

原環センター トピックス

RADIOACTIVE WASTE MANAGEMENT FUNDING AND RESEARCH CENTER TOPICS

2014.12.NO.112

目次

センターの活動状況	①
エネルギー政策の動向と高レベル放射性廃棄物問題	④

センターの活動状況

I 運営状況

韓国原子力環境公団（KORAD）との協力協定の更新

平成26年10月29日、韓国の慶州市のKORAD本部において、高橋理事長とKORADのイー理事長（Dr. Jong In Lee）との間で、技術協力協定に署名を行い、平成31年10月までの更新を行いました。この協定に基づき、今後、両機関の継続的な情報交換を行う計画です。

KORADは、2009年に韓国放射性廃棄物管理公団（KRMC）として設立され、2013年6月に現在の組織名に変更されました。KORADは、今年竣工した慶州市の低中レベル放射性廃棄物処分場の操業を含め、韓国国内のすべての放射性廃棄物管理事業の実施を担うとともに、放射性廃棄物基金の運用管理を行っています。



II 成果等普及活動の実施状況

平成26年度 第2回原環センターセミナーの開催

中堅技術者・研究者むけ第2回原環センターセミナー「放射性廃棄物最終処分の安全評価の基礎Ⅱ」を以下のとおり開催しました。このセミナーでは、基礎的内容から重要な課題を抽出し、より詳細な講義と受講者・講師の質疑応答を通じて、理解を深めていただきました。

開催日時：平成26年10月16日（木） 10:30～18:00
開催場所：京都大学東京オフィス 第2、3会議室
講師：公益財団法人原子力安全研究協会
処分システム安全研究所 所長 朽山 修 氏
講義：講義1 放射性廃棄物の管理（処理処分）とは
講義2 放射性廃棄物処分の安全確保の構造
講義3 放射性廃棄物処分の安全評価とセーフ
ティケース
総合討論



平成26年度 第2回原環センター講演会の開催

平成26年度第2回原環センター講演会「処分容器の健全性評価における金属工学的アプローチ」を以下のとおり開催しました。処分容器の長期健全性を担保するための腐食挙動の評価方法について、金属工学的観点からの検討を紹介した後、会場との質疑応答を行いました。

開催日時：平成26年10月17日（金） 15:00～17:00
会 場：公益財団法人原子力環境整備促進・資金管理センター 第1、2会議室
演 題：処分容器の健全性評価における金属工学的アプローチ
講演者：処分工学調査研究プロジェクト
プロジェクト・リーダー 小林 正人



平成26年度 第3回原環センターセミナーの開催

第3回原環センターセミナー「放射性廃棄物最終処分の安全評価の基礎Ⅲ」を以下のとおり開催しました。本セミナーでは、安全評価の基礎的知識を持つ技術者・研究者を対象に、簡単な安全評価解析演習を通じて、安全評価から見た放射性廃棄物最終処分の全体像をより深く理解していただくことを目標としています。基礎知識講義の後、簡便なプログラムを用いた解析演習を行い、実践的知識を深めていただきました。

開催日時：平成26年11月20日（木） 9:30～17:00
会場：東海大学高輪キャンパス1号館 第2会議室
講師：東海大学工学部原子力工学科
教授 大江 俊昭 氏
講義：課題1 放射性廃棄物処分の安全評価解析の基礎
Ⅰ. 浅地中ピット処分の事例分析
Ⅱ. 地層処分の事例分析
課題2 放射性廃棄物処分の安全評価解析の演習
Ⅰ. 有限差分法による放射性核種移行解析
Ⅱ. 地層処分の総合安全評価
課題3 原子力発電所事故による汚染廃棄物の評価



平成26年度 原環センター研究発表会の開催

平成26年度原環センター研究発表会を約120名のご来場を頂き、開催しました。高橋理事長の開会挨拶に引き続き、当センターから研究発表3件と公益財団法人地球環境産業技術研究機構理事・研究所長 山地憲治氏による、特別講演「エネルギー政策の動向と高レベル放射性廃棄物問題」を行いました。

日時：平成26年12月9日（火）13:30～16:45

会場：星陵会館ホール（星陵会館 2 階）

プログラム：

1. 理事長挨拶

2. 研究発表

(1) 原環センターの調査研究活動の概要

常務理事 浦上 学

(2) 地層処分における緩衝材の品質－水との付き合い方－

処分工学調査研究プロジェクト プロジェクト・マネジャー 江藤 次郎

(3) TRU廃棄物地層処分における固化体の機能－ヨウ素129・炭素14の放出挙動を例に－

処分材料調査研究プロジェクト プロジェクト・リーダー 桜木 智史

3. 特別講演 エネルギー政策の動向と高レベル放射性廃棄物問題

(公財)地球環境産業技術研究機構 理事・研究所長 東京大学名誉教授 山地 憲治 氏



高橋理事長の開会挨拶



研究発表 浦上常務理事



研究発表
江藤プロジェクト・マネジャー



山地憲治氏による特別講演
「エネルギー政策の動向と
高レベル放射性廃棄物問題」

エネルギー政策の動向と高レベル放射性廃棄物問題

(公財) 地球環境産業技術研究機構 理事・研究所長
東京大学名誉教授 山地 憲治

エネルギー基本計画はこの4月に閣議決定されたのですが、エネルギーミックスの姿が描かれていないということでまだいろんな小委員会等で検討中です。本日は、前半でそれを少しお話ししたうえで、後半で高レベル放射性廃棄物問題に触れたいと思います。



【エネルギー政策の基本目標】

言うまでもないことですが、エネルギー政策の基本目標を定めなければいけません。これに関しては、2011年の福島第一原子力発電所事故（以下、福島事故）の前後とも一貫して基本的には3E+Sと言われて、今回のエネルギー基本計画でもそれが確認されているところです。3Eというのは、Energy Securityのエネルギー安全保障、それからEconomic Efficiencyの経済性、あとEnvironment Compatibilityという環境適合性です。我が国の場合はやっぱりエネルギーに関する環境問題といえば温暖化対策が重要です。そして、その全ての前提として安全Sがあります。

