



野が、自分の出身母体である福岡藩と幕府に追わられて薩摩に逃げ込んだのです。ところが当時、前の薩摩藩主であつた島津久光は、浪人が入り込むことを非常に嫌い、平野は鹿児島から出ていけと言われて、その時に失意の思いから、この歌を詠みました。

実は、写真を撮った後、私は駅の反対側からバスに乗ったので気づかなかつたのですが、撮影から10分後の10時20分に、桜島の昭和火口で爆発的な噴火が起きました。

噴煙の高さは4300メートルで、これは1955年に気象庁が桜島の観測を開始して以来、6番目の高さでした。非常に大きな噴火だったわけです。ところが、噴火のことを知った後も、周りにいた人たちは平然として

特集 エネルギー問題を考える

講 師

●河原 雄三 氏

(コラムニスト・ジャーナリスト)

◆日本は、世界有数の“地熱資源国”

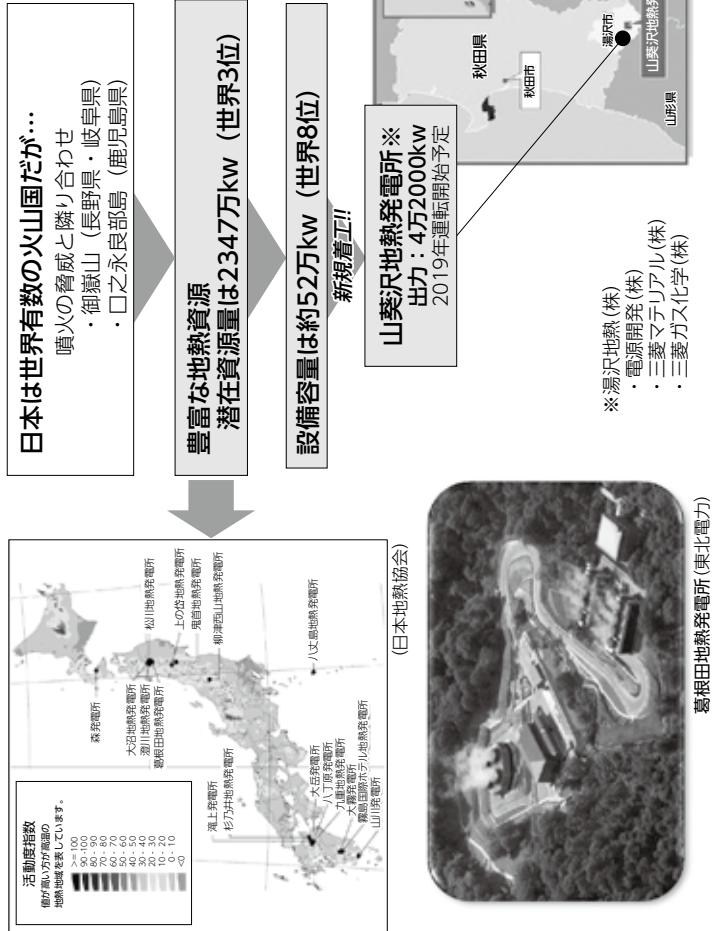
ご紹介いただきました河原です。よろしくお願ひいたします。

本日は「エネルギー問題を考える」というテーマで、再生可能エネルギーや水素エネルギー、省エネルギーなどの最近の動向について、それから、いま総合資源エネルギー調査会の小委員会で最終的な詰めに入っている、日本の新たな長期エネルギー需給見通しについても、お話ししたいと思います。

今年の5月21日に鹿児島県へ行く機会があり、午前10時10分に鹿児島中央駅という鹿児島で一番大きな駅の駅ビルから「桜島」を撮影しました。町中でこれだけの活火山を目の前にしますと、なかなか雄大な気持ちになり、ふと頭に浮かんだのが、『わが胸の燃ゆる思ひにくらぶれば 煙はうすし 桜島山』という歌です。

これは、幕末の勤皇の志士である平野国臣という福岡藩士が残した歌です。西郷隆盛以下、薩摩藩士と非常に親交の深かつた平

資料① 日本は世界第3位の地熱資源大国



資料①（4ページ）をご覧ください。地熱発電に利用できる潜在的な地熱資源の量は、アメリカ、インドネシアに次いで世界第3位、推定資源量は約2300万キロワットあります。

日本は世界でも有数の火山国です。桜島の噴火から8日後には、鹿児島県の南西60キロの海上にある屋久島からさらに西へ10キロほどの口之永良部島でも、爆発的な噴火が起きました。137人の住民の方たちが海上保安庁の船や町営のフェリーで屋久島へ避難するシーンをニュースで見て、火山噴火の脅威をあらためて痛感したわけです。

しかし一方で、日本はこうした火山の脅威と裏腹に、恩恵を受けている面もあります。温泉がそうですし、発電に使われる地熱のエネルギーも火山国としての恩恵の一つだと思います。

「風向きが海のほうだから、こちらに火山灰が降つてこなくてよかつたね」という程度で「大変だ」とか「これからどうしよう」とか、そんなことは全くなく、ごくありふれた日常のように彼らはそれを受け入れているのです。

火山のそばに住んでいる人間と、私のようにそばに住んでいない人間の違いというのは、驚くほどはつきりと分かれています。

いるのです。

ます。100万キロワット級の大型の原子力発電所で言えば、23基分のポテンシャルを持つているわけです。

ですけれども、実際にどのくらい使われているかと言うと、いま日本にある全ての地熱発電所の出力を合わせても、約52万キロワットしかありません。つまり、潜在的な資源量のうちの約2%分しか活かされていない、ということです。

地熱は、再生可能エネルギーの中でも、太陽光や風力に比べると天候に影響を受けないなど、安定して利用することができます。80%という高い稼働率が期待でき、昼も夜も安定して発電するベースロード電源として使えます。また、発電コストも太陽光や風力に比べれば安価です。

2030年度の新たな長期エネルギー需給見通しでも、地熱発電を「水力、バイオマスとともに自然条件に影響されない安定的に運用可能なベースロード電源として積極的に拡大する」と位置づけています。

しかし、これだけの潜在的な地熱の資源があつても、地熱発電所の設置がなかなか進みません。なぜかと言うと、温泉の井戸が枯れてしまうことを心配する温泉関係者の反対や、自然保護団体の反対などさまざま反対があります。また、地熱資源の多くは国立公園や

国定公園の中にあるため、開発規制のあるのです。この開発規制については、環境省がいま規制緩和の方向で検討を進めています。

それから、再生可能エネルギーでつくった電気を、電力会社が高めの価格で一定期間買取るという「固定価格買取制度（FIT）」によつても、地熱開発の機運が高まつていて、現時点では全国の60カ所以上で開発が検討されています。

その一つが、電源開発、三菱マテリアル、三菱ガス化学の3社が共同でつくった湯沢地熱という会社が進めている、秋田県湯沢市の山葵沢（わさびざわ）地熱発電所です。その規模は4万2000キロワットで、この5月から建設が始まりました。4年後の2019年に運転開始が予定されています。運転開始の時点で1万キロワットを超える大型の地熱発電所は、実に23年ぶりとなります。

◆『藻（も）』から、ジェット燃料をつくる

5月に私が鹿児島県へ行つたのは、「藻（も）」からジェット燃料をつくるというプロジェクトを見るためでした。資料②（7ページ）は、その概要などをまとめたものです。先ほどの桜島の写真を撮つた鹿児島市の七ツ島という地区で、NEDOの「戦略的次世代バイ

