

第14回原子力委員会定例会議議事録（案）

1. 日 時 2005年4月12日（火）10:30～11:55
2. 場 所 中央合同庁舎第4号館7階 共用743会議室
3. 出席者 近藤委員長、齋藤委員長代理、木元委員、町委員、前田委員
内閣府
戸谷参事官、後藤企画官、犬塚参事官補佐
内閣官房
内閣官房副長官補室 黒川参事官補佐
財団法人電力中央研究所
環境科学研究所 丸山上席研究員
4. 議 題
 - (1) 前回議事録の確認
 - (2) 特定テーマ：「地球温暖化と原子力」
 - ・超長期の地球温暖化モデル及び2010年以降の温暖化対策ビジョンについて（（財）電力中央研究所）
 - ・京都議定書目標達成計画について（内閣官房）
 - (4) その他
5. 配布資料
 - 資料1-1 「西暦2450年までの地球温暖化を予測－地球シミュレーターでCO2濃度安定化の効果を検証－」
 - 資料1-2 電中研ニュース（日本語版・英語版）
 - 資料2-1 京都議定書目標達成計画（案）における原子力の推進に関する記述
 - 資料2-2 京都議定書目標達成計画（案）の骨子
 - 資料2-3 エネルギー起源二酸化炭素に関する対策の全体像
 - 資料3 第13回原子力委員会定例会議議事録（案）

6. 審議事項

(1) 前回議事録の確認

事務局作成の資料3の第13回原子力委員会定例会議議事録(案)が了承された。

(2) 特定テーマ：「地球温暖化と原子力」

- ・超長期の地球温暖化モデル及び2010年以降の温暖化対策ビジョンについて((財)電力中央研究所)
- ・京都議定書目標達成計画について(内閣官房)

標記の件について、丸山上席研究員より資料1-1及び1-2に基づいて、黒川参事官補佐より資料2-1及び2-3に基づいて説明があり、以下のとおり質疑応答があった。

(木元委員) 資料1-1の3ページ下段にあるように、A1Bシナリオの2100年における再生可能エネルギーの比率は54%だが、どういったエネルギー源が含まれているのか。水力は入っていると思うが、燃料電池は入るのか。

(丸山上席研究員) 燃料電池は(分類法が違うので)、再生可能エネルギーには含まれていない。

(木元委員) 水力と太陽光、風力、それからバイオマスは入るのか。

(丸山上席研究員) バイオマスは入っているが、表の作成上の都合で除外してある。

(木元委員) 完全にCO₂を出さないエネルギー源で54%まで達するのか。

(丸山上席研究員) IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change、気候変動に関する政府間パネル)は、温暖化予測をする際の議論の幅を押さえるため、再生可能エネルギーが極端に入った場合、もしくは原子力発電が大幅に導入された場合といった、かなり極端なシナリオを設定している。現実の世界におけるそれらのシナリオの実現可能性については、IPCCとは別の場で検討される必要がある。IPCCは、“政策に関係するが政治的に中立(policy relevant but politically neutral)”であり、どのエネルギー源がよいといったことは主張しない立場である。

(町委員) A1Bシナリオは世界経済の地域格差が縮小するという仮定であ

り、途上国のレベルが上がるから再生可能エネルギーの利用が拡大するのではないか。B1シナリオは世界経済の地域格差が継続するという仮定であり、途上国のレベルが上がらないから技術的に確立している原子力の利用が拡大するのではないか。

(近藤委員長) 今日ご紹介いただいたのは、エネルギー源構成の中身等はどうであれ、750ppmや550ppmで安定化するというシナリオに基づいてそのもたらす温暖化影響の計算を行ったということであり、供給力構成については説明の範囲外である。説明者は与えられたものとして扱っている。

(丸山上席研究員) 中身のエネルギー源構成等は今回の温暖化予測結果に直接影響は無いが、計算結果からいくつかのシグナルが読み取れる。A1Bシナリオは、町委員が言われたように、一度途上国が経済成長して、その後CO2排出量が下がってくる。気を付けるべきことは、CO2は一度発生してしまうと長期間消えないこと。途上国の人たちが、まず、エネルギーをたくさん消費しながら日本並みの生活レベルを達成し、その後温暖化対策を実施するというA1Bシナリオの経路は、それほどCO2を排出せずに同じ生活レベルに到達するシナリオの経路よりも、地球環境への影響が大きい。

