

静岡県防災・原子力学会議 第13回原子力経済性等検証専門部会

令和5年1月16日（月）

静岡県庁本館4階特別会議室

午後1時00分開会

○司会 定刻となりましたので、早速、始めさせていただきたいと思います。

本日は大変お忙しい中、皆様方には静岡県防災・原子力学会議第13回原子力経済性等検証専門部会に御出席いただきまして、誠にありがとうございます。

ただいまから専門部会を開催いたしたいと思います。それでは、初めに川勝平太静岡県知事から御挨拶を申し上げます。

○川勝知事 知事の川勝でございます。今日は全体の会長の松井先生、それから部会長の山本一良先生ほか、委員の皆様方、御出席いただきまして、誠にありがとうございます。正月初めての部会ということで、明けましておめでとうございます。

去るといいますか、1年以上前、令和2年12月の初めに有馬朗人先生が御逝去あそばされました。先生は昭和5年（1930年）生まれで、2020年に亡くなられましたかね。卒寿、90歳ですね。静岡文化芸術大学の理事長、現役のままでございました。そのほか様々なお仕事、要職を引き受けていられて、言ってみれば生涯現役と。現役のまま天国に行かれたということでございましたが、この原子力安全委員会につきましても、8年間にわたり御指導を賜りました。改めまして厚く感謝を申し上げますとともに、御冥福をお祈り申し上げたいと、こんなふうにする次第でございます。

また、有馬先生の後を山本一良先生、御快諾いただきまして、どうぞよろしく願いを申し上げます。

今日は奈良林先生と、また中部電力のほうから、こちらの会議で決めていただきました中部電力の浜岡原子力発電所を研究対象として、研究を公募して、そして厳選をして、そして実際に成果を上げていただいたものを全部公表するという形でやってまいりまして、10年たちまして、その経緯も今日は中部電力のほうから御報告いただくということになっておりまして、楽しみにしているところであります。

それから、地質学者で平朝彦という先生がいらっしゃるんですよ。今、東海大学の海洋研究所の所長をしていただいております、ついこの間までJAMSTECの理事長だったんですが、その先生が時々話ししながら、決して活字にされなかったことが活字になる見込みになりまして、それは今月下旬に公刊される「ふじのくに」という本県の広報紙がございますが、そこで先生から聞き出した話がございまして。ただいま最終校正のところ、先生、その発言をカットすると、削られる可能性もあるんですけど、削られなければ、どの方にとっても極めて重要な御発言であると私は確信をしております、

1月末にははっきりするというので、皆様方のお手元にも送付したいというふうに思っているところでございます。

今日は、今日の議題に従いまして御報告いただき、活発な議論をしていただければというふうに期待しているところでございます。何とぞよろしくお願いを申し上げます。以上でございます。

○司会 ありがとうございます。

それでは続きまして、原子力経済性等検証専門部会部会長の山本一良先生に御挨拶いただきます。

○山本部会長 ただいま知事から御紹介いただきました山本一良です。このたび本専門部会の部会長を拝命することになりました。微力ながら静岡県の防災・原子力経済政策の発展に関しまして御助言というか、こちらも勉強させていただいて、我々の思うところをお話しできたらと思っております。どうぞよろしくお願いをいたします。

有馬先生の頃からの委員の方々に引き続き委員として御参加いただけることを非常に感謝しております。ありがとうございます。今回の会議から新しく竹内純子先生にも委員として加わっていただいております。忌憚のない御意見をいただければ、よろしくお願いをいたします。

知事の御挨拶にもありましたように、当専門部会は原子力発電をはじめとする電力供給に関する最新技術に関する知見などについて、静岡県の皆様方に広くお知らせすることが目的だと伺っております。

世界的にもカーボンニュートラルの潮流とか、ロシアによるウクライナ侵攻とか、そういうことに端を発するエネルギー供給に関して、いろいろ難しいことが起こっております。価格の高騰とかエネルギー源の確保とか、いろいろございます。そのような中で、今、世界各国で原子力政策の見直しとか次世代型の原子炉の研究開発が進んでおまして、我が国でも岸田首相が次世代革新炉の検討を指示されまして、皆様、それはよく御存じのとおりかと思えます。

本日は、その革新炉の検討状況を中心に、各国の状況とか、日本の動きとか、委員の皆様から御意見をいただきたいと思っております。お話になる奈良林先生は原子力分科会の委員でもいらっしゃいまして、この方面に非常に詳しく、日本を引っ張ってくださっている方だと思っております。

それから、また知事のお話にもありましたように、中部電力浜岡に原子力研究所のほうをつくっていただいているということで、現場のニーズ、それから現場で困っているようなことに対しても詳しく研究なさっております。この原子力の学術会議で知事が、その研究所をつくれと、つくってくれたらいいというような、そういうお話もあったことが発端になっておりますので、もう10年たちます。非常に御活躍のことをありがたく思っております。

では、本日は、その革新炉の話と中部電力の原子力安全技術研究所の研究内容についてでございます。何とぞよろしく願いいたします。

ウェブ参加の先生方、大島先生、山地先生、根本先生、よろしく願いいたします。

○司会 ありがとうございます。

本日御出席をいただいております委員の皆様につきましては、お手元の出席者名簿、座席表を御参照いただければと思います。

委員8名皆様に御出席をいただいております。そのうち5名の皆様がこちらの会場に、3名の皆様がウェブにて参加いただくということでございます。

また、今回、この議事にもございますが、議事の説明をしていただける説明者として、東京工業大学特任教授の奈良林直様、中部電力株式会社副社長執行役員 浜岡原子力総合事務所長の増田博武様の御出席をいただいております。どうぞよろしく願いいたします。

こちらの中で御発言いただく場合には、卓上のマイクを御使用いただきまして、ウェブで参加をしていらっしゃる委員の皆様におかれましては、音声はミュートにいただき、御指名をさせていただいた後に解除して御発言いただきますようお願い申し上げます。

それでは、お手元の会議次第に基づきまして進めさせていただきます。

ここからの議事進行につきましては、山本部会長にお願いしたいと思います。山本部会長、よろしく願いいたします。

○山本部会長 それでは、議事に入らせていただきます。

初めに、東京工業大学 奈良林直特任教授から、「次世代革新炉の検討状況」について御説明をお願いいたします。

○東京工業大学ゼロカーボンエネルギー研究所 特任教授奈良林直氏 御紹介賜りまして、ありがとうございます。東京工業大学の奈良林です。ちょっとマスクを取って講演させていただきます。今日は川勝知事も御臨席の下で、こういう会議が開かれまして、大変光栄に思っております。

今、東京工業大学は、前は先導原子力研究所ということだったんですが、再エネの研究の部門と統合されましてゼロカーボンエネルギー研究所になりました。原子力も二酸化炭素を出しませんので、ゼロカーボンの電源ということになります。そして、今、この表紙の一番右端に小さなグラフがございますが、今、日本が使っているエネルギーのうち電力として供給されるのは僅か25%、残りの75%が産業用のエネルギー、自動車の燃料、大きく燃料、製鉄、こういった多方面の産業のエネルギーに使われております。2050年のカーボンニュートラルで実質的に二酸化炭素を出さない世界というのは、この残りの75%も脱炭素化しなきゃいけないということでございます。この認識が、まだ政府のほうのいろんな審議会・会議で、私はまだ認識が不十分なのでないかというふうに思っています。今は25%の電力を再エネで供給するか、あるいは原子力で供給するか、

こういう議論になっておりますが、この残りの75%を考えたときに、全ての手段を駆使してカーボンニュートラルに持っていかなきゃなりません。これは、今、ゼロカーボンエネルギー研究所の大きなミッションであるということで活動しております。

まず冒頭に申し上げたいのは、再エネは不安定で高コストだということです。今、我が国は既に世界第3位の太陽光発電大国になっている。67ギガワット、1ギガワットは100万キロワットですので、100万キロワットの前67基分の太陽光パネルが既に電源として日本全国に進められているということでございます。国土面積で割りますと、何と1平方キロメートル当たり177キロワット、世界断トツの太陽光パネル密度になっております。

