

## 国際熱核融合実験炉 (ITER) を語る

前 ITER 国際核融合エネルギー機構長

独立行政法人日本原子力研究開発機構 フェロー  
一般財団法人リモート・センシング技術センター 常務理事

池田 要

2013 年 6 月

文部科学省 科学技術政策研究所  
企画課

本講演録は、2012年6月20日に文部科学省科学技術政策研究所で行われた前ITER国際核融合エネルギー機構長、独立行政法人日本原子力研究開発機構 フェロー、一般財団法人リモート・センシング技術センター 常務理事池田 要氏による講演会の内容を講演者の了承のもとに当研究所において、とりまとめたものである。

また、本講演録の内容は、講演の記録として講演者の見解を掲載しており、当研究所の公式の見解を示すものではないことに留意されたい。

編集責任者 : 池田 要 氏

編 集 : 文部科学省 科学技術政策研究所 企画課

問 合 せ 先 : 〒100-0013 東京都千代田区霞ヶ関3-2-2

TEL:03-3581-2466 FAX:03-3503-3996

講演録の内容について無断転用を禁止します。

## 講演会概要

演題： 国際熱核融合実験炉 (ITER) を語る

講師： 池田 要 氏

前 ITER 国際核融合エネルギー機構長  
独立行政法人日本原子力研究開発機構 フェロー  
一般財団法人リモート・センシング技術センター 常務理事

日時： 2012 年 6 月 20 日 (水) 14:00～16:00

場所： 科学技術政策研究所会議室 (新霞が関ビル LB 階 201D 号室)

概要：

国際熱核融合実験炉 (ITER) は、日本、欧州連合、露及び米国により 1985 年に核融合エネルギー開発の国際協力として発足した。2001 年には工学設計を基に 50 万キロワットのプラント建設に向けて動き出し、中国、韓国そしてインドも加わり、2005 年には国際協定の下に、南フランスのカダラッシュに建設することが決まった。

池田氏は初代 ITER 機構長として、カダラッシュに赴任し、協定に基づく国際機関として ITER 機構を立ち上げた。ITER 建設への着手には、ITER 機構の組織作りをはじめ、プラントの技術的仕様の検討、建設スケジュールや費用の見積りの作成などの建設の基盤となる整備を進めるほか、各極機関との役割分担など、国際共同プロジェクト全体のマネジメントを行った。

また、プラントの建設のみならず、道路の拡幅などのインフラ整備や、ITER で働く研究者等の家族や子どもたちのため、教育委員会や市町村などと交渉し、国際学校を早期開設に導いた。

講師略歴：

1968 年東京大学工学部原子力工学科卒業、科学技術庁入庁。在米日本国大使館科学参事官、長官官房審議官、原子力安全局長、研究開発局長、科学審議官などを歴任。その後、宇宙開発事業団理事、駐クロアチア共和国特命全権大使を経て、2005 年に ITER 国際核融合エネルギー機構の機構長予定者に指名、2006 年にフランス、カダラッシュに着任。2007 年 11 月に ITER 協定の発効に伴い、ITER 機構長に正式就任 (2010 年 7 月まで)。(独)日本原子力研究開発機構の特別研究員を経て、2011 年 4 月より現職。



## 【司会】

それでは、お時間となりましたので、科学技術政策研究所主催の講演会を始めさせていただきます。

本日は、「国際熱核融合実験炉（ITER）を語る」ということで、ITERの初代機構長であり、現在は一般財団法人リモート・センシング技術センターの常務理事、独立行政法人日本原子力研究開発機構のフェローであります池田要先生にご講演をいただきます。

先生のご経歴についてはご存じだと思いますけれども、1968年に東京大学工学部原子力工学科を卒業され、科学技術庁に入庁されております。その後、原子力安全局長、研究開発局長、科学審議官などを歴任されまして、その後、宇宙開発事業団、クロアチア共和国の特命全権大使を経まして、2005年にITERの国際核融合エネルギー機構の機構長予定者ということで指名され、2006年にフランスのカダラッシュに着任されております。2007年11月に、ITER協定の発効に伴いまして、ITERの機構長として、2010年の7月までご就任されました。その後、日本原子力研究開発機構の特別研究員を経て、2011年より現職ということでございます。

本日は、90分程度ご講演をいただきまして、残りの30分程度を質疑応答のお時間にさせていただきます。貴重な機会ですので、皆様からの活発なご質問をいただければと思います。

それでは、池田先生をお願いをしたいと思います。よろしく願いいたします。

## 【池田】

どうもありがとうございます。ご紹介いただきました池田です。

今日は、まず、こういう機会をいただいて、本当にありがたいと思っています。私自身、ITERで仕事をしています、帰ってからこの夏で2年になるんですけども、なかなかこのように改めてご紹介する機会がないなと思っていて、そういう意味では、今回、所長以下、皆さんのご配慮でこういう機会が設けられたこと、大変ありがたいと思っています。時間の許す限り、いろんなご質問にもお答えするつもりでおりますので、遠慮なくお聞きいただければと思います。

今ご紹介があったとおり、私はもともと原子力を勉強して役所へ入ったんですけども、今は、今年の春から、リモート・センシング技術センターというところに勤めています。これは、帰ってきましたから、日本原子力研究開発機構に半年ほど特別研究員としておりました。その間に、3月11日の地震津波も起きましたね。その間に、私自身、原子力分野でできることというのを考えていたわけですけども、今もフェローとして、ITERの関係で必要なアドバイスをしたり、それから広報ですね、私は国内で一番足りないのは広報ではないかなと思っていました。そういったことをすべしということで、フェローについては引き続きやらせていただいています。これは無給で、ですけども。

リモート・センシング技術センターのほうは、衛星からの写真とか画像をいろんな公共事業その他に利用を進めるという仕事ですけども、これは、私が役所にいましたときに、一時やはり宇宙開発に入れ込んだことがありまして、その間、情報収集衛星をつくる過程でも、その責任者としてやらせていただいたので、そういう関係で就職活動をして、こち

らに採用されました。そういう経過で今こういう仕事をしていますけれども、心は相当な部分を原子力に残した状態で仕事をしています。

私自身、核融合は、かつてその研究開発に行政面から携わったことがありますし、いろんな意味で始終視野の中には入っていました。それがこのITERに取り組むことになりまして、改めて、むしろ地元ですね、フランスに入り込んで仕事をする過程で、いろんなことで説明する機会がありました。最初にお見せするのは、その過程で核融合ってどういうものかを説明するのに、大体こういうキーワードを幾つか使って説明しました。その名残です。そんな意味で、皆さんがご覧になっても、余り違和感はないのではないかなと思います。

核融合は宇宙をつくっている。星とか太陽、そのエネルギー源はみんなこの水素、基本的には水素の核融合反応ですね。それから、地球上にも、資源ということで考えたときには、どこの水を取ってきても、その6,000か7,000分の1ぐらいは重水が入っていますし、そういったものは今、工業的にも取り出せますから、重水素が取り出せます。もう一つ、地上ではまだDT、重水素とトリチウムの反応しかできないんですね。水素-水素はなかなかまだできない。これを地上で起こすのはなかなか大変だと。なぜかという、重力場がないからですね。太陽のように重力場のあるところは、比較的低い温度、1,300万とか1,500万℃ぐらいの温度でプラズマが核融合反応を起こすわけですがけれども、地上でやろうとすると、温度も1億℃とか2億℃、そういうことで上げないと、プラズマ状態になって、密度高くそれぞれがぶつかるなんていうことはできないということですね。

あと、トリチウムはどうするかという、半減期は十二年ほどのものですから、自然に存在するわけはなくて、むしろリチウムという金属を核反応でトリチウムに変えるというプロセスを用います。これは比較的容易にできるようなことになってきていますから、重水素とトリチウムが手に入れば、あとは温度、それから圧力、必要な条件さえ整ってプラズマにすれば、核融合が起きるということですね。地球温暖化ガスを出さないとか、長寿命の放射性廃棄物を生じない、そういったことで、機会があるごとに英語、フランス語で説明してきたことを懐かしく思い出します。

これが、図で表せば、こういうことですね。重水素とトリチウムが核融合反応でヘリウムになります。このプラズマ状態というのはほとんど真空ですね、その中でプラズマがガスのように、非常に密度は薄いわけですね。その中で、ヘリウムというのは、でき上がった途端というのは大変なエネルギーを持っていますから、プラズマ自身を加熱したりするための媒体として役に立つわけですがけれども、その役目が終わると、あとは不純物ですね。ですから、この核融合反応を起こすためには、継続的に起こそうとすると、重水素、トリチウムというのを連続的に供給して、プラズマを燃やししながら、でき上がったヘリウムを今度は連続的に取り出す、取り除くというプロセスが必要ですね。それがこの二、三十年の間にできるようになったということなんです。でないと、プラズマは燃やし続けられませんから。

私が役所に入って間もなくというのは、まだプラズマは、ぼっとつくけれども、一瞬でおしまいと。後はお掃除をして、また条件を作らないとプラズマは燃えないという状況で

したね。それが、こういう意味で、プラズマの燃焼が続けられる状況ができてきたということが、この技術の一番大事なところではないかなと思います。その過程で、プラズマからヘリウムという不純物を取り除くようなところは、日本がやはりかなり貢献して、ダイバータというような仕組みをきちんと物にしたということですね。

ここには、2つの写真がありますけれども、この間には20年ほど差が、違いがあります。皆さんも今までITERについて、あるいは核融合についていろいろお聞きになったと思うんですけども、1985年、これはちょうど私がワシントンで大使館勤務をしている頃のことなんですけれども、当時、まだ世界は冷戦構造だったときに、ゴルバチョフとレーガンの間で平和利用の核融合、エネルギーのために核融合を使おうということに合意したということですね。

それまで核融合というのは、水爆に関するものだった。核融合については原爆の圧力とか温度を利用して核融合を起こさせる水爆の技術として開発されたわけですけども、平和利用でエネルギーに使えるようにということで合意した。これが大きなきっかけですね。

それで、その直後に、1985年から二、三年のうちに国際チームができました。アメリカ、ロシア、最初はソビエトですけども、それに日本、欧州連合が加わって、4カ国でチームを作って、原子炉のように燃やし続けるプラントをつくらうということで概念設計から始めて、これは2001年に最終設計をまとめるまでに進みました。この間に、ドイツ、アメリカ、日本、3カ所に国際チームが置かれたわけです。それぞれ得意な分野でやろうと。日本はプラントの部分を担当したようですけども、那珂町に国際チームができて、それぞれが100人ぐらいの所帯で、これだけ長い期間、各国が自発的にお金を出すという仕組みで国際協力が進んだのです。

2001年になって、それまで紆余曲折は若干ありましたけれども、最初は1兆円ぐらいのプラントをつくらうと言ったときがありましたが、それは高過ぎるというので、一度アメリカが抜けたんですね。2001年にこれでやろうと行ったときには、それを大体半分ぐらいに、5,000億円ぐらいのプラントをつくれればいいのではないかと大分スケールダウンして、そういう過程で合意ができて、建設に向けて動き出したと。動き出してから、アメリカを呼び戻すとか、そういうことになったのです。それに中国、韓国、最終的にはインドも加わるようになったという過程をたどったわけです。

その間に、これでつくらうということになって、国際的な枠組みを作る協定交渉も進みましたし、日本とヨーロッパの間で、途中はカナダが入ったり、ややこしい部分、場面もありましたけれども、どこにつくるかというのがかなり話題になって、日本も茨城県とか青森県がそれに血道を上げて頑張ったわけですけども、2005年の夏には日本が譲る格好で、フランスにつくらうということに決まったのです。

この辺は私もかなり遠くで、その当時はクロアチアという国で大使をしていましたから、かなり遠くのこととして聞いていたわけですけども、そういう合意ができて、サイトはヨーロッパに譲るんだけど、そのかわり責任者というか、建設責任者は日本が出しなうということになって、それが私に回ってきたということですね。私はまだクロアチアで大使をしていまして、あと半年ぐらいで日本に帰れるかなといったときでしたけれども、今の次官をやっている森口さん、当時は研究開発局長でしたが、彼からの電話一つで

私の運命がまた決まってしまったということです。クロアチアから帰るどころか、そのままフランスへ行くことになりましたから。そういうのも、これも縁かなと思いました。

私は2006年3月に、ほとんどイタリア半島を横切るような感じでクロアチアからフランスへ渡りましたけれども、その秋には協定の署名という段階になりました。その間に私がやったことというのは、またこれからご説明しますが、既にクロアチアから移って、そこで、ほとんど何もないところから組織作りとか、そういうことをまず始めていったわけですが、そのときの記念写真がこの図にあります。当時のシラク大統領がいて、うれしそうな顔をして真ん中に立っていますけれども、後で、これだけうれしそうにしている理由が、私はフランスに入ってからよくわかりました。それだけのことをやっていたんだというのがわかりましたね。

私もよく質問を浴びたのは、ITERをつくるのはいいけれども、本当に動くのかと、そういう自信はあるかというのは、よく聞かれました。1960年、世界で平和利用の原子力が始まった時期と余り変わらないんですけれども、核融合もその一部として研究開発が比較的オープンな形で進められるようになって、各国が競うようにして実験施設をつくっていったわけです。実験する数は大体こんなもので、その凡例が出ていますけれども、どんな形をしているとか、ダイバータというものが入っていますかとか、それから、超伝導磁石を使っていますということだとか、DTオペレーションをやっていますかと、そういうことがこの図に盛り込まれているわけですが、例えば日本もJT-60という大きな施設をつくっていますね。プラズマの大きさをこんなふうに、大体比例するような大きさで示していますけれども、それが1985年ぐらいに動き出しています。

アメリカは、プリンストンにTFTRという日本と同じぐらいのプラントを作り、それはDTオペレーションまで行っています。実際に重水、トリチウムまで燃やしたんですね。日本は、まだそこまではやっていません。これをやるとその後の運転条件がかなり制約されるために、なかなかやり切れないわけですが、もう一つ、ヨーロッパは、JETというのをオックスフォード近くのカラムというところでやっています。かなり大きな施設ではあります。

ほかにもいろんなプラントを書いていますけれども、その中で超伝導磁石を使っているものというのは、赤い色が塗ってありますけれども、例えばここにTore Supraと書いてありますね。これが今、サイトのあるカダラッシュのすぐ隣のフランスの原子力庁のセンター、そこで動いています。比較的小さなプラントですが、これは超伝導の磁石を使ったプラントです。それぞれ特徴のあるプラントですが、そういうことを経て、それを全部集大成するような格好でITERをつくるということなのです。プラズマの大きさもこれぐらい、図で見てわかるぐらい、格段に大きくなっています。

それから、この間、ここにインドとか中国、韓国のプラントが書いてあります。インド、中国、韓国は、核融合については非常に後進ですね。後から始めたわけですが、今なぜITERに入っているかという、自分でそれだけのホームグラウンドを急いで作り出して、もうつくりました。もう数年前に、インドもITERスペックをほとんど使うような格好で小さなプラントをつくって、それから、中国もつくりました。韓国もつくりました。それぞれがITERのための条件の一部をとって、小さくしたような格好でつくって運転をして

います。ですから、今、7極でつくっているわけですが、それぞれがホームグラウンドを一応持って、自分で技術開発をして、その知見を持ち込むような形でこの国際協力が進められているということなのです。

ITERというのは、単にお金を出すだけの国際協力ではありませんから。自分でつくれる、あるいはつくりたいという意欲のある国が協力してやっている事業ということですね。ですから、7極がそれぞれ、ロシアとかヨーロッパ、アメリカ、日本はかなり進んだ状況ですが、後から3つの国が入ってきて、今、7極が取り組んでいるということです。

これがITERの技術目標、仕様ですね。基本的には50万キロワットのプラントです。熱出力が50万キロワット。ITERのことをよく科学技術協力と言うんですけども、私の実感はプラント建設事業ですね。原子力のプラント建設事業。50万キロワットのプラントをつくれます。50万キロワットというのは、投入したエネルギー、原子力発電所でも何でもそうですけれども、ある程度自分でエネルギーがないとプラントは立ち上げられませんね。立ち上げて、それが10倍以上のエネルギーを作って外に出すから、エネルギープラントとして意味があるわけです。ですから、これができるようになったというのは、超伝導を使うからなのです。

プラズマを燃やし続けるためには、1億℃とか2億℃の高いプラズマを燃やし続けるというのは、これは大変なことで、どんな容器に入れても、それだけの温度に耐える材料はありません。なぜ、どうしてやるかという、磁石でプラズマを真空容器の中に浮かせるんですね。壁に直接当たらないように浮かせて燃やし続けさせるというのがこのプラントです。ですから、そういうことをやるためには、大きな強い磁場が必要なんです。ここに5.3テスラという単位が書いてあります。ちなみに、テスラというのはクロアチアの人ですね。これは余談ですけども。

プラズマの容積も840立方メートル、かなり大きなプラズマです。それぐらい容積がないと、50万キロワットという熱出力は出せません。密度が低いですからね。それが原子力発電所とは違います。原子力発電所の炉心というのは比較的小さいですよ。こういうプラントに比べればですね。その出力密度は高いですから、そういう意味でプラントの性格は大分違いますね。