(近藤委員長) 資料2ページ下段の、IPCCの要請によるCO2濃度シナリオは、途中で折れ曲がるような科学的合理性を欠いたものである。常識的な曲線をなぜ使わないのか。

(丸山上席研究員) 自前でシナリオを作成することは、CO2濃度だけでなく、エネルギー源構成、経済発展や、メタン、フロンなどその他の温室効果ガスを考慮する必要があり、なかなか困難である。このため、IPCC特別報告書(SRES)にあるシナリオ(A1B、B1)を2100年まで採用し、以後は濃度を安定化させるシナリオを採用した。これは、WG1の共同議長による要請で、各国の研究機関のモデル結果を国際比較するという観点から、世界中の研究機関が共通的に採用した。

(近藤委員長) これらの供給シナリオは、目標平衡濃度からこれをもたらず年間CO2排出量を求め、何らかの原理でこういうエネルギー供給源構成になるとしたもののか。

(丸山上席研究員) 需要側から推定したと思う。人口増加、経済成長からエネルギー需要を推定し、それをどういうエネルギー源で供給するかというところを、コストミニマムや、環境に配慮した持続可能な発展という条件をもとに決定したと思う。その結果、A1Bの場合は再生可能エネルギー

の比率が増え、B1の場合は原子力の比率が増えたと思う。

(近藤委員長) もう1つ私がこれまで持っていたイメージと違うのは、14ページ上段の海面上昇の計算結果である。ご説明のように、海面がCO₂濃度安定化後も長期間上昇することは大事な情報だと思うが、このように数百年のタイムスパンで数十センチの上昇であれば、技術的に対応できる可能性がある。これが全てであると理解してよいのか。

(丸山上席研究員) 今回の予測結果からは、絶対値には怖さを感じない。冒頭にもご説明したが、2ページ上段のCO₂濃度安定化と気候応答のグラフは、縦軸が「反応の大きさの目安」であり、海水の熱膨張による海面上昇については絶対値を示していない。今回の予測では、14ページ上段のグラフのように、海面上昇(熱膨張のみ)は数十センチと予測された。しかしながら、CO₂濃度を安定化しても、海面上昇を押さえ込むことはできないという、予測結果は非常に怖い。大気中のCO₂濃度を安定化できたとしても、上昇した気温を下げることはできず、かろうじて高温のまま一定にすることが可能である。さらに、高温の状態が続くと、グリーンランド周辺の氷河が融解することにより海面上昇が起こる。現在、海面上昇は海水の熱膨張、高山の万年雪(氷帽)の溶解、大陸氷河の溶解、グリーンランド氷床融解、のおおよそ4つの要因で起こると言われている。一方で南極の氷河は、降雪量が増えることもありしばらく溶けないだろうと言われている。グリーンランドの氷床の融解は、その周辺の気温が6、7度上昇すると始まると予測されており、今回我々は計算していないが、これが起こると海面がさらに5から7メートル程度上昇すると言われている。今回計算した熱膨張による海面上昇だけであればあまり怖くない。それに続く氷河融解をどう食い止めるかが問題である。

(近藤委員長) 海面上昇は平均気温の上昇によりすでにそのメカニズムが作動しており、今対策を打っても食い止められないのではないのか。

(丸山上席研究員) 温暖化については、地球システムの慣性が大きいいため、例えば大気中のCO₂濃度を一定にできたとしても、気温上昇に歯止めをかけ、さらなる悪化を食い止めることができるだけである。

(近藤委員長) CO₂濃度を550ppmで安定させても450ppmで安定させても海面上昇は進む。従って人類に迫られている選択は、300年で3メートルの海面上昇を経験するのがよいか、1000年で3メートルの海面上昇を経験するのがよいかということだという問題提起の仕方が適当であると思う。

