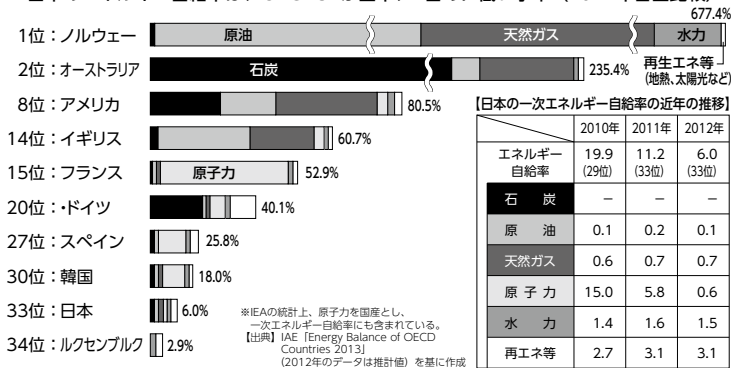


資料① 極めて低い日本のエネルギー自給率

■日本のエネルギー自給率はわずか6%、大震災前は19.9%（原子力を国産として）。

日本のエネルギー自給率は、OECD34か国中、2番目に低い水準（2012年各国比較）



出典：総合エネルギー調査会 原子力小委 第8回会合資料（平成26年10月）

特集②

最近の原子力を巡る課題

原子力の必要性・低線量被ばく
・食品の安全性・原子力の安全性等

講師

●高橋 實

（東北エネルギー懇談会 会長）

◆はじめに

ただいまご紹介いただきました、東北エネルギー懇談会の高橋です。

本日は「最近の原子力を巡る課題」と題しまして、「原子力の必要性」や東京電力の福島第一原子力発電所の事故以降、話題になることの多い放射線の「低線量被ばく」、放射性物質による汚染が心配されている「食品の安全性」、そして、福島第一原子力発電所で行われている汚染水対策や高レベル放射性廃棄物の処分問題なども踏まえた「原子力の安全性」などについて、お話ししたいと思います。

◆さまざまな角度から原子力を考える

「原子力の必要性」を考えるうえで重要な、エネルギー自給率からお話しします。資料①（46ページ）のように、2012年の

日本のエネルギー自給率は6%と極めて低く、経済協力開発機構（OECD）加盟国34か国中、2番目に低い水準です。

これは、原子力を国産として計算した数値で、原子力はウランを数年間燃料として使えるうえ、使い終わったあともしサイクルができることから、準国産のエネルギーと位置づけられています。それでOECDでは近年、原子力を国産として計算したエネルギー自給率を出すようになり、日本もそれに準じています。

大震災前、2010年の日本の、原子力を含む一次エネルギー自給率は19・9%、原子力を除くと4%でしたが、2012年には原子力を国産としても6%に下がりました。

国際ルールを無視したような形で進めることには非常に問題がありますが、中国は、それだけ資源問題を重要視している、つまり「エネルギー問題に非常に切迫感を持っている」と言えるのです。

次に、資料③（49ページ）の発電におけるエネルギー源別の「1kWh（キロワットアワー）あたりの発電コスト」を見てみましょう。2013年の12月に、民主党政権時代の政府が公表した試算です。

この中で、原子力は8・9円以上となっています。「以上」というのは、コストがプラスになる要因があるという意味です。この8・9円には、福島第一原子力発電所の事故処理費用として5兆8000億円が織り込まれて

東日本大震災による福島での事故後、全国の原子力発電所は定期検査のために次々と運転を停止しましたが、2012年の7月に、関西電力の大飯発電所3、4号機が再稼働し、翌年の9月まで運転を続けました。ですから、2012年のエネルギー自給率は、7月から12月まで大飯発電所の2基だけが動いている状態で、6%だったということです。

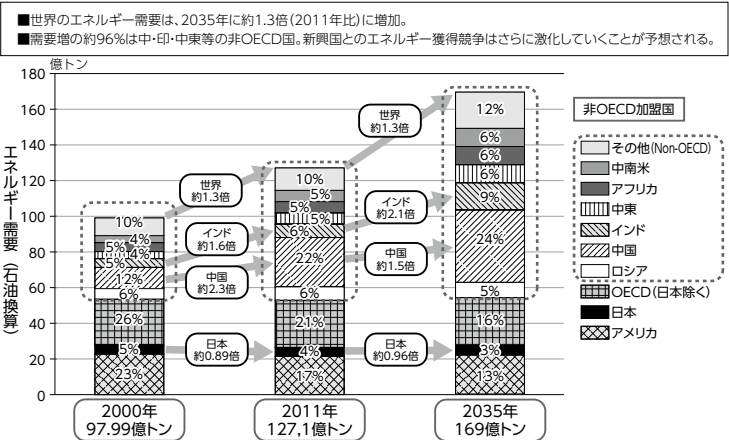
この数値が示すのは、日本のエネルギー供給構造は非常に脆弱であるということです。

次に、世界に目を転じて、全世界におけるエネルギー需要の増加を見てみると、資料②（48ページ）のように、石油換算で、2000年が約98億トン、2011年が約127億トン、2035年の見込みが169億トンとなっています。つまり、2000年から2011年に約1・3倍に増え、さらに2035年には2011年の約1・3倍に増加するのです。この増加分の約96%は、中国やインド、そして中東やアフリカ、中南米などの発展途上国の経済成長によるものです。

今後、こうした国々とのエネルギー資源の獲得競争がますます激化していくと予想されます。エネルギー自給率が極めて低い日本にとって、これは実に大きな問題です。

中国が、東シナ海南西部の尖閣諸島や南シナ海南部の南沙諸島で覇権を示しているのは、これらの地域に海底油田などのエネルギー資源が埋蔵されている可能性があるからです。

資料② 世界のエネルギー需要の増加見込み



出典: IEA [World Energy Outlook 2013] を基に作成

出典: エネルギー白書2014

先ほどもお話ししたように、福島事故以降、全国の原子力発電所は相次いで運転を停止しました。これにより、発電に必要な燃料費が増加しています。原子力の停止分の9割を火力で代替しているため、全発電量の約9割が火力発電になっており、石油やLNGなどの燃料の買い増し分が、2013年度は3・6兆円に上り、2014年度は3・7兆円にもなるとみられています。