オマスエネルギー利用技術開発プロジェクト」として、IHI（旧石川島播磨重工業）や神戸大学などのグループが取り組んでいるものです。

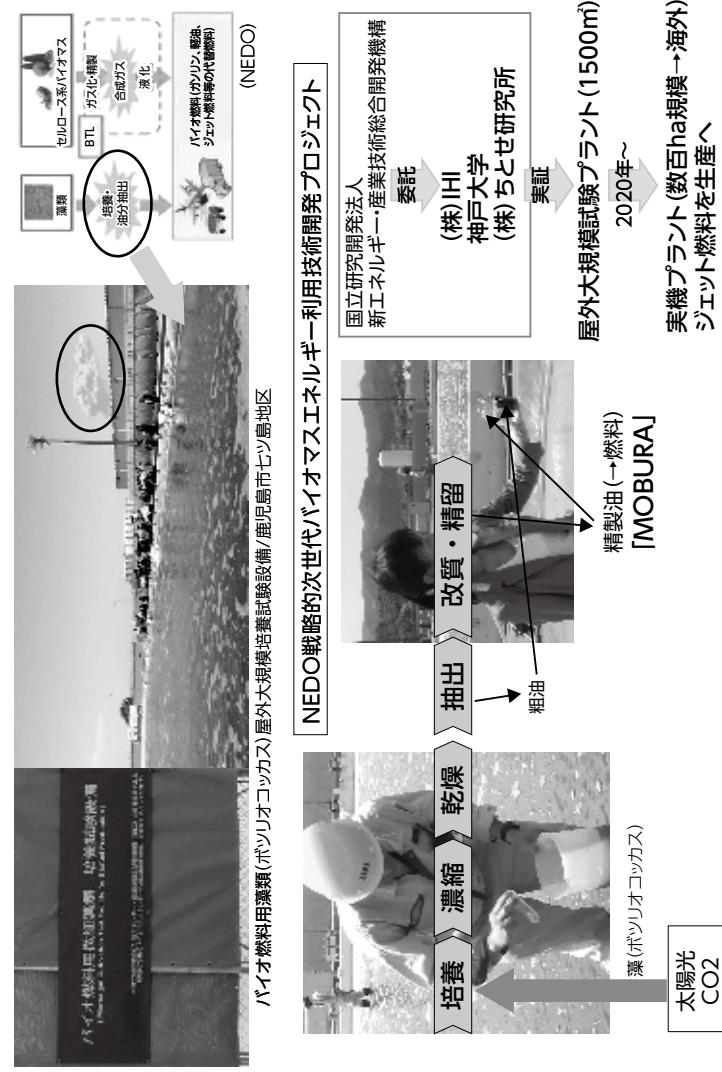
NEDOは、「国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構」「いう法人の略称で、『エネルギー環境問題の解決』と『産業競争力の強化』という二つのミッションを担っている、日本最大級の公的な研究開発マネジメント機関です。経済産業省が進めている産業技術政策やエネルギー環境政策を推進する実施部隊として活動しています。

IHIグループは、NEDOからの委託事業として、バイオ燃料の原料となる「ボツリオコッカス」という藻を、屋外での光合成だけで安定的に培養する技術を確立するための実証試験を行っています。バイオ燃料とは、動植物など、生物由来の有機性資源（バイオマス）を原料にしてつくられる燃料です。

七ツ島にあるIHIの敷地内には、25メートルプール6個分という1500立方メートルもの巨大なプールがあり、その中でボツリオコッカスを育てています。「この大型プールで大規模培養に成功したので、ぜひ報道関係者にお見せしたい」という案内状が来て、その記者見学会に参加したわけです。

IHIグループでは、CO₂（二酸化炭素）を大空にまき散らしている石油系のジェッ

資料② 「藻」をジェット燃料に(鹿児島市)



ト燃料に替わるバイオ燃料を航空機燃料として5年以内に実用化しようと、いま進めてい
る太陽による光合成での培養から、さらに油脂を取り出すまで一貫して生産する技術を確
立して、商業規模の大量生産を目指しているのです。

航空機の燃料需要は、途上国を中心に大きく伸びていますので、今後もいまのまま石油
系のジェット燃料が使われていけば、大気中に放出されるCO₂の量はとんでもなく増え
てしまいます。それで、その削減に大きな効果のあるバイオ燃料に注目が集まっているわ
けです。いろいろなバイオ燃料がありますが、藻類（そういう）は、単位面積当たりの生
産性が抜群に高いという特長を持っています。

ですから、IHIのボツリオコッカスとはまた別に、ユーログレナ（ミドリムシ）を使つ
てバイオジェット燃料を製造するプロジェクトも進められています。これは、JX日鉱日
石工エネルギーなどのグループが取り組んでいて、両者が競い合っている状況です。

経済産業省では先日、5年後の2020年に開催される東京オリンピックでバイオ燃料
による航空機のデモ飛行、商業飛行を実現させようと、官民の検討会を立ち上げました。
藻類や木くずを原料としたバイオ燃料で飛行機を飛ばそうという世界で初めての試みで
す。それを官民が連携して、オールジャパン体制で推進していくこうということわけです。

◆日本の海のエネルギーが持つ、高いポテンシャル

5年後のオリンピックの年、東京の空をカーボンニュートラル（CO₂の排出と吸収が
同量。つまり排出量はゼロ）のバイオ燃料を積んだジェット機が飛ぶことで、海外に向け
て大きな宣伝効果が期待できるとして、その準備が進められています。

日本の国土面積は約38万平方キロメートルと、世界で61番目の小さな島国です。しかし、
資料③（11ページ）にあるように、領海と排他的經濟水域（EEZ）を合わせた日本の海
の面積は約447万平方キロメートル、なんと国土の12倍もあります。そうすると日本は、
一気に世界で6番目の一大海洋国家になるのです。

これだけ海の面積が広いですから、当然、海洋エネルギーのポテンシャルも高く、
EEZから取り出せる海洋エネルギーの1%を電力に代えることができれば、それだけで
国内の数年間の電力需要を賄えるのです。これはコストも技術水準も度外視しての試算で
すが、それだけの潜在力があるということです。

その海洋エネルギーにはどのようなものがあるかと言うと、海の上を吹く風によって起
くる波の波動運動を利用して発電をする『波力発電』、それから、海面に近いところと海

底に近いところの温度差を利用して発電をする「海洋温度差発電」、さらに海流や潮流による海水の動きを巧みに利用して発電する「海流発電」「潮流発電」などがあります。そのなかで最も有効とされているのが、「波力発電」です。

これらの海洋発電についても、先ほど紹介しましたNEDOなどが技術開発プロジェクトに取り組んでいるのですが、最大の課題はコストをいかに下げるかです。2010年代後半といいますから、これから5年の間に発電コストを1キロワットアワー当たり40円以下に下げよう、そして2020年以降の事業化時には、いまの太陽光発電よりも安い、1キロワットアワー当たり20円以下にしよう、という目標が立てられています。

仮に波力発電の発電コストが40円、20円と下がっていけば、石油を燃料にする発電より安くなりますので、クリーンな電源を拡大する有力な手段になつていくわけです。

こうした目標を掲げて進められている「次世代海洋エネルギー発電技術研究開発プロジェクト」の一つとして、リニア式の波力発電システムの研究開発が、釜石市でこれから進められます。釜石市の釜石・大槌地域産業育成センターと東京大学、東北大学が連携して取り組んでいるプロジェクトです。

リニア式の波力発電システムというのは、東京大学が開発した技術を基にしたもので、

1

ひろば455号-特集

資料③ 海のエネルギーを電気に



発電設備を釣りの浮きのように海に浮かべて、海面の上下運動によるエネルギーをうまく活用して発電するシステムです。開発期間は4年間で、7億円の総事業費をかけて進められます。

日本には、もうすでに動いている波力発電のシステムもあります。私は先月の下旬に見てきたのですが、それはNEDOが山形県の酒田港で実証運転を行っている空気還元式の波力発電システムです。これは海に浮かべるのではなく、岸壁に設置したケーソン（箱形の構造物）の上に、固定式の発電機を海に向けて据え付ける構造となっています。

仕組みを簡単に言いますと、海側に設置された空気室の中で、波の上下運動によつて生じたエネルギーで空気を圧縮して、圧力のある空気のエネルギーに変換します。そして、その圧縮された空気の力で発電機のタービン（羽根車）を回して発電する、というものです。当然ですが、この波力発電システムを稼働するためには、波がなければなりません。高さ20センチくらいの波があれば発電できるのですが、私が行った6月下旬の酒田港では、ほとんど波はありませんでした。冬場ですとケーランを越えてくるくらい波が高くなるようですが、夏の日本海は静かな海なので、年間を通して発電機を動かすのはなかなか難しいな、というのが感想です。

◆大きな魅力を持つ、「水素エネルギー」

次は、水素の話です。家庭用燃料電池の「エネファーム」に続いて、トヨタの燃料電池自動車（FCV）「MIRAI」が市場に投入されました。こうしたことから、二次エネルギーとしての水素に注目が集まっています。

ちなみに、石油や石炭、天然ガス、水力など、自然から採取されたままの形状で得られるエネルギーを「一次エネルギー」、さらに、それを使いやすく転換、加工した電気や都市ガス、ガソリンなどを「二次エネルギー」といいます。つまり、水素は電気やガソリンに替わるものとして注目されているということです。マスコミもよく取り上げていますし、ガス会社や家電の会社も水素のメリットを盛んに宣伝しています。

資料④（15ページ）に、水素の特徴や製造方法、用途などをまとめています。

水素は、元素記号「H」で表される、最もシンプルな構造の物質です。空気に対する比重は0・0695で、気体の中で最も軽いものです。そのほとんどは、水（H₂O）のように、他の元素とくつついた化合物として、この地球上にほとんど無尽蔵に存在しています。

