

静岡県原子力県民講座

平成25年10月20日(日)

日本大学国際関係学部三島駅北口校舎3階N305

○司会 それでは定刻になりましたので、静岡県原子力県民講座を開催いたします。

本日はお忙しい中、ご参加いただきありがとうございます。私は、本日司会を務めます、静岡県原子力安全課長の杉浦と申します。どうぞよろしく願いいたします。

開催に当たりまして、主催者を代表しまして、静岡県危機管理監代理兼危機管理部部長代理 岩田孝仁よりご挨拶を申し上げます。

○岩田危機管理監代理 開会に当たりまして、高い席で申し訳ございません。危機管理監代理をやっております岩田と申します。一言ご挨拶をさせていただきたいと思っております。

きょうは本当に、足元の悪い中、これほど多くの方々にお集まりいただきまして、ありがとうございます。今現在、まだ福島第一原子力発電所、2年半前の東日本大震災の後の事故の影響で、まだ多くの課題を残している。汚染水の問題もまだ解決してない。それから避難された方々も、まだまだ帰還という、ふるさとへ帰るといふ、そういったところがまだなかなか目に見えてこないという、こういった中でございます。

そういった中でありますけれども、私ども、浜岡原子力発電所を抱える静岡県として、こういった原子力の問題、課題について、ぜひ県民の方々にも、いろんな形で正しい知識、それからいろんな形で学んでいただく機会を設けたいというふうに考えております。

今年の7月に、国のほうで、この原子力についての新しい規制基準が示されました。これに対しては、中部電力さんのほうも、従来の津波対策、それから事故対処法、いろいろ従来から、さらに福島の事故以降も、いろんなその対策の積み上げをしております。新たに示されたこの規制基準に基づいて、中電さんも対策を進めていくという、そういった報告も私も受けております。

そういった中でありますけれども、私どもとしては、こういった原子力の問題について、皆さん方に正しくきちんと学んでいただく機会として、昨年度よりこの県民講座を開催しています。昨年度といたしましても、今年の3月に第1回の講座を開催しました。

今年度、本日、トータルでいいますと第2回目の講座になります。

今日はですね、この講座に当たりまして、名古屋大学の原子力工学の専門であります山本章夫先生にご講演をいただきます。その後、静岡大学の放射化学のご専門であります奥野健二教授に、その後のご講演をいただきます。このご両名の方の講演の後、質疑応答の時間を取らせていただきたいということで、リスクコミュニケーションがご専門の、NPO法人「HSEリスク・シーキューブ」の代表理事であります土屋智子さんにコーディネーターをお願いして、その後の皆さん方との質疑応答をさせていただければというふうに考えております。

こういった講座を、私どもこれからも続けていくということで、今年度第2回目の講座を12月の15日に浜松のほうで開催する予定にしております。こういった県民講座を通じてですね、原子力についてきちんと県民の方々に学んでいただき、いろんな形で考える機会という形でこの講座をご提供していきたいというふうに考えておりますので、今後ともぜひよろしくお願ひしたいと思ひます。

簡単ではございますけども、開催に当たりまして私のほうからご挨拶させていただきました。ありがとうございます。

○司会 初めに講師とコーディネーターのご紹介を簡単にさせていただきます。

本日は、お手元の次第のとおり、2名の講師によりご講演をいただきます。講演後、休憩を挟みまして質疑応答を行ないます。

最初の講演は、名古屋大学の山本章夫教授から、「福島第一原子力発電所事故から得られた教訓、課題と対策」というテーマで講演をいただきます。

山本先生は、原子力工学をご専門とされ、愛知県防災局のアドバイザーや、日本原子力学会、原子力安全・保安院などの審議会の委員を務められ、今年6月制定されました新規制基準の検討チームでも委員を務められておりました。

2つ目の講演は、静岡大学の奥野健二教授から、「放射線の基礎とその影響」というテーマで講演をいただきます。奥野先生は、放射化学をご専門とされ、日本原子力学会中部支部理事などの要職に就かれており、本県の環境放射能測定技術会の委員もお願いしております。

2つの講演の後、質疑応答を行ないますが、そのときのコーディネーター役を、NPO法人「HSEリスク・シーキューブ」の土屋智子代表理事にお願いしております。土屋様は、リスクコミュニケーションをご専門とされ、JCOの事故後、NPO法人を立

ち上げられ、東海村を拠点に、住民とのリスク対話を中心とした活動を続けられているほか、茨城県などの原子力防災関係の委員も務められております。

次に、質疑について説明いたします。質疑応答については、お配りいたしました質問カードにご記入いただいたものについて、講師からご回答いただくという方法で進めてまいります。質問カードへの記入は、各講演で1つずつとさせていただきます。複数ご記入いただいた場合には一番上に記入されたものを採用させていただきます。また、質問内容は、本日の講演内容に関する事、または講演のテーマに関連することとさせていただきます。

質問カードの回収は、会場後ろの出口付近に箱を用意しますので、そちらに入れていただきます。1つめの講演の後に10分間の休憩をとりますので、そのときに山本先生の分を回収いたします。また、奥野先生の質問カードについては、奥野先生のご講演の後、20分の休憩時間を設けますので、その最初の5分間で回収させていただきます。整理の都合上、そのような形をとらせていただくことにご理解くださいますようお願いいたします。

時間の都合上、全てのご質問にお答えできないことがあります。本日の講演内容に関する事、または講演のテーマに関連することで、本日お答えできなかった質問については、講師にご協力をいただきまして、回答を作成し、後日県のホームページへ掲載したいと考えております。

なお、こちらで用意しました筆記用具につきましては、次回以降も使用しますので、お持ち帰りにならないようお願いいたします。

それでは最初の講演に入ります。「福島第一原子力発電所事故から得られた教訓、課題と対策」というテーマで、名古屋大学大学院の山本章夫教授からご講演をいただきます。山本教授、どうぞよろしくようお願いいたします。拍手をもってお出迎えください。（拍手）

< 講演 >

「福島第一原子力発電所事故から得られた教訓、課題と対策」

名古屋大学大学院教授 山本章夫氏

名古屋大学の山本と申します。本日は、こちらの「福島第一原子力発電所事故から得られた教訓、課題と対策」ということで、50分ほどお話をさせていただきます。よろしくお願いいたします。

きょうの私のお話の概要なんですけれども、最初に原子炉、特に中部電力の浜岡原子炉と同じ「沸騰水型軽水炉」と言っているんですけども、その仕組みを簡単にご説明させていただきたいと思います。

引き続きまして、福島第一原子力発電所の事故の概要を振り返っておきたいと思います。その後、事故で明らかになった課題や教訓。それをご説明しまして、「じゃ、それに対してどういうことを考えるのか」という順番でお話しをしたいと思います。

それで、一番最後のパートでは、今年7月に施行されました原子力規制委員会の新規制基準。こちらの概要について説明をさせていただきたいと思います。

それでは、まず原子炉の仕組みにつきまして、簡単にご紹介したいと思います。

原子力発電所といいますと、非常に複雑なものを思い描かれると思うんですけども、発電所の中でやっていることは、原理的には非常に簡単なことです。こちらにその概要が示してございますけれども、まず火力発電所のことを思い浮かべていただくといいと思うんですけども、火力発電所では、まず水を、石炭とか石油とかガスを使って沸かしまして、その蒸気で、このタービンですね。これは風車の大きいものなんですけど、こちらを回して、それで発電機を回して発電するという仕組みになっています。

原子力発電の場合は、基本的にはやっていることは同じでありまして、違うところは、この蒸気をつくるための熱が、何かの物を燃やしてつくっているわけではなくて、ウラン燃料の核分裂。これから発生する熱を使って水を蒸気にして発電していると。そういうところが火力発電と違っていただけだと。まずそういうふうにお考えいただくのがいいと思います。

こちら、その「核分裂」というのが非常にキーワードになってくるわけなんですけれども、これを簡単にご紹介したいと思います。

ウランという物質がありまして、これは天然に存在するものです。ウラン鉱山から掘り出してくるものなのですが、こちらに中性子という非常に小さい粒が衝突しますと、このウラン235の中に原子核という非常に小さい粒が、これもあるんですけども、ここにちょっとアニメーションになっておりますように、2つに分裂します。つまり、原子核が分裂するので「核分裂」というふうに言っているわけでありまして。

この際、ここにありますように、こういう破片2つ出てきて、さらに小さい粒の中性子ですね。これがついでに2、3個出てまいります。この中性子がまた別のウランに当たりまして、さらに核分裂が進むということで、連鎖的に核分裂が起きるので、まあ一般的には「連鎖反応」というふうに言われているわけでありまして。結局、この破片ですね。これが非常に早い速度で出てきますので、これが熱エネルギーになって、最終的にはお湯を沸かすものになっているというふうにお考えいただければと思います。

基本的にはこういうことなのですが、実はこの破片ですね。これが非常に厄介者でありまして、一般的に言うところの「死の灰」がこれに相当します。こちらの破片、例えば代表的な物質でいいますと、ヨウ素とかセシウム。皆さんおなじみだとだと思いきれども、そういう物質でありまして、非常に高い放射線を出します。つまり非常に高い放射能だというふうにお考えいただければと思います。原子炉の中には、こういうものがたくさんたまっているということになります。

先ほど申し上げたように、核分裂で出てきたこの破片ですね。これは不安定で、不安定というのは、時間が経つと別の物質に変わっていくということでありまして。別の物質に変わるだけであれば全く問題はないんですけども、このときに一緒に放射線を出します。放射線の話については、後で奥野先生のほうから詳細にご説明があると思いますので説明は省略しますが、この出す能力を持っていることから、これを「放射能」というふうに一般的に呼んでいるわけでありまして。

あともう1つ、原子炉の安全性を考えると、こちらが非常に重要なポイントなんですけれども、別の物質に変わっていくときに、個々の発生量は少しなんですけれども熱を出していきます。これは崩壊するとき発生する熱なので「崩壊熱」というふうに言っているわけなんですけども、これが今回の福島第一原子力発電所事故の要因になった非常に重要なものであります。これについては、また後でもう一度ご説明します。

ということで、もう2年半以上前になりますけれども、3・11の地震が起きた直後の報道というか、テレビですね。皆さんご覧になっていたと思いますが、それをちょっと思

い出していただきたいんですけれども、いわゆる原子力工学の専門家と言われる方が、「原子炉をとにかく冷却するんだ」と。そういうことを繰り返しおっしゃっていたと思います。

それじゃ、その原子炉はどういう理由で熱を出しているかと申しますと、これは2つありまして、1つは先ほど私がご説明しました核分裂ですね。これは非常に大量の熱が出てまいります。通常はこれで蒸気をつくっているということでもあります。もう1つが、先ほどご説明した、核分裂の破片が別の物に変わるときに出す崩壊熱です。

この2つなのですが、原子力発電所では、例えば地震のような異常事態が発生したときは、中性子を吸収する制御棒というのが原子炉の中に自動的に入りまして、核分裂の連鎖反応というのは自動的に停止します。今回の福島第一の事故でも、核分裂の連鎖反応は自動的に停止しております。

では何で今回のような事故になったかということなのですが、先ほどのこの崩壊熱ですね。これが非常に厄介でありまして、残念ながらこれを止める手段はありません。時間とともに発生量は減るんですけれどもゼロにはなりません。つまり、原子炉というのは、ある意味急には止まれないものなんだというふうにお考えいただくのがいいと思います。

じゃ、どれぐらい熱が発生するかということをご紹介いたしますと、例えば福島第一原子力発電所の1号機。これは一番発電容量というか、発電能力が小さかったものなのですが、通常運転しているときは、このご家庭の湯沸かし器ですね。これ14万個分ぐらいが原子炉の中で熱を出している。それぐらいの熱が出ています。原子炉が止まった後、核分裂の連鎖反応が止まった後、どれぐらい熱が出ていますかということがこちらに示しております、原子炉が停止した後1時間経ったときでも、大体1,400個分ぐらいですね。湯沸かし器1,400個分ぐらいの熱がまだ出ていますと。相当熱が出ているわけですね。1日経ったときでも、まあ数100個分の熱が出ていますと。従って、ずっと冷やし続けないと大変なことになるというのは、これからおわかりいただけるとと思います。

そういうことで、この沸騰水型軽水炉、原子炉には、この炉心を冷却するためのいろいろな設備がついています。こちらにも詳細に説明しませんが、残念ながらことに、このほとんどというのは、いわゆる電動のポンプを使って原子炉の中に水を送り込む仕組みになっています。従いまして、電気がないと動きません。ここが今回の福島第一の事故を考える上で非常に重要なポイントになります。これについては、もう少し後でまたご説明いたします。

ということで、次はこの福島第一の事故の概要を振り返っておきたいと思います。

まず、この発電所の概要ですね。こちらは発電所の中に6基原子炉がありました。1号

機から6号機がありまして、いずれも1970年代に運転を開始しております。あの事故が起こった3月11日の時点では、1号機と2号機と3号機が運転中でありまして、4、5、6は定期検査のために停止しておりました。こちらが事故が発生した直後の原子炉の状況であります。この地震動は非常に強いものでしたので、まず重要なポイントとしましては、この地震が起きたということを感じまして、先ほどの中性子を吸収する制御棒が原子炉の中に入って、ここでまず核分裂は止まったわけですね。非常に大きな発熱源はなくなっただけですけれども、先ほどご説明したように、まだ中で崩壊熱が大分発生している状態だということでもあります。

それと同時に、もう1つのポイントは、発電所というのは基本的に電気をつくっているところなので、発電所の中には電気がたくさんあるというイメージがどうしてもあるんですけども、実際にこの原子炉が止まってしまうと、蒸気の発生もほとんどなくなってしまいうので、電気をつくることができないわけですね。ちょっと意外なんですけれども。そういう場合は、結局発電所の外から電気を持ってこないと、もしくは別の発電機を使わないと、いろんな機械を動かすことができません。そういう意味では、発電所から送ってくる電気系統というのは結構重要なんですけど、この電気系統が、鉄塔線が地震で倒れたりして、その他いろいろな理由で外部との電源が途絶してしまったということになります。原子力発電所では、こういう事態がもともと想定されておりまして、この非常用のディーゼル発電機というものが自動的に起動して、ここから電気が供給されていたという状態があります。これが地震発生直後の状態ですね。

それで、ときどきご質問いただくんですけども、この制御棒ですね。これがですね、「地震が発生したときに、ディーゼル発電機が例えば起動してなかったら、この制御棒も動かないんじゃないですか」というご質問をいただくことがあるんですけども、実は全く電気がない状態で、制御棒を原子炉の外に引き抜いておくことはできない構造になっています。つまり、原子炉の中に入れるように常に圧力をかけていて、電気がなくなった場合は、その制御棒を止めている装置が自動的に外れて、圧力に応じて制御棒が1秒ぐらいで中に入るという仕組みになっています。

そういうことで、2時46分に地震が発生しまして、その後30分、40分ぐらい経ってから、非常に大きな津波が何波かに分けてやってきております。

こちらなんですけれども、津波が来た後の図を示しておりまして、この津波は非常に高かったのので、後で写真をお見せしますが、こちらの非常用ディーゼル発電機であるとか、

いろんな電気系統が水没することになりまして、これが止まってしまったわけですね。そうなりますと、外から電気が来ないと。発電所の中の発電機も動いていないということで、電源の供給が全くなかった状態になりました。これを「全交流電源喪失」と言っているんですけども。そうなりますと、こういう電源を使うモーターですね。これは当然ながら全て使えませんので、原子炉の中に水を入れることが非常に難しくなるわけでありまして。もともと設計では、こういう自体も想定されていまして、こういうときはですね、この原子炉の中は、まだ高い温度で非常に高い圧力の蒸気がいっぱいあるんですね。この蒸気を使って小さいタービン、小型の風車を回して、その力で水をくみ上げて原子炉の中に水を入れるというシステムがあって、実際これが動いておりました。津波が来た後も。