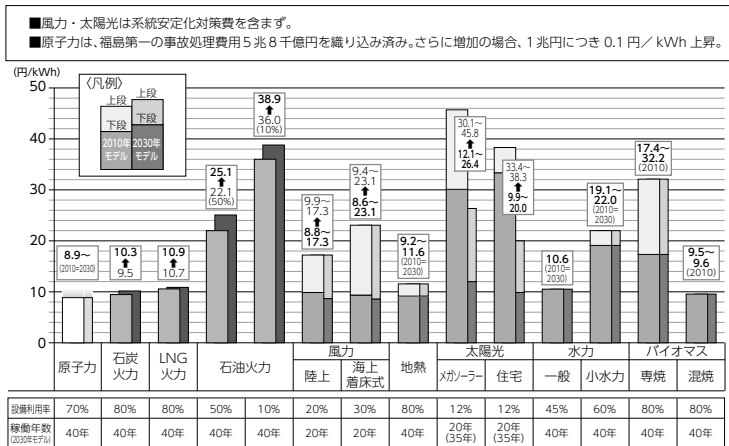
◆原子力停止が招いた大きな影響

これらは非常に安定して発電ができる電源であると言えます。

こうして比べてみると、原子力、石炭火力、LNG火力の発電コストはほぼ同程度で、

そして、今後への期待が大きい再生可能エネルギーですが、太陽光は、送電線の整備などに必要な費用を除いても、2010年の時に、規模の大きいメガソーラーで30・1円／45・8円、その後、2012年の7月から「再生可能エネルギーの固定価格買取制度」が始まり、2012年度の調達価格は40円、2013年度は36円、2014年度は32円となっており、かなり高めです。それから、風力（陸上）は9・9円／17・3円で、発電の安定性には問題がありますが、価格面ではけっこう競争力があると思います。

資料③ 1kWhあたりの発電コスト



出典：エネルギー・環境会議「コスト等検証委員会報告書（2013年12月19日）」

いますが、補償金や廃炉の費用がもつとかかるかもしれないということです。試算では、1兆円余計にかかる発電コストは0・1円上昇するとされています。

火力を見ると、石炭火力は9・5円、LNG（液化天然ガス）火力は10・7円、石油火力は、発電のために稼働させる設備利用率が50%の場合で22・1円、10%の場合で36円となっています。

石油火力の発電コストが高いのは、燃料の石油代が高いということもありますし、もともと石油火力は電力需要が最も高まる時間帯にだけ稼働させるため、石炭火力やLNG火力よりも設備利用率がずっと低くなっているからです。

ここで一番問題なのは、このお金を中東などの産油国、産ガス国に払っていることです。お金が日本国内で回るのであれば、国内の経済の浮揚効果につながりますが、そうではなく、全部海外に流出しているのです。年間3・7兆円というのは、1日当たりで約1000億円、子供も含めて国民1人当たり年間3万円の負担になります。原子力発電所が稼働すれば、この分負担は減るのです。

燃料費の単価が増えた分は「燃料費調整制度」によって電気料金に上乘せされ、消費者が負担していますが、残りの原子力を停止したことによる燃料費の増分は電力会社が負担しており、さまざまな経費削減に努めているところですが、料金を値上げせざるを得ないのが現状です。

こうした燃料輸入の増加による日本の貿易収支や経常収支への影響を示したものが、資料④（52ページ）です。貿易収支は、震災前の2010年までは黒字が続いていましたが、2011年以降は、燃料輸入額が増加するにつれて赤字がどんどん大きくなっています。

また、経常収支も同じように下がってきています。経常収支は、貿易外の収支も加えた国の最終的な収支のことです。自動車産業や電子部品メーカーなど、海外に進出している

企業が利益を国内に還元することで、日本の経常収支は大きな黒字となっていたのですが、それを上回る貿易収支の悪化が影響して、経常収支も下がってきているということです。

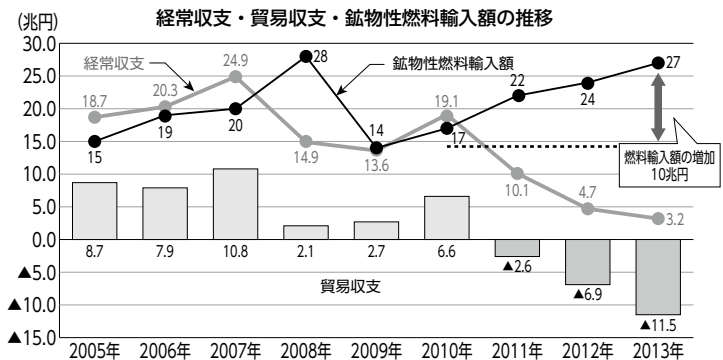
この傾向が続き、経常収支がさらに苦しくなっていくと、国債の暴落につながる可能性もあり、現在の金融市場における日本の立場は良好ではないと言えます。

これが、原子力発電の運転を停止したことによる日本経済における問題点です。

次はCO₂の排出量増加の問題です。これも原子力発電の停止とともに、どんどん増えています。資料⑤（53ページ）のように、2012年度の排出量は約4億8600万トン

資料④ 経常収支、貿易収支輸入額の推移

■燃料輸入の大幅な増加等により貿易収支は過去最大の赤字に。



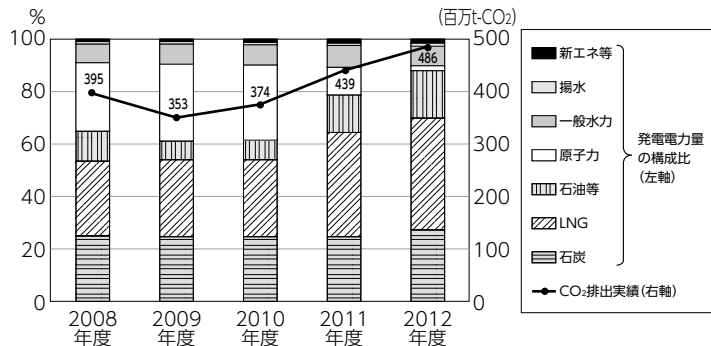
※鉱物性燃料:原油、LNG、石炭、石油製品、LPG等 【出典】貿易収支:財務省 貿易統計 ※「総輸出額-総輸入額」を記載。経常収支:日本銀行国際収支統計等を基に作成

出典: 総合エネ調 原子力小委 第8回会合資料 (平成26年10月)

ります。
やはり原子力と、太陽光や風力などの再生可能エネルギーが、CO₂を削減するには効果の大きい電源ということですが。
民主党政権の時代に、当時の鳩山首相が「2020年の温室効果ガスの排出量を、1990年比で25%削減する。そのために、発電に占める原子力の割合を50%に増やす」と公言しました。しかし、この目標はすでに安倍政権によって撤回され、CO₂の排出量も増え続けていますので、いまの日本は地球温暖化対策における国際的な発言力はかなり弱くなっていると言わざるを得ません。また、今後の削減目標の見通しも、世界に対してまだ示せていない状況です。