水素は、石油コンビナートや化学プラント、製鉄所などで大量に使われています。例え

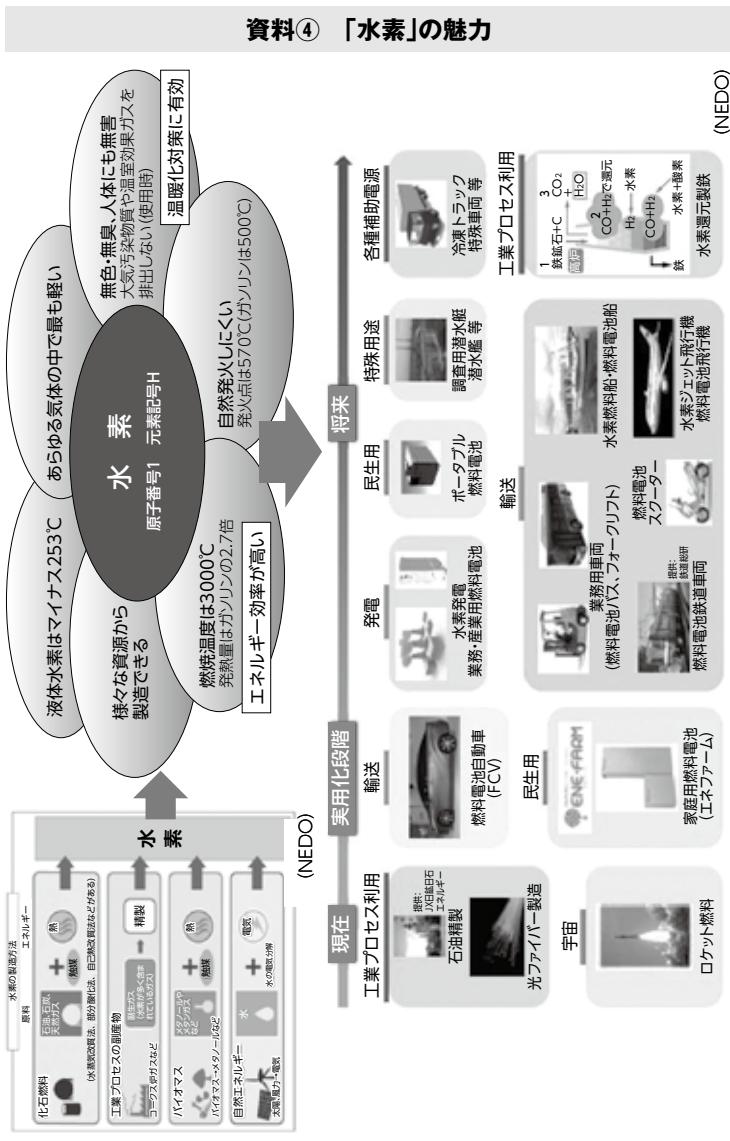
石油精製では、原油の中に含まれる硫黄分を取り除くための脱硫用の材料として、また、石油化学製品をつくる際の添加剤として使われています。製鉄所では、ステンレスなどの表面をピカピカに磨く熱処理の際に利用されています。

他にも、身近なもので、マーガリンやサラダオイルなどの油脂硬化剤、それから化粧品や洗剤、香料、ビタミン剤などの原料の一部に使われています。

エネルギーとしての用途では、以前はロケット燃料として利用される程度でしたけれども、第一次・第二次オイルショックの後、1980年代に水素のエネルギーを動力源や熱源として利用することが着目され、日本でも30年前から国家プロジェクトとして、燃料電池をはじめとするさまざまな研究開発が進められてきました。

余談になりますが、エネルギーとしての水素に最初に着目したのは誰かと言うと『海底二万里』や『八十日間世界一周』、『地底旅行』などこの名作を残した19世紀のSF作家、ジユール・ヴェルヌと言われています。彼は1874年に『神秘の島』という本を上梓しました。この本の中で、孤島に流された技術者の言葉として次のようなことが書かれています。

「石炭の鉱脈が枯済してしまっても、私たちは水で加熱したり、暖を取つたりするようになると思う。水は石炭になる。水素と酸素から成る水が未来のエネルギー源になるだろ



う」。ジュール・ヴェルヌは、130年以上も前に今日のありようを予測していたというわけです。

水素は、「使用時には」という条件がつきますが、大気汚染物質やCO₂などの温室効果ガスを排出しない、クリーンなエネルギーです。燃焼によつて出てくる排気は水蒸気と少量の窒素酸化物だけで、人体には無害なものなのです。中毒の恐れはありません。

また、資料④(15ページ)の左上の図にあるように、水素は石油や石炭、天然ガスなどの化石燃料や、製鉄など工業プロセスの副産物、バイオマス、自然エネルギーなど、いろいろな資源からつくり出すことができます。ただし、この製造時にはCO₂なども排出されます。

こうしてつくられる水素は、さまざまな需要に柔軟に対応できる二次エネルギーで、しかも、単位当たりの発熱量はガソリンの2・7倍もありますから、水素を使う燃料電池のエネルギー効率は極めて高くなります。家庭用・ビル用の燃料電池の場合だと、熱と電気を合わせて供給することができますので、総合的なエネルギー効率は最高で95%と言われているのです。

さらに、水素を単なるエネルギー源としてだけでなく、エネルギーの運搬手段としても

使うことができます。例えば、太陽光などの再生可能エネルギーでつくった電気が余つてしまつた、どうしようか、という場合に、その余つた電気で水を電気分解して水素をつくって貯めておき、需要のあるところに運んで使えば、電気を無駄にせず、有効活用できます。水素は、貯蔵、輸送にも適したエネルギーであり、他のエネルギー源と組み合わせることで、それらの弱点を補つて燃費を向上させる役割を果たすことができるということです。ですから、水素がいまよりはるかに安い値段で、しかも大量に使えるようになれば、一躍立派な二次エネルギーとして躍り出るわけですけれども、そのためには課題があります。まず何といつてもコストの問題があり、量の確保の問題もあり、それ以前に「水素は安全に使えるのか」という根本的な疑問にも答えなければなりません。

水素に不安を感じる人は、東日本大震災直後のニュースで繰り返し流れた東京電力福島第一原子力発電所での水素爆発のシーンを、どうしても連想してしまうのです。目の前にガス会社のタンクがあつても何とも思わない方でも、福島第一が水素爆発だと言われれば、心穏やかではいられない可能性があります。

水素は可燃性のあるガスです。しかし、空気中に出るとたちまち拡散しますから、開放された空間での爆発はほとんど起こらないと言われています。しかも、発火点は570℃

と、500℃のガソリンより高いので、自然発火がしにくい。熱放射による被害や類焼がないという特徴もあります。

いずれにしましても、他の燃焼系のガスと同じように取り扱いを間違えなければ、水素の危険度は高くありません。現状では、高圧ガス保安法などの規制、基準などで安全に関するさまざまな事項が定められています。町中を走る燃料電池自動車や各地で建設中の水素ステーションにも、歩行者規制法に基づいた対策などが施されています。

◆「水素社会」の実現へ向けた、3つのステップ

「水素社会」という言葉が新聞などによく出ますが、世の中の景色がパッと変わる、ということではありません。SF映画のように、CGでしか表現できない社会がやってくるわけでもありません。水素のエネルギーをガソリンや都市ガスのように日常の生活、産業活動においてごく普通に利用できる社会が、水素社会です。

私たちはいま、ガソリンや都市ガスを特段の意識も持たずに湯水のように使っています。水素も利用者が特別な意識を持たずに使えるようになり、水素利用の普及が進むことで、環境問題やエネルギー問題に貢献できる社会が実現する。そのような社会を目指して、い

ま官民を挙げて関連機器やシステムの開発、インフラの整備などが進められているわけです。

ただし、水素をごく普通に燃料として使うには、安全性の問題をクリアしつつ、貯蔵施設や輸送用のタンク、都市ガスではパイプライン、ガス導管などのインフラ、そういったものを一から整備することになりますので、地域や社会の理解が不可欠です。安全確保や税金負担、そういったところで住民の合意が形成されるようなプロセスがいざれ求められることになります。

水素社会の本格的な取り組みはこれからですけれども、水素を利用する技術として、日本は燃料電池の研究開発には30年以上前から国家プロジェクトとして取り組み、諸外国を大きくリードしてきました。そして、6年前の2009年には、水素を身近な存在として位置づけていく目的で、世界初の家庭用燃料電池が「エネファーム」というメーカー統一のブランドで商品化されました。このエネファームの累積設置台数は、今年3月末で12万台になっています。

エネファームを水素社会実現への第1ステップとすると、第2ステップは燃料電池自動車の本格導入に向けてインフラを整えていくことです。昨年の12月には、トヨタが燃料電

池自動車「MIRAI」を世界に先駆けて量産型自動車として販売に踏み切りました。ホンダも今年度中に、日産は来年度に、燃料電池自動車を発売する予定です。海外メーカーも追随しています。

いよいよ『究極のエコカー』と言われる燃料電池自動車の時代が幕を開けるわけです。そのためにはインフラ、つまり水素燃料を供給する『水素ステーション』の設置が必要です。首都圏など一部で地域には整っていますが、全国各地に広がっていかないことは燃料電池自動車の普及も進みません。

