

## 第27回原子力委員会定例会議議事録

1. 日 時 令和2年9月8日（火）13:30～14:30

2. 場 所 中央合同庁舎第8号館6階623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

竹内参事官、實國参事官

海外電力調査会

黒田上席研究員（原子力グループリーダー）

海外電力調査会 ワシントン事務所

吉永シニアアナリスト

4. 議 題

(1) 2019年の米国原子力発電の状況に係るヒアリング（JEPIC）

(2) その他

5. 審議事項

（岡委員長）それでは時間ですので、ただいまから第27回原子力委員会を開催いたします。

本日の議題ですが、一つ目は、2019年米国原子力発電の状況に係るヒアリングについて、二つ目は、その他です。

それでは、事務局から説明をお願いします。

（竹内参事官）議題1でございます。

原子力委員会では、海外での原子力分野の教育事業など、原子力に係る様々な海外動向についてヒアリングを行ってまいりました。今回は、2019年の米国の原子力発電の状況について、御説明いただきます。

本日は、海外電力調査会、黒田調査第一部原子力グループリーダー、吉永ワシントン事務局シニアアナリストより、御説明いただきます。

よろしくお願ひいたします。

(黒田上席研究員) 私は、海外電力調査会の黒田と申します。

本日はこうした御説明の機会を頂きまして、どうもありがとうございます。私どもの調査会では、米国のワシントン、それから欧州のパリ、そして、中国の北京というところに現地事務所がございます。

本日は、米国の原子力発電の状況につきまして、ワシントン事務所の吉永から御説明をさせていただきます。

(吉永シニアアナリスト) それでは、説明を始めさせていただきます。

御紹介ありました海外電力調査会、ワシントン事務所の吉永でございます。よろしくお願ひいたします。

めくっていただきまして、資料1ページ目ですが、本日の説明のアウトラインを記載させていただきます。発電電力量・設備利用率、発電コストといった各種データや、早期閉鎖、州政府による経済的支援、また運転延長、初回の運転延長、2回目の運転延長とありますが、そういったトピックスにつきまして、御説明をさせていただきます。タイトルは2019年となっておりますけれども、可能な範囲で2020年以降のデータもアップデートするという形で、資料作成させていただきます。

それでは、説明の方に入らせていただきます。

2ページ目を御覧ください。

こちらが米国の原子力発電所の地図になっております。真ん中下の赤枠部に記載させていただいておりますけれども、2019年1月時点で、全米で98基が稼働をしておりました。その後、2019年5月にピルグリム、9月にスリーマイル1号が閉鎖をいたしまして、2019年末時点では96基が稼働中となっております。その後、2020年に入りまして、今年5月にインディアンポイント2号で、8月以降というふうに記載してはおりますけれども、デュアンアーノルドが閉鎖となっております。デュアンアーノルドにつきましては、今年10月、2020年10月末までに早期閉鎖と予定をしておったのですが、8月に暴風の影響で冷却塔が破損をいたしまして、その修理が10月末に間に合わないということで、再稼働を断念したということで、8月以降の早期閉鎖が決定しております。

ということで、現在アメリカで稼働中の原発は、計94基という形になってございます。

3ページ目を御覧ください。

発電電力量・設備利用率と出力増強ということで、2019年、総発電電力量が8,09

4億キロワットアワー、設備利用率が93.5%となりまして、いずれも過去最高を記録しております。総発電電力量につきましては、2018年も過去最高を更新しておりまして、2年続けて過去最高を記録しているといった形になっております。総発電電力量でキロワットアワーで、グラフの左軸で表しておりますけれども、右の形になっておりまして、2019年に過去最高を記録しているといった形になります。計9基が2013年から19年の間に閉鎖しておるのですけれども、そうした中で高い発電電力量を維持している要因といたしましては、やはり20年連続以上で90%以上を超えている高い設備利用率や、出力増強が理由として考えられます。出力増強につきましては、青棒グラフで記載しているのですけれども、これの右軸で、これは発電容量ということで、単位は万キロワットアワーという形になっております。2019年までの累積で、792万キロワットの発電容量が増加をしておるのですけれども、2016年付近に大きく上がっている部分がございますけれども、こちらはブラウズフェリー1から3号機の3基合計の46.5万キロワットの出力増強がNRCに認可されておりまして、その後、2018年から2019年にかけて、それらの出力増強の工事が完了したということで、このブラウズフェリー1から3を含むということで、ブラウズフェリー1から3号機の出力増強の効果が、2018年、2019年の過去最高記録の更新に貢献しているといった形になってございます。

しかしながら、2019年までに累計792万キロワットの出力増強が認可されておるのですけれども、2020年以降の増加見込量ということで、一番右の青棒グラフの上にオレンジが少し載っておりますけれども、増加見込量は9万キロワットにとどまっております、今後の出力増強の余地はほとんどないといったような状況になっております。

