

第23回 世界から見た日本のエネルギー問題

三宅 成也

(KPNG マネジメントコンサルティング(株)、
マネジャー)

平成 25 年 3 月 2 日



世界から見た日本のエネルギー問題

早川 皆さま、こんばんは。時間になりましたので、ただいまより第23回名田庄多聞の会を開催致します。本日はお足元の悪い中、大勢の方がお集まりくださりありがとうございます。本日のテーマは「ここに掲げてありますように、「世界から見た日本のエネルギー問題」です。案内ビラにも書きましたが、原発事故以降、日本の電力供給は大きな混乱が続いていますが、このような中、再生可能エネルギーの拡大や、電力利用の新しい試み、原子力の今後、などについてお話が聞けると思います。本日の講師である三宅成也さんの略歴を簡単に説明します。三宅さんは平成7年名古屋大学の大学院を出られまして、関西電力に入社されました。原子力部門だったそうです。しばらく会社におられたのですが、在職中に神戸大学の経営学修士を取られまして、平成21年には関電を退社されアーサーDリトル(ジャパン)に入社されました。平成24年、昨年ですが、KPMGマネジメント・コンサルティング社に入られました。現在、民間のエネルギー問題のコンサルタントをやっております。それでは三宅さんお願いします。

三宅 紹介ありがとうございます。三宅と申します。今日はお招きいただきありがとうございます。ご紹介いただきましたとおり、わたしはKPMGマネジメント・コンサルティングという会社で、エネルギーの会社向けのコンサルティングをやっています。特に、震災のあと、日本ではエネルギーに関して大きな問題が起りまして、いろんな会社がエネルギー

削除 ちよつと

ギーに非常に関心を持たれたということと、電力会社もこれまで通りでは行かなくなつたことなどいろいろありまして、そういうところ支援という形で企業のコンサルテイングをやっています。

本日のタイトルは、先ほど紹介がありました。「世界から見た日本のエネルギー問題」と書かせてもらいました。震災後日本のエネルギー問題は大きくクローズアップされるようになりました。これまであまりエネルギーのことは考えて来なかった、あるいは自然にこれたものだったのですが、あのような福島原子力発電所の事故があつて、実際電気が足りなくなつたりして、一般の方々もエネルギーの大切さを考えざるを得ないという状況になつた中で、世界から見た日本のエネルギー事情はどうだったのかを、少し高い視点から見たりしながらお話ししたいと思います。

自己紹介

簡単に自己紹介をします。

わたしは、出身は三重県です。伊勢神宮の近くです。この辺とよく似た田舎出身で家は米農家をやっていました。大学では電気工学を勉強しまして関西電力に入つたというのがひとつあつたのですが、関電に入つて原子力をやりました。もともとは電気工学を勉強していたのですが、当時美浜の2号で事故がありまして、原子力には逆風が吹いていた頃です。わたし自身、難しい問題があるところに行つて見たいというの

削除 問題

があつて、自ら原子力を希望して入りました。大飯発電所に配属されました。大飯町には4年間住みまして、大阪に行つて、また戻つてきてということ、延べ8年間大飯町に住みました。

そのあと、電力会社はけっこういい会社だったので、なんというのですか、ちよつと挑戦してみたくなり、電力会社を辞めると誰に聞いてもおかしい、あんな会社を辞めるのは10人中10人ともおかしな状況だったので、厳しい状況に身を置いてみよう、コンサルテイング会社に入りました。そこで企業コンサルテイングをやり、エネルギーと特に関係はなく、いろんな会社のコンサルテイングをやりました。戦略コンサルというのは、**経営戦略に関するあらゆる課題解決**を支援するコンサルテイングなのですが、震災が起つてエネルギーの問題が起つたときに**エネルギーの問題に特化して意味のあること**をした**いと今の会社に入り、エネルギー業界専門のコンサルテイングを始めました。**

四つのテーマ

今日は1時間くらいということで、かなり色々なことを考えて準備をしてきました。ここはおおい町なので原子力の話もいかなと思つたのですが、もうすこし全体的ということ、四つあげてあります。

- 一、揺ぎなき日本のエネルギー供給にあつた課題
- 二、短期的に解決が難しい電力供給不足

削除 いわゆる、企業のふわつとした

削除 をしよう

削除 そういうことをやっています、

削除 、今の会社にエネルギーのことで

削除 潤滑

三. エネルギー資源確保の世界動向 四. 多様性が求められる日本のエネルギー供給構造

一つ目、「揺ぎなき日本のエネルギー供給にあった課題」。

先ほども言いましたが、日本は震災前まではエネルギーに関しては非常に安定した国でした。特に何の心配もなく電気も使えるし、エネルギーは潤沢にあると思われていました。そういう国だったと思います。ただ、実は問題があったので、こういう震災が起って分かったことはいっぱいありました。

二つ目、「短期的に解決が難しい電力供給不足」。

今回、震災が起って原子力が止まりました。それによるインパクトはけっこう大きかったですね。関東地区では停電も起こりました。計画停電でわたしの近くでも電気が止まりました。日本ではじめて起こったことです。これは長期的に見てこれからどうなるのか。原子力が止まったことによるインパクトについてお話しします。

三番目ですが、「エネルギー資源確保の世界動向」です。

原子力ということだけでなく、天然ガスとか石油とか石炭とかあります。そういう中で最近話題になっていますシェールガスの話とか、そういうことをお話ししたいと思います。

最後に、「多様性が求められる日本のエネルギー供給構造」

そういういろんなエネルギー資源の中で日本はどういうふうに進むべきなのかというお話しします。

削除

揺ぎなき日本のエネルギー供給にあった課題

このスライドはエネルギー白書から取ってきたもので、1973年から2010年まで、エネルギーを何に使ってきたかを示したものです。電気だけでなく産業も家庭も運輸もすべて入っています。これを見ると経済成長に伴ってエネルギー消費が増えてきたのがよく分かります。わたしの生まれたのはこの辺ですが(1970年頃)、子供の頃家にあった電気製品といえば、エアコンはひとつ、テレビもひとつだけでした。今に比べたら電気は使っていなかったし、車もそんなに持っていなかったです。

この図には「産業部門」、「家庭部門」、「業務部門」、「運輸部門」の四つの区分けでエネルギー消費が示されていますが、「産業部門」はそんなに変わっていません。エネルギー効率が高くなったということもあって、こういうふうに横ばい状態です。他の三つ、「家庭部門」「業務部門」と「運輸部門」はそれぞれ増加しています。

この図はエネルギーの供給側について示したものです。エネルギーはどのように供給されてきたかということです。70年代はほとんどが石油でまかかっていました。7割くらいですね。あとは石炭。石油と石炭で96%です。電気がというと石油火力や石炭火力がほとんどでした。その後エネルギー使用量が増えてきてどう変わってきたかというと、ひとつ増えたのが原子力です。オイルショック(1970年)で石油依存度を下げるといって原子力を増やし、電気を作るのを原子力によるよう

削除 1995年

にする。あとは天然ガスですね。それでエネルギー資源としての石油は1990年には57%まで減り、原子力は12%になっています。このようなエネルギー資源がどこから来たかという点、日本はほとんど輸入に頼っています。自国資源は5%くらいしかなくあとはすべて輸入です。

このようにほとんど全面的に輸入に頼っている日本の大きな特徴としては、エネルギー資源をなるべく分散させるということ、つまりバランスをとってやって来たということだと思います。それが今までの日本の供給側から見た特徴です。

この図はいままでのご二つの話を掛け合わせたような図ですが、「エネルギー源の用途別の使用量」を横軸に、「投入されたエネルギー資源」を縦軸に書いてあります。この図を見ると、「元々のエネルギーがどこに流れているか分かります。全部のエネルギーの半分くらいが発電に使われています。つまり、電気をたくさん使っている国なのです。例えば、他の国を見ると電気が三分の一くらいだったりします。その中で、電気に使われているエネルギーは石油に依存しています。運輸部門は、当然ですが、全部石油を使っています。この図から分かることは、いろんなところで使われる全エネルギーの中で原子力は約一割くらいです。原子力はこれまで一生懸命頑張ってきたのですが、これくらいです。

計画されていた原子力への更なる依存

このように海外に依存したエネルギー構造なのですが、原子力を増やしながらやってきました。これは震災前の目標として国が出していたものです。2020年、2030年の目標はどうだったかという点、もっと原子力を発電を作りましょう、電力の半分くらいを原子力でまかないましょうという計画でした。かなり原子力に偏った政策を持っていました。このような計画は震災でほとんどストップしてしまいました。電気に偏った供給構造で、かつ原子力を増やしていくというのが日本の基本的な方針でした。

世界的に見ても高い日本の電力供給品質

この図は一年当たりの停電時間を示したもので、分の単位で示してあります。日本、アメリカ、ドイツ、フランス、イギリス、イタリアの六カ国を比べてみます。アメリカは一年当たり292分停電する、ドイツは19分、フランス62分、イギリス76分、イタリア58分ですが、日本は16分です。きわめてエネルギーの安定性が高く電気の品質が高いことになりました。エネルギーをちゃんと供給できるシステムができていたということですね。原子力も動いていてこのようなことが実現されていました。電力会社はしっかりと設備、インフラですね、それに投資をしてこういうものが実現していたのです。日本ではなんにも考えずに電気を使っておられたのです。

