

第41回原子力委員会定例会議議事録

1. 日 時 平成30年11月27日（火）13:30～15:00

2. 場 所 中央合同庁舎第8号館4階416会議室

3. 出席者 内閣府原子力委員会

岡委員長、佐野委員、中西委員

内閣府原子力政策担当室

笠谷参事官補佐

原子力規制庁

岩田安全管理調査官（審査担当）

柏木安全審査官

キヤノングローバル戦略研究所

上席研究員 杉山 大志氏

4. 議 題

- (1) 関西電力株式会社高浜発電所の発電用原子炉設置変更許可（1号、2号、3号及び4号発電用原子炉施設の変更）について（諮問）（原子力規制庁）
- (2) 四国電力株式会社伊方発電所の発電用原子炉設置変更許可（3号発電用原子炉施設の変更）について（諮問）（原子力規制庁）
- (3) 地球温暖化に日本はどのような戦略で取り組めば良いか？（キヤノングローバル戦略研究所 杉山 大志氏）
- (4) その他

5. 配布資料

- (1-1) 関西電力株式会社高浜発電所の発電用原子炉の設置変更許可（1号、2号、3号及び4号発電用原子炉施設の変更）に関する意見の聴取について
- (1-2) 関西電力株式会社高浜発電所の発電用原子炉設置変更許可申請（1号、2号、3号

及び4号発電用原子炉施設の変更)の概要について

(2-1) 四国電力株式会社伊方発電所の発電用原子炉の設置変更許可(3号発電用原子炉施設の変更)に関する意見の聴取について

(2-2) 四国電力株式会社伊方発電所の発電用原子炉設置変更許可申請(3号原子炉施設の変更)の概要について

(3) 地球温暖化に日本はどのような戦略で取り組めば良いか?

参考資料

(1) 原子炉等規制法の規則の改正に伴う原子炉設置変更許可申請の概要

6. 審議事項

(岡委員長) それでは、時間になりましたので、ただいまから第41回原子力委員会を開催いたします。

本日の議題は、一つ目が関西電力株式会社高浜発電所の発電用原子炉設置変更許可(1号、2号、3号及び4号発電用原子炉施設の変更)について(諮問)、二つ目が四国電力株式会社伊方発電所の発電用原子炉設置変更許可(3号発電用原子炉施設の変更)について(諮問)、三つ目が地球温暖化に日本はどのような戦略で取り組めば良いか?(キヤノングローバル戦略研究所杉山大志さん)、四つ目がその他です。

本日の会議は15時を目途に進行させていただきます。

それでは、事務局から説明をお願いします。

(笠谷参事官補佐) 一つ目の議題は、関西電力株式会社高浜発電所の発電用原子炉設置変更許可(1号、2号、3号及び4号発電用原子炉施設の変更)についての諮問でございます。本日は、原子力規制庁より岩田安全管理調査官、柏木安全審査官にお越しいただいております。

それでは、規制庁の方より説明をお願いいたします。

(岩田調査官) 規制庁の岩田でございます。そうしましたら、まず資料1に基づきまして、説明をさせていただきます。

本件、関西電力株式会社高浜発電所の設置変更許可に関する件でございます。変更の内容について、まず、資料1-2に基づきまして説明をさせていただきます。

裏面の(4)変更の理由のところを御覧いただければと存じます。本件、いずれも規則改正に伴うバックフィット案件といわれるものでございます。

まず、イ、一つ目でございますけれども、柏崎刈羽原子力発電所6号及び7号の新規制基

準への適合性審査を通じて得られた技術的知見の反映に関するものでございます。ロといたしまして、2点目でございますけれども、内部溢水による管理区域外への漏えいの防止に関連する記載事項の一部を、規則の条文と整合した記載に変更するというものでございます。

具体的には、別途お配りしております参考資料1を御覧いただけますでしょうか。まず、イ、柏崎刈羽の知見反映でございますけれども、これにつきましては、この資料の下半分、中央制御室の居住性を確保するための対策の概要というところがございますけれども、これに対応するものでございます。実際には、これに加えて格納容器、代替循環冷却系に関する件と事故時に使用済み燃料プールから発生する水蒸気による悪影響防止という件がございましたけれども、本日はその3件のうちの1件、中央制御室の居住性を確保するための対策の概要というところで少し概要を説明させていただきます。

これにつきましては、二つ目のパラグラフを御覧いただきますと、新規制基準適合性審査において、今回の規則改正の前から既にアニュラス空気再循環設備を考慮した設計をしております。

具体的なイメージといたしましては、下の絵を御覧いただければと存じます。事故時に放射性物質が炉心損傷に伴って発生するわけでございますけれども、これをアニュラス部から赤枠で囲っている再循環設備やフィルターを通して放射性物質を低減することによって、その右側にある中央制御室への被ばく低減をする設備でございます。こういったことを、柏崎刈羽の知見を反映して、規則において求めたものでございます。

ただ、先ほど申しましたほかの2件につきましても、いずれも既許可の申請において、対策が図られておるものでございまして、今回の変更に伴って、申請書の設計方針の記載事項を変更するものであって、工事を伴うものではないというものでございました。

再度資料1-1にお戻りいただきますと、本件につきましては、記載の内容にございまして、とおりでございますが、平成30年6月11日付に申請があったものでございまして、炉規法の第43条の3の6第1項各号のいずれにも適合していると判断したものでございまして、貴委員会の御意見をお伺いするものでございます。

裏面を御覧いただきますと、基準への適合性についてのポイントが記載してございます。大きく4点ございます。まず、1点目といたしましては、今回の変更に伴って使用の目的を変更するものでないということ。2点目といたしましては、使用済み燃料については再処理等抛出金法に基づく国内再処理事業者において再処理を行うということを原則としておりますけれども、再処理までの期間については適切に貯蔵・管理するという方針に変更はないこ

と。3点目といたしましては、海外において再処理が行われる場合には、我が国が原子力の平和利用に関する協力のための協定を締結している国の再処理事業者において実施すること。更に、得られたプルトニウムは国内に持ち帰ること。更に海外に移転しようとするときは、政府の承認を受けるという方針に変更がないこととでございます。最後の4点目でございますけれども、上記以外のこれまで御説明した内容以外の取扱いを必要とする場合には、1、2号については平成28年4月20日付の許可、3、4号については平成27年2月12日付の許可の方針に変更がないこと。具体的に申し上げますと、こういった場合には政府の承認又は確認を受けるという方針でございますけれども、これに変更がないということを確認してございます。

以上のことから、今回の変更に伴って、平和の目的利用以外に利用されるおそれがないものと認められると判断しているところでございます。

簡単ではございますが、説明は以上でございます。

(岡委員長) ありがとうございます。

それでは質疑を行います。佐野委員からお願いします。

(佐野委員) 御説明ありがとうございます。この別紙にあるとおり、4点について変更するものではないということですので、基本的に平和の目的以外に利用されるおそれがないと考えます。

なお、質問があるのですが、この柏崎刈羽から得られた知見といたしますか、教訓、これは新規基準にオントップしてそれも今後検討の基準にするということでしょうか。

(岩田調査官) 規制庁岩田でございます。

新規基準においては、明確な規制というのはなかったというものでございますが、例示的に御説明をいたしました中央制御室の件につきましても、作業者の被ばく低減という観点で、こういった設備を使うということ、評価上はしていたものでございます。

ただ一方で、今回規則を明確化するという観点で、具体的にこういう要求が追加されたというものでございまして、確認した結果、新規基準適合性審査の中で既に対策済みということとございましたので、追加はされておるのですけれども、対策は必要なかったというものでございます。

あと、先ほど説明は省きましたが、その上の参考資料を見ていただきますと、内部溢水についてというものもございまして、実は福島第二から、地震によって使用済み燃料プールから水がこぼれて、非管理区域に向かってしまったというもののなのではございますけれども、これ

は規則上は例えば容器や配管に限ったということでもございましたけれども、これは当然のことながら、事業者としてはそれ以外のものについても既に考慮済みでございましたので、本件についても対策というものが既にとられていて、規則の改正に伴う新たな対策というのは必要なかったというものでございます。

(佐野委員) そうしますと、将来、新規制基準の見直しの際、若干具体性を持たせるということなんでしょうかね。

(岩田調査官) 規制庁岩田でございます。

今回の改正によって、規則上は明確に要求されておりますので、これ以上また新たな知見が、別の知見が得られて必要なものがあれば、また適宜そういったものを要求していくということになろうかと考えてございます。