資料⑤ 発電電力量の電源構成の推移と一般電気事業者によるCO₂排出実績

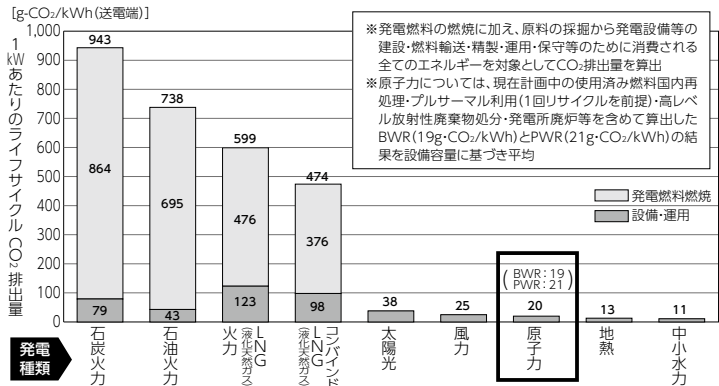
■震災以降、わが国の電源構成は激変。原子力の割合が著しく低下しているなか、石油・LNG火力の割合が増加している。
■原子力の割合低下（原子力の長期停止）は、CO₂の排出増加につながっている。



出典：総合工ネ調 基本政策分科会 第7回会合資料（平成25年10月）

資料⑥ 各種電源別のライフサイクルCO₂排出量

■原子力の発電電力量当たりのCO₂排出量は、石炭・石油・LNGより大幅に少ない。



出典：(一財)電力中央研究所「日本の発電技術のライフサイクルCO₂排出量評価2010.7」

で、2010年度と比べて1億1200万トン、約30%も増えているのです。
原子力は発電する時にCO₂を出しません。また、燃料の製造や輸送、発電設備の建設、あるいは使用済燃料の再処理や高レベル放射性廃棄物の処分、さらに発電所の廃炉など、消費される全てのエネルギーを対象に算出しても、資料⑥(54ページ)で表しているように、1kWh当たりのCO₂の排出量は20グラムほどです。
これに対して、現在、原子力の代替電源となっている火力は、CO₂の排出量の削減に努めているものの、化石燃料の中で排出原単位が最も少ない熱効率を高めたコンバインドサイクルのLNG火力でも474グラムにな

次は、エネルギー安全保障について考えてみましょう。原子力発電所が長期停止し、火力発電用の石油やLNGの輸入が増えることによって、日本は、地政学的に大きなリスクを抱えている中東地域への依存が高まっています。原油は83%を中東に依存しており、海上輸送の要衝であるホルムズ海峡を通過して日本に運ばれているものが80%あります。LNGは中東依存度が30%で、ホルムズ海峡を通るものが25%です。

中東では「アラブの春」（2010年から2011年にかけてアラブ世界において発生した民主化運動の総称）として知られるように、民主化運動が各地で起こるなど政情の不安定な状態が続いていますし、過激派組織「IS」の問題も出てきています。また、イランの核開発を巡っては、周辺国との間で緊張が高まり、イランは「イスラエルがイランを攻撃すれば、ホルムズ海峡を封鎖する」と明言しています。ホルムズ海峡に機雷を撒けば、たちまち封鎖されてしまうのです。

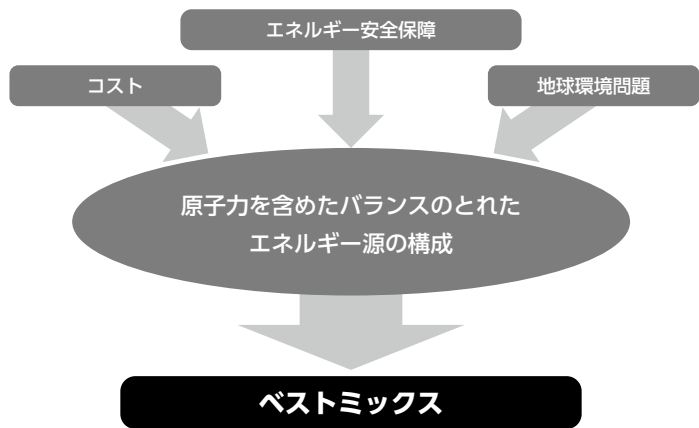
そうすると、コスト以上の問題が生じます。日本に石油やLNGが入ってこないことになるのです。石油には若干の備蓄が有りますが、物理的にものがなくなると、流通が止まってしまうということは、日本の安全保障上、非常に重要な問題です。

◆「原子力の必要性」のまとめ

ここまでの「原子力の必要性」についてまとめると、資料⑦のようになります。日本にとつてのエネルギーとは「コストの問題」、「エネルギー安全保障の問題」、「地球環境の問題」を考えて、原子力を含めた多様なエネルギー源をバランスよく組み合わせるべく、「ベストミックス」を目指していくことが重要なのです。

よく言われることですが、エネルギー源はどれも一長一短があり、これだけを使えばいいというものはありませんから、分散化しておくことが非常に大事になるわけです。ですから、太陽光などの再生可能エネルギーも、

資料⑦ エネルギーのベストミックス



コストや発電の安定性に問題はあるものの、ある程度まで利用するのは非常にいい事だと思います。全体として、安定供給ができて、経済性も確保でき、環境負荷も少ないエネルギーの供給構造を構築していくことが重要なのです。

政府は、まだ、このベストミックスの具体的な数値を出していませんが、いま検討が進められているところです。

◆私たちの、身近にある放射線

次に、放射線の「低線量被ばくについて」ですが、まず放射線や放射能の単位からお話しします。よく使われる単位は、「ベクレル (Bq)」と「シーベルト (Sv)」です。

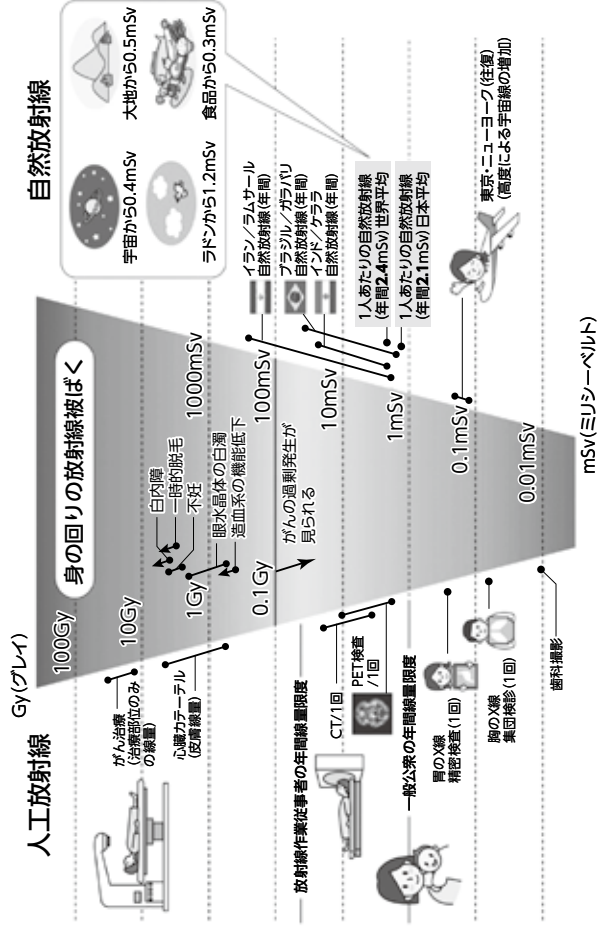
ベクレル (Bq) は放射能の強さを表す単位で、物理的には、原子が1秒間に壊変 (崩壊) する数を表します。物質を構成している原子の中心にある原子核が壊変 (崩壊) して、別の原子核に変わる時に出てくるエネルギーが放射線です。原子核は、例えば1グラムの物質の中に10の20乗とか30乗といった莫大な数がありますから、ベクレル (Bq) も非常に大きい数値になります。ですから、何万ベクレル (Bq) とか何十万ベクレル (Bq) というのも、実はあまりびつくりするような数値ではないのです。