電気料金を国際的に比較して見ます。この図は産業用と家庭用に分

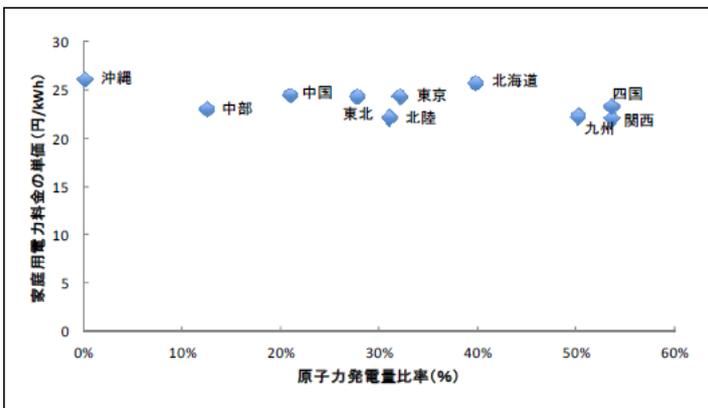
削除は

けて電気料金を比較したものです。本体価格に税額を乗せた形の図になつていきます。この図を見ると日本の電気料金は海外と比べけっこう高いのが分かります。産業用、家庭用ともそうです。お金がかかっていたから安定していたとも言えます。ある意味安心を買っていたということにもなります。

原子力の依存度と電気料金

この図は、各電力会社の原子力発電への依存度と電力料金との関係を見たものです。電力会社により原子力を持つている度合いはかなり違います。沖縄電力には原子力がまったくありません。先ほどの電気料金が原子力の依存度とどのような関係にあるか調べてみました。横軸はそれぞれの電力会社が原子力を発電に使っている割合(%)です。縦軸は電気料金です。並べてみると、原子力のない沖縄電力から原子力の依存度が高い関西電力まで料金はほとんど同じです。

それぞれの電力会社は自分のエリアで電気を作って電気を供給することになっていますので、仮に原子力が安ければ依存度の高いほうが安くなるはずですがそうはなっていません。原子力は安いといわれているのですがそうでもない、沖縄電力は油しか使っていないけれど、わずかに高くなっていますが、ほぼ同じと見ていいほどです。原子力は安いといわれていたが、それは分かりませんでしたね、ということでしょうか。この図から結果としてそう言えます。



再生可能エネルギー

話はすこし飛びますが、最近けっこう話題になっている再生可能エネルギーなのですが、これも国別に比較して見ると、この図にあるようにドイツは熱心な国であることが分かります。発電に占める割合はだいたい8%くらいです。日本に関しては先進国の中で一番少なく、現在1%以下です。なぜかという点、まず、再生可能エネルギーが値段が高いのです。電気を起こすのに4倍とか5倍とかかります。太陽光発電の場合、普通だと10円くらいの電気が40円ほどかかるので、普通にしておいたら増えないのですが、ドイツだと再生可能エネルギーによる電気を高く買い取る制度ができていて、このように増えたのです。日本はそういう制度はなかったのです。最近、家庭の屋根に太陽光発電が乗っています。あれは補助金が出ていて電力会社も電気を買ってくれるので増えてきたのです。そういう制度は、この図にある2008年時点ではなかった。日本はこれまで再生可能エネルギーを使って来なかった国です。再生可能エネルギーには熱心でなかったといえます。いまは積極的な国に変わりましたけれど。

再生可能エネルギーに関しては実は日本は可能性のある国なのです。この図はそのひとつである地熱発電の例です。地熱発電というのは、ご存じのように地面の中にある温泉のような熱源を使ってその蒸気で発電するのですが、そのようなエネルギーがどれくらい眠っているのかという点、日本は世界で三番目なのです。一番はインドネシア、二番がアメ

削除 これはよくいわれている話なのでご存じかと思いますが、震災前からあったことです。

削除 も

削除 熱量

削除 それほど知っているわけではありませんが

リカで日本は三番です。でも、使われている量は少なくとも5%程度です。日本は可能性としてどれくらいあるかというと、全部で2300万キロワット、これは原子力発電所というのを20基くらい出力容量になり。ただ、日本は法律が厳しくて、国立公園法などがあって、どこでも作られるわけではない。このへんは規制緩和が進んで今後出てくるかも知れない。

風力ですが、国の広さが違うので単純に比較はできませんが、アメリカが一番です。続いて、ドイツ、中国となっていて、日本はそんなに少なく13位です。それではポテンシャルはあるのかというと、期待開発量は、13、300万キロワットで、これは原発の130基相当です。ずっと発電できるのではないですが、それくらいの風はあるということです。実際動いているのは206万キロワットなので、原発二つ分くらいです。これも法律がいろいろあってなかなか作られない状況です。

震災前からあった原子力業界の悩み

原子力の話に戻ります。わたしは以前原子力の業界にいたので、内情をつまびらかにするという訳ではないのですが、震災前から原子力には悩みがあったのです。原子力発電所を作ったら使用済み燃料が出来ます。その燃料をどうするかという難しい問題があって、日本は使った燃料を砕いて残っている燃料を取り出してリサイクルする方針で、いわゆるプルーサーマルというやり方をしたのですが、そのためにいったん使った

燃料を発電所に貯めています。その貯める量には限度があつて、仮に震災が起つていなくてそのまま原子力が動いていたとすると、6年くらいで満杯になる計算だったので。2016年です。仮に満杯になったら動かさないので、その時点で止めなければなりません。そうなるまでに別の保管場所を作るとか検討していたのですが、それもなかなかできなかった。そういう状況でした。これが**大きな悩み**だったので。このことは皆さまあまり知らなかったことでないかと思ひます。いまお話ししたのはバックエンド問題といわれているものです。

もうひとつ悩みがあつたので、それはなかなか進まない核燃料サイクルです。原子炉は何がいいかという、一回燃料を入れると3年くらい動いてくれるわけです。火力発電ならその間ずっと燃料を入れ続けなければならぬのに原子力はそうでない。かつ、燃料はリサイクルできるといふ良さがあつて、最初に言いました自給率が低いということに対して、日本の中で自給のエネルギーを作れるという利点があります。それを実現するためには何がいったかという、**使いおわつた燃料**をもう一回**再処理して**戻す過程がないと、もともと目的が果たせない、そういうものだったので。

軽水炉でのサイクルにはプルサーマルというのがあつて、それは一回使つた燃料を砕いて使えるものを発電所に戻す、そういうサイクルです。しかし、本当に意味のあるのは、この図の左にあります高速増殖炉サイクルです。これがうまくいくと使えなかつた燃料を何回も使えることとなります。1000倍くらい燃料のリサイクルができることとなる

削除: は

削除: いまは海外から持って来た燃料を加工して使って燃料を貯めている状態ですが

削除: それを

ので、これが実現すれば日本はエネルギー問題が解決するので、ずっとこれを目標にしてやつて来たのです。しかし、**もんじゅのナトリウム漏れ事故以来高速増殖炉の開発は事実上ストップしており、且つ燃料処理など、極めて難易度の高い技術開発が必要で、2050年頃には実現する**といわれていたのですが、**事実上未解決**です。

震災前からあつた原子力業界の悩みのもうひとつは、設備利用率の低さです。この図は1999年から2008年までの、世界の原子力発電の設備利用率を示したものです。原子力は世界中で使われていますが、海外と比べ日本の原子力発電はあまり効率的に使われてこなかつたのです。原子力はいったん燃料を入れれば動きつづけますから、止めたら損するのです。長く動かした方がいいのです。この図にあるように、フィンランドや韓国はほとんど90%以上で推移しています。日本のこの2003年のへこみは東電のデータ隠し問題によるものです。あとは、新潟の地震があつて止まっています。6割くらいしか動いていなかった。

なぜかという、日本では一度止めるとすべて問題が解決するまで起動できないというルールがありまして、地元協定ですが、それが設備利用率を大きく低下させてきたのです。

いままで見て来たように日本のエネルギーは安定的に供給されてきましたが、いろいろな悩みはあつたのです。

削除: 難易度の高い技術開発が必要で

削除: は

削除: これができなかつたら原子力ってやる意味がないというか、日本にとってこれが目的だったのです。それがなかなか難しく、

短期的に解決が難しい電力供給不足

震災が起こって原子力の起動が出来なくなり問題を抱えてしまいました。それだけ原子力に依存していたのですが、それが使えなくなるとうなるのかということですね。

これは震災が起こった直後、エネルギーがどのような問題を持つようになるかわたしが予測したものです。大きく3つあげました。

(1)電力供給不足への対応。短期的には電気が足りなくなるので、それに代わるものが必要になりますということ。

(2)エネルギーミックスへの影響。原子力に頼ってきたのですが、その構造は崩れるでしょう。短期的にはガスを使っていくことになる。

(3)エネルギー業界への波及。業界そのもの、電力業界とかガス業界、それぞれの業界で大きな再編が起こるでしょう。

当時このように予測したのですが、だいたいあつていた状況です。特にガスに対して大きくシフトしていくのはいまも起こっていることです。発送電分離の話も起こっています。

これも当時の資料ですが、わたしは関東に住んでいますが、東電と東北電力でどういことが起こったかと、それを示しています。福島第一の事故の影響を直接受けたところという状況になったかというところ、この図の棒グラフは東電管内の予想電力需要で、折れ線は供給量予測ですが、つまり電気の使用量に対してどれだけ電気を供給できるかというところ、2011年の7月はほとんどぎりぎりです。20万kWの余裕し

かなかった。綱渡り状態でした。そのような中で、最初にいましたように、計画停電があつて、この計画停電は先進国ではほとんど起こらないことですが、インドネシアやベトナムと同じ状況になってしまったのです。輪番制にして停電させてなんとかやりすごした。

電力不足が起きてしまったのですが、それが今後どうなるのか。毎年夏になると、「お願い」ということで節電をやっていますけれど、それが全国規模の話になってしまいました。当時菅総理は原子力発電所を止めるということ、この図はそのとき予測したものです。

2010年の設備容量は4,885KWです。仮に原子力が40年の寿命で次から次へと止まる、そして震災後新しくできる原子力発電所がないとすると、どうなるかシミュレーションしてみました。日本の原発は年を取っているのが多いので、2012年になるとすーんと落ちていく。新しくできないので、足りない分をどうやって補うかというと、ほとんど火力発電所を作るしかなくて、100万KWの代替火力が2020年までに約25基、2030年までに約45基必要となります。現実的にはこれほどの建設は難しいので、中長期的にも電力不足の問題が長引く可能性があります。インドネシアやベトナムのような状況がこれから10年も20年も続いてしまうと予想される。