こういう中で太陽光をこれから増やそうとすると、山の斜面だとか、盛土だとか、いろいろと洪水を起こしたりというような、設備が非常に震災害に遭いやすい、そういったところに太陽光パネルを今敷き詰めようとしていますけれども、各地でそういったところが環境アセスメント等で問題視されているところなんです。ですから、太陽光パネルは既に設置の限界に近いということであろうかというふうに思います。

そして、次が大事な指標なんですが、二酸化炭素の排出係数というのがございます。1キロワット時ですね。例えば1キロワットの湯沸かしポットを1時間使ったときに、どのくらいの二酸化炭素を出すか。1キロワットで例えば500グラム出すとすると、ペットボトルの重さの二酸化炭素を出すということになります。ですから、この排出係数が非常に重要な指標でございます。これはなかなか資料として公開されているものは少ないんですが、これは私、自分でデータベースからつくりました。3人のエネルギー問題の参考人として、返事してくださいということの御要請をいただきまして、この下に出典BP（ブリティッシュ・ペトリアム）とか、こういうやつを全部、今、書いてありますけれども、実は3人の事務局がデータベースの原典をチェックして、この私の計算が合っているということまで確認されています。それだけ国会の参議院の事務局というのがそこまでの高度な知識を持った方々が事務局を構成されているということが分かりましたし、それから参議院、実際の会議では約20人の自民党から立民、それから共産党の議員の先生まで20名の方の御質問がございまして、これを私は一番大事なことでよということで説明させていただきました。

今、太陽光パネルの世界ランキング上位4、4つの国ですが、このグラフの中の赤い棒のところなんです。これだけ太陽光パネルを敷き詰めても、太陽光パネルを敷き詰めてない国とそんな大差はない。ですから、太陽光パネルを増やせば二酸化炭素が減るのは錯覚に近いというふうに思います。これが非常に重要なところなんです。

そして、次が少し低くなりますが、ベルギー、イギリス、フィンランド、スペイン、デンマーク、これが太陽光の国より低くなります。これが実は風力発電の盛んな国です。欧州は風が非常に強いので、風力発電が盛んです。後で御説明しますが、太陽光パネルと、それから風力発電の設備利用率が、太陽光は13%、それから洋上風力が22%ぐらい

ありまして、ですから設備利用率が高い、太陽光より風力のほうが二酸化炭素を削減するほうが大きい。

そして、最も世界で二酸化炭素の排出が少ないのはノルウェーで、これは水力100%です。13グラムしか出していない。スイス、スウェーデン、フランス、カナダ、これは水力発電と原子力を使っている国です。ですから、2030年目標と書いてありますが、残りが1キロワットアワー当たり50グラム、例えば二酸化炭素の排出を減らしましょうということになりますと、これは水力と原子力を組み合わせると。この2つの電源とも、人間の意図の下にコントロールしようと思えばコントロールができます。ですから、無駄がない仕事、運用というのが可能でして、二酸化炭素を排出する効果が最も高くなりますと。

あと、我が国の電源構成（2020年）ですが、再エネの比率が全部で20%を超えております。依然として、石炭、天然ガスがたくさん使われている国です。原子力が4.3%ですが、これは特定重大事故解消施設の工事で4基ぐらい止められていました。10基で大体6%ですね。20基で12、30基で18、40基で24、50基あると30%ということで、かつて福島の事故の前は30%ぐらいのエネルギー、電力を原子力が供給していたということで、大体、数字的にもこういうことになります。

これはちょっと今、お手元の資料には入っていませんが、昨日、実は発表練習しまして、このお話をしておいたほうがいいかなということで、この数値を追加させていただきました。

それから、ドイツでございますが、2019年の時点で再エネの比率が39.7%。現在は40%を超えたと言われております。風力（風車）、太陽光、バイオマス、水力、こういったところで足すと40%になります。ところが、ドイツは石炭の量が物すごく多い。石炭を燃やすと二酸化炭素がすごく多くなりますので、天然ガスに比べると二酸化炭素の排出が多くなります。この比率が非常に高いので、再エネ40%にしても、日本と、さっきの排出係数ですと、1キロワットアワー当たりの二酸化炭素の排出はほとんど変わらなくなってしまうということになります。

ですから、ドイツのエネルギー政策は失敗しているというふうに思います。特に天然ガスは、ロシア産の安い天然ガスをパイプラインで輸入して使っていたので、現在、そのパイプラインのノルドストリームが破壊されてしまって天然ガスの供給が受けられないようになっています。今大変な事態に状況はなっているわけでございます。

それで、なぜ太陽光とか風力や他の電源を必要とするかということですか。これはサインカーブ、正弦とありますが、これは例えば国の電力100%を太陽光で供給できる設備を造る。ところが、設備利用率を太陽が照っている時間帯、これを積分すると全体の約31%、3分の1程度です。残りの青い領域のところの電気を安定供給するかということが問題になっていまして、日本の場合は現在、頼るのは火力発電所になる。

ですから、二酸化炭素を減らそうとしても、国の電気を100%太陽光で供給できるようにしたとしても、砂漠の国で31%です。日本は温暖化な気候に恵まれておりますので、晴天になる確率は約50%、全国大体そのぐらいです。そうすると16%です。日本は緯度が少し北のほうにありますので、横幅が少し狭まるということと、水平線に近いところでは太陽光では発電できません。それから、あとインバーターとか、電気回路も直流を交流に変えるための電気回路の損失もございますので、実際は13%。ですから、これは理論的に決まってしまう。それから気象と、それから地球の自転で決まる数値ですので、日本の温暖な気候が維持されている限り、この値はほとんど変わらないということになります。

風力も同じように設備利用率が25%。そうすると、太陽光と風力、それぞれ国の電気を100%供給できる設備を造ったとしても、13足す25で38%にしかありません。それに水力や何かを加えて48%になります。これが一応限界になります。

それで大事なことは、太陽とそれから水力、同時にゼロになることがあります。その結果、この38%分を別の電源によって供給しなければいけません。ですから、今、関東地方で去年の3月に需給逼迫が起きましたけれども、太陽光と風力の比率が増えれば増えるほど、需給逼迫、大停電のリスクが上がるということになります。

つまり、国の必要な電源の約290%の電源設備が再エネを主体とした場合には必要になるということになります。これが非常にコストが高くなります。これはバッテリー、蓄電すればいいんですが、バッテリーの価格が、今、資源が奪い合いになっていまして、一度かなり下がったんですが、今またバッテリーの価格も上がり始めているという状況です。

こういったところで、システムコストというのがございまして、太陽光とか風力を系統に乗せるために余計なシステムコストというのが発生します。送電線が不足したり、それからバッテリーを搭載したり、あるいは予備の火力発電所を用意しておいて、いざというときにその火力発電所を動かすと。こういった設備をもろもろ入れてシステムコストと言いますが、洋上風力、陸上、家庭用、産業用、非常にコストが高くなるということです。ですから、これが原子力を使わないで、もし脱原発した場合に生じる非常に経済的な負担が大きくなるということになります。

この太陽光システムコストでございまして、今、これはイメージです。太陽光パネルをまとめて全部送電していきます。このときに太陽光のバッテリーを、例えば日本全体の1日の電気を蓄えようとしてみますと、1週間ずっと太陽が照らない、風が吹かないといったことは起こり得ますので、あるとすると、ナトリウムイオン電池というリチウムバッテリーのもっと安いのがございまして、これを使うと約400兆円バッテリーだけにかかる。あと、送電線も措置する必要がありますので、7.7倍までとなるとか、こういったいろいろな制約が出てまいります。

一番いいのは、太陽光パネルの隣に水素をつくる、電気分解の水素をつくる工場、そしてこの電気のエネルギーを一旦水素で蓄えて、そして時間的な変動に対処するということが必要になろうかと思えます。