(佐野委員) ありがとうございます。

(岡委員長) 中西委員、いかがでしょうか。

(中西委員) 私も平和目的に変更はないということで、特に異存といたしますか、意見はございませんが、一つお伺いしたいのが、今回は二つの申請を一緒にしてお話を持ってこられたということでしょうか。

(岩田調査官) 規制庁の岩田でございます。

今回高浜の1、2、3、4につきましては、今先生から御指摘があったように、二つの案件についての申請が出てございます。実は、後ほど議題の2の方で御説明させていただく伊方の件についても、本件対象となっておりますけれども、それは別の申請で出ておまして、改めて御説明にまいる予定でございます。

(中西委員) あともう一点、これは設計方針についてということ、まだ始まっていないということでしょうか。

(岩田調査官) 規制庁の岩田でございます。

設計方針に今回の規則改正に伴って必要なことを書くわけでもございますけれども、先ほど御説明をさせていただいているように、対策というものは既に済んでございますので、あとは後段規制も含めて書類上の手続が必要になってまいりますけれども、具体的な工事等は発生しないと、そういうものでございます。

(中西委員) 分かりました。どうもありがとうございました。

(岡委員長) 私の方も特に諮問されている点について意見ございません。どうもありがとうございました。

それでは、議題1は以上です。

議題2について、事務局から説明をお願いします。

(笠谷参事官補佐) 続きまして、議題2の方は、四国電力株式会社伊方発電所の発電用原子炉設置変更許可(3号発電用原子炉施設の変更)についての諮問でございます。

引き続き、原子力規制庁より御説明をお願いいたします。

(岩田調査官) 原子力規制庁の岩田でございます。

続きまして、資料2に基づきまして、説明をさせていただきたいと思います。

本件、御紹介ありましたとおり、四国電力株式会社伊方発電所の発電用原子炉施設の設置変更許可に関する件でございます。こちら変更の内容につきましては、資料2-2をおめくりいただきまして、(4)でございます。地震時の燃料被覆材の放射性物質の閉じ込め機能の維持に係る設計方針を追加するというものでございます。

これも具体的には先ほどの参考資料の裏面を御覧いただきますと、地震時の燃料被覆管の閉じ込め機能評価の概要というものがございます。本件、これに係る変更申請でございます。

具体的には、これまでの規則では、閉じ込め機能について明文化されていなかったということもあって、今回改めて地震時の燃料被覆材の放射性物質の閉じ込め機能を維持することということが追加されたものでございます。

この絵を御覧いただきますと、この基準地震動というのが新規制基準の適合性審査に当たって、新たに設けられた地震動でございます。旧指針に基づく地震動よりも相対的に大きくなっているということがあって、明確に基準上で要求しようということで、基準地震動による地震力が追加されたものでございます。

その他、設計で考慮しなければいけないのは、この四角の中の絵を見ていただきますと、①、②、③というふうでございますけれども、①運転中の応力ですね。②については先ほど申し上げた基準地震動による地震力。3番目といたしましては、異常な過渡変化時等に熱膨張が加わりますので、そういった応力についても考慮しようということで、1次応力、2次応力プラス地震力を考慮した結果、どういう設計になるのかということが求められているものでございます。

ただ、本件に関しましても、基本的にはこれまでの設計余裕の中で、十分考慮できるということでございまして、具体的な設計変更を伴わないという申請になってございます。したがって、これまでの燃料被覆管そのものを使って評価したとしても、設計変更がいるというものではないというものでございますが、設計の方針として申請書に記載すると。先ほどと

同じような内容でございますけれども、記載の変更ということになるものでございます。

資料2-1にお戻りいただきまして、本件につきましては平成30年1月26日付に申請があったものでございますけれども、炉規法43条の3の6第1項各号にいずれも適合していると認められるということで、貴委員会の御意見をお伺いするものでございます。

審査結果につきましては、4点ございますが、先ほどと同様でございますけれども、まず、1点目といたしましては、使用の目的を変更するものではないことということ。2点目といたしまして、使用済み燃料については再処理等拠出金法に基づく国内再処理事業者において再処理を行うことを原則といたしまして、再処理されるまでの間は適切に貯蔵・管理するという方針に変更がないということ。3点目につきましては、海外において再処理が行われる場合には、我が国が原子力の平和利用に関する協力のための協定を締結している国の再処理事業者によって実施するということと、得られるプルトニウムは国内に持ち帰るという方針。また、得られたプルトニウムを海外に移転しようとするときは、政府の承認を受けるという方針に変更がないということでございます。4点目、最後でございますけれども、上記以外の取扱いを必要とする使用済み燃料が生じた場合には、平成27年7月15日付で許可を受けた記載を適用するという方針に変更がないこと。この方針につきましては先ほど同様でございますけれども、政府の承認又は確認を受けるという方針でございます。これに変更がないということから、本変更が平和の目的以外に利用されるおそれがないものと判断したものでございます。

以上でございます。

(岡委員長) ありがとうございます。

それでは質疑をお願いします。佐野委員からお願いします。

(佐野委員) 御説明ありがとうございます。

これも別紙にある4点について、従来から変更はないということで、平和目的以外に利用されるおそれがないと思います。ただ、これは柏崎刈羽からの知見ではなく、別の話だと思いますが、申請の概要に、炉規法の規則が改正された結果、こういう事態になっていますとありますが、順序として、まず問題があり、それ以降改正があったんでしょうか。

(岩田調査官) 規制庁の岩田でございます。

先ほど少し触れさせていただきましたけれども、この規則改正というものは、燃料被覆材の閉じ込め機能がもとの規則で明確に要求されていなかったということ。更には、新しい基準になりまして、基準地震動による地震力というものが、相対的に旧基準の地震力よりも大

きくなっているということから、相対的な安全裕度が小さくなっているといったことを踏まえたことでもあります。

したがって、その評価についても、きちんと精緻化をするという目的で、具体的に申し上げますと、炉心内の燃料被覆材は基準地震動による地震力に対して、放射性物質の閉じ込め機能が損なわれるおそれがないように設置しなければならないという要求事項が新たに追加されてございます。こういった経緯を踏まえまして、今回申請があったものでございますけれども、先ほど申し上げたとおり、やはり相対的な安全度が基準地震動が大きくなっていることによって、小さくなっているということから、評価の精緻化を求めたというものでございます。

(佐野委員) ありがとうございます。

(岡委員長) 中西委員、いかがでしょうか。

(中西委員) どうも御説明ありがとうございました。

私も特に異存はございませんが、質問で、こういう実際の設計方針が示されたということは、これがひとつのスタンダードと考えてよろしいでしょうか。

(岩田調査官) 規制庁の岩田でございます。

そういう意味では、これまでの評価というものについては、必ずしも①、②、③このポンチ絵で示したものでございますけれども、全てについて評価がなされておりましたので、先ほど少し精緻化という言葉を使わせていただきましたけれども、それぞれ通常運転時であったり、異常な過渡変化時であったり、基準地震動による地震力について想定されるものを全て考慮しなさいということで、今御指摘があったように、この方針こういったやり方が一種のスタンダードになって、他事業者についても申請がなされると考えているところでございます。

(中西委員) どうもありがとうございました。

(岡委員長) 私は特に質問ございません。

それでは、議題2は以上です。どうもありがとうございました。

次に議題3について、事務局から説明をお願いします。

(笠谷参事官補佐) 議題3でございます。原子力委員会では、来年度も原子力白書の作成を予定しておりますが、その作成に向け、様々な視点から有識者の方々にヒアリングを行ってまいります。本日は地球温暖化に関しまして、日本の対応戦略はどのように取り組むべきかについて、キャノングローバル戦略研究所上席研究員の杉山様に御出席いただいております。

それでは杉山様、説明のほどお願いいたします。

(杉山氏) キヤノングローバル戦略研究所、杉山と申します。今日は御説明の機会をいただきまして、どうもありがとうございます。

お手元の資料で御説明いたします。タイトル「地球温暖化に日本はどのような戦略で取り組めば良いか？」ということでお話をします。

一つめくっていただきまして、スライドの2です。これはIPCC気候変動に関する政府間パネルがまとめた排出シナリオでして、横軸が21世紀全体、2000年から2100年まで。縦軸が世界全体の温室効果ガス排出量になっています。幾つかのシナリオが書いてあるのですが、過去2000年から2010年まで世界の温室効果ガスは、排出量は増えてきたわけですが、この青い線に沿って、今後大幅に減らしていくことをやると、2度以下という温度の目標が達成できると。それがパリ協定で2015年に合意されたことであります。その青い線のおりに行かないと、CO₂などの温室効果ガス排出量は増えるかもしれない。それがその上のオレンジ色とか紫色とか黒とか、そういったシナリオに当たるわけです。