それから、一回の核融合反応で出るエネルギーが14ミリオン・エレクトロン・ボルト。ですから、これは普通の核分裂に比べて1けた大きいのです。核分裂は2ミリオン・エレクトロン・ボルトぐらいですね。ですから、核融合の場合に何が難しいかという、このエネルギーの高い中性子をどう閉じ込めて扱うかということです。これがいろんな材質、材料をもろくしてしまうし、壊してしまうからです。ですから、それをプラントとして扱う場合、高い温度のプラズマを燃やす、それから、それを磁場で閉じ込めるために、絶対温度マイナス269℃の冷却をした超伝導の磁石で閉じ込めて、更に、高いエネルギーを持つ中性子を閉じ込めるというのが、プラントとして3つぐらいの重要な点です。

それから、300秒とか500秒とかいうプラズマ誘導燃焼時間とありますけれども、この中央にあるような磁石を、ある程度パルスとして運転をするような運転をして、プラズマ電流というのが流れるようにして燃やす方式をとると、10倍以上のエネルギーが出ることができて、300秒から500秒ぐらいで定常状態になるということです。ですから、この

10倍という出力を考えなければ、5倍ぐらいであれば、このプラントはずっと燃やし続けられるプラントです。先ほど言ったように、重水素、トリチウムを注入しながら、ヘリウムを取り除く。そういう意味で、ずっと燃やし続けられるプラント。そのかわり出力が投入より5倍ぐらいで燃やし続けるということによれば、そういうプラントで動くわけです。

あとは、これが最初の約束。私が、2001年につくろうと言ったときの合意に基づいて、実際カダラッシュに入って、組織を作れといった取り組みを始めたときに、各国から言われたのは、まずデザイン・レビューをやれと言われたんです。私はただ作り出すだけかなと思っていたのですが、必ずしもそうではなくて、各国の注文はデザインのレビューをやってくださいと。

これについては、私は、設計研究、工学設計をやっている過程で中国、インド、韓国は入っていませんでしたから、新しいメンバーも入って組織を作れば、習熟するために当然必要かなと思って取り組んだんですけれども、各国の思惑には若干違うところが実際あることがわかりました。それはデザイン・レビューをやってみますと、つくる身になってやってみると、いろいろ問題が出てきたということですね。最初、1兆円ぐらいのプラントをつくろうと言ったのを、半分にばさっと切ったわけですから、大きな鈍の跡がいろんなところにあったのです。そういうことがプラントのレビューをやっている過程で出てきて、それを最初の過程でこなすのに大分時間がかかりましたし、ある程度目をつぶってやってよいところを、また刮目して見るような作業をやりました。

これは、最初の10年間で建設しましょうといったときの合意ですね。ITERの計画は、基本的に10年間で建設をします、あとの20年間は運転をしますということなんです。ですから、プロジェクトは約30年、あと、デコミッションングまでいきますから、プラス5年から10年それぐらいの期間のプロジェクトということで立ち上がりました。私の仕事は、ほぼ10年間と言われる建設期間をどうやるかというのを私の当面の課題だとしてやっていたわけです。そのときの基本的な合意は、ヨーロッパがホストとして45%、建設投資の45%を担当します。これはなぜかというと、ヨーロッパの風土でつくるわけですから、建物全部、これはヨーロッパが提供します。原子炉建屋ですね。それらが全部入ると45%ぐらいになって、あと、ロシアも中国も韓国も、日本、インド、アメリカ、みんな9%ずつの割合で分担します。

これに単位がkIUAと書いてありますけれども、3,577。ここでIUAはITERユニット・アカウントの略です。これは、こういう投資をするときに、当初これだけの投資が必要だろうという評価額、これをイーター・ユニットということで表したんです。それを各国が分担するのに、9%とか45%にしたわけです。実際にどういうものかということ、1イーター・ユニット・アカウントというのは、1989年時点のアメリカの1,000ドル。その後、インフレその他いろんなことがありますね。ですから、お金の価値が各国で変わります。したがって、それぞれどれぐらいでそれを負担するかというのは各国の努力に任されるわけですが、最初の投資額としてこれだけの分担を約束してプロジェクトが発足したということなのです。

その中で、例えば全体の見積もりとして部品、構造材、建物を全部つくるのに大体

3,000ぐらい。それから、スタッフ・マネジメントというのは477。これが、ITER機構を作ってプロジェクト全体をマネージするための投資額。この額から始まったんですね。実際これだけでは収まらないということは、すぐにわかったわけですが。

この1kIUAというのは、当時、私がヨーロッパにいた当時では 1.4ミリオン・ユーロですね。ですから、大体これが2010年時点で56億ユーロぐらいでしょう。今、1ユーロが100円ぐらいになってしまいましたので、5,600億円、それぐらいの合意だったということが出来ます。

それからもう一つ、ここで、この一番下の段に書いてあるところ。これはフランスの事情として特記しましたが、カダラッシュのあるプロヴァンス・アルプ・コート・ダジュールという地域の略がPACA。そこで一番大きな南フランスの都市がマルセイユ。ツーロンとか、いろんな街がありますね。皆さんご存じのアビニヨンとか、エクサン・プロヴァンス、そういう街があるんですけども、6つの県でできていて、それが集まった地域がこれだけのお金を出すと約束をしていたんです。フランス政府と同じ額です。したがって、約900ミリオン・ユーロぐらいがフランスの持ち分。フランスとドイツが大体同じぐらい。ヨーロッパが全体の45%と言っていましたけれども、大体同じぐらいをフランス、ドイツが分担。もうちょっと少なくて、あとイギリス、イタリア、そういう国々が分担しています。すなわち、これぐらいの投資を地元が負担したということは、私は行ってからこういうことは知らされたわけですが、地元がただ受け入れたというだけではなくて、これだけの投資をする約束までしていたということなんですね。これがITER事業の非常に大きな特徴です。

私は、先週の金曜日に六ヶ所村に呼ばれて、同じ話をしてきましたが、地元というのは、ただ待っているだけでは、たとえば原型炉はできませんよと。フランスの例なんか見てごらんと。こんな投資までしてね。マルセイユからこのサイトまでローカルな道路だと100キロぐらいあるんです。その間の道路を拡幅して、1,000トンぐらいの荷重に耐える橋に架け替えたりとか、国際学校もつくった。後で話しますが、そういうのはみんな地元のお金でやっているんですね。ですから、プロヴァンスの地域がこの事業を請け負うに当たって、それだけお金を出して、自分がコミットしているということなんです。

それが、例えば日本に誘致していたら、そこまでできたかなと。想像はなかなかできないですね。これは、たとえ青森でもなかなか難しい。どこに行っても、それはなかなか難しいかもしれない。それが、フランスでは見事にそれをやっていたし、フランスというのは、私がいるときは、ほとんどサルコジ大統領の時期ですね。サルコジは右派です。でも、フランスというのは、市町村、それから県に相当するデパートメント、それからPACAというリージョン、というように自治体は3階建てになっているんですね。見事に上のほう、リージョンとかデパートメントの親分というのはみんな左派なんです。市町村レベルになると、ようやく右派の人が頑張っている。町長さん、村長さんです。そんなところでも、これだけの合意をして頑張っているから、選挙は私がいる間も何回も、毎年のようにありましたけれども、ITERは政争にならない。みんな共通にコミットしていますから、政治的に争わないんです。見事にITERを避けて通る。我々もITERの仲間みんなに言ったのは、どちらの側にもつかないように気をつけましょうということを言っていました。それは、政治的に見事にそういう意味でコミットして環境条件を作っているというのは、フランス

のたけたところ、優れたところだなと思いました。ヨーロッパはいろんな経験をするわけですが、特にフランスはいい経験をしていると思います。

これが先ほど少し申し上げましたけれども、ITER協力の一番最たるところで、ただお金を出して、一緒につくりましょうという事業ではない。それぞれの国が物納で協力する仕組みになっているんですね。ですから、例えば幾らお金を持っているアラブ首長国だとかサウジが参加しようとしても、今はできない仕組みになっています。物をつくれなから。

これはなぜこういうことをしているかという、ITERをつくる過程で産業界が参加するわけですね。たとえば、超伝導のための磁石だとか、真空容器だとか、そういうものを見事にぶつ切りにしています。自分の興味のあるところ、できるところというのをぶつ切りにした結果がこれです。

ここで、この右の欄を見てもらうと、マシンコアとか、それから内部の附属品だとか、それから外部の附属品、これはブランケットだとか、それから超伝導の部分とか、いろんな部分に分けられるわけですが、それから加熱部分とか、診断系、ビルディング。ビルディングは全部ヨーロッパですね。あとはみんな、でこぼこですよ。一様でない。これは、協定の最後のまとめる過程で分捕り合いをしたようです。自分がつくりたいところ、つくれるところ、それをとった結果が今の分担になっていて、一番最後に参加したインドは控え目な分担になっていますけれども、さすがにできないところがありますからね。

したがって、この結果で何が約束されるかという、ITERの建設が終わって、動き出す頃には、どの国もITERは自分でできるということになるんです。全部参加していますから。ほとんど企業も参加していますから、一国でもつくれてしまう。ですから、ITERの一番アグレッシブなところは何かという、こういうプラントをつくることによって、全部の加盟国が等しく経験してしまうということなのです。つまり、ITERが動き出したときには、このITER規模のプラントであれば、どの国も自分でできてしまう。あとは投資をする、そういう政策決定さえできれば、できてしまうことになるはずだということなのです。これがこのITER協力の一番のみそですね。

ただ、そのかわり、これが国際機関を作って、マネージをするということになりますと、7極がぶつ切りにした部分を品質管理もしながら製作し、持ち寄って、カダラッシュで組み立てるわけですから、ITER機構の分担は大変です。そのインターフェイスの管理だとか、それからスケジュール管理、品質管理、この辺は全部ITER機構の責任になります。ITER機構にとって、当初の3カ国でつくろうということに比べますと、7カ国でつくることになったために、インターフェイスの管理だとかマネジメントの負担がものすごく増えています。それはただ2倍になったとか、そういうことではなくて。その辺が、レビューをやってみて、実際に作業量を見積もって、スケジュールを作成して、スケジュールに合わせてどれだけ投資が必要かということも詰めていった結果を出すわけですが、そういう作業がデザイン・レビューの結果として必然的に行われたということです。行わざるを得なかった。私の場合は、その責任者としてそういう仕事を、こっさりやるわけにはいきませんから、オープンな形でやらざるを得なかったということです。

ITERの計画というのは、振り返ってみますと、宇宙ステーションが今できていますね。

宇宙ステーションも、ある意味で物納の世界なんです。母屋の骨組みをアメリカが提供して、輸送にはスペース・シャトルというのを提供したわけですね。カナダはロボットアーム、日本は実験モジュール、ヨーロッパも実験モジュール、それぞれ持ち寄っています。ただ、インターフェイスは限られています。こういったところで有人宇宙飛行の条件といえますか、そういうものをマスターして行けばよかったです。インターフェイスがものすごく限られていたからです。

それに、スケジュールもそれほど厳密に詰めなくてもできた面がある。ITERの場合は、部分の一部を作るのに、真空容器なんかは例えば9つに分けて、2つは韓国から、あとの7つはヨーロッパから、そういうものをつくって持ち込むわけですから、その間の時間調整ですとかコントロールは比較にならないくらい複雑です。

したがって、こういう協定をよく作ったものだと私は感心します。どんな国際協力がこれからあるにしても、こういうひな形があると、大体のものはできますよね。お国の事情、貨幣価値がいろいろ違って、自分のできるところ、やりたいところを分担するような格好での協力。ITER協定の中のITERという部分を置き換えて作れば、これで協力しましょうと言えば、大体の協力はできるのではないかなと思います。そういう意味で、社会的に大きな実験をしているとも言えると思います。

私が最初にカダラッシュに行ったときに、現地にいたのは数名。それまで国際チームというのがあったと言いましたけれども、当時残っていたのは、ドイツのガルヒンクと、日本の那珂町に100名ぐらいの人がいました。その中の五、六人がカダラッシュで現地調査をしていました。そういうところに私は行ったわけですが、そこから始めたのは、フランスの原子力研究センターの一角に机と電話を借りて仕事を始めたわけですが、最初の課題は、どういう組織を作るのかということでした。国際機構を作るためのプラントの設計管理ですとか品質管理、それから、実際にその組み立てをするとか、所有者にもなるわけですが、そういう事業を行うのに、どういう組織を作ったらいかと。

これは大体見ていただくと、ここに私とプリンシパル・デュピティーがいて、それから安全管理をするためのデュピティーがいて、これはフランスの特殊事情で、他のデパートメントに比べると、むしろ品質管理、安全性とかセキュリティーは、機構長に近いポジションで、はっきり物が言えるようにすべしという規制要件があったので、こういう位置づけにしたんですけれども、あとはそれぞれ分担ですね。ですから、アドミニストレーションをやるようなところは、中国からの人を候補者の中から選んで、それから科学技術面の指揮はロシアから、一番中心になるトカマクの部分はアメリカ、それからプラントをつくる部分は韓国、それから診断系とか分析、そういったところはインドと、それぞれのところから主立ったデュピティーを選ぶ。これも数人の候補者を各国から推薦してもらって、面接して決めたわけですが、そういうのを4月から6月ぐらいにやって、みんながそろったのは夏明けぐらいでした。

その間に、もう一つやったのは、こういう組織を考えながら、ドイツと日本にいた国際チームに、カダラッシュに来てくれと頼みました。設計や研究をしていた人たちですが、ある程度そういう人たちが参加しないと、継続性が保てないから来てくださいと。このときも、ヨーロッパなんかからは批判されたようです。私に面と向かって言わないけ

れども、設計をやったような人たちをみんな呼び集めてどうするんだと。今度はプラントをつくるわけですから、確かに設計をやっていた人がみんな集まったところで、それで建設できるわけではないですよ。

また、そういう人たち組織するのに何かからつくるかという、ワーク・ブレイクダウン・ストラクチャーというのがあるんです。ITERをつくるのに、どういう仕事の要素が必要かと。例えば、トカマク部分とか、プラント部分とか、アドミニストレーション、そういうのがあるんですけども、そういうのに従って、大体どういう部分品があればプラントができるかという意味で、それに基づいてつくるのです。そういう要素を組織に当てはめながら、来てくださいと呼びかけて、来たらどこに入れようかと、そういうのを考えながら。各国に断りながら進めたわけです。とりあえず当面これだけ必要な技術者が要りますからと。そして、もうつくるんだから、つくった経験のある人を新たに雇いたいということを始めました。ですから、2006年の夏ぐらいから公募をするなり、そういうことを始めました。

また、その頃は批准して、まだ発効していないから、ITER機構がいろいろ頑張っても、なかなか各国の合意は難しかった。お金をそんなにすぐに使える体制もないし、マネジメントできないのではないかと各国の思惑がありましたね。実際に予算を立てて動けるようになったのは2007年になってです。この過程でIAEA（国際原子力機関）にお世話になって、各極からお金を寄託してもらい、ようやく事業予算が組んで執行したのは2007年からですね。そういうことをしながら集めました。

組織図の中で、小さいブルーの箱がありますけれども、これが、ドメスティック・エージェンシーで、極内機関です。建設は物納でと言いましたが、ITER機構がマネジメントなどに使う部分というのは、全体建設費が例えば5,000億、6,000億といったとき、大体その10%ちょっとなんです。あとは、ほとんど物をつくるわけですから、各極がつくって持ち込むわけです。日本だと、これについては日本原子力研究開発機構が担当して、必要な予算を計上し、つくって持ち込むわけです。

ですから、これに中国とかみんな書いてありますけれども、ここで一番大変だったのはヨーロッパですね。ヨーロッパは新たに極内機関を作らなければいけなかったんです。アメリカ、日本のように、エネルギー省とか、実際この経験をしている組織があったところはいいんですけども、ヨーロッパの場合は新しく作らなければいけなかった。それをスペインのバルセロナに立ち上げたわけですね。新しく組織を作ったために、その人たちは大変でした。こういう新しい経験をしながら対応するということになりましたからね。

その次にスタッフ構成です。私が出てくる一昨年夏の段階で、ITER機構のスタッフは約460名になっていました。実際に現地で、コントラクターなんかも入れると、その当方で1,000名の方が働いていました。そのうちの約300名がプロフェッショナルですね。

最初にこの組織を作るのでも、各国からいろいろ注文があって、プロフェッショナルの数は投資割合に比例してくださいという注文があったんです。でも、なかなか、そうはいいっても、これは、リクルートするには、ジョブ・ディスクリプションを作って公募するわけですけども、各国から応募があるのを見ると、ヨーロッパが圧倒的に多いんです。その中から選ぶわけですけどもね。日本とか中国、韓国から出ていけば、例えば資質がコ

ンパラブルならば、どちらを選ぼうとか議論ができるのですが、ヨーロッパが圧倒的に多いです。

そういうのを幹部連中と決めるわけですが、ヨーロッパの人の方がわかりやすいですね。いろいろ経験を積んでいるし、それに、いっぱい母集団がある中から応募してきているから、それほど当たり外れがない。ただ、日本とか韓国、中国、インドから出てくる人たちを選ぼうというときは、それなりにリスクがあって、その辺のバランスをとるのが大変でした。

