

Plutonium

Spring 2015 No.83



オピニオン

使うことの出来ない核兵器を守り続ける愚かさ

CNFCレポート

どこが変わった福島第一事故の前と後
— 柏崎刈羽原子力発電所の改修 —

フォーカス

再生エネ発電の組み込みに
「ちょっと待った！」
— 日本のFIT法の市場経済を
度外視した過保護ぶり —

Plutonium

Spring 2015 No.83

オピニオン	1
使うことの出来ない核兵器を守り続ける愚かさ	
CNFCレポート	2
どこが変わった福島第一事故の前と後	
— 柏崎刈羽原子力発電所の改修 —	
フォーカス	10
再生エネ発電の組みみに「ちょっと待った！」	
— 日本のFIT法の市場経済を度外視した過保護ぶり —	
朝野 賢司	
いんふぉ・くりっぷ	
2030年の電源構成は化石火力56%、	17
再生エネ+原子力44%	
原子力は30%台から20%台に減少	

Plutonium は、インターネットで日本語版、英語版がご覧になれます。

ホームページ  <http://www.cnfc.or.jp/>



誰か探しているの
「寂しそうな人をね」
探してどうするの
「ハートを温かくしてあげるんだ」
私も寂しいんだけど
「あなたは大丈夫」
そんなこと言わずに私の心も…
「そこに立たれると目立つし、あっちへ行ってよ、忙しいんだから」
はーい！「可愛い、頑張ってるね」と、みんなが頭を撫でていくんだね
「……………」

(晴海通り・銀座4丁目)

使うことの出来ない核兵器を守り続ける愚かさ

1962年10月27日は、キューバ上空で米国のU-2偵察機がソ連軍の地対空ミサイルで撃墜されたことなどの衝突から、「暗黒の土曜日」と呼ばれた日で、世界中が第3次世界大戦、しかも核戦争の勃発かと震撼した日である。もう半世紀以上も昔のことであるが、当時、物心が付いていた人たちには忘れることはない出来事となった。すなわち、ソ連がキューバに持ち込んだ核ミサイルを巡って、米国とソ連がそれぞれ核ミサイルの発射準備態勢をとった、いわゆるキューバ危機である。

2015年3月15日に放映されたロシア国営テレビ番組で、プーチン大統領が2014年2、3月の、ウクライナのクリミア半島をロシアに併合する段階で、「世界的な紛争を引き起こす者がいるとは考えていなかったが」と、臨戦態勢をとる必要はないと判断しつつも、「核兵器使用に向けた準備はできていた」と語った。プーチン大統領があえて「核兵器の準備」を口に出したことに、世界中が自分の耳を疑った。

ソ連が崩壊する前の1987年、米ソ間での「中距離核戦力全廃条約」(INF条約)交渉の際、ゴルバチョフソ連共産党書記長がレーガン大統領に、米国が進めている「戦略防衛構想」(SDI:通称スターウォーズ計画)を止めるなら、ソ連は核廃絶を行う用意があると表明したという。しかし、レーガン大統領はスターウォーズ計画を停止しなかった。

ソ連国内の事情もあったであろうが、ゴルバチョフ書記長はこの機会に米国と共に核廃絶を達成しなかったのではないかと前向きな評価がなされている。国家元首としてのこの提案は、ソ連にとっても重大な決断であったと考えられる。それは核廃絶にとっての歴史的なチャンスであった。その後、この様な提案がないのは寂しいが、核兵器国自体から自主的にその様な「具体的」な提案が再度なされることを期待する。

核兵器国は、既に人道的に使用できないような核兵器を、偶像のようにいつまでも守り続け、保持し続けていることから、思い切って自国を解き放つたらどうか。核兵器を作ったとしても、配備、メンテナンス、防御、廃棄物管理などに莫大な費用が掛かるし、守り続けるための人員も配置しなくてはならない。国によっては、核兵器関連プログラムのために、国家予算の10%もの予算を割いている状態である。

核廃絶は、核兵器国同士、元首の決断、議会、国民の同意なくしては達成できないが、核兵器国がその様な決断に至るような環境作りも重要なことである。国連を中心にした一層の環境作り、活動が望まれているが、勿論、非核兵器国が団結して核廃絶を強力で要求し続けることも大きな環境作りである。そして最も大切な環境作りは、国同士の対立をなくすことである。

その意味で大きなニュースとなっ

たのは、今年4月14日にオバマ大統領が米議会に対し、キューバのテロ支援国家指定を解除する通告をしたことである。上下両院議会の反対がなければ、45日後の5月29日には正式に解除されることとなると思われる。半世紀以上、国交断絶を続けてきた米国とキューバが、対立から融和を選択したのである。今回の国交回復は、当然、世界の平和外交にも多くの変化をもたらすことが期待できるし、この機会に、同様に対立している他の国々との平和外交の進展も期待できる。

世界には平和を希求する国、地域ばかりではないことも承知している。ISILのような組織もあるし、未だに領土問題を抱えている、あるいは新たに領土問題を生じさせている地域もある。21世紀になっても旧態依然としたそのような対立や紛争の存在は、2015年の各国の軍事費にも現れ、軍事費が増えこそすれ減りはしていない。対立から共存、共栄に舵を切らない限り、国民を守るための軍備が、その経費増大により国民を苦しめることとなる。

第2次世界大戦後70年、広島、長崎被爆後70年の今年、8月26日～28日に広島で第25回国連軍縮会議が開催される。また、11月1日から5日間、バグウォッシュ会議が長崎で開かれる。この二つの会議が、新たな、より強力な核廃絶のための環境を作り、核兵器国の核廃絶に向けた決断の機会となることを願っている。

(編集部)

どこが変わった福島第一事故の前と後 柏崎刈羽原子力発電所の改修

柏崎刈羽原子力発電所の7基内の4基（敷地は海拔5m）

2011年3月11日の東日本大震災、日本の原子力発電、原子力安全にとって大きな変革の時となりました。政府の安全規制体制も改革が行われ、前民主党政権の下で新しく発足した「原子力規制委員会」が、48基4,400万kW全ての原子力発電所を定期検査の機会に停止させ、新しい規制基準の下での審査を開始しました。大震災から4年、未だに原子力発電所の運転再開は1基もありません。

原子力規制委員会がどのような審査をし、電力会社に指示をし、改造をさせているのかは知るよしもありません。しかし、改善しつつある日本の経済の足を引っ張ることのないように、あるいは石油や天然ガスの利用増加による電気料金の値上げが、これ以上の中小企業の経営や家計を圧迫することがないように、より安全な原子力発電所の1日も早い運転再開を目指して、日夜徹して業務に励んでいることと信じています。

各電力会社でも、原子力規制委員会の指示を待ってより安全性を高める改修工事を行っているのではなく、福島第一原子力発電所や第二発電所などの経験、教訓を共有して、安全性を高めるための改造や増強を既に独自に進めているのが現状です。今回、東京電力が新潟県に設置している柏崎刈羽原子力発電所を訪問し、その状況の説明を受け、視察させて頂きました。



林勝彦副所長「この地域は、日本書紀にも書かれている油田地帯でした」

現在、柏崎刈羽原子力発電所でも、原子力規制委員会の新規規制基準の適応審査を6、7号機で受けています。「我々は福島第一事故を起こした当事者として、新規規制基準の他にたくさんの行うべきことがあります」と、発電所副所長の林勝彦さんが初めに述べられ、そのような姿勢を踏まえた安全対策の説明をして下さいました。

（編集部）

エネルギー確保は、世界と連動

東京電力㈱の柏崎刈羽原子力発電所は、新潟県の柏崎市と刈羽村の二つの行政区にまたがっています。2015年4月1日現在、柏崎市は87,197人、刈羽村が4,764人の人口です。平成の大合併（2005年5月1日）により、西山町（故田中角栄元首相が生まれた町）と高柳町が柏崎市に併合されました。刈羽村は、この合併には加わらなかったこともあり、地図上では柏崎市の行政区の中に取り囲まれてしまったかたちとなっています。

古くはこの地域は、西山油田と名付けられた油田地帯でした。日本にも油田があったことを小学校などで学んだ方も多いでしょう。西山油田は、668年に「近江大津宮に燃える水が献上された」と、その記述が日本書紀まで遡ります。大々的に油田が開始されたのは明治中期1900年頃で、世の中はまだ石炭が主流の時代でした。当時は年産13万トンで、日本の原油産出の半分はここで生産されていた記録が残っています。