パリ協定では、この過去増えてきた温室効果ガスをこれから大幅に減らそうということを合意したと。ただ、これはIPCCのまとめたこのシナリオを下敷きにしているのですが、IPCCの方でも、これが決して簡単だとは言っていないと。ここには技術的にも政治的にも課題がある、チャレンジがあるという言い方をしています。

どのようなことが待ち受けているかということですが、その次のスライドの3ですが、この大規模な排出削減のシナリオというのは、どのような技術的想定に基づいているかという、ここにありますように、バイオエネルギーとCCSという技術を大量に使うということを想定しています。そこでは、まず植林をして、木をつくると。それを発電所に持って行って発電して、そのCO₂を地中に埋めると。こういうことをやると、確かに電気はできるし、それから大気中からCO₂が地中にどんどん入っていくという流れになりますので、発電すればするほど大気中のCO₂が減るという話になります。これをインドと同じぐらいの面積か、あるいはそれ以上の面積でやるということを考えると、先ほどのような大規模な排出削減のシナリオを書けるというふうになっています。

これは、実際のところはコストも非常にかかりますし、それからそれほど大規模に植林するとすると、生物多様性への鬱懐とか、それから食料供給への影響とか、それから社会的な合意をとることが難しいのではないかと、いろんな技術的な課題が実は山積しているわけで、

先ほどの大規模な削減のシナリオというのは、決して容易ではないわけです。

それから、今のは技術的な話ですけれども、先ほど大規模削減のシナリオは、実は政治的な課題も大きいと。というのは、こういった非常にコストのかかる技術について、世界全体で足並みをそろえて実施するということを想定しているわけで、非常にユートピア的な国際政治環境でないと実現し得ないということです。

スライドの4ですけれども、最近特に話題になっていますのが、米中の新冷戦ということで、中国の名目GDPがアメリカに迫りつつあると。アメリカを追い越しそうな勢いになっていると。アメリカは普遍的価値を共有しないままに、中国がアメリカより強大になることは望まないということをはっきり、このペンス副大統領のスピーチなどで表明しているわけです。こういった国際政治状況で、温暖化対策はどうなるかということをお我々は考えなければならぬと。

スライド5ですけれども、国際政治の状況によっては、温暖化対策というのは限界があります。ということは、昨年原子力白書でも引用してありましたが、この世界エネルギー会議のシナリオでも言及されていて、赤くハイライトしてありますが、国際的な政治状況が弱ければ、当然高いレベルでの温暖化対策の協調は望めないということになります。

では、我々はある程度温度が上がることを覚悟しなければいけないだろうと。それをどう考えるかということですが、それが次のスライド6です。温度上昇については、まず一つ確認しておきたいのは、実は温度上昇がどのくらい起きるかという予測の幅は大きいということです。ここに書いてあります式は、そのことを象徴的に書いたものですが、CO₂が倍増したとき、産業革命前に比べて倍増したときの温度上昇をここでデルタT₂掛けるCO₂と書いています。これが1.5度と4.5度の間に入るというのがIPCCの今のところの最新の知見です。しかもこれは66%以上幅ということなので、この外に出る可能性もあると。ということで、CO₂濃度をある一定のレベルにとめたとしても、それでどのくらい温度上昇するかというのは、このくらいは不確実性があるということです。

パリ協定では、2度を十分に下回るという目標を掲げたのですが、これは温度上昇予測がこの上限の場合でも2度を下回るようにするという事に相当します。

以上、不確実性の話を踏まえたところで、次のスライド、スライド7ですけれども、様々なシナリオでどのくらいの温暖化が起きるかという予測がここに整理されています。ここでは先ほど四つシナリオを示したのですが、その色で分かりやすく表も色分けしてあります。1.6というところに赤い丸がついていますけれども、これは産業革命前に比べて2

100年頃までに1.6度の温度上昇があるシナリオだということです。先ほど不確実性があると申し上げたのですけれども、その中央値をとってここでは評価しております。この1.6というのは2より小さいのですけれども、これはそのパリ協定では十分に下回るといったから、2より低い数字のところになっているわけです。これよりも排出量が多くなると、1.6度じゃなくて、その下の2.4とか2.8になっていくと。以上の数字は産業革命前からののですけれども、既にこれまでに0.8度ほど上昇していますので、その右側のところでは、0.8と。1.6度という内訳がこれまでに0.8度、今後0.8度ということで、ここには0.8度と書いてあります。

この温度上昇、ここでは気候感度の中央値をとっているのですけれども、実は、過去の観測を見ると、そこまで温暖化が進まないのではないかという意見もあって、その場合には、温度上昇の数字はもう少し低くなるというのが、この表の右側2列になります。

この場合、それで温度上昇が1度、2度、あるいは3度となったときに、どのようなことが起きるかということなのですが、よく将来のシミュレーションに基づいていろいろ悪いことが起きるといふ予言をしている人はいます。ただ、これまでに關していえば、どうだったかということを表でお話ししたいと思います。

スライド8ですけれども、過去100年に、日本は1度温度が上昇しました。これは地球規模での温度上昇と大体同じです。東京では3度ほど温度上昇しました。これはその地球温暖化に加えて、都市熱でいわゆるヒートアイランド現象で2度上昇して、合計3度ということです。このグラフは気象庁のデータです。そうすると、将来温度上昇したときに何が起きるかということを考えるには、この過去100年をよく見てみるのが大事だと私は考えます。

スライド9ですけれども、東京で農業がどうなったかということ、温度が上がって、何らかの変化はあったとは思われますけれども、ただ農業をやること自身には特段問題がなくて、言ってみれば3度の温度上昇に適応してきたといえるわけです。

それからスライド10ですけれども、この過去100年温暖化が起きている間に、水害による被害はどうだったかということなのですが、このグラフは国土交通省のまとめたもので、戦後昭和20年代から現在までの水害による死者数が折れ線グラフで左メモリであります。これを見ると、戦後の三大台風、カスリーン台風とか伊勢湾台風とか、このころは一度台風が来ると何千人も亡くなるということがありましたけれども、それは近年ではめったにおきなくなっていると。一貫して水害の被害は減っているわけです。ということは、この間何が

起きたかという、防災の能力がどんどん向上してきたと。そのおかげで、水害による被害者数は大いに減ったということです。

この間、この水害が温暖化によって強くなったかどうかということは、それほど顕著ではなくて、はっきりしているのは、防災能力が向上するにしたがって、水害による死者数は減ったということでもあります。

以上、過去のデータを見る限り、それほど際立った温暖化の被害というものがあるわけではない。ただ、スライド11になりますけれども、シミュレーションに基づいて、高い温度上昇を予測して、それによってまたシミュレーションに基づいて、大きな環境影響が出るという意見の方もいます。そういうときに、可能性は低いかもしれないけれども、重大な帰結があり得るかもしれない、こういうのを「ブラック・スワン」といいますけれども、これがあるとすれば、予防原則を適用してリスクを低めると。CO₂を大いに削減すべきではないかと、そういう意見があります。

ただ、このときに問題になるのは、スライド12ですけれども、実はCO₂を削減する方にもリスクがあるということを忘れてはいけないということです。冒頭からお話していた大規模な排出削減というのは、日本でいえばCO₂を2050年までに8割減らすことに相当するという方もいます。ただ、そういうことをやるというのは、実は非常にリスクが大きい話で、他国が協調しないと、経済損失が起きる。それから製造業が海外に移転する。科学技術力が喪失される。こういった一連の国力の喪失によって安全保障の環境も悪くなると。こういったことが起きるといって、CO₂の削減の方にもブラック・スワンが潜んでいると考えます。

そうすると、スライド13のような考え方になりまして、大事なことはバランスである。予防原則というものを適用できるのは、何かこの万全を期する場合であって、トレードオフが本質的な場合には、実は予防原則というのは使えない。というのは、どちらに予防原則を使うかで、全く結論が変わってしまうからです。ということで、この両者のバランスをとった温暖化対策というものが求められるわけです。

それでは、そのバランスをとった温暖化対策というのはどういうものかということ、ここから考えていきたいと思えます。まず、スライド14で、温暖化以前ほかの環境問題はどうやって解決されてきたかを考えたい。そうすると、アフォーダブルな技術ができることが、現実の制約下における環境問題解決の切り札だったということが分かります。例えば自動車の大気汚染でしたら、三元触媒という技術ができて解決した。それから発電所の大気汚