(丸山上席研究員) そのように思う。温暖化防止というが、「防止」という言

葉を無責任に使っているという批判がしばしばある。確かに防止は難しく、英語では以前から mitigation (緩和) という言葉を使っている。

(前田委員) IPCCは、非常に超長期の色々なCO₂濃度シナリオを検討しているが、一方、京都議定書は今後数年間の話であり、第2約束期間にしても20年か30年である。現在京都議定書で色々な対策を検討していることと、IPCCの検討はどのように関係しているのか。

(丸山上席研究員) 両者を結びつける議論が今始まったと理解していただければよいと思う。京都議定書の議論により社会的な関心が高まり、一方、地球シミュレータにより昨年8月、濃度安定化効果についての長期間の計算ができるようになった。これからは2ページ下段のようなCO₂濃度シナリオにも京都議定書などの削減効果が盛り込まれるだろう。IPCCの2001年の報告書は縦軸が「反応の目安」だったが、2007年の報告書では計算精度が向上し、濃度安定化の効果を数値として表せるようになると思う。

(近藤委員長) 京都議定書が規定していない2013年以降の温室効果ガスの排出削減目標について、例えばEUは首脳会議等で大きな削減目標を合意しつつある状況だが、国内外でどのような議論がされているかご紹介いただきたい。

(黒川参事官補佐) 昨年の締約国会議で今年から議論を始めることが合意されている。今年の夏頃から情報交換が始まり、今年の秋に締約国会議を開催するという流れになっている。議論の中身について、先行しているのはやはりEUであり、何ppmという目標を設定して、それに向けてどう削減していくかという議論が出つつある。日本では中央環境審議会、産業構造審議会、総合資源エネルギー調査会において、それぞれ色々な議論がされている。ごく単純化して言えば、それぞれ京都議定書の手法に対する評価が若干違っており、中央環境審議会では、京都議定書のような手法で第1約束期間に取り組むのは当然で、それをその後も続ける方向で検討すべきという議論がされている。一方、産業構造審議会、総合資源エネルギー調査会では、まさに今日の地球温暖化予測の議論にあったように、長期的に見れば短期の排出量数パーセント減はあまり意味がないのではという議論もされている。途上国はどういう主張をしてくるかわからないが、国民1人当たりの排出量を同一にするべきと言ってくる可能性もあると思う。そういった状況であり、第2約束期間の議論はかなり難しくなると思う。

(齋藤委員長代理) 石炭から天然ガスにシフトしても、天然ガスをパイプラインで長距離引くとおおよそ4%程度漏洩し、天然ガスの主成分はメタン

でありCO₂の25倍温暖化に悪影響を及ぼすので、石炭と天然ガスの影響の差は無いという専門家もいる。そういったことは今回の計算の中に取り込まれているのか。

CO₂濃度や気温の限界値は400~600ppmとか2.7℃の上昇という説もあるが、どこなのか。また、それに達すると何が起こるのか。熱塩循環の減少によりメキシコ湾流が北まで行かなくなり、ヨーロッパの気温が10℃程度下がるのではないかという予測については、あまり局所的な寒冷化は心配する必要はないとのご説明であったが。

IPCCがこういった計算を色々なグループに行わせているということだが、他のグループとの比較検討結果があれば説明して欲しい。

京都議定書の第2約束期間については、やはり世界のCO₂排出量の約25%を占める米国、今後同程度のレベルまで達しようかという中国を2013年以降の枠組に入れるなど、世界規模で有効な方法を探っていくべきであると思う。

(丸山上席研究員) 他チームとの計算結果の比較については、IPCCが2007年に報告書を出し、その中で世界各国の研究機関による結果の比較が行われる予定である。また、文部科学省の「人・自然・地球共生プロジェクト」において、東京大学、電力中央研究所、気象研究所のグループがB1シナリオ及びA1Bシナリオについて地球シミュレータを用いて計算している。その結果、例えば、B1シナリオでは東大グループの3.0℃に対し、電中研グループでは1.5℃。A1Bシナリオでは東大グループの4.0℃に対し、電中研グループでは2.5℃となった。以前は非常に幅が広がったが、今回はこの程度の幅で収まっており、100年後の予測であることを考えると、驚くほど一致していると思っている。