図-1に赤字で書いてあるのが福島事故で毀損された項目で、青字は2014年に改定される前の2010年の

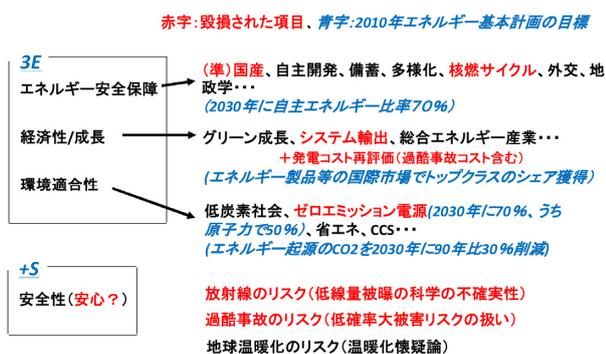


図-1 わが国のエネルギー政策の基本目標と福島事故で毀損された項目

基本計画の内容です。

【原子力の位置づけ】

原子力は準国産エネルギーで3つのEいずれにとっても非常に重要な要素だったのです。なぜ原子力が準国産と言われるかですが、多くの方が「再処理をしてプルトニウムを利用するとウラン238も使われて資源ベースがものすごく大きくなり、供給安定性があるからだ」と言われます。それはその通りですけれども、私は原子力の安定供給上のメリットとしては、技術に内在する備蓄性が重要だと思っています。原子力発電所に燃料をいったん装荷すると、2年運転も技術的にはできます。次の燃料も持っていますから、石油などは何日備蓄ということで多額の金額をかけているのですけれども、原子力は技術的に長期の備蓄性を持つところが大事だと思います。

経済性も、単に発電コストが安いだけではなく、システム輸出として原子炉のシステムを輸出することで期待されていて、これは続いていますけれども、やっぱり毀損はされています。原子力が安いというのは事故後は神話になったと言われるのですけれども、過酷事故のコストを含めた発電コストの再評価では、例えば過酷事故で除染とか損害賠償に5兆円かかるとしてもキロワットアワー当たりで言うと50銭ぐらいとされています。それが例えば10兆円になれば1円ぐらいということになるのですが、その程度であれば化石燃料—石炭とか天然ガス火力に匹敵する経済性は持つと言えると思います。

一番厳しくなってきたのは温暖化対策で、2010年のエネルギー基本計画では「ゼロミッション電源」という表現をとっていますが、運転中にCO₂を出さない電源、つまり原子力と再生可能エネルギーですが、それを合わせて2030年にはキロワットアワーで70%にするとしています。そのうち50%は原子力で20%は再生可能エネルギーだったのですけれども、これは絶対にできないですね。ここをどう調整していくかが今まさに問われているところです。

あと、安全性の話は話すと長くなりますから今日はやりませんが、安全という名前で安心が問われているわけであって、結局低レベル放射線被ばくのリスクをどうみるか、あるいは低確率・大損害というタイプのリスクである過酷事故のリスクをどうみるか、これは昔からの問題なのですけれども、これらが

国民的選択の問題として問われていると理解しています。

【エネルギー政策の動向】

東日本大震災後、エネルギー政策、温暖化対策はいろいろな審議会で議論されてきました。ただし、福島事故時の民主党時代だけではなく自公政権もそうですけれど、単に審議会で審議してエネルギー環境政策を作るのではなくて、政治主導という方向性が現在も続いていると私は理解しています。それを象徴するのが、2011年6月に当時の菅首相のもとで発足した「エネルギー環境会議」です。これは、当時国家戦略室というものがあつた、そこの担当大臣が議長を務め、経産大臣と環境大臣が副議長を務めるといふ閣僚をメンバーとする会議体で政治主導そのものでした。審議会は、ここに対して選択肢を提示して、政治的主導のこの委員会でその選択肢をまとめて、2012年の7、8月に「国民的議論」を行い、民主党時代には「2030年代末までには原発ゼロにする」という革新的エネルギー環境戦略を打ち出しました。

結局のところ、政権交代後にエネルギー基本計画の改定を審議したのは基本政策分科会で、ちょうど1年前ぐらい前に審議会としては答申を出しました。その後都知事選などで調整時間がかかり、今年の4月にエネルギー基本計画の改定が行われました。その間に電力システム改革、あるいは震災前から準備されていた固定価格買取制度が始まり、また温暖化対策としては、現在もやっていますけれど、経済産業省の産業構造審議会と環境省の中央環境審議会の合同会議で2020年以降の温暖化対策目標を考えています。

あとは、最後に触れますけれど、日本学術会議に原子力委員会から依頼があつて高レベル放射性廃棄物に関する回答を作成し、これも多少の影響を持ったと思いますが、総合資源エネルギー調査会の廃棄物ワーキンググループで高レベル廃棄物処分の議論が行われています。

温暖化対策のほうも、去年COP19、今COP20をやっておりますが、COP19でとりあえず暫定目標として、政府は「とりあえず暫定」という言葉は使っていないのですが、現時点での目標ということで原子力の寄与が見えない中で出したのは2020年に2005年比で3.8%減という数字でした。これを今後改定して来年のCOP21で2020年以降、おそらく2030年まで、あるいは、アメリカは2025年とか言っているのですが、その辺りの目標が出る。これが今までの審議の概況でございます。

【厳しい現状】

さて、エネルギーミックスの姿が出ないと言うのですけれども、ミックスの姿というのは、2012年6

月に国民的議論をやった時に3つのシナリオとして出した原子力を2030年にゼロにするのか、15%にするのか、20~25%にするのかというもので、この範囲の中に入ってくるんでしょうね。

しかし現実には、現在の原子力の稼働はゼロとなっており、厳しい立場に置かれています。基本計画は閣議決定されたけれど数値目標が無いということで、小委員会レベルで、政策の各論をやっています。一つは原子力小委員会、もう一つは私が委員長を務めている新エネルギー小委員会、あと省エネルギー小委員会というのがあります。また、化石燃料系の分科会、こういう審議会構成で進めているんですが、いずれは新たな場を設けてミックスの議論に入っていくとみています。

図-2は第一次オイルショックの年の1973年度、震災直前の2010年度と最新の2013年度の日本の電源構成です。赤の太枠で括ったのが輸入分です。今や、第一次オイルショックの時よりも化石燃料依存度が高くなっています。これはひとえに原子力の稼働が下がってしまったことによります。再生可能エネルギーが伸びてきていますけれどまだこんな状態です。