実際に、この福島県の浪江町では、今、水素工場、これは太陽光パネルから、メガソーラーから電気分解で水素をつくって、あるいは高温ガス炉もございますので、こういった電気分解によって水素をつくるということも実証試験が行われております。まだコストが下げられる状態ではないということをございますけれども、水素というのは非常に蓄えるのが難しいので、水素から、これはメタネーションといますが、メタンをつくったり、あるいはメタノールをつくったり、アンモニアをつくったり、液化して運搬できる燃料をつくと、保管が利くということになります。

ですから、私が先ほど申し上げた残りの75%のエネルギーというのは、原子力も再エネも総動員して、こういう合成燃料と申しますか、これをつくっていかないといけないということになります。

それから、再生エネルギーを作ろうとした場合に、自動車も、あるいは発電設備もそうですが、たくさんの鉱物資源が必要になってまいります。コバルトとか、ニッケルとか、いろんなものが必要になってきまして、あと強い磁石をつくるためにはレアアースです。こういう発電機も、こういった強力なマグネットが必要です。こういったものは、現在、日本は出遅れまして、中国がほぼ世界の採掘ですね、アフリカまで押さえてしまっているということをございます。ですから、こういう鉱物資源を中国から日本が買いますと、日本が中国にずっとお金を払うというパターンになってしまって、なかなか国産化という面で制約が大きくなります。

それから、ヨーロッパではバイオマス、木材チップによる発電が非常に盛んで比率が高いので、これは不思議だったのですが、マイケル・ムーア監督の「PLANET OF THE HUMANS」という映画がございまして、これはちょうどコロナと重なってしまいましたので、無料でネットに公開されておりました。熱帯雨林ですね、インドネシアとかマレーシア、ブラジルのアマゾン、こういったところの木材を切り落として木材チップにして、このヨーロッパのバイオマスの燃料にしていく。これによってバイオマス、聞こえはいいんですが、地球環境破壊をしていると、赤道下の熱帯雨林を破壊しているということになります。ですから、人間の欲望があまりにも強過ぎると、いろいろな問題点を引き起こしているということになります。

こういった中で、電気代が上がっていく状況が発生しました。これによって我が国の産業が凋落をしていると。最近、多方面で日本の経済力が落ちたということが、様々な場面で問題視されております。2016年の時点で日本の産業用電気代が最も高いという状況になりました。ドイツは、産業用の電気料金は抑えて、家庭用の電気代を2倍まで上げてしまいました。ですから、産業用電気は日本よりは安いんですが、再エネを導入し

たことによって非常に高い状況になっている。日本でもし家庭用の電気代を上げたら、お母様方が猛烈に反発されると思います。電気代が安いのは米国とロシアになります。

それで、この高い電気代で太陽光パネルのシリコンウェハーをつくっていましたが日本は、2010年時点で87%の太陽光パネルの世界シェアがございました。これがずっとじりじりシェアを落として、2019年には僅か17%になっています。残りピンク色の部分、大部分が中国製のパネルでございます。ですから、日本にたくさんの太陽光パネルを敷き詰めると、中国の工場で作ったものが設置されるということになります。これは、中国の方々に給料を払うに等しいですので、日本のお金がどんどん外へ出ていってしまうということになります。ですから、日本でつくって、国産にしっかりして、日本の方々に給料を払える、そういう仕組みに産業政策を変えないと、いつまでたっても日本の経済力は強くないという形です。

そして、今、自動車産業もそうなのですが、電気自動車が非常にブームになっております。ところが、世界最初に電気自動車を出しました日産が14位、それからトヨタ自動車が17位まで随分落ちました。これはプラグインハイブリッドも含めた電気自動車で、1位がテスラ、2位がフォルクスワーゲン、3位がBYDと、これは中国の電気自動車のメーカーです。今、赤い中国の国旗がついている国々、これは全部中国の電気自動車のメーカーです。

ですから、日本の基幹産業である自動車産業も、いきなり日本は電気自動車を主体としますと言った途端に、こういう状況の順位の中から世界との競争にさらされるということになります。この今、静岡県でも、自動車産業、たくさん工場がございますけれども、日本の今の現状の自動車産業、基幹産業を考えた上でエネルギー政策を取らないと、とんでもないことになります。今必要とするいろいろなレアアースですね、リチウム、それからグラファイト、コバルト、それからニッケル、レアアース、こういったものが膨大に必要になるというのが国際エネルギー機関の調べではっきりしております。

あと、「鉄は国家なり」といった日本の製鉄でございますが、現在、世界の半分は中国が製鉄をしています。「鉄は国家なり」と言っていた日本、たしか1位でしたが、今、日本製鉄は世界の5位に、そしてJFEは14位に順位を落としています。この赤い棒が全て中国の製鉄のトップメーカーです。2位がアルセロール・ミタルという欧州の製鉄会社です。今、このアルセロール・ミタルと日本製鉄が頑張っていて、アメリカのアラバマ州に電炉の自動車鋼板の工場を建設しています。日本の電気代は高いので、電炉でもし鉄をつくるとすると、先ほどの安い電気代のアメリカに工場が行ってしまう。ですから、現在もさらにいろいろな日本の産業が外へ出ていくという状況が、こうやって続くわけでございます。

それで、1人当たりのGDPがどんどん落ちていまして、日本は現在、世界の23位で、韓国は27位で、実質的な労働賃金では既に韓国に抜かれたというようなことが多くの報道で、マスコミ等で報道されています。1位がルクセンブルクです。実は先ほどのアル

セール・ミタルの本社がこの国にある。現在、世界のGDPで最も高い1位に。2位がスイスでございまして、ABB（アセア・ブラウン・ボベリ）ですね、ここは送電機器、配電盤とか、変圧器とか、送電網に必要な工場をたくさん持っていて、これがスイスのGDPが高い一つの要因になっています。このABB、実は日立さんが購入、買収している状況になっています。ですから、日本の企業もいろいろな戦略を取って国際的な競争力を上げようとしています。

そして、あと洋上風力ですが、日本の洋上風力、風が弱いんですね。特に北海道と東北の一部に強い風の部分が偏在しています。これは風況と言います。それ以外のところは風が非常に弱いので、例えば福島のエネパーク・コーストで大きな風車を設置しましたがけれども、ほとんど採算割れになるような状況で撤去されている。ですから、洋上風力は設置できるところが非常に限定されているのと、それから日本は遠浅の海がないので、ほとんどすぐ深い海になりますので、浮いているような、こういう浮体式の大きな風車、高さ300メートルぐらいあります。こういう風車を設置することになります。非常にこれはコストが高くなります。ですから、国が洋上風力に力を入れるということをどんどんやりますと、コスト上の問題があるということになります。

いろいろな再エネの制約がございまして、現在、世界で大停電をしております。世界で初めて脱原発を宣言しました、国民投票で決めたスウェーデンですが、2019年の1月に暴風雪で大停電が発生しました。東工大は、ウプサラ大学と交流がございまして、これはウプサラ大学の先生に聞いてみたんですけど、なぜスウェーデンが脱原発を撤回したのかと。大勢の人が死ぬほどの大変さだと。電気が来ている村に移動している。マイナス20度ぐらいのところをずっと移動しなければいけません。ほとんど死ぬような状況でひどい目に遭ったということで、スウェーデンは生き残りをかけたということで、脱原発政策を破棄しました。これは政府が決定したものです。

それから、カリフォルニアは熱波によって計画停電が発生しました。2020年8月です。このカリフォルニア州は、経済力は英国と違って一つの州ですが、米、中、日、独に次いで世界第5位の経済力を持った州です。このような州が猛暑によって電力需要が急増しました。このために大停電が起きかねないので、輪番停電に入ったということでございまして。今、カリフォルニアは太陽光パネルを敷き詰め過ぎまして、昼間の日中の電気代はゼロドル。ウォーターキャベツと同じ、ゼロ。そして、朝と夕方の太陽光パネルが電気を供給できない時間帯の電気代が最も高いという状況が発生しております。この時間帯に電気を供給できるようにするということが、市場価格で太陽光が生き残るための条件と。今、私はMITの先生と蓄熱の分野で共同研究をしまして、いかに昼間のエネルギーを早朝と夕方に供給できるかということが課題となっています。