私の役割はいつも、同じぐらいの能力だと認められるなら、できるだけ日本とかアジア、韓国、インドからとりましょうというのを説得する立場でしたね。

本来、ヨーロッパとの約束では、ヨーロッパが45%、日本は9%と言いながら、日本は9%の倍ぐらい人を出してもいいよというようなことまで、サイト立地条件を、どちらがホストになるかということの議論の過程で決めていたようですが、実際に蓋を開けてやってみると、この段階で約30名です。ですから、それぐらいしか日本はまだ出していない。なかなか出し切れていないのです。日本人でこういうプラントをつくった経験のある人が手を挙げて、こうして海外に出てくるというのは、まだまだ少ないということですね。

一番若い人、うんと若い人で出てくるか、あるいはもう子育ても終わって、もう少しで退職かなという方が出てくる。こういうのは比較的楽な方ですが、働き盛りの人が出てくるというのはなかなかできない。

今、特に企業が職員を休職で海外に出すという仕組みは、なかなか機能しなくなってきているようです。5年も10年も海外へ出てきてやるというのはなかなかできない状況で、こういう国際事業をやったときに、この辺はやっぱりネックではないかなと思います。どうやってそういう人たちを助けて、日本にそういう経験を持ち帰るような仕組みを確保できるかというのが課題だと思います。

その次が、これは、私が出てくる1年ぐらい前ですが、すでにサイトはできたのに、何もすることがない状況があって、そこで記念写真を撮ろうということで撮ったのがこの写真です。風船を上げて、そこにカメラをつけて撮りました。これがフランスの原子力庁、すぐ隣で原子力研究センターを営んでいて、いろいろ助けてもらった機関。それから、フュージョン・フォー・エナジーというのは、バルセロナにできたヨーロッパの極内機関。このサイトをつくったり、それから建物をつくったりするための組織ですね。それにITER機構。こういうことで、大体こんな顔ぶれが集まっていました。

サイトが予定通りできたものの、なかなか着工できない期間が続いたんです。それはなぜかという、レビューをしたところ、ヨーロッパは余りの投資額の大きさに驚いて、すんなり決まらなかったんですね。その間、なぜこんなに高くなったんだろうとか、それでもやろうと決めるために、そういう議論に、政治的なプロセスを含めてかなり時間がかかりました。ですから、サイトはできたものの、工事はお休みの状態が1年ぐらい続いていたんですね。そんなときに、こんな写真も撮ったわけがあります。

ITERというのは、いわゆる研究開発を行うプラントですが、実際に原子力の法規制がかかる原子力プラントです。この辺はヨーロッパが、特にフランスは、核融合のプラ

ントをつくることに何が必要かということの規制の経験をフルに体験しています。規制当局自身が勉強しているんですね、こんなプラントを規制するのは初めてだからです。

例えば、圧力容器といっても、原子力発電所の圧力容器と核融合の圧力容器とは全く違います。片やプラス何百気圧もかかるのと真空容器というのは違いがあるし、そういうもののプラントの安全性というのをどのように確保するか。

ITERの場合、何が課題かということ、そういうところに、真空容器でプラズマを燃やすわけですけども、プラズマが燃えている状況というのは、その中にエネルギーをしこたま溜め込んでいますよね。ギガジュールのオーダーのエネルギーを蓄えている。何か事があって、何か不都合なことが起こると、プラズマは一瞬にして消えるわけですね。そのときに、それだけのエネルギーがどこに行くかということですね。ギガジュールのエネルギーがどこへ行くか。それがうまく収められないと、プラントは壊れます。それがこの原子力プラントとしての、例えばトリチウムも使っているようなプラントが壊れないためには何が必要かということで、安全規制の基本です。トリチウムを漏らさないということがプラントの安全規制の基本です。

いろいろ規制当局とも定期的に会合をして、私自身もいろいろコミットしました。最初のうちは組織自身がなかなか規制当局の満足するような仕組みにはなっていなかったもので、そういう点も苦労しましたがけれども、いろいろ規制当局からもアドバイスを得て、フランスの規制が変わるときに、うまくそれを使わせてもらいました。ですから、建物の建設許可は早目に取得をして、いつでもつくれる状況になりました。あとは運転許可ですね、工事の進展に伴って運転許可をどのように得るかということもやり、かつ、フランスは、原子力の透明性を確保するための法律というのがあって、いろいろ地域社会に対して説明をきちんとしなさいとか、そういう仕組みを整えることも要件になりました。パブリック・ヒアリングです。

私がクロアチアから行く直前というのは、フランスの全国規模でパブリック・ディベートをやっていましたね。フランスという国は、大きな事業をやるときには国民全体の了解を得ることが必要だということで、国の委員会があり、プロヴァンスだけではなく、パリまで含めて16回、パブリック・ディベートをやりました。そこでITER計画について説明をして、国民全体の理解を得るということをやっていたんです。それは私も何回か、大使でいながら、それに参加しました。それはなぜ必要かということ、プラントを作り出したときに、その宿題を負うからですね。主催者はそれぞれ国の委員会ですから、我々はオブザーバーでしかありませんが、そのときどんな約束をするかというのは、ITER機構を作って、動き出したときに、私は宿題を負うわけですから、人任せにはできないので、パブリック・ディベートには何回か参加しました。

それがあって、ある程度安全審査が終わった過程でパブリック・インクワイアリとして、審査内容を公開するのです。フランスの地域社会に公開して、異論がありませんかというのを確かめるわけです。そんなのもやって、2011年の秋にはそのパブリック・インクワイアリも無事に終わった、そういう状況になっています。

ここでは、先ほど言いましたが、機構の組織を作って、それから各極との連絡体制ができるかとか、そういうことをやりながら、何が一番その間のエネルギーを使ったところか

といいますと、まずデザイン・レビューを、これは各極の都合でやらされてしまったということです。それが幸いにして、基本的なスペックは変えないで済みました。ただし、2001年に決めてから、実際に組織を作り出すまでに6、7年かかりました。その間に研究開発は進んでいるわけですね。各極がいろいろ知見を積んでいますから。それを入れようということになったところが、マネジメントで一番悩んだところですね。

プロジェクトというのは、こういうことをやり出すと、うっかりすると收拾がつかなくなるのです。スペックが決まらないで、浮気するような感じで右顧左眄していますと、決められなくなります。したがって、そういうのは、新しい要素を入れるときに、どのくらいのお金がかかるかということにもなりますし、なかなかリスクは大きいんですけども、それは仕方なしにやらされたということですね。でも、幸いなことに、各極のITERをつくらうという意欲ははっきりしたものがあって、デザイン・レビューを受けて、その翌年ぐらいには、まず技術仕様というのはもう文句なく決まった。こういうプラントをつくらうというのは、すぐに決まりました。あまりそこで値切ろうとか、もっと簡単なものにして安く上げようとか、そういう議論はしないで済みました。これは、ITERのプロジェクトで非常に幸いなことでした。

それから、私がそこで提案したのは、建設期間を約10年としたときに、2019年ファーストプラズマ、そういう提案を出したわけですけども、各極は何を一番問題にしたかという、それで本当にそのスケジュールに信頼性が置けるかどうか。ITER機構にそのマネジメント能力があるかどうか。各極はそれだけの投資をコミットできるかどうか。ここが一番大事なところでした。

日本とかロシアは、それからアメリカもなかなか苦労しましたけれども、一番大変だったのは、ヨーロッパです。ヨーロッパは約5,000億円ぐらいのうちの45%という約束で引き受けたわけですけども、その中の例えば建物とかそういうのは、本来は日本が見積もりをしていた部分だったようなんです。でも、誘致合戦で勝ってしまったものだから、それをそのままヨーロッパへ持って行ってしまったわけですね。その評価をしないままにデザイン・レビューをやり出した。実際にバルセロナに新しく作った機関がそれをやったところ、当初の見積もりよりも高いものになった。2倍、3倍近くの投資がかかるということがわかったわけです。だから、ヨーロッパは、27カ国あるんですけども、それがすんなりオーケーということになかなかならなかった。

そのならなかったときにどうしたかという、時間稼ぎをしたわけですね。リスクがなく建設するにはどうしたらいいとか、本当に十分な設計になっているかどうかと、そういう宿題をどんどん提起して、ITER機構がそれに全部答えるようなことをやったわけです。それが都合2年ぐらいかかりました。ですから、そういう過程で体制作りとしても十分なものになったのは否めないわけで、それは結果的によかったと思いますけれども、建設までかなりの時間がかかったというのは、そういうことなのです。

先ほどのサイト整備なんかも、地元の投資ですから、42ヘクタールはさっさと平らになりました。きれいにできてしまったわけです。

それから、大きな重量物というのは、みんな船で海上輸送されます。船で中国も韓国も日本もみんな運びますね。マルセイユ近くの港に陸揚げされて、カダラッシュまで約100

キロ運びますが、ローカルな道を通るんです。時速4キロぐらいで、夜間だけを利用してそろそろ運びます。それはなぜかという、真空容器の9分割した1つといえども、700トンぐらいあるんですね。ですから、橋なんかも1,000トンぐらいの重量に耐えられないとだめですから、幾つかの橋が付け替えられました。そういうのを地元が整備したんです。私が行っている間にも、時々交通遮断をして、橋を直したり道路を拡幅したりというのをいろんなところで見ましたけれども、そういうこともすっかりできてしまった。ですから、2年、3年ぐらいでそれはもうできてしまったんですね。

そういうことを横目で見ながら、各極の技術仕様はどうに合意したんですけれども、基本的に問題だったのはスケジュールです。物納はきちんとできますかというところが、かなり各極は大変でした。特にヨーロッパ。これは、スケジュールというのはお金と結びついているわけですね、投資額。ですから、そこはきちんと約束ができないのではないかと、かなりもめた。ようやくそれができたのは、2010年7月でした。ですから、私はそれを見届ける格好で、そこに各極の合意をするためにありったけのことをやったということですね。私の首もかけたということです。

あとは、DT運転については可能であれば2026年。2019年ファーストプラズマというのと2026年、なぜこんなに離れているのかというのは、ファーストプラズマというのは、真空容器ができて、磁石ができて、閉じ込めとか冷却設備ができれば、できるんです。ただ、DT運転というのは、そこにトリチウムを持ち込むというプロセスがありますね。ですから、原子力施設としての必要な要件を整えて、ラボも、ホットラボもつくって、そういう必要な管理体系も作って持ち込む。その間に、ですから6、7年かかるのです。ですから、フランスの規制というのは、運転のための規制を、段階を追って規制を許可していくということなんです。建設許可はできていても、そこでかなり時間がかかる。

こういう議論で言えるのは、2019年のファーストプラズマというのは、これも大変だったんですけれども、ヨーロッパも含めて各極がDT運転をできるだけ早くやってくれということです。こういう注文が最後の段階で出てきたということです。

これが建設期間のスケジュールで、そのうちのクリティカル・パスを拾っています。例えば、トカマクのトロイダルのコイル、それから真ん中にあるセンター・ソレノイドコイル、それから真空容器、建物、それからこれは、アSEMBリーというのは組み立てですね、これが大体のクリティカル・パスです。これがスケジュールを決めてしまうのです。この4つぐらいが。このどれかが遅れても、プラントというのは予定どおりできない。ですから、建設プロジェクトで大事なものは、これが約束どおりできていくかということです。

例えば、今、2012年の真ん中ですね。建物も出来上がりつつあるし、工事は大体これとあまり変わらない格好で進んでいます。ただ、建物はちょっと遅れていると聞いています。建物ができて、そこに磁石だとか真空容器を持ち込めるようになるのは2015年の春というのがこのクリティカル・パス。これができていないと、各極から持ち込んだものは、どこかで遊ばなければいけないわけですね。建物が遅れたとなると、どこかで待っていないといけない。そういうプロジェクトというのはないんです。それにはお金もかかるし、リスクもかかるし、そのプロジェクトは成り立たないです。そういうことをみんなスムーズに、7極のどこにも滞留という渋滞が起こらなくて時間管理ができる、そういうのをフロート

がない世界と言うんですけども、フロートがない、つまり余裕がほとんどないプロジェクトがITERの特徴なんです。

この点については、アメリカ流に言うと、こういうプロジェクトというのはなかなかリスクが大きくて、余裕を持つべきということなんですけれども、実際それは国の事業だから、10年のプロジェクトだから、1年どこかにフロートがありますというわけにはいかないですね。そういうのは、どこの国でも聞いたことがない。そういうのがITERの場合の特徴です。

それで、組み立てが始まって、2019年ファーストプラズマができてからもフェーズが進んで、大分整備が進んでいくということですね。

この次の図がありますけれども、ファーストプラズマ、なぜここに大事な意味があるかという、10年間で建設をしましようというときの一つのメルクマールが、ファーストプラズマをした段階でもう建設は一応終わりましたということなんです。各極の45%とか9%とかの割合は、建設期間の割合なんです。運転期間は、また各極の分担が違います。だから、そういう仕組みでITER計画はできているので、この2019年から2026年の間はどうかというかと、この間は建設期間と運転期間が混じった状況なんです。そういう状況を資金的にもそれぞれの分担をしながらこなすという期間がこの7年ぐらいでしょうかね、それが続くということです。

ですから、幾つかのフェーズを経て、フルにDT運転が始まるのは2026年ぐらい。このQ=10というのは、投入エネルギーの10倍のエネルギーを出しましたというのがあって、このITER計画は成功だったとか、ミッションを果たしたということになるのですが、それまでは2027年、これぐらいまでの事業だということですね。ただ、その後もいろんな運転をします。プラントの安定性とか、技術的にいろんなことを行います。だから、運転が20年と言っているのは、そういうことなのです。

これは、最後の理事会に向けていろいろ議論しました。最初の合意は3,577kIUAでした。レビューをして、スケジュールを作って詰めて、スケジュールにリソースを当てはめて、リソース・ローリングというのですが、それをやって、建設費を改めて見直しをしたら、それが4,584.7kIUA。ですから、約2割ぐらい増えていますね。こういう私の提案に基づいて決めるのに各極は大変だったということです。

各極は、その4,584ですが、もうわかりましたと。ようやくヨーロッパもそれを認めることになったのですが、そこで上限を設けられた。将来的にも野方図に増えては困るということで、4,700というのを全部の上限として決めましょうと提案をされて、それを飲まされたわけです。あとのこの端数になるようなところは、スケジュールを進めるために必要ならば追加は認めるけれども、ほかはみんな努力をしてやりなさいと。4,700kIUAというのが上限として決められたということです。

これが、先ほどの4,584。最初の3,577が4,584になりましたし、それからマネジメントの支援、最初477という数字があったのが、935と増えていますね。ITER機構がマネジメントにこれだけを使うようになっています。

それから、最初、ITER計画が決まったときには、驚くべきことに、入っていない大事な計画があったんですね。テストブランケット・モジュールというものです。ITERというプラントはどのようなプラントかという、プラズマを燃やして中性子を管理するということですね。トリチウムを燃料にするということですが、トリチウムは中性子とリチウムを使えばできるわけですね。ですから、核融合のプラントはどうなっているかという、リチウムをブランケットに組み込めば、そこでトリチウムが作れるのです。核融合のプラントというのは、外からトリチウムを持ち込む必要がないプラントなんです。だから、重水素は何とか持ってくるか、あるいはプラントの中で水を使いますから、そこから取り出すなりして使えばいいわけですが、トリチウムも自分で作れます。ですから、核融合のプラントというのは、外から放射性物質を運び込んだり、そういうことをしないでいいプラントなのです。でも、こういう大事なテストブランケット計画というのは見事に入っていなかった。これもみんな大事だということがわかっている、合意をする過程では置き去りにされていたんです。それも取り込みました。そういうのも各極がそれぞれ投資をして、知見、技術的にも各極の間に高い低いがありましたから、この取り込むというものもなかなか、ITER協定の追加合意というわけにはいかなかったんですけれども、それも決めました。これが、4,584という数字がどういうことだったかというのは、そういうことです。いろんな作業がありました。

それから、追加仕様というのがここに書いてありますけれども、さっきのレビューをして、各国で新しく知見、どうやったらプラズマを安定的にコントロールできるかとか、いろんな知見が出てきたわけですが、そういうのを盛り込むためにスペックとしても加わった部分がありました。そういうものも入れたわけです。こうして新しいベースラインを作ったということです。

こういうベースラインができ、建設が本格化しましたから、私はそこで卒業宣言をしたわけですが、サイトでもそれを受けて早速工事が始まりました。これがそういう象徴的な工事の様子ですが、それまで静かに眠っていたサイトに突如として工事が始まったということです。

これがITERの完成予想図です。ITERというのは、1つの建物がぽろっとできるのではなくて、例えば超伝導の磁石を動かすための冷却系だとか、それから加熱装置を動かすための装置だとか、40万ボルトの送電線を引き込んで、そういう電源系統が要ります。スイッチ・ヤードとね。それから、トカマクが中心に据わって、そのほか、例えばトリチウムを使うためのホットラボだとか、ブランケット、照射したトリチウムを取り出すための設備もありますし、50万キロワットのプラントですから、熱を出せば、それを大気中に逃がしてやらないといけない。そんなプラントもあります。

これがオフィスビルディング。今まで私たちがいたのは仮設の建屋で、この一角にありました。この近くがカダラッシュの原子力研究センターです。フランスが50年間、原子炉の研究をしているセンターがこの隣にあります。

