



●核融合科学研究会ニュース 52●



第25回講演会



第23回見学会

CONTENTS

核融合科学研究会 第25回講演会 「いま、何を議論すべきなのか？ ーエネルギー政策と温暖化政策の再検討ー」 講師 21世紀政策研究所 研究主幹 澤 昭裕 氏	2
平成25年度核融合科学研究所 技術研究会	7
核融合科学研究会 第23回見学会	8

核融合科学研究会 第25回講演会 「いま、何を議論すべきなのか？」 —エネルギー政策と温暖化政策の再検討—

講師 21世紀政策研究所研究主幹 澤 昭裕 氏

澤昭裕先生は、1981年に一橋大学経済学部をご卒業され、通商産業省に入省されました。1987年には、行政学修士（米国プリンストン大学）を取得され、1997年工業技術院人事課長、2001年環境政策課長、2003年資源エネルギー庁資源燃料部政策課長を歴任されました。その後、2004年8月～2008年7月東京大学先端科学技術研究センター教授、また、現在に至るまで、2007年5月より21世紀政策研究所研究主幹、2011年4月よりNPO法人国際環境経済研究所所長を務めておられます。さらに、一般財団法人アジア太平洋研究所副所長、キャノングローバル戦略研究所リサーチオーガナイザーなども務めておられます。『大学改革 課題と争点』東洋経済新報社（2001年）、『地球温暖化問題の再検証』東洋経済新報社（2004年）、『エコ亡国論』新潮新書（2010年）、『精神論ぬきの電力入門』新潮新書（2012年）など多数の著書も出版しておられます。

エネルギーというと、電力だけという話ではなく、一次エネルギーで語らないといけないが、現在の主な話題は電力の問題であるので、電力をエネルギー問題と称して議論する。日本の電気が何でつくられてきたか、その中に、エネルギー政策や考え方の全てが現れているといっても過言ではない。発電量すなわち需要量は、高度成長期を中心に右肩上がり伸びてきたが、最近になって飽和している。1950年代、日本の電気需要のほぼ全ては水力・石炭で賄われていた。つまり、自給をしていたといってもよい状況であった。それが、高度成長期とともに電力需要が増えていく中で、1970年代になると、国内の石炭がなかなか採れなくなり、水力に関しても、ダム開発の余地もなくなってきた。そのような中で石油が非常に安い価格で手に入るようになった。石油は液体であるので、ハンドリングも容易ということもあり、世界的にも石油火力発電が増えた。日本は、化石燃料はほとんど輸入に頼っている。1973年、第1次オイルショックの時には、石油火力はシェアの3/4を占めていた。中東で紛争が起こり、石油が輸入できなくなると大変だということでパニックが起こった。この後、エネルギー政策らしきものが出てくることになる。ここに至るまでは、安定供給、いかに量を確保するかが重要であったが、それが崩れると社会的にパニックが起こることが現実となった。安定供給のために、石油だけに頼ってはいない、電源の多様化が必要ということになり、その中で選ばれたのが原子力と天然ガスであった。電源の多様化とともに、エネルギーの根幹を担うものについては備蓄を持っていないと危ない、ということになった。オイルショックが起きた一つの原因は、備蓄が非常に少なかったことである。そこで、最終的には国が備蓄していくということとなった。これが、今の電力の問題と少し違う点である。電気は、蓄電池はあるが、石油のように日本の消費量200日分をまるまる備蓄しておくというは無理である。電力は貯めるのではなく、いざピークになったときに発電できる設備を整えておくというのが、“備蓄”の考え方である。私は、1981年に資源エネルギー庁に入庁したが、その時に経験したのが、スリーマイル島の原発事故（1979年）と、第2次オイルショック（1979年のイラン革命によって石油の価格が暴騰）であっ

た。さらに、北海道の北炭夕張炭鉱で大きな落盤事故があり、炭鉱がだめになってしまった。原子力で言えば、敦賀の日本原電の原発で、炉とは関係ないが、別の施設で放射能が漏れ、国会でも大きく取り上げられるなど、大きな問題となった。70、80年代は安定供給がまずは大事という時代であった。その後、原子力は相当開発が進み、天然ガスも伸びて、石油の代わりを担うなど、電源の多様性が確保されてきた。こうなると、量が何とかあるのであれば次は値段、という時代になった。石油も、高価であった時代を過ぎて、世界中で省エネが進み、価格も安定し、さらに円高で輸入コストも下がってきた。そのような中で、なぜ電気代が下がらないのか、という議論が出てきた。電気代の推移を見ると、第1次オイルショックまではほぼ安定していた。産業用電気、家庭用電気の平均を見ると、第1次と第2次オイルショックで価格が上がったが、その後、下がっていない。バブルがはじけたころ、日本はどうして電気代が高いのか、という不満が出た。現在、電力の自由化が進んでいるが、電力会社は地域独占で競争の必要がない、総括原価主義ということで、コストに保守率を乗せて料金を決めているのではないかと、電力会社への風当たりが強くなった。その結果、90年代半ば頃から10年ほどかけて、2回くらい規制緩和が行われた。今も電力自由化と言われているが、制度的には当時から進んでいた。しかし、原子力で各電力会社はそれぞれ協力し合わないといけない関係にあったので、本気で競争する状況ではなかったと言える。従って、それほど電気料金は下がらなかった。電力の自由化は中途半端に終わったのではないかと、という印象が今まで続いている。もう一つの要因は、1997年に結ばれたCOP3での京都議定書である。これまで先進国は化石燃料を燃やして経済成長してきた、温暖化問題を引き起こしたのは先進国である、途上国はこれからまだまだ経済成長する必要も権利もあるので、途上国が化石燃料を使っていく余地を残しておくべきである、その余地は、先進国の二酸化炭素（CO₂）排出を削減することで確保する、という国際合意である。京都議定書は、2008年から2012年の5年間の平均を、1990年時点を基準としてどれだけ削減するか、というものであり、日本は-6%を国際公約とした。電力部門が多くのCO₂を排出し