そして、テキサス州では寒波で、これは昨年ですが、大停電が起きました。風力が全体の23%を電力を供給していましたが、寒波で風車の中が凍っちゃって、冷却するために風が流れるようになってはいますが、風が流れるところに雪が入って凍結して風

車が回らなくなると。これで大停電が起きました。それで人々が凍えるような状態になって、ガレージの中で自動車を動かして暖を取ったら、一酸化炭素中毒で40名の方が亡くなったと。それから、原発も1基、サウス・テキサス・プロジェクトの原発でございますが、給水流量計が凍結してほんの1基が止まってしまったということで、700万世帯が大停電ということになります。

あと、昨年3月の日本でございますが、福島沖地震が発生しまして、ざっと360万キロワットの火力発電が使えなくなりました。この当時、東京電力管内ピークの電力供給力は約4,500万キロワットです。このときに太陽光は東電管内に約1,777万キロワット、設備容量がございます。キロワットベースで全体の39%を太陽光のほうから供給できるようになりました。

この1,777万キロワットでございますが、連日約1,400万キロワットぐらい供給しまして、曇天になったために、これが170万キロワットまでだーっと落ちました。ですから、関東地方は太陽光が毎日天候によって、原発12基、あるいは15基分が動いたり止まったり、そういうような状況で、停電を起こさないように中央給電指令所で指示を出してコントロールしないといけないということになりました。この3月22日は萩生田大臣が経済産業大臣として記者会見を開いて節電要請をしました。そして、何とかぎりぎり首都圏3,500万人の大停電を招くことを防ぐことができたということでございます。揚水発電所のダムの水が1日で空になるぐらいの勢いで、もし2日寒い日が続いたら、首都圏は大停電に陥っていたということになります。

大停電が起きるとどのぐらいひどいことになるかというのは、北海道の胆振東部地震のときの北海道全体の大停電、酪農農家が非常に経済的な打撃が大きかったわけでございますけれども、これがもし日本の中核である首都圏で起きた場合、どれほどひどいことになるか。病院の生命維持装置が止まってしまう、そういうようなとんでもないことがたくさん発生するということになります。

このときの太陽光と風力の3月の時点での出力を見てみますと、晴天のときに約1,431万キロ出していますが、曇天の3月22日が174万キロ、最低で150。曇っていても、太陽光パネルは少し電気が、1割ぐらい出ますね。それから、風力のほうも、強風のときと弱風のときと、あるいは無風という一日中全然風車が回らない、こんな日が首都圏で発生すると。ですから、こういうことがありますと、だんだん再エネの比率が高くなればなるほど、大停電のリスクが上がっていくという状況で、これは一度発生してしまいますと、経済に非常に強い打撃を与えます。

それで、どうやってその大停電を防ぐかということでございますが、エネルギーを一時的に蓄えておく、そういう機能を持たせてやらなければいけないと思います。そして、原子力発電所を使うということになりますと、今度は市町の方々から、また原発を動かして福島の事故が起きないかと、心配だと、リスクが高いんじゃないかというような、そういう御意見が出てきています。

でも、この今日本で策定しました新規制基準、これは私も原子力安全保安院と、それから原子力規制委員会の両方の有識者におりましたので、この当時考えられるいろいろな対策を盛り込んでございます。消防車や取水ポンプ、移動電源車、そして保護規制によるテロ行為を防ぐために地下に安全に原子力発電を停止できるような巨大なシステムを設置するということになりました。航空機テロに対する対策、それからあと大事なのはフィルタベントをつけて、万一の事故のときに外部を汚染しないようにするというところでございます。

事故の翌月に、私はフランスとスイスにいまして欧州のフィルタベントを視察してまいりました。ちょうど3月15日、2号機の格納容器の漏えいが発生しまして、このときに空間線量がものすごく高くなったと思います。こういうことがあってはいけないわけです。それで、この格納容器のリークですが、ここに絵が描いてあると思うんですが、1つは格納容器の上蓋のOリングが高温になると劣化するという状況でございました。それで、その後、上に遮蔽プラグがございしますが、これはコンクリートの蓋が置いてあるだけですので、そこはスースーとオペレーションフロアとか、原子力発電所のメンテナンスするところに漏洩します。そこには酸素がございしますので、放射性物質は水素が出るといいますと、水素と酸素が反応を起こして水素爆発を起こして、建屋の上が粉々に砕かれます。

この使っているOリングですが、既に何年も前にニューテック、原子力試験センターで、こういった各納容器のOリングの劣化テストも行われていまして、ここに写真がございするように、ある温度で長期間さらされると、Oリングがぼろぼろになってしまう。こういった事実をちゃんと解明しないで、Oリングパッキンが交換されていなかったということが、これは大きな反省事項だというふうに思いますし、そして欧州で既に設置されていたフィルタベントが設置されていなかったもので、リークした放射性物質は地元汚染の原因になったということでございます。

それで、私は日本機械学会でフィルタベントワーキンググループをつくりまして、中部電力さんも参加いただきましたけれども、電力会社、そしてメーカー、そして有識者を入れてフィルタベントの開発を行いました。このフィルタベントは非常に性能がよくて、現在の日本のフィルタベントは、甲状腺がんの原因物質のメチルヨウ素も取り去るような機能を持ったシステムでございます。これがコロナ対策にも使えるということで、ちょっと時間の関係で省きますけれども。

今、写真、工事がされているのが、中部電力さんのフィルタベントの工事の写真でございます。右側は東京電力の柏崎刈羽のフィルタベントでございます。そして、このフィルタベントをつけますと、5から30キロ圏のUPZと言われる、この圏内は屋内退避になります。空間線量が上がらなければ、避難はしなくてよくて、屋内で退避ということになりますので、目をつり上げてバスに乗って逃げるといことも、このフィルタベントによって防止することができるようになります。0から6キロ圏内では、既に御

前崎市で生活弱者の皆様をエアシェルター、きれいな空気を供給できる設備も設置されているところで、収容して長期に避難をしなくても済むように対策が取られています。こういう二度と地元を汚染しない、人々の命を守る対策が非常に重要で、これのためには、このフィルタベントがある場合、各家庭に食料と飲み水をどうやって供給するかという訓練も私は必要じゃないかというふうに思います。

そして、これは県の委員会に中部電力様が出されましたPRA（確率論的リスク評価）の結果でございます。実はこのフィルタベントを設置することによりまして、格納容器の減圧と、それから原子炉の減圧が容易になりますので、炉心注水が非常に可能になります。そのことによって、崩壊熱除去の失敗確率、事故シーケンスと書いてある上のグラフですが、3桁、1,000分の1にまで下がります。そうすると、その隣にあるガスタービン電源によって、外部電源、全交流電源喪失の確率も8桁ぐらい下がります。それで、この崩壊熱除去が、一番効き目、このリスクの中では高くなっていますので、全部の合計値も実は3桁近く下がると。ですから、反映前は2.9掛ける10のマイナス6乗/炉年、これが3.8×10のマイナス9乗/炉年ということで、3桁近くリスクが下がるということで、この今、浜岡原子力発電所のPRAは、実は多分、世界で最も低い炉心損傷確率を達成しているというふうに思います。いろんな検討が必要でございますが、安全を徹底的に追求するという姿勢が、この低い炉心損傷確率に表れているということになります。ガスタービン電源は免震建屋の上に設置されているようなことでございます。

それで、浜岡の発電所は津波対策とフィルタベント。これは何回も委員会で紹介されております。こういう対策を取った上で、浜岡発電所が世界に冠たる安全対策を施して再稼働をするということになってほしいと思っております。

今、脱炭素を目指す国々がどんどん原子力を利用するということになってきました。それで、あと欧州委員会も原子力を評価しております。これはちょっと飛ばさせていただきます。ヨーロッパでも今、原子力施設を建設の機運が高まっています。先ほどの天然ガスの高騰によって、欧州でむちゃくちゃ今、SMRの建設が、約200基は建設するというような状況になっております。それで、中国も華龍1号、あるいはAP1000、これを多数建設して、さらにSMRも建設すると、石炭消費量を削減するというふうに言っております。