当時、石油の掘削や汲み上げのやぐ

らが盛んに建っており、日本石油(株)も本社をここにかまえていたそうです。柏崎駅を降りて右手の方が少し空き地になっており、そのあたりに日石の製油所があり、他に製油所は23社もあったそうです。製油所を支える機械加工メーカーも多く、石油を中心とするエネルギー産業でこの地域は盛り上がっていたのが明治中期です。この柏崎・西山地域が繁栄した歴史的一幕です。

昭和になると原油の産出もピークを越え、1973年(昭和48年)に油田が幕を閉じました。その1973年の暮れには第4次中東戦争が勃発し、第一次石油ショックを迎えます。説明をして下さった発電所副所長の林さんは、「若い方に、『オイルショック』とか、その時に消費者物価指数が年間23%上昇した『狂乱物価』であったと話をすると驚かれます。昨年2014年4月から消費税が5%から8%に3%上がったことで大騒ぎしたのに、当時は、中東でいざこざがあった途端に、日本は消費者物価指数が年間23%上昇したという、とんでもない事が起きる世の中でした。当時からすでに日本は、世界情勢と連動する社会・経済構造となっており、現在もあまり変わっていないことを若い方々にも実感していただきたいと思っています。」と話して下さいました。40年以上も過ぎると、遠い昔のことになってしまうのでしょうか。

国のエネルギー政策は地元の協力の上にある

そのオイルショック以降わが国は、エネルギー資源の中東依存からの脱却という大げさですが、石油ショックの教訓の下、原子力や天然ガスなど、石油以外のエネルギー資源の利用の拡大、幅広いエネルギー資源の確保という脱石油政策を強力に進めてきまし

た。現在は福島第一事故もあって、残念ながら化石燃料の利用がその時よりも増えています。

そもそもエネルギー資源に乏しいわが国は、第二次世界大戦の要因の一つともなった石油などのエネルギー資源の確保に対する教訓から、当時の政治家を中心に1955年に原子力基本法を制定し、原子力平和利用政策を進めてきました。その原子力政策の実現のために、他の各電力会社もこぞって原子力発電所の設置を進め、経済発展が急速に進む中でも安定した電力供給を実現することができました。

東京電力でも、わが国のエネルギー政策、原子力政策に協力し、いち早い福島第一原子力発電所の設置を起点に、福島第二原子力発電所、柏崎刈羽原子力発電所の設置を行い、エネルギー安全保障、石油価格のバーゲニングパワー、地球温暖化防止などのために協力してきたわけです。

柏崎刈羽原子力発電所は、福島第二とほぼ同じ時期の1969年に、柏崎市議会と刈羽村議会での誘致決議に基づき、その設置が大きく動き出しました。1号機は1978年に建設を着工し、1985年に営業運転を開始しました。その後1997年に最終号機の7号機が営業運転を開始し、発電所全体が完成しました。1号機が運転開始して2015年で30年、1~7号機全部完成して18年、柏崎市と刈羽村の誘致決議から数えると46年、これは、ほぼ半世紀にわたるこの地域の、国の原子力政策、エネルギー政策への協力の歴史です。この地域のこの様なエネルギー政策に対する前向きな協力は、神代の時代から石油が産出し、エネルギーに対する考え方が培われてきたためでしょう。

止めている時は関東から受電

柏崎刈羽原子力発電所は、7基ものユニット(合計821万2,000kW)があ

り、非常に広大です。発電所に面する海岸線が3.2km、海から陸側に1.4km、敷地面積が約420万m²(坪数約127万坪)です。柏崎市と刈羽村の行政上の境界線が敷地の中に通っていて、敷地の7割を占める柏崎市区内に1~4号機が、残り3割の敷地の刈羽村区内に5~7号機が設置されています。

それぞれの発電所の大きさは、110~136万kWと大規模なのですが、外から見ると建物が低く、小さく見えます。この発電所の岩盤層が地表から深いところにあり、特に1~4号機は地表から40m以上掘削して、その岩盤層の上に建物を建てたので、地上に見えている建物が低く、小さく見えてしまうのです。掘削した時の土砂は1,000万m³ほどもあり、その土砂は1~4号機と5~7号機の間スペースに積み上げ、そこを展望台として活用しています。

柏崎刈羽で作られた電力は、2ルートの送電線で関東地域などに送り出していました。現在は、全ての発電所の運転が止められているため、発電所内で使う電力は逆に外から受電しています。その受電電力は、関東地域の火力発電所からの、ほとんどが化石燃料による電力で、この発電所の維持や改修に使われています。

発電所を視察に訪れる方々から、「止めている間に使用する電気はどうしているのですか」と質問されることが多く、まさか逆に関東地域から電気が送られてくるとは思ってもいなかったようですと、林副所長から伺いました。その関東地域でも、3.11以降は電力のやりとりに四苦八苦だったことであろう。大停電にならなかったことだけでも凄いことだと思いますし、そのご苦労は計り知れません。

現在、柏崎刈羽発電所では、約5,700名の従事者が働いています。東京電力の社員は1,124名、協力企業者の従業員が4,611名、企業者数も760社

を超えています。従事者全体の6割が、この柏崎市と刈羽村に住んでいる方々で、新潟県内にまで広げると8割に達するそうです。発電所を訪問された方々は、地元の従業者の割合が多いことを意外に思われるようです。説明して下さった林副所長は、「この発電所は地元企業の一つです」と話して下さいました。

東京電力は、初代の福島第一から、ABWR（改良型BWR）まで5世代の原子力発電所を建設、運転してきました。3世代目以降から110万kW規模の国産化が行われ、柏崎刈羽は福島第二と共にその導入を図ってきました。2007年7月16日の中越沖地震以降、1、5、6、7号機は運転再開しました。しかし、2、3、4号機は7年半前からまだ一度も起動しないままで、3号機が起動間近でした。2011年3月11日の東日本大震災により、中越沖地震以降に運転再開した4基も、定期検査で止めて以来、柏崎刈羽発電所は、未だに発電していない状況が続いています。宝の持ち腐れ、もったいない限りです。

多重防護を超えて防護

東日本大震災以降、柏崎刈羽発電所がどのような考え方で安全対策を施してきたかを伺いました。

原子力施設には深層防護、あるいは多重防護と呼ばれている安全性確保の基本的考え方があります。それは、原子力施設の安全対策を構築する際、①異常の発生を事前に防止し、②万一異常が発生しても、拡大しないように防止し、③事故への拡大を防止し、④万一の事故が発生しても放射性物質の異常な放出を防止する、などのために、幾重にも安全対策が講じられることです。例えば、①の異常事象を発生させないために、運転員が誤った操作をしても作動しないシステムや、②では、一部が故障しても自動

的に安全な状態になるシステム（フェイルセーフ）、③の事故への拡大を抑えるために、自動的に原子炉を停止させる装置、④の環境への放射性物質の異常放出防止のために、緊急（非常用）炉心冷却装置（ECCS）などが設置されています。

しかし福島第一事故では、この多重防護で幾重にも施されていた安全対策を、津波という一つの事象があつという間に同時に壊してしまったわけです。この経験を基にして柏崎刈羽では、徹底してきたはずの多重防護の設計ベースを再度疑い、本当にこれを超えることはないのかの検証から始めたそうです。結果、さらに設計ベースを超える場合も考慮した「設計拡張状態」（DEC：design extension condition）という考えを取り込み、そして各層の安全対策の厚みを増やすことを行いました。その場合にも多重性、多様性が重視され、安全装置を複数、あるいはその位置を分散させておくなどの対策が採られました。

ただ、事象が想定を超える場合には、いろいろな安全対策の組み合わせで対応せざるをえず、さらに種類の違う安全装置を用意しておくことも多様性として重要であると考え、対策を施したそうです。例えば津波対策であれば、防潮堤を各電力会社の原子力発電所で作っていますが、もしそれをも津波が乗り越えてしまった場合を考慮し、その対策としての次の壁、例えば施設の水密性を高めるために、施設の入出口は金庫用の扉に付け替えたり、建物の窓や吸排気口に防水壁を取り付けるなどの対策が行われました。

複数の非常用のディーゼル発電機も多重防護の安全装置でしたが、福島第一ではあつという間にそれらも津波で壊され、全部電源がなくなり、冷却系が機能しなくなりました。一部の空冷ディーゼル発電機が残りましたが、ほ

とんど全滅でした。そのため、全く別な方法で電力を供給することを考えなければならなかったわけです。

そのような対応をしてもさらに、燃料を壊すような事象まで考えるべきとして、先ほどの多重防護を超えた対策に、さらに対応策を付け加えることとなったわけです。

その様な多重防護を超えた防護の考えの下では、人的な対応についても多重防護の設計ベースを越えることがあるだろうと考える必要があるわけです。危険な事象が生じた時、初期の段階ではどうしても発電所にいる運転員、当直員と宿直している人間で対応せざるを得ません。当然緊急時には人が集まってきます。