実際は何が起こったかというところ、菅総理の話になるのですが、原子力発電所は安全が確認されるまで動かさないと、現状では大飯3、4号しか動いていないことになった。そういう状況で走っている。それではなぜ停電しないのだということですが、隠れていたというか、電力会

社が持っていた火力発電所を動かしているのです。非常に値段の高い油をたいて動かしています。

需給対策として何ができるか？

足りない電気を補うために何ができるとなりませんが、使う量を減らすか作る量を増やすしかありません。さつきもいいましたが、作る量を増やすとなると発電所を作ることになります。石炭火力か天然ガス火力か、あるいは再生エネルギー発電（太陽光などですが）、などがあります。それぞれ見比べてみますと、石炭火力の場合、作るのに5年ほどかかります。お金もかかります。そんなすぐにはできません。現実的には原子力発電所の代わりにはなれない。

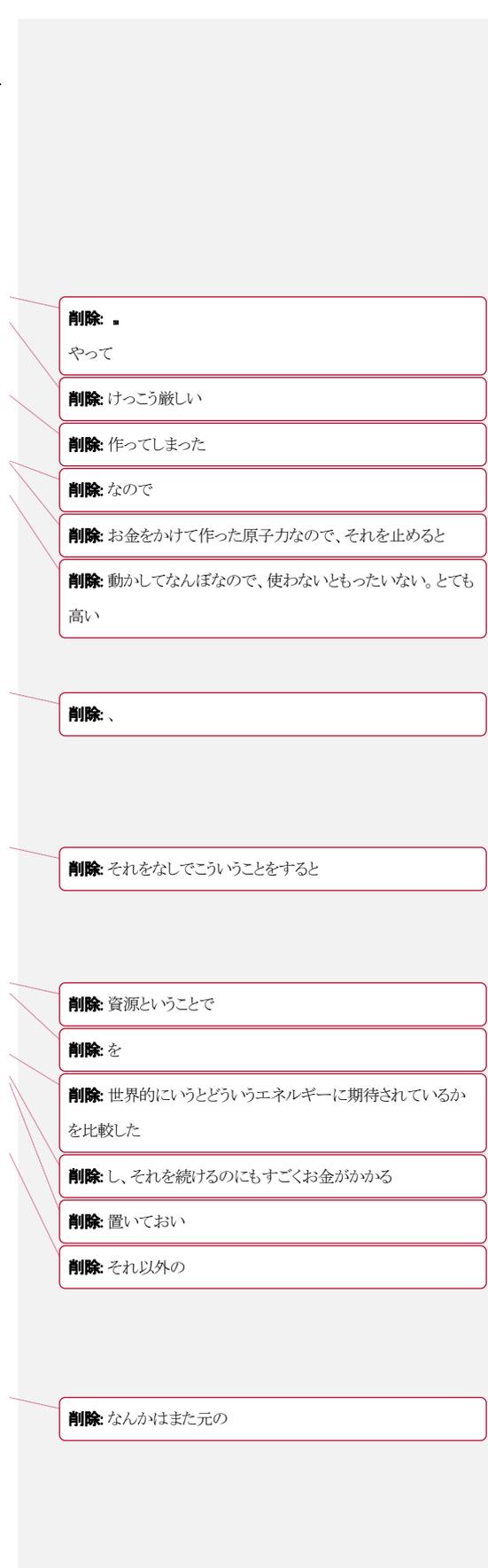
供給を増やす観点からやれることは他にあって、それは送電線を太くすることです。日本の場合、50ヘルツと60ヘルツとがあつて、送電線は西と東で切れているのです。昔電気を作るとき、アメリカの二つの会社から発電機器を輸入したのですが、そのとき関東は50ヘルツ、関西は60サイクルの機器をそれぞれ輸入したので、いま東西で別れてしまっています。この50サイクルと60サイクル間を太くして繋ぐとけっこう融通して使えるようになります。東と西の発電所をお互いに融通して使うことです。

使う側を減らすことに関しては、最近注目されているのに、スマート化というのがありません。これは、スマートメータというのがあつて、夏の

ピークの時に消してもらおうようにする機器ですが、こういうのを導入すると足りないのを補えるようになります。海外ではやられているのですが日本ではやつてこなかったことです。新しい考え方と言えます。スマートメータ¹についてはこのあとすぐに出てきますので、そこで詳しく説明します。

このスライドは関西電力のホームページの写で、²「家庭における今夏の節電のお願い」と題したものです。こういう節電のお願いというのを出しています。こういうのをずっとやつていく必要があるのかということですね。夏になると電気が足りなくなります。それでこういう形で電気を消してくださいとお願しているのですね。当然こういうのを何十年も続けていくことはできなくて、もうちょっと賢いやり方で電気を抑制することをしています。これが、さつき言ったスマートメータというものです。

海外ではすでにやられています。このスライドにはメーターの写真を載せましたが、表示がデジタルになっていまして、またいま日本の家庭に入っているのと同じと形が違います。何が違うかというと、このメーターは電力会社と通信しています。ここにグラフがあります。例えば、昼間は気温が上がると電力会社から信号を出して、この時間帯に電気が足りなくなると電力会社から信号を出して、この時間帯に電気を止めてくださいと。もしくは、あらかじめ取り決めた時間帯に電気を止めてくださいと。もう一つは、あらかじめ取り決めた時間帯に電気を止めてくださいと。もう一つは、あらかじめ取り決めた時間帯に電気を止めてくださいと。もう一つは、あらかじめ取り決めた時間帯に電気を止めてくださいと。もう一つは、あらかじめ取り決めた時間帯に電気を止めてくださいと。



してくるので、グラフにあるように、こういうふうになり下がりません。いわゆる、電力のピークを押さえてくれることになります。

日本の電力会社は、基本的に、こういうのをやりながらなかったのです。電気は使ってくれるだけ作っているというのが電力会社の誇りでもあったので。電気は足りなくならないようにピークにあわせて発電所を作るといふふうにやってきたのですが、逆転の発想でピークがなくなれば発電所を作らなくてもいいのではないかと。その分設備投資を減らし、電気を安くすると。こういう考え方は海外では一般的です。先ほど、日本の電気代は高いですよと申しましたが、このようなこともひとつの原因です。

まだ見えていない政府のエネルギー政策

日本は、将来、エネルギーをどうするかとまだ決まっていない状況です。この図は昨年民主党政権が「2030年のシナリオ選択肢」というものを出して、原子力をどこまで使うのか国民的に議論しました。その中で、最終的にどうなったかという点、2030年までに原子力はなしにしようとなった。それで電気をどうやって作るかというと、**原子力の代わりに**65%は火力発電所でそれ以外は再生可能エネルギーをいっぱい入れて**不足分を補って**いくとなっています。これができるかという点、正直言って**難しい**。原子力は、**建設コストが高いが発電量が大きいのでコストが低いと**されている。しかし、**止めてしまおうと**、あるだけ

でも**維持管理に**お金がかかる。また、**廃炉するにも大変なコストがかかる**。つまり、**今すぐ原子力を減らそうとすると**電気料はとも高くなる。この辺はまた改めて議論する必要があると思います。自民党に**変わって**原子力に**安全対策を**施して**順次動かそう**としています。**経済的には正しい判断かと思いますが**、この辺がこれからの日本で大きな議論になるかと思えます。

エネルギー資源間のパワーバランス

世界のエネルギー**需給バランス**として、**どんな資源がどんな用途にどれだけ流れたのか**を表した図です。供給の信頼性と経済性に分けて、**化石燃料に限定して**原子力は**除いて**、石炭、石油、天然ガス、バイオ代替燃料の4つについてまとめられています。これらの中で、石炭が一番安くて安定的なエネルギーで、期待されているエネルギー資源です。新興国はこれからエネルギーがとも必要になって来るところですが、新興国の近くにたくさんあります。そういう意味で、これから一番使われるのは石炭です。ただ、問題があつて石炭は一番CO2を出します。それをいかに減らすか、技術的なチャレンジがあつて、日本は強い技術を持つているのでそこで貢献できます。なるべくCO2を出さない石炭の使用の方がこれから大いに注目されます。

次が天然ガスですね。さきほどもちよつとふれましたがシェールガスもそうです。天然ガスのCO2放出は石炭の約半分、もしくはは三分の一く

削除

削除: のでないか

削除: は

削除: けっこう

削除: とつても

削除: です。どんと増える

削除: そんな簡単なことで

削除: で

天然ガスはこれから**資源として**、希望がありますよというのがこのスライドです。シェールガスですが、これが見つかって天然ガスの資源が2倍になりました。天然ガスは、この図にあるように、地下で石油が溜まっている層の上にあります。基本的にはストローを指すと出てくるガスです。これに対して、シェールガスはもっと深いところにあつて岩層の間に挟まって存在しているガスです。それを取り出す技術ができたので2倍ほどの量になった。シェールガスは、アメリカや中国やなど、いままで石油がとれなかったところにあるのが分かった。これは非常に大きなインパクトがあるとされています。特にアメリカではシェールガスの生産が始まっています、これが**日本に輸入出来れば**いいのではないかとされています。

具体的にアメリカの例ですが、この図の茶色部分が予想されているシェールガスで、アメリカのガスの生産量の半分くらいがシェールガスになる**との予想が出ています**。これが日本にとつてなせいかというと、現在日本とアメリカでは天然ガスの値段が10倍**くらい**違います。つまり、10分の1の値段のアメリカのガスを輸入できるのでないかということですが、日本の天然ガスが大きく変わる可能性があります。輸出することアメリカの天然ガスの値段も上がることも考えられるので一筋縄ではいかないところもありますが、日本としては期待しているところですが、国を挙げてガスを買いましょうかと思っています。わたし、個人的には、アメリカだけに頼るのは危ないのではないかと思っています。アメリカのガスを欲しいと国を挙げて言えば、当然売る方は値を上げてきますので。