現在の日本の状況でございますが、再稼働の状況は、残念ながら圧倒的な西高東低でございます。PWRがある西日本が再稼働を進めているのに対して、東日本は再稼働できていません。関西電力と九州電力は複数基の原子力発電所が動いていますので、4月に予想される電気料金の値上げが何とか回避できそうだということでございますが、ほかの地域では再エネがなかなか電気を出せないということと、それから天然ガスも高騰しているために、多いところでは5割の電気料金の値上げが既に決定されています。

それで今、静岡県は東西の電力連系要衝の地であるというふうに書かせていただきました。特に今、中部と書いてあるところは静岡県でございまして、富士川を挟んで60ヘルツ、50ヘルツの、ここで周波数変換がされます。つまり、再稼働の比率が高い西日本から、電気が足りない大都市、首都圏も含めて、まだ再稼働の電気が足りない、こちらの東日本に電気を供給するのは、日本の中でこの連系線だけです。現在、210万キロワットですが、2027年には300万キロワット、原発3基分の連系線数までストックされるということになります。ここは非常に我が国の大停電を防ぐための電力供給上の要となります。今、大河ドラマで駿府が非常に注目を浴びておりますけれども、現段階においても日本で最も重要な県は、私は静岡だというふうに思います。

あと、革新軽水炉ということが、この再稼働を決めた電力会社、関西、四国、九州電力さん、北海道電力さんも入っていますが、三菱重工が革新軽水炉の新增設（リプレース）のための新たな革新炉の発表をされているという。そして、こちらのBWRの絵でございまして、日立さんが英国に輸出したパッシブ安全系を装備した、原子炉ですね。東芝も同じような計画を今想定しておりますが、なかなか再稼働を止めた技術者のいない地域では、新しいプラントの設置がなかなか進まない。

私、アブダビで開催されました原子炉国際会議で講演しまして、そのときに世界各国のSMRの紹介がございました。これが今、日立さんのBWR X300というSMRでございまして。これは既に23基の注文が入っていて、カナダで既に事前審査をクリアしているということで、世界で一番トップを走っている。

それから、有名なNUSCALEのSMRでございまして。7.7万キロワットの小型の原子炉をモジュールで最大で12基並べて92万4千キロワットを出すと。このNUSCALEの原子炉、どうやって冷やすかというのを、ちょっとお手元の資料になかったんですが、分かりにくいと思いましたので、自然冷却の原理というのを左下に今日、追加させていただきました。原子炉は320度の高温でございまして。それから、プールは冷たい30度とか40度とか、そういうプールです。この間の空間、原子炉と格納容器の間に空間がございまして。通常はここは空気になっています。事故が起きると、そこにスプレーをしまして水を満たして、蒸気と水を出します。そうすると、原子炉と外側のプールが熱的に対流によって冷却モードにつながります。これが小型モジュールの冷却の原理でございまして。自然循環を使っているということで、英国でもロールス・ロイスがSMRに参入しています。これは潜水艦用のSMR、潜水艦用の小型原子炉です。それから、ロシアもSMRを船に載けて、既にエジプトに輸出が決まっている段階であります。ただ、ロシアはウクライナの侵略をしてしまいましたので、国際的非難の状況の中で、これから原子力を世界に輸出するのは非常に困難であるというふうに思います。

この自然冷却の力という原理は、AP1000というウェスティンハウスがアメリカボーグルに建設した原子炉でも、最初にこれが使われています。左下の図は、ポンプとバルブと熱交換機等のたくさんの冷却系統を持っている現在の新型原子炉。それに対してA

P1000は、こういった系統、動的なシステムを削除して自然対流冷却にしてあります。それによって、事故のときに外部注水によらずに自然冷却で事故を収束する。自ら原子炉が事故収束する機能を持った原子炉でございます。これによって、バルブ、ポンプ、それから安全系の配管、ヒーター等、それからあと耐震建物、こういったものは半分から3分の1にまでばーっと削減されまして、この簡素化によるコストダウン、これが入って初めて小型モジュール炉が、スケールデメリットといいますが、小さくすると発電単価が上がってしまうんですが、建設コストが上がってしまうんですが、これを回避する自然冷却というのがSMRでは必須の機能です。

私も実は東芝に在籍してまして、2002年に社内プロジェクトでSMRを開発してまして、ここに書いてあるような国際会議で既に発表いたしておりました。このタイプのものを実は5月10日にIAEAで、オンラインですが、プレゼンをしまして、船の構造を使った原子炉建屋というものを提案しました。冷却も非常によくて、物量も減りました。今、これを東工大で学生さんたちと一緒に、さらに詳細な設計を今進めておりまして、原子炉の下にインターナルポンプをつけて、言わば小型の冷却系を備えておくことによって、30万キロから、さらに最大で80万キロまで強く上げられるようにしました。安全性を強化すれば、十分に安定性を確保した上で出力を上げられる。これをもし20基造りますと、将来でございますが、2050年ぐらいに1,000万キロワットの再エネの変動を補完できる電源になります。これと併せて水素から合成燃料をつくるといったことを進めて、言わば25%だけではなく、残りの75%のエネルギーも原子力、再エネから、これをお互いに手を取り合って総動員して、これを達成するというふうなことではないかと思えます。あとは高速炉の話になりますが、ちょっと時間が過ぎてしまったので、これが以上となります。どうも御清聴、ありがとうございました。

○山本部長 奈良林先生、どうもありがとうございました。

時間がございますので、1つだけ何か質問とかコメントとかおありでしたら、いかがでしょうか。

すみません、ではありがとうございました。後で中部電力のお話を聞いて、まとめて御質疑をお願いしたいと思います。

○東京工業大学ゼロカーボンエネルギー研究所特任教授 奈良林直氏 ちょっとお時間を延びてしまいまして、申し訳ございませんでした。

○山本部長 それでは、「中部電力株式会社原子力安全技術研究所「10年の歩み」と「これから」」について、御説明をよろしく願いいたします。

○中部電力株式会社副社長執行役員 浜岡原子力総合事務所長 増田博武氏 中部電力副社長、浜岡原子力総合事務所長の増田でございます。本日は当専門部会に御説明の機会をいただきまして、ありがとうございます。

福島第一原子力発電所の事故から12年、それから浜岡原子力発電所の全号機停止、5月で12年が経過いたします。浜岡の原子力発電所につきまして、従来から耐震対策など、

最新の知見を反映しまして安全性向上に努めてまいりました。福島事故以降、同様な事故を二度と起こさないとの固い決意の下、安全性向上対策に全力で取り組んでまいりました。

このような安全性の向上の基盤となるものは、原子力の安全研究だと思います。これにつきましては、山本部会長から先ほどありましたように、川勝知事の御示唆をいただき、2012年7月に現場密着型の研究所として浜岡原子力発電所の構内に原子力安全技術研究所を設立して10年が経過いたしました。この10年、川勝知事、それからこの防災・原子力学術会議の先生方の御指導をいただきましたことを改めて感謝申し上げます。

本日は、この安全技術研究所の10年の歩みとこれからということにつきまして、研究所長の木村より説明させていただきますので、お聞きいただきますようによろしく願います。

○中部電力株式会社技術開発本部 原子力安全技術研究所長 木村修一氏 中部電力技術開発本部の木村です。本日はお忙しい中、ありがとうございます。

私のほうから、「原子力安全技術研究所「10年の歩み」と「これから」」について、少し話をさせていただきます。こちらが今日お話しする3項目になります。早速ですが、当研究所の概要についてお話をさせていただきます。

増田の挨拶にもございましたが、私どもの研究所、2012年7月に浜岡原子力発電所の構内に設置されて、ちょうど10年たったところになります。目的は、原子力のさらなる安全性向上と原子力に係る研究の取組を一層強化ということです。

そのために、1つ目としては浜岡原子力発電所の現場を有効に活用した研究、または現場ニーズを的確に反映した研究をしていくという現場密着型の研究をしていくこと。それと、将来にわたる原子力の安全利用及び人材育成への貢献という観点から、公募研究をしていく。この2つを大きな柱として活動してまいりました。