ているので、CO₂を出さない電源を中心に据えないといけない、ということになった。経済性からすると、石炭は海外炭を安く仕入れることができるが、CO₂をたくさん出してしまいうので増やすべきではない。天然ガスも、石炭ほどではないがCO₂を出す。CO₂を出さない電源は何か、といった時に、原子力や新エネルギー（太陽光、風力など）を増やさざるを得ないということになった。

これまで述べてきたように、安定供給、経済性、環境問題（特に温暖化問題）、この3つが、エネルギー政策が達成すべき政策目標に順次重なってきたと言える（図1）。

さて、政策担当者としても、脱原発の人もいるだろうし、太陽光が期待の星と思っている人もいるだろうし、様々である。エネルギー政策というのは、そのような多様な考え方を総合して、メリット・デメリットがあるエネルギー源をいかに組み合わせしていくか、ということである。3つの政策目標が全て満たされるといって電源はなかなか見つからない。ところが、原子力だけは、この3つをクリアできた。

- 安定供給：燃料を装荷すれば、そのまま数年間動かせる。発電量も大きい。
- 経済性：大きな初期投資が必要であるので、稼働当初は非常に高価な電気であるが、減価償却されると、ウランの燃料費だけで動かせるようになり、電力会社の経営にとってもプラス。それを原資として、電気料金を安く抑えることができる。
- 環境問題：CO₂を全く排出しない。

この3つの目標を一つの電源で実現できるのは原子力しかない、という考え方が2010年までであった。2011年の福島原発事故で、安全性という致命的な問題を露わにしてしまった。現時点でも原子力を再稼働できない状況である。

近年は温暖化問題がエネルギー政策の中心を占める、と述べたが、それが一番如実に現れたのが、いわゆる鳩山構想、CO₂排出を25%減らすという壮大な構想であった。民主党政権が誕生したときに、それまでの自民政権との違いをいくつかの点で強調した。その中の一つが温暖化問題であった。麻生総理の時代に、削減目標を国際公約しないといけない状況となり、議論が行われており、その中で最終的なコンセンサスは-8%であった。これを鳩山総理が、-25%と言い換えたので大騒ぎとなった。この目標をいかに達成するか誰も答えられない状況であったが、計画を立てることとなった。2020年において、1990年を基準として25%減らす、というのは楽に見えるかもしれないが、すでに基準年より3~4割増えている状況であり、従って、1990年時点からおおよそ半減しないといけない。ライフスタイルそのものを変えることが前

提であるというふうにはしか思えないが、それは無理なので、CO₂を出さない電源にせざるを得ないという結論となった。

そこで策定されたのがエネルギー基本計画である。報道にもあるように、現在、このエネルギー基本計画の改訂作業が進んでいる。福島の事故以前からあったエネルギー基本計画は、これまで変更されていなかった。改訂前の電源構成計画は、原子力が5割以上、再生可能エネルギーが2割、そのうち半分は、水力・太陽光・風力などのいわゆる最近の再生可能エネルギー、というものであった。原子力や太陽光・風力を積極的に増やしたいという動機ではなく、CO₂排出を減らしながら需要を満たせる電源構成を考えないといけないという問題意識に基づくものである。原子力と再生可能エネルギーは、いわゆる低炭素電源として、CO₂を出す／出さないという文脈においては同類である。ところが、福島の事故以降のエネルギー政策の議論のほとんどは、原子力と再生可能エネルギーは敵対関係、原子力は再生可能エネルギーで置き換えていかななくてはならない、という文脈でなされている。以前から温暖化問題に関心を持っていた人は、温暖化対策上は原子力と再生可能エネルギーは同類であることを理性で理解していたが、福島の事故以降にエネルギー政策に関心を持ち出した人たちは、昔から原子力には反対だったなどという人が多くいる。原子力と再生可能エネルギーは対立軸ではなかった。しかし、菅総理が辞任の条件の一つとして挙げたのが、脱原発を進めるために自然エネルギー法案（固定価格買取制度を決める法律）を国会通過させてくれれば、という条件であった。これを聞けば、再生可能エネルギーと原子力は対極にあるエネルギー源だと思ってしまう。自然エネルギー法案は福島の事故以降に作られたと思っている人が多いが、実は法案自体は、福島の事故以前に作られていた。閣議決定して国会に提出しようとしたのが、3月11日の午前中であった。原子力を置き換えていくための法案ではなくて、CO₂排出を減らしていくための法案であった。ところが、原子力は再生可能エネルギーで置き換えていかななくてはならない、という認識にすり替わってしまった。

今、ドイツでは電気代がどんどん高くなっている。原因の一つは、固定価格買取制度（Feed-in Tariff, FIT）の下でどんどん再生可能エネルギーを導入しているためである。私は、日本も同様になると警告してきている。原子力をやめるためであればある程度は負担する、という気持ちの人が多く。固定価格買取制度は、温暖化対策のために作ったものであり、脱原発、かつ、再生可能エネルギーの利権構造を新しく作ろうと思っている人のためにあるわけではない。しかし、現状はそうなってしまう。自民党も含めて、再生可能エネルギーはこの制度の下でどんどん増やしていくと言っている。電気料金を下げる要素がなくなってきた。原子力を動かせ、という声が高まるのも当然である。

