

Plutonium

Autumn 2010 No.71



オピニオン

日印原子力協力協定

わが国国民と諸外国に説明を

CNFCレポート

究極のエネルギー 核融合

日本の技術が世界に貢献

各国が一番となるための新しい国際協力 —ITER

前ITER機構長の池田要氏に聞く

社団法人 原子燃料政策研究会

Plutonium

Autumn 2010 No.71

| | | |
|----------------------------|-------|----|
| オピニオン | ————— | 1 |
| 日印原子力協力協定 わが国国民と諸外国に説明を | | |
| CNFCレポート | | |
| 究極のエネルギー 核融合 | ————— | 3 |
| 日本の技術が世界に貢献 | | |
| 各国が一番となるための | ————— | 11 |
| 新しい国際協力 — ITER | | |
| 前ITER機構長の池田要氏に聞く | | |
| 書評 | ————— | 18 |
| 『忘れられたルーツ』 | | |
| 「電力産業120年の浮沈とこれからの100年」を読む | | |
| 後藤 茂 | | |
| いんふぉ・くりっぶ | | |
| わが国のプルトニウム管理状況 | ————— | 10 |
| 高速炉の日仏米の協力覚書改正 | | |
| 実証炉の実現に向けて | ————— | 2 |

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/>



サンタクロッチェ教会中庭 (フィレンツェ)
Basilica di Santa Croce (Firenze)

地元の方々や観光客でごった返す町中から一歩入ると、そこにはゆったりとした伸びやかな時があります。世界の人々の幸せや平和希求の祈りを感じます。

日印原子力協力協定 わが国国民と諸外国に説明を

日本とインドの原子力協力協定締結に向けての交渉が始まった。核不拡散条約（NPT）に加盟せず、実質的に核兵器を保有しているインドとの原子力に関する協力に問題はないのか、疑問が残る。

わが国の原子力の利用は、平和目的に限って行われ、その考え方は対外協力においても確固とした姿勢で守られてきている。原子力平和利用についてわが国が他国と協力を行う場合は、相手国による原子力の平和利用の担保が必須条件である。その点から、国際条約であるNPTに加盟していることが、重要な要素である。NPT加盟により国際原子力機関（IAEA）と保障措置協定を締結し、査察を受け入れることになる。

しかし今回の相手国であるインドはNPT加盟国ではなく、しかも1974年（1回）と1998年（5回）に核実験を実施している。1974年の核実験でインドは、平和利用を目的として実施したと宣言して憚らない。そのような国とわが国が平和目的に限って2カ国間の原子力協力協定を締結することは、わが国自体の核廃絶と平和利用原則、その国是に対して逆行することになるのではないかと疑問が残る。

NPTは、その条文中で、1967年1月1日以前に核兵器を製造、爆発させた国、米、ロ、英、仏、中のみを「核兵器国」と規定し、他を非核兵器国としている不平等条約である。この不平等な国際条約に非核兵器国である多くの国々が加盟したのは、NPTの3つの柱である、「核軍縮」、「核不拡散」、「原子力の平和利用」が進められることが条約で約束され、世界の安定につながると思

れたからである。しかるにインドのようなNPTに加盟せず核兵器を保有する国との協力は、不平等条約であるとわかりながらも条約に加盟し、平和利用のために保障措置協定による査察まで受け入れている国々の連帯感を損ねることにもなりかねない。またそのことがNPTに加盟するあるいは留まる意義を薄れさせてしまう可能性がある。

インドがわが国との原子力協力を進める機会に、インド自身がNPTに加盟したり、核廃絶を行う意図を示すことになれば、協定締結の意義は大いにあるのだが、そのようなことはとても期待できそうにないだろう。では、NPTの枠外で日印2カ国間の原子力協力を進めるその意図、意義は何か。日本はインドに対して核兵器開発、保有の放棄を求めることができるか。わが国の提供する設備や技術に対してIAEAの保障措置をインドに受け入れさせることができるのか。インドとの原子力協力を進めるにあたって、そのような国民並びに諸外国の疑問に明確に応え、わが国の立場を再確認した上で、今までのわが国の姿勢と「ぶれない姿勢」を示さなければ、「単なる原子力機器の輸出のために、インドとの2カ国間協定を締結することになった」と、受け取られることになりかねない。

2007年7月の米国とインドの原子力協力協定締結に起因して、2008年9月に原子力供給国グループ（NSG）が、輸出禁止国からインドを外し、NSGメンバーが輸出をすることが出来るように決定した。米国とインドがこの原子力協力を進めることになった背景に

は、単なる商業ベースの取引のためではなく、安全保障上の戦略もあると考えられる。

このNSGとは、1974年のインドの核実験を契機として設立されたものであり、原子力関連資機材・技術の輸出国が守るガイドラインを策定し、それに基づいて輸出管理を行うシステムである。従来NSGのガイドラインでは、NPTに加盟せず、IAEAの包括的保障措置協定を締結していない国への輸出は認めていなかった。このNSGのインドに対する優遇決定も、果たして、今後の核兵器の廃絶と原子力平和利用の促進にとって効果的なのか、疑問が残るところである。インドを例外としたことで、現在NPT非加盟国であり、核兵器を持っているとされるイスラエルやパキスタンに対してもどの様に考えるのか、国際的に非常に大きな問題を投じることになった。

インドにおける今後の原子力平和利用市場は大きい。原子力輸出国であり、NPT核兵器国である米、仏、ロ、英は、インドとの2カ国間の原子力協力協定を締結し、輸出市場拡大を探求している。インドでは、2010年1月現在、17基412万kWの原子力発電所が運転されており、さらに2030年までに原子力発電設備容量を6,000万kWまでに拡大する計画である。このためインドは、海外からの原子力炉の導入を進めることとなった。原子力先進国にとっては、国内における新規原子力発電所建設の機会が減少しているなかで、インドの原子力発電拡張計画は垂涎の市場である。

NPT発効時から比べ現在の世界情

勢は大きく変化し、エネルギーの安定供給と地球温暖化防止の観点から、原子力平和利用の有効性は広く認識されるようになった。今後のインドの発展に伴うエネルギーの需要拡大、炭酸ガスの排出量の増大を考えると、インドにおける原子力平和利用の拡大は、地球環境にとっても有益であることに間違いはない。

いつまでもNPT枠外に居続けようとするインドに対して、日本はインドとの原子力平和利用協力をどのような条件の下に行うか明確にしなくてはなら

ない。それはまた、わが国の原子力平和利用への国際的責務を明確にしなければならないことでもある。たとえ核兵器5カ国のための身勝手なNPT体制であっても、これ以上体制が崩壊しないように、原子力の協力を進めていく責務がある。

わが国とインドとの原子力協力協定の締結には、解決しなければならない課題が山積みである。それでも、NPTの枠外であっても、2カ国間協定の協議時において、インドを国際的な核不

拡散体制の枠組みに近づけるために、その条件付けを行わなければならない。そのため、協議時には、核兵器の放棄への道筋について言及することを条件として提示してもらいたい。またNPT、CTBTへの加盟もを求めることも必要である。

わが国にとって日印原子力協力をし、原子力の平和利用の促進と核廃絶への道筋を相反するものとするものがないように期待したい。

(編集部)



わが国のプルトニウム管理状況

9月7日の第48回原子力委員会定例会議において、2009年12月末のわが国のプルトニウム保有量が報告され、発表されました。

() 内数値は2008年12月末の値
(単位: kgPu)

1. 国内に保管中の分離プルトニウム量

○再処理施設

| | JAEA | 日本原燃(株) |
|--|--------------|------------------|
| 硝酸プルトニウムなど [溶解後、貯蔵容器に貯蔵される前までのプルトニウム] | 673 (674) | 279 (276) |
| 酸化プルトニウム [酸化プルトニウムとして貯蔵容器に貯蔵されているもの] | 103 (106) | 3,329 (3,329) |
| 合 計 | 777 (780) | 3,607 (3,604) |

(JAEA: 日本原子力研究開発機構)

○JAEAプルトニウム燃料加工施設

| | |
|-----------------------------------|------------------|
| 酸化プルトニウム [酸化プルトニウム貯蔵容器に貯蔵されているもの] | 2,304 (2,495) |
| 試験及び加工段階にあるプルトニウム | 1,008 (1,047) |
| 新燃料製品 [燃料体の完成品として保管されているもの] | 171 (78) |
| 合 計 | 3,483 (3,620) |

○原子炉など

| | |
|----------------|-------------------|
| 常陽<高速増殖実験炉> | 134 (134) |
| もんじゅ<高速増殖原型炉> | 161 (699) |
| ふげん<新型転換原型炉> | 0 (0) |
| 実用発電炉 | 1,458 (415) |
| 研究開発<臨界実験装置など> | 443 (444) |
| 合 計 | 2,196 (1,692) |
| 上記合計 | 10,063 (9,696) |

2. 海外に保管中の分離プルトニウム量

—基本的に海外でMOX燃料に加工してわが国の軽水炉で利用予定—

() 内数値は2008年12月末の値
(単位: kgPu; 核分裂性プルトニウム量)

| | |
|---------|-----------------|
| 英国での回収分 | 11,531 (11,380) |
| 仏国での回収分 | 12,599 (13,832) |
| 合 計 | 24,130 (25,212) |

3. 分離プルトニウムの使用状況

(2009年分) (単位: kgPu)

○酸化プルトニウム回収量

| | |
|--------------|-----------|
| JAEA 再処理施設 | 0 (0) |
| 日本原燃(株)再処理施設 | 0 (1,582) |
| 合 計 | 0 (1,583) |

○燃料加工工程での使用量

| | |
|--------------|--------------|
| もんじゅ・常陽・ふげん等 | 191 (284) |
|--------------|--------------|

○原子炉施設装荷量

| | |
|-------|--------------|
| 原子炉施設 | 1,345 (0) |
|-------|--------------|

国際原子力機関 (IAEA) により公表されている各国のプルトニウム保有量は以下の通りです。

—対象: 民生用プルトニウム、不要となった軍事用プルトニウム—

(2008年末現在)
(単位: トンPu)

| | 使用前 プルトニウム | 使用済燃料中の プルトニウム |
|------|---------------|-------------------|
| 米国 | 53.9 | 513 |
| ロシア | 46.5 | 116 |
| 英国 | 109.1 | 35 |
| 仏国 | 83.8 | 227 |
| 中国 | —*2 | (報告対象外)*1 |
| 日本 | 9.6 | 136 |
| ドイツ | 5.6 | 90 |
| ベルギー | —*2 | —*2 |
| スイス | 0.0 | 16 |

注1) 上記はそれぞれ自国内にある量。

*1: 中国は、使用前プルトニウム量についてのみ公表する旨表明。

*2: 現時点では公表されていない。

究極のエネルギー 核融合 日本の技術が世界に貢献

「天の川銀河の中心」
恒星は核融合反応で光を放出 (NASA)