それによってどうなっているかというと、図-3は貿易収支ですけれど、震災以降、貿易収支がグッと大きく赤になっています。経常収支に関していえばまだ多少の黒が出ています。今度の円安で、円安になると輸入額は増えるんですけど、経常収支ではドルで稼いだ所得が円換算で高くなるので最近ちょっと良くなっています。ただ一番の問題は化石燃料の輸入額でありまして、震災前の段階から10兆円上がっている。やっぱりこれが一番ひどく効いていて今後の経済再興にも非常に大きな制約になっています。

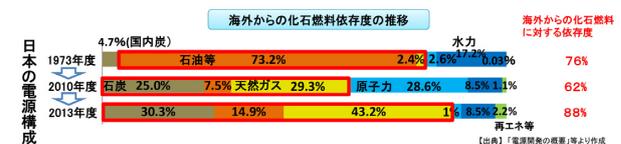


図-2 電源構成と海外からの化石燃料依存度の推移

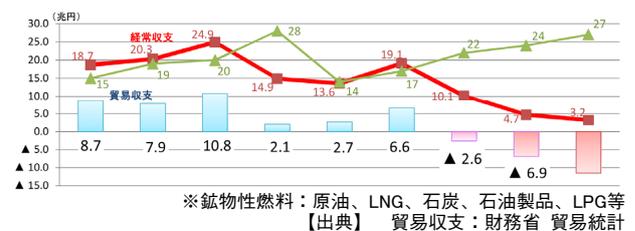


図-3 経常収支・貿易収支・核燃料輸入額の推移

【温暖化対策】

温暖化対策も非常に困難になっています。京都議定書の2010年を中心とする5年間の第1約束期間につ

いては、1990年比で6%減という目標を超過達成しました。図-4の棒グラフは実排出量です。濃いブルーの所までがCO₂で、その上の薄い部分はその他温室効果ガスです。実排出量だけで見ると、5年平均で1990年比でプラスなんですけど、京都メカニズムで電気事業者がずいぶんお金を使って海外から調達したクレジットと森林等吸収とを合わせると超過達成で8.4%減になっているわけです。ですが、実排出量で見るととても楽観できるものではないし、ましてや発電部門から出るCO₂は震災前から比べると1億トン以上増えています。最近2013年の速報値が出ましたが、これは過去の最高値をクリアしたわけです。全然喜ばしいことではないんですけど、2013年度には温室効果ガス排出が約14億トンになりました。

どこが増えているかという、頑張っていた産業もちょっと増えているし、やっぱり業務・家庭部門が大きく増えているのです。業務・家庭というのはエネルギーではそれほど増えていないにもかかわらずCO₂が増えているということは電力のCO₂原単位が上がったということです。電気事業の1990年以降のキロワットアワー当たりのCO₂原単位は、2割減を目指すという自主行動目標だったのですが、原子力の稼働が悪い状況でなかなか難しいところへ福島事故があってこの状態になったわけです。去年までは京都メカニズムクレジットを買ってくるということで調整はしていたのですが、今年はそれが無いものですからkWh当たり570グラムCO₂というところまで増えてしまいました。これが先ほどの業務とか家庭用のエネルギーはそれほど増えていないけれどCO₂が増えている原因になっているというわけでありす。

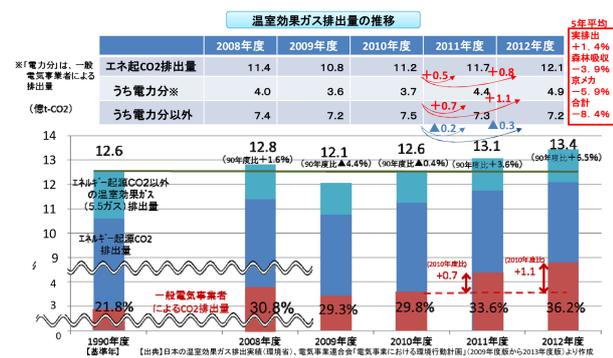


図-4 温室効果ガス排出量の推移

温暖化対策については先ほど申し上げたとおりですが、今からちょうど1年間が非常に重要なところであります。現在2014年の暮れでちょうどペルーでCOP20をやっているところでありますが、京都議定書の第一約束期間は先ほど言ったように我が国は、リーマンショックによる不況などもあり、何とか超過達成をしたわけです。京都議定書は2013年以降も

実は動いているんですけど、第二約束期間に入っているのは主としてヨーロッパの国だけということになっています。日本は不参加でありますけど、2020年まで間はカンクンで行われたCOP16でカンクン合意ということで自主的な目標を出すようになっており、これは先ほど申し上げた2005年比3.8%というのをとりあえず登録しています。

だけど、来年のCOP21では2020年以降、2025年とか30年とかいろんな議論があるんですけど、我が国は2030年を目指して数値を出さなければいけません。ただ、しかし2020年あるいは30年の我が国として登録すべき自主的な目標をなかなか出せない、なぜならばエネルギーミックスの姿が描けていないから。すでに申し上げている通りという状態であります。

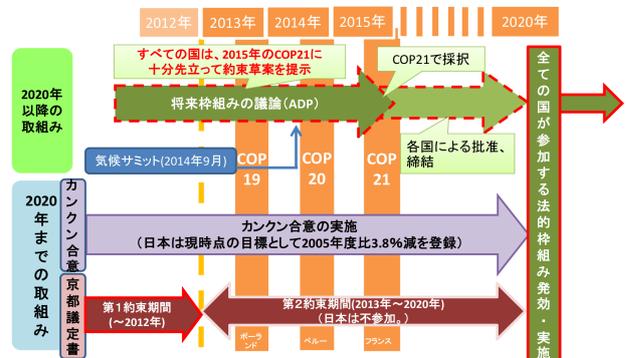


図-5 地球温暖化対策の国際交渉の流れ

以上が現状のレビューで、ここから原子力と再生可能エネルギーの問題について簡単に申し上げたいと思います。

【40年運転制限制】

問題は40年運転制限制と言われるものです。これは震災後、2012年の1月か2月に、細野大臣が担当されていた時に原子炉等規制法を改正してこの制度になったわけですが、経過時間40年で止めるというのは乱暴な話ですよ。ドイツは原子力をやめることになっているんですけど、メガワット・年というエネルギーの発電電力量単位で制限するという決め方をしています。単に暦年で運転開始年からの経過年数をカウントして40年が原則で、1回限り20年延長して60年まで可能というのが現在のわが国の制度で、これは見直すことになっているのですが、まだまだそれに着手できていません。