これがずっと動いていればよかったですけど、残念ながらこのシステム、やはり系統を制御するため、まあ系統を動かすために、やっぱり電源が必要だったんですね。電源といっても、バッテリーが必要でした。例えば車についているバッテリーをイメージしていただければいいんですけども、そういうものがないと動かないものになってたわけですね。

これはバッテリーですから、使っているうちにどんどん電気が当然なくなります。そうなりますと、いつかこのバッテリーの電気がなくなって、ここが動かなくなると。そういうことになったわけでありまして。

そうすると、この原子炉では崩壊熱がまだ出続けています。ただ水は入りません。そういう状態になるわけですね。これは、例えばやかんに水を入れて火のついたコンロの上に置いているようなもので、水はどんどん蒸発してなくなっていきます。湯気になってなくなっていくわけですね、でも水は外から入ってこないということになりますと、この水位が、だんだん時間とともに徐々に下がっていきます。この水位の下がり方が結構早くて、1時間で1メートルぐらい水位が下がっていったというふうに推測されています。

そうなりますと、もともとこの燃料が水の中に浸かってたわけなんですけれども、これがもはや浸からなくなるわけですね。水に浸からなくなったといっても、燃料が熱を出しているのが止まるわけではありませぬので、今度は燃料の温度がどんどん上がってしまうわけです。

そうならないように、何とかして水を入れようということで、東京電力は、消防車を使って原子炉の中に水を入れようというふうに努力をしていたわけなんですけれども、運転中は、原子炉の中というのは非常に高温・高圧になっています。具体的に申しますと、原子力の圧力というのは70気圧ぐらいなんですけど、それじゃ、この消防車の出口の圧力とい

うのはどれぐらいかという、まあせいぜい10気圧ぐらいです。つまり、言い方を変えると、ぱんぱんに張った風船の中に息を吹き込もうとしてもなかなか入らないと思いますけれども、まさにそういう状態だったわけですね。そういうことで、この原子炉の中の圧力を下げないと水が入らなかったんですけれども、それに非常に手間取って、結局燃料の温度が非常に上がってですね、燃料はある程度高温まで耐えられるんですけど、3,000度近くまで温度が上がって、熔融状態になって燃料が破損したというふうに見られています。

それで、もう1つご説明しておかないといけないことは、こちら、原子炉で使っているウラン燃料の写真というか、図です。1つ特徴的なことは、このウランを覆っている金属製のさや管ですね。これは直径が1センチ、高さ4メートルぐらいのもので、これが原子炉の中に数万本入っています。この金属製のさや管の材料なんですけれども、ジルコニウムという、ちょっと特殊な金属を使っています。実はこの金属は、非常に高い温度になると、周りの酸素とひっついちゃうんですね。皆さん、昔、理科で水の電気分解、もしかしたらやられたことがあるかもしれません。水を電気分解すると、水素と酸素とに分かれますね。その水の中から酸素だけが金属とひっついてしまうと、水素だけが残ります。こういう形で、原子炉の中で非常に大量の水素が発生したというふうに見られています。

この水素なんですけれども、この炉心で発生しまして、一度この格納容器という、この入れ物の中に出た後、まだ経路ははっきり特定されていませんが、こういう継ぎ目ですね。原子炉格納容器のつなぎ目を通して原子炉の建物の中に出て、最終的にこれが何かの発火源で引火して爆発したということで、この水素爆発の映像については、この中でも、リアルタイムで、テレビの画面で見られていた方も多と思います。非常に大きな爆発がありましたが、あれは水素が爆発してああいうことになったというわけでありまして。

ここまでのお話を一度まとめておきますと、まず3月11日の14時46分に地震があつて、原子炉自動停止しました。15時半ぐらいですが、津波がやってまいりまして電源がなくなりました。1号機は、そのすぐ後から冷却が止まってしまって、その日の夜7時前に、炉心の損傷ですね。炉心が溶けるということが発生したというふうに見られていまして、次の日に水素爆発が起こった。2号機も3号機もまあ同じなんですけど、ある程度電源なしで動く冷却装置が、2号機は3日間、3号機については2日ほど動いていたんですが、結局冷却が停止して、炉心が損傷して水素爆発が起きたということになっております。こちらが福島第一で起こった事故の概要ですね。

これから先は、課題を振り返って、どういう教訓を酌み取るべきかということが続けて

お話したいと思います。

まず、あの地震の概要なんですけど、こちらに福島第一原子力発電所と第二原子力発電所の近くの震度マップを示しております。これを見ますと、第一と第二の近くは6プラスということで、非常に強い震動に見舞われたことはわかります。こちらの図なんですけれども、これは何を示しているかといいますと、これは地震動の強さですね。専門用語では「加速度」と言っているんですけども、これを示してまして、これは1号機から6号機まで、この棒が右のほうに来ていれば来ているほど強い地震力がかかったというふうに見ていただければいいと思います。設計では、この赤い線までもともと想定していたんですけども、それを超える力が、5号機と3号機と2号機についてはかかりましたということでありまして。これは非常に問題なわけですね。

じゃ、そもそも何でこういうことになったかということなんですけど、今回の東日本大震災の震源は、複数の領域ですね。複数の断層が連動して動いたということで、その想定が十分じゃなかったというふうに聞いております。ちなみにこの場合ですと、東海地震があって、連動する形で、東南海と南海が連動するというふうに使われているんですけど、この連動は、原子力発電所、例えば浜岡の耐震設計には考慮されているということになっております。

この地震動が、じゃあ福島第一の発電所の設備にどういう影響を与えたかということが非常に世間的に話題になっていたわけなんですけど、まずどういう形で発電所の設備が影響を受けたか、もしくは影響を受けていなかったかというのを確認したかということなんですけど、まずちょっと思い出したいただきたいのは、津波が来るまでは、原子力発電所の中、通常ディーゼル発電機からの給電とか電気がありましたので、いろいろなデータは全部残っているわけですね。地震が来てから40分間ぐらいのデータは全て残ってまして、これは東京電力とかのWebサイトで全部データが公開されています。皆さんもご覧になっていただけるものです。まず、こういうものを確認しますと。もう1つは、実際に観測された地震動を使って、計算で、設備とか建物が壊れるかどうかというのを確認しましたと。3番目が、福島第一の5号機ですね、こちらも地震動がもともとの想定を超えていたんですけど、こちらは、非常に過酷な状態、過酷な事故には至らなかったもので、中に入って点検できずと。これで内部の設備を確認するという、3つのやり方で確認を行なっております。

この地震動については、マスコミの報道の印象からいいますと、国会事故調の報告書だけが違うことを書いているというふうな印象をお持ちかと思いますが、実際の文章を読む

と、実はそうではないですね、実は同じことを書いていまして、政府事故調の報告書と原子力安全・保安院等のとりまとめの資料を見ますと、「地震動で、本来の機能を損なうような損傷はなかったと推定します」と言っているわけです。国会事故調のほうは、「重要な機器の地震による損傷がないとは確定的には言えない」ということで、ちょっと表面上は書き方は違うんですけども、注目すべきところは、こういう機械が本来の機能を損なっていないかどうかというポイントで、こここのところについては、これまでいろんなデータを見る限りは、まあこういうことはなかったんじゃないかというふうに推定されているところであります。

次に、津波ですね。こちらは非常に高い津波が来て、いろんな機械が同時に故障してしまったということで、こちらなんですけれども、これは福島第一の敷地の図ですね。上側が海側です。これは何を示しているかといいますと、1号機、2号機、3号機、4号機と5、6がありまして、この赤いところは、大ざっぱに言って10メートルぐらいの高さで浸水したところですね。緑色が5メートルぐらいで、青色のところは3メートルですね。したがって、1号機から4号機までは、非常に深いところまで津波に浸水したということで、これがいろんな機械の故障を招いた大きな原因だったというふうに考えられるわけです。

こちらの写真なんですけれども、こちらは地面が見えています。これは3月11日の15時35分ぐらいですね。この42分というのは写真機に残っていたデータなんですけど、これは少し時計が進んでいたらしくて、7分ぐらい進んでたらしいです。

これは高さ10メートルぐらいの敷地で、このときにはまだ津波が来てませんと。これから1分後ぐらいに津波が侵入してきて、ここだとですね、この白いタンクが完全に冠水しています。これは高さが5メートルぐらいありますので、やっぱり15メートルぐらいまでは津波が来たということが、これからわかります。

津波の高さの比較なんですけれども、こちらは福島第一の1号機から4号機、5、6号機で、福島第二、女川、東海第二。そもそも設計で想定してあった津波の高さをこちらに書いています。それに対して、敷地の高さはこういう形で、当然ながら想定よりは高いことになっているわけですね。では実際に観測された津波はどうだったかというと、特に福島第一については、想定よりはるかに高いですし、また敷地よりも高かったということで、これが事故を大きくした原因だったというふうに言えると思います。一方、福島第二、女川、東海第二ですね。これいずれも原子炉は安全な状態で停止したんですけども、来た津波

の高さというのは敷地を下回っていたということが重要なポイントかと思えます。

ということで、結局津波の高さについては、高さの設定が十分じゃなかったということですね。規制委員会で施行されている新規制基準におきましては、津波の高さの評価方法をいろいろ見直しております。

さらに、発電所構内にそもそも津波が入ってくるということは異常事態ですので、防波堤等によって浸水を防止する。さらに、発電所の構内に水が仮に入ってきたとしても、原子炉の建物の中に水が入らないように水密扉等をつける等々の対策を打つことができると思えます。

まあ、こういう津波で非常に打撃を被ったわけなんですけれども、その結果として電源が使えなくなったということで、こちらは鉄塔が倒壊している写真、福島第一の発電所の構内の写真です。こういう形で外から電気が来なくなって、さらに、これは電源盤とかなんですけれども、海水に浸かったりして使えなくなったということですね。

こちらが、津波が来た後の電源や冷却状態の比較です。これを見ていただきますと、まず通常電源というのは、あれですね。外部から来ている電源ですね。これがだめで、ディーゼル発電機もだめで、電源車も使えなくて、復旧もできなくて、結局原子炉の冷却ができなくなって過酷事故に至ったということです。

これを見ますと、電源系統がどこか使えているところ、つまり丸が1カ所でもあるところについては、いずれも冷温停止に至っているということがおわかりいただけると思えます。まあ、これだけ電源が安全上重要だということになるわけでありませう。

これを津波の高さと照らし合わせて見ますと、やはり敷地高さより大幅に津波高さが高かった福島第一の、特に1号機から4号機については、全ての電源が失われて過酷事故に至ったという相関関係は容易に見て取ることができるかなと思えます。

それで、これはよく言われることなんですけれども、日本は結構停電が少ないということで、外から来る電気ですね。これが非常に品質がいいということで、これを過信していたわけですね、ある意味では。それが1週間とかそういう長期間にわたって止まるということを考えていなかったわけです。これが非常に大きかったと思えます。さらに、非常用電源とか電源盤が、例えば建物の地下にかためておいてあったりとかそういうことで、1カ所浸水すると幾つかの電源が同時に故障してしまうとか、そういうところも問題だったと思えます。

こういうところが教訓として得られまして、それじゃ対策としてはどうするかということ

となんですけれども、基本的には電源ですね。ディーゼル発電機とか、それ以外にもガスタービン発電機とかいろいろあるんですけれども、こういうものを、いろんなところに分散させて置いておいて、1つがだめになっても、ほかのものを使いましょうという対策をまず打てると思いますし、そもそも建物の中に水が入ってこないようにするということができますし。例えば水に浸かってしまって故障したとしても、かわりのものを保管しておいて、それを持ってきて復旧して使いましょうということもできると思います。こういう形で、新規制基準のほうではいろいろな対応を考えて対策を打っているところでもあります。

こちらがですね、もう一度事故の進展と主要な対策の関係をまとめたものです。

まず、地震が発生して、原子炉が自動停止して、外から来る電気がなくなりましたと。これについては、外から来る電気を、別のルートで2回線必ずつなぎなさい。例えばそういう対策を打っています。津波については、先ほどの防潮堤とか、水密扉とか、そういうところで対策を強化しますと。その結果、電源がなくなったことについては、電源を幾つかの場所に分散して、ばらけさせておいておくとか、冷却できなかつたことについては、冷却や注水する設備を複数置くとか、そういうことで、事故の進み方に応じて、いろいろな対応をとっているということで、この内容を、もう少し次のパートで詳細にご説明したいと思います。これが最後のパートの「新規制基準とその概要」ということになります。

まずはなんですけれども、原子力基本法というのがあります、これは原子力界の憲法みたいなものなんですけれども、これが改正されています。昔は、この原子力基本法では「安全を確保しなさい」ということだけが書いてあったんですけれども、改正されて、「国民の生命、健康、財産の保護、環境の保全をきちんとしなさい」ということが明文化されました。

さらに、原子炉等規制法という法律があるんですが、これも改正されまして、「テロリズムその他の犯罪行為をまず考えなさい」と。さらに、「重大な事故が生じた場合にも、放射性物質が大量に外部に放出されることを防ぎなさい」というふうに明文化されています。もう一遍繰り返しますが、「人と環境をちゃんと守りなさい」ということを明示した上で、さらに過酷事故、今回のような事故の発生を前提としますと。

実は、ここのところが非常に大きな規制の転換でありまして、従来は、「対策をとって、こういう事故が起きないようにしてください」というふうに言っていたわけですね。それに対して、今回の規制は、こういう非常に重大な事故が発生するのをまず防ぐというのは当然やるんですけれども、その上で、「でも、こういう事故が起きるということを前提と

して、いろいろな対策を打ちなさい」と言っているわけです。つまり、こういう重大事故を前提とした規制ということで、規制の方向性がある意味では180度転換したというふうに見ていただいてもいいと思います。

具体的にはどういうことを考えているかという話なんですけれども、これちょっと専門用語で「深層防護」というふうに言っているんですが、この考え方をまず徹底しています。これはちょっと言葉は難しいんですが、例えば皆さん、日常お使いの車を考えれば多分わかりやすいと思います。車の安全対策を考えると、例えば通常のオートマチックの車は、シフトレバーがパーキングポジションに入っていないとエンジンがかからないと思うんですけれども、これは要するに、急発進を防ぐ、要するに異常な状態になることを防ぐための手段ですね。さらにブレーキは、思いきり踏んだときに、アンチスキッド・ブレーキといって車輪が空転しないようなシステムもありますし、それでも万が一例えば事故になってどこかにぶつかった場合には、エアバッグが開いて体を守りますよね。さらに、そういうところで例えば怪我をしてしまったという場合には、最近のやつは救急車を自動的に呼ぶようなシステムもあって、そういういろいろな安全対策が打たれているわけですね、多層的に、それを「深層防護」と言っているんですが、「その考え方を徹底します」ということです。

今回の福島第一の事故の原因が、主要因が津波だったということで、自然現象によって、いろいろな機械が一举にたくさん壊れてしまうと。そういうことを防ぐための対策をいろいろ打っています。

さらになんですが、先ほど申し上げたように、まずは原子炉の炉心が損傷するとかそういうことをまず防ぐのが大前提なんですけれども、その上で、例えば炉心が損傷しましたと。その上で、原子炉を覆っている格納容器ですね。「これをちゃんと守りなさい」と。その格納容器も壊れてしまった場合には、例えば「放射性物質ができるだけ外部に放出されないようにしなさい」という形で、多段階の対策を用意しています。