それから、私が最初行ったときは、フランスの原子力センターの建屋の中に間借りをし

たのですが、そのうち、ほどなくできたのがこの仮設の建物で、2階建ての200ぐらいオフィスが入るようなスペースができました。しかしリクルートを急速に行ったものですから、どんどん人を採用するのに、みんなシューボックス、靴箱とか、いろんな悪態をつきましたけれども、こんな仮設のドームをつくって人を収容して、これが4、5年前ですね、ようやく途中にして3階建ての仮設建物ができました。これも、仮設ではありますけれども、ITERが動いている間、多分ずっと使うと思います。

これが今建設中のオフィスビルで、オフィスが500入ります。その中には食堂だとかオーデトリウム、そういうものもある建物ですけれども、今はもうほとんどでき上がっていて、秋にはそこにみんな移るということを聞いています。

これがITERのサイト、カダラッシュのロケーションですね。ITERのサイトがあるのは、フランスの南部プロヴァンスで、パリから比べればずっと南、パリから大体700キロぐらい南ですね。TGVで3時間というところです。

マルセイユがどこにあるかというのは皆さん大体ご存知だと思いますが、地中海に面していて、その近くの港、フォスという港に大体、外航船で部品はみんな運び込まれます。そこからバージュで陸揚げされて、106キロのローカルな道を通ってITERサイトまで運び込まれる。そこで組み立てですね。

エクサン・プロヴァンスというのは、マルセイユから北へ40キロ、そこからサイトまで北へ40キロというところにあります。人口が30万ぐらいかな。大学もある美しい街です。

マノスクという街がITERサイトから15キロぐらい北にあって、そこは人口3万人ぐらいの街ですね。ここは、後でご紹介します国際学校をここへ置こうということで、サイトが用意されていたところです。ここは、このカダラッシュという原子力研究センターができた当時は、本当に小さな寂しい村だったらしいんですけども、それとともに発展してきた街ということです。

ですから、ITERの職員は、四百何十人もいるとか申しあげましたけれども、ほとんどこの地域に大体ばらけて住んでいます。北に半分、南に半分ぐらいの割合で分かれていて、今は、学校に子供を行かせるような家庭は大体北のほうに住んでいます。3歳から18歳までの子供を学校に入れるような人は大体北のほうに行ってもらうように運動しました。

さっきの重量物を運ぶというというのは、こんな自走式のトレーラーで構成部品を運ぶわけですが、これが時速4キロぐらいのスピードで夜間に、そして3昼夜か4昼夜かけて運ぶわけですが、フランスの軍警察が応援してくれるようになっていきますけれども、もうじき、この2年ぐらいのうちに始まることになっています。

先ほどIAEAとの関係が出てきましたけれども、IAEAとの間でもいろんな協力取り決めをしています。

それから、CERNというのがありますね、ジュネーブにある加速器による研究センターですが、こことも協力をしています。なぜかというと、CERNというのも何十キロという長さの加速器を運転しているんですけども、その超伝導の磁石の規模がITERとほぼ同じなんです。冷却系というか、液体ヘリウムを使うような冷却系は、ほとんどキャパシティーが同じです。CERNで培ったような技術、経験をITERが使うということなんですね。そういう

ことで、CERNから採用した人が何人もいます。

それから、ここにモナコという国がフェローシップを出してくれたというのが書いてありますけれども、モナコのアルベール皇太子がITER事業に共感して、フェローシップのお金を出してくれて、それで各極からポスドクが何人か選ばれた。今、日本人も含めて第2期目の人が決まって、もう1期目も終わるかという状況になっています。

これは国際学校。さっき報告しましたけれども、マノスクという街でつくることになっていたのですけれども、これは元々、ヨーロッパがITERを誘致したときに、自分たちの貢献としてつくりますと約束していたんです。地元の負担でつくりますということだったんですね。ただ、私が行ったときには、まだ影も形もなかった。ですから、彼らの思惑としてはどうかというと、サイトはもう用意してあって、2年ぐらいでつくりますということだったのですが、それはとても間に合わないのです。私たちがリクルートして、例えばガルヒンクにいた人だとか那珂にいた人に来てくださいと言ったときに、家族を連れて来るわけですね。ガルヒンクも那珂も、ヨーロッパは何と2006年、私が着任した年の年末にはそこを閉じてしまうということを決めたんです。閉鎖してしまう。だから、そういう人たちは行く場所がなくなるわけですね。ITERをやめてしまうか、カダラッシュに来るか、バルセロナに行くか、それを選択することになるんですけれども、そういう言ってみれば乱暴なことですけれども、そういうことをしたのです。

私の関心事は、本当にフランスの田舎にみんな来てくれるかなということだったのですが、結果的にかなりの人が実際に来てくれました。余り心配しないでも来てくれたんですけれども。ただ、そのときにやはり問題になったのは、学校がないと、親子連れがまず来ない。土地を見に来て、学校ができていないんだったらやめようかなというのがぼつぼつ出始めたんですね。ですから、私の役割は何かというと、地元の社会、教育委員会とか、フランス政府も入っていましたけれども、教育委員会とか、市町村だとか、そういったところにかけて、ITERがお金を出すわけではないですから、頼むしかないのですが、早く学校をつくってくださいと、そういうことを頼んだのです。

そういう準備が進んでいることは知っていました。PACAというリージョンがお金を出して、実際には60億円ぐらいかけて建物をつくることになっている。それでは間に合わないから、2年先にできるといっても間に合わないから、早くつくってくださいと。間借りの学校、校舎を見つけて、2年早く開校してもらうことまでこぎ着けました。そのとき一番課題になったのは、向こうがITERに尋ねるわけです。どれくらいの年齢の人がどれくらいのタイミングで来るんですかと。こちらは、学校が見えないと来ませんと言うわけです。だって、学校がどんな学校で、どんな先生がいるかわからないところに、親は心配で、だれも子供を連れてきませんよね。そういう鶏が先か、卵が先かというような議論を随分しました。でも、フランスの社会の立派なところというのは、やはりITERを進めるために大事だなということを知ってくれて、そこは随分頑張ってくれました。そういう意味で、予定よりも2年早くやってくれました。

それに、フランスの偉いところは、公立学校の仕組みでつくったんです。私立学校ではなくて。日本には今、国際学校というのは幾つあると思いますか。2つあるかないかなんですよ。幕張に1つできた。あと1つは、沖縄に今できつつあるかできたか。いわゆる義務

教育を、きちんと資格を取らせる学校として国際学校があるかということ、せいぜいそんな数です。あとはいわゆる各種学校なのです。アメリカンスクールとか朝鮮人学校とか、そういうのはみんな各種学校なのです。だから、卒業生は正規の小中学校を終えたことにならないんです。

そういう状況なのに、フランスは、これを受けるときに、公立学校の仕組みでつくってしまうことを約束したんですね。自分たちで決めたんです。お金は地元から出す。見事なところは、地元の子供も少し入れてくださいと。私は、フランス政府へかけ合って、どれくらいかというのを、4分の1までいいでしょうということにしました。4分の1までは地元の子供も入れられると。

彼らの言い分は、公立学校でつくるから、授業は、半分はフランス語にしてくださいと。それが音楽であっても体育であっても何でもいいですよ、半分はフランス語にしてくださいと。あとのカリキュラムの半分は英語でも中国語でも日本語でもいいですよ。それは、1人でもいれば、そのクラスをつくりますとまでフランスは約束したのです。これは大変なことなのです。年齢も違えば、そういうことをやろうというのは、およそ公立的な学校ができるとはなかなか思いにくいですよ。それを約束したのです。大胆なことにそう約束しました。

最初は80名でした。私がITERの仲間に、来た人に頼み込んで集めて、どうぞ、学校をつくることになったから、そこにあなたの子供を入れてくださいと頼みましたし、地元は地元で、大体何人ぐらい地元から入れられそうかと。それは何と、それぐらいの学齢期の子供で、親がその学校に入れたいという子供について試験をするんです。バイ・リンガルかどうか試験をするのです。フランス語しかしゃべれない子供は入れませんから。だから、フランスの社会でバイ・リンガルということを目的に試験をしたんですね。ですから、ITERの子供は無試験で入れるけれども、ITERに関係ない地元の子供はバイ・リンガルという試験を受けて入れる、そういう仕組みを作ったんです。

発足した当初、そのうちの約半分ぐらいが地元の子供さんでした。40名ぐらいITERの子供が入って発足した。だから、2年ぐらいのうちに、私が出てくるときは約400名いました。その間に新しい校舎もできて、約400名。外国語としては、中国語、英語、ドイツ語、イタリア語、日本語、スペイン語。スペイン語なんて、生徒が1人か2人いるか、いないかでも、きちんとそういうコースを作ったんです。1人でもそういう言語をやるためには、その言語の先生が3人ぐらい必要なのです。ですから、驚くべきことですけれども、そこまでやって学校をつくりました。これは文化祭のときの写真。私と地域の市長さんが写っています。

そこで問題となったことに、中学校ぐらいで来る人たちというのは、英語しかしゃべれないところからぼんと来て、授業の半分がフランス語だということ大変だということでした。フランスは3歳から義務教育で、3歳からというのは幼稚園ですよ、その辺は全部フランス語であっても、半分フランス語でも、すぐに慣れてしまうというのは、我々、実感としてわかりました。親は何も心配しないし、子供もハッピーだと。ただ、中学校ぐらいで、英語しかしゃべれないというようなところから来て、半分フランス語だと、みんなまいてしまう例があって、親が大分それを問題にしたのです。結局どうしたかということ、この学校の中にヨーロッパンスクールの仕組みを導入しました。つまり、フランス政府はそこ

まで妥協したのです。その学校の一部に、そういう子供たちのために、全部英語でもいいクラスを作りましょうということまでやってくれたんです。これについて私は、フランスは随分頑張ったなと思いました。

ですから、そんなことまでやり、かつ、私が出てくる前の年ぐらいに既にバカロレアを取った卒業生が6、7人いました。18歳で卒業してですね。フランスの場合は、18歳で卒業すると、バカロレアを取れば、どこの大学も入れるんです。それを、ITER学校の場合、授業の半分を外国語でやりながらバカロレアを出すというのは、フランス政府は初めての努力をしたんです。そこまでフランスはやりました。そこは、私はいままでできるかなと若干興味を持って見ていたんですけれども、フランス政府はそこまでITERのためにやったということです。

今はもう新しい校舎もできて、プロヴァンススタイルのなかなかいい校舎です。最初は、コンペをやっているとき、私も呼び込まれて、コンペの審査員に入ってくれというので、おもしろがって私も参加したんですけれども、1回目のコンペは見事に失敗して。フランスですから、なかなか意欲的なデザインのいい作品があったなと思うんですけれども、3歳から18歳までの子供を入れる校舎としてどんなものが適切かとか、プロヴァンスの地域になじんでいるかどうかとか、エコになっているかどうかとか、いろんな条件を見たときに、例えば階段があるとか、そういうのは子供が小さいからだめとか。結局、平家建てで、敷地のロケーションに分散して、アドミニストレーションもあるような建物が選ばれて。ですから、この建物、校舎の中には、階段は一切ないです。だから、そういう意味で、小学校の部とか、幼稚園の部とか、そういうのがあって、高校生の部があって、アドミニストレーション、そんなのがある建物が見事にプロヴァンスの地域になじむような格好でできています。マノスクへいらっしゃれば、それが見られます。

これは最後になると思いますけれども、それまでの間は、フランスの原子力庁の研究センターがすぐ隣にいて、ITERをいろいろ支援してくれました。最初のうちは、食堂なんかそこをみんな使いました。ITERは何もないから。そういうのも助けてもらいながらやってきましたし、サイトができて、そこにいろんな建物をつくり出したわけですが、そういうのも、最初はフランス原子力庁が全部管理をしていて、ヨーロッパのものだという格好での管理をされていたのですが、ベースラインが出来る、その直前ですけれども、全部ITER機構にそれが移転されたんです。7月26日ですね。

それから、このベースラインが7月28日の理事会で決まりました。これがプロジェクト。プロジェクトというのは何かというと、どういうものをつくるかという技術仕様、スペックですね、それからスケジュール、それから費用見積もり、それとマネジメント、この4つが揃わないとプロジェクトと言えないんです。いかなるプロジェクトも。それができて、初めてプロジェクトの定義に当てはまる。それをやったわけです。スケジュールとして、建設期間が形式的に終わるのは2019年、それから本格的運転は2027年、それから経費について改めて各国のコミットが出来たのです。新しい費用の見積もりは上限として4,700kIUAが合意された。それを受けて、2010年8月から工事が始まりました。私はここまで見届けて、実際、さっきも言いましたように、各国にコミットさせるために、私自身がそういう意味では、ありったけのレバレッジを使ったわけですが、それを終えたと

ということです。

今、もう既に機器や建物の発注についても、私が出てくる段階で、主要な発注の6割ぐらいまでいってしまいましたね。ですから、各国によっては、機器の一部をもうつくり出しているところまで進んでいました。サイトにおいても工事が始まって、今現在どうなっているかという、本格的な建設が始まっている、進んでいる段階ということです。

以下に幾つか写真をつけています。

これはITERのインターネットで<http://www.iter.org>で見てもらえれば、全てニューズレター、その他、ホームページがありますから、近況などもそこで見ることができます。

一番最初の写真を見ていただきます。これは建設サイトで一番大きな建物。ITERの真空容器を水平に取り囲むポロイダルコイルというのがあります。これは大きいから、各国でつくって持ってくるわけにいかないのです。現地で組み立てるしかない。だから、その建屋は現地で、こんなテニスコートが相当数入るような建物をつくらざるを得なかったんです。それはサイトの北の部分にできます。

これは本部棟の建屋の一部ですね。一辺がかなり長い建物です。

それから、これが、サイトのど真ん中にあるトカマクのためのホール。地盤は頁岩ですね、そういうサイトで、大体20メートルぐらいまで掘り下げました。本当はもっと掘り下げてもいいんですけども、その下には地下水脈がありますので、大体このぐらいまでということになって、20メートルぐらい掘り下げている図がこんなところですよ。

ここでは、大体サイトの大きさを見ていただければと思いますけれども。工事車両なんかもありますから。

これは、そのサイトを掘っている様子ですね。途中段階までですね。

これが本部棟。サイトがこちらにあって、42ヘクタールが平らになっていて、この横に本部棟が出来るわけですけども、本部棟の工事の様子。今、これはほとんどでき上がって、この秋にはそちらに職員は移ります。今、そこまで進んできています。

これは何だと思いませんか。これはトカマクの下部、トカマクの基盤です。この上に真空容器が置かれるのです。これは耐震マットです。フランスは、パリのあたりというのは歴史上始まって全く地震がない。プロヴァンスはちょっとあります。歴史的にも結構あって。ですから、ITERも耐震、免震にしようということです。これだけの上にITERの真空容器がのっかるわけですね。何千トンとい重量物が載るわけですよ。ですから、大体イメージがおわかりだと思いますが、こんなところまでもうできています。

私がいる間は、体に感じた地震というのはほとんどなくて、出てくる直前ぐらいにマノスクという街で震度3ぐらいのありました。レストランでコップがちょっと跳ね上がったとか言っていましたけれども、それでもみんな大騒ぎしていました。地震はほとんどないところです。ただ、プロヴァンスにはマルセイユまでずっとつながっているデュランス

川というのがあるのですが、その周りの山なんかを見ると、褶曲した地層が見えていますから、そういう意味では、歴史を見ればいろんな地層の動きがあったのだろうなと想像はつきます。

これが先ほどの、時間がたって、ポロイダルコイルの建物がほとんどでき上がった図ですね。サイトの向こう側に本部棟がほとんどでき上がっている様子が見えます。

これがプロヴァンスの遠景ですね。ずっと向こうにアルプスがあります。そうです、ここですね。

いろいろご質問があると思うので、私のプレゼンはこれでひとまず終わらせていただきたいと思います。ご清聴ありがとうございました。（拍手）

#### 【司会】

ご講演ありがとうございました。

それでは、残りのお時間は質疑応答とさせていただきたいと思います。挙手をいただければ、マイクをお持ちします。では、お願いいたします。

#### 【質問者A】

国際機関が立ち上がる時にどういうプロセスを経るのかということで、大変興味深く伺わせていただきました。ありがとうございます。

お話の中にも幾つか出てきたんですけれども、池田さんをトップとするITERの事務当局サイドと、それから、いろいろとオファーをもらうためのITER理事会。この国際機関が立ち上がる時、その2つの関係というのはどんな感じなんでしょうか。

それから、ITER理事会というのは一体どういう人がメンバーで、そちらではどういうふうに意思決定がなされるのか、ちょっとその辺の関係を教えていただけますでしょうか。

#### 【池田】

ITERのプロジェクトには、3つのエンティティというか、3つの組織があるんですね。1つは、一番上にITER理事会。これは各極の政府の代表で構成する理事会。各極3名とか4名とか決めて、そこが予算を承認したり、それからスケジュールについて議論したりするITER理事会があります。

ここですね。ここにITER理事会、ITER Councilと書いていますね、これが各極の政府代表でつくるITER理事会。

それから、ITER理事会の下に、例えば途中、デザイン・レビューをやりました。やらされましたと私は言いましたけれども、そういうときの各極のサイエンティストが集まってつくる科学技術アドバイザーボーディ、ここが好きなのを言うわけです。驚くほどに好きなことを言いました。費用が高くなるかどうかは斟酌無しに、ぴかぴかのプラントをつくるべしということで、やたらいろんな議論をした。これがこのカウンセル、アドバイザーボーディ。