染であれば、排煙処理の設備ができて解決したと。そういったわけです。こういった技術はいずれも一定のコストはかかったのですけれども、事業活動に大きな支障を与えることなく導入されていったわけです。

次のスライド15ですけれども、実はCO₂の削減についても、アフォーダブルな技術があれば、それなりに成功しているという場面があります。例がありますけれども、一つがシェールガスで、これはアメリカで石炭火力発電を天然ガス発電で代替して、CO₂を大幅に減らしました。それから、LED照明は、白熱電灯や蛍光灯を駆逐して、これも電力消費を削減しました。フラットディスプレイはブラウン管ディスプレイを駆逐して、これも電力消費を削減しています。こういった具合に、アフォーダブルな技術があればCO₂削減は成功していくわけです。

スライド16ですけれども、似たようなことはほかの場面でも見込むことができるかと。これは大いにチャンスがあることでして、ここでは例として自動車については自動運転、電気自動車、シェアリングなどの技術進歩がある。それから工場ではデジタル化で生産性が上がると。生産性が上がると省エネも進む。それから業務部門では、バーチャルリアリティーの利用などによって、移動の需要やオフィスの需要といったものは代替できるという可能性が議論されている。それからもちろん、再エネやCCSについても、それが低コスト化されていくような技術進歩というのはあり得ると。こういった技術がアフォーダブルになれば、CO₂削減は可能になるわけです。

そこで、そのための戦略ないし政策を考えたいということです。一足飛びに戦略、政策を考えるのではなくて、このメカニズム、どうやって技術のコストが下がって、CO₂削減に結びつくかということ、ここから考えていきたいと思います。

スライド17は、いろんな技術のコストが急激に低下していますということを示すものです。太陽電池や風力発電、それからバッテリーだけではなくて、シェールガスの採掘技術、それからLEDとか、それから半導体やICT関係の技術、MEMSとかセンサーとか、インターネット。こういったもののコストは急激に下がっているわけです。

こういった様々な技術のコスト低減の結果として、スライド18ですけれども、今、車については、自動運転と電気自動車とカーシェアリングの三つの革命によって、大幅なCO₂削減が可能ではないかという議論が進んでいます。この試算例では、CO₂の排出が8割削減できるのではないかというふうになっています。

スライド19ですけれども、今申し上げたような自動車、運輸部門に関する変化というの

は、決して自動車にとまるものではないと。より一般的にいうと、経済全体で、科学技術全般が進むと。特に、汎用目的技術、ここでは汎用目的技術というのは、ジェネラル・パーパス・テクノロジーといいますけれども、ICTとかAIとかIoTとか化学とかバイオとか、そういったいろんな目的に使われる技術のことを指しています。こういった技術の急速な進歩で、経済便益をもたらしつつ、CO₂削減ができるというような可能性があると。大事なことは、こういった技術が進むスピードというのは非常に速いと。2030年となるともう何が起きているか分からない。そういったタイムスパンが地球温暖化よりはるかに短いということが大事です。地球温暖化というのは2050年とか2100年の話をしますけれども、それまでにはこういった技術進歩は大いに起き得ると。ここに問題解決のチャンスがあるわけです。

具体的にどんな試算があるかということですが、二つほどお見せします。スライド20は、ICTによって左は運輸部門、モビリティですね。それから製造業、農業、建築部門、エネルギー、そういったところでCO₂を大幅に減らすことができ、世界全体のCO₂の4分の1を減らすポテンシャルがあるんだという試算をしているグループがあります。

それから、その次、スライド21ですけれども、今度は化学です。化学製品の寄与によって、世界のCO₂の5分の1を削減することができる。化学製品がそういったことに寄与できるといったものです。こういった試算は大ざっぱなものであって、それから重複などもありますので、それほど厳密なものではないのですが、ただ、こういった汎用目的の技術の進歩によって、大幅なCO₂削減が可能になっていくということが理解できると思います。

以上の試算の次に、その汎用目的技術がどう進歩して、どうCO₂削減に結びつくかということ、スライド22でお話したいと思います。ディープラーニングというのは人工知能の技術ですが、これはこの神経細胞をたくさんつなぎ合わせて、これに学習をさせてものを考えさせると、そういった技術です。これを使って今、下の赤い枠で囲ってありますが、オフィスの省エネですとか、それから自動運転などを使って、大幅なCO₂削減をすると、こういった可能性が今探究されています。

これが、一体どうやって出てきたかという、こういった温暖化対策というのは、ディープラーニングという技術が生まれなければやりようがなかったと。そのディープラーニングという技術は、温暖化とは全然関係のない文脈で、昔の人工知能を使って、ウェブ上にいろんな人がホビー目的でアップしたデータを使って学習して、ゲーム用の演算機を使って最初

組み立てたということがありました。ということで、ここでの大事なメッセージは、温暖化対策技術というのは、科学技術全般の進歩から生まれてくるものであると。何もないところからいきなり出てくるわけではないということです。

同じような話を、今度は風力発電で見てみたいと思います。それがスライド23です。風力発電は、このふたをあけてみると、中は実は汎用目的技術だらけですと。発電機やブレーキ、インバーターもそうですし、変圧器も軸受もそうですと。こういったものは、それぞれの産業で発達してきた技術が、風力発電向けにアレンジされて使われていると。それから、この1番目目立つ羽、ブレードですけれども、これはプラスチックの技術が使われていますが、この強化プラスチックというのは、もともとはレジャー目的で発達したものが、やがて飛行機を軽量化する目的で使われて、それが今風車の大型化のために使われているという経緯があります。この強化プラスチックがなければ、風車は今日のように大型化することができなくて、コストは高いままとまっていたと考えられます。ここでも、大事なメッセージは、科学技術全般の進歩の恩恵を受けて、今日の風力発電があるということです。

以上のことをこれから少し、理屈っぽく、理論的にいいますと、スライド24ですけれども、テクノロジーとは何かということですが、これは三つ性質があります。一つ目は新規のテクノロジーは既存のテクノロジーの組合せで生まれるということです。何かの組合せで新しいものが生まれるというのは実は生物も同じことでして、テクノロジーは進化するわけです。それから、二つ目にテクノロジーには蓄積性がある。すなわち、一度できると消えることがない。これが長期的な経済成長の源泉になるわけです。それから三つ目、加速性。進歩は加速するというので、蓄積が増えて、それから組合せが増えていくということで、進歩がどんどん加速していくと。この進歩が加速するということは、温暖化問題解決への期待を与えるわけです。

以上のことを少しまたポンチ絵でご説明いたします。スライド25ですが、横軸が時間です。幾つかの技術があって、ここで言いたいことは、既存の技術が組み合わせられて、新しい技術が生まれるということです。これは、あたかも親が子を残していくようである。生物系に例えると、そのようになります。

これを繰り返していくと、スライド26のようになりまして、様々なテクノロジーがこの縦に並んでいて、それが横、時間と共に組み合わせられて新しいテクノロジーがどんどんと蓄積され、どんどん発明して、どんどん普及して、また新しいテクノロジーができてくる。こういった考え方が、複雑系理論の人たちが見ているテクノロジーの平等です。

こういったテクノロジーの進化というものがあるとして、それをどう加速するかと。これが大事な政策的な意味を持つわけです。スライド27ですけれども、生物系について言えば、進化が急なシステムというのは、ジャングルのように高温多湿なところであると。これに対して、寒かったり、水がなかったりすると、生物は余りいないし、進化も進まないわけです。

これを踏まえて、スライド28ですけれども、生態系の進化については、今申し上げましたように、高温多湿であるということが望ましいと。これとアナログで考えると、テクノロジーの生態系が進化するためには、良好な経済環境があつて、企業活動が活発に行われると。そういったところで、既存のテクノロジーがどんどん組み合わせられて、新しいテクノロジーができる。それがマーケットでテストされるということで、イノベーションが進んでいくわけです。

以上のような、このテクノロジーとイノベーションの理解の後で、過去行われてきた日本の温暖化対策というのを見てみると。それがスライド29です。太陽電池に関しては、電力買取制度で大量導入されたのですが、69兆円の追加費用が発生して、太陽電池のコストは高どまりのままであると。系統統合の課題も未解決で、日本メーカーは世界規模では敗北してしまったと。ここは苦い教訓があるわけです。それから、家電エコポイント制度については、フラットディスプレイに約1兆円の補助があつて、しかしCO₂削減の効果はなかった。ここでも日本メーカーは敗北してしまったと。これらはいずれも経済に対する悪影響も大きくて、再エネ等の普及段階の大量導入というのは、政府の失敗に帰結してきたということが分かります。その一方で、政府の研究開発国プロですね、国家プロジェクト。サンシャイン計画、ムーンライト計画、ニューサンシャイン計画などは、火力発電技術やヒートポンプ技術などの開発に、一定の成果があつたというふうに評価されています。