その場合、以前からの基本では、発電所の所員、緊急時の要員でカバーする、できる、進展を食い止められるという考えで設計されてきました。しかし今回、柏崎刈羽で用意したのは、時には今まで想定の人的な対応では耐えられない場合もあるかもしれないと考え、所外からの支援を仰ぐなど、さらなる体制の強化や事前の対策の準備などの整備を行ったことです。

過大評価の8.5mの津波の高さをさらに過大想定して15mへ

そもそも、柏崎刈羽原子力発電所が、国から設置を許可された時点では、海岸線での津波の高さの想定は3.3mでした。今までも日本海のこのあたりでの大きな津波の経験はなく、文献資料にもその様な津波の記録は残っていないとのこと。昨年（2014年）、国土交通省が日本海側の津波の高さの想定を発表しました。その高さ想定では、柏崎刈羽原子力発電所の前面で3.4mぐらいとの評価でした。国交省と同じ震源を使って、柏崎刈羽発電所が再度評価しても3.5mぐらいでした。

東京電力では、2011年3月11日の

東日本大震災以降、佐渡島の北東部から男鹿半島にかけての230km地域で、マグニチュード8.4ほどの地震が起きると仮定し、その時に生じると考える津波の高さを、保守的な非常に過大な評価を独自にした時、その津波の高さの想定としては、「6m」となり、東日本大震災の時にも一部で津波が遡上したことも配慮し、8.5mまで遡上するところもあると想定したそうです。

しかし柏崎刈羽発電所では、この津波の独自の過大な評価結果が出るまで対策を待っているわけにはいかず、津波の実態も分からないことが多いため、福島第一の1~4号機が津波により海拔15mのところまで水浸したことを基準に、15mの津波に耐えうる対策を採ることを早々に決定しました。その条件として、7年前の中越沖地震の時は、大変大きな揺れでも送電線や外部電源は喪失しなかったのですが、今回、福島第一と同じように、外部電源が使えなくなる、15mの津波が来て浸水するという想定の下での対策を施したということです。

「想定外」のための15mの防潮堤にさらに想定外対策

柏崎刈羽発電所では、1~4号機の建物の海拔は5mです。防潮堤も作らずにおいて、15mの津波がまともに来れば、ほとんどが水浸し状態です。当然、対策に何も手を加えなければのことですが、地下一階にある非常用電源は水没してしまいます。そのための具体的な対策が不可欠になります。

まずは設計ベースとして、独自の津波の想定「6m」に対して、かなり余裕の防潮堤を作っています。柏崎市側の1~4号機敷地は、海拔が5mで、その上に高さ10mの鉄筋コンクリート製の防潮堤（堤防）を立ち上げました。すなわち海拔15mの防潮堤の設置です。この防潮堤は、直径1.2mの杭を

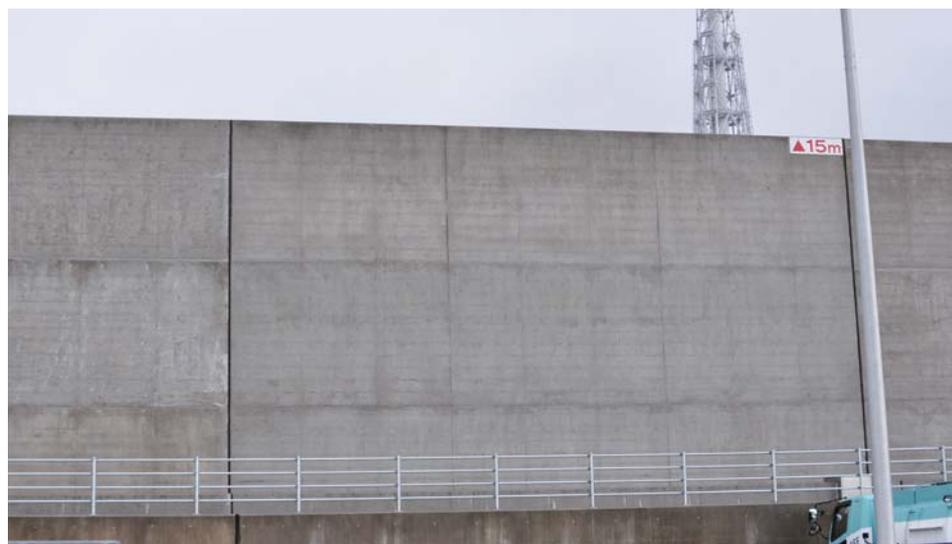
深いところで55m、平均30mの深さに、全部で891本打ち込み、基礎としています。その防潮堤は約1kmの長さによって造られ、2013年6月に完成しました。

一方、刈羽村側の5~7号機の敷地の海拔は、1~4号機とは違い12mで、15mの津波の想定に対する対応では、防潮堤を3m嵩上げています。やはり海拔15mの防潮堤ということになります。ここの防潮堤は盛り土タイプで、元々の敷地の斜面を、全てセメントを混ぜた改良土で作り替えたものです。今回、元々あったその12mの敷地側面

の防潮堤をさらに3m嵩上げたということです。

柏崎刈羽原子力発電所は、既にお判りの通り、1~4号機の海拔5mの敷地と、5~7号機の海拔12mの敷地が混在している、すなわち敷地が広いがために凸凹しています。なかなか珍しい発電所で、その自然の地形を上手に取り入れた発電所となっています。そのため、強化された防潮堤の形式も異なり、一度見学に伺うと、異なった二つの対策を観ることが出来るというわけです。

以上のような設計ベースの対策を、



海拔15mの堤防1kmを設置



5~7号機は敷地が海拔12mで、3mの盛り土堤防

さらに超えた場合の対策、すなわち津波が、過剰なまでの高さの防潮堤を乗り越えた場合、流行語にもなった「想定外」の場合にも、その対策をも施したということです。

1~4号機ではグラウンドレベルが海拔5mで、原子炉建屋は地上3階、地下5階ですので、地上階の壁の側面上部にある通気口から海水が入ってしまう可能性もあります。海水が浸入してしまうと、機器が機能しなくなることもあります。そのため、通気口の外側を箱形の壁、バルコニーのような壁で囲い、その上部から通気口へ空気を取り込むようにし、津波による海水の浸入を防ぐ対策を採りました。また、建屋1階外側に設けてある機器を搬入する外部扉には、その外側に津波の高圧に耐える水密扉を付け足し、海水の浸入を防ぐこととしました。

それでも建物に水が入ってしまった場合の対策は、部屋の水密化を図るために、各部屋の扉を金庫用の扉と取り替え、コード類や空調などの配管貫通部の水密化処理も行っています。これで各部屋をがっちり守るわけです。

さらなる対策のさらなるバックアップシステム追加

海水の浸入防止対策の次ぎは、確実に炉内の燃料を冷やす対策です。どのような熱機関でも同様で、燃料の燃焼が止まった後は何らかの形でボイラーやエンジンなどを冷やします。それは空冷や水冷、あるいは自然に冷えるのを待てば良い場合もあります。原子炉の場合も同様に、炉の停止後、原子燃料の核分裂反応を止めた後でもその余熱や、原子燃料特有の放射性崩壊による熱が出ますので、冷却が必要です。

余談ですが、地熱は、地球創生期からの余熱と、地球内部に含まれている放射性物質による放射性崩壊熱であることは学校でも学んだことです。その



6号機の建屋に追加された水密扉

放射性崩壊熱が地熱の半分を占めていることが最近確かめられました。どこの温泉でも、地球創生期からの余熱と放射性崩壊熱のおかげで、私たちは体と心を癒やし、慈しむことができるわけです。

原子炉を停止した後も原子炉の冷却は続けられますが、何らかの原因で、例えば全ての電源が喪失し、原子炉を冷却するための給水が停止した場合に、非常用炉心冷却装置 (ECCS) が働きます。その装置の一つに、原子炉隔離時冷却系 (RCIC) という冷却系システムがあります。これは、原子炉で発生している蒸気を導き、タービンを回し発電し、同時にタービンでポンプを回して、復水貯蔵タンクまたは圧力抑制プールの水を原子炉圧力容器に入れます。それにより炉心の冷却と原子炉水位を維持します。