核融合研究の国際協力プロジェクトが進展しています。その中核の一つとなったのが、日本原子力研究開発機構の那珂核融合研究所に設置されているJT-60装置です。JT-60は現在、次のステップの研究のために改造中ですが、最近の核融合研究の状況を伺うために那珂研究所を訪問しました。

(編集部)

夜空の星々は みな核融合反応で光る

宇宙がいくつあるのかは見当もつきませんが、私たちが存在するこの宇宙は、137億年前に「ぼろり」と生じ、インフレーションと呼ばれている劇的な膨張の後、「ビッグバン」を経て、現在に至ったと考えられています。現在のこの宇宙で、人間が感知することができる物質は4%程度、その他は暗黒物質（ダークマター）が22%、暗黒エネルギー（ダークエナジー）が74%というのが最近の観測結果です。人間が感知できる4%の物質のうち、75%は水素（H）、25%弱がヘリウム（He）できており、水素とヘリウ

ムの存在比の隙間、1%未満にリチウム（Li）からウラン（U）までの元素、それらが結合した物質が存在します。私たちの世界も宇宙全体からすれば微々たるものです。

各元素の造られ方は、高校の物理の時間を思い出しますが、恒星の中心温度が約1,000万度K（絶対温度）を超えると、水素が核融合を起こしヘリウムになります。その後さらに温度が上昇し、炭素（C）、窒素（N）、酸素（O）などができ、恒星での核反応の最終段階には鉄（Fe）ができます。さらに温度が100億度Kを超えると、恒星は重力崩壊を生じ、超新星爆発を起こします。その時に鉄より重い元素たちが造られます。宇宙、地球とその自然、

生物、そして私たち自身を構成する物質である水素からウラン、それより重い元素は、水素を除き、恒星の核融合、および超新星爆発時の中性子捕獲やベータ崩壊といった核反応で造られたこととなります。

この地球上のほとんどの、物質ばかりでなく、現在利用しているエネルギーも、核融合反応や他の核反応により造られていると言うことができます。石油、石炭、天然ガスなどの化石エネルギーも、核融合反応により造られた物質同士が結合し、その結合エネルギーが私たちの役に立っているわけです。原子力発電はウランやプルトニウムの核分裂反応からのエネルギーの利用であることはご存じの通りです。太陽光、太陽熱、風力、波力、潮力、バイオ燃料の利用などの自然エネルギーも、太陽の核融合エネルギーの直接的あるいは間接的な利用です。水力発電も太陽の核融合エネルギーが位置エネルギーに替わったものです。温泉を湧き出させる地熱も、

地球内部に含まれる放射性物質の崩壊熱などです。ですからそれらエネルギーは、本を正せば核融合、核分裂や他の核反応、すなわち原子力ということになります。

D-T燃料1gが 石油8トン分のエネルギー

核兵器を除き、地球上において核融合の実用規模での平和利用は、まだ完成していません。米国、ロシア、英国、仏国、中国、インドは、イスラエルも含まれるかもしれませんが、人間を大量に無差別に殺戮できる水素爆弾を開発し、全体では人類を何回も消滅させるだけの量を保有しています。しかしそれらの国々でさえ、まだ「人類のため」の核融合の平和利用技術を持っていません。ゆっくりとした核融合反応を行わせる技術の実用化は、大変難しいからです。しかしながら、夜空に光る恒星すべてが、ゆっくりとした核融合反応で光やエネルギーなどを発しているのですから、人間の技術もまだまだたいしたことはないことを思い知らされます。

核融合の燃料である水素は、地球や宇宙に無尽蔵にあります。しかし地球上での核融合反応は太陽のような水素同士などの反応ではなく、重水素 (D) と3重水素 (T:トリチウム) の反応 (D-T 反応) が考えられています。核融合反応のうち、重水素とトリチウムの反応が最も容易であるからです。その反応に必要なトリチウムは、12.33年で半分の量に減ってしまう (半減期) ことから、天然には極わずかしが存在しません。このため、リチウム (Li) に中性子を当ててトリチウムとヘリウムを生成し、そのトリチウムと重水素とで核融合反応を起こさせます。

リチウムは、電池などにも広く利用

されている元素で、鉱石中に存在することもさることながら、海水中にはその濃度からして2,300億トンが溶けていると計算されており、その埋蔵量には全く心配する必要がありません。重水素は、海水1m³に約33g含まれており、リチウム (海水1m³に約0.2g) 以上に豊富です。海水からリチウムが経済的に抽出できるかどうかの技術開発はこれからの課題ですが、その抽出技術の研究開発はかなり進んでいます。そのため、海水中のリチウムは今後期待できる資源となります。

現在の地球上での化石燃料などのエネルギー資源の確認埋蔵量は、現在の世界の消費量からすると、石油が約40年、天然ガスが約60年、石炭が約120年、ウランでも約100年分と計算されています。ですから、核融合が究極のエネルギーといわれるのは当然といえます。

JT-60の 研究成果が ギネスブックに

核融合の研究は、1950年代から始まりました。当初から湯川秀樹先生、朝永振一郎先生、伏見康治先生など、大勢の有名な科学者が核融合研究のスタートに深く関与されたことは、わが国

にとって幸いなことでした。京都大学で昭和30年 (1955年) に開催された「天体と核現象に関する合同セミナー」、大阪大学で昭和32年に開催されたシンポジウム「大電流放電と高温プラズマ」が、核融合研究の推進にとって大きなきっかけとなりました。その結果、日本学術会議や、昭和31年1月に設置された原子力委員会において、それぞれ核融合に関する部会や委員会が設けられ、研究に関する検討が行われました。昭和43年 (1968年) には原子力委員会において、核融合が「原子力特定総合計画」の一つとなり、大々的な研究が開始され、今日に至っています。

核融合の研究は、当初、大学などの



那珂核融合研究所長の二宮 博正氏
JT-60SAやITERプロジェクトなど分かり易く解説して下さい

研究機関で始まりましたが、政府の原子力専門の研究機関である日本原子力研究所（現在の日本原子力研究開発機構：原子力機構）でもトカマク方式（ソ連のクルチャトフ研究所でのプラズマ閉じ込め方式）を採用し、JFTなどの核融合研究施設が建設され、JT-60（臨界プラズマ実験装置）の建設、研究目標の達成につながりました。

今、核融合は、今までの研究開発段階から、実証段階となる原型炉に向けてのITER（国際熱核融合実験炉）プロジェクトと、ポストITERを念頭に置いた研究活動である「幅広いアプローチ活動」プロジェクトの二つの事業を中心に、その両脇に炉心プラズマ研究開発と、工学技術開発が進められています。太陽で生じている核融合反応を、この地球上で実現し、エネルギーを取り出そうとするものです。

随分長い期間、世界各国で核融合の研究が続けられてきましたが、磁場で高温のプラズマを閉じこめて研究する装置であるわが国のJT-60と、ヨーロッパのJET（欧州トーラス共同研究施設：JT-60と同じような研究施設）とが中心となり、核融合研究がここ20年ほどの間に大きく進展しました。目標の一つである臨界プラズマ条件（プラズマの温度を高く保つために外部からのエネルギーの入力と、核融合反応から出てきたエネルギーが等しくなる条件）をJT-60で達成したのです。

JT-60は、重水素同士の核融合反応（D-D反応）を研究素材としています。地球上では重水素とトリチウムが反応し易いので、実用炉としてはこの重水素とトリチウムによるD-T反応の利用を目指しています。

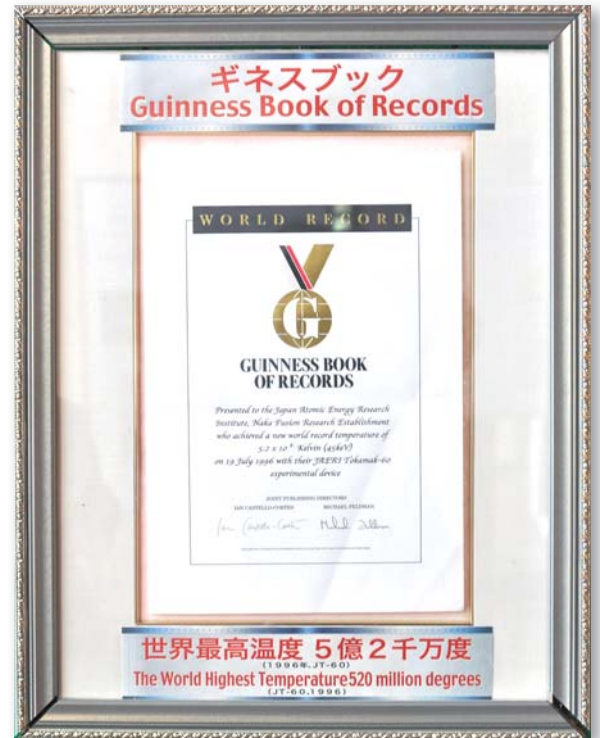
そのD-T反応を一定の時間持続させようとしているのが、フランスのカダラッシュに今建設中のITERです。

JT-60ではプラズマ温度を維持するために、炉外から高エネルギーの粒子と高周波エネルギーを挿入します。高エネルギー粒子の挿入とは、容器内の水に熱湯を注いでその水の温度を上げることと同じです。高周波エネルギーの挿入は、電子レンジの原理と同じ、高周波でプラズマを加熱します。そのような外部からのエネルギーの挿入により、核融合反応を起こさせ、JT-60では1996年に5.2億度のプラズマ温度を達成しています。この温度は太陽の中心部の30倍の温度です。

勿論、その記録はギネスブックに登録されました。

ITERは実用炉に近づく研究炉

ITERはD-T反応ですから、重水素とトリチウムが反応すると、ヘリウムと中性子ができ、さらにエネルギーが発生します。ヘリウムは、風船の気体にも使っている無害な物質です。このD-T反応で生まれたヘリウムは高いエネルギーを持っており、そのエネルギーを核融合反応の継続するためにも使おうというわけです。核融合炉内のD-T反応で生成したプラズマを燃焼プラズマと言いますが、このプラズマが安定して生成され、反応が400秒間持続することをITERでは目標にしています。また、それにより生まれた熱エネルギーが、50万kW以上となることを目標にしており、そのような目標により、ITERは、今までの核融合反応の実験装置からは一段ステップアップした装置になっています。ITERが成

