室 コスト等検証委員会「コスト等検証委員会報告書」(2011.12)  
<http://www.cas.go.jp/jp/seisaku/npu/policy09/pdf/20111221/hokoku.pdf>



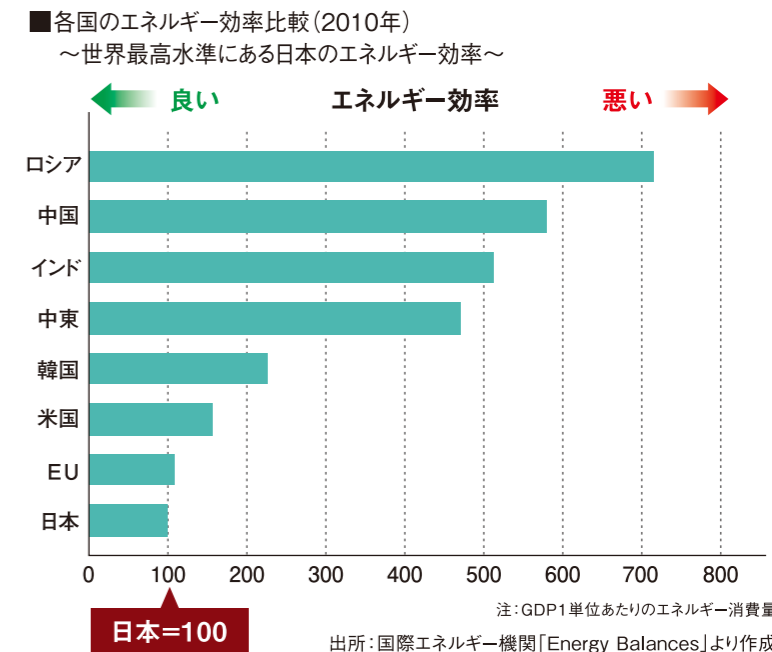
## 第1章 / エネルギー選択と経済

### 家庭や産業界で、さらに省エネを実行すれば、電力の使用量を減らせるのでは？



既に世界トップクラスの省エネを達成していて、大幅な改善は見込みにくい状況です。

石油危機以来、日本は省エネルギーを続けてきました。その後、環境問題も加わり、省エネはさらに強化されました。現在、日本のエネルギー効率は世界最高水準に達し、より一層の省エネは難しくなっています。そのため、東日本大震災後はこれまでの省エネに加え、我慢や生産調整による節電が多く行われましたが、民主党政権時に「革新的エネルギー・環境戦略」で掲げた削減量には、遠く及びませんでした。



詳細情報 ▶ 経済産業省「夏季の省エネルギー対策について」(2013.4)  
<http://www.meti.go.jp/press/2013/04/20130426004/20130426004-2.pdf>

### 澤 昭裕さん

まず、コスト等検証委員会が出した試算については、各電源を同じ前提条件で比較していないなど、数々の問題点がある。特に原子力や火力は、今、設置する場合の発電コストに関する試算であり、原子力については、現時点で新設の検証をするのは現実的ではないと思う。我々が考えるべきは、既にある原子力発電所の再稼働であり、その運用コストだ。そもそもベース電源である原子力と、不安定で補完的電源にしかない再生可能エネルギーとでは、電源の性質が全く異なる。同じ土俵で比べること自体あまり意味はないのだが、既存の原子力の運転コストが圧倒的に安いのは確か。ただし、CO2対策の面では、今後も原子力と再生可能エネルギーと一緒にやっていくべきだ。

### 私 山下 ゆかりさん

は、こう考える！  
電力を安定的に供給するためには、エネルギー事情に合わせ、火力、水力、原子力といった各電源の特性に応じた組み合わせが重要だ。ところが、コスト等検証委員会の資料では、そのような異なる性質の電源コストを単純に比較している。今ある原子力を活用せずに燃料費が高くつく火力を使うことは、低い運転コスト負担のみで発電できる原子力のメリットを活かせないだけでなく、初期投資をある程度無駄にすることになる。また、注目の太陽光は蓄電池に貯めれば夜間も利用できるが、晴れた日の日中での供給が中心となり、原子力のように「ベース」電源として24時間、年間を通しての発電は期待できない。このように、単純には比較できない条件の違いがあるため、同じ定義で計算してもコストの単純比較では現れない短所・長所があるのだ。