これら制御系は全部直流で、設計ベースでは最悪の場合、直流の電気がなくなれば、この冷却系の弁が閉じてしまったままの場合もあり得ます。今回の追加対策では、この直流電源が機能しなくなり電動弁が動かなくなっても、手動で動かすという新たなマニュアルを作り、バルブの操作をする職員

と、タービンの回転数をみる職員の二人で、呼吸を合わせてバルブを開くという、新たな取り組みを加えました。これも今までの設計を超えた場合を想定した対策です。

さらに念には念を入れて、このRCICも動かなかったり、途中で止まったりした場合のことも考え、このRCIC系の代替として、直ぐに冷却水を注水することができるポンプを含む高圧代替注水系 (HPAC) を設置しました。さらなるRCICのバックアップシステムです。

福島第一の事故を教訓に炉心冷却の設備を強化

原子炉停止後、炉中の圧力が高い時には、高圧で冷却水を確実に注水することを行ってきました。その後、炉中の圧力を減圧し、さらに低圧の冷却注水系で冷却するのですが、福島第一では減圧のために主蒸気を逃す安全弁がなかなか開かない、中の圧力が下げられないため、低圧系の注水に切り替えられないという事象が起きました。そのようなことになれば、どうしても安全弁を確実に開けたいわけで、そのため窒素ポンプ、コンプレッサー、バツ

テリーなどの予備設備や機器を複数用意して、確実に安全弁を開けるための装備が設置されました。

そして中の圧力が下がった時には、低圧の冷却注水系に代わるようになりますが、その注水系としても既存のモーター駆動ポンプのほかに、さらに多様化するために、消火用のディーゼル駆動ポンプ、それをメイクアップするポンプ、さらに外から消防車を使って水を注水することで、現在、消火用も含めて消防車を高台に42台配備しています。このようにして直接原子炉、使用済燃料プールに水を入れる追加の対策も行いました。

最後に除熱の問題です。炉内にどんどん水を入れてもよいのですが、そうすると炉中が冷却水やガスで圧力が上がります。そうすると福島第一の2号機のように、格納容器が一部壊れて、中の水が外へ、放射性物質を含む水が出てしまいます。その対策として、炉内を減圧するため、フィルターベント設備（地上タイプ）を設置してガスを通過させ、炉内の圧力を下げます。圧力が下がれば確実に冷却水を送り続けることができ、さらに炉中の温度を下げ、格納容器内を減圧することができるわけです。

兎に角、どの様な事象が起こっても、最終的には円滑な循環冷却状態にし、安定させることです。大震災時には、福島第二で海から冷却水を取り入れる設備のポンプのモーターが海水をかぶり使えなくなり、柏崎刈羽からそのモーターを持って行ったそうです。

そのような経験から、ポンプが全滅した場合には、トレーラーに熱交換器とモーターを積み込んで建物に横付けし、格納容器などの接続口に配管をつないで、冷却水と海水との熱交換を行い、本来の循環冷却に移行させる方法も考えたとのこと。その結果、トレーラー搭載式の代替海水熱交換設備

が7台、現場に配備されました。こうして確実に炉中の温度を下げ、汚染した水を増やさないためにも循環冷却に移行する対策を採っています。

さらに水素が発生しても福島のように建屋が水素爆発を起こさないように、格納容器の頂上部に水を張り、水素が溶け込む装置を造りました。また、建屋内に水素が漏れた場合には、水素の検知と、その水素と酸素との緩やかな再結合をさせるための金属触媒による装置などを建物側にも付けて、二度とあのような大きな爆発を起こさないような対策も行っています。あくまでも「想定外」を生じさせない対策です。

電源確保は最重要、「これでもか」対策

以上のような対策全体を通して不可欠なのは、やはり電源です。最初に書きましたように、柏崎刈羽では、現在、関東地域から電気が送られてきて、各号機に配電され、発電所の改修や維持に使われています。しかし、事故時での前提では、このように送電線からの電気も来なくなることを

想定しています。

そのような時にはまず、非常用のディーゼル発電機が起動して電力を供給し始めます。各号機とも非常用発電機を3台備えていますので、発電所全体で合計21台です。それらからの電力により安全系への電力供給を確保します。しかし、もし、敷地が低い1~4号機の非常用ディーゼル発電機が津波で全滅してしまった場合には、高台側5~7号機の非常用ディーゼル発電機が健全であれば、1~4号機側に電気を送ることができます。それだけの余裕があります。

もっと厳しく、7基全てのディーゼル発電機が動かなくなったことを想定して、現在、海拔27mの高台に配電盤を設置し、それに、海拔35mの高台に配備している空冷式の高圧電源車とケーブルを繋いであります。そこから各号機にケーブルが引かれ、ここで発電した高圧、大容量の電力を各号機に送電し、安全を確保することにしています。このシステムは現在3セットあります。

また、直ぐ近くまで移動して、各号機に電力を供給できる電源車も準



トレーラーの中に熱交換器とポンプ

備し、大型と小型の電源車を組み合わせて安全装置を動かそうという体制も採っています。この移動用の電源車は23台現場に配備されています。さらに、柏崎市側1~4号機の高台に配電盤とガスタービン発電機を置いてあります。将来的には、刈羽村側5~7号機の高台にも、ほぼ同様の規模の電源盤とガスタービン発電機を置く計画です。

これらガスタービン電源車や発電機、消防車にも軽油が燃料です。もちろん非常用のディーゼル発電機用の軽油は準備されているのですが、非常用の電源設備を増強しましたので、高台にさらに5万リットルのタンクを3基増設しました。3基のタンクは埋設された状態で、燃料を連続して供給しながら運転を継続するという体制になっています。

冷却海水の確保

一津波の後の引き波対策

冷却水の確保も重要で、残念ながら福島第一では最終的に冷却用水として海水しかなくなってしまいました。柏崎刈羽ではその教訓から、高台に淡水を貯水するために展望台の一角に2万トンの貯水池を造りました。海拔45mの高さを利用して、下の貯水槽、防火水槽に水を供給することになっています。この貯水池は、2本の井戸で水を汲み上げ、満水状態が維持されています。

一方、本来の循環冷却では海水に放熱しますので、海水がどうしても必要です。津波が来た場合にはその引き波も生じ、岩手でも防波堤が引き波で引き倒されたところがありました。万が一、取水口前面の海面が下がれば、海水が取水できなくなります。この対策として、海水取入口の海の中に、杭をコの字型に打ち込みました。こうすれば引き波で海水が下がって干上



高台に備え付けられた高電圧のガスタービン電源



必要なところへ移動できる電源車

がったとしても、杭の中に海水が残るため、また波が戻ってくるまでの間この海水で堪え忍ぼうということです。これを貯留堰と呼んでいます。海水を確保するための対策も1、5、6、7号機ですでに完成しています。使用済燃料プールにも消防車を使った注水も考えていますが、福島第一で活躍したコンクリートポンプ車も配備してあります。

人類誕生以来20万年間、地層は動かさず

耐震の強化では、中越沖地震の後いろいろな耐震強化策がとられました。さらに耐震を強化するため、送電線を引き込み固定している引留鉄構の耐震化を進めています。また電気を送り出すところが海拔13mで、15mの津波の場合には、設備、遮断機が水没してしまう可能性があるため、その周りに2mぐらいの壁を建てて覆い隠してい



2万トンの真水を満たす貯水池

ます。これら設備4基の対策は、すべて終わりました。

勿論、中越沖地震の後には、発電所内の原子炉建屋の最地下階の揺れも、1,000ガル（地震の加速度の大きさ：3.11での福島第一の原子炉建屋最地下階では550ガル）で設計を見直し、部材の強化策をし、耐震強化対策はすべて完成しています。2007年の中越沖地震の後新たに建設したのが免震重要棟です。2階の部分が緊急対策本部となっています。同時期に福島第一、第二にもほぼ同様の免震重要棟を建てました。福島第一ではこの建物が最後の砦となってしまいました。

断層問題が各原子力発電所で話題になっていますが、柏崎刈羽の下にも断層が走っています。その活動性については、従来の評価をさらに詳細に評価し、柏崎刈羽の下にある断層は、古

安田層で止まっていると東京電力では評価しています。従って、この古安田層の年代を特定することにより活動していた時代がわかります。古安田層はだいたい20万年から30万年の間に堆積したと評価されています。20万年前というと、我々人類、ホモ・サピエンスがアフリカ大陸で出現した時代です。

従って、この時期に堆積して変化がないということは、以降活動していないとの評価になります。柏崎刈羽では、20万年以降は活動していませんと国に報告したそうですが、審査では、もう少しデータを拡充するために、敷地内や郊外で