また、使用済み燃料プールですね。ここの冷却が十分にできなかったという反省もあって、この対策も強化されていますし、あともう1つは、いわゆる意図的な航空機落下。これはいわゆるテロ行為ですね。昔のアメリカの同時多発テロでありましたけれども、ああいうことで、航空機落下で、例えば原子炉建屋の安全設備が非常に大きな影響を被りました、壊れてしまいました。そういう場合でも炉心等を冷却できるように、少し離れたところに、原子炉を冷却するための別の設備ですね。原子炉をコントロールするための設備や

冷却するための設備を導入しなさいということも決めております。

ここでもう一度、福島第一の事故の進み方と、それに応じてどういう対策を打ってきたかというのをまとめてみます。

まず、電源の喪失については、「そもそも長期間電源がなくなるということが、まずないようにしましょう」と。さらに、地震とか津波に対する体制をまず強化するわけですね。それで、「炉心の冷却や、非常用電源を複数持つことで、そもそも炉心が冷却できなくて壊れるようなことを防ぎましょう」と。仮にここは失敗しても、原子炉を覆っている格納容器ですね、「これが壊れることを防ぎましょう」と。さらに、これができなくても、「外部に大量の放射性物質が放出されたり拡散したりすることを防ぎましょう」という形で、多層の対策をとっています。

従来は——従来はというのは、福島第一の事故の前なんですけれども、先ほどご説明しましたように、「非常に重大な事故が起こらないように、いろいろなことを考えてください」ということで、まずは「異常とか故障が起こらないようにしてください」「それが起きたとしても事故にならないようにしてください」「事故になったとしても、その影響をできるだけ少なくしてください」と。そういうことを要求していたんですけれども、今回はそれに加えて、「炉心が損傷しないようにしてください」「それができなくても格納容器を守ってください」「それができなくても放射性物質の放出とか拡散を減らしてください」と。それで、「最終的には防災を考えてください」と。そういう形の規制になっております。

これは全体図です、まあこれいいですね。

こちらが、新規制基準で要求されている主な対策です。まず、例えば津波対策ですと、こういう防潮堤であるとか、原子炉の建物の中に津波が入らないような水密扉ですね。発電所の中で発生するような火災とか。これも従来は、まずは「火災が発生しないようにしてください」「検知してください」「発生したとしても、その影響をできるだけ少なくしてください」。まあ3つあるんですけれども、「それを組み合わせて対策をとってください」というふうに言っていたんですが、今回は、「その3つを必ずやってください」ということで、今発電所のほうに行きますと、例えば火災の検知機ですね。それを数を非常に増やしたりしています。

その他はですね、外部電源を複数のルートから持ってくるとか、こういうのが使えなかったときに、電源車で別のルートから電源を供給できるようにするとか、自然現象につい

でも、従来は火山とか竜巻とか山火事、こういうのを明示的に考えていなかったんですが、これを考える。格納容器が壊れそうになったときには、それを防ぐために、圧力を下げるためのフィルターベントですね。これは放射性物質をある程度減らして外に出すものなんですが、そういうものを付けてくださいと。それで、航空機落下に対しては、制御盤とか冷却器とか、こういうものを、原子炉の建物とは少し離れたところに置いてください。そういう要求をしていることになります。

こちらは、その内容をもう少し詳しく示したものです。一番上は、竜巻とか火山とかです。静岡県の浜岡原子力発電所は、太平洋に面していることもあって、竜巻はまあ想定できるわけですね。相当強い竜巻、1秒間に100メートルぐらい吹く風を想定して、いろんな対策を打てというように指示されているようです。その他、こういうふうに鉄塔が倒れても、別のルートから送電できるようにしてくださいと。そういうことを例えば要求していますね。

そういう設計をいろいろ考えて、まず炉心損傷にならないようにいろいろ手を打つんですけども、それでも例えば原子炉が止まらなかった場合の対策とか、冷却できなかった場合の対策とか、原子炉の圧力を下げられなかった場合の対策とか、そういうものをいろいろ考えてくださいということを要求しています。

例えばですね、こちらのあれですね。この右側がいいですかね。結局、電気がないと、いろいろなポンプを動かしたり弁を動かしたりできないので、こういうものを、例えば少し高いところですね。津波が来ないような高いところですね、津波がこないような高いところに置いた電源車から電気を供給して動かすようにするとか、少し高いところにガスタービン発電機ですね、こういうものを置いてそこから電気を供給するようにするとか、まあそういう対策を打っています。

こういう対策を打って、炉心の損傷を防ぐようにするわけなんです。それでも炉心損傷が起きてしまったということ想定して、今度はさらに外側の格納容器が壊れることを防いでくださいということで、基本的にはその格納容器の中を冷却したりするような対策をいろいろ打ってくださいということも要求しています。また、今回原子炉の建物の中に水素が漏れて、それが爆発して非常に事故の対応を難しくしたので、そういうことがないように、原子炉の建物の中から水素を外に排出できるような設備を設けてくださいと、そういうことも要求しております。

こちらはフィルターベントですかね。これは、原子炉の炉心が損傷して、この原子炉

の圧力容器が壊れてしまうと、非常に熱い燃料が格納容器の中に出てきます。そうしますと、この格納容器の中が熱くなるわけですね。熱くなると、格納容器の中の圧力も上がります。そうすると、ほっとくと格納容器が壊れてしまうので、そういう場合は放射性物質をできるだけ低減するようなフィルターを通して圧力を下げるような装置をつけてくださいということです。

ちなみに、念のため申し上げておきますと、こういう装置は、積極的に放射性物質を外に放出するというのではなくて、まず放射性物質を外へ出さないというのが大原則です、これは。強調しておきたいんです。大原則なんですけれども、今回のように例えばセシウムとかが外部に大量に出ると、長期間避難しないといけないところが非常に広範囲にわたってできてしまう可能性があるわけですね。それは非常に社会的にリスクが大きいので、そういうことをできるだけ低減しましょうという主旨だにご理解いただければと思います。

事故が進むと、今回恐らくこうなっていると思うんですけれども、溶けた炉心が格納容器の下に落ちていると思うんですけど、「それを冷やすための装置をつけてください」ですね。例えばこういうことも要求しています。

これは意図的な航空機落下。これは先ほどご説明したとおりですね。

あとはですね、格納容器が壊れてしまった場合なんですけれども、これは放射性物質が外部に広がることをできるだけ防ぐために、「水をかけて放射性物質をたたき落として、発電所の外に広がることをできるだけ防いでください」と。そういう対策も要求しています。

あとはあれですね。この辺は皆さん、恐らくマスコミ等でご覧になっていると思いますけれども、地震とか津波の評価基準をかなり厳格化しています。例えば浜岡発電所ですと、今考えている津波のレベルというのは20メートル近くのを考えていて、それに対して防波堤等をつくっているのはご存じだと思います。これは浜岡の防波壁ですね。

活断層の問題についても、認定基準を厳格化しているということで、これもしばしばマスコミに書かれているのでご存じだと思います。地下調査等を追加的に実施する。こういうことを行なっています。

その他幾つかあるんですけれども、これは少し細かいので置いておきまして、大体時間になりましたので、今日お話ししたことをもう一度簡単に振り返っておきますと、最初は原子炉の仕組みということで、仕組みを簡単にご紹介いたしました。次に、福島第一原子力発電所で起きたことをご紹介して、それから得られた課題とか対策をご説明させていた

できました。一番最後のパートでは、これに対応して考えられた新規制基準の概要について、それがどういうものかというのを概略をご説明したということになります。

それでは時間になりましたので、私の話は以上とさせていただきます。どうもありがとうございます。（拍手）

○司会 山本教授、どうもありがとうございました。

ここで10分間休憩を取りまして、14時40分に再開させていただきます。冒頭にご説明したとおり、質問カードの回収箱を会場後ろの出口付近に用意しております。お手数ですが、休憩時間の間にご記入いただいた山本先生の講義に関する質問カードを回収箱にお入れいただきますようお願いいたします。14時40分再開とさせていただきます。

（休 憩）

○司会 それでは、「放射線の基礎とその影響」というテーマで、静岡大学大学院の奥野健二教授よりご講演をいただきます。奥野教授、どうぞよろしく申し上げます。拍手を持って、お出迎えください。（拍手）

< 講演 >

「放射線の基礎とその影響」

静岡大学大学院理学研究科・附属放射科学研究施設長 奥野健二氏

皆様こんにちは。静岡大学の奥野でございます。

きょうは「放射線の基礎とその影響」ということで、皆さん、随分福島事故以降、いろいろ勉強されていると思います。その辺のご存じになっている部分が、今日の話と、どこが違って、どこが合っているかというか、そういう視点で聞いていただけると非常にありがたいというふうに思っております。

これは、放射線を感じる特殊なフィルムで、いろんな物をフィルムに乗っけて、黄色く映っているところは放射線が当たっているところというふうに考えていただければいいんですが、これ、何かわかりますでしょうか。これは何となくわかりますね。これは何か野菜のような。これは実は昆布なんですね。これはハスの葉っぱというか、基本的に皆さんお食べになるものだということで、これは特に黄色の強いところは放射性物質がたくさん集まっているというふうに考えればいいと思うんですね。これは御影石、大理石ですね。大理石に放射性物質がこういうふうに集まっているということで、何を言いたいかというのと、要するに、自然界に基本的には放射性物質はもともとあるということをご理解いただければというふうに思います。

これ、中に入っているのはカリウムイオンですね。皆さんご存じ、野菜なんかつくるときにカリ肥料が非常に重要ですが、その中にカリウム40という、放射性のものがある。これは昆布ですね。昆布はたくさんカリウム40を集めている。これホウレンソウですね。皆さん、日々食べられているホウレンソウとか昆布、あらゆる野菜とか、牛乳を含めて、カリウム40というものが含まれていると。

あとは、これが先ほど言った大理石ですね。ウラン238とかトリウム232、こういう放射性のものが、宇宙が生まれて以降、こういうものが宇宙にできていて、それが岩石になって地球を形成しているということで、自然界にもあるということですね。ちょっと漫画チックですが、ビッグバンがあって、その中で宇宙が成長するに従って、いろんな放射性物質ができた。その中で、その塵が集まって、地球が56億年ぐらい前にできて、それ以来ずっと来て、大体数億年前に生き物が出てきて、いろんな放射線場で育ってきたという

ことで、現代に至っているということベースラインとして知っていただければというふうに思います。したがって、宇宙からとか、空気中、あるいは大地から、食べ物の中に、基本的に放射性物質はもともとあったということをご理解いただくと、この後の話が理解しやすくなるかなというふうに思っております。

本日の話の内容といたしましては、まず「放射線の基礎的な話」と、「身の回りの放射線」「放射線の影響」「放射線と暮らす」という4つぐらいに分けてお話しさせていただきたいということでございます。若干専門的なところも入りますが、その辺は少し我慢していただいいてですね、どうしても説明するときに必要なものもありますので、ご容赦願いたいというふうに思います。

「放射線の基礎」では、こういう「放射線、放射能、放射性物質」と。先ほど山本先生のお話にも少しありましたけど、そういう話とか、放射線の種類とか、透過力ですね。放射線の性質を少しお話しして、皆さんがよく混乱されるのは、単位ですね。シーベルト、ベクレルとかいうものと、あと外部被ばくと内部被ばくの違いを少し簡単にご紹介するというふうになっております。

これ、いきなりこんなものが出てきて、皆さん戸惑われるかもわからないですが、これは皆さん、何となくご存じですよ。原子の構造です。ここに原子核があって、山本先生のお話にもありました、原子核がある。陽子と中性子からできている。そして周りを電子が回っている。こういう原子核がある。こういう不安定な原子核が別の原子核に変わっていくというところに放射線というものが出てくるわけですね。

こういう、ある原子核ですね。原子核がずっと大きくなると、ウランのように大きくなってしまくと、そこからアルファ線といいますね。皆さん聞かれたこともあると思うんですが、ヘリウムの原子核がぽこっと飛び出してくると。そのほか、こういう原子核が非常にいろいろ組み合って、居心地悪いなと思うと、エネルギーとして電磁波を出すわけですね。これをガンマ線といいますね。そのほか、中性子が多すぎると陽子に変える。逆に陽子が多すぎると中性子に変えてしまつて、そのときにベータ線という電子が飛び出してくるんですね。だから皆さん、大体自然界で出てくる放射線というのは、こういうアルファ線、ガンマ線、ベータ線という、これが出てくるというふうにご理解いただければと思います。これが、より安定に向かうために、こういうエネルギーを出すわけですね。それによって別の原子核に変わっていくということになるわけです。

これもちょっと専門的で申し訳ないですが、言いたいことは、例えば、これは有名なセ

シウムですね。皆さんご存じのセシウム137、セシウム134、ヨウ素131とか、こういうものが福島で放出されたわけですがけれども、これで、先ほど言ったように、原子核が変わるときに安定のために放射線が出てくるという話をしましたけれども、これは必ずしも1本とは限らないんですね。複数出る可能性があるということなんですね。例えばセシウムだと、ベータ線を出した後、こういうガンマ線を出して、より安定化するような構造になっているわけですね。セシウム134もそうです。

言いたいことは、例えば福島以降、放射線測定器が安く手に入るようになって、皆さん、いろいろ買われて測っておられるんですが、そのとき、どういう放射性物質があるかというのは、あれだけではわからないんですね。もともと自然界にある放射性物質もありますから。それと今回福島以降出てきた放射性物質を測るには、このガンマ線というやつをきちっと測らないと、その放射性物質が何かはわからないんですね。これを測るのは、ちょっとそんな安い機械では測れないと。これはまさしく、皆さんの指紋と同じです。これを測ることによって、そこにどういう放射線を出す物質があるかがわかるわけですね。だから、1万円やそこらで買える放射線測定器ではちょっと測れないんですから、100万ぐらいの測定装置が必要になるわけですが、この指紋を知ることが非常に大事なんですね。

多分、皆さん覚えておられると思うんですけど、ここに一例を書いたんですが、事故直後、世田谷で非常に高い放射線場が出たということで、「これは福島のホットスポットだ」ということで、マスコミのほうで一斉に報道されましたよね。我々は多分そういうことはないだろうと思ったんですが、我々の仲間がそこへ行って測ったら、こういう指紋が出ないんですね。出てきた指紋はこれなんですね。ラジウムの指紋なんですね。なぜラジウムがあったかという、ご年配の方はご存じだと思うんですが、昔、時計の蛍光塗料というのはラジウムを使ってたんですね。だから、あの辺に工場があったらしいんですね。それで不要になったものを民家の下とか、あとスーパーの駐車場か何かですね、そういうところがあったということで、その後報道が全然なくなってしまったんですが、だからセシウムじゃなかったわけですね。ラジウムがあったという。ちなみに、専門家が測って、あそこの民家の下にありましたよね。あそこ、ご家族が50年ぐらい住んでおられる。あの方々は、大体年間30ミリシーベルトぐらい被ばくされていたんじゃないかという話が、専門家の話で出ていましたけど。

先ほど言いましたように、放射線というのはいろいろある。基本的に、放射線って、皆

さんご存じのように透過力を持っているということですね。アルファ線というのはヘリウムの原子核なので、それほど透過できないですね。大体紙で止めることができるわけです。だから、仮にここにアルファ線を出す放射性物質がここに置いてあったとしますと、私がこれぐらい離れていれば、まず被ばくすることはないですね、これに。だけど、先ほど言いましたように、アルファ線と一緒にガンマ線が出る可能性がある。ガンマ線の被ばくは当然あるわけですが、大体空気中でも十分止められる。ある長さで止められると。