安倍政権は原子力依存度を低下させると言っている。その際、需要がそれほど減らない限り、どの電源で穴埋めしていくかということになる（図2）。エネルギー政策の3つの目標：安定供給、経済性、環境問題を述べたが、安定供給と経済性を重視する立場からすると、原子力の代わりに再生可能エネルギーを選ぶかと考えると、安定供給の観点で実力不足、コ

エネルギー政策を考える視点

エネルギーは、生活や経済活動の必需品

①量が足りなくなると、パニック

= 「安定供給」

②値段が高くなると、生活が困る

= 「経済性」

③環境に優しくない、地球が悲鳴を上げる

= 「環境性」

図1：エネルギー政策を考える視点（ご講演スライドより）

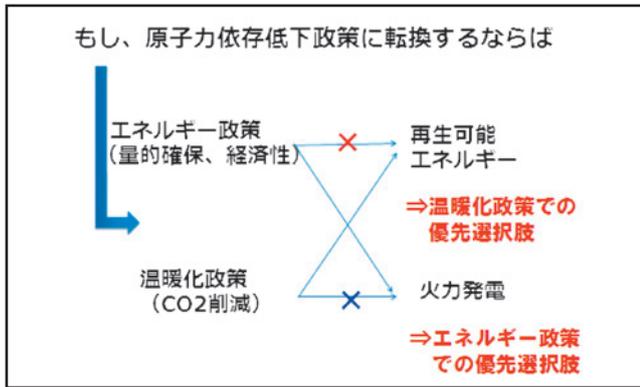


図2：原子力依存低下政策と代替電源のオプション（ご講演スライドより）

ストは固定価格買取制度を行わないといけなくらいなので×になる。エネルギー政策に重点を置く人は、石油火力を優先的に考えることになる。一方、温暖化対策が重点の人にとっては、原子力を止めたときにCO₂排出削減をいかに進めるかということになる。従って、火力発電は絶対に×となる。ドイツもそうであるが、石炭火力にいかざるを得ず、石炭火力を増設している。ところが、CO₂削減の重要性を考える人からすれば、石炭火力は原子力よりもさらに悪いので、再生可能エネルギーを導入するということになる。これは、どちらがいい悪いではなくて、政策の選択の問題である。3つの目標全てを同時に成立させることができないのがエネルギー政策である。政策担当者の課題は、どのようなポートフォリオを選んでも誰かからは批判されるということになる。民主党の看板政策はCO₂排出-25%を中心に考えていたので、再生可能エネルギーをやるということになった。安倍政権は、-25%の国際公約はCOP19で撤回した。これは、エネルギー政策上、温暖化対策を優先的課題にはしないと断ったことになる。安倍政権では、原子力依存度は低下させると言い続けているので、統合的な政策は、火力発電をいかに安く安定的にやるか、ということになる。そこで、安倍総理は資源を持っている国への外遊が非常に多い。エネルギー資源をめぐる国際情勢を見てみる。中部電力がカタールから買っているLNGは、アメリカでシェールガスが出てアメリカに売れなくなった分であり、しかもヨーロッパに売ろうとしたら安くさせられた経緯がある。浜岡原発停止で、中部電力は慌ててカタールに調達に行ったので、それほど安価には調達できていないかもしれない。シェールガスをめぐって様々なことがある中で、ロシアがガスをヨーロッパに売れなくなったため、売りたい相手として、日本・中国ということになっている。化石燃料は国際政治に密接に関連しているので、日本が簡単に原子力を手放して国際政治の真ただ中に飛び込んでいくというのは非常に難しい状況になるというのが現状である。石炭火力は温暖化問題をやっている人にとっては望ましくない電源であるが、安倍政権では、環境アセスメントの手続きを緩和して、最高効率の変換効率の炉であれば新設を認めるという方向に転換した。

原子力については、安倍政権は非常に慎重である。鳩山政権時代につくられたエネルギー基本計画を書き換えているが、原子力については、「重要なベースロード電源」と書いてある。私が注目している点として、「原発依存度については、

省エネ・再エネ導入や火力発電効率化等により可能な限り低減」と書いてある。その方針の下で、昨年12月の段階では「我が国のエネルギー制約を考慮し、安定供給、コスト低減、温暖化対策、技術・人材維持等の観点から必要とされる規模を十分に見極めて、その規模を確保」と書いてあった。今回経産省から出された政府案では、1、2月の自民党や公明党との議論、およびパブコメを受けて、「確保していく規模を見極める」と表現を大きく後退させている。

今の原子炉は、原子炉規制法によって、40年で原則廃炉となるが、長くのばしても60年である。現在、30年を超えているものはおそらく10機をくだらないし、相当増えてきている。このまま40年を迎えてしまうと、それらは廃炉になっていく。このような中で新設計画が出ない限り、漸減していく。技術や人材の維持という観点から大丈夫かという問題が出てくる。安定供給、コスト低減、温暖化対策は、エネルギー政策の3つの目標であった。どの電源にもこれらの観点からメリット・デメリットがあると書いてあるが、原子力に限っては、技術・人材維持の観点からと書いてあった。原子力だけ、その技術を後世まで残すということを念頭に置いた書きぶりであったものが、確保していく規模を見極めると書いてあるだけで、見極めてどうすると書かれていないことに危惧を持つ原子力関係者もいる。今後閣議決定に至るまでにどうなるかはわからないが、前向きになることはないであろう