福島第一の6基は全て廃炉ということになったのですが、40年を超えている敦賀1号、美浜1号、美浜2号の3基とまもなく40年を迎える高浜1号、高浜2号、島根1号、玄海1号の4基の7基に関しては来年のうちには延長するか、しないかを決めなければいけないということになっているわけです。

しかし、そういう今の制度の下でバタバタと廃炉

したときの電気事業の経営に与える影響をどう緩和するか、あるいは、廃炉を実際に進めていくと今度は廃炉から出てくる余裕深度処分対象のような廃棄物の処分方法のルールを決めなければいけないとか、そういういろいろな課題があります。ただ、全体の年齢構成を見ても我が国の原子炉は、壮年と言えはかっこいいですが、20年から30年超というのが多いわけで、これをどう活用していくかが非常に大事なところだと思います。

既に54基体制から48基体制になっているわけですが、もし40年で運転をやめていくとなると図-6のように下がって、2030年は現在の半分辺りで、2,000万kWぐらいになります。60年までいくと4,000万kWちょっとになります。原子力発電所の技術経済性から考えて当然ベースロード対応電源として動かすべきであり、世界的に言えば現実には設備利用率は80%以上で動かしているわけですので、その状態で考えると年間フルパワー換算でだいたい7,000時間動くと考えてよろしいかと思います。そうすると暗算がしやすくて、2,000万kWということは1,400億kWhあります。全体の発電電力量が、今は震災後減っていて9,000億kWhというような感じになっているんですけど、1兆kWhという感じでみても1,400億kWhというのは14%ぐらいになります。4,000万kW超いければその倍ですから28%とか30%近くにもいけます。誰が考えても単純な計算でこんな結果になる。

私は、原則論としては、さっきの3つのEから考えて「原子力発電をどの程度維持すべきか」という議論をすべきだと考えています。その点では、2005年に閣議決定した原子力政策大綱での30~40%、プラス α というのが付いていましたけれど、私はその範囲の原子力シェアが今でも妥当だと思っています。ただ、2030年をターゲットにするときにそれが実現できるかということかなり厳しいという認識は当然必要で、それに対して手を打っていかなければいけません。

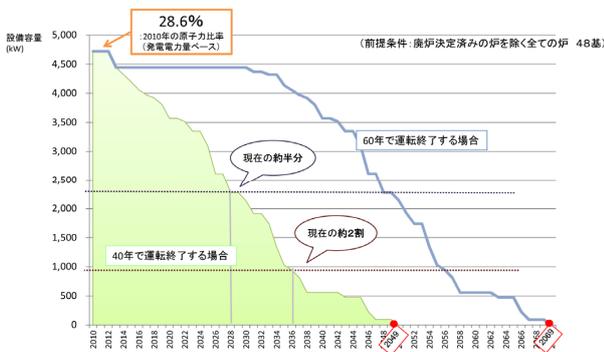


図-6 新たなエネルギー基本計画における原子力の位置付け（40年運転制限）

【原子力政策の課題】

現在のエネルギー基本計画における原子力の位置づけはどうか記述されているか。基本は次の三つです。①安全の確保を大前提に、エネルギー需給構造の安定性に寄与する重要なベースロード電源である。②規制基準に適合すると認められた場合には、その判断を尊重し原子力発電所の再稼働を進める。③原発依存度については、可能な限り低減させる。その方針の下で、確保していく規模を見極める。

このうち、①は原子力はわが国のエネルギー政策にとって大事だよと言っているわけで、当たり前のことです。②もいいと思うのですが、③はどうでしょうか、ここが着手できていないと思います。確保していくと言っているわけですから原子力を維持するわけですが、その規模をどう見極めるのかというところはまったく着手できていないのが一番の問題だと思います。

その中では廃炉の制度整備、これは緊急性を要し、地元対応も必要です。この会計制度についてはある程度めどをつけました。余裕深度処分のルールもやりましょうという話になっています。

問題は40年運転制限の見直しだと思いますが、ここはなかなか着手できていません。というのは、規制と推進の分離というのは、私が昔から主張していることでいいことなのですが、この規制の見直しというのは経済産業省の審議会である総合資源エネルギー調査会にとっては他省のことになるわけですね。要するに原子力規制庁は環境省が管轄しているのです。そこに対してどういう言い方をするか、これは実は原子力損害賠償法もそうですけれど、原子力に対して一貫的に見るところがない。本来、原子力委員会がやるべきだったかもしれませんが、今はそういう力が見えない。そこがちょっと問題かもしれません。

今、議論になっているのは「競争環境下で原子力をどう維持するか」です。合理的にエネルギー政策を議論して原子力を維持すべきとなっても、じゃあそのためのプレイヤーをどうするのか。今までの電気事業には原子力を推進できる経営の安定性がありました。部分自由化はされたけれども、公益事業の自覚を持ち、地域の中心企業として信頼され、原子力開発投資の資金調達もできる事業体でした。しかし、今後の電力システム改革においては送配電部門が法的に分離され、発電部門は厳しい競争下に置かれます。そういう中で今後の原子力政策の担い手をどう維持するか、これが基本的な課題です。

この問題には時間軸を意識して対応する必要があります。当面の施設炉の運用については、規制や政策変更によって生じたスタンドコストを適正に処理することが基本だと思っています。新增設問題についてはもう少し時間を掛けて議論すべきでしょう。

バックエンド、これは後半の話題にも関係するのですが、ここも大問題ですけれど時間的余裕は若干あるかと思います。まずやらなければいけないのは使用済燃料貯蔵容量の確保で、再稼働しだすと使用済燃料は発生するわけですから、それをどこへ置いておくかきちんと手当てをしなければいけません。