### 石原 慶一さん

家庭での省エネルギーについては、今後ほとんど進展の余地はない。既に家電製品の省エネルギー化は十分進んでいるし、蛍光灯をLEDに換えても、エネルギー消費量はあまり変わらない。実際、夏の一番暑い時に冷房を使う人が多数であることは、総務省の家計調査において、東日本大震災以降の電気使用量が年々増加していることから読み取れる。そもそも、エネルギー効率を上げるためには、電力化率を上げることが必要であり、省エネ＝省電力にはならない。例えば、省電力のためにエアコンからガスストーブに換えた場合、電力使用量は減らせるが、エネルギー消費量は増えるというジレンマが起こる。だからこそ、本当に大切なものを見極める必要がある。目先の省電力ではなく、総合的な判断をしながら省エネルギーに取り組むべきだ。

### 私 山本 隆三さん

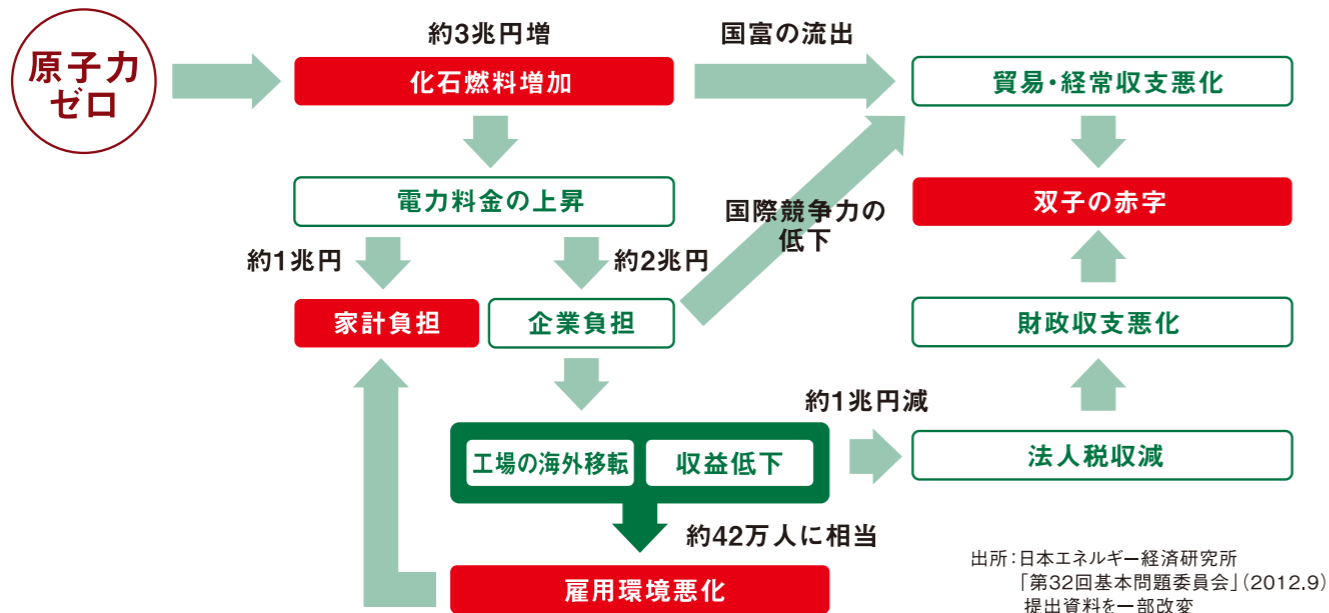
は、こう考える！  
一次エネルギー消費の約40%は製造業である。エネルギー使用量の削減には製造業の省エネルギーが不可欠だが、既に日本の製造業のエネルギー効率は世界最高水準。これ以上改善するとなると、生産をやるしかないといったところまできている。そこで、産業構造を転換し、エネルギー多消費型の製造業から非製造業へのシフトを図ればよいなどと言う人もいるが、製造業は1人あたりの付加価値額が高く、平均給与も高い。産業構造の転換は、国内総生産の減少を招く可能性が高い。しかも、日本の輸出を支えているのは製造業だ。電気料金が上がり、さらに今以上の節電を求められるとなれば、企業にとっては死活問題。海外に拠点を移したり、中小零細企業の中には廃業するところが出てくる可能性もある。何より、製造業が衰退すれば、日本の国力も衰退する。