これは日本とアメリカのガスの値段の比較を示したもので、2000年から2012年までの動きが示されています。さつき日本は10倍**くらい**高いと言いましたが、2012年時点でアメリカが2ドルに対して日本は16ドルになっています。この差はなぜあるかというと、日本はさつきまでは石油の値段に従っているのです。石油が高くなるとそれにあわせて天然ガスが上がるようになっていきます。また、震災が起つて日本が以前にも増して使うようになったので、それに伴って上がっているということもあります。アメリカに関して言えば、シェールガスが出てきたので、これは2010年ころからですが、供給量が増えたので値段はどんと下がりました。その両方でこれほどの差が出ています。だから、この安いガスを輸入すれば安くなるのではないかと、単純な理屈ですね。**しかし、アメリカの天然ガス価格は**台風が来たりして**生産施設が壊れたりすると、値段が大きく変わります**。アメリカ一本槍では危ないですというのがわたしの考えです。

石油の今後

エネルギーはけっこう難しい問題が絡んでくるので、なかなかいい解はないですが、これは今後の石油に関しての話です。最近石油の値段が上がっています。160円くらいですか。将来石油はどうなるのだろうというところで、この図はIEA(国際エネルギー機関)が出している「世界の

削除: あります

削除: から

削除: ある

削除: 石油

削除: います

削除: が、80%以上とはすごいことだと思いますね

削除: のだと思います

削除: けっこう

石油生産量内訳推移予測図です。この図の棒グラフの紺色のところは既存の油田から生産される石油の量で、2011年以降、この図にある2035年まで、ほとんど落ちて行っています。要は**既存の油田はなくなつていきます**ということですが、その代わり**新たな油田が出てきます**よ、という図になっています。

国際機関なので心配するようなことは言わないので、それがこの紺色の上の部分です。全体でわずかですが増加傾向になっています。何かというと、代わりに新しい油田が見つかりますよとか、すでに**見つかった**いる**油田が新たに**開発されて石油が出ますよとか書いてあります。**しかし、その新たな油田開発の中味を**見ると、**場所が**アラスカだったり北極だったり、**または海底だったり**するので、ものすごくお金のかかる石油の開発になります。2015年以降は値段の高い石油が出てくることになるので、われわれの予想としては石油の値は上がってくると思つています。日本がメインにして輸入しているエネルギー源の石油は今後価格が上がることになるので、将来的には大きなインパクトになるのではないかと思います。

もうひとつあるのが、新興国の旺盛な需要の伸びです。OECD諸国いわゆる先進国のエネルギー需要は、2010年から2030年までそんなに変わらないと言われています。人口も増えないし、経済も成熟しているの、エネルギー需要は増えない。しかし、新興国は人口も増え経済も伸びていくので、2030年には3割ほど増加する予想です。こういうことになる**とエネルギーの取り合いが起り**、これもエネルギー

の値を上げる要因になります。新興国の需要の中味を見ると、2010年から2030年までの伸び率は、発電で2.6%、産業で1.8%、運輸で3.2%などとなっています。

この図は、経済成長率を縦軸、未電化率を横軸にして、新興国のインフラ整備の様子と経済成長との関係を示しています。未電化率100%とはまったく電気がない国のことになります。この図を見ると、経済は伸びているが電気はまだ十分でない国がけっこうあることが分かります。こういう国はこれから電気をどんどん作つてエネルギーを消費していくことになり、未電化率が60%以上の国も**まだかなり**あります。インドネシアは35%くらい、ベトナムは3%くらいになっています。これらの国にはわたしも行くことがありますが、非常に経済は伸びている**一方で、電力供給力が追いついておらず、需要が伸びる余地が大きい**。外国人もたくさん来ていますし、新しい工業団地ができたりしています。いまの日本と全然違いますね、1970年代の日本はそうだったのだと思いますが。そういう国が**いっぱいあります。つまり、これからどんどんエネルギー需要が増える国があり、こういうところから**もエネルギー問題が起ってくる**可能性はあります**。

多様性が求められる日本のエネルギー供給構造

最後の話題に入ります。それでは日本はこれからどういうエネルギーの形が必要なのか、そのことについてお話しします。最初から申し上げ

削除 例えば、再生可能エネルギー。

削除 と

削除 主に民主党が当時制度を導入して実際伸び始めました。

削除 どうなる

削除 すぐ

削除 できます

削除 の

削除 され

削除 も

削除 投資をしているのと同じことなので、

削除 けっこう

削除 に

削除 なって

削除 いい

ているように、エネルギー資源がない中で、電気をたくさん使うという
ことに対して、原子力に大きく頼ってきた。そのために、新しいエネルギー
の開発にあまり熱心でなかったというのが日本の大きな問題だったの
ですね。再生可能エネルギーの全量買取制度はそういううちの一つのメ
ッセージですね。

これは、震災が起こったあとに、再生可能エネルギーを増やすべきだ
ということ、2012年7月に民主党が主導して導入した「全量買取
制度」ですが、これは太陽光発電などでできた電気を、普通の電気の2
倍ないし3倍で買取りますという制度です。しかも電力会社が全部
買い取ってくれるということで、この図にあるように、太陽光発電が急
速に伸びました。

7月以降ずっと増えていまして、2012年の11月末で、太陽光発電
は250万KWくらいになっています。これは登録されている量でまだ発
電できてはいませんが、これから建設が進みます。このまま伸びる
と今年中には500万KWくらいは行くと思います。原子力発電所
は一基だいたい100万KWですから、原発5基分が太陽光発電という
ことになります。ただ、買取にかなりお金がかかりますので、これから
これによって電気代がどこまで上がるか分からないところです。電気料
金のレシートを見てもらいますと、再生可能エネルギーの課金がすでに
入っています、20円か30円くらいかと思えます。

わたし個人として思っていますのは、再生可能エネルギーはたしかに
高いし不安定なので問題は多いのですが、一方で燃料を食わないし、一

回作れば少なくとも20年間は動くし、20年動いても、多分そのまま
使えると思うので、日本中に資源をばらまいていることにもなります。
そういう意味で、風力や太陽光は長期的に見たら意義のある投資で
ないかと思えます。ただし、できる電気はお天気任せだったり風任せだ
ったりしますので、それに対する対応、新しいシステムも必要になつてき
ます。

ドイツなんかでは、太陽光発電と風力で15%くらいになっていますの
で、実際送電が不安定になるなど、問題がはじめています。風が吹い
たりそうでなかったり変動が大きいので、電気は簡単には貯められない
性質がありますので、作った電気は必ず使う、もしくは使う分だけ作
らなければならぬということ、そういうことから言うと、電気を
蓄える技術、新しい技術が必要になってきます。問題があれば新しいこ
とができるのだから、最初からこれはだめだと言わずに、利用するに
はどうしたらいいかということを考えていく必要があるのではないかと思
います。

この図は、再生可能エネルギーの全量買取制度について示したもので
す。太陽光、風力、地熱、バイオマスのそれぞれについて、税込みの買い
取り価格と買い取り期間が示されています。

例えば、太陽光の場合、買い取り価格は42.0円になっています。家
庭用の電気料金は22円か23円ですので、ほぼ2倍になっています。買
い取り期間は20年です。こういう制度ができて再生可能エネルギーが
増えてきています。先ほどのグラフにもありましたが、太陽光はとっと

増えています。他の風力や地熱、バイオマスなどはそうではありません。太陽光発電は作りやすいですね、土地さえあれば並べたので増えています。風力や地熱は土地の制約や反対があったり、そんなに簡単にはできません。徐々に増えています。

地域を超えた電力の取引

ちよつと専門的な話になりますが、電力の仕組みの話です。電気が足りなくなったり電気が変動したりするとき、何が大事かというと、その足りない分を横から補うことができるかどうか、融通することができるといふことになります。日本はこれが弱いのです。やりにくい状態になっています。

どういふことかという、日本には電力会社が10社あります。それぞれがそれぞれの地域を責任を持って供給します。というのが日本の仕組みです。たとえば、関西電力だったら関西のエリアの電気の供給に責任を持たされていて、この地域の電気は全体に途絶させてはいけない。そのために発電所を作りなさいと。ただ、それにかかる電気料金は上乗せしてもよろしい、というのがいまの日本の仕組みです。それで、さっきも申しましたが、とても信頼の高い電気の供給がなされているのです。この仕組みの問題点はこの地域限定ということ。この地域で最適化するように発電所を作ることになります。そういうふうにして発電所を作ってきました。いわば、だんだんどんどん増えてきて、その間を

細い線で繋いできた状況です。

一方、これはドイツの例ですが、国全体の電力線が網の目のようになつて繋がっています。国一つで大きな送電線のネットワークができています。たとえば、どこかで足りなくても自然と他から電気が流れるとか、電気がわりと自由に行き来できるようになっています。こういう状況だと、風量や太陽光をたくさん入れても、変動しても他から持つてくればいいので、そんなに影響を受けない。ヨーロッパ全体を見ても同じように繋がっています。変動を吸収する余力があります。

特に日本の場合、50ヘルツと60ヘルツに別れていて、この線が細い。**仮に**この50と60の間の線が太かったら、東京であつたような計画停電は回避できたと思います。この間は原発一基分が通るくらいの細い線しかないのです。ここを太くしておけば、互いに足りない分を互いにやりとりできます。