経済産業省が出しているロードマップによりますと、今年中に人口の多い首都圏や中部圏、関西圏、北九州の4大都市圏を中心に、100カ所の水素ステーションを設置することになっています。今年6月1日現在で全国85カ所に整備され、そのうち25カ所がオープンしています。やや遅れぎみなので、経済産業省や自動車メーカーは、これを何とか早めたいと考えていて、自動車メーカーは「建設資金の一部を肩代わりする」と言っています。

問題の初期コストはどのくらいかと言うと、ガソリンスタンドの場合は1カ所当たり1億円かかりませんが、水素ステーションはその4倍から5倍、4億円から5億円と言われています。

経済産業省のロードマップでは、2020年頃にはコストを現在の半分くらいに下げることをを目指しています。水素ステーションの整備を進めていくにはコストの低下が不可欠で、私は1億円近いところまで下がらないと、普及はなかなか進まないと思います。

今後、水素をガソリンや都市ガスのように何の不自由もなく使える水素社会を実現していくには、需要の創出、安定した供給体制の構築という大きな課題に取り組む必要があります。そのためには、たくさんの水素を消費するモノが必要なので、大型の水素発電の導入を促していくことによって、水素の需要と供給の拡大を目指していこう、という構想が、水素社会実現に向けた第3ステップの取り組みです。

家庭用燃料電池の一層の普及をはじめ、燃料電池の新しい利用形態の創出、そして海外で水素を製造して日本に輸送し、さまざまな分野で利用するまでの供給網の構築に向けた产学官連携のプロジェクトが、いま展開されようとしています。

具体的には、NEDOとプラントメーカー、ゼネコンなど7社が、総事業費4000億円の規模で、水素の製造から貯蔵、輸送、使用に至るまでの大規模な水素エネルギー利用システムの開発をトータルで進めていこうというものです。

資料⑤（23ページ）に、その流れを示しています。例えば、オーストラリアには『褐炭』

川崎重工業と千代田化工建設はお互いにライバル企業ですけれども、そのライバル同士が一つのプロジェクトの中でもともに技術開発に取り組むという「吳越同舟」のオールジャパン体制で、このビッグプロジェクトが進められているのです。

経済産業省の「水素・燃料電池戦略ロードマップ」では、大型の発電事業としての水素発電の本格導入を2030年度としています。いま国内で流通しているエネファームや燃料電池自動車に使う水素は、製鉄所や石油プラントの生産工程で副産物として得られる水素（副生水素）で賄っていますが、50万から100万キロワット級の水素発電所ができる

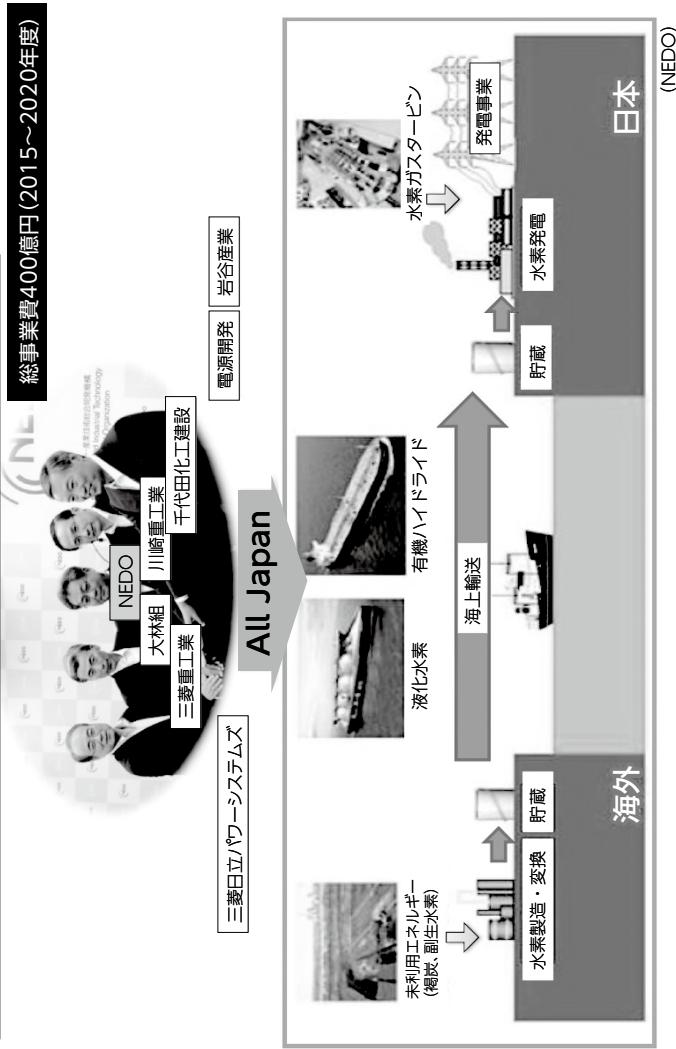
という利用されていない低品質の石炭があります。そこで、この褐炭を原料に大量の水素を現地でつくり、それをタンクに詰めて日本に輸送して、国内の利用者に安定的に供給するシステムをつくるとともに、水素ガスタービンと水素発電の技術開発も進めていこうというプロジェクトです。

水素の海上輸送については二つの方法があります。川崎重工業は、水素をマイナス253℃に冷やして液体にして運ぶ技術開発を担当し、千代田化工建設は全く異なる方法、水素をトルエンと化学反応させて有機ハイドライドという化学物質に換えて運び、日本で水素に還元するという技術開発を担当します。

資料⑤ 「吳越同舟」オールジャパンで水素供給網を構築へ

総事業費400億円(2015~2020年度)

NEDO水素社会構築技術開発プロジェクト(大規模水素エネルギー利用技術開発)



くると、こうした副生水素だけでは足りず、燃料の水素が間違いなく不足してきます。そのため、海外で安い水素を大量に調達して安定的に日本国内に供給する仕組みの構築が必要となつてきますので、このNEDOのプロジェクトが注目されているのです。

オールジャパン体制によるプロジェクトの最終年度は、2020年です。東京オリンピックの年で、選手村のエネルギーを水素で賄うとか、移動手段として燃料電池バスを走らせたりする構想が出ています。NEDOを中心とするチャレンジは、日本の水素エネルギー利用技術の先進性を海外にアピールする役割も担っているわけで、プロジェクトのメンバーも意欲を持つて取り組んでいます。

それから水素関連のプロジェクトとして、もう一つ「Power to Gas」というものがあります。これは、水素の製造段階からCO₂を排出せず、クリーンにつくつてクリーンに使おうという構想です。再生可能エネルギーによる発電の余剰電力を使い、水を電気分解して水素を製造、貯蔵、輸送して使います。これもNEDOの委託事業として進められています。

◆太陽熱を利用する、「ご当地仕様」の省エネ住宅

再生可能エネルギーと言われて、まず思い浮かぶのが太陽光発電かと思います。「固定価格買取制度（FIT）」がつくられたことによつて、その導入にはずみがついて、太陽光発電の設備能力は制度開始時の4倍に当たる約2400万キロワットにまで膨れ上がっています。まさに「太陽光バブル」と言える事態になつてゐるわけです。

2012年7月の「FIT」のスタート直後には、実際に発電する意思がないのに認定だけ取つておこうとする人たちも殺到して、「空押さえ」とか、「空枠取り」というやり方が横行しました。こうしたこと也有つて、今年の3月末までに買い取り対象として認定を受けた再生可能エネルギー設備の9割を太陽光発電が占めています。その発電能力は、実際に8300万キロワットにもなつてゐるのです。

この8300万という数字の意味ですが、政府の長期エネルギー需給見通しでは、2030年度の太陽光発電による発電量を6400万キロワットと想定しています。いまの時点ですでに、これを3割も超える8300万キロワットの太陽光発電が認定を受けているわけですから、非常に異常な事態になつてゐるわけです。

さすがに「これはまずいぞ」と、経済産業省が制度の見直しを始めています。年内に見直し案が出されて、来年の通常国会で関連する法律の改正が行われる予定ですが、これは当然の話だと思います。

太陽エネルギーの利用には、もう一つ、太陽熱の利用があります。1970年代のオイルショックをきっかけに、太陽熱でつくる温水を給湯や暖房に利用する住宅が増えました。全国津々浦々、いろいろなところで屋根に太陽熱温水器を付ける家が出てきたわけです。ところが、これがなかなか難しかったのです。

住宅の構造として、室内の温度を逃がさないように断熱性を高めていくと建材の耐久性が悪くなる、あるいはコストがかかり過ぎる、そういうた問題が出てきたのです。それで、オイルショックによる混乱が落ち着いてきた1980年代以降は太陽熱温水器の普及が進まなくなりました。