もさらに調査を追加することとなったそうです。また断層同士の連動性についても、中越沖地震の後、陸域の3つと、海側の2つなどについて、連動した場合どうなるかを評価しています。3.11の東北地方太平洋沖地震の後、もっと長距離に評価すべしということになり、海であれば156km、陸であれば132km、どの断層が同時に動いたらどのような影響があるかを評価した結果、今まで通り、発電所への影響はないと確認されました。

7基全て被災した時の指揮命令システムも刷新

その他の対策として、津波の後の瓦礫を撤去するような大型の重機も備えましたし、ロボット技術の適応も考えています。しかし、最も重要なのは、発電所の職員や協力者がこれらを運転できるか、使いこなせるかに掛かって

いるわけです。運転免許を取るのは当然ですが、しっかりした手順書と訓練が一番大事で、今までに経験していないこれらの事にも取り組まなくてはならないことです。

それには、総合訓練もあれば個別の訓練もあります。1月末までに総合訓練が35回、だいたい月1、2回のペースで実施し、個別訓練は2014年12月末時点で約5,300回、日々行っています。大型の重機を用意しても、運転できないと何の意味もないので、職員も大型免許142名、大型特殊90名、大型牽引免許83名（2015年1月現在）などの資格の取得もさらに進めています。

もう一つ重要なのは、7基という世界でも最大の規模の発電所ですから、これが同時に被災することも考えなければなりません。今、緊急時対策要員を324名から850名に倍増し、運転員も205名から260名に55名増やしました。また、福島第一事故のような複数のプラントの同時被災時の指揮命令システムを明確化し、現場で迅速な意志の決定と迅速な復旧活動を行うため、米国で開発された現場指揮マネジメントシステム（ICS：Incident Command System）を導入し、総合的な訓練を行っています。以前よりはかなり機能的になったとのこと。

そのほか情報伝達についても、伝達のツールに多様性を持たせ、地元や国との回線の強化もしています。そのほかに放射線のモニタリング、資機材体制、情報発信など、ひとつひとつの改良に取り組んでいます。このような取り組みを、柏崎刈羽発電所のホームページ、新聞折り込み、定期的に広報誌への掲載、地域の皆様への説明会、週末には見学会を実施するなどにより、発電所の取り組みについての理解促進を図っています。

DP

再生エネ発電の組みみに 「ちょっと待った！」 —日本のFIT法の市場経済を度外視した 過保護ぶり—

朝野 賢司

一般社団法人 電力中央研究所 社会経済研究所
主任研究員



自国にエネルギー資源をほとんど持たないわが国にあっては、地球温暖化防止を図りつつ、利用可能なあらゆるエネルギー源を導入する必要があり、わが国のエネルギー政策でもその方針が貫かれています。その様な観点から原子力発電の利用は当然であり、わが国のエネルギー安全保障からも経済成長のためにも、一日も早い運転再開が望まれています。

またわが国では、福島第一原子力発電所の事故後、太陽光や風力などによる再生可能エネルギー（再生エネ）による発電事業が注目され、その積極的な導入を図るために、特別措置法（FIT法）が制定されました。そのFIT法は、前民主党政権時に、菅直人元首相の強い意向のもと、民主党、自由民主党、公明党の3党合意のもとで制定されています。

このFIT法とは、太陽光発電や風力発電などの再生エネによる発電電力を、電力需要に関わりなく電力会社が20年間にわたって一定価格で買い取り、電力送電網に接続するために制定された法律です。2011年8月に成立し実施された後、最近になってこのFIT法により、電気料金の長期値上げによる家計や中小企業への圧迫、電力需給のバランスを崩すことによる大停電の可能性と懸念、結果として一部の再生エネ事業者への多大な利益の献上などが国民にも知れ渡るようになり、そのFIT法に批判が強まっています。

日本版FIT法の制定を急ぐ余り、2000年頃から導入したドイツのFIT法の教訓を生かされず、不確定要因をも加わったFIT法となってしまいました。そのため、過度な期待故の再生エネ発電事業過保護によるバブル状態の増幅、電力供給システムに対する安定電力供給への不安、社会主義経済を思わせる自由競争なき電力買取制度の導入による電気料金上昇への懸念などが生じました。今後のFIT法の改正に、国会並びに政府関係機関の姿勢、能力が問われることは必至です。

FIT法に詳しい電力中央研究所の朝野賢司氏に、わが国のFIT法の現状と問題点、各国のFIT法に対する取り組みについてのお話を伺いました。

（編集部）

市場経済に関わりなく一定価格で 買い取るFIT制度

「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」（通称FIT法：Feed-in Tariff）という法律の特徴は、太陽光発電や風力発電などの再生可能エネルギー電源ごとにコストと利潤を評価し、発電された電気を20年間などの長期にわたって、電力会社が固定価格で買い取ることを政府が義務づけるものです。このように投資環境を整備することにより、再生エネの普及を進め、コストダウンや温暖化対策などを進めることに目的があります。

電力需要は、季節ごとでも変化しますし、休日か平日かでも異なり、同じ日の中でも刻一刻と変化します。通常の電源であれば、このように変化する電力需要に合わせて供給を行なうわけですが、この制度の下で再生エネは、その時の電力需要とは関係なく、供給できる時に固定の価格で買い取られる

ということになります。太陽光発電などは自然条件によって供給が大きく変化しますから、どのような時でも固定価格で買い取ることを保障するFITは、再生エネを優遇した投資環境を与えていると言えるでしょう。

FIT先行国ドイツでの賦課金急増

例えば、ドイツは2000年に現行FITの法律を導入しています。ドイツでは1999年に再生エネの設備比率が5%だったのですが、15年ほどたった現在、25%になっています。ただ、この制度で一番問題視されたのは、経済的な負担が増える点です。この固定価格買取制度の下では、その価格は電気としての価値からみるとだいぶ高い、従来の発電価格を上回る価格に設定されます。その上回る価格差分は、賦課金として電気料金に上乘せされます。それを「サーチャージ」と言います。再生可能エネルギーの導入量が増えるほどに、サーチャージが増えていきます。

ドイツでは、現行FIT法は2000年から導入されましたが、その前から再生可能エネルギーの買い取りは行っていました。ドイツでの1999年のサーチャージは、1世帯で1年間に500円ぐらいの負担でした。現在、ドイツでは再生可能エネルギーの比率は25%まで高められましたが、1世帯の負担は今や年間3万円を超える程になりました。これはドイツ国内全体では、1年間で3.3兆円を超える負担になっています。このFITでは、20年以上買い取りが続くので、基本的には今後10年間ぐらいは各家庭の負担が下がらないとされています。その最大の要因の一つは、法律施行直後は太陽光発電の買取価格が非常に高く、その高い価格のままで太陽光発電の導入が続いたからです。いわば太陽光バブルのつけを、数十年かけて払い続けていると言えます。

ドイツ政府の中で、FITを担ってい

るのは連邦環境・自然保護・原子炉保全省（BMU）ですが、BMUも「太陽光発電を導入し過ぎた。年間導入量に上限を設け、キャップをつけてコントロールをしておけばよかった。そうすればこのような間違いは避けられた。」などと公式に言及しています。再生エネを導入すること自体は良いことですが、導入され過ぎによって費用負担が増え過ぎてしまうことには注意を払う必要があります、そのため、FIT制度自体に賛否があるということです。

原案から大きく変わった修正案

わが国がFIT法を閣議決定したのは、2011年3月11日、東日本大震災の当日でした。当時は民主党政権で、菅直人さんが総理大臣でした。閣議決定時の法律（以下、原案）は、現行の法律とはだいぶ異なるものです。

2011年6月頃、菅総理がいろいろと批判される中で、総理退任3条件の一つとして、「私の顔を見たくなければFIT法を通してからにしろ」と、威勢のよい叱咤を切られたのを覚えておられる方々も多いと思います。その後さまざまな検討がなされたあげく、現行

の法律が2011年8月中旬頃に、民主党、自民党、公明党の3党合意により成立することになりました。

こうした議論の中で、原案にはあった費用負担の上限という考え方がなくなり、電源別、規模別の買取価格が設定されることになりました。効率性の観点を弱めたのは、国会であると言えます。

少し、費用負担の上限と電源別の買取価格について説明します。

費用負担の上限については、当初、賦課金単価は、「1kWhあたり0.5円を超えない範囲内の負担額（一般家庭150円/月）」と海江田万里経済産業大臣（当時）が明言していました（衆議院本会議における法案趣旨説明答弁、2011年7月14日）。しかし、衆議院で修正案が可決された翌日（2011年8月24日）、「政府提出法案では0.5円/kWhを超えない範囲内の負担額と考えていたが、衆議院での修正の趣旨を踏まえる必要がある」「衆議院における法案修正を踏まえ、月に150円としていた負担額は上昇する可能性がある」（海江田大臣による参院本会議における法案趣旨説明答弁）としています。つま