そして、これが研究の組織体制でございます。組織的には技術開発本部というところに属しますが、私どもの原子力安全研究所は浜岡の発電所の構内にございます。また、メンバーですが、原子力の分野の博士号を持つ専門研究員と浜岡原子力発電所の実務経験を有するメンバーとの混成部隊となっております。ちなみにですが、本務兼務の別はありますが、総勢で35名の体制で活動しております。

続きまして、主な研究テーマ、先ほど2つの柱というふうに御説明いたしましたが、その下に主に4つのテーマというのをつくっております。

現場密着型に関するテーマとしましては1番から3番。一番上が原子力発電所の安全性向上に資する研究です。2つ目が1・2号機の運営、具体的には廃止措置も入っています。廃止措置の改善のための研究。3つ目としましては、3・4・5号機の運営ということで、こちらは保守・作業性の改善に向けた研究が現場密着の3つのテーマです。そして、先ほどの柱というところで公募研究でも御説明いたしましたが、公募研究に対

するテーマとしまして、将来の技術のための研究ということで名前をつけて取り組んでいるところがございます。

そして、ここからはこれまでの取組と実績について御説明させていただきます。これまでに実施した件数でございますが、自社研究では189件、公募研究で83件、いずれも終了ベースですけれども、これだけの研究をやってまいりました。合計が272件ということになります。また、特許に関しましては、この後、別用紙で少し御説明させていただきます。

対外発表及び受賞実績についてですが、対外発表のほうで10年間で179件、学会や業界誌への投稿ということで49件、投稿してきております。コロナ前でいきますと、トータルで35件程度というところまで来たんですが、コロナで少し減りまして、半分程度までになってきましたが、少しずつ世の中が回って行って、今年度、22年度というところでは21件をちょっと超えるぐらいまで回復しているかなと思っています。

この右側のほうには、国内外含めて活動している主なところを列記しております。

また、受賞実績、2件しか書いておりませんが、これは若手研究員が取っていたというところで書かせていただきました。

今年度でちょっとこのスケールからは出てしまったんですが、IAEAの原子力プラント・ライフ・マネジメントに関する国際コンファレンス、通称プリムと呼ぶんですが、その5回目の会議でも、ポスターセッションのほうですが、私どもも参加させていただきました。そして対外発表、ちょっと毛色が変わる対外発表ということですが、発電所のあります御前崎市におきまして、この公募研究の成果を中心に発表しております。サイエンス・フォーラムという名をつけまして毎年発表しています。

その研究発表以外にも、ポスターセッション、ポスター発表の部では、地域の中高生にも参加していただきまして部活動の取組を、またステージ発表の部では著名人による特別講演、またそれに伴いまして地域の中高生にも参加いただきまして質問コーナーというようなことを実施しております。

こちらのほうは、地域との連携とともに、中高生の科学への興味を持っていただけるような、そんな催物みたいなのも含めてサイエンス・フォーラムを開催しているところがございます。

続きまして、特許の関係でございます。この12年間で15件の特許を出願し、うち8件の特許を取得しております。写真のものは一例でございますが、件名としては放射性有機ヨウ素除去装置ということで、メーカーさんと共に活性炭素繊維フィルターを開発しまして、結果としてですが、御前崎市ほか全国64か所の災害避難場所にこの装置を設置していただいております。

続きまして、現場密着型の研究、津波研究について少しお話をさせていただきます。

まず、こちらは津波監視システムに関する研究ということであります。目的としましては、記載のとおりなんですが、現状、気象庁で発表される津波の関係の情報は、静岡

県は一律、静岡県域で一つの情報となりますので、私どもは浜岡原子力発電所の地点に特化したシステムを構築する、開発するという活動してまいりました。その活用としては、緊急事態の避難の確実性の向上、迅速な点検・復旧計画の立案に活用するというものでございます。

システムの情報は、DONETという海底地震計、水圧計も含むんですが海底地震計の情報、あとは国交省さんのGPS波浪計、そして当社で設置しました海洋レーダーによる情報、この3つに基づきまして独自に予測するというものです。

申し遅れましたが、どんな情報が出てくるかという、津波の高さ、到達時間というのは、ここからこういうふうになります。収束時間、1メートル以下の海面変動になるのはいつ頃かという、そういう変動予測にも資すると。このことによって点検・復旧計画の立案に活用できます。ただ、課題はありますので、引き続き課題解決、ノイズ低減ということを進めているところでございます。

続きまして、浜岡1号機の実機材料を活用した研究、金属の部分です。こちらに関しましては、この場でも過去御紹介したことがありますので、少しはしる形ですが、結果のほうを紹介させていただきます。

こちらは出したこともございますが、中性子照射脆化で劣化はやはりありますが、当初の予想の範囲内。具体的には、温度の推移量が26度程度だったということを確認しております。

それともう一つ、私どもとしますと、この中性子照射というのは、1号機に限った話じゃなくて、3から5号機でも同時に起こりますので、そちらへの影響はどんなものかという検討を今しだしたところでございます。まだちょっと粗々の検討ではございますが、浜岡1号機の単位面積当たりの中性子照射量というのは、原子炉の大きさを考えていきますと、浜岡3・4号機の80年以上に相当するものだというデータが出てまいりました。具体的には、この赤線が1号機のデータです。この横軸が、その照射量になります。それを具体的には3・4号機のデータという、この辺の値になりますので、3・4号機でいえば80年相当以上の中性子照射量に当たることが確認されています。ただ、この辺の検討については、もう少し詳細のシミュレーション等で正確に検証したいと考えています。

続きまして、コンクリートの部分です。1号機を活用した研究のコンクリート部分です。こちらでも過去、少し御紹介させていただきましたので、結果のほうだけ紹介させていただきますと、このグラフでございまして。右から2つ目のグラフになります。

まず、大気にいつも触れている表面というのは、設計当時の強度をずっと確保しているとしました。それに対してもっと内部、なかなか大気に触れない内部、それはコンクリート中に水分を保持しているものは、この運転期間の中でコンクリートの強度が最大で2倍以上アップしているということが分かりました。当初、劣化していった強度が下がるのではないかとという仮説もあったのですが、実態として観察してみますと、強度は

上がってきているということが分かりました。また、そのメカニズムも、こちらの一番右側の写真にあるとおり、トバモライトという天然鉱物が生成するというのを代表例といたしまして、中の構造、緻密な顕微鏡で見て初めて分かるような細かい気泡なんかも、鉱物の生成が気泡を埋めてくる、そういうことでこういう強度が上がってくるというのが分かりました。そういうメカニズムも分かってまいりましたので、この研究、最終的には建物を傷つけず、コンクリートの強度を評価する非破壊検査で確認を取る評価手法を提案していきたいと考えています。

続きまして、クリアランスに関するところでございます。こちらに関しましては、当研究所で、こういうクリアランスの測定装置、非常に少ない放射性濃度を正確に計測できる装置を開発しまして、今、実際に浜岡の発電所の中で稼働しております。

そして、今回、トピックとしてお話をさせていただきたいのは、これは研究所の取組ではなく、発電所の取組ではございますが、商業用軽水炉として、国内初のクリアランス資源の再利用ということをさせていただいています。それも地域の御前崎市にある鋳造工場をお願いいたしまして、このような側溝用の溝蓋を作っていただきまして、またそれを浜岡原子力発電所の構内で実際に使用しているものでございます。

続きまして、機械とか、そういう感じの研究が多いのですが、中には人工知能を活用した研究も実施しております。こちらは放射線管理区域に入域する際の、こういう確認システムを構築したという御紹介でございます。

カメラの前に、こういう形、適正な服装で立ちますとゲートが開くということなのですが、その開くということだけに注力したわけではなくて、ちゃんとした装備をしていることがまずは第一でございます。そういう意味で、その判定を常に、判定を受ける人間にも見せるような形、こういうのを見せるような形にしております。人のふり見て我がふり直せという言葉がありますが、そうではなくて、自分のふりを見て自分を直せという、そういうコンセプト。人をよくするためのAIというものもあるのではないかと、ということで、ちょっと手前みそのデータで恐縮ですが、少し工夫したところでございます。