もう一つの問題は、もんじゅである。高速増殖炉という概念が今や風前の灯となり、実際にこれは駄目であるということを公に宣言することは非常に大きなインパクトがある。核燃料サイクルの政策があった。経済性、資源が足りない、エネルギー自給率が低い日本にとって原子力を有効利用する、というエネルギー安全保障上の観点があった。それを民間がやっていくことに理屈付けをすれば、それが経済的に見合う、商業的に成立するというものであった。再処理プロセスを担っているのは、日本原燃という民間共同出資の会社である。最終処分に近づくほど国の色が強くなるが、そこに至るまでは民間がやる、ということでやってきた。もんじゅは、「過去の反省の下、あらゆる面で徹底的な改革を行う」と書いてあるが、「もんじゅ研究計画に示された成果の取りまとめを目指す」で終わっている。これを商業化にもって行くための計画は書かれていない。高速増殖炉の「増殖」が経済性を表している文言であったが、今や、高速焼却炉、核種転換炉という位置づけに変えられ始めている。高速炉という技術や人材を残していく一つの方策として、そのような方向性はありうと思うが、これまで核燃料サイクルを支えてきた論理である経済性を自ら捨てて、廃棄物処分のためであると宣言しようとしている。今後、高速炉に関して、サイクル、商業的自立は目指さない、と反面言っているのかも知れない。そうすると、現在、再処理を民間がやっているが、“ゴミ捨て”の前捌きとして再処理しているだけであれば、それがなぜ経済性があるのかが問われ始める。再処理の際に出てくるプルトニウムについて、利用目的のないプルトニウムをなぜ持っているのかという状況になってしまう。仮に高速増殖炉を止めるという決断をするのであれば、プルトニウムの余剰分をいかに管理していくかについても考慮しないといけなく。核

燃料サイクル政策を考えるのは非常に難しい。今回のエネルギー基本計画で、もんじゅ、高速増殖炉に関してどのような書きぶりが最後に残るかによって、核燃料サイクル政策について根本から考え直さないといけない状況になっている。

さて、原子力と電力自由化について議論したい。石油の場合、備蓄が必要であると気づいたと述べたが、エネルギー問題を考える際に、供給の最終的義務をだれが負うのかというのが大きな問題としてある。オイルショックで、これからは石油の備蓄をしておかなくてはとなった時に、政府は石油備蓄法を制定して、民間の石油会社に備蓄を法的に義務づけた。石油事業者にとって備蓄をさせられることは、いざというときにしか売れない物を抱えておくということ、いわゆる不良在庫であり、そのために資金が必要である。銀行からすると、不良在庫を抱えるために資金を貸すわけがない。石油事業者が、備蓄を法的義務とするのであれば、ファイナンスの面で何とかしてほしい、と言いつつ、政府は、無利子融資や利子補給などの公的資金援助を行った。これによって、90日分くらいを備蓄させたが、国全体として考えるとまだ足りない。あと何日かの不足分は、政府が代わりに備蓄を行った。国が石油タンクを作って備蓄する、国家備蓄である。費用は、石油税という形で薄く広く集めている。一方、電気は、それほどの備蓄は不可能であるので、発電設備を十分に持っておくしかない。電気事業法で、最終的な供給義務を大手の電力会社に義務づけた。電力会社側は、必要発電設備総量を確保して需要ピークの時に停電を起こさないということを考えなくてはならない(図3)。ベースロード電源である原子力、石炭はいいが、ガスや石油の中には、わずかに数時間のピーク時にしか稼働させない電源が出てくる。こうなると、石油火力発電所に投資しようとする人は、その短時間の稼働で投資を回収しないとイケない。発送電分離で、発電会社も今後小さく分かれていくとしたらどうなるか。電気料金が高くないと見合わなくなる。ピーク時料金は今も高いが、それでは間に合わなくなる。テキサスでは電力自由化によって、ピーク時料金が何十倍にもなっている。何十倍になると、需要も減るといって動かしている。ドイツやイギリス、テキサスでも起こっていることであるが、風力のようなものが多く導入されてくると、風が吹いている間、止めておかななくてはならないガス発電所が多くなってしまふ。そうすると、余剰

時間が長くなって採算が取れないものが出てきて、ガス発電をやめるということになる。誰が困るか。政府である。補助金を出すのでガス発電を維持して下さい、ということになる。これが電力自由化の帰結であり、再生可能エネルギーの導入を進める際の帰結である。

電力自由化前は大きな電力会社に供給義務を負わせてきたが、自由化を進めると、義務づけることもできなくなってくる。それでは、なぜ、大きな電力会社は唯々諾々と必要な発電設備総量を作ってきたのかということ、そこが電気料金問題である。自由化の世界では、需要が増えるピーク時間帯にのみ稼働させる電源に対して、電気料金が上がることになる。その上昇を抑制するために、発電総量を平均的な料金として回収する仕組み：総括原価主義を採っている。電力会社が計算した平均料金を、行政庁が査定して認める、その料金を保証する、という制度である。電力会社としては、必要発電設備総量を作るために資金を借る場合に、その利子を料金から回収できる。この制度を背景として発電設備をどんどん作った。原子力もこれに該当している。電気事業法という規制の世界では、総括原価主義という形で料金規制がなされている。電力会社に供給義務が生じているが、その義務を果たすために必要な設備を作る資金は確実に回収できる、という仕組みになっている。原子力のように、新設に6~7千億円かかる電源でも、その資金は必ず将来的に電気料金を通して回収できる。金融機関から見たときに、電力会社に資金を貸すのはノーリスクであり、電力債という形で資金を借りることができる。