続きまして、4ページ目を御覧ください。

4ページ目が、原子力発電の電源別に対するシェアになっております。全電源、左の円グラフになりますけれども、全電源に対しては、1990年代から19から20%、19年も19.7%になっておりますけれども、で推移しておりまして、長期にわたって大きな変動はないといった形になっております。右の図のカーボンフリー電源でございまして、2000年代初頭までは原子力発電が70%以上を占めてございました。しかしながら、近年、アメリカでも風力、太陽光の拡大というのを受けまして、徐々にではあるものの減少傾向にございます。しかしながら54.8%というシェアが示しますとおり、半分以上のシェアを確保しておりまして、米国でも原子力発電は安定した、24時間発電可能な安定したカーボンフリー電源ということで、そういった価値が広く認知されております。

続きまして、5 ページ目を御覧ください。

こちらが発電コストの推移になります。2019年の発電コストの平均は、1メガワットアワー当たり30.42ドル、2012年比でマイナス31.7%減少しております。同一敷地内に複数基が運転しているマルチユニットの発電コスト平均は、1メガワットアワー当たり28.38ドルに対して、単一基で運転しておりますシングルユニットの平均は1メガワット当たり38.40ドルとなっております。ということで、やはりマルチユニットの方が設備でありますとか人的資源の共用ということで、有効活用で経済効率的な運転をしているという結果となっております。

発電コストの推移を、5 ページに載っておりますけれども、発電コスト、色分けしておりますとおり、運転コスト、資本コスト、燃料コストに分かれております。参考といたしましたNEIの「Nuclear by Numbers」というものを参考しておるのですけれども、そちらのデータ、数値データが2013年、14年という形で、ちょっとないところがございまして、原文どおりになっておるのですけれども、ちょっと年数が開いているところがございまして、傾向といたしましては、2012年以降、全体の発電コストは減少傾向にございまして、先ほども申しましたとおり、2012年比でマイナス31.7%、2019年は減少しております。

この中で、燃料コストについてなのですけれども、別の資料で分かるのですけれども、2013年に最高値に上がりまして、その後、右肩下がりに下がっているといった形になっております。こちらが2011年の福島第一原子力発電所事故を受けまして、世界的にウラン需要が低迷したということで、ウラン価格も下がっているということで、そういった効果が出ているといった形になっております。

一番下がっております青の資本コストにつきまして、次の6 ページで、少し詳細を説明させていただきます。6 ページを御覧ください。

6 ページのグラフが、資本コストの推移を抜き出したものになっております。御覧のとおり、2012年に資本コストはピークを迎えておりますけれども、この2012年にピークとなるまでの資本コストの主な増加要因としましては、改良工事と規制対応が挙げられます。改良工事、どのようなものがあるかと言いますと、原子炉容器上蓋RVでありますとか、蒸気発生器SGの交換、また初回運転延長の対応、当初運転期限であります40年から20年増やしての60年の初回運転の対応でありますとか、先ほど御説明いたしました出力増強の対応が改良工事に含まれております。このうち出力増強関連投資のピークにつきましては、

グラフに追記しておりますとおり、2012年にピークとなっているといった形になっております。

続きまして、規制対応ですが、9.11のテロ対策でありますとか、福島第一原子力発電所事故対応ということで実施されております。このうち、福島第一原子力発電所事故対応につきましては、こちらにも注釈に書いてありますとおり、2015年にピークを迎えているといった形になりまして、これらの対応が全ての発電所でほぼ完了したことによりまして、2012年以降、13年、14年についても同様の減少傾向にあるというようなことを別の資料で確認できるのですけれども、そういった形で2019年まで右肩下がり、2015年以降、右肩下がりですべて下がっているといった形になってございます。

6ページは以上となりまして、続きまして、7ページを御覧ください。

発電コスト削減の取組ということで、DNPという取組を紹介させていただきます。原子力エネルギー協会、NEIが旗振り役となりまして、2015年12月から、事業者やINPO、EPR Iらと協力いたしまして、原子力発電所の安全性を維持・向上しながら、より効率性、経済性を向上させることを目的としたDNPというイニシアチブを実施しております。DNPの主題は、経済性だけにフォーカスを当てるだけではなくて、現在ある安全性、信頼性を重視する文化の維持、当然、発電所の効率化、効率性向上、また、原子力の持つ経済的価値、これを安定なカーボンフリー電源としての価値に対する認識の向上との三つが主題となっております。

具体的にどのような活動をしているかというところなのですが、3段目に記載しておりますとおり、保全活動、放射線管理、教育・訓練などといった原子力発電所を運営する上で様々な業務がございますけれども、そういった幅広い分野に対してDNPの目的達成のための指示書、こちらはEBと呼ばれておりますけれども、NEIが発行いたしまして、そのEBに沿って各原子力発電所で対応を行っていくといった形になってございます。

EBなのですが、2017年12月時点で67件のEBが発行されておまして、原子力業界全体で16億ドルのコスト削減に貢献したとされております。EB、2018年以降も発行されておまして、2018年6件、2019年1件のEBが発行されております。このページは以上になります。

8ページ目を御覧ください。

8ページ、EBの代表例ということで、価値ベースの保全というEBの御紹介をさせていただきます。こちら、2017年1月に発行されたものなのですが、価値ベースの保

全ということで、「過小な予防保全は、機器の故障による改良保全の増加に繋がるが、過度な予防保全も、作業に伴う機器の故障による改良保全の増加に繋がる」という考えの下、予防保全のプロセスを改良して、安全性・信頼性と保全費用を最適化するという形になります。安全性・信頼性を最大限に高めつつ、保全費用を低く抑えてあって、最適点を探していくといったようなEBになっております。この価値ベースの保全の目標なのですが、本年12月、2020年12月末までに発電所全体の保全費用の25%以上の低減を目指すということで、非常に大きな経済性効果が目標にされております。