そして、現場密着の最後ですが、ちょっとこれは毛色が変わりまして、中身としては茶園、お茶畑のCO₂削減というところにも取り組んでいますという紹介です。

私ども、地域に根差した研究というのを大事にしております。地域課題の解決に向けた研究というのに取り組んでおります。ただ、なかなか研究所、先ほど冒頭で4つの研究所を紹介いたしましたけれども、電力技術研究所にバイオチームというのがございますので、そちらのメンバーに浜岡に来てもらって研究をしてもらっています。

そして、こちらからが公募研究についてです。公募研究もいろいろ種類がございますが、1つ、ちょっと分野を絞って御紹介させていただきます。

こちらの公募研究、急速冷却に関する研究ということで、例えば革新炉等の開発において使用できるのではないかと、という要素技術的な研究の紹介です。

左側にありますのが、ナノマクロHybrid多孔体の活用ということで、ちょっと分かりづらいので恐縮ですが、ここの赤い矢印がある平たいところ、ここに金属表面があるとお考えいただきたいと思います。それを水で冷却するときに、普通ですと水が蒸気になるときに体積が非常に膨らみますので、膜状態になってしまうかと思っています。それを防止するために、このHybrid多孔体を使いますと、水はこちらに毛細管現象で金属表面に近づいて、発生した蒸気は、この大きな升目の穴から抜けていくということで、金属をすぐに冷やしていくことができる、そういう仕組みが実際にできるかということで試したものです。実験室としてはうまくできまして、最適化にも、計算上ですぐできております。また、このアイデアを例えば水の電気分解で水素をつくる、そういう電極にも活用できるのじゃないかという応用研究も実際にやっています。

また、右側のほうにございますが、こちらは相変化の熱伝導機構の解明ということで、燃料棒の冷却水をイメージしているもので、金属表面の上から水を垂らして、途中で水が蒸発して、ぱっと水膜が途切れるところ、そういうところをクエンチ現象と申し上げているのですが、そちらの詳細観察をして、そのクエンチ現象の出る予測モデルというのが構築できました。こちらの研究では、研究をしていただいた電通大の方なのですが、2019年度の日本原子力学会の熱流動部会の奨励賞を受賞しています。

そして、公募研究の特定テーマとして、5年間でやる研究の紹介、現在やっている取組の御紹介です。

こちらの目的は、自然界にあるコンクリーションという、カニとか貝とか、そういうものが石のコアになっているようなものなのですが、このコンクリーションという現象を岩盤に適用することで、岩盤の亀裂や空隙を埋め、地下水の流入を抑制する技術確立していくことで、高レベル放射性廃棄物の地層処分の一層の安全性向上を目指すという研究をやっております。

現状は、2021年から始めまして、今、原位置試験というところ。場所は北海道の幌延の深地層研究センターの一部をお借りしまして、実際にトンネルの掘った場所の、今、少し地盤が緩いような、そういうところでの水の透水性低下の確認ですとか、たまたま近くに実際に断層があるということが分かりましたので、断層を利用した透水性低下の確認というのを現状やっております。これは25年度までに一応終了という予定ですが、今着々とデータを取っているというところでございます。こういう研究もしっかり成果に結びつけているところでございます。

最後でございます。振り返りといいたしまして、現場密着型の研究に関しましては、それなりの成果が出ているかなと思っています。

公募研究に関しましても、原子力の安全利用という観点で、医療や産業分野での萌芽的な研究というのはしっかりできている。その一方で、ここで口頭だけの紹介なので恐縮なのですが、原子力発電分野（新型炉）に関するような研究というものは、応募自体も少なく、採択件数も限定的でした。また、実施主体、研究していただいている方たち

は大学や研究機関からの方が多くて、企業と連携した研究は僅かであったという、そういう課題がございます。

それに対しましても現状、私ども社内で改善ということでちゃんとやろうということにしまして、こちらにも、例えばもっと研究をしやすいように、提案していただけるように、希望者ということになります。相談会を実施しました。それと、企業にしましては、萌芽的な研究というよりは、実際に現場で物をつくるということが得意であると考え、私どもの採択の評価の中に現場適用性という項目も新たに追加して、この公募研究が一層活性化するように今後とも努力してまいります。

そして、最後でございますが、私どもの研究所の設置目的であります原子力のさらなる安全性向上のため、大学・研究機関に加えまして、企業との連携もしっかりとやっていきたいと思っております。

また、その中で世の中はどんどん変化してまいりますので、先ほどAIについては触れさせていただきましたが、ほかの項目、新しい技術を原子力の安全技術という観点でどんどん取り込んでいきたいと思っております。

また、廃止措置のトップランナーというのも私どもの大事な考えでございまして、そういう廃止措置のための研究開発、また特許を通しましてビジネスモデル構築を、私どもは研究の立場ですが、当事者意識を持ち支援してまいります。

最後になりますが、静岡県の皆様、またこの会議の皆様の本当に御支援をいただきましてありがとうございます。引き続き私どももできる限り努力してまいりますので、よろしく申し上げます。御説明は以上でございます。

○山本部長 ありがとうございます。

それでは、奈良林先生と今の中部電力原子力安全技術研究所のお話、両方ともでどういふところでも結構ですから、御質問とか御意見とかお願いできたらと思っております。

○竹内委員 ありがとうございます。お二人に御説明いただきまして、ありがとうございます。また、今回から委員を拝命させていただきました竹内と申します。御挨拶に代えまして発言をさせていただければというふうに存じます。

大変時間が限られている中でございますので、1件ずつコメントというふうにさせていただきますと思いますが、奈良林先生のプレゼンテーション、大変情報をたくさんありがとうございました。

ただ、ちょっと再エネVS原子力というふうにとられてしまうかなというふうには思ったんですけれども、大変僭越ながら、先生のお気持ちを伺うと、再エネ一神教では駄目だということをおっしゃりたかったものだろうなというふうに私自身は理解しております。再エネ一神教では駄目かといったところは、これは短期的にも長期的にもそういった状況であると。

短期的なほうからいえば、今、第3次オイルショックと言うべき状況になっていて、これが一定程度続く可能性があるということを真剣に考える必要があるというふうな状況だということだと思います。

長期的にいえば、カーボンニュートラルを国として掲げている、静岡県も令和3年の2月に知事が県議会で宣言をされたかと思いますがけれども、カーボンニュートラルの大幅なCO₂削減のセオリーというのは、これは奈良林先生が表紙の一番右のグラフでおっしゃってくださったとおり、需要側を徹底して電化していくことと、電源を徹底して脱炭素化していく、これを同時並行で進めるということになりますので、電力需要が増えるということになる。これは山地先生がいらっしゃるR I T Eで試算された数字では、1.5倍になる可能性というのも指摘をされている。そうすると、再エネ一神教ではどう考えても駄目で、原子力というものをやはり使うということが重要なのではないかという問題提起をいただいたものだというふうに思っています。

こうした動きは、私が昨年参加をしてきたC O P 27等でも、やはり大きく見られるというところ。日本は福島事故を経験して、全てを止めるという手段を取ったんですけども、チェルノブイリもスリーマイルも、実は事故を起こした他の号機は動かしてエネルギーの安定供給をしながらやりくりするというをしている。日本は止めて10年以上たつというところですので、決めない、進めないということのコストやデメリットというのを見直す必要がある。これが私も委員を拝命しておりますG X実行会議での政策が議論された理由であろうというふうに理解をしているところでございます。奈良林先生のポイント、ありがとうございました。