ベータ線というのは電子ですので、アルファ線よりもっと小さいわけですが、紙ではやっぱり透過できるわけですね。紙はすっと抜けてしまう。大体、比較的軽い金属、アルミニウムとか薄い金属で止めることができるということですね。多分皆さんのご家庭にある厚めのアルミ箔であれば、大概のベータ線は止めることができるんですね。エネルギーによりましては、大概のベータ線は止められる。

あとは電磁波ですね。光であるガンマ線ですね。エックス線も同じですが。これはなかなか、紙とか、こういう軽い金属ではなかなか止められないということで、鉛や鉄の板の厚いものを使うということですね。皆さんご存じのように、エックス線技師の方がエプロンをされていますね。あれの中には鉛板が入っているわけですね。それで技師の被ばくを低減化するようにしているわけですね。大体、鉛、鉄ですね。こういうものを使う。

ちなみに、セシウム137から出てくるガンマ線を半分にする厚さはどれぐらいかということ、鉛だと大体1センチ弱ぐらいですね。大体比重が利いてきますので。あと、鉄だと1.5センチ。コンクリートだと5センチぐらいですね。水だと12センチぐらいです。水というのは結構放射線を遮蔽するのに有効な物質なんです。水だと大体12センチぐらい。これぐらいだと半分ぐらいになる。さらに倍になると4分の1になるとか、そういうふうになっていくわけですね。それによって、10分の1にするには何センチ使えばいいかというのがわかるわけですね。これが物を透過する力という意味です。

あと、放射線は、距離が2倍になれば強さは4分の1になる。これは、皆さんご存じのように光もそうですよね。距離が2倍になれば光の強さは4分の1になる。3倍になれば9分の1になると。そういうふうに、特にエックス線、ガンマ線というのは光と全く同じ性質です。エネルギーが少し強いだけです。そういうものがある。これが1つの性質。

もう1つは、減り方に特徴がありますね。これは皆さん、もう随分ご存じだと思いますね。「半減期」という言葉で表しますね。「半分になるのに、どれぐらいの期間がかかりますか」という話ですね。今や有名になってしまったセシウムなんかは、30年ですね。半

減期30年。福島事故のときに、セシウム134も出てるんですね。セシウム134は半減期2年なんです。だから、もうセシウム134は、あれから2年以上経っていますから、福島事故で出ましたセシウム134は半分ぐらいになっています。だけどセシウム137は半減期30年ですから、ほとんど減ってないと。パーセントオーダーしか減ってないというふうに考えられればいいと思いますね。ヨウ素も出ましたね。これは半減期8日ですから、10のマイナス20乗という、ほとんど0に近い値なんです、今は。こういうものがあると。これは専門的に言うと「物理学半減期」と言いますね。この半減期は、煮ても焼いても変えられないという半減期です。

いろいろなものを書いていますけれども、有名なところで、先ほどのウランだと、半減期45億年ですね。地球の年齢とほぼ同じ半減期なんですね。だから逆に言うと、地球の年齢は46億年ですから、地球ができたときは、ウランは2倍あったんですね。それで46億年かけて半分になったと。さらに45億年かけて半分になっていくということになるわけですね。あと、ラドンですね。ラドン温泉のラドン。これは3.8日と、そんなに長くはないです。これの親がラジウムなんです、それはいいとして。

もう1つ、よく被ばくを考えると考えるときに考えなきゃいけないのは、「生物学的半減期」というものですね。もし、皆さんが間違えてセシウムで汚染した物を食べてしまうと、体の中のセシウムは30年経たないと半分になっていかないという話ではなくて、皆さんは生きておられますから、代謝がありますよね。それで排出されてしまう。だから、セシウムの場合だと、大体幼児で8日間、大体9歳で38日。皆さんだと、いろいろ年齢層がありますが、私ぐらいの年齢層だと、年寄りになってしまうと大体100日ぐらいかかるんですが。これを「生物学的半減期」というんですね。生きていますから、どんどん排出されますけれども、やっぱり代謝の速さによって生物学的半減期が違ってくるといふふうに考えていただくといいですね。ヨウ素の場合は、皆さんご存じのように、ちょっと甲状腺に貯まったりしますので、少しこの辺が半減期よりも長くなったりする可能性はあるわけですね。どこかに局部的に貯まる場合と、セシウムのように比較的体全体に回るものでは考え方が若干違ってきます。これが放射能の減り方ということですね。

それで、今言ったように、放射線は距離が2倍になれば4分の1になるとか、先ほど言ったように物を透過する力があると。こういうものを考えた上で、放射線にいかにかたらないようにするかというのが、放射線の防護の基本と。放射線の性質を利用して、この防護の基本があるわけですね。まず遮蔽するという。当たらないように何かで遮蔽する

と。そして距離をとるということですね。あとは作業時間を短くすると。これによって被ばくを下げると。これが防護の三原則と言われるやつです。

それでは、今度は「放射能と放射線」というもの。これは皆さんもご存じのように、いろんなものに例えられるんですが、よく例えられるのは懐中電灯ですね。懐中電灯と放射性物質。懐中電灯は光を出す能力を持っていると。放射性物質は放射線を出す能力を持っていると。こういう関係にあるわけですね。だから、放射能というのは、本当は物ではないんですね。あくまでも放射性物質がどれぐらいの放射線を出す能力があるかの能力の指標を表わしているだけです。だから、一般的には使われているんですが、厳密に言うと、マスコミで「福島原発から放射能が漏れた」という表現は、科学的にいうと本当は正しくないですね。「放射性物質が漏れて、その放射能は幾らであったか」というのが正しい表現といえば表現なんですね。ただ、慣用的には「放射能が漏れた」という言葉は使われていますけど。

そのときに、放射能の強さを表わすのはベクレルという単位ですね。放射線が人に与える影響を表わすときにはシーベルトという。これは両方とも人の名前です。ベクレルさんという人とシーベルトさんという人が、こういう研究をしていたので、それを使っているということですね。

後で出てくるかもわかりませんが、ベクレルというのは、少し勘違いされている方がいるんですが、放射線が何本出るかという話とはちょっと違うんですね。先ほどの原子核が1秒間に何個変化するかを表わすだけです。そのとき、先ほど言いましたように、例えばアルファ線と別の放射線が出るということもあるわけですね。そういうふうに考えていただくといいです。あくまでも原子核がほかの原子核に変わる速さを表わしているというふうに考えればいいと思います。これがベクレルという単位ですね。

それで、ここにありますね。ベクレルとシーベルトの違いということ。ベクレルというのは「Bq」と書くんですが、放射能の強さを表わす単位で、単位時間当たり何個の放射性物質が放射線を出すかということを表わす。何個の放射性物質が別の原子核に変わるか。そのとき当然放射線は出るわけですけども、その変わる速さですね。それを表わしているだけで、それがベクレルという。

シーベルト (Sv) は、放射性物質から出た放射線が人に当たると——体の中もそうですけど、当たると、放射線の種類とか被ばくした臓器を考慮して、人への影響を表わす指標としてシーベルトという単位を設けたわけですね。よく皆さん見聞きされるのは、シーベ

ルトの中でも、1,000分の1のミリシーベルト（mSv）か、100万分の1のマイクロシーベルト（ μ Sv）か、この辺を皆さん聞かれているわけですね。一般的にはミリシーベルトという単位をよく使います。

人体が放射線を受けることを「被ばく（被曝）」というわけですが、被ばくには、皆さんご存じのように「外部被ばく」と「内部被ばく」があるわけですね。外部被ばくというのは、体の外から放射線を受けるわけですね。放射性物質あるいは宇宙、大地から放射線を浴びると。これが外部被ばくなわけですね。内部被ばくというのは、空気中に、この部屋もそうですが、後でお話ししますが、ラドンガスというのがあります。ラドン温泉のラドンガスがあります。それを皆さん、今呼吸をされているので、体の中に取り込まれているわけですね。それも内部被ばくになると。先ほど言った食べ物、主にカリウム40が含まれている食べ物。これを日々食べておられるということで、体の中に入ると、体の中で放射線を出しますから内部被ばくが起こるということですね。これが内部被ばくと外部被ばくの考え方です。

ちょっとこれ専門的な知識なんですけど、外部被ばくというのは、どう評価しているのかというと、先ほど言ったように、人体が外部から放射線を受けると、個人線量や空間線量を評価するというので、「実効線量」という言葉が使われているんですけど、この「吸収線量（Gy）」というのは、物質に放射線がどれぐらい吸収されたかという指標なんですけど、放射線の種類によって影響度が違うということで、ガンマ線だとかベータ線は1にするとか、中性子線だと、エネルギーによって違いますから5～20だとか、アルファ線はやっばり非常に短距離で全部エネルギーを放出してしまいますから影響度が高いとかですね。20とかの値を与えてしまうわけですね。これが放射線の種類です。

もう1つは、体の中は均一じゃないので、構造がいろいろあるわけですよ。それで、それぞれの臓器に対する影響度を、これをトータルすると1になるわけですけども、それぞれ、生殖腺が一番高いですけど、こういう影響度を表わすものがある。これを掛け合わせたものによって、実効線量というものを皆さん評価されているわけですね。これが外部の場合ですね。

内部の場合は、簡単に言いますと、どれぐらいの汚染された物を何日間どれぐらい食べたかという数字と、あと重要なのは、「実効線量換算係数」という、これを掛け合わせてやれば、いわゆる皆さん見聞きされる実効線量という線量が出てくるわけです。これは非常に簡単にできるんですね。私も後で計算して、お教えしますが。だから、皆さんがセン

ウムで汚染されたものを仮に食べられて、何ベクレル体に入ったかという、この係数を調べる。これはもう今、インターネットでいくらでも調べられるんですね、こういう係数は。係数を掛けてやれば、「何ミリシーベルト被ばくすることになる」ということが、すぐ計算できます。これが内部被ばくです。

だから、ミリシーベルトの形になってしまえば、外部から放射線が当たろうが内部であろうが、その評価は同じです。線量としては全く同じです。よく質問されるんですね。「外部被ばくと内部被ばくは線量で違うんですよね」と言われますが、それは線量が同じであれば、外部被ばくでも内部被ばくでも全く同じような評価になるわけです。

今度は、「身の回りの放射線」ということで、体の中の放射線とか、宇宙、空気中、医療被ばくとか、ああ、医療被ばくはないかな。皆さんの住んでいる三島で、大体どれぐらい被ばくされるのかという話を少しさせてもらいます。

これは、皆さんの体の中の放射性物質の量ですね。大体日本人、体重60キロぐらいですね。皆さん、自分の体重はご存じなので、それに掛けていけば大体わかるわけですね。先ほどちょっと言ったように、食べ物にはかなり、こういうカリウム40というものがたくさんあるわけですね。だから、皆さんの体の中に一番ある放射性物質はカリウム40ですね。これが4,000ベクレルということは、1秒間に4,000個のカリウム40が別の原子核に変わっていると。それで体の中で放射線を出しているということです。だから、最初にお見せした写真のように、ああして放射線が出て、食べ物の中に、野菜の中に入っていて、それが当然体の中に取り込まれるわけですね。それで、大体皆さんの体だと4,000ベクレルぐらいあると。

炭素14というのは、聞かれたことがあるかも知れませんが、文化遺産の年代決定でよく使うんですが、炭素14。これは空気中にあるんですね。皆さん、空気を吸っておられますから、体の中に入って行く。皆さんの体というのは炭素、酸素、窒素、水素からできていますから、炭素14も、皆さんの体の中に構成元素として入っています。これも代謝ですから、量はほとんど変わらないです。空気中の量は変わらないので。これが大体2,500ベクレルぐらいありますね。

それから、ルビジウムというのがあるんですね。これは私、何であるのかわからないですけども、生物関係の人に言わせると、これは必須の非常に微量元素なんですが、人体にとって重要な元素だというふうに言われています。

あと、鉛ですね。それからポロニウムと。日本人の方は、海産物をよく食べられますの

で、どうも鉛とかポロニウムが結構、欧米人に比べるとあるそうです。

これをトータルすると、大体7,000ベクレルぐらいです、皆さん。7,000ベクレルぐらい、皆さんの体の中で、原子が別の原子に変わっているんですね。それで放射線を出しているわけです。だから、ベースラインとして、これぐらい皆さん持っているということをきちっと認識いただくと、非常にいいですね。

ここには書いてないですけど、もともと皆さんもセシウム137を持っているんです。大体10から20ベクレルぐらい持っています。これは、ご年配の方はよくご存じだと思うんですが、かつて1950年から60年代にかけて、盛んに核実験をやられましたよね。大気圏外の核実験。それで大気中にかなりセシウムが吹き上げられておりまして、それが徐々に降ってくるわけですね。「フォールアウト」という言葉でいうんですが、それがありますから、少し皆さんも、10から20ベクレルぐらい皆さん持っているということですね。この辺の量に比べると全然低いんですけど。ベースラインとしてこれぐらいあると。

当然、宇宙です。特に太陽からの中性子が飛んでくるんですが、中性子が空気中の酸素とか窒素とかと核反応を起こしまして、いろんな二次放射線が出て、それによって被ばくするわけですね。地上まで降りてくる場合。だから、飛行機に乗って旅行すると、それだけ被ばく線量が高くなります。よく我々は言うんですが、ニューヨーク往復すると、大体0.2ミリシーベルトぐらい被ばくするというふうに言われています。だから皆さん、毎年ニューヨークを往復するという事は、そうそうはないでしょうけど、大体。皆さんはそうですけど、だからパイロットとかCAの方たちはなかなか大変なんですね。被ばくされると。これが宇宙からですね。

あと、先ほどちょっと言った、空気中のラドンですね。これは、コンクリートの中にウランが入っています。必ず入っています、ウランが。ウランが壊れていくと、ラジウムができるんですね。ラジウムの子供がラドンなんですね。それで空気中に出てくるわけです。それで皆さん、呼吸でやっぱり吸わざるを得ないわけですね。それで体の中に入るわけです。だから、後で出ますけれども、日本の家屋なんかは、まだ木造が中心ですから、そんなに影響は少ないんですが、世界的には、家は大体土でつくるとか、石でつくるとか、コンクリートでつくるというところですね、世界的には。だから、海外でのラドンの被ばくは日本よりも高いです。後で出てくると思います。日本人で、大体内部被ばくとしては0.6ミリシーベルトぐらい被ばくしてるんじゃないかというふうに言われています。

ちょっと言うの忘れましたが、皆さんが自然界で、後で出ますが、日々、毎年被ばく

されている量は、平均で2.1ミリシーベルトなんですね。そのうちの0.6ミリシーベルトがラドンの被ばくなんですね。だから、こういうコンクリートに囲まれた部屋では必ずラドンがありますから、換気をきちんとするというのが重要なことにはなるわけですね。

あとは自然界からの放射線、特に大地ですね。これはラドンは除いてありますが。静岡県はここですもんね。この辺は少し低いですね。日本平均にすると少し低めです。これ、何でかわかります？富士山の火山灰の影響ですね。富士山の火山灰で、この辺が関東ローム層といって覆われていますよね。岩盤は基本的にウランとかトリウムが含まれていますが、それから少し距離が出てくるということで、案外ここら辺は低いんですね。神奈川が一番低いと言われています。逆にここ、岐阜県が高いですね。これも知っておられる方はいると思うんですが、東濃地区にウラン鉱脈があるんです。だから岐阜県は少し平均すると高いと言われています。北のほうは比較的低いですね。やっぱり地層が風化して、岩盤があまり出ていないというか。ところが西のほうは比較的花崗岩質であるということで、比較的こちらのほうが高いと。まあ知れていますけどね。日本全体で見ても、そんな大きな差はないです。これぐらいの被ばくですね。だから、大体静岡あたりで平均かな。0.35とか0.4ミリシーベルトぐらいの被ばくがあるということですね。