以上を踏まえて、戦略と政策をそれぞれ1枚ずつ書きたいのですけれども、一つは戦略です。それがスライド30です。これは二重の迂回戦略という名前を付けていますけれども、二つの段階で分けて説明します。第1の迂回戦略というのは、スライドの上半分。温暖化問題を解決したければどうするかと。現在から真つすぐCO₂の大幅削減を目指しましょうと。このことをやると、先ほど申し上げたブラック・スワンというものに遭遇してしまうと。そのリスクがあると。その一方で、温暖化対策の技術を進める、イノベーションを起こすということで、温暖化問題の解決を図っていくと。アフォーダブルな技術をつけることで、温暖化問題の解決を図っていくと。これが第1の迂回戦略です。

その次の第2の迂回戦略ですけれども、この温暖化対策イノベーションということを起こ

したいときにどうするかと。このときに、再エネ等の大量導入をやると、政府の失敗に帰結してしまうと。そういうことを起こさないためには、温暖化対策技術というのは、科学技術全般の進歩の中で生まれてくるという理解に立って、科学技術全般のイノベーションを進めていくと。この科学技術全般のイノベーションを進めるためには、活力ある経済というものが必要であるということです。これが二つの、二重の迂回戦略という考え方です。

これは大きな戦略としてはこうなのですが、ここで政府がやるべきことというのは何かと、何を列挙すると、スライド31のようになります。まず第1に、経済成長とイノベーションの好循環を実現すること。これが実は温暖化対策としても大事なことですということです。温暖化対策をやろうと思って、これを妨げるような余計なことをしてはいけません。太陽電池の電力買取り制度による大量導入というのは、これの失敗例だったわけです。それから2番目、政府の役割の2番目ですけれども、基礎研究と技術開発への投資をします。これは温暖化対策技術についてもそうだし、科学技術全般についても言えることです。それから三つ目ですけれども、科学技術全般のイノベーションに合わせて制度を改革します。これは技術がどんどん急激に変わっていきますので、既存の法や規制が邪魔になる場合もある。それから、新しい法や規制が必要になる場合もあると。ということで、時代遅れになる前にやらなければいけません。これは政府しかできない、政府がやるべき仕事であります。それから四つ目、アフォーダブルになったCO₂削減策を実施に移していく。これは十分安くなれば自動的に導入されるようなフラットディスプレイなどの例もありますし、それから、一定の政策環境の整備が必要な場合もある。こうやって並べてみると、以上は完全に一般論なのですけれども、原子力発電の役割というのは最後に書いてありますが、もちろんCO₂を出さない発電技術であるということは当然なのですけれども、それ以上にというか、それに負けないぐらいに安定かつ安価な電力供給をすることと。これによって経済成長とイノベーションの好循環というものを下支えすると。そういったことが大事であります。それから、この四つ目ですけれども、原子力発電は正にアフォーダブルであるCO₂削減策ですので、これがきちんと実施されていくと、そういった事業環境というものを整えていくというのも、大事な政府の役割だと思います。

以上でして、最後、スライド32と33は引用文献でありまして、引用文献について余り詳しく書いていないのですけれども、スライド33で、そちらを見ていただければ、更に詳しく引用文献の解説を含めて今日の御説明の内容についても議論してあります。

私からの御説明は以上です。どうも、御清聴ありがとうございました。

(岡委員長) ありがとうございます。

それでは質疑を行います。佐野委員からお願いします。

(佐野委員) 杉山さん、どうも御説明ありがとうございます。テクノロジーに解決の道を求めるという大変興味深いお話を伺いました。特にこの二重の迂回戦略、汎用技術とイノベーションの辺りは大変共感するところが多いです。地球温暖化問題を私なりに解釈すると、基本的には地球規模の外部不経済を経済に内部化するためのコストをどのように分担していくかという議論がこれまで主だったと思います。それを国際的に見ますと先進国と途上国でどう分担するかという問題があり、京都プロトコルでは、先進国（EU、アメリカ、日本、8%、7%、6%）が法的拘束力を伴って負担することになった訳です。

ところが、よくみると、中国などの新興国や途上国がいる中で、いかに彼らをステージに上げるかという議論が行われてきて、その結果がパリ協定になったと考えます。つまり、法的拘束力は無いけれども、パリ協定は、新興国や途上国も巻き込んでいこうという国際分担の話なのだろうと考えます。また、この問題は、例えばグローバリストの立場に立つか、ステイティストの立場に立つかで随分違ってくると思うのですけれども、グローバリストの立場に立つと、これはもう地球全体の社会・経済問題なので、みんなで解決してコストを分担していくべきだとなります。他方、ステイティストの立場に立つと、いやいやそうは言っても、自国の国際競争力や雇用問題も重要だし、経済成長も重要ですとなります。恐らくこの両方をいかにバランスをとっていくかという問題なのだろうと思いますが、今の技術水準を前提としたスタティックな議論に終始しているんじゃないかと思うのです。そこに技術という要素を入れてダイナミックに考えようというのが恐らく杉山さんの議論なのだと思います。その中でも技術には汎用性のある技術と、今後新しいイノベーションを起こしていく技術があり、それを促進するために政府としてどういう環境整備が必要かと、こういう議論なのだろうと思います。それはすごく重要な視点で、今までの気候変動問題を考えるときに、深く考慮されてこなかった問題なのだろうなと思いますが、それはやはり理由があって、イノベーションはそれがもたらす結果を予め予測できない訳で、2050年までにこういうのができますという、確実な予測が不可能なわけです。そういう不確実な中で、どうしても今持っている可能な技術で予測し、CO₂を削減する場合どう分担するかという議論になるわけです。また、その技術は恐らく先進国が一番進んでいるわけですから、先進国がその技術開発を負担し、仮に汎用性の技術だとしても、知的財産権の問題が出て、途上国にコストを払ってもらって技術を移転するのか否かという問題も出てくる訳です。総じて、杉山さんがおつ

しゃっているような、汎用性のある技術、それからイノベーションを起こしていくというのは本当に重要で、そういう点をもっとこの地球温暖化の議論の中に持ち込んでいくべきだろうと考えます。

そういう理解のもとに幾つか質問させてください。第一は、CCSは技術的には確立していると思うのですが、コストの面でどうなのでしょう。つまり、化石燃料を燃やしたCO₂をCCSで閉じ込めていく、そのプロセス全体で見た場合の経済性がどうなのか。また、これを技術移転する場合、先ほどの知的所有権の移転の問題を考えた場合、途上国に普及する可能性はどうでしょうか。それから第二に、スライド29でPVの追加費用が69兆円とありますが、これは賦課金だけだとそれ程にならないと考えますが、その内訳はどうでしょうか。この69兆円の内訳を教えてくださいと思います。

(杉山氏) ありがとうございます。それでは、後の方の追加費用69兆円の話ですけれども、詳しくはこちらの文献の朝野さんの論文を見ていただければ正確なのですが、私の理解では、賦課金で大体2030年までの数値目標を達成するための累計。

それから、もう一つのスライド3の方で、CCSのコストですけれども、このバイオマスを考えなくても、化石燃料でCO₂を回収して、地中に貯留するというだけで発電コストは倍になるというのが言われている相場感です。これをバイオ燃料でやると、もっとコストは上がりますということになります。

それから、知財、あとその技術の段階ですけれども、実証プラントがあるという段階であって、大きく商用で動いているというものは今のところないです。ただ、これから割と近い将来に出てくるかもしれないと思われまます。

それから知財に関してですけれども、火力発電技術とか、そういうものについては余りこれまで知財が障害になったということはありません。全体のコストに比べると、知財に関するコストというのはそれほど大きくないです。よく知財で問題になるのは、医薬品などは、知財に関する支払いが非常に大きくて、開発途上国に技術が移転できないということはよく言われますけれども、こと発電技術に関しては、トータルのコストに占める知財のコストが大きくて障害になったということは、これまで起きていないというふうに理解しています。

(佐野委員) ありがとうございます。

(岡委員長) 中西委員、いかがでしょうか。

(中西委員) どうもありがとうございました。非常に広範に広いところからいろいろ教えていただきまして、非常によく分かりました。地球温暖化が始まったことは事実なのですが、今