価値ベースの保全、関連するEBがございまして、同じ2017年1月に発行されておるのですが、価値ベースの保全というのは新しい考え方になりますので、そういった新しい考え方を受け入れる土壌が必要だということで、文化的な移行といったところのEBも出されてございまして、また価値ベースの保全、発行以前の2016年には二つ、単一故障によりプラントトリップや20%以上の出力変化等を伴う機器の削減（定義の見直し）といったEBや、高コストで重要でない予防保全の削減といったEBも出されて、そういった機器の見直しであるとか最適化をしていくという形のEBを三つ、関連EBと含めまして25%以上の低減の形を目指しているといった形になってございます。

続きまして、9ページ目を御覧ください。

こちらが、早期閉鎖の状況を説明させていただきます。近年、安価な燃料費に支えられたガス火力や、拡大する再生可能エネルギーとの競争によりまして、主に経済的な理由から運転期限を待たずに、早期閉鎖を選択する原子力発電所が出てきております。9ページの表には、11基まとめておりますけれども、先ほど説明しましたデュアンアーノルドまで、2013年以降、11基の原子力発電所が早期閉鎖をしております。

資料が重なりますけれども、10ページ目には、今後、早期閉鎖を公表している原子力発電所4基をリストアップしてございまして、戻っていただきまして、9ページ目の表の上から三つ、クリスタルリバー3号、サンオノフレ2、3号の閉鎖理由中のように、原子炉格納容器外壁トラブルや、SG細管損傷トラブルといったトラブルのあった原子力発電所や、同じく9ページの表の下から2番目、インディアンポイント2号のように、ニューヨーク州にあるのですが、ニューヨーク市に近いということで、重大事故の範囲の影響が大きいということで、ニューヨーク州知事から閉鎖を強く要求されたプラントのような形と、10ページになりますけれども、インディアンポイント3号も同じなのですが、ディアブロキャニオン1号、2号のように、カリフォルニア州の、州の政策、再エネ導入政策と合致し

ないといったところの発電所を除きますと、早期閉鎖を選択したプラントは、ほとんどが80万キロワット未満の比較的小規模な、経済性が少し劣るとされるシングルユニットになっているという傾向がございます。早期閉鎖は以上となります。

続きまして、11ページ目を御覧ください。

こちらが州政府による経済的支援になります。近年、ニューヨーク、イリノイ、コネチカット、ニュージャージー、オハイオといった州で、地球温暖化への関心の高まりを背景に、安定して発電可能なカーボンフリー電源としての価値を評価して、原子力発電所に対して財政支援を実施するという支援策が成立しております。11ページの表の一番下のペンシルベニア州では、現在まだ検討中という状況になってございます。こうした支援策成立等を受けまして、多数の原子力発電所が早期閉鎖計画を撤回しておりまして、11ページの表にまとめておりますとおり、16基が早期閉鎖を撤回しているという状況となっております。

続きまして12ページ目からが、運転延長の説明になります。現行の原子力規制委員会NRCの規制では、運転延長の回数やトータルの運転年数に制限はなく、初回の運転延長では60年、当初の運転期限だと40年から20年プラスして60年運転、2回目の運転延長では、それから60年から更に20年プラスして、80年運転が認められます。2019年末時点で稼働中だった96基の運転年数の内訳は、40年以上が47基、30から39年が44基、20から29年が4基、19年以下が1基であり、ほぼ半数が既に運転開始、当初の期限である40年を超えて運転しているという状態になっております。

2029年に最初の1基が60年運転に到達して、その後、続々と60年運転に到達するという状況になっております。初回の運転延長についてですが、2020年5月末現在稼働中の95基のうち、8基を除く87基が初回運転延長認可をNRCより取得済みという状況になっておりまして、ほとんどが60年運転を目指しているという状況になっております。

続きまして、13ページ目を御覧ください。こちらが2回目の運転延長による80年運転の説明になります。

近年、2回目の運転延長に関する動きが活発化しておりまして、2018年にNRCに申請した件名のうち、3プラント、6基が申請しておるのですが、2019年12月に全米初となる認可がターキーポイント3、4号に、2020年3月にはピーチボトム2、3号でも認可が出されております。2回目の運転延長に関する動きということで、19基の動きをまとめておりますけれども、認可済、審査中、申請予定、こちらはNRCへ正式に通知済みのもの、また、申請方針を公表しているものでございます。こういったプラントのデー

タを見ますと、やはり早期閉鎖を選択するプラントとは対照的に、ツインプラントで出力の高いプラントが多く2回目の運転延長を目指しているという状況がうかがえます。

申請方針を公表しているかどうかという違いはあるのですが、NEIによりまして、2020年3月の調査では、55基が既に2回目の運転延長を申請しているか、今後申請予定ということで、運転しているプラントの半分強は、今後80年運転を目指すのではないかとこのようにされております。