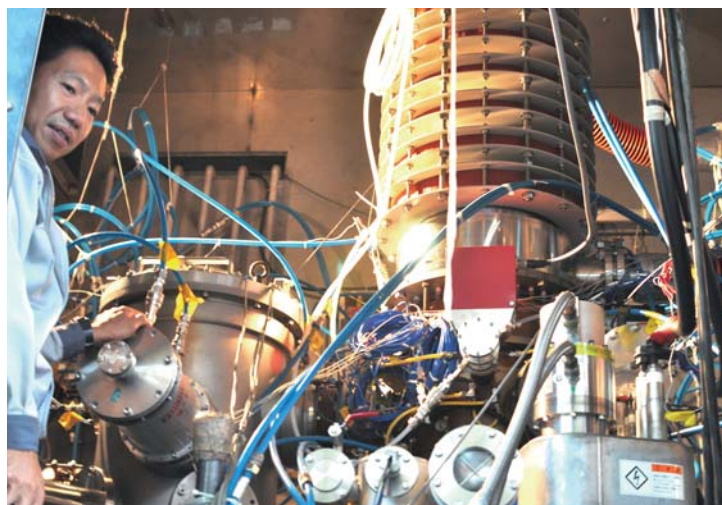


ギネスブック登録証

功すると、次には実際に発電できる炉の実証を行うこととなり、それが「原型炉」です。それも成功すると実用炉へと繋がります。

ITER計画は、7極（日本、EU、米国、ロシア、中国、韓国、インド）の協力で進めています。ITERは大きな装置で、それを製造するために「ITER機構」という国際機関が設置されています。その機構がITERの機器を全て作るのではなく、それぞれの機器を各極が分担して作り、カダラッシュに持ち込んで組み立てる事となっています。今までの国際協力にはない、「面白い国際協力」となっています。分担する機器の中では、本体に近い部分の重要なハイテクの機器を日本も担当する事となっています。現在、原子力機構が、日本政府からそのための機器の設計や製作の指定を受け、その仕事の中心的となって進めています。

今回の「面白い国際協力」で、とても気になることは、各国が持ち寄る機



高性能の高周波加熱装置。炉内のプラズマを加熱



超伝導ケーブルを束ね支える支持構造物（切り出した一部）

器を組み立てるのに、製品の仕様や品質の違いが生じないのかということです。その失敗を未然に防ぐために、非常に厳しい品質管理をし、またITERの仕様を満たしているか否かチェックされます。そのチェックでOKが出て初めて、製造してもいいという許可が出ます。

例えば、超伝導のトロイダルコイルの場合、製造された超伝導の導体を束ねてケーブルにし、それを巻いてコイルを作ります。まず、超伝導のケーブルを作ったら、ITERが規定している性能を満足しているかどうかチェックされます。それが問題なければ、コイルに巻く段階になるのですが、そのケーブルをコイルに巻く時に、その巻き方についてもミリ単位での規定に従って製造されることとなります。そのような方法で各極の各装置の製造をコントロールし、品質を合わせます。

何でも分割して各極で製造

原子力機構は、以前から、EUや他の国が作った超伝導コイルを、那珂研究所の試験装置でチェックしてきたことです。そのような時に、いろいろな問題が生じて、相互に協力しながら

解決し、さらなる装置の製造に貢献した経験もありました。その時に培われた技術、さらには仕様と品質管理の在り方などを反映させることにより、ITERの機器仕様、品質の管理は成功するのではないかと、原子力機構の関係者は考えています。

今までの国際協力では、普通、炉はこの国が作り、そのほかのそれぞれの装置はどこかの国々と、それぞれの装置を分担し、持ち寄るのが通例の方策でした。ITERの場合には今までの国際協力とは全く異なり、炉自体を分割して、一つの仕様にに基づきそれぞれの極（各国）で製造し、炉に組み立てるといったこととなりました。「大丈夫かな」と思わせる大胆なプロジェクトです。ITERの最先端のハイテクの装置をもそれぞれの国で作る、その技術や経験をそれぞれの国で体験し、確立したいという各極からの要求がありました。例えば、超伝導コイルの導体もインドを除く6極で作る、組み合わせる事になっています。また、ITER建設の費用を多くの国と負担し合う要因もありました。それらがITERに参加する大きな意図の一つともなりました。

現在、ITER参加7極の核融合に関す

るノウハウや技術には、はっきり言ってレベルが揃っているわけではありません。ITERの建設・運転にあたっては、それぞれの国が持っている特許についても、要求があれば開示しようという事になっているようですが、それでも機器の製造技術のノウハウは、なかなか伝え難いでしょう。

例えば、超伝導の導体を作るには、長さが1km弱の直線の細長い工場が必要になります。これも各極が自分の国でその導体を製造することとなれば、当然、そのような製造工場も必要になります。日本では北九州市若松区にある会社が、ITERのために900mの超伝導コイル導体製造工場を竣工し、試験的にすでに760mの銅製のダミー導体の製作を行いました。そのようなことが現実的に各極で可能かどうかの問題もありますが、各極への日本の協力は欠かせないこととなるでしょう。

韓国、中国、インドでも核融合が非常に重要だと認識しているからこそ、ITERプロジェクトに、後発ながらも参加したのだと思われます。特に中国やインドでは、やはり将来のエネルギー供給問題を考えると、なおさら核融合の実用化に期待を掛けている証左

であると思われます。ただ、参加極が多くなったことが、当初の調整などを煩雑にしていることは当然ですが、それでもITER機構が中心となって、より良い調整を進めていることは頼もしいことです。

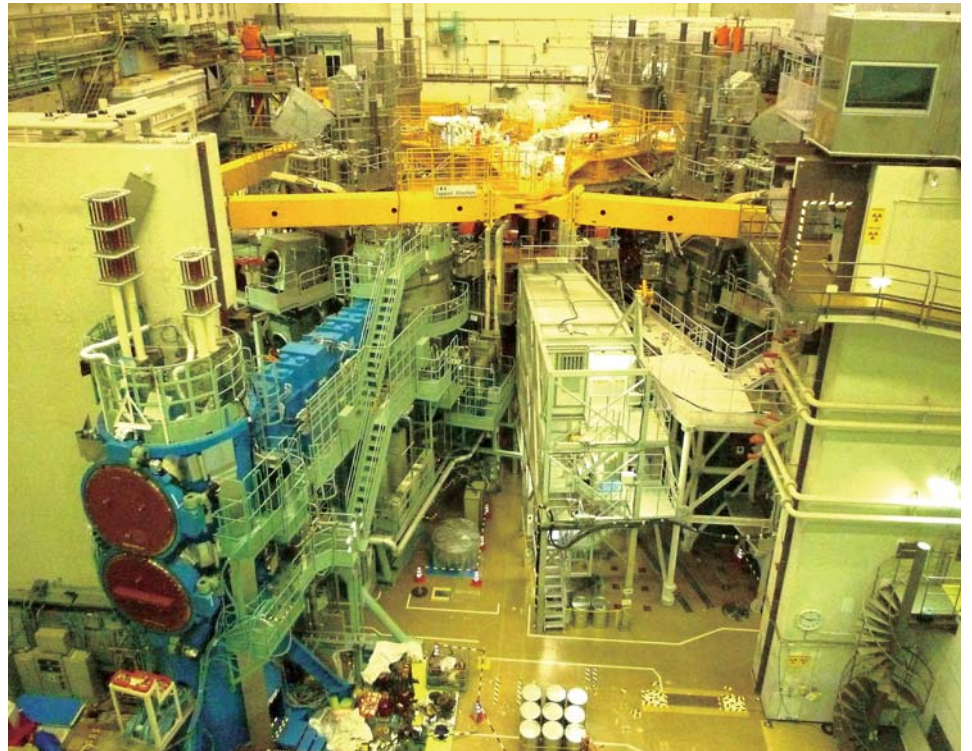
JT-60からJT-60SAに

現在の世界の核融合実用化に関する国際協力については、ITERと並行して、ITERにも貢献するし、次の原型炉の建設も視野に入れた「幅広いアプローチ活動」というプロジェクトを、日本とEUが協力して進める事になっています。この「幅広いアプローチ活動」という名は、何か不思議な、イメージし難い名前です。せめてもっと分かり易い「実用化のためのフルスコープ・プロジェクト」などとして欲しかったと思いますが。

この「幅広いアプローチ活動」の一つは、JT-60の炉本体を、新しい超伝導のコイルによる炉に作り替えるプロジェクトです。この新しい炉(JT-60SA)には、二つの大きな目的があります。その一つは、ITERに先だってJT-60SAを運転し、いろいろな実験の成果、経験をITERの運転、すなわちITERでの目標のプラズマの発生に貢献することです。いわゆるITERの支援研究です。

もう一つは、ポストITERである原型炉の実現のために、ITERよりももっと高性能な実験を行うことです。一言でいえば、出力密度が高いプラズマを作ることです。出力密度を高くすることができれば、核融合装置のサイズを小さくすることができます。そうなれば経済性につながる、実用化に近くなるという事です。そのような二つの目的でJT-60の改造が行われています。

現在、JT-60の解体工事がおこなわ



改修中のJT-60。周辺装置を外し、いよいよ炉本体の解体へ

れ、周りの実験装置が撤去され、いよいよ中心部分のトカマク本体の撤去が開始される事となっています。この跡に取り付けられる改良装置の建設も並行して始まっています。JT-60SA用に、超伝導コイルの導体を作るための600m強の長さの製造施設を作り、その導体はすでに完成しました。コイルに巻くための工程が残っているだけです。そのコイルは、円形の非常に大きなコイルとなるため、運ぶ事ができず、この研究所の敷地内にそのコイルを製作する施設をも作っています。JT-60SA用のプラズマを閉じ込める真空容器の製造も、順調に進んでいます。

プラズマとは、原子の中心の原子核とその周りを回る電子が、温度が1万度以上になるとバラバラに動き回る状態をいいます。身近なものとしては蛍光灯で、ガラス管の中には水銀のガスが入っており、それが点灯によりプラズマ状態となり、グロー放電を起こし、

アルゴンなどが発光します。他にも雷やオーロラ、もちろん太陽などの恒星もプラズマ状態のままです。ちなみに蛍光灯内のプラズマの温度は1万度となりますが、密度が低いため、ガラス管が溶けることはありません。サウナ風呂で火傷しないのと同じ原理です。

JT-60のような核融合装置は、ドーナツ形の蛍光灯の周りにコイルをたくさん巻き付けたものと考えて頂ければ分かり易いと思います。蛍光灯の外側はガラスですが、核融合装置の真空容器はステンレスでできています。JT-60SA用の真空容器もそのまま工場から運ぶと大変なので、やはり那珂研究所に分割した容器を運び込み、ここで組み立て、溶接する事になっています。

JT-60SAは、非常に順調に改造工事が進んでいます。EUからは、ITERと同じように、トカマク方式でプラズマを閉じ込めるためのトロイダル磁場コイルを、那珂研究所に運び込みます。



JT-60SAの元気なプロジェクトマネージャー鎌田 裕氏
みんなが明るくなります



科学の最先端JT-60のコントロールルームにも神棚。
ホッとしますね

超伝導のために極低温を保持し、コイルを支えるための囲いを「クライオスタット」と言いますが、それもEUから運んできます。そのような装置を作るため、EUとの間で調達取り決めをし、EUではすでにこのクライオスタットの製作に取りかかっているとのこと。核融合開発はこれからも国際協力、共同研究方式で進むことになるでしょう。大変合理的ですし、経済的、友好的です。この研究費が「仕分け」され、減額されないように願うばかりです。