回の説明はCO₂に非常に重きを置かれて、なるほどなと思うのですけれども、例えば私、8ページの日本全体での温度の上がり方と、都市部で全然違うわけですよ。これはCO₂だけじゃないような気もするので、どこかに帰結する場合は、もっといろんな原因があるので、そこら辺をもう少し、今回余り時間がなかったのですけれども、深掘りしていただけると有り難いなと思いました。

それから、あといろいろどうすれば温暖化になるので、それを対策としてどうするかというのは、もちろんそういうのも大切なのですが、もうちょっと積極的にとらえて、省エネ技術をどうやって大きくしていくかとか。例えば日本はかなり省エネ対策で成功してきたところがあると思うので、その技術をどう生かすかということについても。また、実は昨日スウェーデン大使館でいろんな話を聞いたのですけれども、セラミックスを使った半導体の話なのですけれども、例えば、これからIOTですか、ITとか非常に盛んになっていくと、アメリカが使っていくエネルギーの四、五%がそれに既になっていると。日本は1%台だと。ですからどれだけ省エネのものがつくれるかというのは、一つの鍵だというようなことで、その研究をされている方のお話だったので、非常に科学技術といっても、いろんな科学技術があると思います。例えば、京コンピュータはものすごく電力も必要ですし、温度も上がったとかいろいろあると思うのですけれども、こういうところ、これに足す技術で汎用性のあるというのももう少し、今回は全体の話なのですけれども、深掘りできるんじゃないかなと思って聞かせていただきました。

また、一つだけつけ加えさせていただきますと、10ページの水害による死者数の激減というのは、これは調べればすぐ出てくるのですけれども、植林の効果が出てきていますね。昔は広島から見た写真とかみんなはげ山なのです。科学技術といっても、ローテクと言ったら変ですけれども、そこら辺も効くのかもしれないですし、対策という点ではそこも大切かもしれないのですが、科学技術で何とか省エネの技術をもうちょっと膨らませたいというところも少しあってはいいんじゃないかと思いました。ただ、全体的に非常によくまとめられていて、私も賛成するところは大きいにありました。どうもありがとうございました。(杉山氏) それではご質問にお答えします。

東京で3度温度上昇しているのが、日本全体の温度上昇が1度。あとの残りの3引く1の2度は何か、これは都市熱ですね。建物がコンクリートやアスファルトが熱を吸収したり、それが多くて、あとはエネルギーこの辺でいっぱい使っていますから、それもあります。ただ重要なのは、コンクリートがやっぱり熱を蓄えているということです。ここで申し上げた

かったのは、過去3度の温暖化、100年で3度って結構急激な温暖化を我々経験したわけですから、ここからもっと何が起きたかを学ぶべきだ。私いつもこれを言っているのですけれども、温暖化の研究者は将来のシミュレーションをする人はすごく多いのですけれども、過去100年これだけあったから、それをもっと調べた方がいいですというのが私のメッセージ。そこで本当に困ったことがあったのだったら、それは備えなければいけないということだと思います。

それから、防災のところ植林の効果があつた、おっしゃるとおりだと思います。この間、温暖化による被害の増加というのはあつたかないかというのは、ほとんど検出不可能なぐらいなのですが、主なメッセージは、きちんと防災を手はずを打っていいこと、それは植林も含めてですが、それを継続していくことで、水害というのは大幅に減ったということです。過去100年の改善も、1度温暖化が起こる中で起きたことなので、将来についても、温暖化するのであれば、それに対して一定の備えは必要だとは思いますが、結果を悲観する必要はないだろうというふうに私は思っています。

(中西委員) ちょっとだけつけ加えておきますと、都市部で温度がヒートアイランド現象で上がったというときに、昔の環境研で試算がありまして、23区内のビルの屋上に植物を植えることができれば1度は防げたらろうという試算はございます。大分昔のデータでございます。

(杉山氏) ありがとうございます。

あともう一つ、省エネルギーの技術ということですが、今日は本当に大きな一般論のところでした。個別具体的な話を始めると省エネの技術というのももちろんあるのですが、一つ気になっていることは、日本で省エネの技術開発ということを政府の方と話していると、それで日本国内でどのぐらい省エネできるのですかという話が割と始まりやすく、そうではないのです。世界で通用するような省エネ技術をつくらないと余り意味がないですよ。過去日本は省エネのレベルはどんどん上がってきたのですが、結局家電業界は国際的なマーケットというのは、過去20年失い続けてしまっているわけですね。日本国内でいいものをつくれればそれで外で売れるかという、決してそうではなかったと。ですから、省エネの技術開発というのも、決して日本で閉じるのではなくて、本当に世界中でそれを使うような、そういった技術開発をやった方がいいというふうに思っています。

(中西委員) ありがとうございます。

(岡委員長) ありがとうございます。大変示唆に富んで、幾つも重要な点を指摘していただ

いきました。しかも論理的で大変印象深いのですけれども、幾つもあって、これをいかに白書で使わせていただけるかなと思って、さっき中西先生御質問あった将来じゃなくて過去から学べというようなお話とか、あるいはブラック・スワンというのですか、トレードオフが本質の場合、これは使えないんだというようなお話とか、あるいはイノベーションのところも、既存の技術の組合せであるというようなお話とか、あるいは最後に二重の迂回戦略ですか。幾つも重要なことをおっしゃってくださっていて、また後で本で勉強させていただいて、参考になるところは引用させていただきたいと思います。

幾つも質問がございまして、やっぱり再生可能エネルギー固定価格買取の累積予想額の69兆円がすごく気になるのですね。日本は国民が国に依存していますので、国民の負担が増えるということに対して余り感度が無いといいますか、でも69兆円は、ちょっとこれはとんでもない額だと思っておりまして、質問は本当に増えるのですかと。要するに、今再生可能エネルギーの電気代として払っている分は、私の自宅ですと1万円ちょっとの電気代で1,300円ぐらいですけども、これは今69兆円のうちのどの部分の、10兆円ぐらいのレベルなのか、まだこれから数倍増える可能性があるのか、これはもうえらいこっちゃなと思うのですけれども、これはどういうことでしょうか。

(杉山氏) また、私これデータもらってきているということで、厳密には文献の朝野さんの論文を見ていただければと思うのですが、ただ、私の理解では大ざっぱに言うと、今現在年間3兆円ぐらい賦課金というのは日本全体であります。これが今後4兆円ぐらいまで上がっていくでしょうと。4兆円で20年弱積み上がれば70兆円ぐらいになりますから、大体の概算としてですね。

(岡委員長) 今は3兆円ぐらいまで来ていると。年間4兆円ぐらいでずっと払い続けなきゃいけない、そういうイメージ。分かりました。

そのほかにも幾つもあるのですが、もう一つは気候感度のところで、66%幅があると書いてあるんですけども、私は炭酸ガスで赤外線が遮蔽されるから温暖化するというのは分かるのですが、非常に定性的ですよね。そうすると、気候感度といいますか、4.5度ぐらいのことであれば、3度上がっているから、そんな大したことじゃないのかなとか、そういう気もするのですが、そういうことではないと。あるいは質問の仕方が悪いのかもしれないですが、定性的な話の例として、これできますよという話で、サイエンティフィックで定性的にできると言っている話がある。その次に技術的にできますよという話があるのですね。必ずつくれますとか。だけど実際は死の谷があって、経済的にアフォーダブルにならないと

使えないということがあります。今この温暖化の問題というのは、それと比べればどのよう
なところか、技術開発の話じゃないから、例えるのはよくないかもしれないですけども、
3つのできるの何処にいるのかという御質問です。

(杉山氏) このスライド6の話だと思うのですが、ここで言っているデルタ T_2 掛ける
 CO_2 というのは、産業革命前に比べて CO_2 濃度が倍増したときということです。産業革
命前が280ppmぐらいで、それが560ppmになったときに温度がどのぐらい上がる
かということで、これが1.5と4.5の間と随分広くて、しかもその外かもしれないとい
うのが最新の知見。何でこんなに幅が広いかというと、これは2段階あるわけで、一つが CO_2
が地上からの赤外線を吸収するという効果で、これによる効果が1.2度です。残りが
幅がすごく大きくて、これから1.2を引くと0.3から3.3度ぐらい。なぜこんなに広
いかというと、これは温度が CO_2 のせいだとして1.2度上がった結果として、水蒸気の量が増
えて、その水蒸気が増えたことで、今度は雲ができて、それでどのぐらい温度が上昇するか
というところが人によって全然違う答えが出てくるので、この幅が大きくなっているとい
うことです。これ幅というと、何か工学的な信頼区間のようなイメージになってしまうので
すけれども、実はそうではなくて、いろんな人が言っている試算、いってみれば意見の幅が
こうなっているということです。