六ヶ所再処理ですけれども、私は白紙から言えば再処理は経済性を持たないので合理性がないと思いますけれど、六ヶ所の再処理工場が実際には竣工しており、今後の再稼働によって発生する使用済燃料の対処を考えると六ヶ所の再処理工場は動かしていくべきだろうと思います。

あと高速炉などの技術開発、人材、国民・自治体との信頼関係、世界の原子力平和利用と不拡散と、様々な議論しているんですけど、今日は触れる余裕がありません。高レベル放射性廃棄物処分問題については日本学術会議の回答を踏まえて後半で少し議論したいと思います。

【再生可能エネルギー】

再生可能エネルギーに関しては原子力とは逆で皆さん一致して推進すべきということで、一瀉千里で走ってきたところです。今や、固定価格買取制度のもとで太陽光発電だけが非常に大きな導入のコミットメントがあって再調整を迫られているところです。再生可能エネルギーに関しては、エネルギーミックスの姿が出せていないという中で唯一数量的な言及があるものです。2010年基本計画では、2030年で約2割、キロワットアワーで言うと2,140億kWh、今回の基本計画では、これをさらに上回ることを目指せとされています。

あと、大事なところをピックアップすると、「再生可能エネルギーの最大の利用促進と国民負担抑制を最適形で両立」です。新エネルギー小委員会はこれをシミュレーションで示すということで今、作業を進めているところです。

問題は「実体はどうなっているか」ですが、これも皆さんご存じのとおりですが、再生可能エネルギーの固定価格買取制度の対象となる電源は、太陽光（住宅）、太陽光（非住宅）、風力、中小水力、バイオマス、地熱の6種類に分けてあるわけです。FIT制度導入前の2012年6月末ではこれらの容量は約2,000万kWだったものが、制度導入後2年で約1,000万kW増加しています。増分の内訳を見てみるとほとんどが太陽光で、もともと住宅の屋根に置くタイプのものが主体だったものが、制度上は10kW以上となっているんですけど、実はいわゆるメガソーラーという部分が特に大幅に伸びています。これは運開したもののデータですけれど、一番調整が必要ということが端的に出ているのが認定容量です。現在のFITでは設備認定をした時点での買い取り価格を適

用するというふうになっているわけです。今、太陽光については接続契約をした時点ということをも有力候補に調整中で、これは法律を変えなくてもできるのでとりあえずやれるのですが、今までは設備認定をした段階で価格を適用しています。2013年度末まではメガソーラーと言われた太陽光はキロワットアワー36円、2014年4月以降は32円です。36円の時代の駆け込みの設備認定が驚くほどありまして、3月の1カ月で2千数百万kW、ほとんどがこのメガソーラーで駆け込みの設備認定があって2013年度末までの累積では全体で6,864万kWもの設備認定があります。

2010年のエネルギー基本計画では、キロワットで言うと2030年の太陽光は5,300万kW、風力は1,000万kW、地熱は165万kWというものだったのですが、太陽光に関して言えばこの5,300万kWをもう既に凌駕した設備認定が行われています。

それを示したのが表-1で、右の欄に現在の認定設備が全部運開した場合の数値が示されています。ここに示されているように、太陽光は2010年基本計画に比べて147%超過達成しているけれど、風力や地熱などはまだ少ない。バイオマスはかなり頑張っている。風力は、環境アセスメントの実施が同時に導入されたので設備認定が遅れています。風力は環境アセスメントのプロセスに入っているものを含めるとだいたい2010年基本計画の70数パーセントのところまではいっている。トータルでは2,000億kWhを超えており、現時点でも設備認定量でみれば、前回基本計画を上回るまではいかないけれど近いところまではいっている。また、もし今から節電とか省エネルギーが進んで発電電力量自体が2030年に減れば分母が小さくなるので、同じ2,000億kWhでも比率としてはさらに上回ることは可能かもしれません。

表-1 再生可能エネルギーの導入状況

発電電力量(億kWh) ※括弧内は発電電力量に対する割合	2013 (現状)	2020 (長期エネルギー需給見込み(再計画))	2030 (2030年のエネルギー需給の推定)	認定済案件が運開開始した場合 (2014年5月末時点)	2030(2030年のエネルギー需給の推定)の比
太陽光	92 (1.0%)	308 (2.9%)	572 (5.6%)	840 (8.2%)	147%
風力	49 (0.5%)	88 (0.8%)	176 (1.7%)	65 (0.6%)	37%
地熱	26 (0.3%)	34 (0.3%)	103 (1.0%)	37 (0.4%)	36%
水力	800 (8.5%)	805 (7.7%)	1,073 (10.5%)	822 (8.1%)	77%
バイオマス・廃棄物	37 (0.4%)	179 (1.7%)	217 (2.1%)	254 (2.5%)	117%
合計	1,004 (10.7%)	1,414 (13.5%)	2,140 (21.0%)	2,018 (19.5%)	94%

※2013年における発電電力量については自家消費分は含まない。

設備容量(万kW)	2013 (現状)	2020 (長期エネルギー需給見込み(再計画))	2030 (2030年のエネルギー需給の推定)	認定済案件が運開開始した場合 (2014年5月末時点)
太陽光	1,432	2,800	5,300	7,431
風力	271	500	1,000	372
地熱	52	53	165	53
水力	4,745	4,925	5,560	4,777
バイオマス・廃棄物(※)	-	-	-	363
合計	6,500	8,278	12,025	12,995

※バイオマス・廃棄物は設備容量の試算が困難であったため、設備容量を推定していない。

ただ問題は、太陽光というのは買取額が高いものです。買取価格は原価プラス利潤になっています。そういう国民負担の高いものが過剰に達成されており、しかもこれは自然変動電源ですから電力系統の中で受け入れるためにもコストがかかります。

【FIT(固定価格買取制度)】

実はFIT (Feed-in Tariff: 固定価格買取制度) の政策案を作る時に私は新エネルギー部会の部会長として協力しました。FITの法案自体は、実は震災当日2011年3月11日の午前中に閣議決定されています。その時は、住宅用太陽光以外は一律価格で買うという制度を審議会としては提案したのです。ところがその後、国会で菅首相が辞める時の3つの条件の一つということになって、8月の末に成立した時には買取価格はまったく違うものになりました。つまり、種類別・規模別に分けて原価プラス利潤で買うということになりました。これはFITという政策の自由度を非常に縛るものです。