シーベルト (Sv) は、放射線が当たった時に、人体へ与える影響の度合いを表す単位です。人体への影響は、放射線の当たり方や当たる部位などによってだいぶ違います。体外から放射線を受けることもあれば、食べ物や飲み物と一緒に、あるいは呼吸によって放射性物質を体内に取り込み、体の内側から放射線を受けることもあります。また、臓器や筋肉によって、放射線でどのくらいの影響を受けるかという感受性が違ってきます。それで、こうした違いなどを考慮して、人体への影響の度合いを表す単位としてつくられたものが、シーベルト (Sv) です。

それから、シーベルト (Sv) では、「ミリシーベルト (mSv)」や「マイクロシーベルト (μ Sv)」という単位がよく出てきますが、1000分の1がミリ、さらに、その1000分の1がマイクロです。1シーベルト (Sv) は1000ミリシーベルト (mSv)、1ミリシーベルト (mSv) は1000マイクロシーベルト (μ Sv)、ということ です。

例えば、1マイクロシーベルト/アワー (μ Sv/h)、つまり1時間当たり1マイクロシーベルト (μ Sv) の場所に1年間居るとすると、次のように計算できます。1マイクロシーベルト (μ Sv) に24時間を掛けて、さらに365日を掛ければいいので、 $1 \mu\text{Sv} \times 24 \text{時間} \times 365 \text{日} = 8760 \mu\text{Sv}$ になります。ミリに換算すれば、 8.76 mSv の放射線を

■ 私たちは日常生活を送るうえで、自然界から受ける自然放射線(世界の年間平均は2.4ミリシーベルト)以外に、身近な例としてレントゲン写真やCTスキャンなど人工的に作り出された放射線も受けている。



(注) 数値は有効数字などを考慮した概数
目盛(点線)は対数表示のため、ひとつ上がる度に10倍上がる

出典: (独)放射線医学総合研究所ホームページ

また、飛行機で東京とニューヨークを1往復すると、上空は宇宙からの放射線が強い。しかし、地球上には自然放射線の強いところがあって、ブラジルのガラパリやインドのケララなどは年間10 mSvくらい、さらに、ラムサール条約(特に水鳥の生息地として国際的に重要な湿地に関する条約)で有名なイランのラムサールには、もっと高いところがあります。北欧も高めで、スウェーデンは年間5〜6 mSvとなっています。こうした差が出るのは、大地をつくっている岩石などに含まれている放射性物質の種類や量が異なるためです。

1年間に受ける、そういう影響を受けるといふことでは、自然界にある放射線や医療で受ける放射線などを、このミリシーベルト(mSv)の数値で見てもみましょう。資料⑧(60ページ)は、医学的な研究機関や国連の科学委員会(UNSCEAR)などが出している数値をまとめたものです。

まず、宇宙や大地、空気、食物など、自然界から受ける放射線は、世界平均で年間2・4 mSvくらいです。その内訳は、毎日の呼吸で吸入する空气中に含まれている放射性物質から受けるものが1・2 mSv、食物に含まれている放射性物質から受けるものが0・3 mSv、そして大地の中の放射性物質から受けるものが0・5 mSv、宇宙から飛んでくる放射線が0・4 mSvとなっています。

重要な湿地に関する条約)で有名なイランのラムサールには、もっと高いところがあります。北欧も高めで、スウェーデンは年間5〜6 mSvとなっています。こうした差が出るのは、大地をつくっている岩石などに含まれている放射性物質の種類や量が異なるためです。

め、0・1 mSvとか0・2 mSvの放射線を受けることになります。

医療で受ける放射線は、胸のX線検査で0・1 mSv程度、バリウムを飲む胃のX線検査で0・5 mSv程度です。CTスキャンは10 mSvくらいになります。

福島ของ事故後、「福島産のものを買うな」とか「食べるな」というようなことを無責任に言う人がいて、こうした発言が風評被害につながったと、私は思っています。これは、本当に許せないことです。

食品には、もともと天然の放射性物質が含まれています。代表的なものは、カリウム40という放射性物質です。ガーデニングや農業で使う肥料には、窒素、リン酸、カリウムが3分の1くらいずつ入っています。こうした肥料等を通じて、食物の中にもカリウムが含まれており、そのカリウムの中の約0・01%がカリウム40です。食べ物や飲み物1キログラムあたりに含まれるカリウム40をベクレル(Bq)で表すと、例えば、ビールは10 Bq、ごはんやパンは30 Bq、魚や牛肉は100 Bq、ポテトチップは400 Bq、干しこぶは2000 Bqなどとなっています。

こういうものを毎日食べているわけですから、私たちの体内にも当然、放射性物質があります。体重60キログラムの日本人の場合、カリウム40以外の放射性物質も合わせると、

放射能は7000 Bqくらいになります。私たちは、放射性物質が日常的に体内にある状態で暮らしているわけです。

また、放射線は工業や農業、医療などのさまざまな分野で利用されています。例えば、工業では、強化プラスチックの製造や飛行機のエンジンの非破壊検査、農業では、品種改良やジャガイモの発芽防止などに使われています。医療では、X線検査やCTスキャンなど病気を見つけるための検査やがんなどの病気の治療に使われています。

◆低線量被ばくによる人体への影響

では、放射線を受けると、人体にはどのような影響があるのでしょうか。放射線の世界的な権威が集まって研究をしている国連の科学委員会の成果や、広島・長崎で原爆の被害を受けた人たちの追跡調査、あるいはアメリカ軍が蓄積しているデータ、チェルノブイリ原子力発電所の事故によって得られたデータなどから、さまざまなことが分かってきています。

まず、放射線を受けると細胞の中のDNAの一部に損傷を受けることがあります。人体には損傷を修復する機能が備わっているため、放射線量が少ない場合はほとんど影響は

ありません。しかし、一度に大量の放射線を受けた場合には、さまざまな症状が発生し、死に至ることもあります。

また、放射線を一度に全身に受けた場合でも、1000 mSv以下の線量の増加による影響については、確認できない程度です。1000 mSv以下の、いわゆる「低線量被ばく」については、いろいろな言い方をしている人がいて、それが風評被害の元にもなっています。