各極がそういうメンタリティーを持っていない人を選ぶと、そういうことになるということなんです。ですから、日本も代表を選ぶときに、核融合について知っている人ということで選んで送ったものだから、そういうふうになってしまったようです。政府の予算なんか考えないで、10年先にできたときに自分たちが好きなことができるプラントをつくり

たいと言えば、当然そうなりますね。実際そういうプロセスを経ました。だから、スペックよりもかなり高いものになるような危険性をはらみながら議論したということです。コストニュートラルということでいろいろたがをはめたんですけれども、レビューをしながら、そういう部分も否応無しに入ってきたということです。これは仕方のない面でもありました。

それから、マネジメントについても、例えばプログラムを新しく加えましたとか、そういうことも言いましたし、実際、ITER機構というのは本当に信頼に足る組織になっているかどうかと、そういうレビューもされたわけですね。これはもうアメリカなんか大好きだから、こういうことをしながら、自分たちの物差しに合っているかどうかと。

仕事も、例えば、先ほどワーク・ブレイクダウン・ストラクチャーと言いましたよね。大体、大きなプロジェクトで組織を作るときに、役割をみんな決めるわけですね。ディレクタークラスは何をすとか、そういうのを決めるわけです。大体レベルが3つぐらいまでおりていれば十分なんですけれども、6つぐらいまでおろされたんですね。ですから、現場の係が何をすか全部決めるようなことまでやったんです。

担当者というのは何をやるかという、7つの極を相手にして、プラントのどの部分と言えば、その部分は責任を持つわけです。一人一人がプロジェクトマネージャーみたいなものだから。そういう人たちの仕事ぶりを事細かに決めて、それが機能するか、そんなところまでやったんです。これも、趣味の世界まで入ると大変なことになるんですけれども、そういう組織レビューまでやらされたということです。

そして、このITER機構を作った。これはフランスの法規制なんかも見ながら、例えばセーフティーとかセキュリティのDDGはヨーロッパから事情が分かる人を選んで、DGに近いところに置くとか、そんなことまでしました。そういう組織を、ITERの構造も考慮しながら作ったわけなんですけれども、これがITER機構。これが例えば設計仕様、スケジュール管理、それから品質管理。各極でばらばらに、ぶつ切りにして作っていると言いましたけれども、でも、組み立てたときには一つにならなければいけないんです。真空容器がきちんと真空にならないといけないわけだから。そういうものを各極の分担の下につくる。そういう品質管理をし、行く行くはアセンブリー、組み立ても責任を持ちますし、所有者として、かつ原子力施設のオペレーターになるわけです。それがITER機構です。

もう一つ大事な部分は、各極の機関。例えば、日本だと日本原子力研究開発機構。原子力機構が必要な予算を使って、それぞれ自分の分担の部分を作る。各極が分担の部分をつくって納入するわけです。そこをきちんとやれる体制を各極がつくるわけなんですけれども、その部分の投資は各極がそれぞれやるわけです。ですから、投資が全体で5,000億とか6,000億といったときの8割強は、ここが使うんですね。日本は、原子力機構が自分で使うわけです。国内で産業界に発注して、磁石なら磁石をつくって、カダラッシュに持ち込むわけですね。そういう仕事をやる部分。

これは何によって動くかという、日本政府の予算で動くんです。ITER機構の指図だけで動くわけではありません。ですから、この三者の役割というのは、政府代表はここにおいて決めるわけなんですけれども、ITER機構はその責任を持ってはいますが、この極内機関を指揮監督できる立場にないんです。予算を決められないから。予算を決めるのは各極の政府代表。例えば文科省から来ている、今だったら藤木さんが責任者で、原子力機構の予算を

持つ責任者になるわけですね。こういう具合に、三者がそれぞれ役割を持って構成しているのがITERプロジェクトなんです。

ですから、こういう仕組みででき上がっていますので、スケジュールを決めるときも、ITER機構が全部責任を持って議論できているかということ、そうはならないわけです。各極が、例えばヨーロッパが極内機関をバルセロナにつくったわけですが、そのバルセロナがブラッセルからお金をもらえませんかということになると、仕事ができないわけですね。そうすると、ITER機構といろいろ技術的な面を詰めていっても、コミットできないわけです。わかりました、そのとおりにやりますと言えないわけです。四の五の言って、まだ設計ができていないからできませんとか、リスクが大き過ぎて、まだ自信が持てませんとかいろいろ言って逃げるわけです。そういうのが国際約束を実行する上で大きな制約としてありました。

コミットはあるんです。先ほど言ったように、技術仕様についても、リーマンショックとかいろいろありましたけれども、ITERの技術仕様について一切値切るようなことはなかった。各極は立派な設備をつくりたいわけです。10年先にできたものが何か半端なものだったとか、そういうことでは収まらないから、そこはきちんとしたものをつくる。その合意はあるんですけれども、それを実際に予定どおりつくれるかどうかとなると、そこにみんなお金がかかりますよね。遅れれば余計なお金がかかるし、ほかのパートナーにも迷惑をかけるし、それで自分たちのスケジュールに自信を持ってコミットするのに時間がかかったということです。

ですから、ベースラインを作る過程で、実際に組織を作りながらそれをやって、それにデザイン・レビューも入れると、3年ぐらいかかったということですね。この間、建設について何もやらなかったのではなくて、組織を作りながら、それから国によっては、ITER協定の署名ができてから組織を立ち上げたわけですから。最初から組織があったのは、日本とアメリカ、ロシアぐらいですかね。あとは中国も、韓国も、それぞれ関係する研究所はありましたが。それもあらためて組織を作ったわけです。

ですから、ヨーロッパなんか一番ひどい例で、組織を作ってからやり出したんです。そういう意味で、そこは時間がかかりましたし、いろんなリスクが入り込んだのです。でき上がったばかりの組織で、企業と交渉出来ないですよ。足元を見られるし、高いものになってしまうし。ヨーロッパはそういう苦勞をしたわけです。

答えになっているでしょうか。

**【質問者A】**

ありがとうございます。

**【司会】**

ありがとうございました。それでは、お願いします。

**【質問者B】**

フランスでいろいろ、先ほど、リクルート活動とか、小学校のこととかでも本当にご苦勞されたというようなお話がありましたけれども、それで、フランスでそういうところに携わってこられて、率直に、ちょっと、もしかしたら答えにくい質問かもしれませんが、ITERは日本に来るのとフランスにあるのと結局どちらがいいだろうというふうにお考えか、教えていただければと思います。

## 【池田】

誤解を恐れずに言えば、私はフランスでつくってよかったと思います。それは先ほど言ったように、地元のコミットがそれだけしっかりしていることが分かったからです。先ほどお見せしたような、例えばこんな、地元の出資までが決まっていたと。これはそのままある程度、今、投資額の見直しがされましたから、多分、地元と政府の間では悩ましい議論をしていると思います。これを増やせの、増やせないのとか、やっていると思います。ただ、これだけのコミットをしているというのは、自分が出資者だから、いい加減なことはいけません、左も右も。フランスは右派と左派がいつも争っている政治風土があるんですけども、左も右もコミットしていて、自分たちのお金で道路も作ってしまったし、学校も作ってしまった。

それに、私、最初のうちのパブリック・ディベートを聞いているときに一番感心したのは、そういう国際プロジェクトを受けとめて。何を議論しているかということ、安全性とか、そんな議論ではないんです。国際チームが来て、彼らを受け入れられるかどうか。“ゲッター”を作ってほしくない、という議論をまじめにしているんです。ゲッターというのはわかりますよね、イメージはね。例えば、アメリカ軍基地があれば、大体そこに隔離された状況で家族がいると。ゲッターに近いのかもしれませんが、隔離された状況で住んでほしくない。自分たちの市町村に市民として溶け込んでほしいという、そういう議論をまじめにしているんです。それに対して自分たちはどんなサービスを提供できるか。安全性とか、危険だとか、トリチウムの議論だとか、そういう議論をしているのは、ほんの一部です。それを、私はすばらしいことだなと思いましたね。

そういうところだから、先ほど言ったように、私がいる間5年ぐらいでも、いろんなレベルで毎年のように選挙があるんですよ。ITERは見事に政争の具にならないんです。みんな触らないようにしましょう、大事にしようという意識がありました。その辺は、それは、地元がコミットする仕組みを作ったシラクのころ、その知恵が偉かったなと思いますね。それがないと、今、原子力発電所、いろんな地域が苦勞していますけれども、どれだけ自分の仕事と思っているかどうか。地域社会が自分でやったと思っているかどうかで、そういうときの受け取り方、対応の仕方は随分違うのではないかなと思いますね。

そのかわり、フランスの法律というのは、さっき、どれだったかな、この規制の仕組みの中でお見せしたと思うんですけども、例えばパブリック・アクセプタンスの要件として、地域情報、CLIと言っているんですが、Commission Locale d'Informationというのを作らなければならないんですけども、こういうのを作って、ITERのためのPR活動をしなさいと。この委員会というのは、国の要件が決まっています、どんな構成員かも決まっています。労働組合まで入っているんです。大体多くの場合は、すぐ地元の首長さんが議長になって、そこに地域代表、サイエンスコミュニティ代表だとか、労組代表だとか、そういう人たちが入る組織ですけども、それを作って、随時それに相談、報告をしなさいということなんです。それは原子力規制法の要件になっているんです。それも作りました。これはITERのためのものを作りましたね。

そういうのができていると、フランスでは、こういう規制についても、いろんな経験をしているということなんです。設計ができて、設計図面に対して地域が文句も言えるし、納得しなければ突っ返すこともできるんです。パブリック・ディベートを最初にやったら

いうのも申し上げましたけれども、そういう仕組みは日本にはないですね。

日本ではどうかといえば、例えば青森なら青森に立地したときに、そういうのができたでしょうか。ちょっと心配ですよ。それはできたかなど。日本の場合は、原子炉等規制法なのか、障害防止法なのかとか、そんな議論までしていたようだけれども、フランスは原子力規制法の中の、原子力発電所とは違いますけれども、基礎的な研究施設という分類の中に見事にこの核融合施設を入れて、必要な要件をいろいろ設けたりして、それをやっているんです。規制当局自身が核融合で経験を積んでいるわけですね、何が必要かというようなことをやって。

私はこの間、六ヶ所村でも申し上げたんですけれども、日本で一番欠けているのは、立地が欧州ということになってしまったら、もう遠いところの仕事という感じで、納品すればおしまいとか、そんな感じになって、経験を学ぶというところが恐らく欠けてしまっています。だから、いずれは原型炉を日本でつくりたいとかいう願望はあっても、それを満たす要件を作っているかというのと、そうになっていないです。

経験を積んでいないと、ITERが10年くらいで動き出して、各極それぞれにその次の段階を考えますよね、当然のことながら。それはもう10年もたたないうちの話なんだけれども、そうなったときにどれだけの準備ができているかどうかですね。そのときになって、法律規制はどうするのかとか、こんな手続まで考え出して、原子力発電所とどう違うのかとか、そんなことをやっているなんていうのは、ちょっとおぞましいですね。

そういうところをフランスはいい経験をしているし、その経験をするだけの下地というのは見事にできていたなというのを、私は行ってからですけれどもね、こんなみんなわかったのは。地元がお金を出しているというのも行ってからです。その当時知らなくてね。いろんな会合に呼び出されるたびに、そこで知るわけです。これも、聞く機会はあったのかもしれないけれども、協定交渉をやっている過程なんかでは見えない部分なんです。だから、森口次官にも藤木さんにも、そこまではほとんど見えていなかったわけでしょう。そういう仕組みがあるんだなんていうのは。だから、それは行って初めてわかることだし、その過程で臨機応変にやらざるを得ない部分ですね。

これは、国際機関を作ってしまうと、それもそういうものだなと思いましたがけれども、日本政府ができる部分というのにも限りがあるんですね。いつも、姑さんみたいに世話を焼くこともできなくなってしまうんです。ですから、本当に必要なときは、当面必要なスタッフをリクルートするのに応援してくださいとか、そういうことは頼めるにしても、特定の政府が手を突っ込んで何かできるかというのと、できなくなってしまうんです。これは仕方ないことだなという経験をしました。

でも、各極のコミットがきちんとしている間は、そういうのは別に不自由は余りしなかったですけれどもね。いろんなこと、それこそ提案型でどんどん物事は進みましたし、協力は各極、さぼって、やらないとかいうことはなくて、最後、コミットのところですね、さっき言ったような、そこはいろんな手だてを使わないと動かない部分がありましたけれども、これも仕方ない部分だったと思います。

ですから、これは化学の実験と違って、同時並行で比べるわけにいかないから、どちらとも言えないですよ。ただ、私の率直な感じだけ申し上げると、フランスはよく仕組みができていたなという感じをいろんな場面でしました。

これは学校一つでもそうですね。今、さっき言ったように、日本で国際学校はまだ本当にできていないんだもの。情けないぐらいできていないです。そういうのは、つくってもいいところはいろいろ皆さんご存知ですよ。外国からの研究者がいっぱい来ていて仕事をしているような現場というのは、東海村、つくば、京都、いろんなどころにあるんだけど、学校はできていないです。日本に来る人たちというのは、みんな、子供を置いてくるか、単身で来るか、日本人の研究者も、学齢期の子供がいれば、家族を置いて単身赴任でやっていますよね。これは、いびつですよ。そんなことできちんと社会ができているとは、とても言えない。

ヨーロッパとアメリカの常識というのは、たとえ短期間でも家族が来られるのは、ある程度常識なんですよ。常識。それを満たせるようにならないと、本当に日本が国際化したということは言えないでしょうね。この間、六ヶ所村でさんざん言ってきたんですけども、なかなかそれは、原子力機構なり、事業をやっている例えば省だけで学校をつくろうというわけになかなかいかないから。これは、地元も含めてそういう意識にならないと、できないですよ。そんな印象でいますけれども。

【司会】

では、お願いします。

【質問者C】

きょうは、非常に国際的で興味深いお話をありがとうございました。

ご質問なんですけど、初代機構長として行政出身の池田さんが行かれまして、ITER機構の中でも行政的な方と研究者、技術者系の方といらっしゃると思うんですけども、実際どのような比率で、どういう役割分担みたいな形でやられているんですかというのが1つ目の質問で、それに関連しまして、日本人が余り集まってこないというお話をされていたと思うんですけど、日本人にとっても、行政官的な方が行くのと研究者が行くのと両方あると思うんですけども、日本人が行く場合に、日本人ならではの強みみたいなものとか、もしくは逆に日本人ならではの弱みみたいなものとか、そのあたり。日本人が現地に行って活躍するという観点でどういうことをお考えかというのを教えていただきたいんです。

【池田】

これは回答が前後しますが、私は日本人で行って、フランスの風土で仕事をしてよかったと思います。フランスで国際プロジェクトを代表して仕事をしているという意味でね。日本人がやっていることについて全く抵抗感がなかったし、それが国際プロジェクトを説明するのに随分役立ったと思いますね。フランス人は基本的に日本人が好きだから、私はそう思い込んでやっていましたけれどもね。それはどうも間違いないですよ。ほとんど戦もしていないしね。あるいは、文化的にもいろいろ理解があって、そこは随分と助けてもらいましたね。

これはロシア人でもうまくいかないし、アメリカ人でもうまくいかないし、ドイツ人でも、ましてやイギリス人、そういう世界です。そういう意味で、私はいい条件ができていたなと思いますし、先ほどの行政官という意味では、ここで図には出てきませんが、例えばプロジェクトを最初に立ち上げるときに何が必要かということ、採用を始めますよね。そうすると、給料をどう払うとか、そういう部分を作っていくと。国際的な、各国からお金を集めてやり出すときに、まずそこを立ち上げなければいけなかったんですよ。

この部分は、かなりフランス人を使わざるを得なかったですね。隣の原子力庁で経験したような人だとかね。

今でもパーソネル、人事管理のディレクターはフランス人の女性です。やり手の女性があります。どんどん休みをとってしまっただけでも、やり手の女性があります。会計もそうですね。コントラクト（契約）もね。プロキュアメント（調達）をやっているのも、これも女性です。これもフランス人だったかな。あと、そうですね、この中国から来たアドミングのDDGをやった人は、優しくて大官だったので苦労しましたけれども、これも行政官、外交官でしたね。あとは、ほとんど科学者、技術者。この韓国の人は、これはもともと行政出身の人でしたね。あとは、ほとんどが研究者、技術者です。研究者がプロフェッショナルのうちの大体3分の1か半分。あとはエンジニアですね。エンジニアの部分はむしろ、つくり出すために、後から採用した人が多かったんです。

そういう過程で、本当に日本からもっと来てほしいんだけどもと思ったことはやっぱり多々ありましたね。それは、残念ながらカダラッシュに行ったために、地の利が悪くなったということもありますし、日本がまだまだ足りないのではないかなと思うのは、原子力、特にこういう核融合みたいな事業に対する広報ですよ、広報が足りない。予算計上して、スペックどおりのものをつくって納めるということに今もやはり追われていると思っていいのではないのでしょうか。苦労はあると思いますよ。こういう大きな事業だから、何百kIUAとか言っても、実際それを円で換算したときに大変な額になるわけだし、プロジェクトごとにやっていこうとしますと、大変な額のお金をまず予算的にとらないといけないわけだから、そういうところの苦労は大変だと思うんですけども、ただ、これだけの事業をやっているんだよと、その共同出資者としてやっているというところは、どれだけ国民的理解を得る努力をしているかどうかです。これは、私が帰ってきて半年ぐらい原子力機構にいて、那珂町の核融合グループともいろんなことで議論したんですけども、なかなかそこが取り組み切れなくてですね。何をやらせたいかというのがまだわからないような状況ですね。もったいない。