ということで、よく温暖化の科学は決着したという言い方をする人がいるのですが、
決着しているのは、符号がプラス、つまり CO_2 濃度が増えると温度が上がるよというところ
までは決着しているのですが、特に水蒸気や雲の効果がどのぐらいになるのかという
ことについては全然決着していない。このぐらい不確定幅は大きいということです。

(岡委員長) あと、ブラック・スワンのところなのですが、さっきの話とも関係するのですが、
何を御質問したいかというと、温暖化って目標ってよく言われますけれども、実際は国が決
めるコントリビューションなのですね。だから、目標って言い方、実際達成しないといけな
い目標ではなくて、私の理解は、ナショナル・ディターミンド・コントリビューションとい
うのが英訳ですから。ただ日本人はそれを勝手に目標と訳してしまって、しかも日本が達成
しなくちゃ全体が失敗するみたいなイメージになっているのですけれども、実際データをよ
く見ると、世界の1次エネルギーの中のリニューアブルと原子炉を合わせたら15%ぐらい
しかなくて、85%ぐらいは化石燃料ですよ。物すごい1次エネルギーでいえば削減にな
ると。ですから、何が質問したいかというと、これも日本の方が国への依存という問題と密
接に関係してしまっていて、実際、基本的考え方の参考資料にも書いてあるのですが、韓国

の目標というのは基準が違いますよね。韓国はGDP当たりで少し伸びていくけど、そのうち伸びはキャンセルして減らしますとか、たしか中国は基準が違って日本みたいな目標じゃないと。各国それぞれしたたかにやっているところを、日本は国民が非常に国に依存しているんだ、いいんだみたいな感じになってしまうと、これはおっしゃっている日本の経済的な破綻といいますか、どうしても国民の負担は増える。あるいは国庫の債務が増える。日本の財政破綻の問題も先に出てくる可能性だってあるのですけれども、そういう点で非常に心配なところがある。その辺りが余り国民がよく分かっていないというのが私としては非常に心配なのですけれども、これは原子力の問題じゃないのですけれども、原子力とも共通する部分がございます。

(杉山氏) パリ協定の数値目標の話は、今回ちょっと省いてしまったのですけれども、何が起きたかという、オバマさんが自分のレガシーとして、任期8年の最後の人類へのプレゼントとして成し遂げたかったというのがパリ協定で、そのために中国に対しては大変な譲歩をして、アメリカは絶対量で26%、28%減らしますと言ったのですけれども、中国は、原単位で減らせばいいとした。GDP当たりのCO₂排出量を減らしますということです。これはアメリカには結構コストを伴うけれども、中国は実はコストを全く伴わない目標だというふうに理解されています。それにもかかわらず、オバマさんがパリ協定を欲しかったのですね。やることを自分の使命だと考えてやっていたと。その相場感で日本も数字が横滑りしてきて26%になったというのが実態だと思います。

先進国はみな、2015年の末のときには、アメリカもヨーロッパも温暖化対策に非常に前向きな形だったので、日本もそれと歩調をそろえて数値目標ができた。おっしゃるように、これ数値目標と訳すのは実は適切ではなくて、ナショナル・ディターミンド・コントリビューションですから、国別の自主決定貢献にすぎないので、しかも決して法的拘束力もないので、それを達成しないからといって、どんな罰があるというわけではないと。ただ、日本ではこういう数字ができると、やっぱりそれに対しては皆さん真面目に取り組むという傾向があるのは、そのとおりだと思います。

つけ加えると、ということでアメリカが大変に中国に対して譲歩する形をつくったのがパリ協定で、米中新冷戦が始まってしまって、今後、これと同じような形で米中が合意するのは私には到底思えないということです。

(岡委員長) ありがとうございます。

あと、先週フランスに行っていて、フランスの中長期エネルギー計画が今週発表にな

るのですけれども、多分そこに書いてあると思うのですけれども、再生可能エネルギーを非常に多量に入れようとする、結局ガスタービンを増設して、温暖化ガスが増えるから、原子力そんなに減らせないのという話になりそうな感じなのですけれども、だから再生可能エネルギーを急激に入れるということをやると、経済的なことだけではなくて、温暖化を至上主義にしている方にも非常にマイナスが出る。安定した供給ができませんので、結局発電できないときに、何か補わないといけないとなると、ガスタービン発電して温暖化ガスも出ることになる。

それからもう一つは、さっきから話のあったコストの問題があって、これはどういうふうに見たらいいか。要するに、制度的に再生可能エネルギーを入れているところと、今みたいにガスタービンで補っているコストもかぶっているところもあって、それを実際どうなのだと。何か建設コストというか、機器のコストが下がっているよという話は、例えば洋上風力のコストが下がりましたと。そういうのはよく出てくるのですけれども、実際のところは、オーバールールでどうなのかというところをよく勉強しないとイケないなと思っているのですけれども、その辺りはいかがでしょうか。

(杉山氏) 機器のコスト、太陽光パネルのコストが下がっているとか、風車が大型化でコストが下がっているという話は本当だと思います。ただ、それを何と比べるかというのが大事で、これは状況にもよるのですけれども、大抵の場合はアボイデッドコストとして、再生可能エネルギーで正当化できるのは、火力発電の燃料をたき減らした分だけだと思います。そうすると、実はまだ再生可能エネルギーのコストは下がっているとは言えけれども、十分に下がっているとは言えない。今なお割高だというのが大半の状況だと思います。

これまでは、いろんな形で再生可能エネルギーというのは優遇されてきたと。規模が小さいうちはそれでもいいのですけれども、余り大規模にやるとそれが電力料金全体、国民経済全体への負担となるので、適切ではないというふうに考えます。

再生可能エネルギーの本当のコストというときには、二つ考え方があって、機器のコストが下がっているというときには、それと比較すべきは火力燃料をたき減らした分。そうではなくて、発電コストをほかの発電のコストと見比べたいというときであれば、再生可能エネルギーをバックアップするための設備のコストとか、送電線を増強するコストとか、そういったものもみんな見ていかなければいけないと。今、そういうふうにエネルギー基本計画の方も考え方はなっていると思います。

(岡委員長) ありがとうございます。

あと幾つもあるのですが、最後のページ31に、技術開発に投資すると書いてあって、これはこのとおりかもしれないのですが、逆に投資することで、市場に向けた努力が弱くなって、なかなか世界の競争環境で戦えていないと。さっき電気製品の話がございました。この辺りの考え方はお金だけで何かするというものでもないよというようなことはお役所にも申し上げたりして、いろんな制度とか考え方とかやれることいっぱいあるんじゃないですかと申し上げるのですが、技術開発で投資をするというのも、これは必要なだろうけれども、観点をちょっと加えないといけないんじゃないか。例えば、私の感じは、やはり国民の負担とか、国民の経済とかそういう視点が例えばフランス政府でも、英国政府でもちゃんと強く政策に出てくるけれども、日本はお金で支援するという、ちょっと言い方があれですけども、そういうところが少し強過ぎるかなというふうに思うのですけれども、これをもう少し政策論としてうまい言い方はできないのかというのを常に考えているのですけれども、キヤノンにはたくさんの論客がおられますけれども、何かそういう政策論の参考になるようなことございますでしょうか。

(杉山氏) なぜ政府が技術開発に投資をしなければいけないかという議論としては、たまたま最近ノーベル経済学賞になったローマーとかいますけれども、私企業がぼつねんとあってそれが技術開発に投資するということをやると、技術開発というのは1回成功すると経済全体に行き渡って、社会全体、みんながハッピーになるものだから、受益者は社会全体だと。だけど、1企業でコストもリスクもみんな負うとなると、これはやることはやっぱり限られてくると。だから、政府がそういった研究開発投資をする企業を助けるという意義があると。これが専有可能性の議論というのですけれども、英吾ではアプロプリアビリティの議論といいます。これが政府の技術開発への投資を正当化する方の議論で、ただ逆に、それはいわゆる政府の失敗になることがあります。その政府の持っている知見とか、あるいは責任を負う人がいるかどうかとか、そういった観点からすると、政府が技術開発にお金を出すのは、むしろ不適切で失敗することが多いんだと言っている論客もいると。大きくはこの二つですね。専有可能性の観点から技術開発やるべきだという人と、いや政府の失敗があるからやるべきではないと。個別具体的にどうかということと言うと、やっぱり政府が研究開発に投資してよかったねというものもあるし、いやこれは明らかに失敗だったねというものもあって、これは理論的にはどっちともはっきりとは、両方可能性があって、事例で見えていくと、成功したもの、失敗したものはあると。そのぐらいまでは今申し上げます。あとは結構具体例にしかならないかなという気がします。