ITERの前にJT-60SAが大きな役割

JT-60SAの、日本が作る機器とEUが担当する機器は、ITERでそれぞれが担当し製作する装置の逆になっています。炉の主要装置で例えば、ITERプロジェクトでは日本はトロイダル磁場コイルを製造しますが、真空容器は作りません。中心ソレノイドコイルの導体は日本が作りますが、コイルにするのはアメリカです。JT-60SAの場合には、これら主要装置を組み合わせてトカマク方式の核融合炉として

作り上げる技術、統合技術は、那珂研究所内に作りますから、やはり日本が中心になって担当します。そのようなことから、ITERとJT-60SAの日本の担当部分を合わせると、トカマク装置を作る技術基盤が確立できるという事になります。

説明が遅くなりましたが、JT-60SAの「SA」とは、Super-Advancedの略です。初代のJT-60は、一度改造されました。それよりさらに「その先」という意味の「Advanced」と、スーパー・コンダクターのスーパーを付けた名前です。この名前を付ける時も、今回のSAを作るために協力して下さった大学の先生方とも相談して「SA」を考えたとのことでした。

JT-60SAの運転開始は2016年、ITERは2019年です。「SA」は、ITERよりも少し早く運転します。「SA」が運転開始する2016年時点では、このような規模の核融合装置の運転は那珂研究所だけです。ヨーロッパやその他の地域の研究者もこの研究所に集まり、共同で運転、研究を行う事となるそうです。

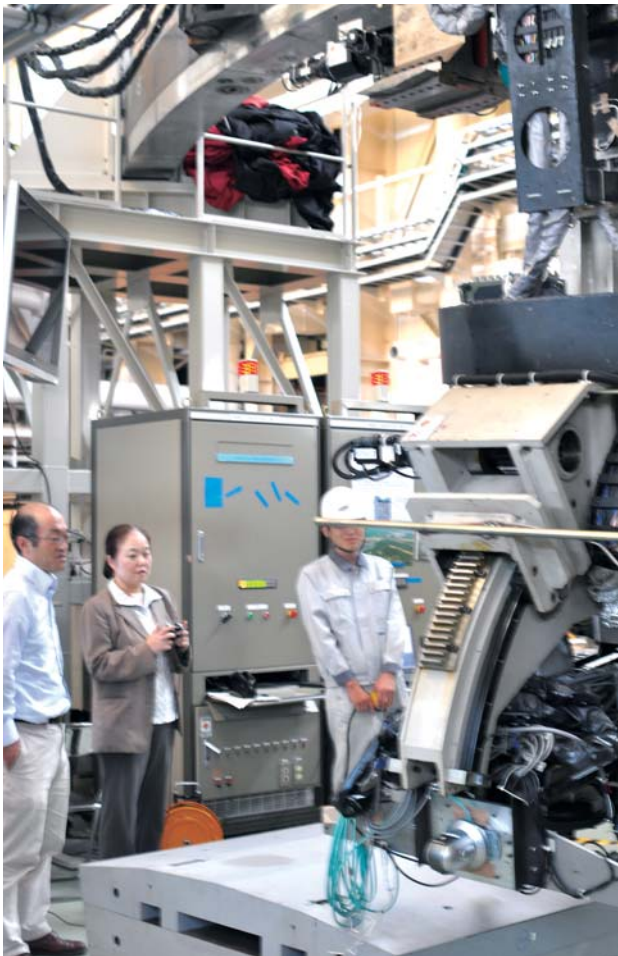
六ヶ所村にも大規模な国際研究センター

「幅広いアプローチ活動」には、JT-60SAへの改造とその運転のほかに、青森県六ヶ所村で始められるプロジェクトがあります。その六ヶ所村のプロジェクトを「国際核融合エネルギー研究センター」と呼んでいます。ここでのプロジェクトの一つは、ITERの次のステップとなる原型炉の設計と、そのためのR&Dを行います。二つ目には、大型計算機によるシミュレーションを行うプロジェクトで、プラズマの挙動のシミュレーションなどを行います。三つ目には、JT-60SAやITERをこの研究センターで遠隔操作するという実験も考えられています。これら三つの原型炉に向けた活動が、六ヶ所村のこのセンターの主要な事業となります。

もう一つ、この研究センターのプロジェクトとして、ITERでの重水素とトリチウムの核融合反応により、14MeV (14メガ電子ボルト) のエネルギーを持つ中性子が飛び出てきますが、その中性子が周辺装置にどの程

度影響を与えるかを確認するために、試験用加速器の工学的な設計活動を行います。最終的には14MeVの中性子を発生できる加速器（国際核融合材料照射施設（IFMIF）：International Fusion Material Irradiation Facility）を作り、材料試験を行うこととしています。

このように、ITERプロジェクトでは、ITERを建設し、その運転を行うだけでなく、基本的なプラズマの研究や、次期原型炉建設に向けた設計、工学的な実証など、幅広い分野の研究活動を行います。そのため、いろいろな技術や経験を持った研究者、技術者



ITER用のブランケット遠隔ロボットアーム（右）狭い出入り口から炉内に入り、ブランケットを取り付け、取り外しを行う。テレビゲームのコントローラーでも操作が出来るか試作

の協力が不可欠です。

核融合反応により、14MeVの高いエネルギーを持った中性子がたくさん出ますが、その中性子が最も多く当たる装置は、真空容器の内側の「ブランケット」と呼ばれる部分です。このブランケットで、中性子のエネルギーを取り出すと共に、ブランケットに入れたリチウムと中性子を反応させて、核融合燃料であるトリチウムを作ります。一石二鳥です。トリチウムができた分、反対にリチウムが減りますので、そのブランケットは2~3年で取り替えられることとなります。

高いエネルギーを持った中性子がブランケットに当たると、ブランケットに影響が出るのではと心配になりますが、ブランケットは2~3年保てば取り替えることとなりますので、心配する必要はありません。その外側にある真空容器などは中性子の影響はほとんど受けません。

ITERでは、このリチウムを含んだブランケットを真空容器の内側に全面的に配置するのではなく、次の原型炉を念頭に置いた「テストブランケットモジュール」をその一部配置して運転し、原型炉用ブランケットとしての試験を行う計画です。このブランケットの開発如何が、次の原型炉開発に大きく影響することになり、大切な技術開発課題です。

このテストブランケットモジュール試験は、本来のITER計画にはなく、参加各極が、おのおの自分のアイディアに基づいたテストモジュールを製造し、ITERに持ち込んでテストすることとなっています

実用化には さらなる先端技術の開発が必要

核融合炉が実用化段階に達するためには、いろいろな今後の課題があります。その一つが、核融合反応に必要なプラズマの条件ですが、それは、ほぼ達成されつつあります。例えば、プラズマの温度は、核融合反応を継続するために数億度を達成しなくてはならないのですが、今までのJT-60の実験で、すでに可能となっています。JT-60で達成した温度が、ITERや次の原型炉に必要な温度を達成しているからです。

核融合炉の大きさも経済性を考える時の大きな要素です。核融合炉が実用化されるためには、炉の大きさや出力規模、特に建設費が大幅に改善されないと、今の核分裂の原子力発電所と対抗できません。そのような実用化のための課題も、ITERではある程度視野に入れてプロジェクトが組まれています。

JT-60SAでは、プラズマの大きさを、さらに小さく閉じ込める装置に改造して実験を行うことにしています。そのような改造も実用化のための研究開発の一環です。プラズマの大きさを小さくして、プラズマの密度を上げることができれば、炉も小さくなり、建設費削減に貢献できるわけです。

ではどれだけ核融合炉のサイズを小さくできるかといいますと、ITERの直径（30m）を半分にしますと、JT-60の炉の大きさになり、体積は8分の1になります。この大きさでは50万kWの出力は得られないことが分かっ

ており、大きき的には将来の実用炉もITER程度になるのではないかと考えられています。

小型するのに必要な技術開発として、高温超電導技術の開発もその一つです。高温超伝導体の開発が、1986年に発表されて以来、そのような超伝導体の研究が進んでいます。最近（2004年）では、160度K（-113度C）が最高記録となっています。さらに高温の超伝導体が開発されれば、経済的なメリットはさらに大きくなります。高温超伝導技術の開発は、炉の小型化や経済性の突破口ともなる技術の一つです。

子供達が実用炉を作る

核融合の技術開発で生まれた技術の、他の分野への波及効果は、今まで広い分野に大きな効果を生じています。良く聞かれることとして、スーパーコンピュータの技術発展にも大きく貢献したと言われていました。


JT-60の技術波及効果としては、例えば、直流送電のサイリスタ技術、北海道と本州間の送電技術にJT-60の技

術が使われています。また、超電導技術は、医療用MRIなどにも利用されています。真空技術も広く産業に波及しています。大容量のターボ分子ポンプなどもJT-60からの波及効果です。そのための金属パッキンなどの部品もそうです。当然JT-60で培われた多くの技術が、ITERの建設に利用されていることは分かり切ったことです。

ただ、核融合の研究者や技術者は、研究に没頭しているためか、そのような技術の波及効果についてあまりPRしていないと言うか、PRが苦手なようです。そのため、核融合研究で開発された技術は、核融合分野のためだけで使われているのではと一般には思われがちです。どの様な科学技術も、開発された技術がその分野だけで利用されていることはほとんどないのですが、その技術の利用拡大のためにも、積極的な情報提供を行う必要があるでしょう。

核融合の特徴を紹介する場合、一つは燃料が地球上に豊富で、少しの燃料でたくさんのエネルギーを取り出せる

こと、二つ目が安全で、ガスコンロのように燃料の栓を閉じれば直ぐに炉の反応は止まること、三つ目が核融合反応による生成物がヘリウムと中性子で、その扱いが楽だと言うこと、そして、四つ目が先端技術の他分野への貢献、と説明しているようですが、四つ目の詳しい説明はあまり聞いたことがありません。

波及効果のPR以上に大切なことは、子供達への教育です。ITERは2019年に完成し、その後20年間運転を続ける国際協力プロジェクトです。今の子供達がITERの運転や実用炉の研究開発を行うこととなります。原子力機構では、高校や小学校にも出前講義をしたり、筑波の万博記念会館に核融合研究の常設の展示、文部科学省のスーパーサイエンススクールへの協力もしているとのこと。原子力機構として、核融合研究に関する独自の、一貫した、子供達への教育プログラムの立案と実行も、ITERプロジェクトの、不可欠な国内向けプロジェクトだと感じました。 