これは今朝、ちょっと新しくしてきた、だから皆さんの資料とは若干違いますけれども、今朝つくってきたやつですが、これは三島市で大体試算すると、どれぐらいかということです。これ、実際三島では測られてないんですね。沼津の東部総合庁舎で測られているんですが、けさの8時20分のデータなんですが、そのときの環境放射能は0.32 μ Sv/hで、時間ですね。これぐらいの線量なんです。これを、1年間同じところにずっといるとすると、大体0.28mSv/年ぐらいの被ばくになるということですね。

これが1週間の変化ですね。見ていただければわかりますが、ここ、増えていますよね。これは皆さんも覚えておられるように、15日か16日ぐらい。台風が来て雨がたくさん降ったときですね。先ほど、山本先生のお話にもありましたね。放射性物質が出たときに水で落とすという話。まさしくこれは、それを表わしているわけですね。放射性物質が雨によって沈着していく。それで問題になったのが、皆さんご存じのように、お茶ですよ。静岡は、2011年の3月15日と3月21日、2回流れてきたんですね、放射性物質が。3月15日は、県も発表しているんですが、放射線レベルが上がっていると。あのとき晴れていたんで、塊がずっと海のほうに流れ出ていたんだと思うんですが、3月21日は雨が降っていたんですよ。それで静岡県に結構放射性セシウムが沈着したというようなことがあるわ

けですね。だから、結構雨でこの辺線量が上がってくるというのがわかる。今日も少し上がってきていますよね。これは午前中ですからまだですが、多分もうちょっと上がってきてると。こういう感じですね。上がっても**0.04 μ Sv/h**ぐらいですけどね。

それで大体、沼津を基準にすると、大体皆さんが屋外だとか屋内にこれぐらいおられると。そうすると、大体**0.32**ミリシーベルトぐらい、この辺であれば被ばくするということですね。これは興味ある方は、文部科学省のホームページに行けば、もうリアルタイムでこの放射線量も、福島も出ていますし、全部見られますので、ぜひ見ていただくと、静岡がどれぐらい低いか、福島がどれぐらい高いかというのがわかると思います。

それで、これで大体1年間、皆さんどれぐらい被ばくするかという話を少し。今言ったように、大体三島あたりで、大地で**0.32**、宇宙船で**0.29**ぐらいですね。だから**0.61**ぐらいですね。これぐらい被ばくすると。食物による内部被ばくが**0.98**ぐらいですね。ラドンによる被ばくが、先ほどちょっとお示ししましたが、**0.6**ぐらいですね。医療被ばくは、これはちょっと高いように思われますが、これ2年に1回CTを受けるということ。CTはなかなか高いですもんね。7ミリシーベルトぐらいですね、1回で。それぐらいの被ばくになりますので。大体2年に1回ですから、これを半分ぐらいにして。あと年配の方だったら胃検診ですね。あと関節のエックス線とか、そういうものがあるので。まあ、ここはいろいろな年代層によって大分違ってくるということでご理解いただければと思います。

この海外旅行も、皆さん年1回行かれるかどうかというのは難しいところでしょうけれども、大体医療被ばくを除くと、大体皆さん**2.39**ミリシーベルトぐらいですね、年。海外旅行を除外しますと、大体**2.2**ミリシーベルトぐらいを被ばくされることになる。大体ほとんど日本の平均ですね。これぐらいですね、皆さん。

これは、世界と日本の平均を比較したものです。世界だと大体**2.4**ミリシーベルトぐらいなんですね、平均。日本は**2.1**ミリシーベルトです。これを見ていただくと、先ほど言いましたように、全然違いますよね。世界平均だと、これ。ラドンが日本の倍ぐらいあるわけですよね。やっぱり、いかに彼らの家屋が土とか石とかコンクリートでできているかということ。日本の家屋は木造ですから相対的に低いということですが、日本人は食べる物が、いろんな海産物を食べますから、それによる被ばくが少し高いということです。あとはあんまり変わりません。宇宙、大地、そんなに変わらないですが、これぐらいの違いがある。一番大きいのはやっぱりラドンによる被ばくが大きいというふうに考えていただくといいかなということですね。

大体皆さんは、先ほど言ったように、三島在住の方で、大体2.2ミリシーベルトぐらいですから、ほとんど平均ですよ、皆さん。

次は、皆さん一番関心が高いと思いますが、放射線の影響ということで、ご紹介しますが、生体反応と、あと確定的影響と確率的影響と、リスクという考え方を少しご紹介したいというふうに思います。

放射線で影響が出るというのは、基本的に遺伝子が損傷を受けるわけですね。基本的に遺伝子が。よく勘違いされている方も多いんですが、放射線が直接DNAに当たって損傷をするというふうに考えておられる方が非常に多いんです。そういうケースもあるんですが、ほとんどがそうじゃなくて、こういう放射線が、細胞というのは、皆さんご存じのように、水がいっぱいあるわけです。そこに放射線が入ってくると、放射線でこの水分子を分解してしまうんですね。何ができるかという、皆さんご存じの活性酸素、こういう非常に活性なものができるわけです。これがDNAと反応して損傷を起こすというケースが多いです。

だから、この活性酸素って、皆さんご存じのように、いろんな原因でできるわけですね。放射線だけでできるわけじゃなくて、ここにありますように、食品添加物、たばこ、ストレス、お酒なんかもそうですね。そういうものによって活性酸素がつくられるということですね。これが一番大きい遺伝子損傷の原因ですよ。それが修復を間違ってくると、がん化してしまうというところにつながっていくわけですね。

それで実際は、皆さん大体遺伝子の損傷というのは日常的に起こっているわけですね。皆さんの体というのは大体、誰が数えたのかわかりませんが、60兆個という細胞からできているというふうに言われているわけですね。そのうちの、大体毎日7万から100万。随分幅ありますけど、それが損傷を受けていると。年齢層によっても違うんでしょうけど、このぐらいの損傷を受けているわけですね。

それで、大体基本的には、それは修復されるわけですね。最初にお話ししましたように、我々人類というか、生き物は、放射線場にずっと生きてきたわけですから、それで影響が出るようじゃ絶滅しちゃうわけですね。それをきちっと修復していくメカニズムを持っているわけですね。もし失敗しても、異常細胞は基本的に排除していくというようなメカニズムを持っているわけですが、やっぱり細胞分裂が多くなると、それだけミスプリントというか、そういうことがどうしても起こるわけですね。それで、がん化してしまうというようなことになるわけですね。

これは、ちょっと簡単に書いていますが、正常細胞があって、放射線、特に活性酸素のようなものでDNAにダメージを受けると、基本的にはほとんどが修復されるということですが、わずかに失敗したと。修復に失敗すると、基本的に細胞が死んでしまうんですが、それが死なないで、生き残って、突然変異とか、いろいろ起こると、細胞ががん化していくと。幾つものステップがあるんですね。だから、修復するというか、がん化に至らないためのいろんなシステムがあるんですが、どうしてもやっぱりこっちへ行くケースもあるわけですね。だから、これは先ほど言ったように、活性酸素ということであれば、別に放射線に限ったことではないですね。いろんな、食品、ストレスとかでなっていくわけですね。こういうメカニズムというふうに考えていただければと思います。

放射線の影響で、多分皆さん何度か聞かれていますと思いますが、確定的影響と確率的影響が2種類あるということで、例えば、脱毛だとか、白内障とか、そういうものは確定的。この緑の線で表わされる。これはどういうことかということ、ある閾値を超えないと現れてこない。一度に放射線を受けると、細胞がダメージを受けるんですが、それはどんどん排除されていって、影響が出ないように、体が守っていくわけですが、放射線が強すぎると追いつかなくなるわけですね。それで影響がばっと出てきてしまうと。この閾値というんですが、この値が大体100ミリシーベルトと言われていています。皆さん、よく100ミリシーベルトという数字を聞かれると思うんですが、これが大体この辺を表わしております。これよりも高いと、こういう確定的な影響、例えば皮膚の問題とか、脱毛とか、あと白内障ですね。そういうものが出てくる可能性がある。

もう1つは確率的影響ということで、これ横軸が線量で、縦軸をがんの発生確率とします。大体100ミリシーベルトでは比例関係がわかっています。広島、長崎のデータとか、いろんなデータがあって、それをベースに、大体この比例関係というのはきちっとわかっているとされています。これが確率的影響なんですね。がんとか、白血病もがんですね。血液のがんですけれど、遺伝的影響とか、そういうものも、大体この確率的影響なんですね。これも大体100ミリシーベルト以上だと、いろんなデータがある。だけど、この下はよくわからない。実験するわけにいかないですもんね。これは人で実験するとかはできないので、多分これも、比例関係というのは、ずっと線量が低いところでも比例していくだろうというふうに考えたほうが、皆さんの安全・安心につながるだろうということで、この比例関係は、破線になっていますが、「こういうふうな方向で考えましょう」というふうになってるわけですね。この2種類あるということも、少し頭へ入れていただければと。

特にがんなどを起こす主な要因というのは、先ほどちょっと言いましたように、たばこ
と酒とか、年齢による問題とか、遺伝によるものだとか、あとウイルスですね、細菌。あ
るいは働いているところ、住んでいる環境とか、あと食事とか、いろいろなものがあるとい
うことですよね。だから、こういうもので全て、いわゆる活性酸素というのはつくられる
わけですよね。

じゃ、実際に放射線を使ったら。これは皆さんご存じだと思うんですが、日本人で、大
体死者が1,000人いると、大体30%、300人はがんで亡くなっております。これは日本人
の仕方ないところですけど、日本人は必ず大体1,000人で30%ぐらい。今、統計的にはも
うちょっと増えてるという話もありますけど、私の知っている範囲では30%ぐらいだとい
うふうに言われていると。

じゃ放射線、紫外線等もありますけど、これが当たることによって、どれぐらいがんに
なるリスクが増えるかということ、次の図でお示しします。これは千葉県にあります放
射線医学総合研究所ですね。これは世界的にも有名な研究所ですが、ここがホームページ
から出しているものですね。それを借りてきたんですが。

彼らが言っているのは、閾値100ミリシーベルト以上の話をしています、基本的に。彼
らが言っているのは、1,000人の方が一斉に100ミリシーベルト一瞬にして被ばくすると、
どうなるかという、がんで死亡する人は305人になる可能性がある。先ほど言ったよ
うに、300人はいわゆる普通のがんで亡くなります。あとの5人が放射線が影響するがん
で亡くなる可能性というか、リスクが増えるという話をされています。100ミリシーベル
トですね。皆さんが年々受けている、あるいはもう1年間かけて被ばくしますが、それを
一瞬にして、2ミリシーベルトの50倍を一瞬にして被ばくした話ですから、多分そういう
ことは皆さんはないと思いますが、そういう状況であれば、大体305人になるだろうと。
5人だけ放射線によるがんになる可能性があるということですね。

逆にいうと、彼らは言ってないですが、逆のケース。比例関係にあるとすると、10ミリ
シーベルト被ばくするということになると、1万人が10ミリシーベルトを一斉に、同時に
被ばくする。そうすると皆さん、さっき言ったように、30%の方はがんですから、3,000
人はがんで亡くなる。いわゆる通常のがんで。プラス5人。0.05%ですから、プラス5人、
放射線の影響でがんになる可能性があるということが言えるわけですね、この図からは。

じゃ、さらに10分の1、1ミリシーベルトだとどうなるか。10万人被ばくします。1ミ
リシーベルトを同時に一瞬にして被ばくする。そうすると、3万人はがんで亡くなるわけ

ですね。プラス5人、放射線が起因とするがんになるリスクが増えてしまう。そういう感じですね。

これを高いか低いかと感じる方は、それは皆さんいろいろの知識の中で判断される話だと思いますね。事実としては、放医研の見解としては、こういうことが言えるという話をしています。

リスクの話ですが、いろんなリスクを皆さんしょっているわけですがけれども、夫がたばこを吸う場合、受動喫煙ですね。奥さんだと1.02ぐらいのリスクが増えてしまう。野菜不足だと1.03とかですね。100ミリから200ミリシーベルト被ばくすると、大体1.08ぐらいのリスクが増える。塩分取りすぎで1.1。こういうのは大きいですよ。あと、200から500の被ばくで大体1.16ぐらいになると。運動不足だとこれぐらいになりますね。それから肥満って結構だめですね。1.2倍ぐらいになると。あとは1,000から2,000ミリぐらいの被ばくですね。こういうことはあり得ないんですが、これだと1.4ぐらいになる。これは大体毎日2合以上飲酒する方に匹敵すると。多分毎日2合ぐらいお酒飲んでいる方もおられると思うんですが、結構リスクは高いというふうに認識されるといいかもわからないですね。あとは喫煙も大変ですね。3本以上のむと、今度は1.6ぐらいになるなんていう、皆さんの的にはしんどいかなというふうには思いますけど。やっぱり物事って、リスクというのは必ずつきまわっているわけですから、リスクでものを考えていくと、どれぐらいのリスクかというのは、大体皆さん想像つくと思います。

「放射線と暮らす」ということで、静岡県の放射能レベルということで、これは文部科学省が出しているマッピングですね。これは土壤汚染とか空間線量。静岡県はこの辺ですから、もうほとんど問題ないというふうに考えていいと思います。やっぱりどうしても福島は高いですね。特にこの方向ですね。私も7月でしたっけね、行ってきましたけど、伊達のこの辺を歩いてきましたけど、やっぱり線量計を持って、バスに乗って行ったんですけど、やっぱり山間部に入ると線量がずっと上がっていくんですね。この当時というのは、ガスが出た当時、雨か雪が降ってたんですね。だからこっちの方向に随分放射性物質が沈着したという話ですね。

セシウムの話は、さっきちょっとしましたのでいいですが、昔我々、私なんか若いころは、これぐらいのセシウムを体に持ってたということらしいですね、どうも。昔はあんまりそういう話は出てこなかったんですが、データ的に見ると、キロ当たりこれぐらい持ってたと。今は大体、先ほどちょっと言ったように、皆さんだと、10から20ベクレルぐらい

のものを持っていると。体全体で考えたほうがいいのかもわからないですね。

それで、皆さん一番心配されるのは、食品の問題ですよ。、最初はいろいろごたごたしましたよね。最初はこういうものが500ベクレルとか、牛乳で200、飲料水で200とかいう値があって、高すぎるという話もいろいろあった。そのときは、年間5ミリシーベルトという上限を設けて決めていったわけですね。皆さんご存じのように、今は全体で被ばくを1ミリシーベルトにするということで、基準が、食品がキロ当たり100ベクレル、乳幼児食品が50、牛乳50、飲料水が10ベクレルと。

これも皆さん覚えておられます、この中にお茶が入っているわけですね。最初のころは、静岡で問題になったんですが、お茶はここに入っていたんですね。食品基準。食品になってたわけですね。「お茶をどれだけ皆さん食べるのかな」と思って、「え？」と思ったんですけれども、当時はそう決められたということですが、今は飲料水なんかと同じように扱われているということですね。

それで、どう決めているかというのは、結構皆さん、細かい話なのでご存じないかもわかりませんが、簡単に言いますと、年間1ミリシーベルト決めて、大体こういう割合で割り振るわけですね、被ばくを。国のほうでは、皆さんが年齢層によって、どういうものをどれぐらい食べるかというのは、みんな知っていますから、それで計算していくわけですね。計算すると、驚くことに、この年齢層が一番早く1ミリシーベルトに到達してしまうということがわかって、年齢層、ここを基準にしているんですね、今。男で120ぐらいで1ミリシーベルトに達しますので、これで大体100ベクレルという、より低いほうに値を決めたということで、100Bq/kgで決めたということ。