書類申請時の認定で買取価格が決まるので、設置は様子見の業者が多い

り、この上限に関して政治的な逃げ道が確保されているのです。

ちなみに、昨年度(2014年度)の賦課金単価は「0.75円/kWh」で既に当時議論していた上限(0.5円)を超えており、今年度(2015年度)は「1.58円/kWh(標準世帯あたり月額474円)」となり、当時議論していた水準の3倍を超えています。

また電源別買取価格については、原案では、買取価格は1kWh当たり15~20円、買取期間は15~20年間で、太陽光発電とそれ以外の再生エネ電源の2種類に分けるだけで、太陽光発電以外には電源別の区別がありませんでした。

しかし修正案では、太陽光発電以外についても、再生エネの種類ごとの設置費用に適正利潤を上乗せした価格設定を行うことになりました。特に、法律の施行後3年間を利用拡大の期間として、「調達価格を定めるに当たり、特定供給者が受けるべき利潤に特に配慮する(附則7条)」という修正を加えたことにより、高めの買取価格が設定されることになりました。

このように、費用負担の上限もなく、導入実績に基づいた制度改廃もできない法律になっているため、結果として費用負担が急増し、太陽光バブルに対して根本的な対処が打てない状況が続いているのです。

こうした大きな修正が行われて、現行の法律が制定されました。その後、国会では「調達価格等算定委員会」という有識者5名で構成する委員会の人事を決定した後に、2012年7月から現行のFIT法が施行されました。

私は、その法律が施行される前から法改正が必要だと言ってきました。調達価格等算定委員会で決められた買取価格は、太陽光発電が非常に高く、事業用の太陽光で40円/kWh、住宅用で42円/kWhでした。この買取価格は

国際的に見て高過ぎることから、確実にわが国でも太陽光発電のバブルが起き、電力消費者が負う賦課金が膨れあがるのが分かっていたので、直ちに変わるべきだと言いました。その後、案の定、懸念していたことが起こりました。現行の固定価格買取制度の「最大の問題点」は、太陽光発電の買取価格が高すぎたことに尽きます。

設備認定時点で決まってしまうわが国の買取価格制度

もう一つ、日本独自の問題として、いつ時点の買取価格が適用されるのかということです。わが国では、資源エネルギー庁が「設備の認定をした時点」で決める、としています。ドイツのFIT法では、買取価格を適用する時期は、「運転開始の時期」で決まります。例えば、3月末までに運転開始すれば40円だが、4月1日以降になると4円下がって36円になると決められていれば、3月中に運転開始しなければ買取価格は36円になります。これがドイツの法律です。

日本の法律では、電力の買取価格は、運転開始前の「設備認定」時となっていますから、とりあえず3月末までに書類申請で認定だけしてもらえば、認定された設備の運転開始時期自体は法律上に明記されていないので、ずっと先送りできます。

太陽光パネルは中国製が中心で、この5~6年は世界中で大変余ってしまいました。加えて、中国製パネルはこれまで主にヨーロッパへ輸出されてきましたが、ダンピングに関する係争を経て、ヨーロッパでは輸入制限が始まったことで、更に余っているのです。そのせいで日本では、いずれ設置するにしても、さらに安い輸入品の太陽光パネルが手に入るだろうと考え、とりあえず電力の買取価格が高いうちに設備認定だけ受けておこう

としている人たちもいるとされます。それは、太陽光パネルの価格が下落するのを待つ事業者、あるいは、そもそも発電事業は念頭になく、土地を押さえて設備認定の権利を売買し、ブローカー的に儲けようとする人たちもいました。

以上のような点は、法律上は何も禁止されておらず、事業者を過剰に儲けさせることになりました。「コストプラス利潤」で「適正な利潤」を謳っているのですが、適正な利潤どころか、儲け過ぎを生じているという批判が出ています。

しかし、そうした制度上の問題やバブル志向にも関わらず、このような制度が続けられていることで、毎年3月末には、駆け込みで認定を受けるための書類申請ラッシュが繰り返し起こっています。2012年度に大量の認定が行われましたが、2013年度末にかけてもさらに大規模な認定が行われ、2014年3月の1ヶ月間だけでも2,600万kWを超える認定量となりました。日本国内で2013年1年間に運転を開始した太陽光発電の設備容量は700万kW余りでしたが、その1ヶ月間でその4倍近くの2,600万kWもの設備容量が認定されてしまったということです。

わが国の賦課金負担が年間4.1兆円に

この様なFIT法による再生エネ導入の仕方が、どのような問題を生じるかを考えますと、賦課金負担の急増です。先ほどお話しした昨年度(2014年度)の賦課金ですが、日本全体の年間賦課金総額は、約6,500億円となりました。それが今年度(2015年度)には約2倍の1.3兆円を超えることとなります。年間賦課金総額1.3兆円という数字は、世界的に見てもドイツの3.3兆円に次ぐ水準で、FIT実施からわずか2年半で到達してしまうこととなります。

今、国では、エネルギー・ミックスの議論をしており、「再生エネを30%導入」などの数字が踊っているわけですが、太陽光発電を中心に、このような高い買取価格で導入し続けると、年間の賦課金総額が4.1兆円ぐらいになってしまう可能性があり、20年間の累積では84兆円ぐらいになってしまいます。再生エネの買取保証期間が非常に長いため、莫大な賦課金額を将来世代にわたって払い続けさせる制度となっています。そのような問題が経済性面で生じます。

接続「保留」に至った背景と対策

九州電力(株)が、2014年9月24日に、再生エネ発電設備の電力系統への接続申込に対する回答を保留したことを皮切りに、最終的に電力5社(北海道、東北、四国、九州、沖縄)に同様の措置がとられるなど、波紋が広がりました。その際、「もっと早く受付を保留にすべきだった」や、「接続申込量よりも実際に運転開始する設備の容量は小さいから、接続はまだ受け入れられる」などの批判がありました。

しかし、この問題の背景には、先ほど述べたように、日本のFITでは買取価格の確定が「設備認定時点」で、諸外国が「運転開始時点」であるのに比べ、時期が早いことが挙げられます。その設備認定された設備が、実際にどれほど運転開始に至るのか、誰にも分かりません。こうした中で、申し込みが急増した今、電力会社が接続申込を受け入れる「供給承諾」を保留したのは、やむを得ない判断でした。

やや技術的な話になりますが、再生エネ設備が設備認定を経て、運転開始に至るまでの手続きは次のようになっています。①設備認定・系統アクセス検討依頼・接続の本申込、②電力会社による供給検討と回答(供給承諾)、③契約締結と運転開始、の3段階です。



懸念されていた太陽光発電バブルが現実に…

日本のFITで買取価格が確定するのは、①の設備認定の段階です。すなわち、資源エネルギー庁(エネ庁)が設備認定を、電力会社が接続可能性を並行して審査・検討します。エネ庁の設備認定を経て、電力会社に正式な接続契約(接続の本申込)を申し込んだ時点で、適用される買取価格が確定します。(なお、設備容量50kW未満の低圧接続に関しては、電力会社への接続検討自体が不要とされており、国の設備認定のみで買取価格が確定します。)

しかし、電力系統の接続費用が最終的に確定し、接続できるか否かは、②の電力会社による供給検討と回答(供給承諾)を経た契約締結によって確定します。つまり、①の接続検討では、系統連系工事の概要や工事費の概算を示すに留まり、その事後、再生エネ業者の本申込が行われた後の、②のステップで系統接続の優先順位が確定することで、詳細工事の設計・費用が確定します。

今回の接続保留は、①の電力会社による接続検討の回答、あるいは②の本申込に対する電力会社の回答(供給承諾)を保留した、という状態を指しているのです。

では、先ほどの「もっと早く保留にすべきだった」という批判について考えてみましょう。九州電力を事例に、接続保留に至った経緯を振り返ってみます。確かに、①の段階の設備認定量だけで判断すれば、2014年6月末にはこうした事態に至ることが予見できました。2014年6月18日にエネ庁から公表された資料で、2014年3月末までの九州電力管内の設備認定容量は1,755万kWにも達していることが明らかになりました。一方で、これは2014年5月に、電力需給に関する検討会合で示されていた九州電力の夏の最大電力需要を上回っていました。その意味で、この設備認定全てが受け入れられないことは明白でした。これは、どちらも公知情報を突き合わせれば分かることで、6月下旬の時点で、関係者や研究者で知らぬ者はいなかったときと言えます。