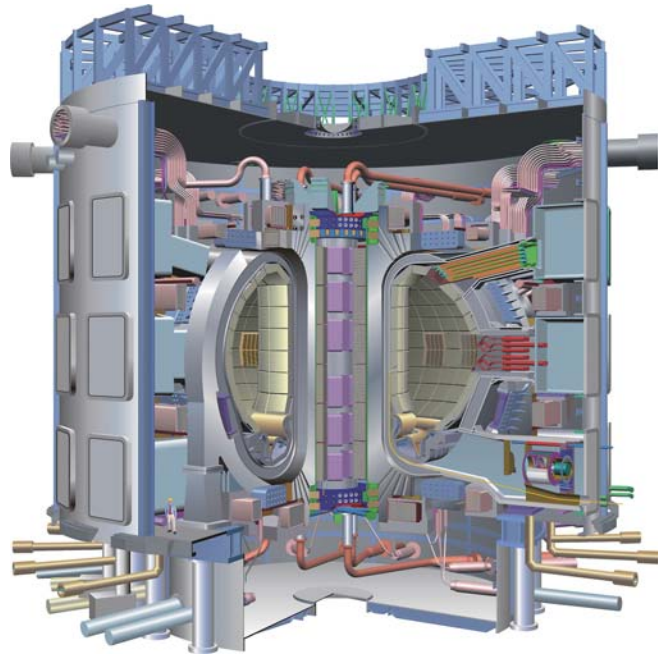
高速炉の日仏米の協力覚書改正 実証炉の実現に向けて

日本、フランス、米国の3カ国は、ナトリウム冷却高速炉の具体的な共同研究、開発に乗り出すこととなりました。共同研究の担当機関は、わが国が日本原子力研究開発機構、フランスが原子力・代替エネルギー庁、米国がエネルギー省です。2008年に同じ3機関で取り交わされた協力の覚書では、高速炉に関連する情報交換が主体でした。

10月4日に署名されたこの改訂覚書では、これまでの3機関の協力に加え、それぞれの国のメーカーを交えた高速炉の実証炉の設計、その燃料製造の検討、燃料サイクルの課題の検討、実証炉の安全性、システム構成、計装、材料などの開発、またそれぞれの国での高速炉研究の運転経験の共有、さらには各国の研究施設の共用についても行われることとなっています。

高速炉実証炉の実現に向かったの今回の具体的な共同開発については、高速炉開発での初めての試みであり、それぞれに開発予算の節約を図ることができます。また、実用化を踏まえた各国の技術やノウハウの共有、安全性や信頼性の向上、しいては高速炉の技術の国際標準化をも視野に入れた共同研究開発を目指すことができます。その成果を大いに期待したいと思います。

各国が一番となるための 新しい国際協力 — ITER 前ITER機構長の池田要氏に聞く



▲ITERのトカマク炉概念図
2019年から運転開始予定

時代が変わっても着実に進められてきたITERという名の国際協力

核融合エネルギーを開発する国際協力のITER（国際熱核融合実験炉）計画は、25年前の1985年11月に、ジュネーブでの米国のレーガン大統領とソ連のゴルバチョフ書記長の米ソ首脳会談を

キッカケに、始められることとなりました。その後、ベルリンの壁崩壊（1989年11月）、ソ連の崩壊（1991年12月）、アメリカ同時多発テロ事件（2001年9月）、イラク戦争（2003年3月）などがありましたが、米国、ソ連（ロシア）、ヨーロッパ連合、日本の4極の協力事業としてのITERプロジェクトは着実に進められました。1988年にはITERの概念設計、1992年には工学設計が始まり、2001年には最終設計報告書がITER参加各国に提示され、建設計画の具体的な動きが始まりました。

ITERプロジェクトへの参加国は、米国が1999年に一時撤退しましたが2003年に復帰、カナダが2001年に参加しましたが2003

年に撤退、同年、中国と韓国が参加、2005年にインドが参加し、現在の7極となりました。

ITERのサイトは、カナダのクラリントン、日本の六ヶ所村、スペインのバンドヨス、フランスのカダラッシュが提案され、最終的に2005年6月にヨーロッパ連合推薦の南仏のカダラッシュに決定されました。そのサイト決定時の取り決めの一つとして、ITERの機構長を日本から選定することとなりました。早速、2005年11月、ITER機構長の指名が行われ、当時クロアチアの大使であられた池田要氏が指名されました。その指名から2010年8月の退任まで、実質的な機構長としてITERプロジェクトを立ち上げ、支えてきた池田さんにお話を伺いました。以下は池田さんに伺ったお話を基に、現在のITERの現状を編集部でまとめてみました。

研究開発から実用化の第1歩へ

フランス政府の研究機関であるカダラッシュ原子力研究所は、昨年で50



前ITER機関長・池田要氏
どのような組織でも初代は苦勞するもの、ご苦勞様でした

周年を迎えました。わが国の原子力施設立地地域でも同様ですが、カダラッシュ周辺の地域住民や自治体は、原子力に関してしっかりとした理解を持っており、ITERのプロジェクトにとっても適切なサイトとなっています。

ヨーロッパでは、核融合技術の利用についてまだまだ広く議論がなされており、ヨーロッパの原子力学会などでは、核融合反応で生じたエネルギーの高い中性子を高速増殖炉（FBR）で利用するという、核融合炉とFBRのハイブリッド炉の提案もあります。もちろん核融合炉とFBRは区別して検討すべきだとの議論もあり、フランス国内においてもそのような自由な議論ができる風土が育っています。

わが国の原子力の平和利用に対する考え方はフランスと同様で、日仏共にエネルギー資源がほとんどない国として、プルトニウムを含む原子燃料を積極的に平和利用しようと、両国間でも共に協力してきました。核融合についても、両国ともエネルギー資源の利用拡大の観点から、またその膨大な資源量からその技術開発に着目し、その実用化に向けて早くから積極的に関わってきました。

実際にヨーロッパでは、フランスでITERプロジェクトが立ち上がり、核融合によるエネルギー生産のための実験炉の建設が現実のものとなりつつあることから、核融合技術に関する理解促進が進んでいることは確かです。池田さん自身が、原子力やエネルギーの会議などでし

ばしば呼ばれて講演し、その時に感じておられることとして、核融合技術が今までのような科学技術、研究開発分野に止まらず、エネルギー源としての認識が広まってきているということでした。しかしながら池田さんとしては、まだまだ核融合技術の仕組みや現状を、各国の、特に国会議員などに対しても説明の機会が少なく、それが核融合開発に携わる関係者の今後の課題となっている、とのお話でした。

ITERプロジェクトを説明する会合などで、「いつ、研究開発段階から実用化段階に移ったのか」と不思議がる質問も時にはあるようです。ITERは、10年かけてその炉を建設し、50万kWの出力で20年間運転するという、実用規模の実験段階のプラントです。ITERは、今までのような研究開発レベルの炉ではなく、入力したエネルギーに対し、その10倍のエネルギーを出力するという炉で、それを20年間運転し、その安全性や工学的な実証などを行うプロジェクトです。しかしながらITERがそのような実用規模の実験プラントであることをまだ分かっておられない方も多いようで、核融合全体に対する認識も今は「過渡期」にある

と思われま

ます。実際にITERプロジェクトの職員も、今まで研究開発に係わってこられた科学者が半分、ITER建設のための技術者が半分という構成です。これからは、科学者だけではなく、原子力発電所を建設してきた技術経験者の協力無しにはうまくいきません。ITERプロジェクトの組織作りは、そのような経験者を集めることから始まったということもできます。

8月から本格工事開始

ITERのためのフランス・カダラッシュのサイトの広さは、180haあります。その内の40~50haの森を切り開いて400m×1kmの敷地を造成し、付帯施設の建設を始めています。ITERの場合には、委員会（運営諮問委員会、科学技術諮問委員会など）で殆どのが決定され、実行されるため、各国が約束したことを計画通り実行できるかどうか確認し、それぞれの委員会で議論してきました。そのため敷地造成の間に、ITERプロジェクトのベースラインやスケジュールの確認が大仕事となったとのこと。世界的な財政危機などもあって、プロジェクト参加



仏・カダラッシュのITERサイト（現在は地盤工事が始まっている www.iter.org）

各国でも設計の見直しや、期間や費用の見直し、その見極めにも時間がかかり、確認に2年程度かかりました。

今年8月からトカマク施設の地盤工事が始まり、この機会に池田氏のITER機構長としての任が解かれ、本島修氏に交替することとなりました。

同じ装置を作り組み合わせる 国際協力

ITERは、今までにない国際協力プロジェクトです。池田さんは以前、宇宙ステーションを建設するときに活躍した一人でした。その宇宙ステーション建設に参加した各国は、既にそれぞれに宇宙開発機関、NASA、NASDA、ISERなどを設けており、それら機関がそれぞれインターフェースの少ない、あるいは独立した宇宙施設や設備を建設し、ステーションを組み立てました。ITER計画が始まった時には、宇宙ステーション建設の時のように、ITERのための機関が参加国すべてにある、というわけではありませんでした。そのため、参加国の中には、核融合研究開発機関を設置するところから始めた国もあります。

2001年11月のITERの政府間協議開始の時には、日本、EU、ロシア、カナダの4極であった参加国も、2003年にカナダが撤退、米国が再参加し、中国、韓国が参加、2005年にはインドが参加しました。この7極によりITERの建設が具体的に始まりました。

ITERでの国際協力でユニークなのは、新規に参加した国々を含むそれらの7極がすべて機器、設備を製作し、経験を共有することです。宇宙ステーションの建設の時のように、パーツ毎に得意な分野を各国が製作し組み立てるのではなく、ITERの場合には、炉などの重要な装置は、各国でぶつ切り

状態で製造し、組み合わせ、一つの装置として完成させるという方法をとっています。そうすれば各国の産業界は、ITER装置すべての製造経験を共有することが出来るわけです。

装置の仕様は一つです。当然、品質管理、製造精度にも違いが生じてはならないわけです。その結果、ITERが完成したときには、参加7極がある程度技術力に足並みが揃うこととなり、今までにない国際協力プロジェクトが完成するという、大変な知恵が働いたプロジェクトとなります。ですから、ITERは新しい国際協力の枠組み、新たな取り組みと言うこともできます。もちろん各国がその責任を資金面や技術面でも果たさないと、このプロジェクトは成功しないことになります。

クロアチア大使辞任は断腸の思い： 池田氏

池田さんが初代のITER機構長として指名されたのは、2005年11月の次官級協議の場で、全会一致で合意された時です。その時、池田さんはクロアチアの日本大使をされており、結果的に二足の草鞋を履かされることとなったわけです。この二足の草鞋は、2006年3月のクロアチア大使辞任まで続きました。ITER機構長として正式に任命されたのは2007年11月ですが、実際の仕事は2005年11月の指名された時から始まりました。指名された途端、大使館に出勤し、机のコンピュータを開けると、当時のITER国際共同チームの責任者として相談事がどんどんメールで送られてきました。それらに対する判断や決済に迫られ、とても片手間では機構長の職務を済すことができない状況になり、大変ご苦労されたようです。ITERは、人使いの荒い国際機関ですね。それだけ池田さんに期待が集