だから、こういう小さな子は評価していないんじゃないじゃなくて、評価して、こういう小さい子は代謝が早かったりしますから、影響が比較的低いんですね。そういう意味で、こういう成長期のこの辺、食べ盛りという、この辺が一番影響を受けるということで、ここが基準になっているというふうに考えていただけるといいと思いますね。

しかも、乳幼児のためには、100ベクレルの、さらに10分の1とか2分の1ですね。先ほどあったような、これですね。乳製品だったら半分とかですね。牛乳も半分ぐらいにしていると。水はやっぱり貴重品ですから10分の1にしてるとかというようなことになっているわけですね。

これは別にどうでもいい話なんですけど、外国と比較してもあんまり意味ないんですが、日本の基準とEU、アメリカとか、こういうものを比較すると、かなりEUとかアメリカ

はざっくりした規制だということですね。日本は非常にきちっと規制値を決めているというふうに考えればいいと思いますね。

じゃ、具体的に、皆さんがもしですよ、汚染した水とか牛乳とか肉を食べたら、どれぐらいの被ばくになるかということ、それちょっと計算してみますと、まず水。先ほど言ったように、水、お茶ですね。これは基準が10ベクレル。日本人は大体水を1.6リットルぐらい毎日飲むらしいです。それを365日ずっと飲み続けるとしたときに、その被ばく量は大体0.047ミリシーベルトぐらいだという、計算上はなります。1番ですから、大体ここですね。この辺です。

国で決めている一般公衆の年度限度は1ミリシーベルトなんですけど、これがここです。このブルーの線ですね。皆様が被ばくされるのは、大体2.38ぐらい、これぐらいですね。今、基準の汚染した水を飲むと、大体この辺の被ばくになるということですね。

牛乳。50Bq/kgですね。これを1日200ccぐらい皆さん飲まれるかもわからない。それを365日ずっと飲み続けると、2番ですね、この辺ですね。0.29ぐらいになるということですね。

肉ですね。肉は、100Bq/kgですね。これを毎日100グラム。皆さんは毎日100グラム肉は食べないと思いますけども、それを365日ずっと食べ続けると、大体被ばく量は0.029ミリシーベルトぐらいですね。これが3番ですから、大体この辺と同じですね。この辺の値になるという話です。

あと、空間線量、皆さんが三島で住んでおられるところで、空間に飛び交う放射線から受ける線量が、大体0.28ミリシーベルト。ここですね。この4番ですが。こういうもののほうがよっぽど高いという話にはなるわけですけど。だけど、基本的には余計な被ばくはしないというのが大原則です。だけど、仮に万が一あれしても、この程度であるということ、皆さんが量的関係でご理解いただけると、非常に放射線に対して、どう考えていくかということの助けになるんじゃないかなというふうには思います。

時間が来ましたので、これで最後にします。ざっくりまとめると、外部被ばくについては特に考慮の必要ないと。静岡県は自然放射線レベルであると。内部被ばくも特に考慮の必要はないだろうと。要するに、基本的に、流通されている物を食べる限り全然問題ないというふうには考えています。

特に、前も野生のキノコで若干出たと思いますけども、野生のもので直接食べてしまうと出る可能性もありますけども、キノコって、どうしてもセシウムとかああいうものを集

めやすいというふうに言われているので、若干出るとは思いますが、基本的に問題ないというふうには考えております。

最後ですが、こういう放射線って、何か極端に怖がりすぎるというのもありますし、また極端に怖がらなすぎるということもあるわけですね。だから、やっぱり正當にきちんと怖がるというのが非常に大切なことで、そのためには、やっぱりきちんとした知識を皆さん持っていただくということが、やっぱり大切だと思います。その上で判断していくということが大切かなというふうに思っております。

非常に雑駁な話ですが、以上でございます。どうもありがとうございました。（拍手）

○司会 奥野教授、どうもありがとうございました。

それでは、ここで休憩時間を20分取りまして、15時55分から質疑応答に入りたいと思います。冒頭申し上げましたとおり、講演に対する質問カードを記入していただいて、これから5分後に回収いたしますので、5分後までに会場後ろの出口付近に用意してある回収箱にお入れいただくようお願いいたします。

また、休憩時間の途中で、県の地震防災センターの津波コーナーで上映しております「大津波、そのときあなたは」という映画を上映いたします。お時間のある方は、どうぞご覧いただきたいと思っております。よろしくようお願いいたします。

（休 憩）

○司会 それでは、時間になりましたので、質疑応答に入ります。

奥野先生は、今ちょっと仕訳のほうを準備しておりますので、後ほど参ります。

ここからの進行は、NPO法人「HSEリスク・シーキューブ」の土屋智子代表理事にお願いしたいと思います。よろしくようお願いいたします。

○土屋 皆さんこんにちは。長丁場になりましたけれども、もう少しおつき合いいただきたいと思っております。

最初に3点お断わりをしたいと思います。私のプロフィールにありますように、昨年まで電力中央研究所という、まさに電力業界におりました。電力業界におりました者として、福島第一の事故を防げなかったこと、それから事故を拡大させてしまったことについて、非常に心苦しく、おわび申し上げたいと思っております。

それから、私は東海村の臨界事故の後の調査をお手伝いしたことから、原子力防災に

も関わっておりまして、実は浜岡の防災訓練のときも、評価委員として来ておりました。その際に、防災体制が非常に不十分であって、多分皆様の安心にはつながらないような体制であることについて十分認識しておりましたけれども、それを事故の前に改善することができなかったこともおわび申し上げたいと思います。

それから、聞いておわかりのように、ちょっとすごい鼻声になっておりまして、急に寒くなったのでこんな鼻声で来てしまって、お聞き苦しいことについてもおわびしたいと思います。

今日はですね、私自身は原子力の専門家でも何でもありません。皆さんのお立場でいただいた、たくさんのご質問について、できるだけ、先生に、わかりやすくお答えいただくように追加の質問をしていきたいと思っておりますので、よろしく願いいたします。座らせていただきます。

たくさんのご質問ありがとうございます。奥野先生はですね、今どんなふうなご質問をいただいているか見ておられるので、後で駆けつけてくださると思うんですが、その前に、山本先生に幾つかお答えいただきたいなと思っております。

最初に、原子炉の仕組みの基本的なことを教えていただきました。そういう意味で、原子力発電所の基本的なところについて幾つかご質問がありますのでお尋ねしたいと思うんですが、まずですね、浜岡も含めて、日本の原子力発電所というのは海の近くにあります。これはどうしてなのでしょう。

○山本 お答えします。

原子力発電所では発電しているんですけども、発電するときには必ず排熱といって熱を捨てる場所が必要なんです、例えばヨーロッパとかは蒸気で大気中に放出しているところもあるんですけども、日本の場合は海を使うのが一番手っ取り早いということで、内陸部につくることはせずに海岸沿いにつくっております。

○土屋 ありがとうございます。

それから、途中で制御棒を入れると中性子を吸収して核分裂反応が収まるということでしたが、この仕組みをもう少し。

○山本 制御棒はですね、沸騰水型軽水炉、BWRの場合は板状のものになっていて、そこにホウ素とかハフニウムという中性子を吸収する物質を入れていて、そこに中性子が当たると、その物質が中性子を吸収してしまって先に行かないという構造になっておりまして、それで連鎖反応が止まると。そういう仕組みになっています。

○土屋 中性子を吸収するものだという事ですね。

○山本 そうです。吸収ですね、はい。

○土屋 わかりました。

それから途中に、通常の運転中は70気圧ぐらいという、ちょっと私たちは1気圧の世界にいつも住んでいるものですから70気圧のイメージができないんですが、何かに例えていただけると。

○山本 はい、そうですね。皆さん通常は意識されていないと思うんですけども、皆さんの体は、1平方センチメートル当たり、要するに1センチ×1センチのところに、今1キロの力がかかっています、大気圧が。これが1気圧で、70気圧というのは、1センチ×1センチの面積のところに70キログラムの力がかかっている状態で、まあ相当高い圧力だというふうにお考えいただければいいと思います。

○土屋 そこに外から水を入れるのはかなり大変だということですね。

○山本 そういうことですね。はい。

○土屋 それから、これは国からいろいろ報告書が出ています。国会事故調、政府事故調、民間事故調。それから今、原子力学会も学会事故調の報告書を出しているんですが、東電の報告書もありますけれども、「最終報告が出てないような印象がありますけれども、きちんと出さないんですか」というご質問をいただきました。

○山本 いずれもですね、学会の報告書を除いては、最終報告書が出ております。ただ、皆さんご存じのとおり、現場は非常に線量が高くてなかなか近づくことができません。そういう意味では、例えば東京電力とか、原子力学会もそうだと思いますけれども、今後長い間をかけて、きちんと調査を継続して、定期的に報告書を更新していくと。そういうことが必要だし、原子力学会については我々の責務だというふうに思っています。

○土屋 ぜひ最終報告を見ていただくとともに、また見守っていただくということだと思います。

では、福島第一の事故について幾つかご質問があるのでお聞きしていきたいんですが、ご講演の中で、「地震では損傷はなかったのではないか」というような話がありましたけれども、「これは本当ですか」というご質問が2件来ておりますが、いかがでしょうか。

○山本 まず、今回の地震動は非常に強かったので、損傷が全くなかったかどうかということは確認できません。それはなぜかと申しますと、現場は非常に線量が高いので詳細

な検査ができないからであります。

私が申し上げたのは、微細な損傷があったかどうかということではなくて、安全性を司る機械が動かなくなったような重大な損傷があったかどうかということでありまして、それについては今まで得られているデータから見る限りはなさそうだということでもあります。

ただ、安全性を司らない周辺の機械等については損傷しているところも当然あったわけであります。

○土屋 わかりました。

まあ、事故現場に本当に入って、福島第一の中を本当につぶさに見るというのはまだまだ先のことなので。

○山本 まだできないですね。

○土屋 そこでまた出て来る可能性はあるかもしれないけど、機能としては大丈夫だったということですね。

○山本 そうですね、はい。働いていたということは、これはデータから見て確実じゃないかなと思います。今後は、先ほど申し上げた微細な損傷があるかどうかというのは、廃炉作業を進めていく過程で検証していくべきだし、何かあったらそれを知見として反映していくべきだというふうに思います。

○土屋 あとは、いろいろな想定外のことが起き、そのいろいろな対策をとっていたものが、ことごとくこううまくいかずに事故になったわけですが、例えば、何か「こういうことが行なわれていたら、あそこまでひどくならなかった」とか、途中で事故を防げるような対策が、事前に従来の方法でとられていたかどうかについてのご質問があります。

○山本 これはやはりですね、どう申し上げたらいいんですかね。例えば、電源が長期間にわたってなくなるということを、もともと考えてなかったというところがやはり大きくて、そういうところを少しでも考えていれば、まあいろいろ打てた手はあったんじゃないかなと思いますね。

従来から備えられていた機械について言うと、例えば原子炉の中の蒸気を使ってタービンを回して原子炉に注水するという機械があるんですけども、もともと設計では8時間ぐらい動くということを想定していたんですけども、実際は、3号機については2日ぐらいですね。2号機については3日ぐらい動いて、まあ当初の想定以上は動いたんですね。そういうところは、少しでも被害を緩和する傾向には働いたとは思うんですね。

れども、やはり最初の設計で考えていた条件がやっぱり十分じゃなかったと言わざるを得ないと思います。

○土屋 後のご質問にもありますが、それを備えるように新しい規制基準がつけられたということですね。

もう1つは、今の福島第一の状況について幾つかご質問がありまして、実際にコントロールできているかどうかと。制御できているのかどうかで、いろいろな方がいろんなふうに発言していらっしゃるという報道がなされていますが、先生は制御できているというふうに思っているのでしょうか。

○山本 その制御できているかどうかというのは、ちょっと言葉の定義の問題なので、それに直接お答えするのは難しいんですけども、まず重要なことは、放射性物質の放出をできるだけ低減する努力はなされているかということでありまして、まあこれについては、東京電力はそれなりに取り組んでいるんじゃないかなというふうには思います。ただ、一般の方から見て、どうしても対策が後手に回っているというふうに見られるのはやむを得ない面もあると思います。私、実際に規制委員会のほうで、福島第一の廃炉というか、安全確保のほうの作業なんかも見ていますけれども、なかなか全てのリスクを完全に洗い出して対策をとるというのは、人的な面ですね。特に人手の面とかでなかなか難しいところがあって、まだ対策としては十分にとれてないところはあるという印象は、お持ちになられるのも仕方がないことだと思いますね。

いずれにせよ、今やらないといけないことは、汚染水が敷地の中にたくさんたまっているんですけども、あれの中の放射性物質をまずできるだけ早く取り除くと。取り除いて、仮に漏洩したとしても被害がそんなに広がらないようにするというのを、まず優先してやるべきだと思います。

○土屋 実は、その汚染水の話も出ているんですが、その汚染水の原因になっている、メルトダウンしてしまった燃料ですね。これについて、どういうふうに処理するか。ある意味見通しがあるかどうかというご質問が2件来ておりますけれども。

○山本 今後の廃炉の手順としましては、まず一番最初に手をつけるのは4号機から、4号機の使用済み燃料プールからの燃料取り出しです。確かこれ、質問いただいていたと思うんですけども、まずそれに来月から着手する予定です。

それで、使用済み燃料を、4号機、3号機、2号機、1号機、使用済み燃料プールから取り出した後に、今回その溶け落ちた燃料の取り出しということにかかる予定です。

ただ、これはやはり線量が非常に高いので、いろいろ難しい面があります。

作業手順としましては、原子炉の格納容器という入れ物があるんですけども、その中に水を満たすというところから始めます。ただ、残念なことに、現時点では格納容器のどこかに穴が空いていて、水が十分に満たせない状況なんですね。したがって、まずその水漏れの箇所を突きとめて、そこの水漏れを止めて、その後水を満たして、それから原子炉のふたを開けてという、そういう順番で作業が進みます。恐らく溶け落ちた燃料の取り出しを開始できるのは、そうですね。これから数年先というオーダーだというふうにお考えいただければいいと思います。そのための技術開発を鋭意やっているところです。

○土屋 ありがとうございます。

まあ、一番私たちにとって心配なのは、今はもう福島第一から放射性物質は出てないのかどうか。ご質問では、まだ富士市とか小山町で汚染が確認されるというようなことがあるんですけども、いかがでしょうか。

○山本 残念ながら、福島第一発電所から放出される放射性物質はゼロにはなっていません。

一部は、今問題になっている汚染水のような形で、海洋に、まあ量的には非常に大量というわけじゃないんですけども、流出はありますし、原子炉建屋からも、気体の形で放射性物質が放出されています、実際に。ただ、事故直後に比べると数千万分の1ですかね。非常に量は少なくなっていることは確かです。ただ、こういう形で定常的に原子炉施設から放射性物質が放出されるということ自体あってはならないので、それをさらに低減するための工事とか対策を今いろいろ打っているところです。

ご質問の、キノコですかね、あれは。については、現在の福島第一から出ている放射性物質とは、私は直接は関係ないと思います。後で奥野先生にもうちょっと補足していただければと思いますね。

○土屋 多分最初に出たものが木に沈着しているものを、まだ今だにキノコが吸い上げているということなんだと思いますけれども。

それでは、新規制基準についてのご質問に移りたいと思うんですが、そもそもこの規制基準、いろいろ報道されていますけれども、最低基準なのか、それともこの基準を満足すれば安全は確保できるのか。「どういう意味なんですか」というご質問が来ています。