一方、電力自由化の世界では、マーケットが料金を決めることになるので、電気料金変動する。金融機関から見ると、非常に不安定な料金回収になってしまう。電力会社としても、その上供給義務まで負わされると困るので、供給義務はなしでいいですね、ということになる。供給義務を負っている事業者が実質上いなくなるというのが電力自由化の世界である。もちろん、そうならないように制度設計は行われているが、本質としては、電力供給が不安定な状況を作り出している。無駄な設備は一切持たないのが社会的に最も効率的な状態であるというのが経済学の考え方である。原子力はどちらにするのか、という問題がここで出てくる。固定価格買取制度では、再生可能エネルギー事業者が、コストを計算し、さらに利益率を乗せた価格を保証している。高めに設定された電気料金を消費者から徴収しているという形になっており、究極の総括原価主義である。現在、再生可能エネルギーは国策の世界に残す、ということに決まっている。原子力については、国策の世界か、あるいは、自由化の世界か、が議論されておらず、電力会社からすれば非常に心配な状況である。現存の原子力発電所は投資が終わり、電気料金から相当程度に資金回収しているのだから、自由化の世界でも十分やっていける。古くなってきている原子力発電所を新しい投資で置き換えていくのか、が非常に不透明になっている。これからも国策の世界にいるとすれば各電力会社も投資を行うだろうが、最初から自由化の世界で、となれば、やめるところもたくさん出てくるだろう。反原発派は、電力会社は原子力発電所をどんどん作りたいと思っている、と誤解している。原子力発電はものすごくリスクが大きくなっているのだから、原子力の電

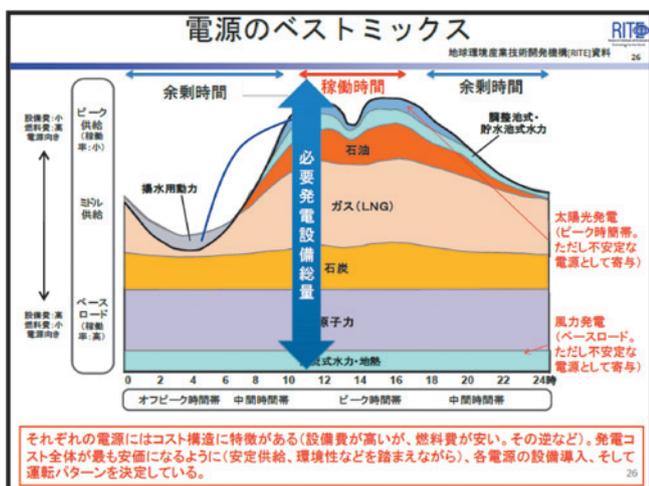


図3: 電源のベストミックス (ご講演スライドより)

気料金が安い以前に、原子力というビジネスを続けていくリスクがとれるかどうか、が問題である。事故のリスクもそうであるが、むしろ、ファイナンスの面、資金を返していけるかどうか、が問題である。電力自由化の仕組みの中で原子力に更新投資をしていこうと思っている会社はごく少数であろう。反原発・脱原発と言わなくても、このままの仕組みであれば、あと10~20年で原子力発電はなくなるであろう。逆に、原子力発電が必要であるということが閣議決定なり自民党の決定で行われるとすると、原子力に対して特別の金融支援措置をセットで考えていかないといけない。すでにアメリカとイギリスではそういう状況になっている。スリーマイル島事故以降、原子力発電所は新設されなかった。反原発・脱原発の問題ではなく、ファイナンスの問題であった。原子力ビジネスは相当リスクが大きいとファイナンス側が判断した。さらに電力自由化の中で、料金規制がなくなっていった。その結果、原子力は新設されなかった。最近になって、数基の新設計画・着工が決まったのは、政府が、温暖化対策として、債務保証を行ったからである。イギリスでは自由化を進めすぎて、ガス発電をやめる事業者が現れて停電の危機が訪れている。電源の開発が必要であるが、イギリスの企業には資金がないので、フランスと中国から資本導入して原子力発電所を新設している。フランスの企業とイギリス政府が固定価格買取制度を原子力にあてはめるという契約を行った。イギリスは、原子力を国策の世界に残すという選択を行ったことになる。アメリカは自由化の世界に原子力を置いたが、政府が債務保証を行った。原子力を続けるという選択をした場合でも、支援のない状態で自由化の世界に置かれるとしたら、原子力発電はなくなっていくであろう。安倍政権は、自由化は積極的に進めが、原子力を特別な措置で維持していくところまでは意志は固まっていないという印象を持っている。原子力関係者にとって大きな危機を迎えている。

ご講演に引き続いて、活発な質疑応答も行われました。

Q. 再生可能エネルギーを取り巻く状況はどのようになっているか？

A. 固定価格買取制度について、消費者の負担が増えてこないと真剣に考えないだろう（図4）。ドイツは限界まで

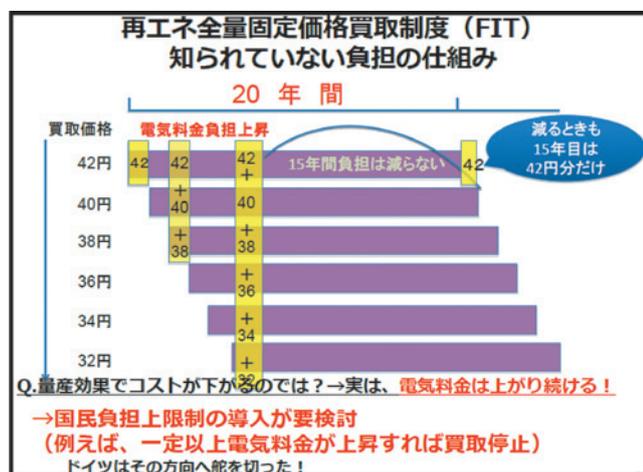


図4：固定価格買取制度における負担の仕組み（ご講演スライドより）

たので、消費者も怒り出し、政策の転換も行われている。固定価格買取制度をやめても、20年間買い取り価格が保証されている。固定価格買取制度をやめるというのは、新たな買い取りをやめるというだけであり、実際に負担が減るまでには例えば15年間かかる。自然エネルギー法案は恒久法となっている。廃止のためには廃止法案を国会に提出する必要があるが、世論を考えるとハードルが高いであろう。買い取り量の上限を決める、供給業者を競争入札で選ぶ、などでコストダウンを図っていくことを考えるべきである。