(齋藤委員長代理) 東大グループと電中研グループで2倍異なる主な要因は何か。

(丸山上席研究員) 非常に複雑な現象で色々な要因があり、一言では言えない。各グループの特徴として、電中研グループでは解像度がそれほど高くないが、2450年といった超長期のエネルギー問題を扱う予測モデルを使用している。一方、東大グループは高解像度モデルを使い、100年程度の期間を非常に詳細に予測・検討している。気象研究所は、台風等を扱うような超高解像度のモデルを使い、期間は短い(数十年間)が、詳細に温暖化を予測検討している。今後、こういった結果は、IPCCの2007年報告書で比較検討される予定である。

熱塩循環の減少による寒冷化は、非常に微妙な問題であり、モデルの中

に色々な問題もあるので、今回の計算結果だけで完全に安心すべきでないと思う。ただ、映画「デイ・アフター・トゥモロー」と今回の計算の大きな違いは、熱を運ぶのは海流だけではなく、大気も大量の熱を運んでいるという点である。この大気で運ばれる熱と、メキシコ湾流で運ばれる熱の比率はおよそ2:1である。熱塩循環の減少によりメキシコ湾流で運ばれる熱が減少するが、一方、全球的な加熱効果は非常に大きい。従って、局所的な寒冷化を相殺するように全球的な加熱が上回る結果、寒冷化は起こりにくいと言える。CO₂濃度を下げていくと、氷河時代のように全球的な加熱効果が弱くなり、寒冷化が起こると考えられる。いずれにせよ、熱塩循環の減少による寒冷化については、まだよくわかっていない。

(齋藤委員長代理) 研究者によってモデルの中の重み付けが違うことが、結果が異なる理由の1つであるのか。

(丸山上席研究員) そういった問題と同時に、元来、熱塩循環が減少する原因は、氷が溶ける、淡水が供給される、降水量が増える、といった海水密度が低くなる現象の様々な組み合わせであり、モデルによってそれぞれの現象の捉え方が異なるので、色々な結果が出てしまう。今回の計算結果が完全に正しいわけではないと思う。

天然ガスの漏洩による温暖化への影響は、今回は検討していない。ただし、B1シナリオ、A1Bシナリオともに、人々が温暖化問題を理解し、天然ガスを最優先で使い、2100年までに全部使ってしまうという仮定を用いている。

(近藤委員長) 天然ガスの漏洩問題の指摘は現在あるいは過去の技術が前提である。100年、200年単位で検討する際には、どの技術にしる技術進歩を仮定して扱うので、このことだけを問題とするのはいかがかと思う。ただし、天然ガスを使うときには、漏洩に注意し、これを防止するシステムを作らなければいけないというのは適切な指摘だ。

(木元委員) 凍土が溶融するとメタンガスが出ると言われているが、その温暖化効果は計算に入っているのか。

(丸山上席研究員) 今回の検討ではまだ考慮していない。ご指摘の点は、私も非常に気になっている。今回の予測では、地下3メートルまでの凍土が解ける解けないを予測しているが、メタンハイドレードはもっと深いところにあると言われている。

(木元委員) 今日は100年以上の超長期の計算をご説明いただいたが、何だか気が遠くなるし、今、京都議定書目標の6%削減をしたところで温暖化は止まらないとのことであり、何をやってもだめなように思えてしまう。

このような研究をされていて、ご自身はどのように感じるのか。

(丸山上席研究員) 我々が気にしている問題は3点ある。1点目は凍土融解が意味する結果である。10ページ上段の凍土融解のグラフ中において、東シベリアやアラスカなどの破線は、2000年の時点でCO₂濃度を一定にした場合の計算結果を意味している。2000年以降CO₂を一切増加させないという仮定(現実には不可能)での計算結果であり、この場合でも凍土融解は止まらない。2点目の問題は、6ページ下段の気温上昇のグラフにおいて、向こう30年程度はシナリオの違いに無関係に気温上昇が続くことである。仮に、明日からCO₂排出量をゼロにしたとしても、その効果が現れるのは遅く、温度上昇は2030年ころまでほとんど変わらないということ。3点目は、今回検討はしていないが、植生への影響であり、高温になって木が枯れた後、気温を多少下げたからといって、木が再生するのかという点が気になる。