ヨーロッパの場合に、核融合については、これはEURATOMみたいな仕組みを使って、EUプラス、スイスなんていう国がコミットして、お金を出してやっているわけですけども、見事にいわゆる原子力の事業とは区別してやっているんですよ。これは驚くほど政治的に配慮しながらやっています。

ITER機構の正式な名前というのは、ITER International Fusion Energy Organizationなんですよ。Fusion Energy Organization. nuclearは入っていないでしょう。

ITERも、今はITERというのは、最初はこれInternational Thermonuclear Experimental Reactorなんですけども、それはもう言わないようにしようと。Thermonuclearというのは、みんな嫌いだから。特にドイツなんかは大嫌いなんです。だから、ITERというのはラテン語で「道」、そういう意味の言葉がもともとあるというので、そこから取ったことにしようと。ITERはITERで、そういうことで取り上げて、今、ITERを単語として使おうということまで踏み切ってやっています。ですから、今、ITERのホームページを見ても、International Thermonuclearなんて、どこにも書いていないです。

それから、ヨーロッパ自身がもう原子力に対する投資というのは、いわゆる原子力、普通の原子力はもう安全研究ぐらいしか、安全研究と廃棄物処理ぐらいしか、ブラッセルは

お金を使っていないですよ。もっぱら核融合です。

私が就任して早い時期にITERのデザイン・レビューをしたときに、各国それぞれに負担が増えて大変だなという議論があったわけですが、ヨーロッパの負担というのは半端ではないんですね。最初の見込みよりも2.5倍以上のものになって、それぐらいのお金を今のEUのフレームワーク計画の中で見ようというのは結構大変だったんです。でも、それも、かなりドイツ、フランスが頑張っていて、こなしましたね。ヨーロッパみたいな仕組みだと、1カ国でも反対すると通らないのです。だから、そういう仕組みでありながらよく合意の取りつけをやっているなと思いました。

だから、日本人はもっと参加してほしいと思うし、日本は準ホストとか最初は言っていたわけですよ。誘致争いをした経緯から言ってね。そうだとすれば、日本はこういうスケジュール管理とか、マネジメントとか、もっと乗り込んででもやっていいはずなんですけれども、日本の取り組みというのは、そういう意味で、外から、ITER機構のほうから見ますと、もっとやってくれてもいいのにとする面が多々ありましたね。

あまり悪口は言えないですけども。皆さん、予算をとるだけでも大変だからね。こういう国際的なコミットをすると、そういうオファーも想像を超えるぐらい大変です。今は、国際約束だからといって、財務省がよしよしと言ってくれる世の中ではないから、そういう意味ではなかなか大変ですけども。板挟みになってしまうんだから。そういう点はむしろ、役所の立場で苦労している人の話を別途聞いてもらったほうがいいですよ。どういふふうに変化かというのをね。

たとえば単にユーロと円の交換レートが変わるだけでも大変な思いをするんですよ。私がいたころは1ユーロが135円とか140円とか、そんなのだったのに、今は100円ですからね。ユーロ建てで約束していたら大変ですよ。今、実際そういう経験をしていると思いますけれどもね。そういうのでは悲喜こもごもがあるはずですけども、今は大変なほうが多いのではないかなと思いますね。

このマネジメントの部分は随分と行政官が入っていますし、そういったところにも日本人が入っていいなと思いました。一時はオーディターなんか日本の方が入っていたんですけども、日本的な感覚でマネジメントができるような環境づくりをしてもいいのではないかなと思ったところが随分ありました。

欧米人のメンタリティーというのは、やっぱりかなり違うところがありますね。ただ、私がここでやってみて、ちょっと脱線するかもしれませんが、ヨーロッパで仕事をして学んだことというのが随分ありました。「オフサイト」って聞いたことがありますか。あまりないかな。マネジメントが物事を決めるときに、意識改革に取り組むわけですね。プロジェクトをやるためにみんな手を挙げてくるんだから、みんな意識は一緒だろうと思ったら大間違いで、違うんです。そこで何をやるかという、カダラッシュから離れて、幹部を隔離して、そこでゲームみたいな感覚で意識合わせをするんですよ。コンセンサスって何かとか、例えばこのプロジェクトのゴールは何かとか、時として専門家の力も借りてそんなことをやるんです。そういうのをヨーロッパの企業、会社はざらにやっているんだなというのを私は教えられたんです。そのためのレクリエーション施設みたいなのがいろんなところにあるんです。中には運動みたいなことを一緒にさせながら、そういうトレーニングをされるとか、そんなのをやっているんですよ。これは若干驚きました

ね。

昔、日本は、品質管理とかそういうのをやっているころは、QC活動とか、ほっといてもみんな社内だったら勉強するとか、社内旅行へ行くとか、そういうのがあったけれども、今、どこの会社でも社内旅行はないでしょう。役所にもなくなってしまいましたよね。そういう雰囲気がなくなってしまっているし、むしろ欧米はそういうのを意識してやっているんです。プログラムができていて、意識合わせをしないと力にならないし、そういったところを、こういう寄り集まりの世界だと余計そういうのをやるんだというのがわかりましたね。

それで、私もこの中でできの悪いDGについてはコンサルタントをつけました。コンサルタントとかカウンセリングです。中国人の場合でしたが、特にフランス人のディレクターなどを使いこなせなくて、ノイローゼになってしまったりするものだから、少しそういう使い方とか対処の仕方というのをみんな知らないといけないわけですね。そういうのもありましたし、組織経営をヨーロッパの風土でやってみて、改めて勉強させられたところがありました。

【司会】

ありがとうございました。では、お願いします。

【質問者D】

ITERの現地における生々しい興味ある報告をありがとうございました。

お聞きしたいことは、お話の中にもございましたけれども、今のシナリオでいきますと、2027年3月、早ければ2026年にも本格的なDT運転をするということでございますけれども、この意味というのは、将来の産業化を意識して、大きな、大規模での技術的なフィージビリティはそこで証明されるということを目的にしてやる、そういうふうに考えていいんでしょうか。

【池田】

そうです。

【質問者D】

もしそうだといたしますと、例えばヨーロッパの将来のエネルギー供給計画の中に、例えば2050年近辺あるいはそれ以後に、シナリオの中にこの核融合というものが書き込まれているんでしょうか。日本ではどういうふうな考えでおられるか、長期的に考えてですね。

【池田】

今現在、書き込まれているかというのと、書き込まれていないのではありませんよね、そういう何というか、包括的な意味ではね。ただ個別には、ヨーロッパは、ファーストトラックといって、一番早い段階では、今から30年後には核融合で発電がされているはずだという、そういう見込みを持っています。公に出されたものがあります。

それは、今、例えばITERが動き出して、その後のプロセスというのは、原型炉すなわちデモプラントがあるべしと。その次が商業化ですからね。ITERは、技術的な問題はほとんどそこで解決をして、デモプラントは何をやるかというのと、むしろ経済性なんです。どの部分がどれだけ耐久性があるかどうか。先ほどのようなエネルギーが高い中性子に叩かれたときに、部分によっては割と早く交換しなければならないかもしれない。そうすると、

プラントを休めたり、そういうので時間がかかりますよね。お金もかかる。そういうのがあると、経済性が見極めがつかないですね。だから、今、ITERと並行してやっているのは何かというと、そういう材料の耐久性の見極めなんですね。それ以外は、ほとんどないです。もう技術的な課題はほとんどないです。

だから、ITERで50万キロワットのプラントができれば、あとは設計をどれだけ合理化できるかということと、運転をしてみて、それで安全裕度とか、そういうものはどれだけできるかどうか。そういうことと、今の材料面で信頼できるプラントオペレーションができるかどうかということに尽きるのではないのでしょうか。

物によっては本当に、これも余談になりますけれども、ITERでも、ダイバータというところが、これはヘリウムを取り出すところとさっき申し上げましたけれども、ここなんかもおもしろい部分なんです。プラントの、ちょうどこの部分です。円形ドーナツの底の部分です。プラズマが燃えて、ヘリウムができて、ほかの粒子にぶつかったりして加熱して役目を終わると、不純物になるんですね。それを、磁力線を絞って、そこから取り出すんですね。ダイバータという部分で。磁力線を絞ってやるだけけれども、磁力線を絞って、そこへ落とし込んでくるから、触れるんですね。そこを炭素の複合素材をつくるか、タンゲステンみたいなものでつくるかというのがあって、そこはまだ技術的に、どちらを最終的に選ぶかというのがありますが、一番この辺が温度的にも大きな負担がかかる場所なんです。平米当たりで10メガワットという大きさなんです。平米10メガワット。だから、それぐらいの、そういう技術的にも負担がかかる場所ですけれども、ITERはそこをほとんどもう今、課題は解決してしまったんですね。デモプラントになると、そこはもう少し、もっとそこは信頼性を高めようとか、そういうことを詰めて、プラントの経済性までいきますということになると思いますね。

ですから、個別には、ファーストトラックというのは30年。今、私の後任として、ヘリオトロンをやっていた本島さんが機構長でいるわけですがけれども、彼も最初はヘリオトロン派で、トカマクではなかったんですけれどもね。でも、最近になって30年先にはトカマクでつくろうということを出したから、私の後任に勧めたわけです。同じ、シンパならということをお願いしたんですけれども、30年後には核融合で発電ができていることがあるべしと。

これは、今の世界の電力需要がどう推移するかということもありますし、温暖化のためのそういう制約がどれぐらいかかるかということもありますし、原子力に対する取り上げ方がどうなるか。これは、ヨーロッパとか日本は、余りそういう問題はないのかもしれないです。余り、どんどん需要は伸びないから。もっと伸びるのはインドとか中国とかアジアですかね、そういうところがどんどん、火力をやるわけにいかないから、そうしたところがきちんと原子力に取り組むといったときに、それが安全なものができるかどうか。

それから、そのときに選択として、核分裂だけではなくて、核融合もできるということになると、すばらしいなということですね。核融合には核不拡散の問題がないから。核分裂のほうは、そこがありますよね。どこの国でもプルトニウムを管理できるか。そうはならないですね。

30年ぐらいのうちには、どういう計画が組み込まれるかは、デモプラントぐらいは計画にのっかってきて、それでどうかということでしょうね。今、日本でも、電力会社の人な

んで、ほとんど興味を持っていません。実際、驚くほど興味を持っていません。見えないからですね。プラントが動き出せば少し見えるようになると思うんですけども、まだ開発中のものではないということですよ。

それは、FBRと比べても大分違いますよね。FBRの場合、「もんじゅ」も動いているし、そういうことで実態がありますよね。それに比べれば核融合は、まずそこが同じように比べられるようになるためには、ITERが動いて、それでどうかということではないでしょうか。

【司会】

ありがとうございました。では、次の方どうぞ。

【質問者E】

貴重なお話をありがとうございました。

私の担当している仕事の一つに、同じような大きな施設を使って国際協力でやろうとしている、インターナショナル・リニアコライダーという計画が一部で構想されていますけれども、その一つのモデルがITERというふうに言われておまして、その観点からお伺いしたいんですが、ITERを立ち上げた後を振り返ってみて、こういう点を事前に各国なりが合意しておけば、もうちょっと計画がスムーズにいったとか、途中でレビューをすることか、強いられたというようなお話がありましたけれども、そういう大きな国際プロジェクト、特に時間がかかるものについて、どういう点を事前に合意しておけば、振り返ってみて、よかったなというふうな点がもしありましたら、教えていただければと思います。

【池田】

これは1つ申し上げられるのは、正直なところ、デザインの段階でどこまで詰まっているかどうかですね。これは、つくろう、つくろうというときは、みんなバラ色の絵を描きますよね。いいところ、要するに仲人口がたたかれていますよね。だから、そこが実際の組織を作ることになると、その組織が今度は責任を持って見直さないといけないというプロセスがどうしてもできてくるから、そこがリスクでしょうね。どこにつくるかで、例えば主体が、もうある程度経験も積んだような、マネジメントの経験も積んだような組織があれば、それをフルに生かせるわけですけども、ITERのように全くそれが無いところだと、それは各国がやれと言われれば、やらざるを得ないわけですよ。聞えないから。それは、どういう状況でスタートが切れるかどうかということにもよると思いますね。

それからもう一つは、各極の分担というときに、ITERみたいな物納というのは非常にいいプログラムだと思いますけれどもね。だけど、物納でやろうとすると、界面管理が課題なんです。これによって、うまくこなせるところが確かにあるんです。同じものをつくるのでも、例えばインドならもっと安くできるとか、中国ならものすごく安くできるとか、アメリカ、日本ならものすごく高いのではないかとかいうところで、合理性を生かせる部分があるわけですね、それが物納のいいところ。そこで問題は、全体の品質管理なんかをできる体制ができていないかどうかですよ。また、各極の政治的なコミットがきちんとできるかどうかで、そこも決まるのですが。

あとは、ついでに申し上げれば、そこで本当にプロジェクトを進めるに当たって必要なインフラがあるかどうか、学校なんかも含めてね、それは大きな条件ではないかなと思います。

ます。人が集まって、仕事をするある時期、集まってできるようなところ、それから、動かしていく過程で、それに取り組むためのサポートができる体制ができているかどうか、それは大きいと思いますね。

今日、話しましたように、フランスはその点はよくやっていると思います。行った当初、私も仰天したんですけども、それはとにかく協力してくれましたからね。どうにもならないというほど大変な思いはしなくて済みましたから。それも、最初の地元がコミットするところまでつくっていたのが幸いしているわけですね。

あとは、どうでしょうか。取り決めとしては、このITERはいいひな型になっていると思います。さっきも取り上げましたけれども、ITERの協定はものすごく秀逸な作品です。これだけの国際協力の枠組みを作るというのにも、各国が知恵を出してやったわけですが、それはすぐれた仕組みができていると思いますね。これは活用されたいと思います。

答えになったかどうか自信はないですけども。

【司会】

ありがとうございました。

それでは、お時間になりましたので、先生から最後にメッセージがあればお願いしたいと思います。

【池田】

私は、こういうご報告するような機会があって、非常にありがたいと思います。

ITERについて、まだ先が長い事業なんですね。建設が本当に終わるまで、まだ10年以上もかかりますし、運転期間を入れると、まだ30年からかかる事業です。若い人まで含めて関心を持ってもらって、こういう自分たちもコミットした事業現場が海外にあるんだというのを出来るだけ理解を持ってもらって、そうしたところで仕事をしようという、その仕組みまで作るということが私は大事なのではないかと思うんです。でないと、本当にもったいない。それは実感します。そういうことで経験を積んで、それを持ち帰るなり、それをさらにどこかで使うなり、そういう日本人が増えていいんですね。

これは、どこかが旗を振らないと、なかなか自然的にはできないでしょう。私は、帰ってきて、それは、やっているときは夢中でやっていたし、こんなものかなと思ってやっていた面がありますけれども、まだこれは先が長いことを思いますと、そういう体制を作らないと、これだけの事業をやって、成果がきちんと出てくるときに、本当にそれを利用する体制ができているかどうかが大切だと思うんです。

この間も六ヶ所村で、あそこではブローダー・アプローチというのをやっているんです。日本とEUがITERと並行して材料研究ですとか、それからデモプラントのための設計なんかをやっているんです。これの最初の計画では、900億円ぐらいを折半で出してやろうということで、世界で5番目ぐらいのコンピューターも現地へ置かれていますけれども、そういうものをつくるのであれば、そこに多くの人々が群がってでも研究するぐらいの仕組みを作っているんじゃないのと。僕は六ヶ所村の方にも言ってきたんですけども、そこには日本人は100名から人がいても、ヨーロッパの人は一握りです。お金を出してそれだけのものをつくっていながら、一握りのヨーロッパの人しか来ないというのは何だろうと思いますよね。どこかおかしいです。

そういう意味で、何とかな、こういう事業をやってみて、事業をやるには、多分、常識的なところがあるんですよね。これとこれはそこそこのレベルにないとおかしいねというのが多分あるはずなんですよ。それが日本の場合に、国際化ということでいろいろやっているはずなんですけれども、なかなかそこができていない部分があるような気がして仕方がないんです。つまり、生かしきれないんじゃないかと思うんですよ。投資をしているのに、その成果を生かしきれないというところは感じますね。

そういうのは、ITERみたいなところをどれだけ生かすか。宇宙ステーションはちょっと別の経験をしていますけれどもね。でも、あれもいい経験だし、ITER自体、こういう地上にあるだけに、だれでも見られるわけだし、いつでも見られるわけだし、もっと普及に努力していいのではないかなと思います。

ちなみに、蛇足ですけれども、今年の春にスーパー・サイエンス・ハイスクールのプログラムで高校生にカダラッシュに行ってもらいました。福井県下の高校生が30人ぐらい行ったかな。そういう意味で、JSTのプログラムを使わせてもらって、高校生が、それぐらいの人が行って、ホームステイも実現したんですけれどもね。ITERの僕の後任は大変だと思ったかもしれませんが、そういう機会があつて、日本人もそういうところで仕事をしているというのを知ってもらうのが必要だと思って。私は成功したのではないかなと思うんです。そういうのが継続的にできるようになるといいと思うんですけれどもね。そういう人たちがいずれITERみたいなところで働こうとか、タイミング的にそうなるって全然おかしくないわけですから。それはご報告ですけれども。応援をぜひよろしくお願いします。