そもそもFITとは、生産する電気の価値よりも高い価格で買い取って再エネへの投資を促進するという政策手段です。ただし、劇薬であって導入促進効果は高いけれど副作用も大きい。副作用としては、賦課金の国民負担が一番でありますけれど、自然変動する電源を電力系統に受け入れるために要するコストも加わります。

買取費用の内、電力としての価値分は電力会社が負担して電気料金に反映されます。これを回避可能原価と呼びますが、それを上回る買取価格の部分は賦課金、サーチャージとして広く薄く電力消費者に配られます。2014年度はキロワットアワー当たり75銭です。キロワットアワー75銭というと小さそうですが、実は余剰買取の取り損ない分の回収なども加わり2014年度は年間総額約7,000億円の負担になります。7,000億円がもし税金だとすると電源開発促進税を上回るので非常に大きなものですが、それが見えない。

もう一つの問題は導入量の制御が利かないということです。FIT制度において、買取価格は本来は政策変数です。つまり、再エネが入り過ぎたら買取価格を下げればいいんです。だけど今の日本の制度ではそれができないんです。我が国のFITは、再エネを種類別・規模別に区分してそれを原価+利潤で買い取る。そうするとどの再エネも一応ペイするわけですから、リードタイムの短い太陽電池が先行するのは明らかに予見できるわけです。しかも太陽電池の出力は自然変動するので需給調整にも追加コストが掛ることになります。

再エネの電力系統への受け入れのために様々なことを行っています、一つは送配電網の整備と広域運用です。広域運用は、電力システム改革の中でやります。それから火力とダム式水力による出力調整。これはヨーロッパを見ているとその出力調整のために設備利用率が下がるので新規の火力建設のインセンティブがまったく働かず、どう容量を確保するかが問題になっています。これは今、我が国でも問題になりつつあります。

【再エネ政策の課題】

順不同ですが、再エネ政策の課題を整理します。ひとつは、電力システム改革後の買い取り主体を誰にするかです。今は小売事業者がやることになっているのです。これは法律を変えないとできそうもないんですけど、私は送配電事業者にやらせるか、あるいは再エネ事業者に直接卸しマーケットに出させたほうがいいと思います。というのは、全面自由化に対応して小売事業者は登録ですけど現在数百社あるわけです。先ほど言ったように小売事業者は回避可能原価しか負担しないわけです。自然変動電源の成型費用を誰がどうやって負担するのか、それ次第では小売事業者が変なビジネスモデルを展開する可能性は十分にあるので、ここは注意を要すると思っています。

再エネの系統への受け入れ問題については、長期的には、広域調整や蓄電池とかデマンドレスポンスの活用が必要ですが、一番短期的にやらなければいけないのは自然変動電源の出力抑制です。これは、私もちょっと迂闊だったんですけども、米国でスマートグリッドが話題になった時に、我が国は配電自動化とか供給側のスマートグリッドは十分できている、だから問題はデマンドサイドとの情報連携だと思いました。ですけれど、実は、自然変動電源を持つ他業者である再エネ事業者に対して出力抑制とか、そういうメッセージを送るシステムが整備されていないことが分かりました。今は電話で出力調整を要請しているのです。現在は500kW以上の設備に対して年間30日以内は無償で出力抑制をできるのですが、この部分をハード的にもソフト的にも拡充・改善していくというのは緊急性を要する対応だと思っています。

規制緩和については、先ほどの風力、地熱、小水力もそうですけれども、環境アセスメントの迅速化、土地利用制約の緩和、設備安全関係の基準、電力系統情報の開示などが必要で、これはこの方向で進んでいます。

一番の問題は国民負担の適正化であって、これは、法律を変えないとできませんが、やっぱり自然変動電源の年間とか累積導入量の上限制約を置くべきだろうと思います。ドイツはそうになっていますし、国民負担の上限ということもあります。先ほどの6,800万kWが全部本当に運開してしまうと年間の賦課金総額は2兆7,000億円になるのです。それが20年間続くわけです。すでに設備認定されているものについても精査をして不良案件については認定取り消しや再認定による買取価格の引き下げなどの対応が必要です。

【政策のフロンティア】

課題山積ですが、ポジティブな政策展開もあります。私は情報通信技術を活用したデマンドレスポンスに期待しています。今までのエネルギーの世界の技術進歩は遅すぎたと思います。コンバインドサイクルは重要な技術革新ですが、発電効率を40%から60%に上昇させた程度です。

これに対して情報通信技術の世界では、性能が1年半で2倍に進歩するムーアの法則が成立しています。ムーアの法則では30年経つと100万倍になっているわけです。半導体の集積度や計算速度、通信速度は現実にもそうになっています。この技術進歩をエネルギー分野に取り込むのです。特にデマンドサイドとの連携において情報通信技術の活用が必要です。今やデマンド側に電源もあれば蓄電設備もあるし蓄熱設備もたくさんあるわけです。そういう装置と情報連携して需給両面からエネルギーシステムを制御・運用することで大きな展開が期待できると思います。

図-7に示したエネルギーシステムと情報の統合は震災前から考えていたことですが、再エネの加速導入に加えて、防災や行動変化による省エネの重要性が認識されている震災後は更に重要になっていると思います。情報通信技術を活用して電力システムを需給両面から統合制御することは新しい産業の展開につながると思います。特に私は、発電機やバッテリーを持つ電動自動車と電力システムとの連携に大きな期待を抱いています。

しかし一方では、社会システム全体の情報化が先に進んでいて、さまざまな情報セキュリティ問題を引き起こしています。重要な社会インフラである電力システムをサイバーテロから守ることの重要性も指摘しておく必要があります。

また、情報システムとの統合をエネルギーマネジメントだけでビジネス展開するのは難しいと思います。情報とエネルギーのシステム統合は新しい社会インフラの構築であり、行政サービスやエンターテインメント、ヘルスケア、防犯、そういうものを複合展開していく中でエネルギーマネジメントシステムを組み込んでいくことが非常に大事だと思っております。