続いて、14ページ目を御覧ください。

80年運転に関連しまして、事故耐性燃料(ATF)の説明をさせていただきます。事故耐性燃料なのでありますが、重大事故時の水素発生量軽減、核分裂生成物、FP閉じ込め性能向上等を目指しまして、エネルギー省(DOE)と燃料メーカー、フラマトム、GE日立、GNFですが、ウエスチングハウスの協力によりまして、福島第一原子力発電所事故を契機に、2012年から本格的に開発が開始されております。ATF、安全性が当然向上するのでありますが、経済性の向上効果も期待されておまして、この出力増強が余り今後期待できないという中、今後、既設炉の経済性を大きく向上させる可能性があるということで、ATFに期待が高まっております。ATFによる経済性の向上効果の幅が、80年運転を目指すかどうかを決定するための重要な判断指標になるといたしまして、原子力業界では、2020年代半ばの本格装荷を目指して、近年、実機試験装荷が進められております。

ATFの経済性向上効果になるのですが、高燃焼度化等ということで、高燃焼度化と濃縮度の上昇といったところによる運転サイクルの延長で、「18か月→24か月(主にPWR)」というふうに記載しておりますけれども、アメリカの原子力発電所、BWRはほとんどが既に24か月運転を実施しておまして、反対にPWRは、18か月運転といった形になっております。また、高燃焼度化によって燃焼度制限を上げてやるとPWRが18か月から24か月に延ばせるのではないかとこのように、非常に大きな経済性向上効果があるということで、期待をされております。また、安全裕度の向上による出力上昇や、使用済核燃料発生量低減という形で、経済性向上効果が期待されております。

14ページの表に、ATFの実機試験装荷の状況をまとめております。左から2番目の枠なのでありますが、ペレット・被覆管というふうに記載しておりますけれども、通常、現在使われておるUO<sub>2</sub>燃料、ジルカロイ被覆管から各ペレット・被覆管共に改良したものを使っていくといったコンセプトで、ATFの開発が進んでおります。ペレットでいきますと、フラマトム、ウエスチングハウスが実施しております、クロミア、アルミナ添加のUO<sub>2</sub>や



ペレットでございますとか、ウエスチングハウスが出しておりますブランシリサイドのペレットが既に試験装荷が始まっております。また、被覆管につきましては、各メーカーが実施しておりますクロムであったり、セラミックで表面を保護したジルカロイの被覆管でありますとか、GNFの鉄、クロム、アルミといった被覆管が開発を進めております。また、被覆管につきましては、フラマトム、ウエスチングハウスの備考欄に記載しておりますけれども、シリコンカーバイドといった被覆管も、長期的な開発スパンで、開発が進められております。

一番最初に試験装荷が始まったのがGNFの二つでして、2018年春に1号機で実施されております。こちら備考欄に記載しておりますけれども、ハッチ1号装荷分は今年1月、2020年1月に1サイクル照射が2年間で完了いたしまして、それを取り出したものは既に照射後試験が開始されております。ATFの説明は以上になります。

最後、15ページ目を御覧ください。

まとめといたしまして、繰り返しになりますけれども、2019年における過去最高を記録した発電電力量と設備利用率や、初となる2回目の運転延長認可は、原子力業界にとって明るいニュースとなりました。しかしながら、足元では早期閉鎖の動きが継続しておりまして、2020年も2基が早期閉鎖、今後も4基が2025年までに早期閉鎖の予定となっております。

新規建設が進んでおりますのは、2021年、22年の運転開始を目指すボーグル3、4号のみとなっております。出力増強も多くは見込めない。また、新型コロナウイルスの影響、こちらは今年の春に定期検査をしているプラントの中で確認している、できているもので一つ作業員の方の感染拡大を受けまして定期検査を延長したというプラントもございまして、そういった影響も考えると未知数ということを経験しますと、2020年以降、2019年の発電電力量を更新していくことができるかというのは不透明な状況となっております。

アメリカの原子力発電所、既設の原子力発電所につきましては、2020年以降も経済性を一つの判断基準として、早期閉鎖か80年運転を目指すかといった二極化が進んでいくものというふうに考えられます。

私からの説明は、以上とさせていただきます。ありがとうございます。

(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) 詳細な説明、ありがとうございます。

大変興味深いプレゼンテーションだったと思います。スリーマイルアイランドの事故から約40年、福島から約10年ということで、事故の規模も相当違ったわけですがTMI以降、米国の原子力産業界も政府も、様々な面においていろんな問題を抱えてきて、それをこの40年何とか克服してきたのだらうと思います。日本も10年たとうとしておりますけれども、様々な問題に直面しているというのが現状なのだらうと思います。

そういう意味で、米国の現状が10年、20年先の日本ということで、学ぶ点が多々あるかと思われま。特に設備利用率も含めたコストの削減努力、それから経済的支援策、さらには運転延長の問題など、今日おっしゃっていた色々な点において、やはり学ぶ価値のあるアメリカの経験だったのではないかと思われま。

それからもう一つ大きなコメントとしては、最近のアドバンスト・マイクロリアクターですね。SMRも含めた動きが非常に注目すべきであって、彼らいわく、ゲームチェンジャーになり得る、機会の窓が開いているということで、DOEも含めて、産業界も、あるいは州政府も非常に前向きにこれを捉えている訳です。将来の一つの目標を据えて官民が研究開発しているという意味では、非常にアメリカらしいなという感じがします。。