ただ、そうは言いましても、太陽光と太陽熱を利用する際のエネルギー効率を比較すると、太陽光は実用化されているシステムの場合で7%から20%なのに対し、太陽熱は40%から60%と非常に高いのです。そこで、やはりこの無尽蔵の太陽熱エネルギーを利用しない手はないということで、4年前からNEDOがメーカーとともに、「太陽熱エネルギー

活用型住宅の技術開発プロジェクト」に取り組んでいます。

高性能断熱材や蓄熱建材などの開発を進め、全国の11地点で、太陽熱エネルギーを効果的に活用するシステムの実証試験が行われています。これは、公募によつて選ばれた住宅建設会社などが断熱材や蓄熱建材を使って、それぞれの地域の気候や気象条件、自然条件に適した形の、いわば『ご当地仕様の』省エネ住宅を建てて、その効果を実証しようとうものです。

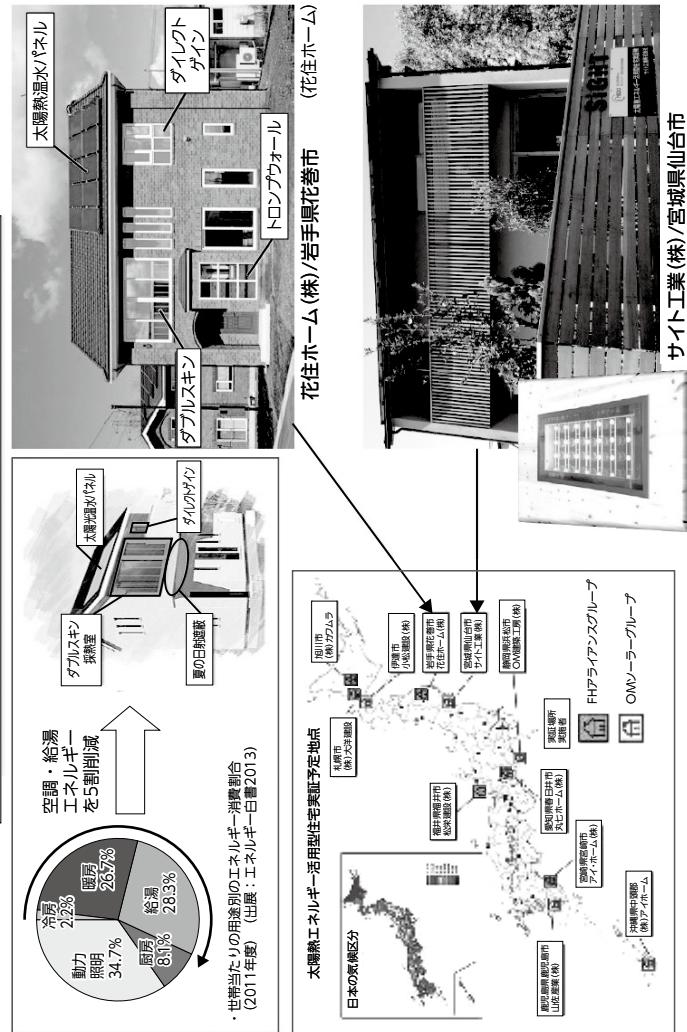
資料⑥(29ページ)の左上の円グラフを見ていただくと分かれますが、家庭のエネルギー消費を用途別に見ると、暖房、冷房、給湯に費やすエネルギーが全体の6割を占めています。NEDOのプロジェクトは、こうした空調と給湯に費やされるエネルギーを半分に、つまり全体の3割に減らすことを目指しています。

ここ東北地方では、岩手県花巻市の花住ホームと宮城県仙台市のサイト工業という2社が、この事業に応募して、それぞれ実証住宅を建てて実証試験を行つてゐるところです。私は先月、サイト工業の省エネ住宅を見てきました。「2月の一番寒い冬場の朝でも、暖房器具を全く使っていない部屋の室内温度が16°Cの時がありました」と言つていました。非常に効果的かと思います。

今後の課題は、コストをどれだけ抑えられるかということになりますが、取りあえず機械的にはうまくいっているという話を伺いました。申し込めば、これらの省エネ住宅を見学できますので、興味のある方は、ぜひご覧いただければと思います。

◆エネルギーを自給自足できる建物

資料⑥ ご当地仕様の「省エネ型住宅」で空調・給湯エネルギーを半減へ



「ブラインド制御システム」を開発して、実証試験を行っています。

このブラインド制御システムは、大変優れた機能を持つています。外が晴れているか、曇っているかという晴天、曇天の判断だけでなく、周囲のビルの影、それから光の反射も室内全体の照明を調節するうえでの判断要素にして、非常に細かい調節を行っているのです。大林組によりますと、晴天時の日中の消費電力は、設備を設置する前の63%減、何と6割以上カットできているということです。

今後、さらに開発、改良を進めて、年間を通して晴れている日も曇っている日も電力の消費量を6割カットできるようなシステムを目指しているそうです。

この大林組の取り組みは、照明に関する省エネの追求ですけれども、さらに建物全体の省エネを目指す「ZEB (Net Zero Energy Building)」という取り組みも盛んで、大手のゼネコン各社がその開発と商品化の競争を繰り広げているところです。

建物の構造から、設備の省エネルギー、再生可能エネルギーの活用、それから地域内のエネルギーの面的（相互）利用、そういった対策をうまく組み合わせることによって、建物が年間に消費するエネルギーと同じ量のエネルギーを建物の中で生み出して、エネルギー収支をゼロにする、つまりエネルギーを自給自足できる建物、これを「ZEB」と呼びます。

んでいます。

資料⑦（33ページ）の下に載っている二つのグラフは、実証試験に取り組んでいるゼネコン2社が公表したもので、上が大林組、下が大成建設のデータです。

大林組は都内の研究所のオフィスビルで実証試験を行い、2014年度の運用実績として、ビル全体のエネルギー消費量を施設内の再生可能エネルギーによる発電量で全て賄つた、エネルギー収支ゼロを達成したということで、4月初めにこのデータを公表しました。

それから6月にデータを公表したのが大成建設です。こちらは横浜市内に設置した実証棟で昨年の6月から今年の5月まで1年間の実証結果として、同じように年間エネルギー収支ゼロを達成したことを発表しています。

都市部では、エネルギーを自給自足できる建物を実現するのはなかなか難しいと思つていたのですが「都市部でもきちんとつくれることが、この二つの実証結果から言えるのではないか」と、この2社は言っています。

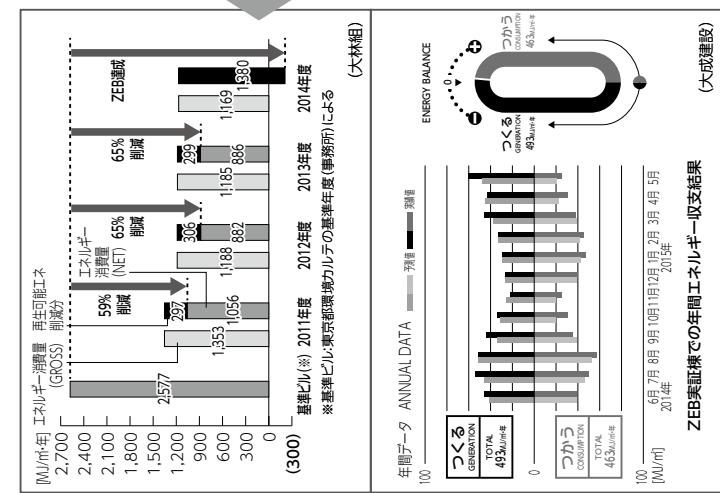
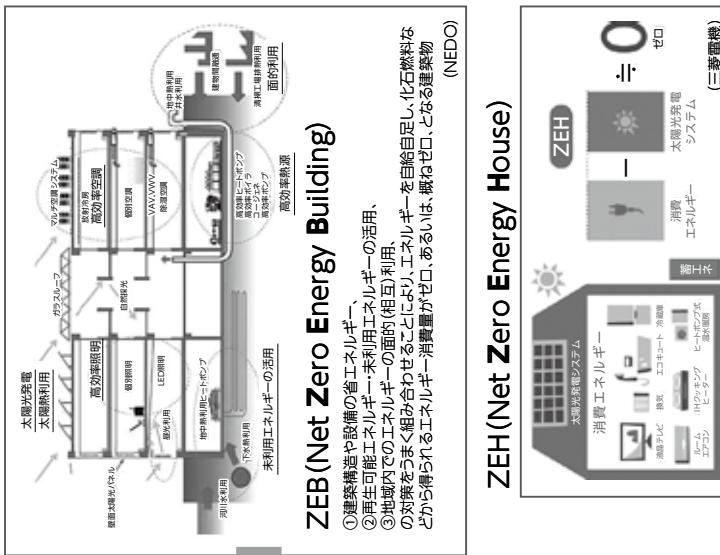
ただ、問題なのは、この建物をつくるのに一般的なビルの1・5倍から2倍くらいのコストがかかっています。これが、一般ビルの2割増し程度まで下がらないとなかなか買いつ手がつかない、ユーザーはつかないということで「エネルギー収支をゼロにすることには