## エネルギー選択の経済への影響

～原子力が稼働しない場合のシナリオ～

■原子力ゼロがもたらす日本経済への影響(2012年度の場合)～社会に与えるリスク～



### 原子力ゼロと経済負担

東日本大震災以降、原子力発電の稼働停止分を火力発電で代替してきました。その結果、特に「燃料費の増加」が深刻な問題となっています。原子力発電を火力発電で代替することによる追加的な費用(電力会社9社計)は、政府の試算で2012年度は3.1兆円/年、2013年度では3.8兆円/年となり、国民1人あたり3.0万円/年(2013年度)にのぼります。この追加費用は、最終的には何らかの形で、日本国民が負担しなければなりません。

日本全体の燃料費輸入額は、約17兆円(2010年度)から、約25兆円(2012年度)まで上昇しています。そのことが大きく影響し、2012年度の貿易赤字額は8兆円を超え過去最大となりました。震災以降に増加した燃料費は、燃料が安く調達できる円高相場により一部減殺されていましたが、昨今では円安が顕在化しており(2013年4月現在)、為替変動が原因で燃料費はさらに上昇すると懸念されています。

私たちがコツコツと稼いだ大切な富は、燃料費の増加

による電気料金の上昇という形で、海外に流出し続けているのが現状です。経済的な損失は深刻で、時間の経過とともに、その影響度は大きくなっています。

### 電気料金値上げが与える影響

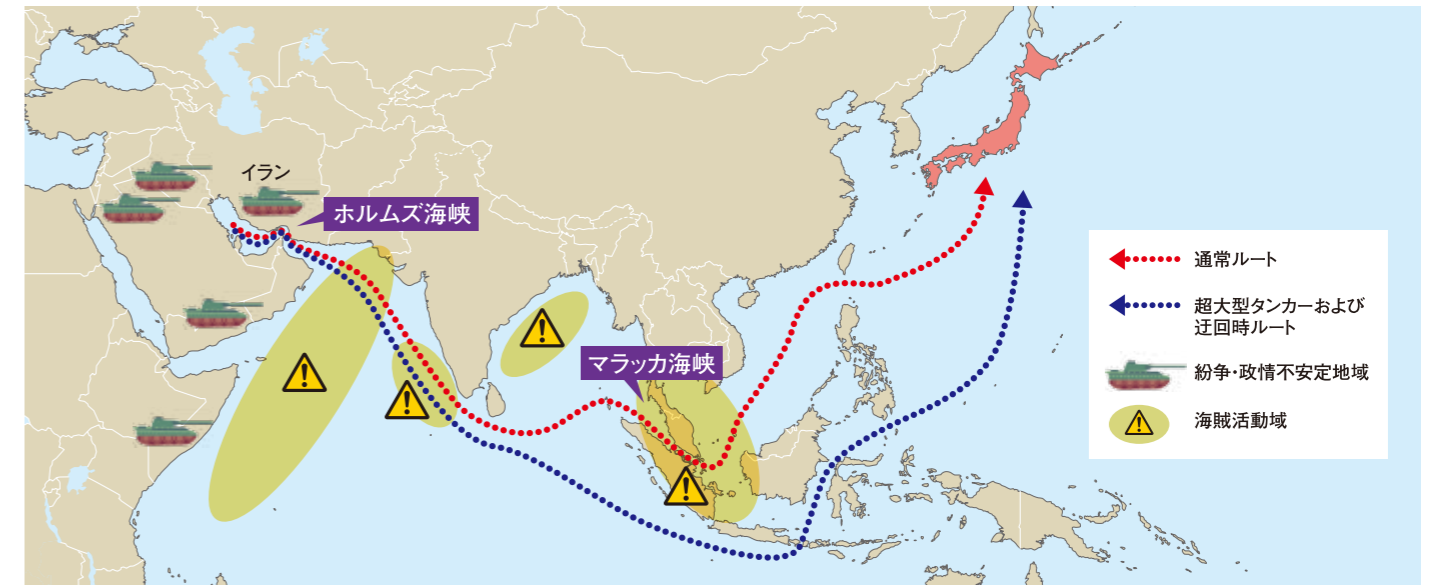
電気料金が上がるとどのような影響があるのでしょうか。例えば、製造業では製造原価が上昇し、それに伴い収支の悪化や外国企業との価格競争力が不利になるかもしれません。そうなると、国内に見切りをつけて海外へ拠点を移す企業の動きが加速し、国内産業が空洞化する可能性があります。また、家庭では、自宅の電気料金が高くなるだけにとどまらず、電気料金以外のモノの値上がりも私たちの家庭を直撃。さらには、給与の減少や雇用の喪失といった心配もあるのです。