関西で電気が足りません、夏場でピーク時で2%しか余裕がありません、という話をお聞きになつたかと思いますが、しかして停電しなかつたですね。結局、電気はどこかから出てきたのです。現実的はどういふふうに行つていふかという、**電力会社それぞれに給電司令所があつて**、明日電気が100万kw足りませんとなると、関電から電話するので、電氣余つていませんかと。余つていふ話かわかれば、じゃあいくらで売りますよ、というふうな取引をしながら何とか保つた。**しかし、当日になるまでどこにどれくらい余っているか分からない。毎日足りないと言つていきましたが、最後にはどこかから出てきて足りた。**現

削除 かりに

削除 -

削除 ここそれぞれに受基を持っていて

書式変更: フォントの色: 自動

削除 現実になるまで

削除 電気が効率的に配れないという問題があります。

削除 -

削除 お隣との関係がそんなふうになってしまった

削除 ややこしい話

削除 よ

削除 になります

削除 も

削除 が

削除 します

削除 話は全部消えてしまいます

実的と言えば現実的ですが、ここそれぞれが独立してやってきただけに、**おとなりの電力会社の余裕に頼るのは、ある意味善意に頼るような形になっている。つまり、国全体で電力需給を最適に調整する仕組みがない、という問題を抱えているわけです。**

いまよく言われている電力システム改革、発電電の分離などですが、あれは何が目的かというと、送電線を全部国のネットワークにしましょう、これまでの電力会社は発電した電気を売る役割としてやってもらい、送電線を使うのは全部共有にしましょうと。そうすれば、どこかで電気がいるとなれば全体の中でどこかからもつてくればいい、取引できる仕組みをつくりましょうと。**しかし、発電電を分けると、たとえは関西電力の場合、3つに分けることになるので、電力会社にとってはあまり気の進まない話でもあります。**

サハリンガスパイプラインの構想

これは実は昔の話なのですが、2001年くらいだったと思いますが、ロシアには豊富な天然ガスがあるのでロシアからパイプラインを引いて日本にまで持つてくるという構想で、サハリンプロジェクトとっていました。2000km程あって、この間は海底で繋いで日本まで持つてくると。これは頓挫し、この計画は消えてしまったのですが、もしこれが実現していたら今回の震災後の混乱はかなり軽減されていたと思います。要するに、原子力一本に頼っていたのでなく、もう少し**ガスを含めて**多様化し

ていたということですが。

当時なぜできなかったかということ、国としては原子力を押したいという意向があったからです。一応、原子力は一番安く安定的なエネルギーだったので、あえてこういうことはしなくてもいいのでないかということと立ち切れになりました。電力会社はこの計画にかなり抵抗していました。なぜかということ、こういうふうにはガスを持つて来れば電気を起こす会社ができてしまい競争が激しくなるので、あまりそういうことは欲しくなかったからです。**しかし、震災後の問題を受けて最近またこの構想が再現してきています。**

電力輸入構想

これも新聞記事からの引用ですが、最近こんな考え方も出てきています。いろいろ議論があることだと思えますが、ロシアで水力発電所を作つてそこから送電線をひいて日本に持つて来ましょうという構想です。誰がやるかとしているかということ、面白いですよ、ソフトバンクの孫さんです。ソフトバンクの孫さんは、いわゆる既得権益というか、いまの仕組みを壊すのに情熱的な人で、電力の世界でそれをやろうとしています。これが実現するとなにが起るかというと、日本では価格は高いです、各電力会社は**原子力が止まっていることで値上げを進めていて、各社同じくらい値上げしますとやっています。しかし、もし海外から電気を持つてこられたらそんな値上げは簡単にはできなくなります。**ヨーロッパ

- 削除** こういう構想はあります。
- 削除** 簡単に火力発電所は作れないし、日本でエネルギーの供給が難しい中で、こういった違う考え方が出てきました。
- 削除** これはいまの話をちよつと発展させた話です。
- 削除** はコンフリクトの関係(周辺国との衝突や葛藤や対立などの関係)があったりして、そういうことをしなかつたのですが、もうちよつと繋がってもいいのでないかとと思います。正直言って
- 削除** れは
- 削除** これはビジネスとしてはやれるので、たとえば中国から日本にこういう形で電気が供給されていて、安い電気があったときに何かあったとき、電気を止めるかという止めないと思います。商売が大事なので中国はそういうことはしません
- 削除** とは仲がいいし、(あるいは、仲がちよつとだし?)
- 削除** が、そういう国と繋いだときにはどうなるか。個人的な意見でいうと

パで起こっている事が日本でも起こることです。ロシアから電気を輸入することはけっこう真面目に考えられています。国も関心を持っていますし、電力の自由化が起つて、発電電の分離が起これば、これも現実的になつてきます。

技術的には十分可能です。海底は海底ケーブルを張つて通せばいいので、海外ではやられていること、たとえば、ヨーロッパでいうとイギリスとドイツとか、フィンランドとか、実際海底ケーブルで繋がっています。日本の場合は、韓国や中国とは外交問題がありますので、リスクはあると思いますが、ビジネスとして成立するのかわるか、つないだ時にどの程度電力需給に寄与できるのか、一度検討してみる価値はあります。

この図は孫さんがやっている構想ですが、まず日本国内の送電線が弱いのでまずそれをつなげてしましましょう、フェーズ1です。日本海側に海底ケーブルを敷設して直流で繋げば日本全体がこの図にあるように繋がります。フェーズ2は、韓国や中国と電気をつなげる。そしてフェーズ3はアジア全体を繋ごうと。これはヨーロッパと同じ考え方ですね。10年掛けても難しいとは思いますが、理屈としてはありうると思えます。

長くなりましたが準備してきたものは全部説明させてもらいました。ここに持つて来た以外のこともけっこうですので、何かありましたら質問してください。

早川 ありがとうございます。いろいろ面白い話がありました。いい

機会ですでとんどん訊いていただきたいと思えます。

講演語の質疑応答

原子力発電のソフトランディング

早川 若狭に住んでいますと福島のこととは他人事ではありません。最近の傾向として、行け行けどんどんという感じでこれでもいいのかなと思つています。いろんな技術はいずれにしても一過性、いつかは他のものに取つて代わられるものだと思つていますが、原子力発電に関しては何年くらい保つて、どのようにしたらソフトランディングできるのか。その当たりをお聞きしたいと思えます。それと、これは別の話になりますが、ガソリン車はいつまで保つのか、この2点についてお願いします。

三宅 今回の福島のことを考えると、わたしも原子力に携わつて来た人間ですが、原子力発電についてはそう思えます。原子力は一回ごとの事故の大きさのインパクトが大きく、そのあと長く尾を引いてしまいます。できればそういうことはないほうがいい。それでは現実的に原子力をなくせるのかというと、なかなか難しいことがあります。

一つは他の電力、代わりの電力ですが、それを何でまかなうかです。それを考えなければソフトランディングはできません。いまのように、大飯3、4号は動いています、日本にある五十何基の原子力発電がこれから停止したまま10年保つかというと、正直難しい。何が起る

削除 保つ

削除 問題

かというところ、電力会社は代わりのエネルギーで電気を作ります、それで今のままで効率のよい発電所を作っても電気代はものすごく上がる。それでいまおっしゃったようにソフトウェアが必要になるのですが、何年くらいかかる必要があるかというところ、どこに視点を置くかにも依るので、日本という閉じた中で考えると、原子力は仮に安全と仮定した上で40年は使いましよとすると、2030年から2040年でゼロになっていく。少し視点を変えて、海外から電気を買おうとすると、つまり補う電気をどこから持つてくる、もしくは使う電気の考え方を変えて、使う側の電気をものとダイナミックにピークを下げるような使い方にする、もう少し早くなることになります。

諸外国のことをいうと、ヨーロッパではけっこう廃炉をやっています、これは技術が必要であったりお金の面でも課題があります。原子力を止めるとなるとお金がかかるのです。そのまますぐの止めるというわけには行かないので。

現実的は10年から20年かけてゆっくり原子力を止めていってその間にどこから電気を持つてくる。即廃止では破断してしまおうように思います。電気の供給が持たないようになってしまおうと思います。

二つ目の質問のガソリン車がいつまでかということですが、ガソリンはこれからも上がります。いまの車はガソリンで動いていますが、それ以外にも、ご存じのように電気自動車もあります。電気自動車はあまり見たことないですね。なぜか、充電するのに時間がかかります。一番短くても15分かかって、スタンドで3台ならんでいけば1時間待たなければならぬ。

ればならない。そしてせいぜい200km程しか走らない。これではなかなか普及しにくいですね。ガソリン自動車のような利便性はありません。最近水素の自動車が始まっています。2015年以降出てきて2025年頃にはガソリンにとって代わるという構想になっています。当分はガソリンを使わざるを得ない状況です。ガソリン代は上がるので、燃費のいい車を待つしかないですね。

ベストミックス

参加者A 二つ質問があります。一つ目ですが、先ほどの話で日本の電力網は串差し状態だといわれました。その串差し状態をドイツのようにネットワーク状態にすればもうすこしまくいくのだろうということでした。うまくネットワークが組めないのは50ヘルツと60ヘルツとがあるからということでしたが、50と60を一緒にしないとうまくいかないのでしょうか。逆にどちらかに統一した場合、何が困るのでしょうか。

もう一つの質問は、2、3年前まではベストミックスという言い方がありまして、最近またそういう言い方が出てきました。本来の意味のベストなミックスでなくて、原子力を推進するための、ある意味で言うと、悪い意味のイメージができてくるように思うのですが、本当のベストミックスというのは、多分ないだろうと私は思うのですが、世界はみんなばらばらですね。そうだとすると、ベストミックスを決めるのは誰なのか。民主党のように国民的議論というのも無責任のような気がする。

削除 インセントができない。(1時間19分当たり)