- 山本 基本的には最低基準だというふうにお考えいただくのがいいと思います。重要なことは、「規制基準を満足したから安全だ、安心だ」というふうに思わないということです。やはりあの福島第一の非常に重要な教訓の1つは、これで安全だ、安心だと思ってしまう、新しい、いろいろな知見が得られていたにもかかわらず、それにきちんと手を打てなかったということなので、少なくとも事業者についてはですね、規制基準を満足するのは当然のことなんです、それだけではなくて、自主的に安全性向上の対策を進めていくと。そういう形で取り組みを求めたいですし、そういうふうにしていくと思います。
- 土屋 これはちょっと、質問者の方のそのご質問の意図がよくわからないんですけども、「規制基準のグレーゾーンはどうなりますか」ということで、先生が思われるグレーゾーンについて、お話し願います。
- 山本 ちょっと私が類推するところなんです、規制基準は、先ほどのように最低ラインを示したもので、明示的に「これをやりなさい」と書いていないところもあるわけですね。そういうところのご質問だと思うんですけども、基本的には、電力会社が必要だと思ったところは、当然ながら自主的な取り組みとしてそういう対応を進めていくと。そういうことになると思います。なので、グレーゾーンについては、電力会社が自主的に取り組みを進めていく余地だというふうに私は見ております。
- 土屋 もし「これは自分の質問だ」というのがおわかりの方で、今のお答えでよろしいでしょうか、追加で、「実はこういうことを聞きたかった」というのがありましたら、手を挙げていただければ。いかがですか、よろしいですか。
- 質問 原発を進めていく以上、核のごみがどんどん出てくるわけですから、その辺についてはどういうふうにお考えですか。
- 土屋 済みません、核のごみのことについては後で、たくさんいただきました。今の新規制基準のグレーゾーンについてご質問された方はどなたか、お答えになっていますでしょうか。
- 明確に基準のところに書いてないことは、電力会社の自主的な取り組みだと。これまた難しい問題がありまして、電力会社が本当に自主的にしっかりやってくれるかどうかという信頼の問題にかかわってくるのかなと思います。
- また、この新しい規制基準、電力会社からすると厳しくなった、厳しくなったと結構言っているかもしれませんが、これで結局私たちのリスク、あるいは原子力発電

所のリスクというのがどの程度下がったのか、もうちょっと良くなったのか。そのあたりについてはどのようにお考えでしょうか。

○山本 従来はですね、基本的には発電所の設備に頼って事故を起こさないようにしようと。そういうコンセプトで規制がなされていたわけですね。今回はそうではなくて、基本的に「最終的な砦は人間だ」と。そういうコンセプトなんですね。そのために、持ち運びができる機械、「過搬型設備」と言っているんですが、そういうものを使って、事故というのは大体想定できないことで普通起こるので、そういうものに柔軟に対応できるようにしようというコンセプトでつくられています。

そういう意味では、従来の対策を厚くしたことに比べて、その「人間が砦だ」という考え方を入れたことで、私自身はリスクは相当下がっているというふうには見ておりません。

まあ現時点はそういうことで、ただ、あれですね。やっぱり電力会社に望みたいことは、先ほど申し上げた規制基準って最低基準なので、それで満足することなく、当然彼らはプロフェッショナルなので、自分で気づいたことには積極的に、自から取り組むということで、さらにリスクを低減するという姿勢が必要だし、皆様もそういうところはきちんと監視していただくのがいいんじゃないかなと思います。

○土屋 思いついたことだけやっているように見えるところがありますけれども、そこはしっかり皆さんに監視していただくということが大事なんではないでしょうかね。

○山本 その、「思いつきで対策を打っているように見える」というご質問をいただいているんですけれども、ちょっと私の説明があまりよくなかったんですが、例えば発電所の外の自然現象とかでも、従来はやはり地震を中心に見ていたわけですね、本当は津波であったり竜巻であったり、いろんな自然現象があるんですけれども、1つを集中して見てしまっていたと。それが反省事項で、今回の規制基準で、今日はあまりご説明しなかったんですけれども、100種類近い自然現象を対象に、発電所に脅威がないかどうか見ていますし、あと、確率論的リスク評価という方法で、原子炉で起きるいろいろな危険なことが、どれくらいの確率で起こるかどうかを網羅的に評価して、それで対応を打つというふうにやっています。

○土屋 実は、ご質問の中には、こういう設備をつくったら安全なんじゃないかというご提案もたくさんいただいでいて、これはちょっと、山本先生ばかりにお話を聞いていると、奥村先生の大事な質問ができなくなるので、これは後で個別に県のホームページで

お答えいただくということで、最後に、先ほどちょっとありましたが、使用済み燃料でありますとか、放射線廃棄物の問題について、少しお話しいただければと思いますが。

○山本 非常に重要な問題だと思いますね。

まずは、認識しておかないといけないのは、原子力発電というのは、ちょっと専門的な言い方なんですけど、エネルギー密度が高い。潜在的にそれだけ危険性が高いものです。逆に言うと、エネルギー密度が高いので、出てくる廃棄物の量は、それだけ少ないわけですね、逆に言うと。なので、管理は、ある面ではしやすい面もあるということで、基本的には、管理する技術についてはですね、例えば地層処分とか、海外でも既に取り組みがなされつつありますけれども、そういう形で、技術的にはめどはつきつつあるんじゃないかなというふうには思います。

ただ、それを実行するためには、やはり国民の方との対話がまだ十分にはできていない状況で、そういうところを今後しっかり取り組んでいく必要があるかなというふうに思います。

○土屋 ありがとうございます。

すみません。最後と言っていて、でも大事な質問を忘れておりました。

浜岡は大分津波の想定を高くしましたけれども、全国の他のサイトと比較して、浜岡の想定というのは十分なのかどうか。まあ比較してですね。太平洋岸のサイトと比較して、どのような想定をしているのかについて、お話をいただけますか。

○山本 太平洋岸で言いますと、例えば日本原電の東海第二とか、東北電力の東通りが太平洋岸です。この2つの発電所の津波高の想定は約10メートルですね。それに対して、浜岡は、立地条件もありますので、想定が20メートル弱だったと思います。たしかこれは内閣府の計算だったと思うんですけども。

重要なことは、津波の高さ自体というよりは、そういう20メートルぐらいの津波がどれぐらいの確率で来るのかということと、それを超える津波が来たときの対策はなされているかということですね。

確率については、残念ながら内閣府のほうは算出していなかったのでもっとお答えは難しいんですけども、対策としては、やはりその、まあ防波壁と言ってましたかね、あれ22メートルのやつをつくっているんですけど、当然ながら、それを乗り越えてくる津波があるという前提で安全対策を打つことが重要になると思います。

○土屋 従来ですと、そういうことが起こる確率は非常に低いというので、「まあそこま

で対策をとらなくてもいいだろう」という説明をしていた可能性がありますけれども、今後はそれを「越えるかもしれない」ということについても、きちんと対策をとりなさいというふうな方向に変わったということだと思います。

それでは、奥村先生にはもっとたくさん質問があつて、ちょっとまだ私自身が整理できていないので申し訳ないんですけども、順番に質問をさせていただきたいと思うんですが、コンブとワカメ、よく似た食品なのに、放射性物質の濃度が10倍ぐらい違うと。非常によく調べておられる方なんだと思うんですが、なぜでしょうか。

○奥野 なかなか難しいところですけど、たしか最初に写真をお見せしましたが、あのとき、コンブはですね、皆さんご存じのように、コンブというのは茎があつて、これは茎の部分だと思うんですよ、ここにかなり集まっている可能性があるんですよ。多分、ワカメはこの辺と同じぐらいの量しかないと思うんですよ。だから少し違うんじゃないかなと思うんですよ。

まあ、植物として、その辺のメカニズムが若干違うのかもわかりませんが、ちょっと明確にはなかなか答えられないところはありますけども、これ見る限りは多分そういうことだと思いますけれどもね。

○土屋 いろいろ植物というか、似ていて全然違う。多分ほうれん草と小松菜と何とかは違うのかもしれない。

○奥野 ほうれん草でも、やっぱり茎のところたくさん集まっているというのはありますよね。

○土屋 あと、先生のお話で、私たちはもう、「何億年も前から生物として放射線とともに生きてきた」というお話がありましたが、この自然放射線と、今回福島第一から出ている人工放射線。「この違いはあるんでしょうか」というご質問です。

○奥野 基本的にですね、どうして放射線が出るかというお話をしましたけど、原子核が安定化するためにエネルギーを出すという意味で、出てくる放射線というのは、自然であろうが人工であろうが全く一緒です。それは人工放射能だからどうのこうののではなくて、放射性核種から出てくる放射線は全く、人工であろうが自然であろうが変わりません。影響は変わらないということです。

○土屋 それからその先ほど、三島市の方は年間合計6.69ミリシーベルトという身の回りの放射線を受けているという例がありましたが、原子力発電所の従事者の方というのは、1年間にどのぐらい浴びてもよいということに……

○奥野 よいわけではないんですが。

○土屋 済みません。限界値はどのぐらいに設定されているのでしょうか。

○奥野 この間も言いましたけど、皆さんは一般公衆と言われる。一般公衆は年1ミリシーベルトが限度なんですね。それで、私なんかもそうですし、山本先生も多分そうだと思うんですが、こういうもので、研究とかでサラリーを得ている人間は少し高いわけですね。たしか5年間で100ミリシーベルトだったと思います。1年間20で、1年間で50ミリシーベルトを超えてしまうと、その後は5年間は仕事ができなくなってしまうということがあると。

だから、原発の方も、いわゆる同じ基準だと思います。だけどあの特殊な状況のときに、基準がたしか上げられていましたよね、山本先生。こういう事故時の、250でしたかね。事故時ということで上げていたという事実はあります。だけど、今は多分一般作業従事者は、平均すると1年20ということで、まあ5年間で100ミリシーベルトという基準があります。

○土屋 あと、私たちは体内に7,000ベクレル放射性物質を持っているということですけども、ある本で、「体内の放射性物質がゼロになると、ビタミンができなくて死亡してしまう」ということが書いてあったそうですけれども、本当にそうなのでしょうか。事実であれば、「放射能はゼロでなければ」ということは、逆に考えてはいけないんじゃないでしょうかというご意見がありました。

○奥野 私もまだ、その辺の本を読んだことがないので、必ずしも放射線がビタミンをつくるメカニズムにかかわっているとは思えないんですよね。だからそれは、何ですかね。多分その、放射線と免疫機能の問題がいろいろあって、その免疫機能が、放射線がなくなるとなくなってしまうのかどうかかわらないですけど、それによってビタミンがつけられなくなるとかいう話に持っていくしかないかもわからないですけど、基本的にはよくわかりません。そういう話は、直接放射線がビタミンにかかわっているという話は私は知らないですね。少なくとも私の知識の中にはないです。

○土屋 むしろ、先生の著書を読んでいただいたほうがいいのでしょうか。

○奥野 そうですね。

○土屋 それから、食品関係、多分皆さんとてもご心配だと思います。日本の基準は厳しいということだったけれども、実際に流通している食品を本当に測定しているのかどうか。基準はできていても、きちんと測定しているのかどうかというのが問題なんですけ

れども。

○奥野 逆に言うと、測定してないものは、多分流通に乗せられないというふうに私は理解しているんですが。まあ全品やるかどうかは別として、やっぱりサンプリングでやっておられると思うんですが、それできっちり測って、基準内であれば流通するし、基準を超えていればそこで差し止めになるというメカニズムになっているとは思いますが。

○土屋 私も、少なくとも福島県の方はですね、やはりそういう規制値を超えたものを流通させてしまうと、例えばある町でそういうものが出てしまったら、その町全体の農作物や、いろんなものに風評被害が来るので、実は生産者の方たちが一番気をつけて測定していらっしゃるというようなお話を聞きました。

ですから、そのあたりは信頼していただくといいのではないかなと思いますね。

○奥野 信頼するということが大切かなとは思いますが。

○土屋 それから、自然界のラドンで、私たち被ばくしているということがありましたが、火山ガスが出ているときに「濃度が濃くなっているんじゃないですか」というようなご質問があります。

○奥野 基本的に、火山ガスの主なものは水蒸気ですね。水蒸気と硫化水素がメインですよ。当然地中から来るという意味で、ラドンがないわけではないですけど、そんなに極端に、火山ガスだからといってラドンの濃度が高くなっているとは、まあ私の勉強した中では聞いてないんですが、むしろこういう、コンクリートの壁の中の日常的な被ばくのほうが、より注意しなきゃいけないことではないかなとは思いますが。

○土屋 日本ではあまりあれですけど、アメリカのパンフレットですと、やはり地下室とかいろいろなところにたまりやすいので、「換気をよくしましょう」というような案内があったりしますね。

○奥野 そうですね、はい。

○土屋 それから、福島事故に関する事にちょっと移らせていただきたいと思うんですが、福島原発では、たくさんの放射性物質が出ているんですけども、人と動物の健康への影響ということについては、どのようにお考えですか。人については、特に心配しなくてもいいというお話が最後のあたりにあったと思いますが。

○奥野 まあ静岡の場合はあれですけど、福島の場合は、当然その年間10ミリシーベルト以上の被ばくでしたっけ、何かそういうところに入れないという形に。

○土屋 20です。

○奥野 20でしたっけ、だからそういう制限がきちんと設けられておりますから、まあそこに沿わない限り、そんなに大きな影響が出るとは、先ほどちょっと言ったように、確定的影響なんか、100ミリシーベルトというスレッシュホールドがあるということで、まあその辺は考慮して20ミリシーベルトということで持ってきていると思うんですが、その意味で、すぐに影響が出るというレベルにはないとは思いますが、

○土屋 ちょうどこれで、飯館村とかあちらに、かなりたくさんのが沈着して汚染がひどいわけですが、こういうところで生活するということについては、どのようにお考えでしょうか。

○奥野 だからまあ、規制がかかってない、規制よりも外であれば、当然評価された中で、安全というか、それほどすぐに放射線の影響が出るというふうには考えなくて、そこで規制が設けられているわけですから、その外に関しては、あまりそこまで心配される必要はないんじゃないかなと思いますけどね。

○土屋 これは静岡県の方に聞いたほうがいいかもしれませんが、浜岡で同様の事故が起きたときに、どういうことを考えればいいでしょうかと。非常に、先生にお聞きするのがいいのか。特に伊豆半島への影響なんかも考慮しなければいけないですが。

○奥野 どうでしょうかね。もしあったとき、まあ当然、福島の時もそうでしたけど、やっぱり気候ですよ。天候がどうであったかというのが非常に大きいですよ。風向きがどうであったかということも、きちっとやっぱり県のほうで把握されて、万が一そういうことがあるようであれば、そういう情報を出されて対策を取られるんじゃないかというふうには思いますけれどもね。

○土屋 これも大変勉強していらっしゃる方からのご質問だと思うんですが、先ほど、線量が同じであれば内部被ばくも外部被ばくも体に対する影響というのは同じですよというご説明ありましたが、チェルノブイリの医師によると、内部被ばくの被害は、外部被ばくのそれよりも体内の臓器に直接影響を及ぼすので数10倍、あるいはもっと大きな被害があるというふうに言っている人もいるんですけども、それについてはいかがでしょうか。

○奥野 多分同じことを言っているんだと思うんです。線量、何ミリシーベルトというふうにしてしまえば、それは同じなんです。体に与える影響は全く一緒です。だから、内部被ばくの場合は、そういう蓄積とかいろいろ考慮して換算係数が決められて、影響度