経済性はエネルギー選択を考えるうえで重要な要素の一つです。他の要素を含め、総合的な影響を考え、エネルギー選択の検討を進めていく必要があります。

詳細情報 ▶ 経済産業省 資源エネルギー庁「原発ゼロのもたらす悪影響について」  
(日本エネルギー経済研究所「第32回基本問題委員会」提出資料/2012.9)  
<http://www.enecho.meti.go.jp/info/committee/kihonmondai/32th/32-6.pdf>

## ホルムズ海峡と日本のエネルギー安全保障

■石油、天然ガス調達ルートとその周辺情勢～安定しない中東情勢～



### 石油、天然ガス調達にかかるリスク

私たちが過去に2度経験した石油危機では、石油の供給不足から価格が高騰したため、不況に陥り、社会は混乱しました。この経験によって石油依存の低減や備蓄の必要性が認識され、エネルギーの分散が図られました。安全保障上の観点から原子力の導入が進んだのも、その一つです。

しかし、大飯発電所3、4号機を除くすべての原子力発電所が停止している現在の日本では、石油や天然ガスといった化石燃料への依存が非常に高まっており、そのほとんどを輸入に頼っています。

石油や天然ガスはタンカーによって運ばれますが、その輸送ルートには政情が不安定な地域の沿海や海賊が活動する海域もあるなど、調達にはリスクが伴います。このような状況下において、ホルムズ海峡は日本が輸入する原油の約8割、天然ガスの約2割が通過し、日本のエネルギーを支える重要なルートとなっています。

### ホルムズ海峡封鎖がもたらす社会の混乱

国際情勢に目を向けると、欧米諸国がイランの核開発疑

惑に非難を強めるなか、イランはホルムズ海峡を軍事力で封鎖する可能性を示唆。これに対し、アメリカをはじめとした各国は、イラン産原油の輸入禁止やイランへの輸出制限の制裁を行うなど、ホルムズ海峡を取り巻く情勢は不安定なものとなっています。

もしホルムズ海峡が封鎖されれば、資源の少ない日本は重大なエネルギー危機を迎えることになります。特に、原子力発電の代替として石油、天然ガスによる火力発電に頼っている今、その影響の度合いは計り知れません。また、石油、天然ガス価格の高騰のみならず、世界的な供給不足により、他国からの調達量を確保することも難しくなると心配されます。

石油や天然ガスの供給不足と価格高騰は、私たちの生活を脅かす深刻なリスクとして、常に存在しているのです。ホルムズ海峡の封鎖により、ガソリン価格が200円/ℓを超えるという試算もあります。それに、問題は石油製品やガスだけではなく、プラスチックやビニールだけでなく、洗剤、家電、文房具、衣類等にも影響は及びます。エネルギー問題の議論においては、こうしたリスクやその影響も考える必要があります。

詳細情報 ▶ 日本エネルギー経済研究所コラム  
「ホルムズ海峡封鎖を考える(1、2)」(2012.3、4)

(1) <http://eneken.ieej.or.jp/data/4269.pdf>  
(2) <http://eneken.ieej.or.jp/data/4291.pdf>