しかし、この段階で接続保留を行なえば、それこそ「まだ認定段階であり、事業断念があるだろうから接続は可能だ」とする反論があったでしょう。また制度上、2014年3月末までの認定容量1,755万kWの中で、低圧接続される50kW未満の設備については、①の電

力会社への系統アクセス検討が行われません。また、50kW以上の設備についても、接続本申込を経た上では早々と事業断念する案件は少ないと思われるからです。設備認定量ではなく、接続本申込量で、実際に事業可能性が高い案件を九州電力が見極めようとしていたと考えられます。

実際、九州電力の資料をよく読めば、認定量だけでなく、接続本申込量を示しています。そこでは、「2014年7月末時点の太陽光発電の接続契約申込み量が全て系統に接続された場合、太陽光と風力の接続量は約1,260万kWに達し、これら全てが発電すると、電力需要が小さいゴールデンウィークなどの昼間の消費電力（約800万kW）を、太陽光・風力による発電電力が上回るため、電力の安定供給が困難となる」として、接続保留を発表しています。

したがって、本質的な問題は、設備認定量あるいは接続申込量のいずれの段階でも、実際にどれだけ運転開始に至るのか誰にも分からない制度設計になっていることにあります。換言すれ

ば、わが国FITでの買取価格の適用時期が、ドイツなどの主要なFIT導入国のように設備の運転開始時点や、少なくとも電力会社との契約時点であれば、今回の接続保留を巡る「既に投資しており損害が発生している」といった批判は避けることができたでしょう。

出力抑制と揚水発電も組み込んだ制度にするのか

こうした問題を受けて、国の新エネルギー小委員会・系統ワーキンググループという審議会で、最大限再生可能エネルギーを受け入れるための技術的対応を検討しました。主な対策として、「出力抑制ルールの変更」と「揚水発電の活用」が検討されました。

出力抑制とは、「下げ代の制約」から設定されています。「下げ代の制約」とは、火力発電所が運転を継続するためには、一定値以上の発電出力を維持しなければならないことを指します。太陽光発電などの供給が増えると、呼応して火力発電所は出力を下げるようになります。しかし、需要が小さい日（ゴールデンウィークの昼間など）は、

火力発電所が技術的にこれ以上出力を下げられない、いわゆる「下げ代不足」が生じます。

この対策として、日本では需要が小さい日に、500kW以上の太陽光発電と風力発電の出力を年間30日以内で、抑制することが認められています。ただし、この抑制が30日を超えた場合、その超過分は（実際に発電せずとも）電力会社が太陽光発電事業者に対し保証をしなければならず、接続の制約となるのです。下げ代制約は、出力抑制期間を30日以上に増やせば当然緩和されるので、出力抑制の30日ルールでの日数をもっと増やせば、連系可能量、すなわち再生エネ発電の接続を増やすことができます。

対策でもう一つ考えられるのは、揚水発電を活用することです。揚水発電は通常、電力需要の少ない夜間に、余っている電力で水をダムに汲み上げ、電力需要の大きい昼間にその溜めた水を落として発電します。揚水発電所は、いわゆる大きな蓄電池の役割を果たし、しかも経済的に運用することができます。これを太陽光発電が発電する昼間に、余った電力でダムに水を汲み上げることを検討しました。

その様な対策を施した結果、最大限受け入れられる量はどのぐらいあるかを、先ほど述べたワーキンググループで徹底した検証が行われました。その結果、今年2015年1月下旬にFIT法施行規則が一部改正され、電力7社（北海道、東北、北陸、中国、四国、九州、沖縄）の管内では、太陽光発電の接続可能量が設定され、これを超過した分については年間30日の上限を超えて出力制御の対象となるなどの省令改正が実施されました。

接続可能量自体は、今後も再生エネの導入状況を見て、見直すことになっています。例えば、技術進歩が進めば制御がし易くなり、その制御のし



枯渇や運転中のCO₂を心配しなくていい風力や太陽光の発電利用。しかし天候に左右され、電力安定供給にも影響が。もっと知恵を出さない。

易さに応じたルール変更もあるでしょう。現在、出力制御のコントロールは、インバータに遠隔装置を付けることが想定されています。遠隔装置が安価になれば、家庭でも導入されるなど、いろいろなケースが考えられます。例えば、来年度の買取価格を決める場合でも、遠隔装置を導入した家庭からの再生可能エネルギーによる電力の買取価格は、2円高く設定されます。このように技術進歩に応じて、その出力抑制の比率は変わってきます。

電力自由化と整合的でないFIT

FITはなぜこのように難しいのかというと、再生可能エネルギーにより発電された電力は必ず買い取る、20年間も買い取り続ける保証をしている制度だからです。通常の電源の運転では、需要に合わせて発電コストの安いものから順々に発電し、発電コストをできるだけ安く、総コストが最小になるように運用計画を立てるわけです。しかし再生エネだけは発電した量の買い取りを保証し、しかしその発電量が多すぎた場合には導入量を制限するために制御してもよいという、なかなか難しいシステムになっているわけです。

ドイツでは今、再生エネの買取価格の差額を、消費者に賦課金として電気料金に上乗せ徴収していますが、それが最も難しい問題になっています。また同時に、再生エネだけを長期間固定価格で買い取ることにより、電力市場が歪むという問題も出てきました。その対処にも非常に頭を悩ませています。

その際特徴的なのは、「ネガティブ・プライス」と呼ばれる、卸電力市場で生じる極端に低い電力市場価格のことです。ネガティブ・プライスが発生し易いのは、電力需要が低い時間帯に、電力供給が過剰になる場合で

す。電力需要が比較的少ない時間帯は、出力が一定であまり変動させることができない原子力発電、高効率の火力発電、コジェネレーションなどのベース電源による発電割合が非常に高いことです。こうした時間帯に、出力調整が出来ない太陽光発電や風力発電が大量導入されると、時々刻々と変化する電力需要に追従することができず、電力供給が需要に比べて過剰となってしまうのです。

卸電力市場の価格がゼロや、ネガティブ（マイナス）になった時、各電源はどのような対応をしましょうか。まず出力調整の可能な火力発電所の出力停止（ランプダウン）を行います。しかし、一時的にランプダウンした後、電力需要が回復した際に、もう一度発電機を再起動する出力増加（ランプアップ）を行うには、様々な手間と時間と費用がかかります。そこで、特にベース電源は、需給調整のために、あえて出力停止を行わず、ランプダウンとランプアップにかかる費用を含めて入札をした方が効率的です。これがネガティブ・プライスが発生する原因で、ネガティブ・プライス自体は経済学的にみても問題とは言えません。

しかし、問題なのは、電力市場の価格シグナルであるネガティブ・プライスを全く無視し、風力発電や太陽光発電などがFITで保証された市場価格よりも割高の固定価格で売電できることです。FIT由来の電力は、卸電力市場価格に関係なく、送配電事業者を経由して卸電力市場で取引されます。

例えば、ドイツでは、送配電事業者はFIT買取義務があるため、FIT電源に値札をつけずに卸電力市場に入札するのです。そのため太陽光発電や風力発電が急増すると、電力供給が過剰気味になり、卸電力市場の価格が頻繁にマイナスをつけるようになってしまいました。

自然条件で発電量が左右される太陽光発電や風力発電が増えるほど、出力調整が容易な火力発電が必要になります。しかし、皮肉なことに、FITによる太陽光発電などが急増したことでネガティブ・プライスが頻発しているため、火力発電への投資環境が悪化し、必要な火力発電が確保できない事態が生じているのです。

ヨーロッパでは、もともとそのような状況が多少あったのですが、再生エネがたくさん導入されたため、ヨーロッパの電力市場での取引価格がマイナスとなる状況が頻繁に生じるようになり、極端な価格差が起こる状況が生まれています。その様な状況の改善が難しいのは、20年間買い取ることをドイツ政府も保証しているため、それを「止めます」とは言えないのです。そこがドイツを非常に悩ませているところです。

そのような状況の教訓から、固定価格で買い取る制度はもう止めようというのがヨーロッパ全体の方針になり、今年から新設の大規模再生エネ発電については、固定価格で買い取らない制度を導入するようになりました。