まっていたということでしょう。

2006年初頭には、カダラッシュのサイト地域でのパブリック・ディベートも始まりました。サイトが決まってから地域住民とのディベートが開かれるという不思議なプロセスですが、それが数十回行われました。池田さんも必要に応じて大使の仕事の傍ら、参加要請され、当然度々クロアチアを出国しなければならぬこととなりました。そのようにITERの仕事があまりに繁雑になり、ついに池田さんは日本政府に対して大使の辞任を願い出ました。病気以外の理由で「大使を辞めたい」と申し出た方は、今までにはおられなかったそうです。2006年3月に国会で大使辞任が認められ、すぐにそのままカダラッシュに赴任しました。カダラッシュでのパブリック・ディベートが一段落する頃のことです。大使辞任については、クロアチア大統領や政府関係者にはご理解と励ましをいただいたのですが、池田さんとしては「任国を離れるに当たって辛い思いをした」と語っておられました。

てんやわんやのスタート

池田さんは、早速、赴任したカダラッシュで、今まで二つの場所にあったオフィスを2006年末までに閉鎖し、カダラッシュに集めることを行いました。その時、約100人の関係者が家族を連れてカダラッシュに集まりました。今まで研究開発を進めてきた関係者が、実規模に近い研究炉を建設しようとするプロジェクトですから、本気になってカダラッシュに集まったのです。

さらに池田さんは、「職員には、ITER機構を立ち上げたときに、そこで働く人たちがその工程やスケジュールなどを熟知していなくてはならないし、それが研究開発ではなく建設



プロジェクトであることを認識させ、意識の切り替えをしなくてはならない」と考え、その徹底を図りました。ITER機構の組織化を図りながらそのレビューを常にし、新しい職員にはITERプロジェクトについて理解させ、同時に今後の工程や計画の見直しをも進める仕事は、池田氏曰く、「当然のことですが、試練でした」。

青森県六ヶ所村もITERの候補地でしたが、サイトが決まらないままに進められてきたITER計画は、フランスもそのサイトに立候補したこともあって、その費用などにフランスをはじめとしてヨーロッパ諸国にも大変な苦勞がありました。しかしフランスは、政治的な仕組みを作り、地元自治体にも政府と並ぶくらいの投資をさせるなど、大変感心させられる仕組みを作りました。

ITER機構としても、最初は4極で始めたプロジェクトが途中から6極、7極となり、そのための各国の思惑や仕事・責任分担を調整し、マネジメントする仕事までは考えられていなかったため、予定にはない多くの仕事を

抱えることとなってしまったようです。ITER機構は、現在（2010年9月）30カ国からの460人が働いていますが、その人たちだけで仕事を進めているわけではありません。ITERは、各国が製造した装置のパーツを持ち寄り組み立てるわけですから、各国でもそれぞれに責任機関を設けて

ITER機構と調整しなくては、装置すら設置できません。そのように各国が足並みを揃えるのに2年かかりました。

ITER協定の各国による正式な批准が済み、2007年10月にITER協定が発効し、ITER機構が正式に成立しました。その時すでに活動していたITER機構の先駆け部局もあったのですが、1年かかって正式に機構組織が立ち上がることとなりました。ITERのサイトがヨーロッパに決まっても、その準備に時間がかかりました。従来の国際的あるいは国内的なプロジェクトでは、スタート時点で費用が準備され、組織も造られ、人員も配置され、「よーい、どん」と始まるわけですが、ITERプロジェクトはそのような順調なスタートではありませんでした。それがITERというプロジェクトの特徴だと言うこともできるのですが。

でも各国の仲間が集まれば、同じ分野で同じ思いを持っている人たちですから、チームが動き出せば、まともりは早かったのです。それぞれに国々のバックグラウンドが違って、うるさいことを言い合っても、何十年も核融

合の研究開発をし、その実用化に一生を掛けてきた人たちです。「このプロジェクトが実現できなかつたら私の人生は何だったのか」という人たちばかりですから、その後の準備はスムーズに進みました。

各国の文化の違いも乗り越えた国際協力

ITERプロジェクトの委員会での検討や決定は、国際コンペティションのようなものです。同じ部品や装置をそれぞれの国が製造し持ち寄るわけで、各国とも同じスペックに従い製品を作ります。しかし、国によって費用のかけ方も違うし、産業界の協力の仕方も、興味の違いもあります。製造を担当する企業の担当者の考え方によっても製品に違いが出てきてしまいます。時間通りに完成しないかもしれません。兎角、委員会が中心になって運営される仕組みには、そのようなリスクが生じます。このようなことが初めから分かっていた、なおかつ、このような大規模な国際協力プロジェクトが生まれ、進められていることは驚くべきことであり、今までにはなかった事です。

スケジュールの問題でも、それを議論する過程において多くの議論がなされたとのことです。特徴的なものとして、「10年も建設にかかるプロジェクトであるのだから、予備の期間、1~2年の余裕がないのはおかしい」というものです。わが国ではどの様な建設プロジェクトでも「1年ほど予備期間を下さい」と言ったら、「馬鹿者」と返事が返ってきます。ITER建設のどこにリスクが潜んでいて、その時にはどの様に解決していくかなどの議論が盛んに行われ、合意するまでにはかなりの時間がかかったようです。このような大きな国際協力プロジェクトを実施

するのに、早くから準備していても、各国の文化がいろいろの場面で絡んでくる事を再認識しました。

このような摺り合わせは、各分野で行われ、各国がそれぞれの国に持ち帰って確認し、「OK」をとるまでの作業も大変だったようです。

計画より2年早く開校した国際学校

準備期間の苦労は、ITER施設の建設ばかりでなく、ITERで働いている関係者の家族のための生活環境整備にもあったとのこと。インフルエンザが世界的に流行った時に、改めてITER関係者の家族を数えたら、1,000人を超えていました。その子供達のための学校を作る事は最初からの課題でした。学校が気に入らなければ、希望を胸に集まった職員が家族を連れて国に帰ってしまうかもしれません。働く人の家族のための学校を作る事は、フランスにITERのサイトを誘致する条件の一つとして、ヨーロッパ各国が約束したものです。ITERプロジェクトが始まる前に、各国関係者が下見に来た時にはすでに学校があり、先生が勤務してはならないと望まれていました。実際は、本来の計画より2年早く、地元で学校ができました。

学校は、ITERサイトの近くのマノスク市の比較的新しい高校の施設を一部使って始まりました。地元ではそれぞれ地元自治体間の政治的な駆け引きがあり、初めはなかなかその学校の場所を決める事ができなかったようです。でも最終的には「池田機構長が決めた」とのかけ声のもとで、マノスク市に決まりました。池田機構長と地元自治体とのお付き合いも大変だったようですが、しかし協力的に物事が進んだようです。

新しい学校は第1期工事が2009年9月

に完了し、第2期工事が2010年9月に完了しました。「マノクス国際学校」と言います。

学校は、3歳から18歳までの子供達が対象です。保育園から高校までです。フランスでは3歳から義務教育が始まるからです。学校の生徒数は、初めは80人ぐらいでしたが、今年の秋には400人ぐらいになりました。学校では、フランス語が基本で、授業の半分がフランス語です。残りの授業は英語、日本語、ドイツ語、イタリア語、中国語の5カ国語で行われており、その他の補助的な言語として、ロシア語、韓国語、ヒンディー語のサポートがあるということです。

今年の夏前には、初めての高校卒業生を出しました。先生数は、生徒が300人の時には70人おりました。今はもっと多くなったことでしょう。一般の学校に比べ、先生の数が一桁違います。このように先生の多い学校はここだけでしょう。勿論、この学校には地元の子供達も入学できます。最初の約束では地元の子供の比率は、4分の1という事でしたが、今は2分の1が地元の子供たちとなっているとのこと。本当に羨ましい国際学校です。

カダラッシュの地元の自治体は、ITERプロジェクトに対し

積極的な協力をしています。ITERプロジェクトに集まる人たちの国の文化とプロバンス地方を交流させた風土をここに作りたいと、地元の方々の思いがいろいろなところに出てきています。また、地元では、フランス政府と同額ほどの500億円をITERプロジェクトのインフラ整備に出資されています。当初、マルセーユからカダラッシュまでの道路の拡張や補修、橋の架け替え、補強、学校を新たに作る事も地元からの要望にありました。フランス政府はそのような事業に、立地地域が関与できるような仕組みを作りました。カダラッシュは、南フランスの4つの



ITERから南西に約60kmにあるエクサンプロバンス
朝の木陰の中の緩やかな時間

県の狭間にあり、それぞれの県が役割を分担し、資金を出し合って進めています。

これら地域の関係者もITERには好意的で、ITER機構のトップが日本人で、「国際協力も進めている事にも好意的で有り難かった」と池田さんも感謝していました。地元が日本に対する理解や近親感もあり、池田さんも活動しやすかったとのことでした。

機器製造ばかりでなく、 規制制度のノウハウも共有

カダラッシュには、フランス政府の研究施設や民間の研究施設もあり、昔から原子力施設についての地元の理解が深い地域です。ITERについても地元住民の受け取りかたは前向きですが、一部には反対運動もあるようです。高速道路から見える山肌に「Non ITER」と書かれていたときもあったそうです。

これからはITERの安全審査があり、さらに、建設終了後の運転許可を得るために、その最終段階にパブリック・インクワイア（公聴会）が設定されており、そのために地元住民に対して安全審査の結果や情報が提供され、意見交換が行われることになっています。ITERの安全性は他の原子力施設同様に、あるいはそれ以上に全く問題ないのですが、今までの原子力施設と異なる点がトリチウムを燃料の一部として利用することです。トリチウムは3重水素のことで、ご存じのように放射性物質ですが、他の放射性物質とは比べものにならないくらいのレベルのものです。そのトリチウムを取り扱う技術は、各国で開発され、それぞれの核融合研究施設では当然、問題なく扱われている技術です。今後、カダラッシュの地域でも、このトリチウム取り

扱い技術に対する理解の促進が課題となるでしょう。

ITER機構の事務所は、初めの頃、既存のカダラッシュの原子力研究施設の中に間借りしていました。そこで会議を開くとなると、既存の政府の原子力施設ですから、ビザの問題や出入りのチェックが厳しく、その対応が大変だった、と池田さんが話してくださいました。現在はITERサイト内に本部が設けられたので、その出入りのチェックはかなり楽になったとのことでした。しかし、今でもまだカダラッシュのフランス政府研究施設の一部を間借しています。現在職員は、建設関係者を含め1,000人を超える規模になりました。

ITERは、今までの核融合の研究施設と違い、運転中にエネルギーを出す核融合実験炉ですから、エネルギー施設としてのフランスの安全規制がかかります。フランス政府としても、今までの原子力発電所と違う核融合施設として、初めての安全規制を経験するわけです。規制のカテゴリーとしてフランス政府は、核融合炉を原子力施設の基礎的施設として組み入れられています。例えば、核融合反応を生じさせる真空容器は原子炉の圧力容器とどう違うのかなどを検討し、核融合炉に対する規制に反映しているとのことでした。