し、ベストミックスというのはあるのだろうか。いかがでしょうか。

三宅 最初の話の50ヘルツと60ヘルツですが、これは直接送電線で繋ぐことはできません。おっしゃるとおり、それではこれをひとつにしたらどうなるかですが、たとえば50ヘルツに統一するか。大変なことになると思います。60で動いていたものを50にすると、これまで使っていたモーターなど回転数が変わってしまつて使い物にならないし、電気を制御しているものもサイクル数が変われば全部取り替えなければなりません。もうすぐお金がかかります。それでは解は何かというと、50と60の間をどう繋ぐかということ、一回サイクルをなしにして、つまり直流にして繋ぐ。そのあとそれぞれのサイクルに戻すというやりかたをしています。これをやれば割と簡単に繋ぐことができます。海外では直流送電はすごく普及していて、海を渡つて送電しているのはこれです。この技術を使つて、この間(50ヘルツと60ヘルツ間)を太くしようという話はありません。そうすれば線としては繋がります。

二つ目の質問のベストミックスですが、たしかにきれいな言葉であつて、おっしゃるとおりだと思いますが、どうして決まるかということ、先ほど世界の比較をしました。その時、石炭が強くなつてきていて、天然ガスが上がつてきているといいましたが、それらは変動的で常に変わつていくものです。たとえば、2030年はこういうものであるというイメージはあると思います。いまでいうと、原子力がなくなつていく時点で何を使うべきなのかというと、短期的に手に入つてかつ経済的に効率的なものとなると、それは天然ガスだとなります。国民的議論で決める

のでなくてマーケットが決めることになるかと思ひます。原子力を使うかどうかは議論すべきことにはなりません。この前の議論は原子力を使つていくかどうか、それをどう思ひますかという議論だつた思ひます。

当然使わない方がいいですね、ゼロ%であるというのは当たり前なのです。だからゼロ%で行きましょうと国民が言つたからそうしましょうというは無責任なので、ゼロ%にしたときどうするのですかということが必要あります。ただ、長期的には原子力はなしにするという大きな方向があり、これはしょうがないことなので、それをどうするかは、最後に話したように日本の中でどうするということなので、もう少し視点を広げてアジア全体だとか、広げていかないと難しいのでないかと思ひます。

太陽光発電、石炭

参加者B 二点あります。一点は太陽光発電の効率なのですが、中国で作つているもの、あるいはタイで作つているもの、それらは日本で作つているものと品質はほぼ同じレベルになつていふと思ひます。将来的な展望の中でどれくらい効率まで上がる見通しがあるのか。あるいはないのか。もう一点は石炭の熱効率ですが、数十年前から非常によくなつていふます。これが今後またまた効率上がるのかどうか、この二点についてお聞かせください。

三宅 太陽光の話ですが、太陽光発電は10年ほど前までは日本がリ

ードしていました。サンヨーや京セラなど突出していました。いまはどこでも作られるようになり、組み立てコストの安い中国や台湾製が世界的に普及しています。耐久性に関しては、おっしゃるように20年くらいで間違ったと思いません。太陽光パネルについてみると、これ以上大きな変化はないし、どんどん価格も下がって、安いものが世の中に広まって使われていくようになると思います。日本は、それでは、どういう位置にいるかというと、屋根に載せる太陽光は効率がすごく大事で、効率が1.5倍のものが欲しいというニーズがあるのです。そういうところは日本が強くて、そういうところに残っていくと思います。

石炭の話ですが、おっしゃるように石炭の利用は、技術が発達してきて使い方に関してどんどん進んでいます。具体例で言うと、石炭を使うときにCO₂を出さないようにしようとすると、高い温度で燃やす必要があります。昔は400度くらいだったのですがいまは700度くらいになっています。効率で言うと50%を超えています。昔と比べるととてもよくなっています。これは日本がリードしています。

石炭をガスにしてガスタービンを使うと、60%くらいの効率になります。これも新しい技術としてあって、さらにいうと、出た二酸化炭素を回収して地面に埋めちゃうCCSという技術もあります。

そういうことから、原子力の代わりになるものとしては、現実的には石炭です。そういう面からも日本は本腰を入れたほうがいいと思います。

油に関しては、さっき言いましたように難しい問題があり、作る側で

言うと、既存のオイルでなくて、変なオイルというか、コールタールのようなオイル、オイルサンドのように砂と混じったオイルなどがあります。北極の海のそこに眠っているオイルを使う技術もできました。生産サイド、供給側ではそういう新しいオイルが出てきているので、なくなるという議論は当分しなくてもいいと思います。ただ**採掘にコストがかかる**ので値は上がりますということですね。

使う側は何に使うかというと、自動車つまり運輸向けに使うことになります。しかし、こんな高いものは使えないし、けっこうCO₂を出すので、もっと考えるというのは大きなテーマとしてあります。水素自動車もそのひとつです。水素は何かいいかというと、水素はいろんなものから作れるのですね。石炭を分解すると水素ができますし、再生可能エネルギーで水を電気分解して水素を作ることもできます。それらを貯めて使うことなど、真面目に取り組まれているテーマです。

早川 太陽光発電なんですけど、たとえば老夫婦二人が家に住んでいて、あまり贅沢せずに暮らしている場合、太陽光だけで家庭内の電力をまかなうには、いまの太陽光発電の効率からいってどれくらいの面積が必要になりますか。

三宅 家一軒で使う電気は1日で8kWhから9kWhです。屋根にいっぱい載せればいけるくらいですね。ただ、昼間しか発電しないので、バッテリーで貯めておかなければなりません。

早川 初期投資だけであとは電気を買わなくてもいいということですか。

三宅 そうです。その代わり雨の日が5日間続いたらその間はないとか(笑)。まあ、不便な電気だとは思いますが。電力会社に「助けてね」というのはおいておいたほうがいいと思います。あと、自分のところで発電するとなると燃料電池があります。送電線に頼らない電気の使い方はこれから発展してくると思います。

家で電気を作ると何がいいかというと、燃料電池で電気を作る場合そこに熱も出るのでそれを利用することができます。燃料電池というのは、天然ガスから水素を取り出し空気中の酸素と反応させて電気を作ります。電気分解の逆ですね。そのとき熱も出ます。そういう装置なので電気と同時に熱も出ることになります。

エネルギー効率から言えば、太陽光発電よりも太陽光を利用した温水器のほうがいいです。あれはもつと普及してほしいと思います。値は安いです。

早川 あれは我が家も付けていますが、あれでは電気は起こらないですね(爆笑)。夏場は数ヶ月ほとんどボイラーをたかなくていいです。油がいらぬ。

原子力発電は安いのか

参加者C 話を聞いておりましたら、原子力発電は安いと言われたように思ったのですが、それは以前からそのように言われていますが、最近、厳密に計算してみると原子力発電は一番コストが高いという結果

が出ています。福島のようなこととか、使用済み核燃料の処理の仕方、あるいは原発を廃炉にしていくな過程で出る費用などが入っていないので、これらを入れて計算しないと原子力発電の本当のコストにならないというのが最近の常識になってるのでないかと思っています。

それから、福島の事故以来、原子力に関する考え方が日本の中で変わったと思うのです。いったん事故が起こると取り返しが付かないことになる。事実それは現在福島で起こっていることです。それにもかかわらず、大飯の3、4号は安全です、確認しましたということですが、いまになって活断層の問題が起こっている。これは、おそらく、安全かどうかということが一番の最優先の問題としてクリアーされて電気のために稼働しますということではなくて、とにかく原子力を稼働したいのだと、安全かどうかは、まあしばらくは同じような事故は起こらないだろうからというような甘い考えでやっている、そういうふしがあります。それは国民みんなが心配していることです。

純粋に電気だけのことだったら、ドイツのように、再生可能エネルギーのほうにシフトしていく、ドイツでは自然エネルギーはほとんど開発されて、成功している傾向にあります。そういう外国のことを参考にしている、日本も地震大国ですので他の国と違って何時でも地震が起こっていますので、わたしは原子力は「さよなら」して、自然エネルギーのほうに、風力、風力、地熱、バイオなどさまざまあり、日本は技術を持っていますし、将来性も非常にあるので、そっちの方にシフトした方がむしろ国益になると思います。そのあたりどうでしょうか。

削除 ちよつと

三宅 まず一点は原子力のコストですが、ちゃんとやると高くなるというお話でしたが、わたしもそれら全部を含めたコストは見ただことがないです。すべてカバーするといくらになるかはきわめて難しい計算になると思います。将来かかるであろうコストなどすべて含めるといくらになるかというのは、実際ないですね。参考になるのはおそらく海外だと思うのですが、海外といつても経済性、つまりマーケットが効いています。エネルギー選択となりますから。アメリカではどうかというと、いまアメリカは原子力はトーンダウンしています。なぜかというと、シェールガスが出てきてそちらのコストが勝っているのです、原子力の傾向が変わっています。これはマーケットが判断していることです。原子力に比べて天然ガスが安いからそうなっている。2000年前半まではアメリカも原子力をほとんど使っていたのですが、これも原子力が安いからとマーケットが判断したのでそうしていました。

その時の状況によって原子力のコストも変わります。いまの日本の状況でいうと、ちゃんと計算してみないと分からないですが、かなり高くなっていると思います。おっしゃるとおり、原子力のコストを単純に比較して選択すれば原子力は負けると思います。火力や石炭と比べると高いので。

原子力をいかに止めるか

二つ目の質問のフェードアウトすべきだという話ですが、これはおっし

やるとおりで、原子力の問題に関しては、これだけの事故を起したことに對してどういふふうに止めていくかということだと思えます。じゃ、代わりのエネルギーとしてドイツのように再生可能エネルギーを入れて積極的に代えていく行くことをやったときに、実際にどれくらい量の再生可能エネルギーが必要で、そのためにどれくらいのコストをかけて、またそのためにどういう制度作りが必要かというようなことを、まず一回やってみないといけないと思えます。やつてみた上でそれが事実としてできるのかどうかを議論した上で、経済的判断でもしくはコストがかかってもそうするのか、となるかと思えます。