あと若干小さな質問ですが、5ページですね、コストがマイナス31.7%と書いてあります。これはどの時点のドルを基準にしているのでしょうか。インフレ率とか調整した後の数字なののでしょうか。

(吉永シニアアナリスト) 恐らくその2019年のデータを基にしておりますので、ドルについては2019年か2018年、至近のドルを反映しているということになっていると思えます。

(佐野委員) 7年で3割削減というのは、非常にドラスティックにコストが削減された。された安全性の観点からの投資も一巡したということも含めてなのだらうと思うのですが、この辺りも非常に学ぶ点が大きいと感じました。

それから6ページ目の改良工事と規制対応が一巡した結果ということですがけれども、この寄与度がどの程度なのか分かりますか。

(吉永シニアアナリスト) ピークを迎える時点では、やはり改良工事の方が大きいというような形になっておまして、それが大きく減ったことで、やはりその2012年の山がかなり大きくなったという形になっているのですけれども、その後またやはり福島事故のピークというのもございまして、規制対応が少し残っていて、今もそれがほとんど、改良工事も規制対応も全くないわけではないのですけれども、そういった形で上昇しておまして、最初の

2012年から15年の、13年、14年もがくっと下がっているのですけれども、そこのがくっと下がったところに関しては、やはり改良工事が減ったというところが大きいといった形です。

(佐野委員) この改良工事というのは、規制が求めている工事以外の改良工事ということですね。

(吉永シニアアナリスト) そうということです。事業者が望んで初回運転延長する、事業者が望んで出力増強するといった形で、その規制対応以外の、当然規制に沿って申請をするのですけれども、事業者が自身で判断して改良していくという形になっています。

(佐野委員) ありがとうございます。

最後にアメリカには、自由化している州と、していない州がある訳ですが、その結果として下がっているコスト、あるいはコストが下がっていないという指摘もあるので、その辺りはどうですか。つまり自由化を一旦した後、元に戻している州もあるというふうに聞きますけれども、全般的にアメリカの州は今後共自由化の傾向にあると見てよろしいの。

(黒田上席研究員) 米国の今、自由化の状況といいますと、まず50州、米国はありますが、完全自由化は13州となります。全体から見れば、マイナーな方になり、ほとんどが自由化していない規制州となります。その料金というものを全州台でながめると、結局のところ非自由化州の方が安く、自由化州の方が高くなっております。それはなぜかと言うと、そもそも自由化した州は、元から高いがために自由化によって下げたいという希望があって、それで自由化に向かったわけなのです。ところが、我々の方で経年変化など調べたところ、その自由化の効果が料金にどの程度影響したかというのは、実はクエスチョンマークです。上がったところもある、下がったところもある。それは大まかに言うと、燃料費が上がったり下がったりしているだけで、自由化の効果ということについては、よく分かりません。今、我々の結論というのは、そういうところですよ。

(佐野委員) ありがとうございます。

(中西委員) どうも御説明ありがとうございました。詳しい御説明で、アメリカはとてもオープンに、何をコストの削減の対象にしたかというのが非常によく分かって、参考になりました。

5ページですが、ピークが2012年であり、その後、どんどん減ってきたことはすばらしいと思います。ただ、発電コスト削減の取組で書かれているのが2015年12月からということで、結構後になりますが、12から15年の間で激減しているのですが、これはど

ういった理由なのでしょうか。

(吉永シニアアナリスト) お答えさせていただきます。先ほど佐野委員からの質問にもございましたとおり、データが無いため分かりづらく申し訳ないのですけれども、やはり2012年、6ページにもございますけれども、出力増強関連投資のピークということで、改良工事がかなりコストの要因を占めております。そちらが出力増強の関連費用がピークだったのですが、そういったところは大きく減少しているので、そこに関しては、DNPが2015年に御指摘のとおり始まったということであるのですけれども、2020年、2015年にくくと、そのDNPが始まる前にくくと落ちているというところは、やはりその改良工事が一巡して、そういった設備投資が少なくなったというのが大きい状況が理由として考えられております。

(中西委員) それに関して、あとちょっとお伺いしたいのは、40年、60年とあって、60年、80年と。この20年というのは何かあるのでしょうか。

(吉永シニアアナリスト) 詳細な理由は存じ上げないのですけれども、やはり原子力発電所の高経年化ということで様々な設備を見ていかないといけないという中で、NRCの判断だろうと思いますが、技術的な判断で20年ぐらいが妥当ではないかという形であるというものと考えられます。

(黒田上席研究員) 少し補足いたします。NRCが40年に決めたというのは、安全性や設備の限界などから決めたわけではないことが定義に書いてあります。経済活動等で40年の目安を決めて、その時点でまた判断するといった、指標のように定めており、その40自身に、それほど大きな意味はないと思っています。延長にするに当たって、一応20年を基本単位にしようかということはNRCが決めたのだと思いますが、その都度20年、そして80年という形で進んでいるというのが現状です。