Q. 福島事故後の原子力のリスクに対する評価は、様々な対策を行っても変わらないか？

A. 電力自由化は、福島事故と関係ない文脈で出て来ているものである。発電所の稼働率が下がることで事業リスクの方が大きいとファイナンスが判断している状況である。原子力の問題としては、技術の新陳代謝が遅い、安全性の問題をクリアにしづらい、などが挙げられる。原子力黎明期には、オプションオープンであり、色々なアイデアが試せる状況で、研究者・技術者のモチベーションをかきたてるものがあつた。今、この状況で何ができるか？イノベーションをいかに起こすか、新たな人材にとって魅力的な研究開発の現場であるだろうか。原爆を投下された数年後に、日本が原子力発電をやると決めたのはなぜだろうか？原子力に対するシンボリックな意味、先端技術、平和利用できたら人類の夢がかなう、日本は物理学でも優秀、技術力もある、被爆国だからこそ原子力の平和利用を進める使命と権利を持っている、というようなことを国民が共有していたのであろうと思う。今の原子力発電は、核のごみ、汚染物質、閉鎖性、イノベーションを感じない古臭いイメージである。科学技術政策上の意義を取り戻す必要がある。また、事業者にとっては、国の安全基準は最低基準であって、再稼働が認められてもそれで対策が終わりではない。福島事故で何を学んだか、何をやっているかを地域の方といかにコミュニケーションを行っていくかが重要である。外から見ているときの不安感に思いを至らせることが重要であり、“Decide and explain”では聞いている側は受け容れがたい状況である。

Q. マスコミの核アレルギーは、一般に与える影響が大きい。どのように対処していくべきであるか？

A. 市民がマスコミの情報をうのみにするのではなく、自身で判断していただけるように、データセンターのようなものを作ろうと考えている。反対、賛成、様々なデータを網羅的に集めて、参照できるような仕組みを作りたい。21世紀政策研究所でPros and Cons(賛否両論の討論)を行ったところ、結構、参照された。情報の確度を量るための第三者機関設立なども必要であるが、自ら合理的な判断を行うための材料になるような情報の提供の場を作りたいと考えている。

(文責：横山雅之)

核融合科学研究所ヘリカル研究部

核融合理論シミュレーション研究系 准教授、

総合研究大学院大学物理科学研究科 核融合科学専攻(併任)

平成25年度核融合科学研究所技術研究会

平成25年度核融合科学研究所技術研究会は、全国の大学、高等専門学校及び大学共同利用機関、研究所等44機関から約280名の技術職員の参加をいただき、平成26年3月13日・14日の両日、愛知県犬山市の犬山国際観光センターにおいて開催されました。本技術研究会の主旨は、大学及び研究機関の技術職員が日常業務で携わっている実験装置の維持管理の話題から開発改良にわたる広範囲な技術活動について発表するもので、発表内容も通常の学会とは異なった、日常業務で生まれた創意工夫、苦労話、失敗談も重視して、技術職員の交流と技術の向上を図ることを目的としています。昭和50年に分子科学研究所で始まり、昭和57年以降は高エネルギー加速器研究機構と本研究所（当時は名大プラズマ研究所）が加わって、3機関持ち回りの形で主催されてきましたが、平成8年度からは大学主催による分散型の技術研究会、そして実験・実習分科会などを加えた総合技術研究会として隔年で開催されてきています。各機関における理解と技術部の力量の蓄積により、開催機関や参加機関及び参加者の増加など本研究会が全国の各機関で大きく位置付けられ、益々発展しているところであります。今年度は本研究所が主催機関として開催しました。

開会式では、飯間 理史 核融合科学研究所技術部長から、各大学における現在の技術者の立場は予算削減によって厳しい状況であるため、技術者がお互いに連携してより一層技術の向上を行っていかねばならない、との挨拶がありました。引き続き、金子 修 核融合科学研究所副所長より、研究所や大学も含めて人員も予算も削減される中、技術は、ハイテクをキャッチアップし、ローテクを維持継続しなければならないという非常に難しい立場にある。こういった境遇を打破するにはネットワークが必要である。大学や研究所の誰がどのような技術を持っているかを共有できるようにこの機会を利用してネットワークを作って頂きたい、との挨拶がありました。その後、武藤 敬 核融合科学研究所プラズマ加熱物理研究系研究主幹から「核融合エネルギーを手にするための科学技術の挑戦」と題する講演がありました。

分科会は、工作技術、装置技術、計測・制御技術、低温技術、情報処理技術の5分科会で構成し、口頭発表48件、ポスター発表44件の発表が行われました。分科会の発表では、研究・教育支援のための装置システムや特殊機器の設計・製作、日常的な業務で発生している問題点や効率向上のための改善、



飯間理史 核融合科学研究所 技術部長による挨拶



武藤 敬 核融合科学研究所 教授による講演
「核融合エネルギーを手にするための科学技術の挑戦」

実験・研究装置の保守点検状況やその分析、安全衛生にかかわることに至るまで、それぞれの技術職員が抱える話題に関して、それぞれの立場で多種多様な発表がなされ、有意義な情報交換の場となりました。

今回の技術研究会の成果をさらなる継続的な技術交流へと発展させていくというアクションを一人一人が意識的にを行い、技術の研鑽につながるものと期待しております。開催期間中に行われた技術研究会運営協議会で、次回平成26年度は北海道大学において総合技術研究会、平成27年度開催は高エネルギー加速器研究機構、平成28年度は東京大学において総合技術研究会を開催することが確認されました。