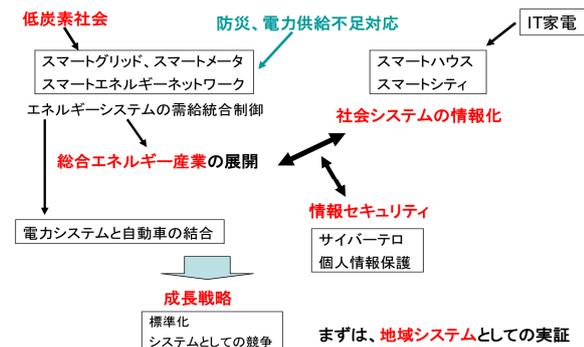


図-7 情報との統合によるエネルギーシステム革新

ます。

【日本学術会議の高レベル放射性廃棄物に関する検討】

最後に学術会議の高レベル放射性廃棄物に関する検討について報告します。

2010年の9月に原子力委員長から日本学術会議会長宛てに審議依頼がきました。依頼事項は高レベル放射性廃棄物の処分に関する取り組みの国民に対する説明や情報提供のあり方ということでした。高レベル放射性廃棄物処分場の立地選定は公募を基本にしていたので、地域や国民に対する説明とか情報提供のあり方の検討が必要という認識だったのだろうと思います。

全体の流れを説明しておきますと、原子力委員会からの要請を受けて、学術会議は「高レベル放射性廃棄物の処分に関する検討委員会」という課題別委員会を設けて審議し、この間に福島事故が発生しましたが、2012年9月に日本学術会議として「回答」を公表しました。後で述べますが、回答には廃棄物の暫定保管や総量管理などいくつかの提言が含まれており、それに対していろんな反響があったので、日本学術会議はこれをフォローするというところで、2013年8月に「高レベル放射性廃棄物の処分に関するフォローアップ検討委員会」（以下、フォローアップ委員会）を立ち上げました。フォローアップ委員会の下に高レベル放射性廃棄物暫定保管に関して技術的検討と社会的検討を行う2つの分科会を設置して、2014年9月末に2つの「報告」を出しました。フォローアップ委員会は、今も活動を継続しており、2つの分科会報告を踏まえて、2015年の春ごろまでには「提言」をまとめたいというところです。

まず回答であります。日本学術会議のホームページからもダウンロードできますが、社会的反響が大きかったので、学術会議叢書21「高レベル放射性廃棄物の最終処分について」という一般図書も販売されています。ここでは、2012年12月に行われた学術フォーラムでの報告を中心に、この課題別委員会の委員長を務めた今田高俊先生や副委員長を務めた私、他のメンバーの方の解説等が入っております。

回答の作成に当たっては、福島事故があったので、単に情報提供のあり方を超えてもっと根本から考えるということにして検討しました。だからたぶん原子力委員会が日本学術会議にお願いしたこと以上のことを行ったと私も率直に思います。

【回答の6つの提言】

内容的にはここからです。回答では次の6つの提言をしました。

- ① 高レベル放射性廃棄物処分に関する政策の抜本的見直し

- ② 科学・技術的能力の限界の認識と科学的自律性の確保
- ③ 「暫定保管」及び「総量管理」を柱とした政策枠組みの再構築
- ④ 負担の公平性に対する説得力ある政策決定手続きの必要性
- ⑤ 討論の場の設置による多段階合意形成の手続きの必要性
- ⑥ 問題解決には長期的な粘り強い取り組みが必要であることへの認識

最初の項目である抜本の見直しは、いきなり高レベル放射性廃棄物問題に取り組むのではなく、エネルギー全体、原子力に対する政策、こちらから合意を形成していくのが正攻法ですよということを改めて学術会議風に提言したものです。

次の科学の限界の認識に関する提言は意外に厄介な議論を引き起こしました。「科学的自律性の確保」にしても学問分野によってとらえ方はかなり異なります。社会学では中立性の確保というような感じですね。理学と工学でも学術に対する認識はだいぶ違いますよね。自然界の真理を探究する理学と人間界に役立つ完全ではないけれども有用なシステムとか物を作る工学とでは学術の役割に関する認識が違うと思います。だからここを深掘りしてぐちゃぐちゃ言ってもあまり生産的ではないと思うのですが、科学に限界があるから地層処分の安全性は確保されないというようなことを言っているわけではないと私は解釈しています。

具体的であり社会的にも反響の大きかった提言は「暫定保管」と「総量管理」です。暫定保管についてはフォローアップ委員会で分科会もつくって検討したので後で少し話をします。

総量管理は、しばしば総量規制と間違われているので注意が必要です。この提言は廃棄物の総量制約を決めてその中で政策を進めなさいと言ったものではありません。ここは委員会で十分に議論し、総量規制と誤解されないように、総量管理は「総量の上限の確定」と「総量の増分の抑制」という2つの含意があると明確に記述してあります。前者が脱原子力政策に対応し、後者が原子力維持政策に対応します。ですけど、しばしばマスコミも含めて学術会議は脱原子力に対応する総量規制を提案したと誤解しているのです。

それから暫定保管ですが、これは中間貯蔵と何が違うのかとよく訊かれます。日本学術会議で考えたときの高レベル放射性廃棄物はガラス固化体だけではなくて使用済燃料も対象としているんです。だから保管するのは使用済燃料とガラス固化体の双方がありますが、いずれも現在も貯蔵をやっているわけです。特に使用済燃料の場合は中間貯蔵施設という

のがあるわけで、わが国のそれは貯蔵した後には再処理しますよということで立地したものです。学術会議で言う暫定保管というのは「暫定保管の期間を使って高レベル放射性廃棄物に関する合意をつくる時間をつくりましょう」というモラトリアムの提案なのです。だから、暫定保管が終わった後どうするかというのを決めずにやるというわけです。たぶん現実の立地プロセスでは、これはものすごく難しいことだと思います。ただし、オープンエンドではないのです。一定の保管期間後に何かはする。使用済み燃料の場合であれば、再処理するか、処分するか、また引き続き貯蔵するかでしょう。ただし、一つの立地点での貯蔵期間は確定することが必要です。その期間は数十年から数百年というのが回答における表現でした。これはあまりにもアバウトだということで分科会をつくって少し詳細に議論したわけです。中間貯蔵とは目的が異なり、モラトリアム期間を確保するのが学術会議が提言した暫定保管のコンセプトです。