これもやはりコストがかかるという課題があります。2030年度に向けた長期エネルギー需給見通しにおいても、また地球温暖化対策においても、その鍵を握っているのは省エネです。どこまで省エネができるかによって、目標達成の数字が変わってくると思います。

成功したけれども、これからシステムの低コスト化に取り組んでいかなければいけない」とも言つていました。

そして、もう一つ「NEH (Net Zero Energy House)」というものもあります。これは、先ほど紹介した太陽熱エネルギー活用型住宅に、さらに太陽光発電システムを組み合わせて「ZEB」と同じようにエネルギー収支をゼロにする住宅です。住宅メーカーなどが競つていて、すでに商品化されているものもあります。

資料⑦ 究極の省エネ：ZEB、ZEH



タルは37兆円という額ですから、大変な物入りなのです。

NEDOは、省エネ社会実現のための助成にも取り組んでいます。7月1日には、エネルギーの供給から需要までのあらゆる分野において事業化を見据えた省エネエネルギーの技術開発テーマの募集を始めました。そうして、省エネ対策に寄与する重要技術や「ZEB」、「ZEH」、あるいは高効率の火力発電など、重要なテーマを中心に「開発・導入のシナリオの策定から事業化まで切れ間なく支援していく」としています。

募集は「インキュベーション研究開発」、「実用化開発」、「実証開発」の3段階に分かれています。例えば、開発終了後に速やかに製品化する「実証開発」の場合だと、助成金は1件当たり10億円と大変な大盤振る舞いとなつており、「これほどの大盤振る舞いができるのかな」と思うくらい大変なプロジェクトですが、こうした取り組みは今後もどんどん進めていくようですから、省エネ関連の助成事業は相当な量で増えていくかもしれません。

◆年々負担が増える、『電気料金の値上がり』

私は宮城県の多賀城市に住んでいるのですが、わが家はオール電化住宅です。震災後の電気料金の値上がりの影響を最も強く受けているユーザーの一人です。そこで、家族一丸となつて徹底的な節電に努めています。その成果は、電力の使用量にはつきりと表れていて、今年の6月は401キロワットアワーと1年前の500キロワットアワーより2割も減らすことができました。

ところが、電力会社からの請求予定額の一一番下を見ると、「再生可能エネルギー発電促進賦課金」という項目があります。これは節約することのできないものですから、電気料金全体で見ると、なかなか節約の成果を大きく実感できないわけです。

ご存知のように、再生可能エネルギーの「固定価格買取制度（FIT）」では、太陽光や風力などの再生可能エネルギーで発電した電気を、電力会社が一定の価格で買い取ることを約束しています。しかし、その電力会社が買い取る費用は、私たち電気のユーザーが賦課金という形で負担をしているわけです。

その「再エネ賦課金」は、いま1キロワットアワー当たり1円58銭です。わが家の場合ですと、6月分として使用量の401キロワットアワーに1円58銭という単価を掛けた数字、つまり633円を支払う義務を負っているわけです。

しかも、その単価は「FIT」が始まつた年から22銭、35銭、75銭、1円58銭と、まさに倍々ゲームのように毎年跳ね上がつてきています。わが家はオール電化ですから、

冬場はもっと電気の使用量が増えて、「再エネ賦課金」もグンと増えます。6月の請求の633円に単純に12を掛けて年間に置き換えただけでも、再生可能エネルギーの導入促進のために、年間7600円の貢献をしているわけです。

再生可能エネルギーの導入を促進することには、私も賛成です。そのコストの一定割合をユーチャーが負担していくという仕組みも理解していますが、実際に支払っている賦課金を見ると「やはり負担が大きくなってきたな」というのが率直な感想です。

皆さんもたぶん同じ気持ちだと思います。オール電化ではなくて、月300キロワットアワーの標準家庭で計算しても、月額470円、年額で5640円になりますから、標準家庭でも重さが十分実感できる数字に達していることは間違いないと思います。

国では、このまま放つておけば膨れ上がっていく賦課金の仕組みを何とかしなければいけないということで「固定価格買取制度」の見直し作業に入っています。

ただ、今後もユーチャーが負担する仕組み自体は変わらないですから、そう考えますと「わが家が負担する賦課金は、年額でいずれ1万円を超えていくのかな」という気持ちでいます。電気料金以外のどこで家計の節約をしていくか、なかなか悩ましい思いです。

資料⑧（39ページ）は、震災前の2010年から直近の2014年までの電気料金の推

移をグラフにしたものですが、これによると、震災前よりも、家庭用の電灯料金は19・4%、産業用の電力料金は28・4%と、大幅に上昇しています。

こうした電気料金の値上がりは、原子力発電が停止して、それを補うために使われている火力発電の主力燃料であるLNG（液化天然ガス）を調達する費用がかさんでいるためです。

もともと、火力発電は原子力発電よりも発電コストが割高なのですが、震災後は運転を休止していた火力発電まで使つてフル稼働で発電をしているため、その結果、LNGの需要が急増したうえに、LNGの輸入価格自体も2010年から2014年にかけて約6割上りました。輸入するための調達コストは、2010年の約3兆5000億円から2014年には約7兆8000億円へと大幅に膨らんでいるのです。

発電全体に火力発電が占める割合は、震災前の約6割から約9割に増えました。電気をつくるための燃料費が上がれば、電気料金も値上げになるという仕組みはよく分かりますが、それに加えて「再エネ賦課金」という名目の国民負担が大きく膨らんで、燃料費のアップとセットで家庭や企業のエネルギーコストを押し上げているわけです。