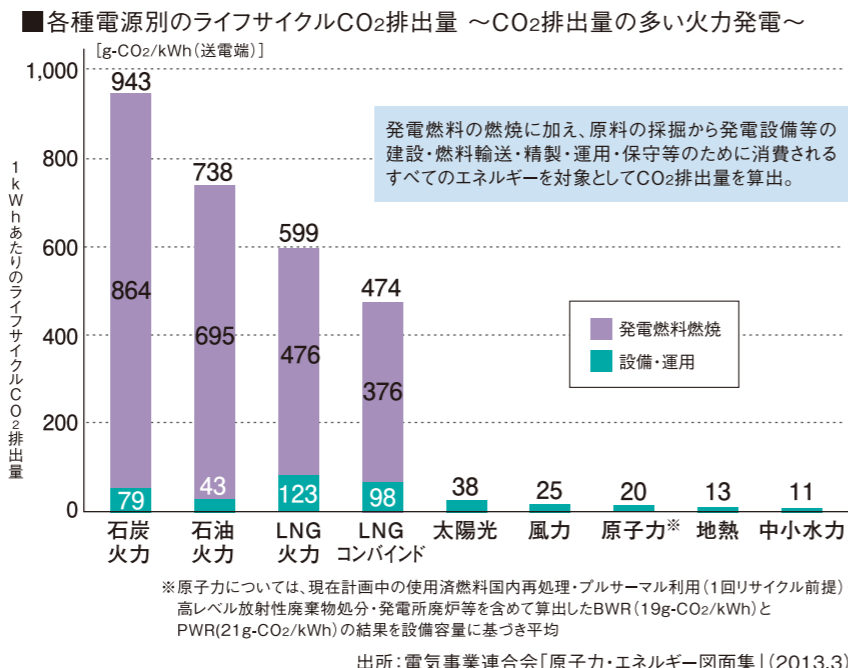
## 第1章 / エネルギー選択と環境

### 原子力の代わりに火力で賄っているけど、CO<sub>2</sub>削減はどうなるの？



地球環境にとって、CO<sub>2</sub>削減は依然として重要な問題です。

2012年度までの京都議定書第一約束期間は、不況の影響もあり、CO<sub>2</sub>など温室効果ガス削減目標を達成できそうです。しかし、震災後の火力発電の多用で、このままでは、2020年の目標達成は非常に難しい状況になっています。政府は目標値を改めると見られていますが、地球温暖化問題が消えてしまうわけではないので、削減努力が必要なくなるということはありません。



詳細情報 ▶ 環境省「環境白書(2012)」  
<http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/h24/index.html>

### 山下 ゆかりさん

民生部門を中心に電力需要が伸びるなか、日本政府は省エネルギーと電源の低炭素化の促進によって気候変動の国際公約を達成するべく、原子力と再生可能エネルギーの導入を促進してきた。2012年7月以降、震災前には年間発電量の約30%を担っていた原子力が2基を除いて停止しており、代替電源としてLNG火力等の利用が増えている。火力に代替したことで、節電による減少もあるなかCO<sub>2</sub>発生量は大幅に増加。世界的な景気後退等の影響で一時的に地球環境問題への関心が薄れているが、累積した温室効果ガスは百年単位で気候に影響を与える。そのため、将来世代を守るための対策が求められており、経済大国である日本が国際社会の責任を果たせない状況が続くことは好ましくない。

### 私 山本 隆三さん

は、こう考える！  
景気低迷のヨーロッパ、シェールガス革命に沸くアメリカ。欧米でCO<sub>2</sub>排出量が減っていることもあり、世界の地球温暖化への関心が薄れつつある。しかし、決して地球温暖化問題は解決したわけではない。また、昨今、日本で問題になっているといえば、PM2.5を含む中国の大気汚染だが、その原因の一つが石炭。中国の発電量の8割は石炭火力で、大気汚染とともにCO<sub>2</sub>の増大も大きな問題となっている。対策の一環として中国では、風力や太陽光発電の導入とともに、原子力発電所の建設にも力を入れているが、電力の需要増には追いつかず、化石燃料の消費は増加する一方。今後、日本の優れた環境対策技術や原子力技術で協力していくことが、日本に及ぼす大気汚染問題の解決にもつながるはず。