が高くなるようになっているはずですが。だから、線量という形にしてしまえば、その影響度は全く一緒です。外から放射線を浴びようが、中にある放射線で被ばくしようが、それは全く一緒だというふうに考えます。これはまあ、そうですね。こういう臓器、被ばくのセンシティブティー、どれぐらい感度があるかということですよ。これは外部ですけど、これですよ。これを食べたときに、やっぱりこの換算係数が非常に複雑な係数なんですけど、その中に滞留する時間とかそういうことを考慮した中で、この係数が決められているというふうに考えればいいと思います。

だから、同じ100ベクレルのものを外から被ばくした場合と中で被ばくした場合は、当然中の被ばくのほうが大きいわけですね、当然それはもう。だから、それはこの式に現われているし、含まれていると考えて結構だと思います。

○土屋 よろしいでしょうか。その前のところで、組織ごとによって係数が違うというのは、やっぱり組織の弱さみたいなということですよ。

○奥野 そうですね。まあ、これはちょっと古いんですけど。最近生殖腺も、大分低くなっています。案外予想外に、想定していたよりは放射線に強かったという話もあるんですが、まあ大体こういう感じで決められているということですよ。

○土屋 あと、私たちは、できたらこの余分な放射線、放射性物質というのは取り除きたいわけですが、取り除くには、まあ福島でも除染はやっていますけれども、時間をかけるぐらいしか対策はないんでしょうかと。

○奥野 そうですね。今のところは、皆さんご存じのように、福島だと、特に皆さんが住んでいる、人が住んでいられるところは、土壌をはぎ取って線量を落とすか、まあそれによって10分の1とか、もうちょっと下がる場合もありますね。屋根を洗浄するとか、そういうことで下げることはできていますが、まだまだ山間部ですかね。そういうところに関しては、そこまで行き届いてないというのは多分事実だと思います。それがこれから、やはり雨とか降ることによって、少しずつまた流れて、まあ結構に川に出ていたりするという話も聞きますけれども、まだ時間がかかるんじゃないかなと思いますし、除染した土をどうするかという問題もいろいろありますよね。なかなか皆さん、やっぱり汚染したものを、やっぱりその地区で貯蔵するという事はなかなか難しいという話もありますので、その辺もきちっと考えていかないといけない問題もありますので、ちょっと時間がかかるんじゃないかなというふうには思いますね。

○土屋 なかなか見えないんですけど、いろんなところから移動してきていて、除染もな

かなか難しいところもありますね。

- 奥野 特にやっぱり山間部ですよ。山間部の除染は進んでないのは事実だと思いますね。
- 土屋 あと、これは多分皆さん、とても関心がおありだと思うんですけども、お子さんへの影響。大人と子供の問題で、生物学的半減期を考えると子供は代謝がよいので影響が低いというご説明をいただきました。一方で、遺伝子損傷をするのは細胞分裂のときにリスクが高いというふうに聞いていますけれども、子供、特に幼児というのは成人に比べて細胞分裂が多いので、この関係を、どっちがどっちなのかということについて、もう少し補足していただけないでしょうか。
- 奥野 これはなかなか難しい話だと思うんですよ、全部理解しているわけではないんですが、子供さんは代謝が早いということは、細胞分裂が早いということで、一般的に細胞分裂が盛んな細胞ほど影響度が高いという話がありますので、そこはまあ確かに、小さな子供が、先ほど食品の基準で言いましたけど、1ミリシーベルトでいいのかという話もあるわけですよ。そういうことも、きちんとやっぱり考えていった上でやっていく必要があるんですが、少なくとも1ミリシーベルトと決めたときに、この辺の影響度の違いが出ているのは、事実としてはあるわけです。計算上はあるということで、これは特に食品ですから、内部被ばくなんですよね。食べたときの被ばくなので、これは年齢層でその係数が違ってきますので、そこでも小さい子供に対する影響度を考慮しているというのは事実です。
- 土屋 何か、私たちからすると、「えいや」で決めたような感じがしますが、そこは慎重に、お子さんへの影響、お子さんの感受性、食事の仕方というのも考えて計算していると。
- 奥野 当然考えているわけですよ。こういう年齢者が全部同じものを食べるんじゃなくて、これは当然みんなわかってますから。それとあと、内部被ばくで使う換算係数も年齢層で違ってきますということで、その辺で加味しているというふうにご理解いただければと思いますけど。
- 土屋 あと、DNAの損傷のところで、直接DNAを損傷するというよりは、活性酸素がDNAを損傷するということだったんですけども、放射線に起因する活性酸素と、他の要因による活性酸素、それから直接DNAを損傷する比率が、もしおわかりであればお聞かせいただきたいというご質問なんですけど。

○奥野 多分それはわからないと思います、この比率は、しかも、この活性酸素がどうい
う要因でできたかを特定することは、まずできないわけですね。だから、放射線ででき
た活性酸素が幾らで、他の食品とかこういうものでできた活性酸素が幾らということは、
まずできないわけですね。科学的に調べても、全体としてわかるだけですから。

それで、直接放射線がDNAの損傷をするというのは、これは放射線量が多ければ多
いほど、当然ここへ直接ダメージを与えるケースは多くなりますけれども、まあ皆さん
が生きておられるレベルでは、多分明らかにこちらのほうが大きいというふうには思い
ます。

○土屋 体が弱いとか、そういうところは、下のその活性酸素のほうへの抵抗力みたいな
形で変わってくるというふうに考えてよろしいでしょうか。

○奥野 そうですね。

だから、活性酸素を除去できるような何かがあれば、放射線だけじゃなくて、いろん
な病気への影響を低減化できる可能性はありますよね。お茶が、1つはいいと言われて
いるのはそこですね。皆さん多分ご存じのカテキンは、この活性酸素を除去してくれ
ると。ポリフェノールというのは、この活性酸素を除去してくれるということで、体に
いいという話がありますけれども。

○土屋 はい。1つすごいいいことを伺って。これから緑茶をよく飲みたいと思いますけ
れども。

○奥野 だから、皆さん、お茶をたくさん飲んでいただければと思います。

○土屋 あとは、ほぼお答えいただいたんですが、医療被ばくの話がちょっと出てきま
した。これは、ご質問者の方は、ご自身が体が弱くて、病院に行くとCTを最低6カ月
に1回、それ以外にレントゲン検査、お医者さんがCTに変えてMRIもしたほうがい
いと、年間いろんな検査を勧められてしまうんだけど、「一体どのぐらいだったら人
体に影響ないでしょうか」と、切実なるご質問が出ましたが、いかがでしょうか。

○奥野 放射線による影響のよりも、やっぱりその方の病気をきちっと正確に知るとい
うほうがよほどメリットが高いわけで、そこはやっぱり、CTを何回も使おうが、それ
によって病気がわかるということのメリットのほうが私は高いと思いますよね。それは
少々高くても、そっちをやっぱり優先すべきであって、もしですね、CTをMRIに変
えるということで、それはどっちがその細部まで知ることができるかによると。私、医
者でないのそこはからないですけど、よりMRIのほうが細部まで見えるのであれば、

CTよりもそっちのほうがいいとは思いますが、値段が高いんですかね。よくわからないですけど。

○土屋 それは、ぜひお医者様にも率直に聞かれて。

○奥野 聞かれたほうがいいですね、

○土屋 「何度も受けても大丈夫なんですか」と、先生にもご相談をいただいたほうがいかもかもしれません。

大体、ご意見はお話する時間がなかったんですが、おおよそご質問について先生方にお伺いしたんですが、他にぜひこれ、自分が書いた質問を読んでもらえなかったのも、問いかけてもらえなかったのも、ぜひ質問したいという方がいらっしゃれば、手を挙げていただければと思うんですが、いかがでしょう。

○質問 私、1986年の旧ソ連のチェルノブイリの事故を経験して、原発の持つ危険性というものは、ものすごく実感したわけです。しかし、それから2011年のこの福島原発事故まで、やはり原発の危険性を知りながら、私たちは原発に頼る社会に依存してきたと思います。私は、原発のない社会の実現に向けて今後行動していかなければならないと思うんですが、まあこれは意見ですが、質問の中で、今の政府の規制基準の中に、津波に対する規制基準というのは、先生かなり詳しくお話し申し上げておられたようですが、やはり浜岡原発について、とりわけ南海トラフの巨大地震は、マグニチュード9以上の巨大地震が想定されると。しかも、浜岡が立地している御前崎から浜松にかけては、いわゆる地盤の沈降、あるいは隆起、そして液状化現象。さらに震度は、福島原発事故の6をはるかに超える、7という大きな振動が起きるというふうなことが、政府のこの南海トラフの事故の想定に出されているわけです。

私は、原発に対する、地震動に対する政府の規制基準はないのかどうなのか。この点について、一般論としてどうなのか。

それと、浜岡原発において、この震度7というものに耐えられるような原発であるのかどうなのか。この辺について、もし先生、ご見解ございましたら教えていただきたいので、よろしくお願いします。

○山本 今日は津波の話を中心にさせていただいたんですけども、地震動についても、その大きさを従来に比べて相当な厳格に評価するようになっていまして、最近あちこちで地下構造とかを調査し直して地震動を見直しています。そういうことで、新しい規制基準には、当然ながら地震動に対するものも入っているということでもあります。

そういうものを使って、基準地震動というのをまず設定するんですけども、浜岡の場合は、3号機、4号機、5号機で、少しその基準地震動の大きさが多分違うと思います。3号機、4号機は多分1,000ガルぐらいで、5号機は1,900ぐらいになるというふうに聞いていますけれども、そういうものに対して、重要な機器が壊れないように設計すると。そういう方針で対処するというふうに私は聞いているところです。

○土屋 よろしいでしょうか。

○質問 静岡県が編纂した、県史というのが、先生、ございます。静岡県の歴史。この静岡県の歴史の中に、編纂したもののの中に、「災害編」というのがございます。この災害編を見ますと、1498年、今から約500年ほど前に起きた明応の大地震というものがございます。このときに、御前崎から浜松に向けて、大規模な地盤の沈降あるいは隆起がありまして、そのとき浜名湖は、当時内陸の湖であったものが、その1498年の明応の大地震によって陸と海とを遮っていた地盤が沈降して、大津波によって現在のような海とつながる湖になったということが記録されております。この間約500年の間に、いわゆる明応の地震、宝永の地震、そして1854年の安政の大地震と、宝永が1707年。約500年くらいに3回ありました。

今度の地震というのは、ご承知のように、東海地震を想定した安全基準ではもたない、いわゆる東日本大震災を超えるような大規模な地震だということで、私はやはり、浜岡における、この安全基準というのはですね、過去の歴史の実情を踏まえて、津波も場合によっては20メートルやそこらのものではないのではないのかと。むしろ30メートル、40メートルの、想定できないような大津波が押し寄せてくるだろうと。まさに稼働中であれば、静岡県、私は伊豆半島の南端、下田に住んでいる人間ですが、御前崎から1年間に7割は西の風、南西の風です。伊豆半島は放射能の風の道になります。

ぜひですね、そういう点について、歴史的な事実を踏まえて、先生のお考えはどんなものでしょうか。再度お伺いしたいと思います。

○山本 規制基準の話なんですけれども、中の条文を読んでもらいますと、まずは「歴史的な地震動から津波をきちんと調査しなさい」と。それで、「それを下回らない最大の津波とか地震動をまず設定しなさい」と。まずそういう情報が書かれています。さらにそれに加えて、先ほどから申し上げておりますように、当然ながら自然を相手にしているので、これまで起こったことのないような津波とか地震というのは当然起こり得るわけですね。それを考えて対策を打つ必要があるというのは、今日は何回もご説明

申し上げたところであります。そういう方針に則って、まあ対処されるはずだし、そうあるべきだというふうに思っています。

○土屋 新規制基準になって、非常にまれだからというので排除するのではなく、最大の想定というものを検討するようになって、皆さんの静岡県のいろいろな歴史を踏まえて、ぜひ中部電力に対策の強化というものを求めていかれると。そういうことが大事なのではないかなというふうに思ってお聞きしました。

○質問 先ほど、過去の調査をして、歴史とか地層調査とかして最大限のということ、過去に浜岡の下を調査したときに——朝日新聞を取っているもので、何か6メートル隆起した形跡があるというのが新聞に載ったんです。それで、こここのところ地震が多いもので、地震学者の方の講演とか聞きに行くと、「東北のほうがやっぱり7メートルとか動いているから、今回の東海地震はそんなものじゃないです」って、先生がおっしゃるんですよね。大体どの先生も「こちらのほうが確実に大きい」とおっしゃるんですよ。過去に6メートル隆起しているって、すごいことだと思うんですけど、先ほどおっしゃった、それに耐えられるんですかというのを、私はいつも、何でそういう、新聞に載ったような地質調査のことはいつも話題に載らないんですけど、過去のことを基準にするんでしたら、やっぱりそういう、どういう調査かわからないんですけど、新聞に載ったもので、そういうこともちゃんと入れてほしいかなと思うんです。ここもちょっと風向きが危ないところにあるもので、よろしく願いいたします。

○山本 ありがとうございます。私もちょっと6メートルの話、あと、もともと地質関係は専門ではないので、ちょっと詳しくは存じ上げないんですけど、勉強させていただきます。ありがとうございます。

○土屋 ぜひ静岡県で、まさに想定の問題についての県民講座も開いていただいたらいいのかなというふうに思いました。

もう時間が来ているんですが、後ろのほうで手を挙げられた方、どうしてもということであれば。

○質問 すみません。質問が1つしか書けなかったのですが、もう1つどうしても、奥野先生にお聞きしたいんですけど、チェルノブイリでは、子供たちに甲状腺障害の症状が現われたのは3、4年後ぐらいからだということですが、福島の場合は、もう2年後から既に3人の子供に甲状腺障害というか、がんの疑いがある子供が出てくるということで、その違いは、チェルノブイリと福一との違いはどういうことなんでしょうか、教えてください

ださい。

○奥野 多分ですね、やっぱりその当時、それほど測定の体制というかができていなかったんじゃないかと思いますよね。今はもう、福島県は、国を挙げてですね、非常にきちんと甲状腺の測定をやっていますよね。ある期間でやっていますよね。多分チェルノブイリって、もう何年前でしたっけ、相当前ですが、あのときには、それだけの密に検査するだけの体制が整ってなかったんじゃないかなというふうに思います。基本的には同じだと思うんですよね。多分同じ時期に起こっている可能性は高いと思いますよね。

○土屋 ある意味、もう少し見守って見ないことには、本当に事故の影響かどうか、なかなか先生方もおっしゃれないかなというふうには思います。

○奥野 難しいところですけど、ええ。

○土屋 ありがとうございます。すみません。ちょっと時間をオーバーしてしまいました。多分まだ追加のご質問などもあると思うんですけれども、この回はここまでで終わらせていただいて、もし追加がありましたら、県のほうにですね、どんどん出していただいて、先生方から回答をいただくことになっておりますので、よろしく願いいたします。

今日はどうもありがとうございました。（拍手）

○司会 以上をもちまして、原子力講座を終了させていただきます。本日回答できないものにつきましてもですね、回答したものを含めて、県のホームページのほうに後日載せさせていただきますので、よろしく願いします。

では、お忘れ物のないよう、お気をつけてお帰りください。またアンケートは、会場後ろの出口付近に箱を用意しておりますので、そちらにお入れいただくか、机の上に置いていただければ職員が回収いたします。

また、こちらで用意しました筆記用具につきましては、次回も使用しますので、お持ち帰りにならないよう、机の上に置いていってください。

本日はお疲れさまでございました。