学者は、まじめな学者であるほど「影響は確認されていません」とか「リスクがゼロかどうかは分かりません」という言い方をして、「影響がない」とは言いません。そうすると、「確認されていない」ということは、絶対ないということではないだろう、「低線量の被ばくも危ないんです」という人が出てきて、風評被害が起こってくるわけです。

実際に放射線を人間に当てて実験をすることは絶対にできませんが、これまでにさまざまな調査が行われています。例えば、先ほどお話ししたようにスウェーデンは日本より自然の放射線量がかなり多いのですが、統計的に見て日本よりがんの発生率が高いということはありません。また、ヨーロッパで飛行機のパイロットや客室乗務員を対象に、がんの発生率が高いかどうかを調査したところ、発生率は一般の人よりも低いという結果になりました。もちろん、放射線を浴びたから低くなったということでもありません。これには、

いろいろな要因があるでしょう。

発がんの要因は、ストレスやタバコ、食習慣などさまざまなものがあるため、その中から1000 mSv以下の放射線による影響を判別するのは難しいとされています。例えば、国立がん研究センターでは、資料⑨のように、放射線と生活習慣によってがんになるリスクを比較しています。

これによると、1000～2000 mSvの放射線を受けた場合にがんになるリスクは1.08倍で、野菜不足の1.06倍とほぼ同じです。そして、運動不足は1.15～1.19倍、肥満は1.22倍、痩せ過ぎは1.29倍、さらに、継続的な喫煙や毎日3合以上の飲酒は1.6倍となっています。特に喫煙・飲酒は、低線

資料⑨ 放射線と生活習慣によってがんになる相対リスク

■研究の結果、一般公衆の年線量限度(1mSv/年)の100倍にあたる100ミリシーベルトを被ばくした場合のガン発症率は通常の1.08倍であり、この値は「野菜不足」によるリスクとほぼ同程度であることが分かっている。(飲酒・喫煙の方がはるかにリスク高)

(対象：40～69歳)

| 要 因 | がんになるリスク |
|-------------------------------|-------------|
| 1,000～2,000 ミリシーベルトの放射線を受けた場合 | 1.8 倍 |
| 喫煙 | 1.6 倍 |
| 飲酒 (毎日3合以上) | |
| 痩せすぎ | 1.29 倍 |
| 肥満 | 1.22 倍 |
| 200～500 ミリシーベルトの放射線を受けた場合 | 1.19 倍 |
| 運動不足※1 | 1.15～1.19 倍 |
| 塩分の取り過ぎ | 1.11～1.15 倍 |
| 100～200 ミリシーベルトの放射線を受けた場合 | 1.08 倍 |
| 野菜不足※2 | 1.06 倍 |

(注) 放射線は、広島・長崎の原爆による瞬間的な被ばくを分析したデータ (固形がんのみ) であり、長期にわたる被ばくの影響を観察したものではない

※1 運動不足：身体活動の量が非常に少ない

※2 野菜不足：野菜摂取量が非常に少ない

出典：(独)国立がん研究センター調べ

量被ばくよりリスクが高いのです。

つまり、100 m Sv以下の放射線による影響は、私たちの毎日の生活習慣などによる要因と判別できないくらいレベルのことです。ですから、タバコを吸いながら「放射線は危険だ」と言う人は、全くナンセンスだと思います。資料⑨には入っていませんが、受動喫煙も1・02〜1・03倍です。これは、配偶者がタバコを吸う人の統計から得られたデータです。発がんリスクは、受動喫煙にもあるということです。

2014年11月14日時点の福島県の放射線測定マップを見ると、発電所のすぐ近くと飯館村の一部が5 μ Sv/h以上と高くなっています。飯館村の一部がいまだに高いのは、事故当時、北西に風が吹いていたため、風に乗って多くの放射性物質がこの地域に降下したからです。この辺りはいまも立入禁止区域になっています。1時間当たり5 μ Svは、年間で44 m Svほどになります。

しかし、他の地域はほとんどが0・5 μ Sv/h以下になっています。家の中にいると遮へい効果で放射線量は減りますが、仮に屋外にずっと立ち続けたとしても、年間4 m Svほどですから、心配はないと思います。

◆「低線量被ばく」のまとめ

低線量被ばくについてまとめると、100 m Sv以下の放射線量では健康への影響は確認されていないということです。人類ができた時から、長年にわたって自然放射線と共存してきました。大事なものは、放射線があるかないかということではなく、**量と強さ**です。1回に500 m Svの放射線を受ければ白血球が減少するリスクが高くなりますが、1日1 m Svを500日受けても変化はありません。

これは、一度に200グラムの食塩を食べると約50%の確率で死亡しますが、1日10グラムずつ20日間食べ続けても何の問題もないのと同じです。塩分の取り過ぎには注意が必要です。塩分は私たちの体に必要なものですし、塩なしでは料理もまずくなってしまいます。塩分の取り過ぎは良くありませんが、私たちは毎日5〜10グラムくらい摂取しています。大事なものは、やはり量の問題です。砂糖も同様で、ものすごい量を1回に食べると健康を害してしまいます。リスクというのは、量の概念をきちんと考えていかなければいけないと思います。

100〜150 m Svの放射線で、最大に見積もって、がんによる死亡率は0・5%高く

資料⑩は、日本と欧米の食品基準値を比べたものです。先ほど「私たちの体内には、7000 Bqくらいの放射性物質がある」と申し上げましたが、アメリカの基準値は「乳児用食品」も「牛乳」も「飲料水」も「一般食品」も全て、1キログラム当たり1200 Bqとなっています。欧州連合（EU）の場合は「乳児用食品」が400 Bq、「牛乳」と「飲料水」が1000 Bq、「一般食品」が1250 Bqです。これに対して日本の基準値は、10 Bqから100 Bqと一桁低くなっているのです。

日本の基準値も、東日本大震災前は欧米とほぼ同じでしたが、福島事故後、当時の厚生労働大臣が風評被害を抑えるため、被ばく線量が年間1 mSv以内になる厳しい基準にす

◆ 厳しすぎる日本の食品基準値

次に「食品の安全性」についてお話しします。2012年4月1日に導入された日本の「食品基準値（放射性セシウム）」は、食品の安全と安心を確保する観点から、食品からの年間被ばく線量が1 mSv以内になるように設定されています。欧米の基準値よりも極めて厳しい値に設定されていて、これが、ある意味で風評被害の元になっていると思われる。

国際放射線防護委員会は、低線量被ばくによって発がんのリスクが明らかに増加することとは証明できないけれど、念のため100 mSv未満でも線量に比例してリスクがあると仮定して、防護計画を立てるように勧告をしています。一般公衆の基準としては、緊急時は年間20〜100 mSv、事故が収束した後の復旧期は年間1〜20 mSvとしています。日本政府も「福島県で年間20 mSv以下の地域では住民の帰還を考えましょう」と言っています。