ドイツの苦肉の策の「FIP」を欧州委員会でも検討

ドイツの場合、既設でも風力発電は8%ぐらい、太陽光発電は5%ぐらいが導入されています。そこで新たな再生エネの発電業者には、毎月、FITを選ぶのか、FIP (Feed-in Premium) 制度というのがあるのですが、それを選ぶのか選択できるようになっています。ドイツ政府はFITを約束しており、FIPにするよう強制はできないのですが、事業者には選ばせることにしています。

FIP制度とは、再生エネにより発電した電力を、事業者が電力市場に直接売ってくださいというものです。する

と事業者は、電力価格が安いときには発電電力を売らないなどの判断をすることになります。ただこの制度も、プレミアム（割増金）がないと成り立たないので、電力市場を参照にした価格を設定して、FITの価格との差分をFIPのプレミアムにしようとするものです。

つまり、再生エネの電気価値と環境価値を分離させようとする制度です。電気価値分は、物理的に電力を販売して市場から調達することとし、FITとの差分を環境価値として、政府が電力価格を参照した価格で設定し、プレミアムとして保証しますという制度です。ドイツ政府は、FITとFIPのどちらかを毎月選べます、という形にし、出来るだけFIPを選んでもらうためにプレミアムを厚くするなど苦肉の策で誘導しています。

欧州委員会も、今後はFITを認めず、欧州全体としてFIPのような制度や、入札のような競争原理の導入を進める方向です。そうしないと電力市場の歪みが大きくなるとして、制度設計を改め直しているところです。

わが国での改正の方向性 —国会での検討が必須

日本でも、ドイツのようにFIT法を変えることはできると思います。わが国のFIT法上でも第10条が「見直し」条項として、エネルギー基本計画が変更されるごとに、あるいは少なくとも3年ごとにこの法律の施行状況に検討を加え、必要な措置を講じることとしています。また、法律の施行後、2021年3月31日までの間に、抜本的な見直しを行うとしています。いずれにしてもエネルギー基本計画が変更された段階で、どのように見直すか、国会でも検討するべきだと思います。

FIT法の見直しの中で、非常に重要な問題は、すでに認定した再生エネの

発電分については買取価格の切り下げがなかなか出来難い、ということですが、それが出来ないと、各家庭や企業に課した賦課金が下げられない可能性が高いことです。地球環境産業技術研究機構（RITE）による分析では、総費用に「適正な利潤」を加えて算定するとされてきたFIT買取価格の実際は、明らかに「適正な利潤」を大きく超えるものとなっています。FITは「適正な利潤」を保障した制度であって、「過剰な利潤」を保障する制度ではありません。産業界からは、このままでは賦課金の累積額は莫大な額になるので、「適正な利潤」を超過する分については、既に認定し買取価格が確定した設備についても買取価格を切り下げるべきだとする意見が根強くあります。

二つ目として、再生エネの新規参入の検討に際し非常に重要だと思うのは、「賦課金の額」でも「導入の量」でもよいのですが、何らかの形で上限を設定し、「入札」を行うと、安いものから順々に導入することができます。ヨーロッパでは基本的にそのような入札を行っており、同様な競争原理を使って、なるべく安い費用で再生エネを多く導入するという制度設計は出来ると思います。

FIT制度にもいろいろあり、FITのオプションとして入札を組み合わせた方法、入札と上限値を決める方法もあります。わが国の現行のFIT法は、量の制約もないし、価格を下げていくインセンティブも非常に弱い構造になっていますので、そのように制度設計を変更すべきだということを国会議員の皆さんにも認識して頂きたいと思います。

イギリスのFITが今のところ良い

では、理想的なFIT法、理想的なFIT制度があるかということ、それは

難しいのです。ドイツでもいろいろな問題が生じています。そうした中では、イギリスの制度が現行制度では一番良いか、と思います。イギリスのFIT制度は、温暖化政策の方策として再生エネを導入しているのです。温暖化対策としての目標を決めていて、低炭素電源であれば何でも良いとし、今後は原子力も含めて低炭素電源全体で入札を行い、価格の安いものから順々に導入するという法律です。

イギリスでは、今年、2015年から試行段階として入札を始めています。このイギリスの制度自体について欧州委員会は、加盟国の中でも一番よい例であると評価しています。

ただ、それが最良かということ、「ドイツの制度よりは良い」という程度です。イギリスのFIT制度については、イギリス国内でも賛否の議論はあり、その制度をそのまま日本で適用するかどうかは、慎重な検討が必要です。いずれにせよ今後、研究者間や国会などでも議論がなされるでしょうから、わが国の事情や各国の例をつぶさに検討し、制度設計の変更について議論を深めていくことがよいと思います。

(文責編集部)

JP

朝野賢司氏

一般社団法人 電力中央研究所
社会経済研究所 主任研究員

1974年福岡県生まれ。京都大学大学院にて地球環境学博士号を取得。産業技術総合研究所バイオマス研究センター特別研究員を経て、2007年より現職。著書に『再生可能エネルギー政策論 買取制度の落とし穴』（エネルギーフォーラム社刊）など

発行日/2015年5月18日

発行人/西澤 潤一

一般社団法人 原子燃料政策研究会

〒102-0083 東京都千代田区麹町4丁目3番地4
宮ビル8階

TEL 03 (3239) 2091

FAX 03 (3239) 2097

ホームページ <http://www.cnfc.or.jp>

e-mail forpeople@cnfc.or.jp

会 長

西澤 潤一 首都大学東京名誉学長

副会長

津島 雄二 元衆議院議員

理 事 (五十音順)

木村 太郎 衆議院議員
鳥井 弘之 元東京工業大学教授
中村 喜四郎 衆議院議員
鳩山 邦夫 衆議院議員
森本 敏 拓殖大学教授
山本 有二 衆議院議員
渡辺 周 衆議院議員

監 事

浅野 修一 公認会計士
下山 俊次 核物質管理学会
日本支部元会長

デザイン・印刷/キュービシステム株式会社

2030年の電源構成は化石火力56%、再生エネ+原子力44% 原子力は30%台から20%台に減少

経済産業省は、2030年時点での電源構成目標（ベスト・ミックス）として、化石燃料火力を56%（天然ガス火力27%、石炭火力26%、石油火力3%）、再生エネ発電を22~24%、原子力発電を20~22%とする案を提示しました。今まで30%前後を発電していた原子力発電が、減少させられることとなったわけです。

この目標案は、経済産業大臣の諮問機関である「総合資源エネルギー調査会」の4月22日に行われた長期エネルギー需給見通し小委員会の会合で提示されたものです。今後、同小委員会では、この経産省案の具体化に向けた検討がなされることとなっています。

2013年度のわが国の発電電力量の実績は、火力発電が88.3%（天然ガス火力43.2%、石炭火力30.3%、石油火力14.9%）、再生エネ発電が10.7%（水力発電8.5%、地熱・新エネ発電が

2.2%）、原子力発電が1%でした。火力発電は、過去最大の発電量比率となりました。その分、外貨も、炭酸ガスも放出したことになります。

原子力発電の1%の実績とは、関西電力の大飯原子力発電所3号機が2013年9月2日に、4号機が9月15日に定期検査のために運転を停止するまでの間に発電した電力量です。大飯3・4号機の2基は、東日本大震災後、民主党政権時に運転の再開が唯一認められた原子力発電所です。

この案を策定するに当たっては、当然、わが国のエネルギー安全保障上から、石油の中東依存の減少を図り、自給率を向上させること、また、地球温暖化対策のために炭酸ガスを削減し、再生エネの導入による電気料金上昇を改善する、などが配慮されていると考えられます。

編集後記

◆4月25日発生のネパールの地震（マグニチュード7.8）により亡くなられた方が、日を追うごとに増えています。東日本大震災を思い出された方も多いでしょう。とても悲しいことです。その中で、120時間を経て救い出された15歳の少年と42歳の女性のニュースには、涙がにじみました。早急な、そして長期的な支援が必要です。

◆可愛い花が木にいっぱい咲く「花水木」、東京では既に散りました。今年はずっとより一寸早かったようです。日本にはなかった花水木の木は、大正4年（1915年）に米国ワシントン市から東京市に送られてきました。明治45年（1912年）に東京市から

ワシントン市に桜の苗木を送った返礼でした。それから100年、ワシントンのポトマック河畔、ニューヨーク市のセントラルパークなどの桜の花は世界的にも有名で、見事な花が咲きます。

◆東京市に送られた花水木も、東京ばかりではなく、日本国中に広まり、町の街道の並木になっているところも多くあります。花水木の花を愛でる人は多くても、100年も前に米国から送られてきた木であることを知る日本人は、今や少なくなったようです。桜と花水木は、100年にわたる日米友好の象徴です。



ASIA