#### 【司会】

どうもありがとうございました。

では、最後に、先生に大きな拍手をお願いしたいと思います。（拍手）

ありがとうございました。以上をもちまして、講演会を終了させていただきます。

—了—

講演者スライド



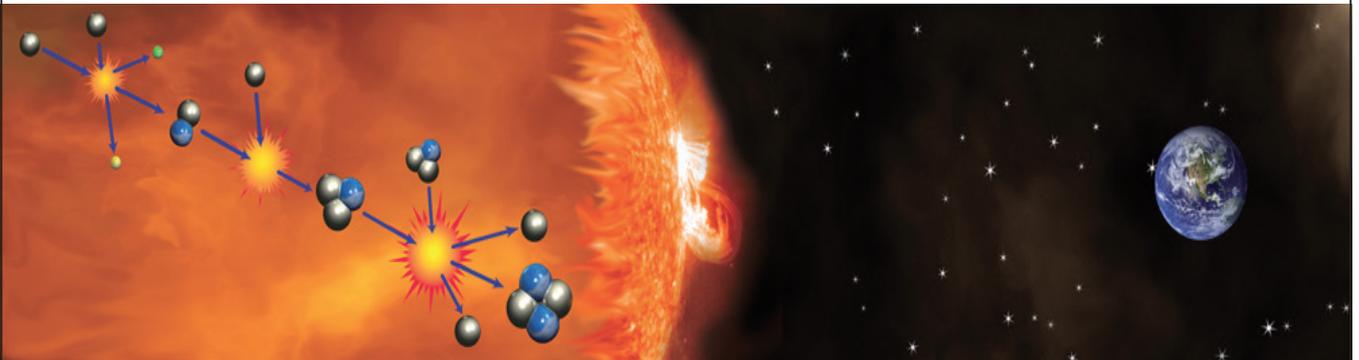
# 国際熱核融合実験炉(ITER)を語る

2012年6月20日  
科学技術政策研究所講演会

池田 要

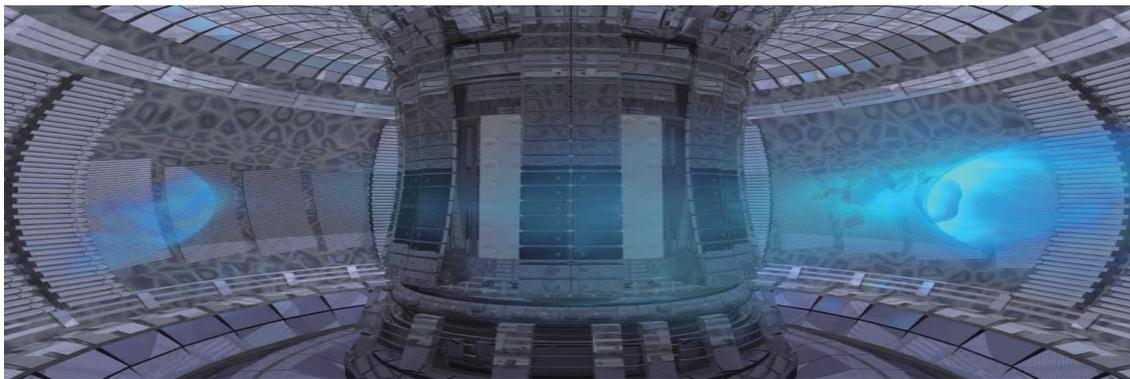
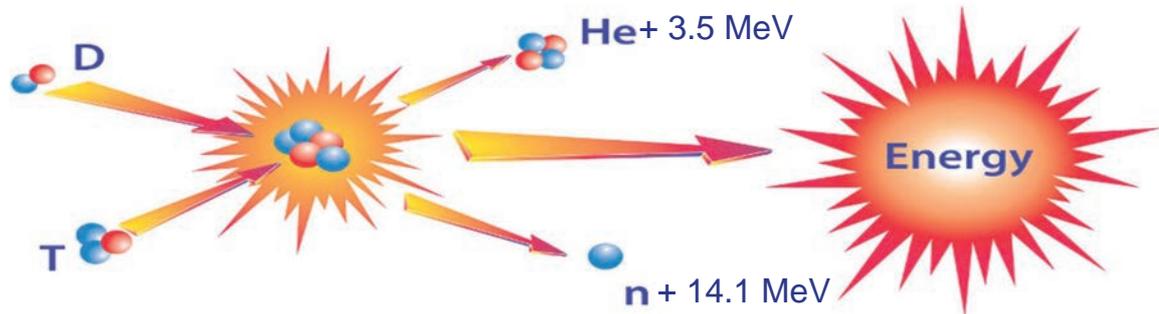
前ITER国際核融合エネルギー機構長  
日本原子力研究開発機構フェロー  
(一財)リモート・センシング技術センター常務理事

## 核融合



- 核融合は太陽や星のエネルギー源、宇宙を形作り、動かしている;
- 核融合には将来の無限大のエネルギー源の可能性がある;
- 核融合は安全で環境に優しい;
- 燃料は地球上に広く分布し、ほとんど無限に供給される;
- 核融合は地球温暖化ガスを放出しない;
- 核融合は長寿命の放射性廃棄物を生じない.

## 地上の核融合反応



## 核融合エネルギーへの足取り – ITER の歴史

ITER 計画は1985年のジュネーブのサミットでゴルバチョフとレーガン大統領が国際協力に合意したことに始まる。  
...“人類の利益のために無尽蔵のエネルギー源として”。

米、露に日、欧州連合が加わり、国際チームが結成され、概念設計から工学設計へと作業を進めて2001年に最終設計をまとめる。

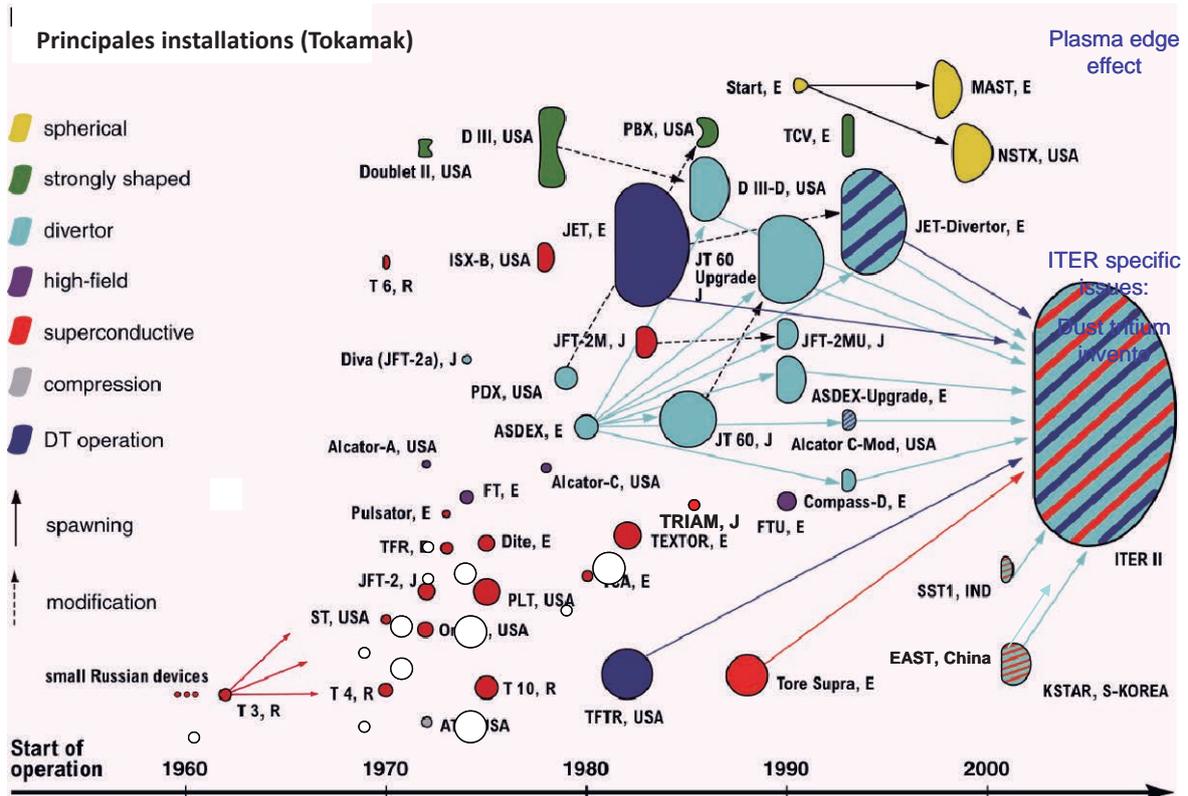
以降、建設への協力枠組み、建設地の選定など関係国間で協議が行われた。

2005年建設地はフランスのカダラッシュに決した。

中国、欧州連合、インド、日本、韓国、ロシアそしてアメリカ合衆国が2006年11月21日にパリのエリゼ宮殿においてITER協定に署名



# ITERは世界中の多くの核融合施設の経験を踏まえたもの

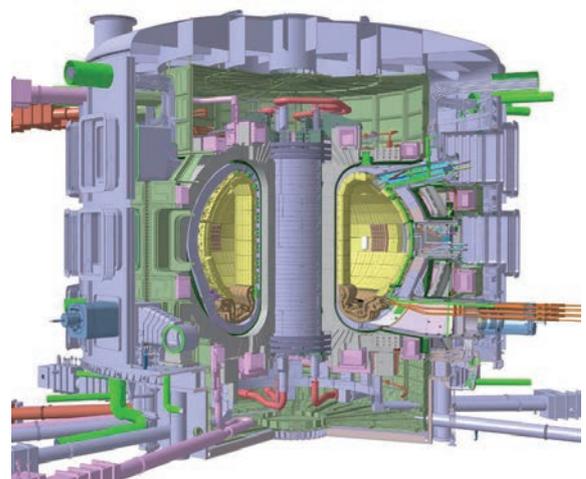


## ITER の技術目標と主な仕様

- ITERは核融合の科学技術をエネルギー源として実証することを目的とする。
- 主要なパラメーター;

全核融合出力	500 MW
追加的加熱	50 MW
Q - 核融合出力/ 追加的過熱	≥ 10
平均 14MeV 中性子線対壁負荷	≥ 0.5 MW/m <sup>2</sup>
プラズマ誘導燃焼時間	300-500 s *
プラズマ大半径 (R)	6.2 m
プラズマ小半径 (a)	2.0 m
プラズマ電流 (I <sub>p</sub> )	15 MA
半径 6.2 m におけるトロイダル磁場 (B <sub>T</sub> )	5.3 T

\* 通常の運転条件下

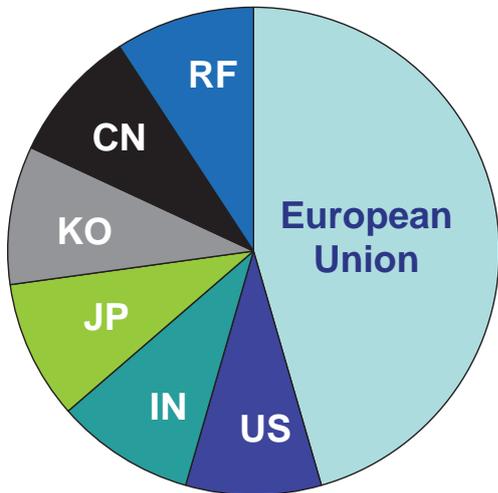


## 建設期間(10年間)の投資分担

(2001年の設計に基づく当初の合意)

建設投資全体に対して

EUは5/11、他の各極はそれぞれ1/11、を負担。予備費は見積もり合計の10%。建設費見積もり合計: 3577.7 kIUA (IUA: ITER 会計単位、1IUA:1989年における1000ドル相当)



全体の調達見積もり: 3020.7

スタッフ・マネージメント: 477

R&D: 80

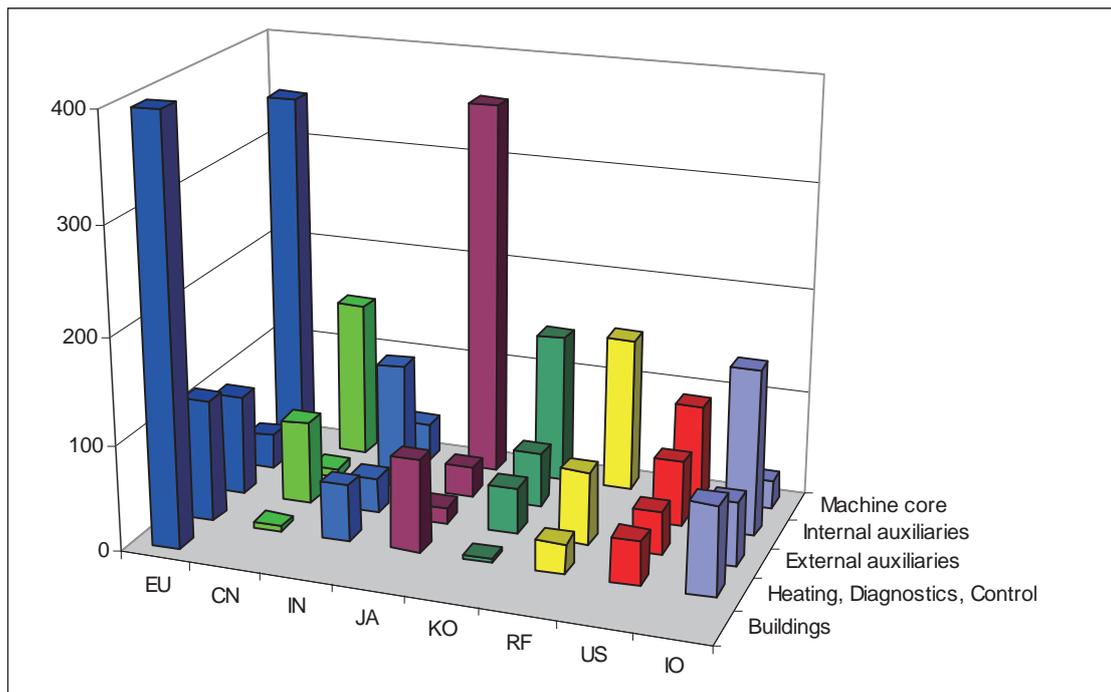
合計 kIUA: 3,577.7

(2010年の56億ユーロに相当)

PACA (プロヴァンス) 地方の地元自治体の貢献: 467 百万ユーロ

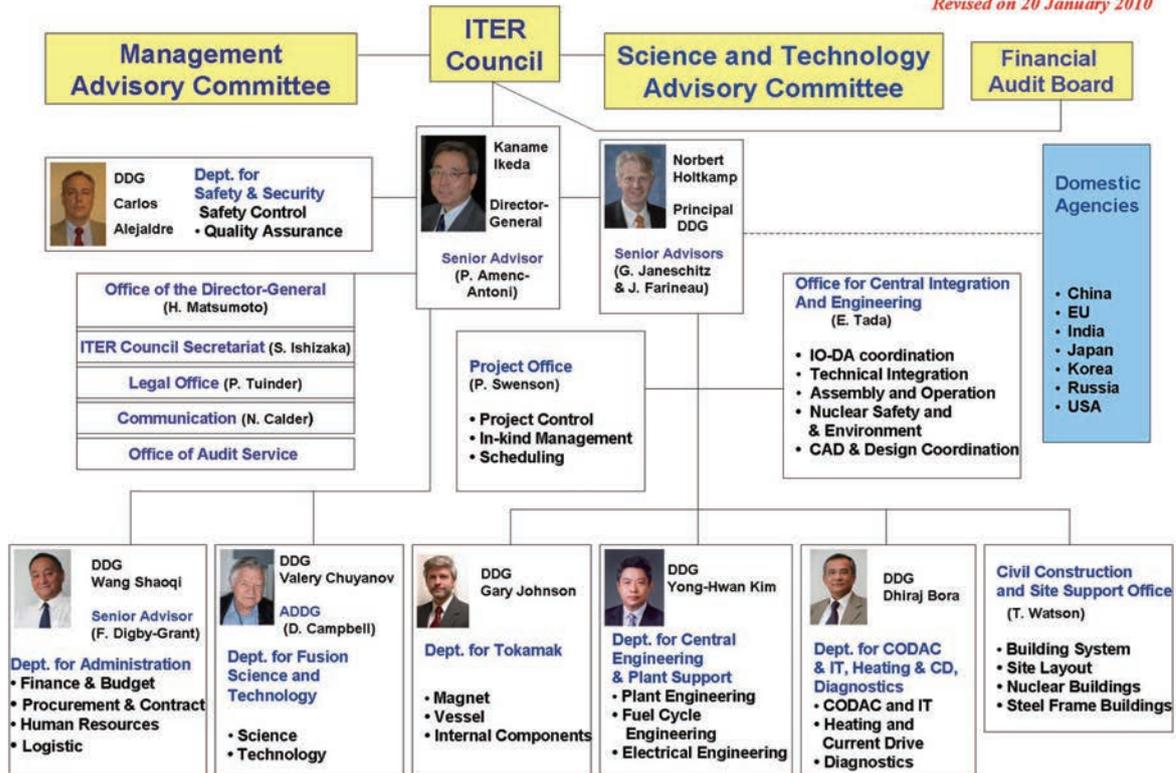
## 物納による協力

建物をはじめ、ほとんど全てのプラントの設備・部品が加盟7極の物納による貢献としてITER機構に提供される。



# ITER 機構の発足

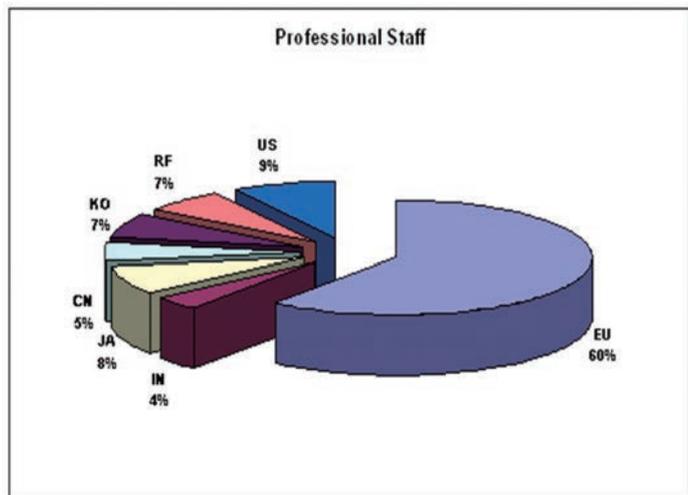
Revised on 20 January 2010



## スタッフ構成

- 2010年の7月末において、ITER 機構のスタッフは合計460名、うち296名はプロフェッショナル、164名は支援スタッフ。

	Professional staff	Support staff	Total
CN	16	4	20
EU	180	121	201
IN	11	16	27
JA	24	7	31
KO	21	5	26
RU	18	3	21
US	26	8	34
<b>Total</b>	<b>296</b>	<b>164</b>	<b>460</b>