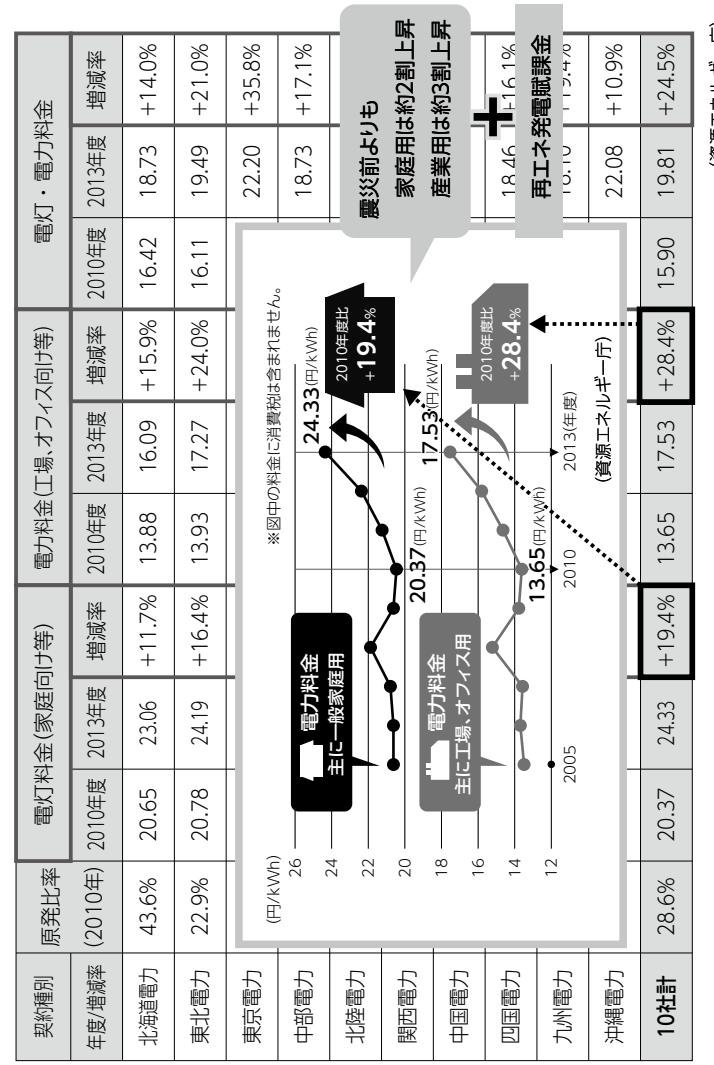
◆高いハードルになつてゐる、原子力規制

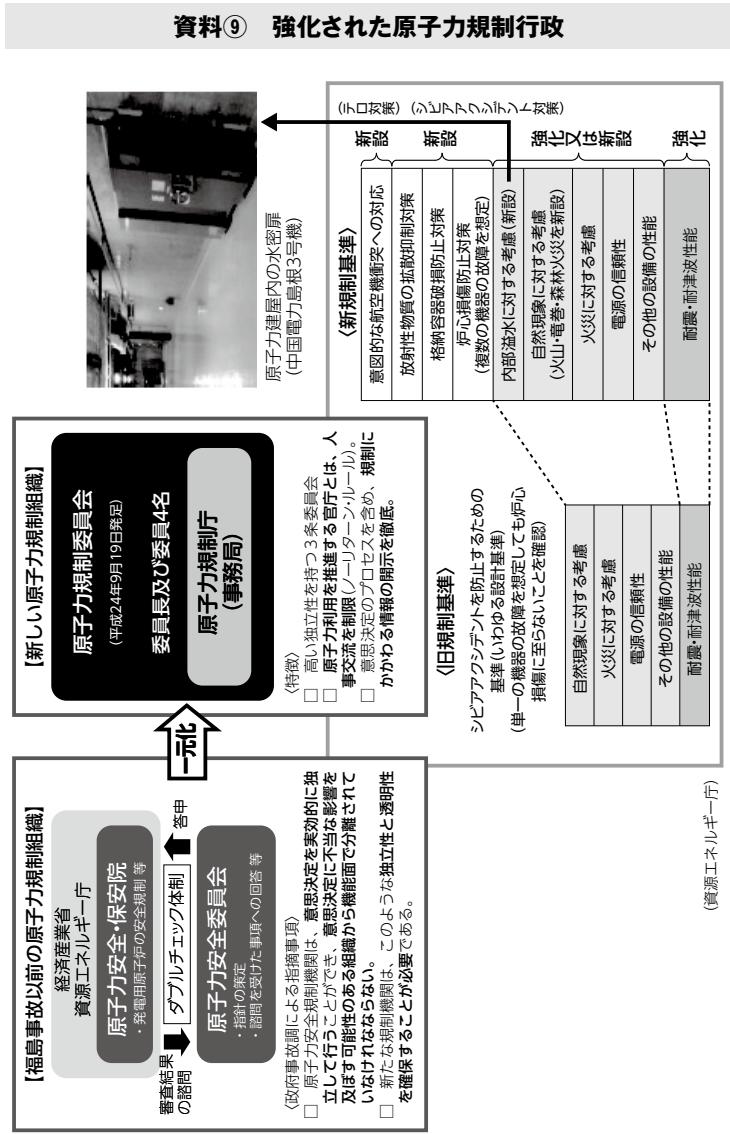
ここからは、日本の原子力についてのお話です。震災前の日本には、稼働中、あるいは定期検査中など稼働可能な原子力発電所が全部で54基ありました。それが震災後、事故を起こした東京電力・福島第一原子力発電所の6基を廃炉にすることが決まり、48基に減りました。

さらに今年に入つて、経年化の進んだ発電所では、新しい規制基準に適合させるためにケーブルを難燃性のものに換えるとか、いろいろな対策にコストがかかって大変だということから、関西電力は美浜発電所1・2号機、九州電力は玄海原子力発電所1号機、日本原子力発電は敦賀発電所1号機、中国電力は島根原子力発電所1号機の廃炉を決めました。これらの5基が減り、現在、動かし得る原子力発電所は全国で43基になります。

一方、建設中の原子力発電所は3基あり、東京電力の東通原子力発電所はまだ更地に近い状況ですが、中国電力の島根原子力発電所3号機はほとんどでき上がりつつありますし、電源開発の大間原子力発電所も工事がかなり進んでいます。

資料⑧ 家庭は2割、産業は3割上昇：震災後の電気料金(2013/2010年度)





九州電力の川内（せんだい）原子力発電所1号機が8月中に再稼働すれば（注…8月14日に発電再開）、約2年ぶりに「原発ゼロ」という異常事態から抜け出ることになりますが、それでも新規制基準をクリアするための審査には時間がかかります。トップバッターの川内原子力発電所の審査期間は、半年くらいと私たちは見ていました。電力会社もそう見ていましたでしょう。ところが、実際に終わってみたらどうかと言ふと、全ての審査手続きが終了するまでに要した時間は1年10か月、ほぼ2年かかり過ぎです。「動かせる発電所を動かさずに止めているのは、実にもったいないことだ」というのが私の正直な思いです。

資料⑨（42ページ）は、原子力規制行政についてまとめたものです。原子力規制委員会は、震災の翌年、2012年の9月に発足して、今年の9月でちょうど3年になります。震災前までの原子力規制行政は、経済産業省資源エネルギー庁の中にあった原子力安全・保安院と、内閣府の原子力安全委員会という二つの組織のダブルチェックで行われています。最初だから原子力規制委員会もかなり厳しく審査をしたとしても、時間がかかり過ぎです。動かせる発電所を動かさずに止めているのは、実にもったいないことだ」というのが私の正直な思いです。

した。

しかし福島での事故後「原子力安全規制機関は、意思決定を実効的に独立して行うことができる、意思決定に不当な影響を及ぼす可能性のある組織から機能面で分離されていなければならない」といった指摘がなされ、民主党政権のときに原子力規制委員会がつくられました。安全規制を一元的に所管する独立性と透明性の高い三条委員会として、新たにスタートを切ったわけです。

そうした経緯もあつて、原子力規制委員会では、規制基準を厳しい目で見直しました。規制の数、事業者に求める項目は以前の倍以上に増え、中身も大幅に強化されている、というのが新しい規制基準の特色です。

例えば地震対策では、原子炉の下に活断層がないかどうかを確かめるために、以前は12万年から13万年前までの地層を調べることになっていたのですが、新規制基準では最大40万年前までさかのぼることになりました。

それから津波対策では、それぞれの発電所ごとに将来起こり得る可能性のある最大規模の津波の高さを計算し、その津波が発電所の敷地内へ流入しないように防潮堤などを設置したり、安全上重要な施設には、内部に水が入らないように水密扉などを設置したりする

ことが求められています。

資料⑨（42ページ）の右上の写真は、世界で一番新しい、建設中の中国電力島根原子力発電所3号機の原子炉建屋内に設けられた水密扉です。中国電力は新しい規制基準ができる前に、自主的な対策として、原子炉建屋の中など10数カ所に、この分厚い水密扉を設置したのです。

この扉を、どこかで見かけたことがあると思います。銀行に行くと、窓口の一番奥に支店長の席があつて、その後ろに金庫があります。あの金庫の扉が、まさにこの水密扉です。金庫の扉なら、水の侵入を防げるだろうということで、中国電力は銀行の金庫の扉を発注して、人力で建屋内に運び込んで設置したそうです。

新しい規制基準では、原子炉の中の燃料が溶けてしまうような大事故が起こっても、被害を最小限に抑えることを義務づけています。あらゆる事態を想定していく、事故を未然に防ぐことはもちろん、事故が起こつても被害を最小限に抑えることを求めているのです。こうした基準を満たしていることを、原子力規制委員会が確認できた発電所についてのみ合格証を交付する、ということになっています。これは、かなり厳しい基準です。再稼働の準備をする電力会社から見ると、かなり高いハードルとして映っているわけです。

また、震災直後に、議員立法の形で原子炉等規制法の改正が行われて、原子力発電所の運転期間を原則40年とすることが決まりました。ただし、原子力規制委員会の認可を受けた場合には、1回に限つて最長20年までの延長が認められます。

しかし、事業者が延長を申請しても、その審査途中で運転期間が40年に達してしまった場合、そこで「時間切れですよ」と突然、即廃炉ということにもなりかねない、非常に厳しいルールが新たに設けられたわけです。

実は、この新しいルールがどうやつてつくられたのか、根拠は何かと言うと、40年という数字に科学的な根拠はありません。この間、朝日新聞が「民主党政権下で自民党も賛成して成立した法律だから、批判は避けるべきだ」と、批判を封じ込めるような論調を展開していましたが、科学的な根拠がないということは客観的な事実です。

この点には疑いはなく、議員立法に携わった政治家の方々も当時、記者の取材に対し「これは政治的な数字である」と言っていました。『政治的に「何となく40年程度だろう』』という空気の中で決めたルールであることを認めているのです。

では、このルールが厳格に施行されるとどういうことになるのか考えてみましょう。いま43基ある原子力発電所が全て運転期間を延長せずに40年きつかりでやめてしまった場

合、長期エネルギー需給見通しの目標年次になつていて2030年度には、20基に減つてしまします。

発電量に占める原子力発電のシェアは、震災前の2010年度時点では約29%ありますたが、このシェアは半分以下になつてしまふでしょう。

完成寸前まできている中国電力の島根原子力発電所3号機と工事がかなり進捗している電源開発の大間原子力発電所、それに東京電力の東通原子力発電所が稼働したと計算しても、2030年度時点のシェアは最大で15%程度です。

一方、政府の長期エネルギー需給見通しの2030年時点の原子力のシェアは、20%から22%となっています。つまり、この目標には全く届きません。目標を達成するには、43基の半分以上に20年間の運転延長が認められる必要があるのです。