なると言われています。日本人のがんの発生率は平均50%程度で、死亡率は33%ほどです。人口1000人の村なら、500人はがんになって、333人はがんて死亡するということです。この1000人全員が100〜150 mSvの放射線を受けると、確率的には、がんで死亡する人が最大で5人増えて338人になる可能性があるということです。

資料⑩ 食品基準値の国際比較

- 日本の食品基準値(放射性セシウム)は、食品の安全と安心を確保する観点から、年間被ばく線量が1ミリシーベルト以内になるよう設定されている。
- なお、日本の基準値は、米国やEUの基準値よりも極めて厳しい値に設定されている。

(単位:ベクレル/kg)

| 核種 | 各国 | | | |
|-----------|-------|---|--|--|
| | 食品群 | 日本 | 米国 | EU |
| 放射線セシウム | 乳児用食品 | 50 | 1,200 | 400 |
| | 牛乳 | 50 | | 1,000 |
| | 飲料水 | 10 | | 1,000 |
| | 一般食品 | 100 | | 1,250 |
| 食品基準値の考え方 | | 被ばく線量が年間1ミリシーベルト以内になるように設定。一般食品は50%、牛乳と乳児用食品は100%が汚染されていると仮定して算出。 | 被ばく線量が年間5ミリシーベルト以内になるように設定。食品中の30%が汚染されていると仮定して算出。 | 被ばく線量が年間1ミリシーベルト以内になるように設定。食品中の10%が汚染されていると仮定して算出。 |

出典：厚生労働省「食品中の放射性物質の新たな基準値について」ほか

ることを決めたと聞いています。

しかし、1 m Svにはどういう意味があるのでしょうか。私には全く理解できません。自然界の放射線は世界平均で2〜3 m Sv、スウェーデンでは5〜6 m Svなのです、1 m Svはその変動の範囲内です。また、飛行機に1回乗れば0・1〜0・2 m Sv、パイロットは年間数10 m Svの放射線を受けているのです。

こうして、1 m Sv以内に抑えるための基準を決めてしまったために、福島県などで農業や漁業をされている方は大変な苦勞を強いられることになったのです。今は、お米や野菜、果物で基準値を超えるものはありませんが、たまにヒラメやマダラなどで150 Bqとか200 Bqの放射性物質が検出されると、新聞などで大騒ぎになります。欧米の基準値より一桁低い数字であるにもかかわらず、日本では出荷することができず、「やっぱり福島のは危ない」というような話になってくるのです。日本の食品基準値は、もつと緩くするべきだと、私は思っています。

福島県で行われている除染でも、1 m Svまで下げるために、表土の削り取りや除草、側溝や雨樋の高圧洗浄など、いろいろな取り組みがなされています。そのために、何兆円というお金がかかっていると思います。年間に数m Svの自然放射線を受けている中で、年間

1 m Svに抑えるために多額の税金を使っているわけです。

リスクと言えないようなものを除くために国費を無駄遣いするのは、非常に誤った国の政策だと思います。この基準はもう決めてしまったことですが、こうした税金を福島県の復興のために使えば、もつと有益なことがたくさんできるのではないかと思います。

◆「食品の安全性」に問題はない

食品の基準値は、放射性物質の量（放射能）の強さを表すベクレル（Bq）という単位の数値ですが、実効線量係数を使って、人体への影響の度合いを表すシーベルト（Sv）に換算することができます。実効線量係数は、医学的にいろいろな実験をして決めた値です。

例えば、あまり現実的ではないのですが、一般食品の基準値である100 Bqのセシウム137を含む野菜を、1年間、毎日、300グラム食べ続けた場合で計算してみます。成人の実効線量係数は0・013なので、これにベクレル（Bq）の数値100を掛け、さらに年間の日数365を掛けます。答えは、142・4で、単位はマイクロシーベルト（ μ Sv）です。これをミリシーベルト（m Sv）に換算すると、0・1424 m Svとなります。自然放射線の2〜3 m Svと比べても、わずかなもので、人体には全く影響がないことがお

分かりただけだと思います。

福島県の生協では、「陰膳（かげぜん）方式」で食品中の放射性物質の測定を行っています。陰膳方式とは、各家庭で実際に食べている食事を1人分多くつくってもらい、それを集めて放射性物質を測定するというものです。この測定では、1000家庭から各2日分（6食+おやつ、飲料）の食べものを検査センターに集め、精密な測定器を使って、時間をかけて調べています。

2014年3月の調査結果を見ると、1キログラム当たり1Bq以上のセシウム137が検出されたのは、福島県内の100家庭のうち4家庭でした。仮に、このセシウム137が検出された食事を1年間、同量、食べ続けた場合の実効線量（内部被ばく）は、最大で年間約0・04mSvと推計されています。

この調査では、カリウム40も検出されています。カリウム40は天然に存在しており、食品に含まれている放射性物質ですので、当然、検出されるわけです。4家庭で検出された放射性セシウムは、このカリウム40の10分の1とか20分の1程度でした。ですから、実際の食事を調べても、福島の事故で放出された放射性物質は検出されないか、あっても非常に微量であるということです。

冬は、福島県の特産品「あんぼ柿」のシーズンです。「柿を干している間に空中の放射性物質がつくのではないか」と心配されている人もいますが、市場に出回っているものは基準をクリアしていますので、安全性には全く問題ありません。

◆「福島第一」の汚染水対策

福島第一原子力発電所では、廃炉に向けた作業に取り組んでいますが、いま一番問題になっているのは、事故で溶けた燃料を冷やした水と地下水が混ざり、大量の汚染水が発生していることです。特に汚染水の海洋流出についての対策は、国も関与を強めていく方針で、国が前面に立って、必要な対策に国費を投入していくことになっています。

汚染水は、毎日400トンくらい増えています。それだけの量の地下水が建屋の中へ流れ込んでいます。東京電力は、この汚染水を汲み上げて、タンクに貯めています。福島第一原子力発電所へ行ってみると、敷地の中は汚染水を貯蔵するタンクが並び、まるでタンクの林のようになっていきます。

汚染水対策は「汚染源を取り除く」、「汚染源に水を近づけない」、「汚染水を漏らさない」という、三つの基本方針に沿って進められています。

「汚染源を取り除く」ための対策としては、放射性物質の除去設備を使って汚染水の浄化を行っています。この設備は、通称「ALPS（アルプス）」と呼ばれているもので、トリチウム以外の放射性物質62核種を安全な基準レベルまで取り除くことができます。浄化した水はまた別のタンクに貯蔵しています。