(岡委員長) ありがとうございます。

幾つかあるのですが、この状況の調査から、日本の方々に、この一般国民に伝えたいことをまとめるとどういふ感じでしょうか。NEIがこれを伝えようとしていることと言ってもいいかもしれない。それはどういふふうになりますか。

(吉永シニアアナリスト) やはり原子力発電所のコスト削減の取組は、原子力産業界大で一つの方向に向かって進んでいって、80年運転、高経年化に取り組んで、経済性を担保しないとアメリカはどうしても当然、成り立ちませんので、経済性を向上しつつ安全性をという、両立させながら業界全体で進んでいくというのがすばらしい取組かと思っています。

また、先ほど佐野委員が言及されましたとおり、アメリカで働いておられますと、やはり先進型原子炉の開発というのが非常に活発である印象を持っております。そういったところが若い人を惹きつけるという、非常に前向きに、全く新しい原子炉を自分たちで開発していくという形で非常に前向きな動きになっています。シリコンバレーでありますとか、若い方の興味を引いているということで、非常に前向きに進んでいる部分は、非常に参考になるなどというふうに考えております。

(岡委員長) 原子力向きの電力会社向けのようなコメントに聞こえますが、NEIが発信しよう、「Nuclear by Numbers」ということで発信しようと思っていることのように感じとれますがいかがでしょうか。

(吉永シニアアナリスト) そうです。「Nuclear by Numbers」はやはり、カーボンフリー電源としての貢献や、作業員の数、作業員でかつその作業員の方が納税をして地域社会に貢献している、といった形の情報も載っていますが、そういった形で原子力発電が貢献という形で考えております。

(岡委員長) ありがとうございます。人によって当然印象は違っていてもいいと思うのですが、4ページにあるように、そのカーボンフリー電源の中で原子炉が一番貢献しているのだと。最近、少し再生可能エネルギーが増えてきましたが、元は70%ぐらいは、今でも53%ですか、ということで非常に貢献しているねということの一つは発信しているのだと。

それから、コストの話は、私としては米国はすごいなと思ったのですね。「Delivering the Nuclear Promise」ということで、発電コスト30%減を目標にやっているということで、アメリカの電力会社は、組織がしっかりしていて、すごいなと思いました。これは中の話かもしれませんが。

それから延長運転のところは、まとめると、ほとんどが60年の、その90何基ありますけれども、ほとんどはもう許可を得ているということですよ。

(吉永シニアアナリスト) はい。

(岡委員長) まだ、その60年目に入っているところは、そんなに多くないかもしれない。そういうことですね。

(吉永シニアアナリスト) ほとんどないかと思えます

(岡委員長) 非常に長く使えば、原子力は安価な発電ができるということですね。そういったところは見習いたいと思えます。

細かいコメントをすると、私、元のレポートを見たのですが、例えば6ページで、先ほど

中西先生が質問しておられたこととの理由が分かりました。もう一つ別の図がありますね。二種類の図があって、資本費で書いた図と、それからメガワットで割った図とあって、少し値が違うのですけれども、それは資本費の方を総発電電力量の800ビリオンメガワットアワーで割ると、大体このお互いの図の違いが分かるのですけれども。6ページの図のその間が抜けているところは、表の方は確におっしゃったように抜けていて、もう一つの方では出ていますので、それを見ると、出力増強関連の投資のピークであると、ここは言葉で書いてありますが、内訳が書いてありますので、2013年、14年、15年はレギュラトリーと書いてありましたから、その対応が多かったということは、そっちの図から分かったということがあります。

日本との関連でいうと、日本は60年運転が法令で決まっていますから、これを延ばすには国民の理解と政治の理解、法令改正が必要です。それなりにちゃんと理解を図らないといけないということは、日本の原子力関係者は厳しく認識しておかないといけない。これは電力会社がまず声を上げないと、なかなか国がというものでもないのではないかなと思いますね、私は。これは私の意見ですけれども。

それから、最後の「Accident Tolerant Fuel」のところは、既に80年運転を申請したり許可を得たところもあるから、これはその80年運転の必要条件という感じはしない。もちろん、これで性能が上がった燃料が出てくればいいのだけどもというふうに思いますのですけれども、いかがですか。

(吉永シニアアナリスト) そうです。NEI等も発電延長の自由な指標という形で公表してたりしていますので、そういった形で重要な、それが委員長がおっしゃるとおり十分条件でないとは思いますが、大きなファクターであるかなとは考えております。

(岡委員長) 日本は規制上、実機試験はできるのでしょうか。これは、実機試験で照射していますよね。

(黒田上席研究員) はい、そうです。

(岡委員長) 実機を使って照射をしていますよね。

(黒田上席研究員) はい。

(岡委員長) これは規制側と話ししないとイケなくて。

(黒田上席研究員) 日本でも、過去に、例えば高燃焼度化ということで電力会社が動いているときに、順々に、試験炉で確認して、それで最終段階でLUAというリード・ユース・アセンブリという形で、商業炉に数本入れるとか、これとよく似たやり方でやっています。ただ、