## ITERに係る原子力の法規制

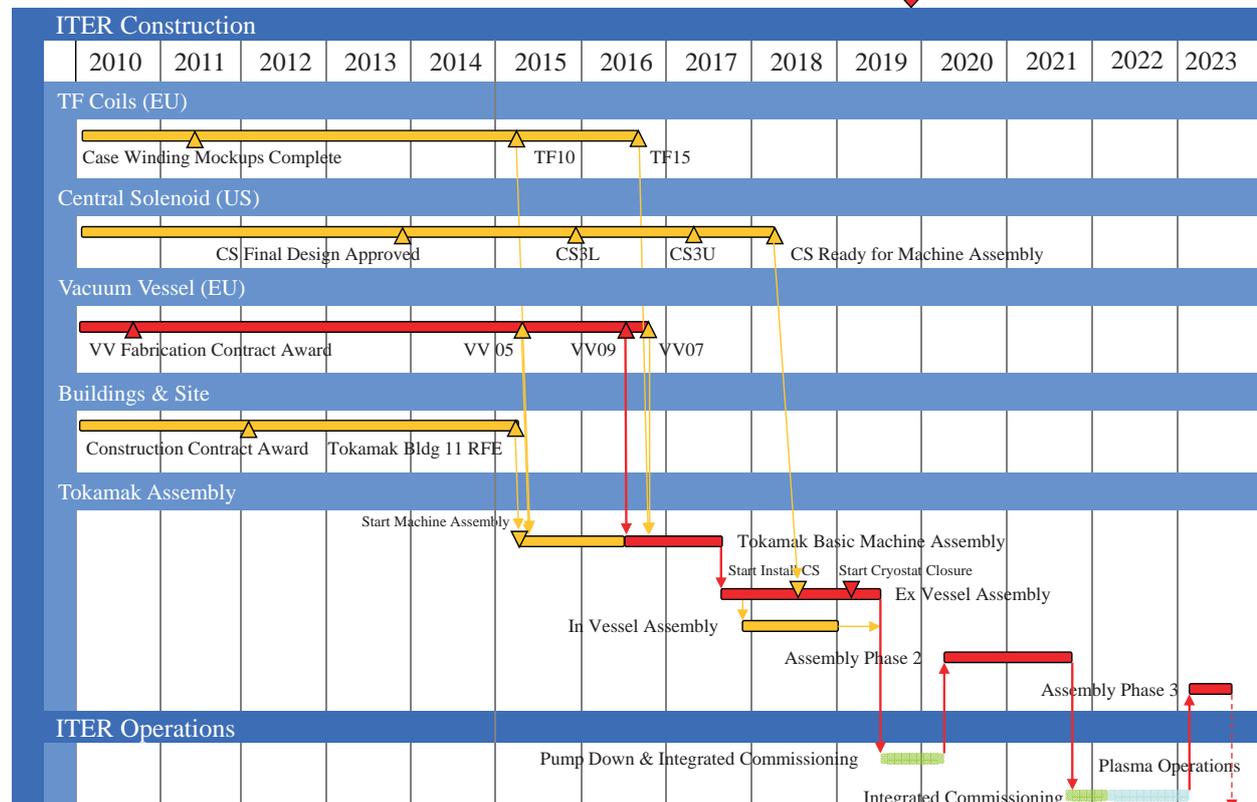
- 燃料にトリチウムを使うためフランスにおける原子力の基礎研究施設としての規制が適用される。
- 原子力施設建屋の建設許可を2008年4月に取得。
- 原子力施設としての運転認可を得るため、機構は2008年1月、予備的安全審査書類を仏原子力規制当局に提出。
- 法に基づくパブリック・アクセプタンスの要件としてITERのための地域情報委員会 (*Commission Locale d'information*)が2008年末に設置され、2009年12月に初回会合、以降随時に開催。
- 2010年3月、機構は安全審査書類を更新して原子力規制当局に提出、審査は最終段階に進む。
- 2011年9月には審査結果に基づく約2ヶ月におよぶパブリック・インクワイアリが終了している。

## 建設の本格化に向けてITERベースラインの完成

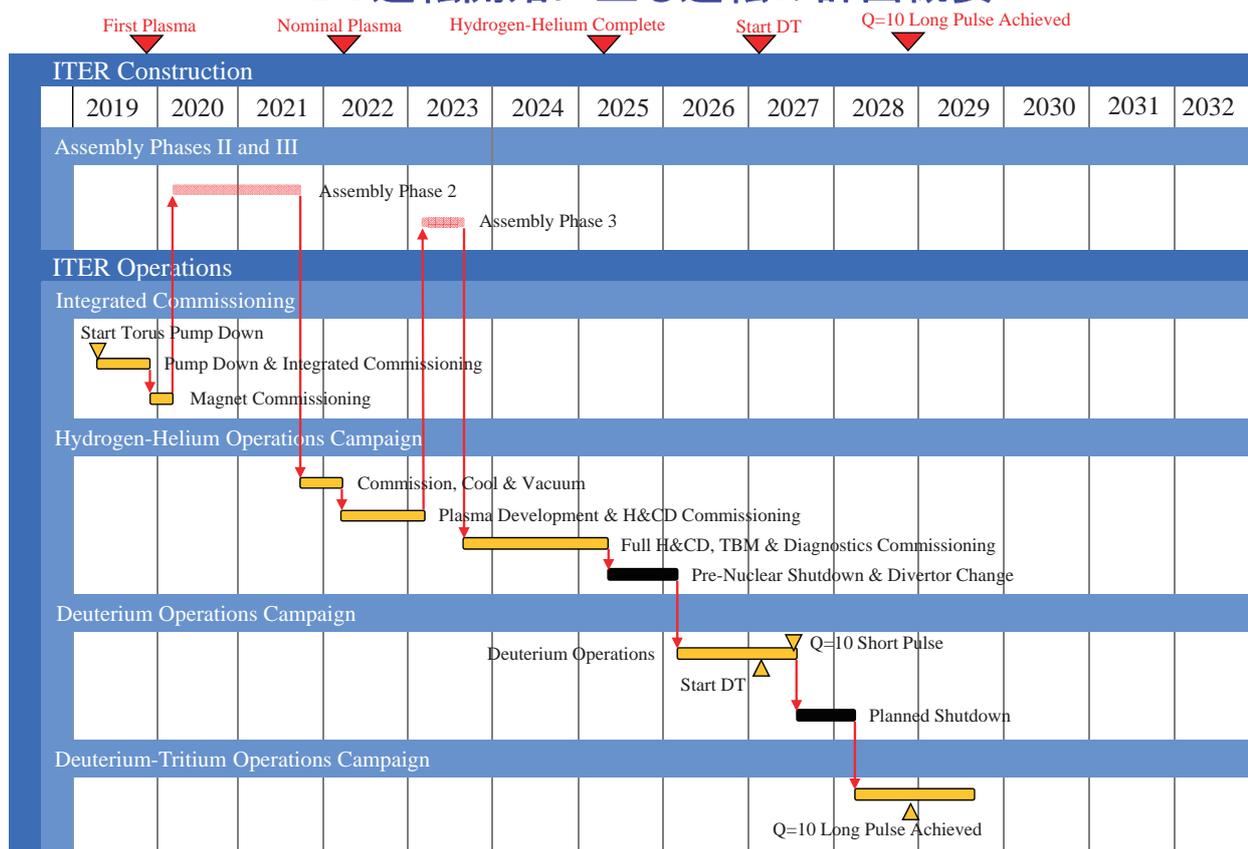
- 2006年春以降、ITER機構の組織作りに着手、平行してデザイン・レビューを実施。
- 2007年までのデザイン・レビューを受けて、ITERの技術仕様は2008年6月の第二回理事会において合意を得る。
- 加盟国における極内機関が成立し、ITER機構は2019年11月ファーストプラズマ達成、2027年早い時期におけるDT運転開始とする建設スケジュールを提案。
- この間に、ITER機構の信頼性が確認され、各極内機関との調達枠組みについても建設リスクを軽減すべく吟味された。またマルセイユ近くの港からカダラッシュまでの資材運搬ルートも地域の貢献により完成。
- 技術仕様、スケジュール、費用見積もりおよび管理計画からなる新ベースラインは 2010年7月28日、カダラッシュにおけるITER特別理事会において承認された。
- なお、DT運転については可能であれば2026年にも開始することが期待されている。

## 2019年ファーストプラズマ達成にいたる計画の概要

First Plasma



## DT運転開始に至る運転の計画概要



## 建設スケジュールを実現するために

- ITER特別理事会は建設費見積りの合計を4,584.7kIUAとする機構長の提案を承認した。(次ページに示す)
- 費用の増分は追加の仕様および加盟国が当初の3極から7極に増えたことに伴うインターフェイス管理のコスト増加に対処するもの。
- 理事会は4,700 kIUA を全建設費上限額として認め、うち115.3 kIUA についてはITERの成功裏のスケジュール通りの建設に必要であれば支弁される追加額として定めた。
- さらに理事会は 115.3 kIUA を超えて生ずるいかなる追加費用も上限額以内におけるコスト節約によってまかなうべきことを決めた。

## あらためて合意された建設費の見積もり

建設期間の費用	kIUA
<b>1. 経費</b>	
マネジメントの支援	935.5
直接投資 (共通経費および TBM計画を含む)	478.9
研究開発投資	80.0
<b>2. 物納分</b>	
直接投資	2,949.6
追加仕様分(今後のベースライン化分)	140.7
建設費見積もりの合計	4,584.7

## ITERサイトでは2010年8月初めに建設作業が開始



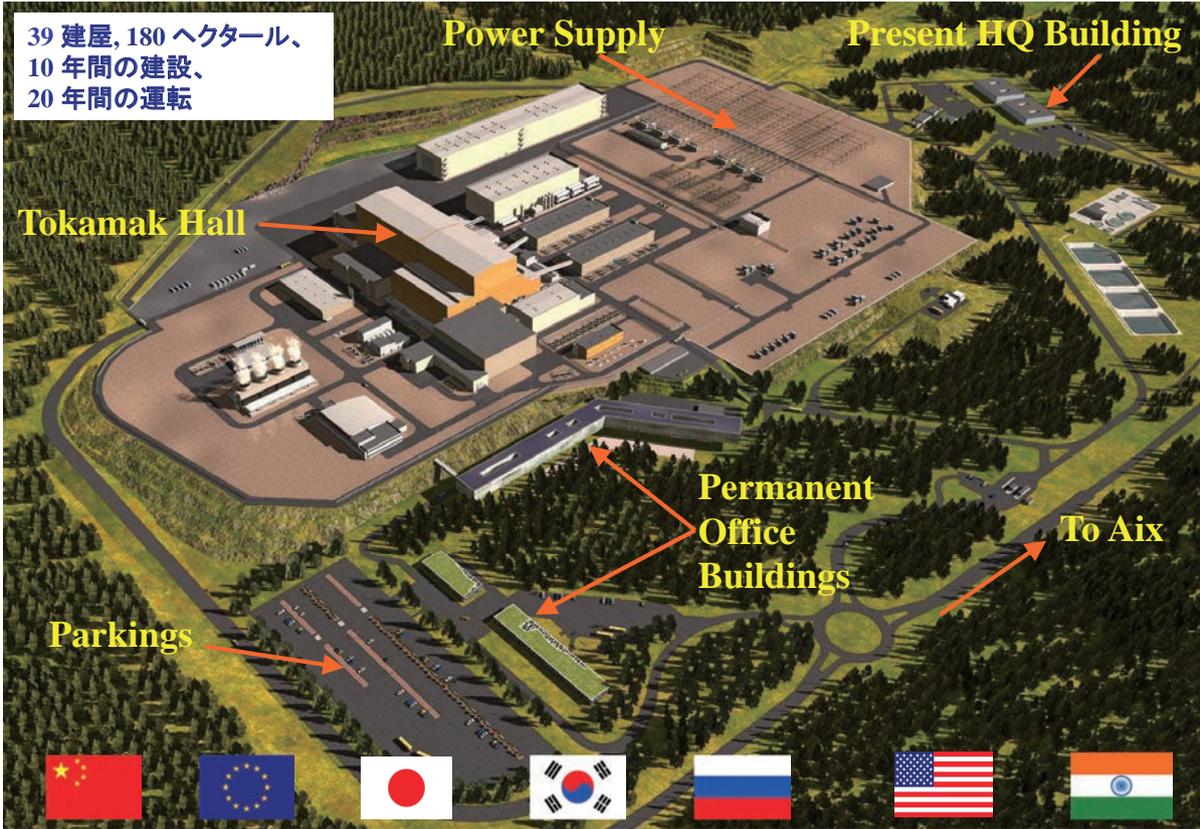
サイト中央では、パワー・シャベルがトカマクピットにおいて23万立方メートルの掘削を開始

サイトの南端では、ブルドーザーとスクレーパーがPFコイル加工建屋建設のための14,000平方メートルの敷地整備を開始。



# ITER の完成予想図

39 建屋, 180 ヘクタール、  
10 年間の建設、  
20 年間の運転



# ITERの事務棟、現在の本部建屋そしてオフィス棟の予想図



JWS-1: Building 519



Extension-1



Extension-2



現在の本部建屋



将来のオフィスビル

## ITER 構成部材の輸送経路



## 対外的な関係



- モナコ公国の支援によりポスト・ドクター・フェロースhipが設けられ、ITER機構は2009年から5名のフェローを受け入れ、現在では第2期のフェローを受け入れている。また同支援により2010年11月23-25日には第1回、モナコ・ITER核融合エネルギー国際会議が開催された;



- ITERと同規模の超伝導の磁石とその冷却系による粒子加速器を有するジュネーブのCERNとの間に技術的協力が発展的に進められている;
- 2008年10月13日ITER参加極以外に広く世界規模の協力を確保すべく、ITER機構は国際原子力機関(IAEA)との間に協力取り極めを締結している。

## ITER国際学校

・ITERに働く家族の子供たちのためにITERのホスト(欧州連合)による貢献として、2007年9月にマノスク市の Lycée des Iscles に国際学校が開設された;

・同学校はフランスの公立学校として設立され、カリキュラムの半分はフランス語、残りは英語など外国語で構成される。

・現在3歳から18歳まで約400名の生徒が通っており、半分弱はバイ・リンガルを条件に地元の生徒も受け入れている



・現在 中国語、英語、ドイツ語、イタリア語、日本語そしてスペイン語の6外国語コースが設けられている。

・中学校以上の年齢で英語圏から転入する生徒のため、全ての授業を英語で教えるヨーロッパ課程が2009年9月に開設された;

・地域の貢献として新校舎が建設され、2009年に半分がオープンし、2010年に完成した。

## ITERの進展

- ・ 2010年7月26日にITERの建設サイトおよびこれまでに建てられた全ての建物の管理権がフランスCEAからITER機構に移転された。
- ・ ITER建設の本格化に向けて2010年7月28日、ITER技術仕様、スケジュール、費用見積もりおよび管理計画からなるベースラインが設定された;
  - ファースト・プラズマ達成は2019年11月、
  - 本格的なDT運転は2027年3月(早ければ2026年にも)
  - 追加的費用を含み建設費上限は4,700kIUA
- ・ ITER サイトでは2010年8月上旬からトカマク基盤の掘削、PFコイルの加工施設建屋および本部棟の建設が始まっている。
- ・ ITER建設はサイトの整備など準備段階を終えて、各極国内機関による主要建屋の建設および構成部材の製作など全面的な建設段階に移行している。

## 以下に建設サイトの進捗状況