もう一つ、今、中部電力さんからいただきました研究の内容、非常にユニークだなと思いついて伺っておりました。御自身たちで実施されているというところで、現場適用するということにこれからフォーカスをもうちょっと当てていきたいということでしたけれども、原子力技術の安全性能向上というところが研究所の第一義的な目的なのだろうというふうに思いますけど、非常に汎用性のある研究開発が行われているといったようなところで、社会実装、あるいはビジネス化といったようなところも含めて、これから温めていただければというふうに思いますし、私、実はスタートアップ支援なんかの活動もしているんですけども、茶畑のCO₂削減に取り組んでいるスタートアップとかもいらっしゃる、ひょっとしたらもう連携していただいているかもしれませんけれども、こういったところから静岡の新たなビジネスを生んでいくといったところも貢献していただければありがたいなと思いついて伺っておりました。すみません、以上になります。

○山本部会長 ありがとうございます。ウェブのほうからどうですか。

じゃあ山名先生、お願いします。

○山名委員 どなたもおっしゃらないので、手短かに申し上げます。

福島事故から12年たちました。私も福島第一に携わっておりますが、12年、長かったと思うんですね。それで12年前、少し歴史学的に思い起こしてみれば、12年前よりもっと前から、結構、原子力発電、あるいは一般電気事業御自身は、従来から硬直化しているというか固まったものがあって、その中で事故が起きて、世論として大きくそれは見直すという時期に入っている。これは一つの歴史的に見れば大きな出来事だと思うんですね。12年たって、奈良林さんがおっしゃられた、再生が増えている。ウクライナの事故が起きて、またエネルギー環境というのは大きく変わる流れが出てきている。

つまり、12年前、原子力を否定するという大きな世論が生まれた中で、今度は逆にいろんな新しい環境条件の変化が見えてきて、少しずつ世論もそれを見始めているときであるわけです。ですから、ある種の大きな10年周期の時系列を持った、国民の民意の流れが揺れているように思うんですね。

しかし、エネルギー問題というのは時間軸としてかなり長いところがあるから、うまくこれを時間軸上で収束させていかないと、12年前の原子力反対、今度はまた再生可能エネルギー反対になってくると、どっちも行き過ぎというか、一神教では駄目だと思います。また一方で、この国民世論を収束していく、やっと中立点に行ったような気がするんですね。日本のよき悪さとか、安全保障上の問題が見えてきた。

大事なことは、この中立点に立って、もう一遍日本の在り方というのを考えるべきであって、それは奈良林先生の話にあまり出てこなかったけど、ぜひ消費行動が変わっていくとか、それから送電とか蓄電、蓄エネルギーみたいな、全体がどう変わっていくかという大きな流れを長期的にどう見るかということも加わってくるわけです。そういうことをしっかり議論した上で、再生と火力、脱CO₂型火力、原子力の総合的な在り方はどうですかということ国民に提示していかないと、国民の皆さんも困るわけですね。急に要ると言ったり要らなかつたりって。

それで大事なことは、このエネルギーシステム全体の長期見通しと、その全体構造と、そういう中でどういう混ぜ具合と、それを支えるインフラをどう持っていくか。そのためにどれぐらいの国民負担をお願いするというのがもう少し見えるように議論を進めないかんの、今の政府のやり方では、まだ全く国民に伝わらないですね、やり方が。どうしても下世話な話というか、やり方がずさんですから、既にそのやり方では社会全体としては理解を得られないという状況が見えてきています。

何が言いたいかというと、もう少しエネルギーシステム全体のスタディーをもっと強化して、それを国民にどんどん伝えていくような動きにならないかと。これを大学の役割であったり、中電さんのこういう研究の中に、そういうエネルギーシステムの最適研究できるとか、あるいはメディアやネットワークを使ってどうそういうことを伝えていくかということを考え直すときになっているのが、あまりに変化が速過ぎて、それが十分できてないような気がします。これをどうするかというのは一番大事な政策で、エネルギー政策というのは、国民へどうやってエネルギー戦略を伝えていくかの戦略であるべ

きで、それがまだ遅れているように感じます。ですから、ぜひ静岡県さんでもこういうことはお考えいただけたらと。

- 山本部長 ありがとうございます。皆様から御意見を伺いたいところですが、時間になりましたので、大変申し訳ございませんが、意見交換をこの辺りで終了したいと思います。

最後に、川勝知事から御発言をお願いいたします。

- 川勝知事 1時間半は短くて本当に失礼をいたしました。2時間論議していくべきやつが、皆さん時間が前提なので、御発言、いつもと違って遠慮されたのではないかと思います。

ともあれ、奈良林先生の御発表は衝撃的です。ドイツ失敗だと明言されていて、日本も面積当たり太陽光発電、世界トップクラスであるにもかかわらず、CO₂排出係数、これは全然低いところで、要するに係数は高いというわけで、減ってないというわけですね。これは非常に、今どういうふうにしたらいいかということを考え直さなきゃいけないということで、再生自然か、あるいは原発かと、こういう答えをずっとお聞きしたいんだというのは、竹内先生や山名先生もおっしゃったように、いわゆる一極集中型から多極分散型へという、こうした動向が大事な。特にエネルギーと食料は大きなところに依存しておく、需要がめちゃくちゃに被害を受けますので、食料とエネルギーはなるべく地球社会の地域。したがって、小規模の水力発電とか、そうしたものも今進んでいるわけですが、太陽光もメガソーラーというのが非常な問題を引き起こしているという面もございまして、太陽光発電についても、これはいずれこれを廃棄しなくちゃいけませんけど、そのときにはいろいろと産業廃棄物的に問題があるということが言われておりますので、見直さなくちゃいけないということでございますが。

一方で、中部電力さんは実は1機しか、浜岡原発しかないわけですね。ですから、個々の電力会社の中で一番いわゆる原発事故が起こる前は原発依存度が低かったところで、しかもこの間、4,000億円以上使われて安全対策してこられたと。ですから、一番危険なところに立地してと言われながら、一番堂々と浜岡原子力発電所を研究対象として、研究所をつくって、開かれたそういう原発のシステムになっているので、これをモデルにして、どうして安全対策をつくっていくかということを出てくる。

そして、今度の研究成果の中で廃炉になった1号機ですね。これはコンクリートが実は劣化してないんで強化されていたという。これも実は驚くべき中身で、それからまた一部商用に活用もされておられて、全部危険ではないということになりました。しかしながら、今、40年から60年というふうに原発を延ばしていくことになっておりますけれども、いずれにしても60年ないし70年たつと、廃炉処分しなきゃいかんわけですね。そうすると、使用済み核燃料をどうするだとか、あるいは福島第一原発のあのデブリをどこへ持って行くのかという問題があります。

実はそれに関連いたしまして、平先生が、専門分野外ですが専門に立って提言をされていると。これを彼は勇気を持って書く元気がなかったわけですね。私はそれが書かれたら、相当大きなインパクトがあるんじゃないかと思っております。ぜひこれは山本先生に確認をしていただきたいというふうに思っているんですが、今、私が言うのは時間がない、彼が研究をされた成果でございますので。

それはともかくとしまして、残念ながら予定された時間が参りまして、先生方、お帰りにならずにちゃいけない時間もおありになる先生がいらっしゃるということでございますが、これから事務局も先生方の御発表の時間を前もってしっかり知って、こうした不手際にならないようにしたいと思います。せっかく来ていただいたのに、活発な議論がまとまらなかったのは誠にあって不手際、心からおわび申し上げます。

また、今日ウェブで参加してくださった先生方、ありがとうございます。これに懲りずに、今日、しばらく冬眠状態だったんでしょかね。冬眠というのは、しばらく会議を開いてなかったもので、次回は今日の問題提起も含めて、何か活発な研究会になりますように期待しています。しかし、発表自体は実に検討に値するものであったということで、奈良林先生と中部電力に対しましては厚く御礼を申し上げる次第でございます。ありがとうございました。

○山本部長 それでは、進行を事務局にお返しいたします。

○司会 ありがとうございます。

本日、全ての委員の先生方、皆さん方から御意見を賜ることができず、誠に申し訳ございません。事務局の不手際をおわび申し上げます。

本日は、長時間にわたります御審議いただきましてありがとうございます。誠にありがとうございます。それでは、以上をもちまして閉会とさせていただきます。本日は誠にありがとうございました。

午後 2 時30分閉会