その飛躍の程度とか、確認のレベルはどうかというと、差があると思います。そういう意味では、アメリカも日本も商業炉には、どこかの段階で入ります。

(岡委員長) 日本でもできるのでしょうか。

(黒田上席研究員) 程度によります。全部できるかどうかは分かりません。

(岡委員長) どうもありがとうございます。

先生方、いかがでしょうか。

(佐野委員) 1点だけ。11ページの経済的支援、ニューヨーク、イリノイ、コネチカット、ニュージャージー、オハイオですが、ペンシルベニアは支援を検討中ということですか。

(吉永シニアアナリスト) 支援策を検討中ということです。

(佐野委員) 例えばCO<sub>2</sub>ゼロエミッションを評価した形で原子力産業に支援を行うわけですがこれは結構、違いますか。

(吉永シニアアナリスト) そうです、16年以降です。

(佐野委員) そのときの州民の反応について、どういう反応だったのでしょうか。地球温暖化派とか、原発反対派とか、いろいろあったかと思うんですが。

(吉永シニアアナリスト) 明確に州ごとにどうだった、どうだったというのは、なかなか難しいところがあるのですが、やはり決めていくのは当然、議会が決めていく中で、報道を見ていると、やはりカーボンフリー電源の価値が重要だということを重視している方が多いから、その原子力発電に対して支援が決まっていくというような動きがありましたので、やはりそういった、資料にも記載しましたとおり、地球温暖化への関心の高まり、アメリカでもかなり異常気象、ハリケーンがすごく大きくなったりとか、洪水が起きたりとか結構していますので、そういったところでやはり気候温暖に対する関心が高くなってきてということでの州の政策が成立したところで、反対意見が全くなかったかということ、そうではないとは思いますが、大きな反対というのは余り見られなかったように認識しています。

(佐野委員) トランプ政権はパリ協定から離脱したが、実際は各州や企業がCO<sub>2</sub>削減に着実に動いているということだろうと思います。主に知事が民主党系の州ですか。

(吉永シニアアナリスト) オハイオとペンシルベニア以外は、比較的民主党が強いです。先に成立しましたニューヨーク、ニュージャージーまでは、比較的民主党が強いと言われている州になっております。

(佐野委員) ありがとうございます。

(岡委員長) 電力自由化の話がされたと思うのですが、米国は非自由化州の方は電気料金が安

い。申し上げたいことは、電力の自由化というのは、発電設備の投資環境にすごく影響を与えてきた。それで、現時点の調査だけではなくて、歴史の調査というのですか、そういうものがすごく重要だと思います。要するに、経済自由化というのは80年代から、レーガン、サッチャーの時代から起こって、90年代からは電力自由化が、アメリカ、イギリスは行われて行われているわけですね。日本は、1990年代に試みられたが、本格的なものは最近ですね。二、三年前に小売自由化で、今、送配電分離ですかその投資環境がどういうふうに影響したかということ进行分析することも重要だと思うのですけれども、そういう調査はありますか。余りないですか。

(黒田上席研究員) 日本で電力自由化は2016年4月から始まったわけなのですが、その段階では、やはり原子力において、その自由化がどういう影響を及ぼすか、基本的には、自由化は原子力になじまないという方向のレポートなどを見えています。そういう意味では結果どおりというか、やはり原子力は長期的に大きな投資をするという観点で、こういう短期的な電力のキロワットアワーというエネルギー代で競争するような場には非常にふさわしくないというか、競争していけないという弱みを持っているのですね。

そういう意味から、原子力は自由化の中でなかなか厳しいだろうなという予測どおりに、現在の世界もなっているというのが現状かと思います。

(岡委員長) ちょっと評論家的ですけれども、ちょっと失礼ですけれども、国民から見れば電気料金はどうなるかというところが重要なのですね。それで、私自身が分析して、NEIのデータを見たところ、2000年頃までは、1990年頃からガスタービン・コンバインドサイクルがたくさん導入されていますね。投資額が少ないですから。だけど発電コストは高いです。2000年頃で、NEIのデータで原子力の3倍ぐらいですよ。それで2005年頃から、再生可能エネルギーがたくさん導入されていますね。英国、米国。だから発電コストは高くても、電気料金との差があれば、電気は絶対使いますから、使わざるを得ない。投資が回収できる、投資額が少ないものが新規建設で選ばれて、電気料金とは関係なくて入っているというふうに私自身は理解をしたのですね。それはもちろん、データで示すことができます。

最近、アメリカだけはシェールガスが出てきて、天然ガスのコストがすごく安くなったから、ここ数年はすごく天然ガスとの競争が激しくなったということで、申し上げたいことは、皆さんは、その最終の電気料金で、水力とか原子力とか非常に投資額が大きくて、なかなか投資されないものが実は安い電気には貢献しているのだということは、何でおっしゃらないの



だろうなと思ったのです。原子力に向いていませんよとか、向いていますよという話は、失礼ですが少し評論家的ですよ。私はデータを見ている限り、そういうふうに理解したのですね。

2000年頃のアメリカのプロダクションコストを見ると3倍ぐらい天然ガス火力は原子力より高いですよ。今も再生可能エネルギー、どのぐらい高いか分からない。だけど、入っていきますよ。日本でも騒いでいますけれども、投資環境に適合していますから、投資額が少ないから短い期間で投資が回収できるということで、予想がたちますので。だけど、アメリカはフーバーダムとか、テネシーバレーのダムとか、大不況のときに造った水力がたくさんあります。それらは多分、原子力よりもっと安いですね。原子力発電も昔造った、初期の建設投資の回収が終わって運転期間が60年近くになっている原子力発電所が米国はほとんど全部です。これらの発電所が安価に発電している。