直感的なわたしの意見をいうと、再生可能エネルギーはやっぱ不安定でエネルギー効率も低いので、いまのエネルギーをすべてそれに代えるのはかなり難しい。たとえば、もつと石炭を増やすとかガスを増やすとか、その間に再生可能エネルギーを混ぜていくとか、そういうふうにして原子力の代わりを考えて行かないといけないと思えます。

原子力が再生可能エネルギーかという、どっちかかというようなことはちよつと苦しいと思えます。原子力をやめたとき何で繋ぐかということだと思えます。それに関して腰が定まっていけないのが現状です。

参加者C 腰が定まっていけないと言われましたが、そのところが大切なのです。腰が定まっていけないから、こういうふうにするしかない、しょうがないなあとなるので、腰を定めてやるのが新しい展開を産むのです。その可能性はあると思うのです。また、それがわたしたちの未来を救うのでないかと思うのです。そのところがポイントだと思えます。

削除 といっ

三宅 腰を定めるということは形を変えることなので、いままでのやり方とか仕組みを変えることなので、たとえば、再生可能エネルギーをもう少し導入するとなるとものすごく振れるエネルギーを扱うことになります。ドイツでやったことは、ネットワークを強くして周りとの協調でそれを解決していくということですが、日本は島国なのでそれをそのままではめるのは難しいです。これをやるとどれくらい経済的負担があるかとかいろいろあるので、腰を定めるといのはちゃんと考えてやらないといけないです。単に、こう、決意でやれる話でないと思います。ちゃんとした計算とかプランを考えてできるシナリオを2つ3つだして、どれが一番か考えて行く。それがいまの日本でやられていないと思います。本当に、さっきおっしゃったとおりだと思います。

ドイツの電力事情

参加者D ドイツは原発のことで誤解されている方が多いと思うので、原子力はゼロといながらまだ動いていて、やがて経年劣化したのは止めていくけれどそれまでは動かしていく。いまは23%動いていて再生エネルギーは16%、そのほかは火力でまかっています。あまり理想の国ではありません。日本ではドイツは成功している国とされていますが、そんなことでもなさそうです。経済的にも太陽光、パネルで経済的に潤そうとしていたのに台湾、韓国とかの企業にやられて、国内の企業はやられて経済的にも破綻していて、首相はエネルギー改革のコストを過

小評価しすぎていたと発言されています。環境省は抜本の見直しをすると発表しています。ドイツのこういう事情は頭に入れておくべきでないかと思いました。

三宅 ドイツは隣にフランスがあります。フランスは電気を8割ほど原子力でまかっています。ドイツはフランスから電力をかなり買っています。ドイツとフランスをまとめてみるとよいバランスができていて、原子力とそうでない電力とがバランスを取っている。結局、ドイツは原子力を辞めるといつてなければ、隣の国の電子力と繋いで電気を買っている、脱原子力でないのは現実的な姿です。日本はできるかというところ、それはできません。ドイツのまねをすると電気は足りなくなるし、その代わりに何ができるかというところ、そんなうまい話はない。ですので、おっしゃるように、なかなか理想的なことではなくて、エネルギーはすごい大きなパワーですね。わたしも実感として発電所で働いていたものとして見ると、あんな大きなエネルギーを作るのは大変だと思います。たとえば、大飯発電所はもういいですといったときに、代わりに何ができるかというところ、それと同じ規模の発電所を代わりに作りましょうとなりませんが、それでは太陽光ではどれくらい必要かとなると、多分、若狭全部を埋めても足りないと思います。現実的な話をするところ、なかなか原子力でまかっているものをチェンジするのは簡単でないことになりました。ですので、ドイツは再生可能エネルギーにはあーと振ったのですが、風力で10数%、太陽光はそのうち数%です。しかもそのコストはものすごくかかってしまつて、電気料金を上げましようとなつた。

削除 見方

正直、わたしは、このようなことにすぐに答えを出すのは難しいと思います。わたし自身は長期的にはもう少し石炭を使いガスを増やし、繋ぎながら再生可能エネルギーを入れていく、そういう絵を描くしかしようがないのではないかとこのように思っています。

競争原理

参加者E 先ほどの話にもありましたが、国がいまままでの原子力の国策からどう転換していくのかはいまは別として、震災からわれわれが学び民間レベルでさまざまなアイデアや研究が出ていきましたが、いま自民党政権になっても変わらず進んでいくのでしょうか。

三宅 わたしも自民党になって新しい動きがあるのでないかと若干心配してはいたのです。見ていると必ずしもそうじゃないですね。けれどもこれだけ国民が関心がある中で逆方向に進むことはできないですね。そうでないと自民党って次に票取れないです。なので、孫さんのああいう突飛な話もちゃんと聞いてます。いままでは政府がいわゆる業界を「味方」にして業界にいろいろな責任を負わせながらエネルギーを作ってきました。電力会社にいろんな特権を与えながら原子力を開発させて出た上がったのがいまなのですが、そのために業界に膠着した構造だとか競争が行われない構造だとか新しいものが入らないだとか、先ほど言いましたロシアから天然ガスが入らないとかですが、そうやってしまっ

削除 ちよつと

普通に起こるはずの企業の競争や取り組みが足りなかったのが大きいと思います。

それを、いま、震災を経験して、業界ももう少し競争できるようにして、新しいものを取り入れて新しいものが入って来るように変えていかなくてはならないと考えています。そういう意味で言うと自民党もそうと、こういうふうに電力会社が独占している国はないのですね。みんな競争しています。独占していたので安定は得られていたのですが、安定していたけれど新しいことのない社会でした。競争することで難しいことも起こります。不安定であったり、失敗したりします。アメリカでは大きな停電も起こっています。しかし、そういうことを経験しながら正しいものは何かということを業界として考えていくことだと思えますので、一回進んだものはあとには戻れないということがあるので、おっしゃる電力業界もそういう形で変わって行くと思います。

環境問題と原子力

参加者F 今日のテーマでないかも知れませんが、ちよつと視点を変えて質問します。環境問題や現状のエネルギー供給問題を考えてみますと、福島事故が起こるまでは世界の環境問題の中では原子力は大きくクローズアップされていて、CO₂の放出を1980年代の25%まで削減するというところで日本でも議論されていました。そのために原子

力発電所を作っていくという流れだったのですが、ところがその事故以降環境問題の話がまったく出てこなくて、石炭や天然ガスでカバーすればそれでいいというようなことが盛んになってきて、あの当時のあの騒いでいた環境問題はどうかという思いがあります。そうした視点から見た場合に、石炭や天然ガスでやっていくというのは、現状ではどういうことになっているのか。原子力を少なくしていった場合、再生可能エネルギーだけではまかなえることはできませんから、こちらの視点からの問題はどうかお聞きしたいと思います。

三宅 非常に難しい質問です。おっしゃるとおり、環境問題はずっといわれてきて達成する手段として原子力でやっていくとなっていました。京都議定書では、2008年から2012年までの期間中に、先進国全体の温室効果ガス6種の合計排出量を1990年に比べて少なくとも5%削減することを目的と定めていましたが、今回の事故で日本はいったんリセットされてしまいました。日本は25%下げると言っていますが現時点では難しくなっています。一方で環境問題のほかもうひとつある話がエネルギーセキュリティの問題です。国としてエネルギーをどういうふうに確保するか、エネルギーがないと産業はまわらないし国民は生活できませんから。そういった抜き差しならない話とのバランスです。

世界を見てみると、環境問題のためにエネルギーセキュリティを犠牲にする国はないですね。要は生きていくためには食わなければいけないという大原則のなかで、特に新興国、中国やインドなどでは、石炭を

自分の国で困り込むとか、エネルギーセキュリティを優先しています。尖閣問題もそれです。海底の資源を確保するもくろみがあります。そういう中で環境問題をどう扱うかになります。

CO₂が増えると地球が温暖化して地球が破綻するのだというシナリオに対してどう動くかということになります。たしかにこの話は日本国内ではトーンダウンしたと思います。日本はこれに関してちょっと無茶になりすぎたというか、鳩山さんが出てきて25%削減するといいました。あれは僕から見るとエネルギーセキュリティをまったく忘れた話をされていたと思います。

ヨーロッパは環境問題はかなり関心が高く、そこで最適な条件を見つけようとしています。それでドイツなどが無理に太陽光を入れたり水力を入れたりしているので、2020年までに20%を再生可能エネルギーでまかなうことを目標にしています。その中でやれるかということ、原子力を増やす話はないのですが、天然ガスのバランスですね、天然ガスはCO₂の放出が少ないし、石炭を使ってもCO₂を回収するか、そういう技術を入れていろいろやっています。自動車に関しては2025年までにガソリンからすべて水素に変えるのを目標とするという先進的なことをやろうとしています。このへんはそれぞれの国の考え方があって、環境問題に関してエネルギーセキュリティとのバランスを取りながらやっています。

燃料電池、蓄電池

参加者G エネファームとか燃料電池とかああいうものは将来的にはどのようになっていくのでしょうか、効率とか価格の点から。

三宅 燃料電池ですが、これは日本でしか普及していません。家庭で使う燃料電池は世界で年間1万3000体売っていますが、そのうち1万2000体が日本国内です。日本で売れている理由は二つあって、一つは技術的にすぐれていることです。家におけるような燃料電池を開発したのは日本くらいです。あとは補助金です。設置するのに300万円ほどかかりますが、その半分は国が持つてくれるからです。それに燃料電池に使うガスをガス会社は半分くらいで供給してくれるからです。ただ日本のガスは世界で見るとものすごく高いのですが。

あれはなにがいいかというところ、さっき言いましたように、電気と熱が両方使えてエネルギー効率が高いです。ほとんど普及すべきだと思います。展望で言うと、いまは150万くらいに下がってきましたが、100万以下とか60万くらいまで下げるロードマップはできているので、おそらく5年くらいすれば補助金なしで買えるようになると思います。