(町委員) 生態系の影響も同様ではないか。

(丸山上席研究員) そのように思う。例えば、気温上昇のグラフで2030年以降はシナリオにより大きく異なることがわかるが、そのように差が生じるところで、我々が目標とすべき第1は、まず、地球の気候システムに対して危険な干渉(非可逆的現象)が起きることを避けることであると思う。その上限(閾値)以下で、温暖化抑制のため、生態系影響などを議論することになると思う。

(町委員) 気温はオーバーシュート後に戻っているが、今日ご説明された非可逆的現象とどのような関係なのか。

(丸山上席研究員) 気温や降水量は比較的、線形的な現象と言える。

(町委員) 戻らない非可逆的なものもあるのか。

(丸山上席研究員) まずは、氷である。例えば、凍土は、おそらく氷河期時代から凍ったものなので、一旦溶けると、気温を数度下げることができたとしても大昔にできたものは再生しない。

(近藤委員長) ちょっと乱暴な言い方であると思う。オーバーシュートモデルは、今回のようにオーバーシュート率が約50%のものだけではない。また、今回は2100年を濃度平衡元年とア・プリアリに決めているが、その前後でもよいはずである。それらの組み合わせによるパラメーターサーベイが重要であり、それにより「オーバーシュート率は30%を超えてはいけない」といった結果を得て、気が遠くなるような未来のためではあるが、「子孫のためにはここまでは我慢しよう」という結論を得ることが大切ではないか。地球シミュレータがやっと使えるようになった時代に過大

な要求をしているのかもしれないが、原子力委員会としてもそういった期待をしている。

(齋藤委員長代理) いずれにしても我々としては原子力頑張りましょうということである。

(町委員) 京都議定書目標達成計画についてだが、中国は非常に産業の省エネ化が遅れており、一方、日本は極めて先端的な省エネ技術を持っている。そして、中国はまだまだ省エネを進める余地があるが、日本でこれ以上省エネを進めるのは大変である。従って、CDM(クリーン開発メカニズム)を活用し、先進国日本の省エネ技術を提供することで途上国のCO₂排出量を削減することが有効であると思う。資料2-2によれば現在のCDMによる削減目標は-1.6%であるが、世界全体でCO₂排出量を減らすという観点から、もっと積極的に進めるのがよいと思う。

(齋藤委員長代理) それも1つであるが、まず、国際的に本問題についてどのような世界の将来像を描き共有できるかが最大の課題であろう。

(黒川参事官補佐) ご指摘のとおりだと思うが、受入国側の問題もあると思う。

(近藤委員長) CDMは費用対効果の小さいところから対策を行わしめるための経過措置。肝心なことは人類の将来のビジョン。例えば「最終的に2100年には世界の1人あたりのCO₂排出量を同一にする」ということを決めれば、CDMのような「CO₂を沢山出してお金を持っている人は、当面、CO₂を出していても対策できない人に対して支援し、自分の設備更新の時に自分が削減する」という調整メカニズムを持つことができる。こういったビジョンが無いと、目先の経済と環境の両立や、中国の排出量の増加が気になってしまう。国際法の専門家には、これはほとんど不可能という人が多い。例えば、米国においては、2050年に中国と米国の1人あたりの排出量を同じにすることには皆反対するだろうからだ。でも、2300年に等しくすることでどうかといえれば賛成する人も多いと思う。「どの時点までに1人あたりの排出量を同一にしましょう」と合意できるかがポイントだと思うし、地球シミュレータによるこの種シミュレーションがこのような局面に重要な手段を与え続けることを期待したい。

(3) その他

- ・ 事務局より、4月19日(火)に次回定例会議が開催される旨、報告があった。