ALPSで除去できないトリチウムは、三重水素とも呼ばれる水素の仲間です。自然界にも、水の形で存在しているものですが、原子炉の中でも生成されます。従来より、全国各地の原子力発電所では、法律で決められた排出基準や総量規制に従って、海へ放出しています。東京電力も、ALPSで浄化し、トリチウムだけが残った水は、「基準値以下にして海へ流したい」と言っていますが、漁協などでは「基準値以下であっても、風評被害につながるのではないかと心配をしています。今後も話し合いが続けられると思います。「汚染源に水を近づけない」ための対策はいくつかあります。一つは、「地下水バイパス」といって、発電所の建屋の山側に井戸を掘り、地下水が建屋へ入る前に汲み上げるというものです。こうして汲み上げた地下水はいったんタンクに貯め、水質の安全検査をしたうえで漁協の合意を得て、2014年5月から海へ流しています。

それから、新聞などによく出る「凍土方式の陸側遮水壁」の設置があります。これは、発電所の建屋の周りに埋め込んだパイプに氷点下数十度の冷却剤を流して、パイプの周りの土を凍らせるというものです。建屋の周りに「氷の壁」をつくって、外側と遮断してしまいうけです。この凍土方式は、土木の工事実績があるものです。土を凍らせて水を止め、トンネルを掘るといった工法に使われているようです。

こうした対策によって、建屋へ毎日400トン流れ込むと言われている地下水を少なくしようとしているのです。

そして、三つ目の「汚染水を漏らさない」ための対策として、海側にも遮水壁をつくり汚染水の海への流出を防ぐことにしています。また、発電所では発電用のタービンを回すのに使った蒸気を冷やして水に戻すために、大量の海水を使っていますので、発電所敷地の地下にはそうした機器と海をつなぐ配管やトレンチ（地下トンネル）がたくさんあります。そこで、それらの中に溜まっている水を抜き取り、ふさいでしまおう対策もしています。

東京電力は、汚染水で海を汚していないかどうかを確認するため、発電所の港湾の外側で絶えず放射性物質の測定（モニタリング）をしています。2014年10月の数値を見てみると、ほとんどの地点がNDとなっています。NDというのは、検出限界以下、低くて検出できないということです。トリチウムはいくつかの地点で検出されていますが、20

13年の最高値と比べると、だいたいが下がっています。少なくとも法令上は問題のないレベルで、魚の風評被害ということでは心配するような数値ではありません。市場に出ている福島県産の魚を食べていただいても問題ありません。

東京電力は、こうした汚染水対策をしっかりと講じながら、中長期的に廃炉を進めていく計画で、現在は使用済燃料プールの中の燃料取り出しが行われています。すでに、4号機では取り出しが終わりました。

また、事故で溶けてしまった燃料を「燃料デブリ」といいます。これをとりださなければなりません。これは、原子炉の中を水で満たし、水中での遠隔操作により行う作業であり手間のかかる仕事になります。早ければ2020年度からの取り出し開始を計画しており、燃料デブリの状態を把握するための調査法や、取り出す方法、取り出しに必要な装置など、さまざまな技術開発の取り組みが進められています。

こうして燃料を全て取り出した後、配管や容器、そして建屋の解体に移り、全体では30〜40年かかると考えられています。原子力発電所の廃炉は世界で数多くの実績があり、日本でもいくつかの廃炉が進められていますので、通常の解体については技術的な問題は無いのですけれども、やはり事故による廃炉のため、溶けた「燃料デブリ」をどうやって取

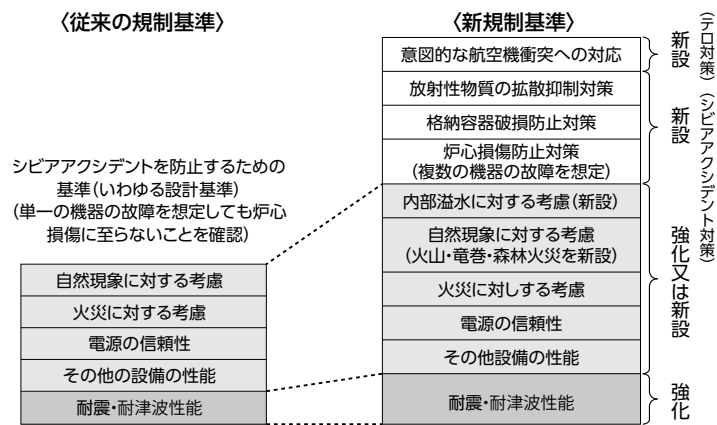
り出すかが一番の問題となります。

◆ 格段に向上した原子力発電所の安全性

次に、「原子力の安全性」についてお話しします。資料⑪は、従来の規制基準と2013年7月に原子力規制委員会によって施行された新しい規制基準の概念を比べたものです。一番大きな違いは「シビアアクシデント対策」が加わったことです。シビアアクシデントは、日本語では「過酷事故」と呼んでいるもので「従来の考え方では起こると想定され得なかった事故」のことです。

従来も一番厳しい事故を想定して、それに耐えられるように安全対策をしていたのです

資料⑪ 新規制基準の全体像



出典：総合エネ調 原子力小委 第8回会合資料 (平成26年2610月)

が、東日本大震災では、想定以上の巨大な津波が来て発電所の電源系や海水を循環させるポンプが被害を受け、原子炉や使用済燃料プールを冷やせなくなって、炉心溶融事故に至りました。技術的に見れば電源系と海水ポンプの二つ、特に電源を全て喪失したことが事故の最も大きな原因です。

新しい規制基準の考え方は、「考えられないような事故があっても大丈夫なようにしなさい」、「技術的にあり得ないと思われることが起こっても大丈夫なようにしなさい」ということです。電源系について言えば、従来からいくつもの非常用の電源が備えられていたのですが、さらに多重化して、新たに多系統の非常用電源や移動可能な電源車なども備えておくということです。

各事業者は、資料⑫（78ページ）のように、福島を踏まえた事故防止のための対策の強化や、シビアアクシデント（原子力発電所の設計時の想定を超える過酷事故）に備える対策の導入などに努めています。東北電力の女川原子力発電所の具体例をいくつか挙げる、現在の防潮堤（海拔約17m）を海拔約29メートルまでかさ上げする工事や、建物の水密化、また、高台への空冷式発電機の設置や、原子炉内へ直接水を入れる給水装置をつくるといった対策を講じています。かなりのコストをかけて、これまで考えられなかった

ような事象が起こっても大丈夫なようにしているわけです。

いま、原子力規制委員会に新規制基準への適合性審査を申請している、あるいは申請しようとしている発電所は、東日本大震災並の地震や津波がきても問題はないということを前提とした対策を行っています。安全性は、大震災前に比べて格段に向上しているのです。

ただ、安全性の話は水かけ論になることが多く、「じゃあ、リスクはゼロなのか」と言う人がいます。〚巨大隕石が発電所を直撃したらどうなるか〚といったことも考えれば、リスクはゼロではありません。しかし、現実的にはこの世で〚リスクゼロ〚というものは