フランス政府規制当局自身も、ITERが世界で初めての核融合炉の規制経験となることから、苦労されているようです。ITER機構もそのような点を認識しつつ、密接な情報交換を行いながら種々の申請を行っているとのことでした。また、フランス規制当局にとっては、各国の原子力規制当局との情報交換や相互理解も、大きく役立っているとのことでした。このような規制当局の経験も、今後核融合炉を建設し

ようとする国々にとっては大切な経験で、共有できることが期待されています。

また、規制に関する経験や情報ばかりでなく、カダラッシュでの地元住民に対する情報提供方法や合意形成の方法やその経験も、参加国にとっては得難い情報や経験であり、ITERプロジェクト参加により、技術的な問題ばかりでなく、総合的な経験が得られることを大いに期待しているところでした。

フランス当局が、特に注意をはらっていると思われることは、政府が地域の関与に積極的であることです。ITERの建設許可や運転許可を行う過程で、安全審査がありますが、その政府の規制の過程で当然、公聴会があると前述しました。その公聴会開催の前に、地元住民に関連情報を提供します。政府はその情報提供のために「ローカル・コミュニティ・インフォメーション (CLI)」という組織を国の法律に基づいて組織しています。そのメンバーには、地域の議員、住民代表、労働組合など40人程度の関係者が構成されています。

カダラッシュの研究センターには19基の原子炉があり、そのためのローカル・コミュニティ・インフォメーションが存在しますが、ITERでは別の組織を作っています。ITER機構ではその組織に情報を提供し、共に活動をしています。その組織の議長は、地元の市長が担当しています。

カダラッシュでは 運搬道路が大きな課題

ITERサイトがカダラッシュに決まることには、大きな課題がありました。それは重量機器の陸上運搬です。六ヶ所村のサイトでは、六ヶ所の港からサイトまで数kmの陸上運搬で済みます。

しかし、カダラッシュの場合には、マルセーユの近くのフォスの港に、各国から外洋運搬船で運ばれてきた装置や機器を、陸路でカダラッシュサイトまで106kmを運ばなくてはなりません。そのためには地元自治体が仕切って、幹線道路の拡張、補強、橋の補強、電柱の移動などを行い、今年2月に完了しました。「それは見事な工事だった」と池田さんが感心されておられました。地域の幹線道路が補強されたのは、装置の搬入に高速道路が使用されないからです。そのローカルな幹線の補強工事では、「ITERのために」との看板を掲げたそうで、地元の住民も、工事のための車の渋滞を我慢したとのことです。あるいは否応なくそうさせられたのかもしれませんが。

ITER装置の搬入は、600～700トン程度の荷物の運搬が、合計300回程度行われる予定です。車両の自重も加えると1,000トンクラスになるでしょう。運搬は夜の間のみ行われ、時速5kmぐらいの速度で慎重にゆっくりと運ばれます。幹線道路の交通を遮断して夜だけ行われる1回の運搬に、4日間かかるそうです。それには地域の郡の警察が仕切る手はずができており、来年には試験運搬が行われることとなっています。橋が1,000トンの車両に耐えられるかどうか、フランスのことながら心配になります。

この運搬には、夜だけ運ぶこととしても、車両が通過する全ての集落の了解、協力が不可欠です。また、高速道路を2回横切るところがあり、立体交差ではないために、高速道路の交通も一時止めることになるようです。交通規制関係者には大変興味ある運搬ですが、地元ではITERのためには何でも協力しようという心意気であるということですから、その意気込みは大変な

ものです。

地域がこの国際協力を全面的に後押し

ITERが建設される地域はプロバンス地方ですが、その地域で一番大きな都市がマルセーユです。マルセーユでは毎年、国際見本市が開催されます。その時に必ずその一角にITERのブースが設けられるそうです。また、マルセーユに総領事館を持っている国は、その国のナショナル・パビリオンも設けられるようですが、ITERに参加している国では、その中にITERの展示も行われ、説明もされています。

ITER関係者が地元の学校などを訪問して、科学の授業を行ったりすることも考えられていますが、今のところそこまでは至っていないとのこと。ITER自身が学校のカリキュラムにいかに関わるかは今後の課題です。でもすでに、ITERの関連で建てられた「マノクス国際学校」では、頻度多くインターナショナルなイベントが開催されているとのこと。いろいろな国の関係者や地元の親たちも参加して、子供たちが演劇をしたり、親たちがバザーをしたり、種々の行事を楽しんでいます。

ITERはまた、地元の観光に一役買うことが期待されています。すでに、フランスの各地の自治体関係者がツアーを組んで、ITERやその地域を訪問しています。年間10,000件を超えているようです。今の時点でも注目度は上昇しておりますが、今後本格的な建設や、その後の運転が始まれば、訪問客はさらに多くなるでしょう。

ITERのリクルートは科学者、技術者の育成

ITER関係者の雇用では、応募して

きた人の中に、カナリア諸島の天文台に従事していた職員がいました。宇宙と核融合が関係していることを、雇用の面から再認識させられたようです。「日本の高校生にも宇宙と核融合について関心を持ってもらい、勉強のテーマの一つになればうれしい」と、池田さんは話してくれました。そのような高校生がカダラッシュに見学に来てくれば、関係者は喜んで説明して下さるはず。ITERプロジェクトは今後30年以上にわたって運営されます。現在のITER関係者の平均年齢は44才で、これからは若い研究者、技術者の育成とリクルートが必要になります。若い人の育成もITERの今後の大きな課題です。

現在プロバンス地方には、大学が3校あり、それを一つにする提案もあり、地元では熱心に取り組まれています。ITERプロジェクトの立地が教育界の活性化にいい刺激になっているようです。ITER機構でも大学でのサマースクールをすでに4回行っていきます。第1回目はプロバンスの大学で、次の年には日本の九州大学で、3回目がまたプロバンスの大学で、4回目の今年が米国のテキサスの大学で行われました。来年はまたプロバンスの大学で行われるとのこと。ITER参加国全てでサマースクールが開かれるといいですね。

若者に、インターネットなどの通信手段を通しての情報提供や、サマースクール、可能ならばITERでの研修などを通して、ITERプロジェクトの重要性と、その先の核融合の実用化の大切さを働きかけ、育成して行くことが、本来のITERの目的達成以上に必要不可欠であると再認識しました。 DP

若者に、インターネットなどの通信手段を通しての情報提供や、サマースクール、可能ならばITERでの研修などを通して、ITERプロジェクトの重要性と、その先の核融合の実用化の大切さを働きかけ、育成して行くことが、本来のITERの目的達成以上に必要不可欠であると再認識しました。 DP

『忘れられたルーツ』

「電力産業120年の浮沈とこれからの100年」を読む

後藤 茂

新聞に見る経済指標は年明けから思わしくない。忍び寄る不安を抱いたか、活気のない空模様だ。2007年を迎えたある日、東京大学名誉教授の関根泰次先生から話があった。

「アメリカの知人カサツザ氏から彼の新書『Forgotten Roots』が送られてきた。一読してこの本を薦めたくなった。電力の光と影を見たアメリカ人技術者の悲憤を教材にして、日本の電力の足跡をたどり、将来を見据えたわが国電力の今日的課題を研究してみたい」という相談である。

関根先生と親交の深いカサツザ氏 (Jack Casazza) は、米国電気電子学界 (IEEE) のライフフェローで、米国の電力政策に関する有力な論客として活動しており、アメリカのみならず世界の電力界でも著名な電力技術分野の重鎮である。そのアメリカが活力を失っている現状を嘆き、自身の経験を基にして書いたのが『Forgotten Roots』だ。

たまたま私が関係している「エネルギー・情報工学研究会 (EIT)」が新年度の事業計画を検討していた矢先だったので快諾、研究会を立ち上げたのである。いまでは一線から離れ自由

に発言できる立場にあるOBの技術者や学識者13名が参加してくれた。早速原書を取り寄せて読み込み、論議を重ねた。2年余の歳月をかけて上梓したのが日本版『忘れられたルーツ』(日本電気協会発行)である。

こうした経緯については、「EIT電力発展史研究会」を主導された関根泰次先生が、『忘れられたルーツ』の冒頭に寄せた「はしがきに代えて」に詳しいので、「読書案内」にしておきたい。

「今、日本も世界各国も何十年に一度といわれる経済危機に翻弄されている。職を失い、家を失った人々の困窮振りが新聞、テレビで報道され、各企業も不景気に頭を痛めている。2008年9月のアメリカにおける金融危機で顕在化し、今世界を隅々まで巻き込みつつあるこの大津波の徴候は既に2007年に見られるという人もいるが、これはここ2、3年に始まった現象ではなく、その淵源はレーガン時代、否、それ以前から始まったアメリカ社会のひずみ、あるいは変質にあるという見方もある。この経済危機は、それによって引き起こされた政治や社会の混乱とその推移については詳細な分析も行われるようになった。われわれ電力関係

者は、過去20~30年間のアメリカ電力界が往年の輝きを失いつつあることを漠然とではあるが感じていた。その一方で、2008年秋のアメリカ発の経済危機を惹き起こした根本原因として、マネーゲームに象徴されるアメリカの行き過ぎた資本主義が専門家の話題になっている。今にして思えば、アメリカ電力界の1980年以降の変遷は、2008年秋以降のアメリカ発の悲劇の先駆現象であったのではないかと思われてならない」。

本書の内容は4部に分けている。その第1部「電力の『光と影』を見たあるアメリカ人技術者とその怒り」は、カサツザ氏の本を紹介したものだ。第1章を「米国電力産業史—エジソンからエンロンまでの120年」と記述、その冒頭に、「栄光と名誉は、土と汗と血にまみれて実際に戦場で戦っている戦士のものであって、戦場も知らないで評論しかない連中のものでありえない」といった第26代米大統領ルーズベルトの言葉を引用し、「同じ思いでこの本を電力事業の現場で奮闘してきた人々にささげたい」と語っている。

エジソンが1882年に世界に先駆けて電燈会社を創業した時を起点と

して、「電力産業の創生」（1885～1945）、「黄金時代の謳歌」（1945～65）、「問題と危機の連続」（1965～90）、「短期的利益至上主義という大罪と電力産業の挫折」（1990～2005）の四つの時代に分けて振り返っている。カサツザ氏の電力産業にかけた愛着と技術者としての矜持が伝わってきて、感動する。

カサツザ氏は、「1960年ごろには黄金時代であった電力産業が1965年ごろから変調をきたし、近年二流になってしまった。学界や大学も同様の下り坂の道を歩んでいる」、そんな現状を嘆き、さらに「昨今電力の公益への奉仕者としてのプライドとか、外に向かって発信する勇気・義務感を失いつつある」と強い調子で指摘、「電力と一般商品の区別もつけられないビジネススクール出身者に牛耳られる舞台になっている」と、怒りをぶつけるのだ。その怒りは「短期的利益（Profit now）というアメリカの資本主義に欠陥があるのではないか」とまで言及している。