(岡委員長) ちょっと私も考えを申し上げますと、一つはイノベーションというのは物だけではなくて、やっぱりインフラといいますか、知識基盤、人と知識の体系とその見解、設備といいますか、それには投資はできるんだらうと。それから、その中で研究開発機関とメーカーと産業界が情報交換して、何か主要ニーズに向かって努力する仕組みをつくれればいいのかということだと思っておりますけれども、やはりどうしても産業界の方は研究費獲得のことが頭にありますので、そこをどういうふうに生かすか。もう一つは、イノベーションのところでもお話あったのですが、実は過去には死の谷といいますか、イノベーションのこのダイナミクスの過去の経験を余り参照しないで、また同じ失敗を繰り返すんじゃないかなというか、原子力開発の場合は私自身は専門家なので、あるいは分析をしてそう思うことがあるのですけれども、過去の経験からちゃんと学ぶと。同じ例でなくても、イノベーションダイナミクスという本もあって、結局おっしゃっているように、既存の技術プラスアルファ、風力発電でいうと、既存の技術プラスカーボンの羽根という、そういう組み合わせでイノベーションが来るんだ。そういうふうな、どの産業についてもそういう整理ができていて、例えばタイプライターから電子タイプライター、ワープロ、何とかかんとかとそういう分析も、もう歴史的な名著もありますので、それをそれぞれの分野で当てはめて、それを省庁にフィードバックをして、同じ失敗をしないようにというようなことはもちろん我々の役割としてはあり得るんだと思っはいるのですけれども。

イノベーションのところは、私自身はそんな感じなのですけれども、何かつけ加えられることございますか。

(杉山氏) 私、原子力技術開発に関しては今日は詳しく申し上げられない、余りよく知らないというのがありますけれども。ただ、ほかの太陽電池とか風力とかここに出てきたような話でいえば、リアルな本当のマーケットが連鎖していて、そこで少しずつ技術が鍛えられていくと、製造技術もその性能も上がっていくということが結構共通の特徴としてあって、それを強引に政策で変えようとしても余りうまくいかないというのは、余り大量に太陽電池投入しようとしたらうまくいかないということだと思います。さっきの風車の話だとプラスチックがあって、いろんな用途、レジャーとかでどんどん使われて発達しました。太陽電池もともと灯台用途だとかソーラー電卓だとか、結構堅実な路線を行っていたのですけれども、ちょっとここにきてフィードインタリフに振り回されてしまったようなところがあるかなと。そういう具体的に見えるマーケットで一つ一つやっていくというのが一番安定すると。というのは、政策的に何か導入するといっても、政策って結構ぶれやすいので、ブーム・アン

ド・バストで太陽電池も会社ができたり潰れたりして、これで果たして技術進歩に本当にいいのかというのは疑問なところがあります。

(岡委員長) もう一つは、ちょっと原子力の問題もあるのですけれども、自由化といいますか、経済が自由化している状態と、長期投資がなかなかしにくい状態。これは別に原子力に限らず、こないだのFITでも太陽光に偏ってしまうと。要するに、設備費が少なくてすぐつくりやすいものに偏ってしまったという構造になっていて、この辺りと自由化の問題と投資の問題というのはまた別の問題として、非常に大きな問題、特に原子力の場合はあるのですけれども、これは直接温暖化とは関係ありませんけれども、イギリスは再生可能エネルギーと原子力に対して固定価格等をやっていますけれども、そういうものを制度化する理由は幾つかあって、温暖化問題もあるし、それから長期に安価に国民に電気が供給されればそれで適切な政策なのだということになると思うのですけれども、その辺り、何か御意見とか示唆とかございますか。

(杉山氏) それはやっぱり国のために安定安価な電力供給をしますというときと、その考え方をすると、あと私企業が資金調達して短期的に儲けましょうという話は、全然将来に対する割引の考え方が違いますので、ですから国として安定安価な電力供給をするという制度を原子力のためにつくるのは、それは当然のことだと私は思います。それが自由化のもとで私企業任せだと進まないということであれば、それは国が手当てしなければいけないと思っています。

(岡委員長) ありがとうございます。

先生方、ございますか。どうぞ。

(佐野委員) 一つだけ、基本的な質問なのですけれども、京都議定書の中で排出量取引とかCDMがありましたね。あれはもう事実上なくなっているのですか。それともある程度、議論は出ているのですか。

(杉山氏) 京都議定書の排出量取引とクリーン開発メカニズムCDMに関しては、まだ制度上はひょっとしたらゾンビのように残っているかもしれない。

(佐野委員) 排出権取引もありましたね。

(杉山氏) ただ、非常に人気なくて、ほとんどみんな忘れ去っているというのが実態だと思います。何が起きたかという、京都議定書ができた直後は、排出量取引というのはどの国もやるものだと思っていました。ところが、国というのはいわゆる経済人ではないわけですね。経済人の仮定というのを置くと、みんな利益を最大化するために排出権を取引するはずだっ

たのですけれども、実際はどこもそんなことはしなくて、むしろ、ポリティカルに排出権を売ったりすることを不名誉と考える、買うということは国内を説得できないとか、そういったことの方がはるかに上回って、当初にみんなが思っていたようには、排出量取引制度は全く動かなかった。

CDMに関しては、結局投資の大半は中国に偏ってしまった上に、あれはいわゆるベースラインを引いて、それに比較してCO₂減った減らないという話をするのですけれども、結局そこがもとから神学論争でそんなの無理ではないのと言っていたところに、かなり甘いベースラインの引き方がされるようになって、大量にCO₂のクレジットはできたのですけれども、それを余り本物のクレジットだとはみんな思っていない。そんなような状況で、大量にクレジットは発生したけれども、余っているという状態だと認識しています。

(岡委員長) 炭素税のお話というのはないのですけれども、これは放っておくという方向に動く可能性は、日本の政府状態では非常にある可能性があって、しかし、例えば既にFITでやっているのは、もう炭素の価格にしたらすごく高いとかいう、10倍以上高いという話もあって、あるいは炭素税自身が余り効果がないんだという話もあって、この辺りは話をされていないのは、そういうものじゃなくて、やっぱりイノベーションでということかと思いますが、炭素税に関する御意見はどんな感じなんでしょうか。

(杉山氏) 日本の現状であれば、私は入れない方がいいと思っていて、なぜかという、日本のエネルギーの価格というのはもう十分に高く、エネルギー集約産業というのは中国とかあちこちにあって、そういうところから物を買っている状態です。

もしも、日本のエネルギーの価格が海外に比べて十分に低いというのであれば、炭素税考えてもいいかもしれないのですけれども、もう既に十分高く、高い理由が単に技術的に高いとか資源の賦存状況で高いというだけではなくて、政策的にも、FITもそうですし、それからいろんなエネルギー税もかかっていて十分高くなっている。そういったものをみんな清算して環境税を考えるというのならまた話は別になるのですけれども、実際には、そういうのを清算しようという話にはなりそうにはなくて、今あるものの上に更に環境税という話になりそうなので、そういうことであればやらない方がいいだろうと。決して環境税自体を原理的に反対するというわけではないのですけれども、今、既に日本のエネルギー価格がいろんな理由により高くなっているところに持ってきて、更にそれを高くするのは賛成しないということです。

(岡委員長) ありがとうございます。ほかに御質問ございますでしょうか。

ほかにも幾つかまだいろいろ伺いたいことがあるかもしれないのですが、大変詳しいお話、ありがとうございました。

(杉山氏) どうもありがとうございました。

(岡委員長) それでは、議題3は以上です。

議題4について、お願いします。

(笠谷参事官補佐) 議題4はその他でございます。今後の会議の予定について御案内いたします。

次回、第42回の原子力委員会の開催につきましては、開催日時は来週12月4日火曜日の10時から12時、開催場所は8号館5階共用C会議室、議題は調整中でございます。議題につきましては、後日、原子力委員会ホームページ等の開催案内をもってお知らせいたします。

(岡委員長) ありがとうございます。

そのほか、委員から何か御発言ございますでしょうか。

それでは御発言ないようですので、これで本日の委員会を終わります。ありがとうございました。