最後に、本技術研究会の開催に当たりまして、核融合科学研究会から多大なご支援をいただきましたことに深くお礼申し上げます。

(文責：馬場智澄
核融合科学研究所 技術部製作技術課 課長)



平成25年度 核融合科学研究所 技術研究会
平成26年3月13日～14日 於 犬山国際観光センター「フロイデ」 参加者集合写真

核融合科学研究会 第23回見学会

平成26年3月14日（金）に核融合科学研究会第23回見学会が開催されました。今回は、第13回の融会見学会（平成15年10月9～10日）で訪問した種子島宇宙センターを再訪し、この10年間で進歩したロケット技術などを学ぶべく、種子島に向かいました。

見学会の前日、種子島周辺は暴風雨に見舞われ、飛行機の欠航・遅延がありましたが、当日は晴天に恵まれ、16名の参加者は定刻通りに種子島空港に集合することができました。種子島宇宙センター（以降、「宇宙センター」と表記）に向かう道すがら、一行が目にしたのは、ロケットを模した欄干や、小学校の壁に描かれた宇宙船などでした。島全体がロケットや宇宙を身近な存在として親しみを持っているように思われました。一行は宇宙センターの宇宙科学技術館に集合し、宇宙センターが用意したバスに乗り換えて見学が始まりました。

初めに訪れたのは、倉庫のような外観を持つ「大崎第一事務所」です。この建物の中には宇宙に飛び立つことなく地上にとどまった、H-II ロケット7号機の実物が静かに横たわっていました。その外観はあまりに大きく、まるでトンネル掘削機のような様子でした（写真1）。H-II ロケットは、燃料として液体酸素と液体水素を使用するため、断熱は重要な要素の一つです。断熱材の実物を手に取ると、花木の飾りつけで使う吸水フォームの触感でした。この断熱材によって、ロケット内部の燃料タンクはもちろん、ロケット表面も覆われます。断熱材に塗装を施すことはないため、ロケット表面の質感はつるつるではなく、ざらざらしています。黄色を帯びた橙色のH-II ロケットの外観は、断熱材の色そのものなのです。ここには、ロケットの外殻だけではなく、エンジンも実物が展示されていました。第一段目のエンジン（LE-7）は、全長3.2m、質量約1.7トン



写真1 H-IIロケット7号機（実物）

で、1079kNの真空中推力（ボーイング787型機のエンジンの約3倍の推力）を有する二段燃焼サイクルエンジンです（写真2左）。燃焼時間は345秒で、2本の固体ロケットブースタと共同し、総重量264トンの機体を持ち上げます。第二段目のエンジン（LE-5A）は、全長2.7m、質量248kgで、121.5kNの真空中推力（ボンバルディアCRJ-200型機のエンジンの約3倍の推力）を有するエンジンです（写真2右）。第一段ロケット分離後に点火され、合計燃焼時間は598秒ですが、複数回燃焼させることができる複数回着火機能を有しているため、打ち上げから362秒後に第一回点火が、次いで1482秒後に第二回点火が行われます。その後、衛星を分離して軌道の上に投入されます。

H-II ロケットは、旧宇宙開発事業団が中心となり約10年をかけて開発した初めての純国産液体燃料ロケットであり、静止軌道へ2トンの衛星を打ち上げる能力を持つな

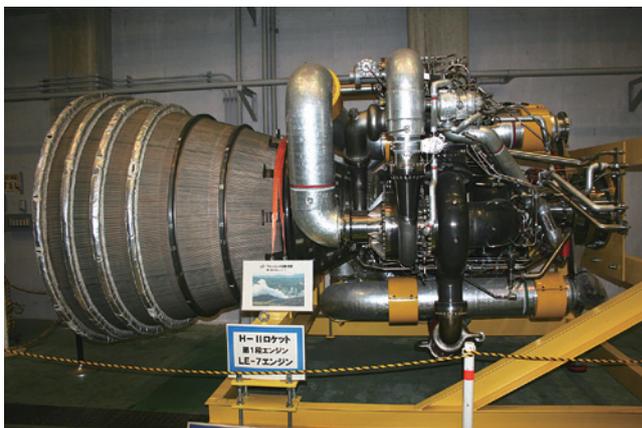


写真2 H-IIロケットのエンジン（実物）：左（右）が第一（二）段目

ど、日本のロケット技術が国際水準に達した記念すべきロケットです。この7号機は、それより先に打ち上げられることになった8号機の打ち上げ失敗をうけて、その原因究明調査のために用いられました。その後、より低コストの次期ロケット計画 H-IIA へ移行したため、7号機は地上で展示され本来の活躍の場ではないはずの地上で、その使命を今も果たしつつあります。平成20年10月9日に国立科学博物館の重要科学技術史資料（未来技術遺産）に登録されました。H-II 7号機の前で集合写真を撮り（表紙写真）、次に私たちは「大型ロケット発射場」に向かいました。当日はロケット打ち上げ作業などがなかったため、発射場の中ほどまで進んで見学することができました。ここには第1射点と第2射点の二か所があり、それぞれ第1射点ではH-IIA ロケットの、第2射点ではH-IIB ロケットの打ち上げを行っています。射点にそびえる赤白の二本一対の鉄塔は非常に目を引きます（写真3左）。この鉄塔は、ロケットを支えるためのものではなく、避雷針としての役割を持っています。また、風速計などの気象観測系が備えられています。ではロケットは何で支えられているのでしょうか？ 答えは射点と反対側の「大型ロケット組立棟」にありました（写真3右）。この建物は、高さ81m、幅64m、奥行34.5mあり、ロケットの組立・整備・点検を行うための設備です。ここでは2機のロケットを同時に組み立てることができます。さて、先ほどの答えは、「ロケットを大型ロケット移動発射台の上に組み立てるため、あらかじめ支えられた状態になっている」でした。組み上がったロケットは、発射台ごとドーリーに乗せられて時速2 km で500m離れた射点に運ばれます。