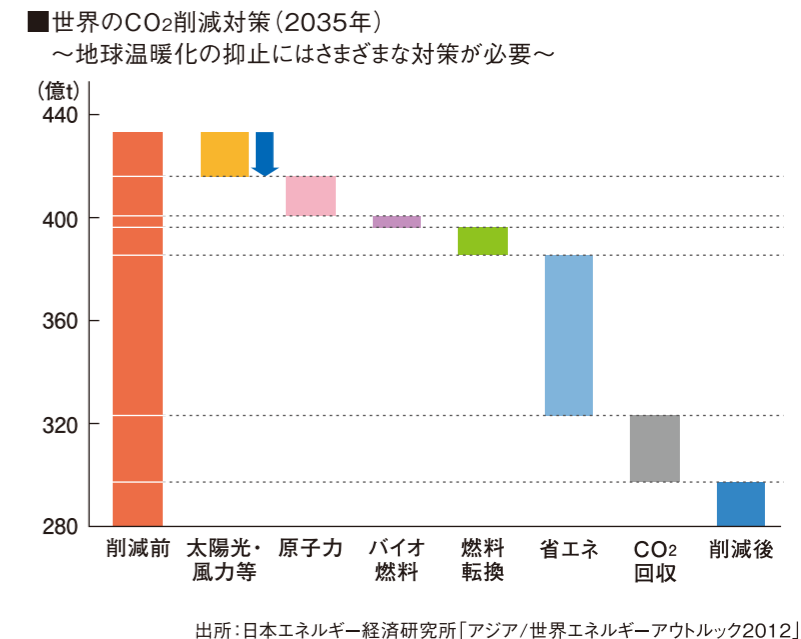
## 第1章 / エネルギー選択と環境

### 環境にやさしい再生可能エネルギーをどんどん推進すればいいのでは？



太陽光や風力など再生可能エネルギーだけでは、地球温暖化問題を解決できません。

地球温暖化対策として期待を集めている再生可能エネルギーですが、不安定さや高コストといった課題もあり、それだけでは問題を解決することはできません。省エネの推進、天然ガス・原子力・バイオ燃料の活用、それに現在開発中のCO<sub>2</sub>を回収して貯留する技術の普及など、各国がさまざまな対策を総動員する必要があります。地球温暖化問題ではこれさえあれば解決、という魔法の杖はないのです。



詳細情報 ▶ 経済産業省 資源エネルギー庁「エネルギーミックスにおける再生可能エネルギー及び火力発電に係る課題」(2012.4)  
<http://www.enecho.meti.go.jp/info/committee/kihonmondai/19th/19-1.pdf>

### 石原 慶一さん

私が属する研究グループで、2100年にCO<sub>2</sub>ゼロ社会を実現するためのエネルギーシナリオについてシミュレーションを行った。日本の場合、国土の面からも太陽光・風力の導入には限界があり、2100年でも10～15%が限度。残りの部分について、CCS(CO<sub>2</sub>回収・貯留)を併せ持つ天然ガス、原子力の比率をどうするかを考える。その時、問題となるのが輸送部門のCO<sub>2</sub>。自動車などで分散してCO<sub>2</sub>を排出されたら、回収は難しい。それなら、発電時に一括で回収できる電気自動車にすればいいが、充電スタンドなどのために大量の電気が要る。発電時にCO<sub>2</sub>を出さず大量の電力を賄えるとなると、原子力しかない。脱原子力を唱える人も多いが、地球環境を守るためには、原子力は必要な技術の一つなのである。

### 私 澤 昭裕さん

は、こう考える！  
再生可能エネルギーは、環境にやさしいが財布(経済)には極めて厳しいという問題があるため、推進すればどこかで限界がくる。ヨーロッパで再生可能エネルギーの導入が積極的に進められているのは、エネルギー政策ではなく、CO<sub>2</sub>削減を目的とした地球温暖化対策からである。そして、CO<sub>2</sub>削減の観点で考えるなら、最大の効果を持つのが原子力発電だ。震災以降、日本では原子力と再生可能エネルギーを敵対する電源のように論じる風潮があるが、地球温暖化対策上の観点からは、手を携えて進めていくべきもの。イギリスなどでは両者を同じ低炭素電源と位置づけ、共に開発していこうとしている。CO<sub>2</sub>削減の新たな対策なしに原子力をやめるというのは、地球温暖化問題をも軽視することになる。