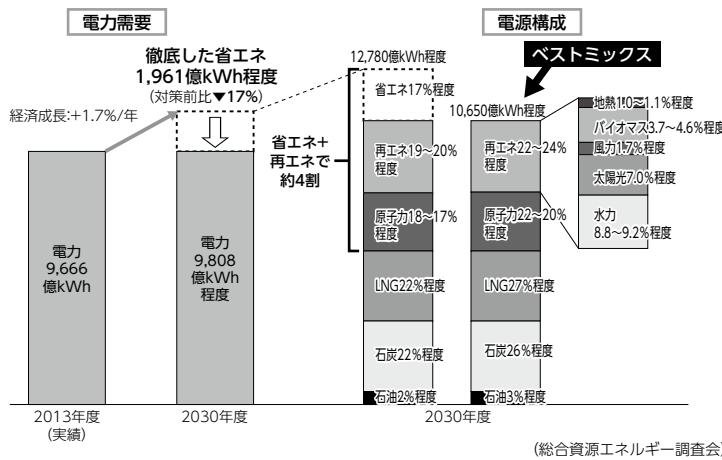
このように、長期エネルギー需給見通しの目標を達成するためには、原子力発電所の新設、増設、リプレース（建て替え）なども検討していくことが必要ですが、運転の延長 자체でも原子力規制委員会の認可を得なければならず、原子力が担うべきシェア達成のハードルは非常に高いという状況になつてているわけです。

成する」ことを目指してこなわけです。

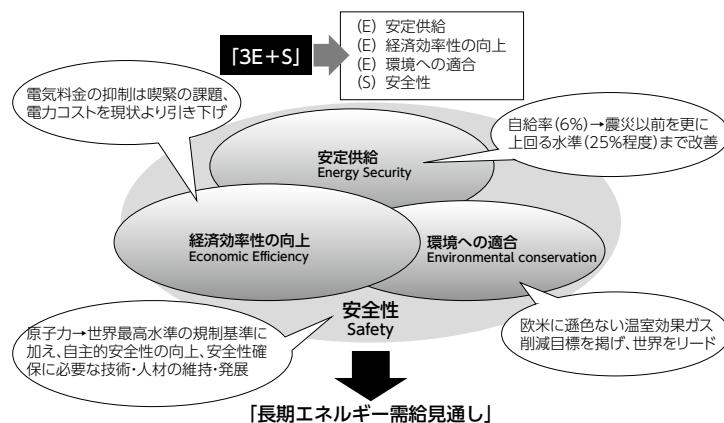
長期エネルギー需給見通しでは、この「3E+S」を踏まえて、原子力発電の安全性の確保を大前提としつつ、例えば安定供給のためにエネルギーの自給率は震災前を上回る水準に、概ね25%程度まで改善する、経済効率性向上のために電力コストは現状よりも引き下げる、そして環境への適合として温室効果ガスの削減目標は欧米と遜色のない水準として、世界をリードしていく、といったことがうたわれています。

長期エネルギー需給見通しの最大の焦点は、2030年度時点の電源構成、いわゆる「ベストミックス」です。資料⑪が、見通しの中で示された2030年度の電力需要と電

資料⑪ 電源構成(長期エネルギー需給見通し)



資料⑩ エネルギー政策の基本視点:「3E+S」



(総合資源エネルギー調査会)

◆原子力について、真正面からの議論を

では、先ほどから触れている新たな長期エネルギー需給見通しについて、具体的に紹介します。

日本はエネルギー資源に乏しく、エネルギー自給率が極めて低い国です。その資源小国である日本のエネルギー政策では、資料⑩のように「3E+S」を基本的視点にしています。安定供給の「E」(Energy Security)、経済効率性の「E」(Economic efficiency)、環境への適合の「E」(Environmental conservation)、という3つの「E」に加えて、福島の事故を踏まえた安全性の「S」(Safety)を同時に達

源構成です。

電力需要を見ると、年率1・7%の経済成長をしつつも、徹底した省エネによつて電力需要を17%削減して、2030年度の電力需要を現在の水準並みに抑えるとしています。なかなか難しい前提に立つていると思います。

そして、具体的な電源構成の内訳を見ると、再生可能エネルギーの割合は22%から24%で、これは震災前10年間の平均的なシェアである11%の2倍以上を目指すことになります。再生可能エネルギーの内訳を見ると、天候などの自然条件によつて出力が大きく変動する太陽光は7%、風力は1・7%にとどめて、太陽光と風力で8・7%に抑えています。この「2大再エネ」については、コスト低減を図りながら、国民負担の抑制の観点も踏まえて、大規模風力の活用などによつて最大限の導入・拡大を図るということです。何を言つているのかよく分からぬ感じもしますけれど、そういうことをうたっています。

再生可能エネルギーの中では自然条件にあまり影響を受けずに安定的な運用が期待できる地熱、水力、バイオマスについては、24時間休まずに電力を供給するベースロード電源として積極的に利用することとし、シェアを13・5%から14・9%としています。

そして原子力は、震災前10年間の平均シェアは27%でしたが、依存度を下げていくとい

う方針で22%から20%に抑えるとしています。

化石燃料については、石炭が26%、LNGが27%、そして石油は震災前10年間の平均シェアの12%から3%程度へ、大幅に減らしています。

安倍首相は6月のG7サミットで、温暖化対策として、2030年の温室効果ガスを2013年度に比べて26%削減するという目標を公表しました。徹底した省エネに加えて、発電時にCO₂を排出しない再生可能エネルギーと原子力が4割強を占める電源構成によつて達成しようというのです。しかし「至難の業ではないのか」というのが、これを見た時の率直な印象です。

温暖化対策を全てに優先するのであれば、単純に考えると、化石燃料の使用量を大幅に減らして、再生可能エネルギーと原子力のシェアをもつと伸ばしていくべきいわけです。

しかし、再生可能エネルギーは自然条件に左右される不安定な電源としての技術的な課題がありますし、「再エネ賦課金」による国民負担の増加といった経済効率性の問題もあります。

また原子力については、報道機関の世論調査に表れているように、原子力発電所の再稼働を容認する雰囲気が過半数を占める情勢にはなつていません。広い視野を持つて考え、

判断すべきだと思いますが、現状はこのような情勢です。また、先ほど申し上げたように、原子力規制委員会による規制も乗り越えるには非常に高いハードルになっています。

長期エネルギー需給見通しでは、原子力発電は22%から20%のシェアを目指すことになっていますが、震災直後の先を見通せない状況が、残念ながら震災から4年が経過した現在も続いていますので、このまま目標のシェアを達成することが本当にできるのか、というのが私の疑問です。

それから、大前提としている省エネも、かなりハードルが高いと思います。国は、徹底した省エネによって、2030年度までの15年間でエネルギーの効率性を現在より35%改善するとしています。エネルギーの消費量を原油換算で5030万キロリットル減らすというもので、そのためには37兆円のお金が必要になります。

需要サイドで行われる省エネは、供給サイドに比べると検証が難しいので、全体の調整、つまり数字の帳尻合わせに使われることが多いのです。もし今回も『苦しい時の省エネ頼み』と考えているのならば「これをどうやって達成していくのだろう」というすごく難しい課題を残したままの長期エネルギー需給見通しになっているということです。

ただし、長期の見通しというのは、答えが出ないのは当然のことで、このことは専門家

も政治家も役人も分かっています。そのため、少なくとも3年ごとに行われるエネルギー基本計画の検討に合わせて、長期エネルギー需給見通しも見直すこととなっています。ですから、今回の見通しの策定で残った課題は先送りされた、と考えてもいいと思います。

長期エネルギー需給見通しは3年後に確實に見直しに入るわけですが、原子力発電をどうするか、という根本的な議論はこれ以上先送りすべきではない、というのが私の気持ちです。多くの方が同じ気持ちを持つておられると思います。原子力発電に反対の立場の人たちも、そういう議論をしたいと考えているでしょう。これらの日本のエネルギー安全保障において大変重要な問題です。堂々と真正面から議論をしあつたらしいと思っています。

本日はご清聴いただき、ありがとうございました。

(本稿は平成27年7月、岩手県釜石市において先生が講演された内容を要約し、一部加筆したものです。)

文責 広報部

講師略歴

河原 雄三（かわはら ゆうぞう）
【経歴】



- 1952年 宮城県塩竈市生まれ
- 1975年 慶應義塾大学法学部法律学科卒
- 1977年 慶應義塾大学法学部政治学科卒、時事通信社入社
- 1995年 時事通信社退職、フリーに
- 2002年 東北電力「原子力の安全と信頼に関する顧問会議」委員
- 2003年 資源エネルギー庁「新エネルギー産業ビジョン検討会」委員
- 2006年 柏崎市産業立地特任大使（※）
- 2007年 政府「バイオマス・ニッポン総合戦略推進アドバイザリーグループ」委員
- 日本ミルクコミュニティ「ミルクコミュニティ委員会」委員
- 農畜産振興機構「評価委員会」委員
- 農畜産振興機構「補助事業に関する第三者委員会」委員
- 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）アドバイザー
- （顧問）（※）
- （※）現在も継続。

以上