ロケットの生まれ故郷は名古屋の三菱重工です。1段目と2段目が別々に海上輸送されます。種子島は遠浅なので宇宙センターに直接荷揚げできないため、宇宙センターのある海岸と反対岸の島間港で陸揚げされます。陸揚げ後、ロケットは、国道58号線と鹿児島県道586号を使って陸上輸送されます。通常ならば車で30分程度の道のりを、時速4 km で4～5時間かけて宇宙センターに到着します。この陸上輸送のために、道路は全2車線が占有され、一般の交通の妨げにならないよう、深夜から早朝にかけて行なわ

れます。ロケットは高さ7mのコンテナで輸送されるため、障害物となる信号機は簡単に折り畳める構造になっており、道路上の看板や標識は高い位置に設置されています。宇宙センターに運び込まれたロケットは、1か月半から2か月かけて大型ロケット組立棟内で組み立てられます。発射の約12時間前、「大型ロケット組立棟」の扉が開かれ、ロケットが姿を現します。案内の方が「この扉は、高さ67.46m、幅26.95m、厚さ2.5m、重さ400トンあり、世界一大きい扉となっております。10分かけて開放されます」と紹介されたとき、核融合科学研究所からの参加者が「重さではLHD実験棟の遮蔽扉の方が世界一ですよ。」とポツリとつぶやいていました。「大型ロケット組立棟」を出たロケットは、ドーリーで射点に運ばれた後、燃料が注入されます。

ロケットの発射管制は、大型ロケット組立棟の脇にあるコンクリート製の掩体壕えんたいごうのような建物、「大型ロケット発射管制棟」で行なわれます。地下12mに管制室があり、発射時は約120人のスタッフがロケット打上げまでの一連の作業に対する指揮・監督などを遠隔操作で行ないます。また、この後に訪問する「総合指令棟」に必要な情報を伝達します。ブロックハウスと呼ばれるこの建物の壁には、青系の帯が描かれており、それぞれ海、空、そして宇宙を示しています。

引き続き、ロケット打上げの頭脳となる施設、「総合指令棟」を訪問しました。制御室に案内されると二列に並べられた机を十数脚の椅子があり、正面には小型のモニターが7台設置されていました。核融合科学研究所の制御室よりも狭いという印象でした。NIFSからの参加者の一人が思わず「狭いなあ」とつぶやいたのを聞いてか聞かずか、案内の方がすかさず「以前はもっと広がったのですが、現在はコンピュータ化などにより、効率の良い、無駄のないコンパクトな制御室となっております」とおっしゃっていました。ロケット打上げの際には、打上げに関わる各作業の責任者約20名がここに待機します。全ての情報はここに集められ、気象情報の収集・分析と発射の決断、ロケット発射および追尾作業、安全管理など、あらゆる決定が行われます。気象に関するロケットの打ち上げ条件として、雨



写真3 (左) 射点にそびえる赤白の二本一対の鉄塔 (右) 大型ロケット組立棟

量で8mm/h、風速で15m/sを超えると打ち上げは中止となります。打ち上げの12時間前には大型ロケット組立棟から搬出しますが、その時には気象条件は判断できるとのことです。強風ではロケットが飛ばせないのは理解できますが、なぜ降雨でも飛ばせないのでしょうか？案内の方が「たとえば言うなら、アンパンマンです。」一同、目が点になりました。「アンパンマン……、ですと??」しかし、その後の説明を聞いて納得しました。降水により、断熱材に水がしみこむと、重量の増加によって打ち上げられなくなるのです。アンパンマンは顔が濡れると力が出ないのと同様に、たくましいロケットは意外にも水に弱いことが分かりました。

「総合指令棟」を後にして、集合場所の宇宙科学技術館

へ戻りました。ロケット打ち上げ当日は、射点から半径3km以内は立ち入り禁止となります。そのため、報道カメラ撮影のための建物が用意されており、打ち上げの様子はここから撮影されます。見学会の最後に、「大型ロケット発射場」を背景に記念写真を撮り（写真4）しました。それまで晴れていた空が、少し曇り始め、雨も降ってきました。ロケットの打ち上げに支障のない程度の雨でした。

今後ともより一層、会員の皆様にとって有益な見学会を企画したいと思っておりますので、見学したい施設など、ご希望、ご推薦等がありましたら、事務局までお気軽にご連絡下さい。

（文責：成嶋吉朗

核融合科学研究所 高密度プラズマ物理研究系 助教）



写真4 集合写真（大型ロケット発射場を背景に）

事務局だより

華やかだった桜もすでに散り、若葉が目にしみる季節となりました。皆様におかれましては、ますますご健勝のことと存じます。

昨年度も本会の活動に格別のご支援を賜りまして、誠にありがとうございました。新年度を迎え、気持ちも新たに、皆様にとりまして有意義な活動を展開して参ります。ますますのご支援を賜りますよう、よろしく願い申し上げます。

核融合科学研究会ニュース
第52号（2014年4月）

融 會

編集・発行
核融合科学研究会

〒509-5292 岐阜県土岐市下石町322-6

TEL 0572-58-0622 / FAX 0572-58-0626

E-mail : yu-kwai@tcp-ip.or.jp

URL : <http://www.nifs.ac.jp/yu-kwai/index.html>

（融會バックナンバーも掲載しております。是非とも
ご高覧下さい。）