ただ、自由化によるガスタービン複合火力や再生可能エネルギーへの投資増加に対して、初期投資の償却が終わった水力や原子力や石炭火力が米国では安価安定に電力供給している話は、不思議なことにあまりなされない。多分、原子力問題だけ見ているとか、国民の目線で電気料金どうかと見ていない。高くても電気使わないといけませんから。ガスタービン複合火力や再生可能エネルギーは発電コストが高くても投資がなされ使われています。電気料金払いますよね。

再生可能エネルギーは何も対策が必要ないとは言っていないのです。それは、ちょっと特殊なエネルギーですから、いろんな対策が要りますよね。けど全体の構造としては、再生可能エネルギーは、これからどんどん入っていくと思います、現在の投資環境の中で。しかし原子力は、電気料金からいえば、うまく運転すれば非常に安いのだということは、アメリカの結果から出ている。それともっとちゃんと主張して、60年、80年のデータにするとか、そういうことをちゃんとと言わないと、原子力に向いていませんよなんて言っているようなのではないのでしょうか。電気自由化はもう始まっていますし。これは私の意見ですが。

先生、ほかに何かございますでしょうか。

(佐野委員) 7ページのDNPの中で、というのはどういうことでしょうか。つまりNEIやINPOのブレインとしてこれらを支えているのあるいは大学にアウトソースしているのか。つまりEPR IがこのDNPの中で、リーダーシップを発揮している状況なのか、もしお分かりであれば。

(吉永シニアアナリスト) E P R I 自身は、その技術者を抱えているのですけれども、恐らくその技術的なところで、そのアドバイザーというのではないのですけれども、そういった形で協力をしているのだと思います。ちょっとお答えになっているか分からないのですけれども。

(佐野委員) N E I が委託しているということですか、技術開発に。

(黒田上席研究員) E P R I 自身、全て資金の下に研究をします。そのスポンサーが誰かという、電力会社であり、N E I も直接出しているかなと思います。電力から、こういったプログラムで研究してくださいという委託を受けて、それで成果を出し、収入を得て、自分たちの価値を認めてもらうというようなことになっていますね。

今回のコストを下げるという観点で、どういうテーマがあったかは、ちょっと私自身記憶がないのですが、技術的な面から省エネルギーとかルーチンでやっているような作業の中でそういうようなものを、E P R I も独自の提案をしていると思います。そういう意味では、E P R I は電力会社、N E I なんかと一緒に、いろんなことをやる場合には協議してやっています。

更にちょっと付け加えますが、アメリカの特徴として、N R C がバックアップしてます。バックアップという言い方は変ですが、N R C がこうしたコストダウンするに当たって、規制を変えないといけない部分があるわけです。そうしたときに、N R C が相談に乗ってくれるのですね。そういった効果があります。だからこのコストダウンのときも、N R C はその協力をしています。

(佐野委員) N R C が N E I と同じ方向を向いているということですか。

(黒田上席研究員) そういう意味では原子力をよくするというで、原子力がこれから成り立っていくために。基本的な理念で、N R C 自身は原子力をやるための組織というような、露骨には書いていないと思いますけれども。結局、原子力を国としてやるので、そのために規制するのだという立場でやっているかと思います。

(佐野委員) ありがとうございます。

(岡委員長) アメリカの原子力発電をは長年見てきました。スリーマイルの前に、たくさん、どの電力会社も原子力を造ろうとしたのですね。うまく完成したところもあるけれども、なかなかうまく造れなくて、特にスリーマイルの後、余計規制も厳しくなって、それで大損したところもありますよね。それでもういやだとなったところもあって、その後ずっと造っていない。80年代から自由化が来た。それで余計、投資が厳しくなったと。ただ、原子力発電は長く使えば安いということ、水力に次いで安いということは分かっている、そのこのとこ

ろは皆さんに理解をしてもらいたい。

もう一つは、英国は今、原子力は、そういう観点でも利点があるということで、再生可能エネルギーと原子力の新規投資を支援しようとしていますね。その辺りも、皆さん余りよく御存じないみたいだけれども、それは単に原子力の支援ということで皆さんがおっしゃるから、非常に伝わらないのであって、やっぱり長期的に安い電気を安定に供給できるという利点を、きちんと皆さんが言わない限りは、国に依存して何かやってくださいよみたいな、そういう感じで言うと、これは全然、かえってマイナスになるなど。これは僕の意見ですけども、ずっと長年見てきて、80年代から欧米のいろんなものを見てきて、これは事実としても間違っていないと思うのですけれども、この機会にコメントさせていただきたいと思います。

それでは、どうもありがとうございました。

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。

(竹内参事官) それでは、議題2、その他でございます。

今後の会議予定について御案内いたします。

次回、原子力委員会の開催につきましては、9月15日、13時半から、場所、8号館6階623会議室、議題は調整中で、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。

ほかに、委員から何か御発言はございますでしょうか。

それでは、御発言がないようですので、そ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。