残りの提言は、公平性の問題や多段階意思決定というような、合意形成に向けた社会的な手続きに関するものです。これはフォローアップ委員会の社会的分科会の報告のほうで説明しましょう。

【暫定保管に関する二つの分科会】

暫定保管は学術会議の提言の中で最も特徴的なもので社会的にも注目されました。しかし、回答での記述は一般的でしたので、フォローアップ委員会で暫定保管についてより具体的に概念を詰めましょうということで、技術的検討分科会と社会的検討分科会の両方を設けて検討をしました。技術的検討分科会は私が委員長を務め、社会的検討分科会の方は法政大学の船橋晴俊先生という社会学の先生が委員長を務めたんですけど、報告を取りまとめて最終的に幹事会の査読を受ける直前に急きょお亡くなりになりました。

技術的分科会の報告は簡単です。技術についてはガラス固化体にしても使用済燃料にしても暫定保管に適用できる技術がすでに現実に実施されています。大きく分けて乾式貯蔵と湿式貯蔵があり、暫定保管の期間は少なくとも数十年以上という長期になるので、技術経済的にみて乾式貯蔵が適しているという結論です。安全確保についても、既に数十年間の貯蔵を行っている実績があります。

施設の設置場所については、地上か地下かという話があって多少混乱もありましたが、現在は地上施設を基本に検討することにしています。多少の混乱というのは、原子力委員会へ回答を説明する機会があり、私は都合が悪くて行けなかったんですけど、今田委員長の暫定保管の説明では地下設置を強調したみたいなのです。地下保管となると地層処分場で

の回収可能性確保と似てくるので、原子力委員会は暫定保管の提案を回収可能性確保で受け止められると考えた可能性があります。私は、当時からそんなつもりはなく地上がメインだと思っています。技術的検討分科会でも地上と地下の双方を検討しましたが、最終的には地上をメインに考えるということになりました。

保管期間については、回答では数十年から数百年という表現でしたが、技術的検討分科会では50年、100年、300年という3つのシナリオを想定して検討しました。

なお、技術的検討分科会では、原子力委員会や政府の審議会でも検討されている地層処分場で回収可能性を確保する技術も含めて検討しました。それに関して社会的検討分科会の何人かの委員は非常に不満だったようで「なぜそんなことをするのか」とさんざん言われました。この時は、可能性があるものは幅広く検討しようという工学的アプローチが理解されにくいのかと感じました。

社会的検討分科会の報告は多少抽象的ですが、いくつか重要な問題が取り上げられています。合意形成には、まず規範の原則の共有が必要だという指摘がなされます。安全を最優先とか、事業者の発生責任、多層な地域間の負担の公平などです。

この公平問題は大変難しいんですけど、ここで多層な地域間の公平という認識が出ているのは重要だと思います。地域といっても、集落から基礎自治体、それから県というレベルもあるし、報告では発生者責任とも絡めて、電力会社の配電圏域が特に重要視されています。さらに上位の地域としては日本国があり、これが多層なわけです。その中でどうやって公平な負担をするかという議論が必要だということです。

それから世代間の公平と現世代の責任の問題が取り上げられ、暫定保管期間としては、ここでは一世代に相当する30年を一つの期間として、その期間が過ぎたらまた30年という考え方を出している。この30年が技術的検討分科会のシナリオの50年・100年・300年と違うとか違わないとかいう議論がありましたが、技術的にできる範囲の中で社会的に決めればいいと思います。だいたいその方向で、フォローアップ委員会の提言でもそういう認識になると思います。

後半の所で、まず専門家間の合意形成が必要ですが、その専門家の選び方に公募推薦とか公的支援とか中立性を担保する仕組みを考えなさいと書いて

います。これは正論であると思いますが、現実に運用して狙い通りに機能させるのは難しいでしょうね。

あとは、「今後再稼働するときには追加的に発生する高レベル放射性廃棄物—これは使用済燃料のこと—の当面の暫定保管施設を事業者の責任で確保する」となっています。これは非常に厳しい注文だという受け止め方もあるようですが、再稼働をすれば使用済燃料をどこかで保管するのは当たり前だと思います。私はこの指摘をその範囲の中で捉えています。

また、名前はどうか分かりませんが、「総合政策委員会というのをつくらう」となっています。これは近藤次郎先生の近藤処分懇に近いかなという認識を持っていますが、この辺りはフォローアップ委員会が今後作成する提言の中に盛り込まれる可能性があります。

このような日本学術会議での検討と対比して、政府の原子力政策の審議会である原子力小委員会の中での議論との関係について簡単に触れておきたいと思います。原子力小委では中間整理をまとめつつありますが、これは皆さんよくご存じのところだと思います。基本的には「地層処分が現時点で最も有望」ということであって、「回収可能性を担保する」ことにも触れています。学術会議の議論とまったくすれ違っているわけではないけれど、地層処分の位置づけには温度差があり、地上で暫定保管するという提言とはまだ距離があります。よく読めば、正面からバッティングする表現ではないと思うんですけど、当然ながらニュアンスの違いはある。原子力小委と学術会議の両方に関係している私としては、両者の間で無益な対立が生じないよう願っているところです。

まとめは考えていません。というのは、政府のエネルギー政策の詰めも日本学術会議の高レベル放射性廃棄物に関する検討も今はまだ途中だからです。事実に関する資料の説明は別にして、政策の評価に関する本日の話は全て私の個人的な見解です。現段階では前半の話も後半の話もまだ確として決まっているわけではない、そういうご理解をいただければと思います。

(本稿は、平成26年12月9日に開催した平成26年度原環センター研究発表会での特別講演内容を再構成して作成しました。)

編集発行

公益財団法人 原子力環境整備促進・資金管理センター

〒104-0052 東京都中央区月島1丁目15番7号 (パシフィックマークス月島8階)

TEL 03-3534-4511 (代表) FAX 03-3534-4567

ホームページ <http://www.rwmc.or.jp/>