いま補助金を使って売っていますが、それは震災後新築の家を買うとき住宅ローンに組み入れて買っているようです。やはり、使う方の意識の高さがあります。高くても買っていくというのがあるらしいですね。世界的に見るとエネファームは注目されていて、昨日もドイツ人と話したのですが、エネファームにはとても関心があると言っていました。

日本の新しい技術のひとつだと思います。

参加者G もうひとつお願いします。太陽発電のシステムで、太陽光発電パネルの下に空気の層を作って、パネルの熱を吸収して熱を暖房などに利用する技術があると聞いたのですが、それはどんなのでしょうか。

三宅 知らなかったです。理屈は分かります。太陽光発電と熱の両方を使うということですね。

参加者G 流通しているのかどうか知りたかったのですが。

三宅 まだ流通はしてないと思います。太陽光発電は熱が上がると効率が下がるので、その熱を取る装置は必要かと思います。

参加者G 下に空間を空けてそこに空気を送って冷却してその熱を利用するらしいのです。

三宅 わたし自身は聞いたことはありませんが、そういう新しい取り組みは今後もあるかと思っています。

参加者G 大量に貯められる蓄電池ができれば太陽光も風力も大きな力になると思います。いまはどんなのでしょうか。

三宅 そうですね。いまの展望で言うと蓄電池の一番の問題は二つあって、一つはコストの高さ、もうひとつは寿命の短さです。コストというと太陽光発電の倍くらいで、KWあたり10万くらいします。新しい技術として、蓄電池のコストを下げるのはいろいろ出てきているのですが、やはり電気を貯めるのは基本的に難しいことです。乾電池で使う程度ならいいのですが、たとえばこの部屋の照明を全部それでするとか、動力に使う電気をすべて蓄電池でまかなうとか、それは相当なエネルギー

ーなので、それを電池に貯めるのは簡単なことではありません。リチウム電池といういい電池がありますが、たとえば家に置くのでなくて自動車に積むような持ち運べるレベルならコストとして経済性はありますが、家に太陽光と電池を置いてすべてやれるかということとちょっと苦しいのが現状です。コストが半分になるかというとなかなか難しいです。期待はありますが時間はかかりそうです。

コンバインドサイクル

参加者C いまの話の関連ですが、コンバインドサイクルというのを聞いたことがあるのですが、けっこう発電効率が大きいということですが、原発の代わりをするようなことはできるのでしょうか。あちこちで発電しているようで、これは電力会社がやっていることですが、それが一点です。もうひとつは、ドイツはフランスから電気を買っているということと言われましたが、そういうふうに報道されていてわたしもそう思っていたのですが、ドイツの方から電気が足りなくなつて買っているのではないと聞きました。日本では誤って報道されていると言われていたが、真偽はどうなのでしょう。

三宅 コンバインドサイクルというのは世界的に普及している技術で、エンジンの技術であるガスタービンエンジンを使って一回発電して、発電すると廃熱が出るのでその熱で蒸気を作つて今度は蒸気タービンを回して発電する、そういうやり方です。コンバインは組み合わせるといふ意

味ですが、ガス発電と蒸気発電の二つがミックスになって発電する仕組みです。効率は高いです。最新のもので60%くらいです。作るのも割と簡単でコンパクトです。天然ガスを使うもので、これは世界中に広がっているシステムで、日本でも当然使つていて関西電力でも姫路や大阪にあります。天然ガスを使うので、これから伸びていく技術だと思います。

もうひとつのドイツのことですが、足りない電気を買つてるという話でいうと、電気には種類があつて、ずーっと動く電気と調整するための電気と本当に足りないときの電気と3種類あります。原子力はどういうところで使うかというところとずーっと使う電気ですね。そういうことで安くなる電気です。ドイツはベース電源を輸入しているはずですが、定期的に使つて電気の何%かをフランスから買っている。足りないところはドイツの中で発電機を回して作つたりどこから持つて来てバランスをとっている。さっきのコメントを聞いて思ったのは、足りない電気を買っているのではないというのは、こういうことだと思つたのですが。

沖縄電力と他の電力会社の電気料金

参加者H 簡単な質問ですが、沖縄と他の電力会社とで、原子力を使うかわないで電気代に差がないということですが、沖縄は水力や火力で発電されていると思うのです。昨年一昨年と原子力は止まっています、電力会社はすごい赤字になっていると思うのですが、沖縄は原子力を使つたく使つていなくて他の電力会社と同じくらいの料金でやっていけ

たということでしょうか。

三宅 結論からそういうことです。沖縄は原子力を持っていないくて火力は少なくほとんどが天然ガス火力です。さつき説明したコンバインドサイクルです。よく見ると少し高いのですが、数円くらいの差しかありません。ほとんどかわらないと言っています。沖縄は別に赤字でもないし普通に経営しています。電力料金の値上げにも関知していませんね、原子力と関係していませんから。

いま言われている、原子力が止まって電力料金の値上げというときの本質は何かというと、火力が高いからでなくて、原子力を止めたから高くなっているイメージだと思います。要は、最適な火力で最初から作ってきた沖縄の電力はこの値段で収まっています。一方原子力とミックスしてきた他の電力会社はミックスしてこの値段で収めています。そういう状況で原子力が止まったので、原子力は止まってもお金を喰いますから、その分コストが上乘せされました。それとあまり効率のいい火力を入れてないので、それでものすごく油を喰っているという二つの理由で値段が上がってしまっている。電力会社は火力のせいばかりにしていますが、原子力が止まるとその分のコストもかかるといことがありません。

原子力が止まった関電が沖縄と同じ電気を作れるかというのできません。そういう構成になっていないから。今すぐやれと言っても難しいです。原子力を今すぐ棄てるわけにはいなくて、原子力をどこかに持っていつて火力だけにすればできるかも知れないけれど、それは不可

能です。

削除 手

使用済み燃料の処理・保管

早川 一番最初の話で、2016年で使用済みプールの満杯になって、不幸なことが起こっています。いまは止まっていますが、満杯になったら動かしていくわけにはいかないとということが予想されていたということですが、発電所の人はどう思っていたのでしょうか。

三宅 わたしが関電にいたのは5年間ですが笑、その当時考えなければいけないことだと思っていましたし、実際関電はけっこう努力していました。どうやって燃料を保管するとか、どこに置くのかという話も一生懸命やっていましたし、ただ自分たちだけではできない部分があって、たとえば、他の所に置くとしたらそこと立地交渉をしなければならぬ。中間貯蔵ですね。東電は、実は、やっていたのですね。青森に中間貯蔵を作った事故が起るもう少し後にあの燃料を青森に持つて行って、福島島の燃料はかなり減る予定だった。もし空になってから事故が起っていたらあんなふうにはならなかったですよ。使用済み燃料を貯めていた中で地震が起って、水がなくなると、水素が出て爆発した。

使用済み燃料が日本で処理しきれないというのは本当に大きな問題だったのです。なぜこんなことになったかという点、本当は青森の六カ所に持つていつて燃料を砕いて再処理して、いらぬものはガラス化して棄てる、必要なものは取り出すという予定だったのですが、その再処理

が10年以上遅れているのです。六カ所の再処理を日本独自の技術だけでやろうとしたのですが、燃料を溶かして廃棄物をガラスに溶かして閉じ込めるといふ技術がなかなかうまくいかなかったのです。ずーっと止まっていたけど動いていないです。それが稼働しないので発電所のほうにどんどんどんどん使用済み燃料が溜まっていつてあと6年だ、5年だという状況になっていました。六カ所はいまちよつと動き始めていますが、それがフル稼働しても全国の使用済み燃料は半分しか処理できないです。

早川 そうすると再処理がまた動いても、そのうち5、6年で満タンになるといふ状況はいつしよですね。

三宅 そうです。

参加者 A 使用済み燃料の問題はどこの国でも悩ましい問題だと思いますが、最近の新聞の報道だとフィンランドがモデルケースみたいに報道されていますが、あそこは使用済み燃料はそれほど多くないと思います。そうではなくて、日本やフランスのように原発がたくさんある国ではどんな方向で解決して行けるのか、フィンランドみたいなのは例外的なのか、お訊ねします。

三宅 フィンランドですが、あそこは直接処分、直接処分というのは使用済み燃料を砕かずにそのまま地中深く埋めるやり方ですが、そういう方向性です。地下深く何100mも掘ってそこに最終処分するという方法です。日本は直接処分ではなくていったん燃料を砕いて再処理してリサイクルするということを考えていたので、路線変更ができてい

なかった。仮に路線変更した場合もうちよつと簡単な方法で燃料をパッキングして地中に埋めるといふシナリオもあったのですが、準備もしていなかったのでもうまから切り替えられない。いまちよつとそれを考え始めたところだと思えます。アメリカも実はこれ決まっていなくて、基本的には直接処分です。アメリカも実は、砂漠のところをやっていますが住民の反対でだめになっています。乾式キャスクという鋼鉄の容器に入れて発電所の敷地内にほんぽんと置いてあります。

早川 話は尽きないのですが、時間になりましたのでこれで終了とします。今日はいろんな話をたくさん聞くことができました。ここから感謝申し上げます。みなさん拍手でお礼したいと思います(大きな拍手)。

資料

一．参加者(23名)

朝日年男、板谷喜治、今川正樹、植茶英男、小川宗一、川添里美、木戸口武夫、治部ひろみ、下西孝明、下森弘之、高橋敏彦、坪内彰、坪川博之、堂前由紀子、時岡一彦、早川博信、早川眞理子、福本人司、福本千枝子、宮崎慈空、宮崎宗真、森本小夜美、弥永雅代、渡辺淳

二. 発言者(6名)

- A(60代、男性)、B(70代、男性)、C(60代、男性)、
D(50代、女性)、E(50代、女性)、F(60代、男性)、
G(50代、女性)、H(50代、女性)