こうした短期的利益至上主義という大罪は、20世紀末から21世紀に入って蔓延し始めた。建国以来の偉大な伝統は引き裂かれ、自由放任で自己中心の社会になってしまったと、カサツザ氏は嘆く。エコノミスト誌（1992年10月10日）でも「生産や実需を伴わない投機的取引の増大、弁護士・ロビイスト・業界団体の異常な増加、政府の過剰なまでの規制に要するコストの上昇は、米国経済の内部を蝕んだ」と指摘している。

このころの「規制撤廃、電力自由化は良いことだ」の大合唱は異常であった。電力自由化は危機をもたらすと憂

えたカサツザ氏ら16名の指導者は、「国家の重要なインフラである電力システムに混乱が生じ、公益に重大な影響をもたらすので再考されたい」と米上下両院宛に公開書簡を提出し、新聞紙上にも意見広告を出す。電力自由化の風速は強まるばかりで、危惧された以上の混乱を起こしていくのである。

『忘れられたルーツ』の第1部は、こうした歴史をカサツザ氏の著書『Forgotten Roots』を超訳したもので、原書の論旨を極力損なわないように苦心したという。「超訳とは、逐語訳ではなく、受け手側の国の文化背景を考慮して、思い切って意識をしながら、ところによっては大胆に省略し、必要とあれば地の文に解説の追加をしたものという意味だ」と説明しているが、この手法は見事に成功している。

第2部は、では、日本はどうだったかを論考した。「日本の電力の足跡をたどる」との項を起し、日本の電力のルーツを述べている。その第1章「草創期、輝かしき先人達の足跡」は、通り一遍の社史や技術史には登場することのなかった先駆的技術者に光を当てて、電力に賭けた先人の情熱を知ることができて、心打つ。

それが第2章で「戦時統制、敗戦、戦後復興」と苦難の道を歩み、克服して第3章「経済成長と電力再編後の躍進（1951～65）」となった。そして第4章「高度成長と経済大国・資源小国の葛藤（1965～94）」の時代を迎える。この時代はカサツザ氏のいうアメリカの「問題と危機の連続」とほぼ重なっており、さらに「利益至上主義という大罪と電力産業の挫折」とも一部重なって、興味深い。

第5章の「日本型電力自由化の軌跡」は、最近の出来事なのにもうすっかり「忘れられた」かに思える当時の状況が、よく伝えられている。

1990年代に入って、日本の電気事業も新自由主義的な市場原理の導入という世界的な潮流に晒された。鉄道、航空、電気通信と、次々に民営化ないし競争主義の導入が計られ一定の成果が実感されるまでになり、欧米の電力に民営化や競争導入が進んだことは確かであった。そんな潮流に遅れてはならないと、通産大臣の「日本の電気料金は外国に比して高い。この内外価格差の解消策を検討する」との発言があって、電気事業審議会の審議が始まる。「電力の地域独占の時代は終わった、発電、送電も分離すべきだ」などとの意見も飛び出すなかで、まず部分自由化が導入されていくのだ。

この時期政界では、無資源国のわが国で原子力を始めとするエネルギー問題が政争の具とされている現状を憂えて議論されていたエネルギーの基本的な方針がまとめられ、2002年に①安定供給、②環境への適合、③市場原理の活用を三本柱とした「エネルギー政策基本法」が議員立法として成立し、審議会の議論の方向付けに大きな役割を果たすことになった。

ところがこの間、自由化を進める欧米では大規模な停電が繰り返され、また料金も低下どころが高騰に転ずる傾向も見られて、自由化を撤廃ないし保留する動きも見られ、潮目が変わり始める。地球温暖化対策の高まりから原子力の重要性が認識されるようになって、十年余にわたる紆余曲折を経た自由化論議は、「日本型」とも言うべきユ

ニークな形でひとまず収束するのである。

こうした日本での対応は、カサツザ氏のいう「他の財とは異なる電気の性質について間違った理解をしたまま進めて失敗したアメリカ」から学んだもので、技術者も交えての議論も功を奏したようだ。「電力の自由化の軌跡」の項は、その経緯がよく纏められていて読み応えがある。

第3部の「2050年を見据えるわが国電力の今日的課題」は、日本の電力産業の歴史を詳述している。その第1章に「電気事業の地球環境問題への取り組み」、第2章に「エネルギー安全保障と原子力の位置付け」、さらに第3章「電機メーカー、モノづくりとサービスの新世紀」、そして第4章は「プロフェッションとしての電力技術者の養成」とし、それぞれの委員が、これまで経験し蓄積した見識を出し合いながら、今日電力が当面している諸課題を討論形式でまとめている。

第4部「終章」は、「広がる電力人の世界—全地球的視野からの超長期展望」と項をおこし、今後の電力界が歩むべき一つの道筋を大胆に提案している。その論旨はいささか非現実的と思われる面もあるが、それはそれとして参加した方々の電力に抱いてきた夢とロマンが感じられて、読んでいて楽しい。

本書を一読すると、日米の電力産業史を比較して、なんと似通っていることかとの実感が湧いてくる。その過去、現在、未来を概観して検討されていて、興味をそそられる構成だ。このことは、「各委員が長年にわたって築き上げた見識が噴出する場となり、その熱気は

関係者を驚かせたが、その討論内容を限られたページ数で広い範囲の読者に理解していただけるよう表すには苦心があった。技術者は正確に記述することには長けていても、書く文章は難解で分かりづらいことが多く、一般読者はそのままではとても受け入れられないことも少なくない。元の原稿を複数の人が議論を重ねながら何度もリライトしなければならないこともたびたびであった」（前出「はしがき」といわれているように、たいへんな作業だったことが推測できる。

カサツザ氏は、「日本の読者の皆さんへ」次のようなメッセージを寄せている。

「わたしの原書は、公益事業、メーカー、政府、大学で働いている技術者や非技術者、そしてまた一般大衆に向けて書いたものだ。米国の電力システムの歴史から学べば、国家、企業、職業の将来のためにも役立つものが得られることを、認識してもらうことにあった。エネルギーシステム、なかでも電力システムは、人類のほかのすべてのシステムと経済活動が必要とする生命を維持するための血液 (Life Blood) を提供している。ゆえにエネルギー資源や原子力発電が原因となって大きな国際紛争や、時には戦争となっているのが現実である。EIT電力発展史研究会が今回行っているような作業や、思索と討議を継続的に行えば、エネルギーが原因で起こるこれらの問題を解決するために、技術プロフェッションの果たすべき真の役割は何なのかが次第に明快になっ

ていくであろう」。

『忘れられたルーツ』は、アメリカ電力産業120年の浮沈にたいするカサツザ氏の警鐘を縦糸にし、日本の電力に携わった技術者の体験を横糸にして編まれた。

巻末に、収録された『年表』も親切な企画だ。世界は1749年、フランクリンの雷の研究に始まり、日本は1873年、工学寮（77年工部大学校、後の東大工学部）開校から記録されている。1882年、エジソンがニューヨーク市にパール街発電所を設け、同じ年日本は東京銀座にアーク灯を点灯したというように、2009年までの世界と日本の歴史が一瞥できる。

本書に挿入されているコラム、「インサル帝国の興亡と大恐慌」、「スリーマイルとチェリノブイリの衝撃」、「エンロン帝国の興亡と電力自由化の内部崩壊」、「2003年世界最悪の大停電」は、アメリカ電力の光がなぜ影に突入していったか、技術者の目から見た経過がよく分かる。また、第2部に挿入されている随想「原子力 黎明の鐘」、「ヤマの灯が消えた」などは、わが国エネルギー史の“忘れられた”一齣を蘇らせてくれて、読ませる。

「筆者や編者が途中から変わるのに、無理なく通読できるのは、カサツザ氏が言わんとすることを研究会の訳・編者がよく理解しているためだろう。行間からカサツザ氏の電力産業にかけ愛着と技術者としての矜持が伝わってくる」（読売論説委員・丸山淳一、『エネルギーレビュー』誌）との書評にみるように、「良書」の評価を得ている。

(元衆議院議員)

Plutonium

Autumn 2010 No.71

COUNCIL for NUCLEAR FUEL CYCLE

発行日/2010年11月8日

発行人/西澤 潤一

編集委員長/後藤 茂

社団法人 原子燃料政策研究会

〒102-0083 東京都千代田区麹町1丁目3番23号
麹町1丁目3番地ビル501

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 上智学院顧問・
上智大学特任教授
首都大学東京名誉学長

副会長

津島 雄二 前衆議院議員
理事 (五十音順)
今井 隆吉 元国連ジュネーブ軍縮会議
大使
江渡 聡徳 衆議院議員
大島 理森 衆議院議員
木村 太郎 衆議院議員
後藤 茂 元衆議院議員
田名部 匡省 前参議院議員
中谷 元 衆議院議員
鳩山 邦夫 衆議院議員
山本 有二 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

編集後記

◆ 米国が9月15日、未臨界核実験を実施しました。オバマ政権になって初めてのことです。「核兵器のない世界」を求め、ノーベル平和賞を受賞したオバマ大統領の政権下で、未臨界といえども核実験が行われたことは残念でなりません。また、今まで核実験に行われていた48時間前の通知は、未臨界核実験でも守られていましたが、今回からは通知されないこととなりました。透明性が損なわれています。オバマ政権になり、核廃絶に向けて着実に歩み出すのではないかと期待していただけに。

◆ 1991年12月25日にゴルバチョフ大統領が辞任、それに伴いソ連邦が解体、崩壊し、米ソ冷戦が実質的に終結しました。世界がホッとしている間もなく、21世紀になって中国の軍拡が目立つようになりました。アジアの国々に比べ、中国が最大の海軍力を保持するに至り、米中の軍事的緊張感が高まっています。

◆ 「領土に関する中国の主張も、1970年代は地下資源の獲得が主眼であったが、それ

に加えて今や海上覇権に主眼が置かれているためである」と、多くの軍事専門家やマスコミまでが述べています。その真意は別として、10月24日の読売新聞「編集手帳」には、毛沢東語録の「愛国主義と国際主義」の章の「永遠に謙虚でなければならない…」を引用して、「さすがに良い事を仰るものだ。…建国の父はいろいろと国の将来を予測し、かなり正確に心配もしていたのだと感心する。…」と書かれています。「永遠に謙虚」は全ての人間にとっての教訓であり、全ての為政者にとって必要不可欠のものです。そのようなモラルに基づいた二国間関係、国際関係を構築したいものです。

◆ いつまで夏なのか、とっていたら突然秋となり、10月下旬には冬の気温。美しい日本の秋が、例年より短かったと思いませんか。今までが良すぎたのでしょうか、地球温暖化の影響が世界の気候を変えつつあるようです。エネルギー消費の削減、化石燃料需要の抑制は、待った無しです。