資料⑫ 新たな安全対策(例)

1. 東電事故を踏まえた、事故を防止するための対策の強化

- ①大規模な自然災害が発生しても設備の故障を防止
 (例)・最大級の津波にも耐える防潮堤の設置
 ・配管のサポート強化等による各設備の耐震性の向上
- ②火災、停電などへの対策を強化
 (例)・難燃性ケーブル・耐火壁の導入による火災対策の強化
 ・電源車の設置等による停電対策の強化

【防潮堤(柏崎刈羽原発)】



2. 万一、シビアアクシデントが発生した際に備える対策の導入

- ①原子炉中の燃料の損傷を防止
 (例)・ポンプ車等により、非常時に外部から炉心に注水を行う設備を構築
- ②格納容器の破損を防止する対策の導入
 (例)・格納容器内の圧力・温度を下げるための設備(フィルタベント)を設置
 ・溶けた燃料により格納容器が破損することを防止するため、溶けた燃料を冷却する注水設備(ポンプ車、ホースなど)を導入。
- ③敷地外への放射線物質の拡散抑制対策
 (例)・屋外放水設備(大容量泡放水システム等)の設置など
- ④非常時における指揮所の確保
 (例)・耐震、放射性物質対策を施した緊急時対策所の整備

【屋外放水設備】



出典：総合工ネ調 原子力小委 第8回会合資料(平成26年2610月)

一つもないのです。

ですから、重要なことは「リスクをできるだけ正確に評価をして、それにどう対応するか」です。何かが起これば、それを評価し、対応してより良いものをつくっていく。少なくとも歴史上あった事象に対しては真摯に対応していく、ということを繰り返しながら、私たち人間は科学技術を発展させてきたのです。近代的な合理主義とは、そういうことだと思ふのです。

原子力に反対している人と話をすると「危ないものはだめだ。リスクが少しでもあるものはだめだ」と言われますが、それでは議論になりません。リスク評価をはじめ、生活や産業を維持していくために必要な電力の安定供給や、発電のコストなど、さまざまな側面から考えていく必要があるのです。

もし、リスクが少しでもあるからという理由で原子力をやめて、例えば、電力が足りなくなり、経済が悪化し、社会が不安定になって、自由に夜も出歩くことができないうような世の中になったら、そのほうが、よほどリスクが高いということになります。

◆後世に、負の遺産を、残さない

元首相の小泉さんと細川さんが突然、表舞台に戻ってきて「高レベル放射性廃棄物の処分が決まっていなから、原子力はだめだ」とおっしゃっています。確かに廃棄物の処分は大きな問題ですが、処分する場所は決まっていなものの、何十年も前から研究が進められて、技術的な見通しは立っているのです。

処分の概要としては、まず、高レベル放射性廃棄物はガラスと混ぜて、固めてステンレス製の容器（キャニスター）の中で、ガラス固化体の状態で、冷却のために30～50年程度、貯蔵・管理されます。その後、金属製の容器（オーバーパック）に入れ、粘土などの緩衝材で包み、地下300メートルより深い地層の中に埋設処分することになっています。ガラスや金属製の容器、緩衝材などの人工バリアと、安定した深い地層という天然バリアを組み合わせて放射性物質をしつかりと閉じ込め、放射能が十分に弱まるまでの数万年間、人間の生活環境から隔離するわけです。

この処分における基本的な考え方は「後世に、負の遺産を残さない」ということです。「将来、もっと良い技術が開発されるかもしれないから、地上で保管しておくほうがいい

のではないか」という考え方もありますが、「原子力発電による便益を得た私たちの世代が処分に対して責任を負うべきだ」という考え方が世界的に主流となっているのです。これは、社会保障と同じような考え方です。

地層処分の方法については、いろいろな評価がありますが、少なくとも原子力以上に廃棄物への対応に取り組んでいる例は他にありません。例えば、同じ発電の分野でも、火力はCO₂という廃棄物が発生し、その増加が気温や海水温度の上昇など地球温暖化の原因となっています。このCO₂を回収・貯留するための技術開発は進められていますが、いまは、まだ、大気中へ放出されています。

高レベル放射性廃棄物の処分地は、原子力発電環境整備機構（NUMO）が調査を受け入れてくれる自治体を募集していますが、まだ見つかっていません。このため、もつと国が前面に出て「科学的な観点から地質的に有望な地域を国が選んで、それを提示する」というプロセスを追加することになりました。今後、有望地を公表すれば、その地域で反対運動が起こることも考えられます。地道に理解活動を進めていくことが重要になると思います。

また、今後の技術進歩の可能性もあるので、可逆性、回収可能性を担保することも決まりました。これは「地下に埋めた高レベル放射性廃棄物を取り出せるようにしておいて、より良い処分方法が実用化されたときに将来の世代が最良の処分方法を選べるようにしておきましょう」ということです。

現在は、処分のリスクは非常に低いと評価されています。一方で小泉さんや細川さんは、「リスクゼロの解決策がなければ、すべてをやめる」という考え方をされているわけです。しかし、その考え方は、例えば「地球温暖化問題が解決しなければ、車に乗るのをやめる」と言っているのと同じようなもので、現実的とは言えない主張です。

世界では、フィンランドとスウェーデンの2か国で、高レベル放射性廃棄物の処分場が決まっています。フィンランドはオルキルオトという場所で、地下調査施設を建設し、現在、安全審査が行われています。スウェーデンはフォルスマルクという場所で、こちらは地元の同意を得て準備を進め、施設の建設に向けた安全審査が行われているところで、2015年くらいから工事が始まるかもしれません。

◆おわりに

繰り返しになりますが重要なことなので、最後にもう一度、エネルギーのベストミックス

スに触れておきます。先ほど申し上げた通り、原子力発電所の安全性は確実に、格段に向上していますので、原子力を含めたバランスのとれたエネルギー源の構成を考える、つまり、安全性を確保しつつ、エネルギーのベストミックスを目指していくことが重要だということなのです。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26年12月、会津若松市において東北エネルギー懇談会高橋会長が講演した内容を要約し、一部加筆したものです。)

文責 広報部)

講師略歴

高橋 實(たかはし みのる)

東北エネルギー懇談会 会長



| | | |
|-------|----|----------------------|
| 昭和46年 | 4月 | 東北電力(株)に入社 |
| 平成12年 | 8月 | 東北電力(株)企画部ニューヨーク事務所長 |
| 平成15年 | 6月 | 同上 |
| 平成18年 | 6月 | 同上 |
| 平成19年 | 6月 | 同上 |
| 平成21年 | 6月 | 同上 |
| 平成23年 | 5月 | 同上 |
| | | 兼 東北原子力懇談会会長 |
| | | 兼 東北原子力懇談会会長 |
| 平成23年 | 6月 | 東北原子力懇談会会長 |
| 平成24年 | 4月 | より現職 |

以上