

「核融合の現状と将来」

— 産業界から見た核融合 —

この記事は、プラズマ・核融合学会が核融合研究 50 周年を記念した一連の企画のうち、我が国の「産業界から見た核融合」に関する座談会の記録である。黎明期における産業界の役割、黎明期から ITER 計画立案へ、核融合技術をどう考えるか、これからの開発をどう進めていくか、について忌憚のないところをお聞きする貴重な機会となった。座談会は、2 時間半余りに亘って行われたため、その記録は膨大であったが、紙面の都合もあり担当委員の責任において割愛した箇所も多かったことをお断りする。（なお、この章で言う「黎明期」は当座談会での産業界から見た黎明期である）

日時：平成 20(2008)年 1 月 18 日（金）13：30～16:00

場所：電力中央研究所 大手町本部

出席者（敬称略）：石塚和雄（原子力産業協会 常務理事），上之蘭 博（財団法人電力中央研究所 元専務理事，名誉特別顧問），近藤光昇（株式会社東芝／原子力産業協会 ITER・BA 対応検討会主査），晝馬輝夫（浜松ホトニクス株式会社 代表取締役・社長），＜座談会担当＞ 田中和夫，相良明男，藤田順治，岡野邦彦（司会：電中研）

【黎明期における産業界の役割】

岡野：まずはじめに、1970 年代、1980 年代と現代との開発環境の違いなど、そういったことへのご意見を伺えればと思います。

例えば 1970 年ころから、プラズマ研、原研等で相次いで核融合実験装置が製作されてきたわけです。黎明期の産業界の役割分担は、こういったものだったのか聞かせてください。

近藤：JT-60 の完成までというのは、産業界、特に重電 3 社を中心に始まったのですが、そのころの核融合開発の黎明期には、核融合の技術者というのは企業の中にはいませんでした。

それで当時、各大学で小型装置がいろいろ作られまして、逆に産業界は、その大学の先生に教えてもらいながら、お手伝いをしていました。

そのような経験を積み重ねていった結果として、各企業

に核融合技術者が自然に育成されました。JT-60 などの大型の装置では、基本的な設計製作、試験、現地据え付けまで、すべてを通して請け負ってシステム設計まで担うことが産業界の役割になってきました。

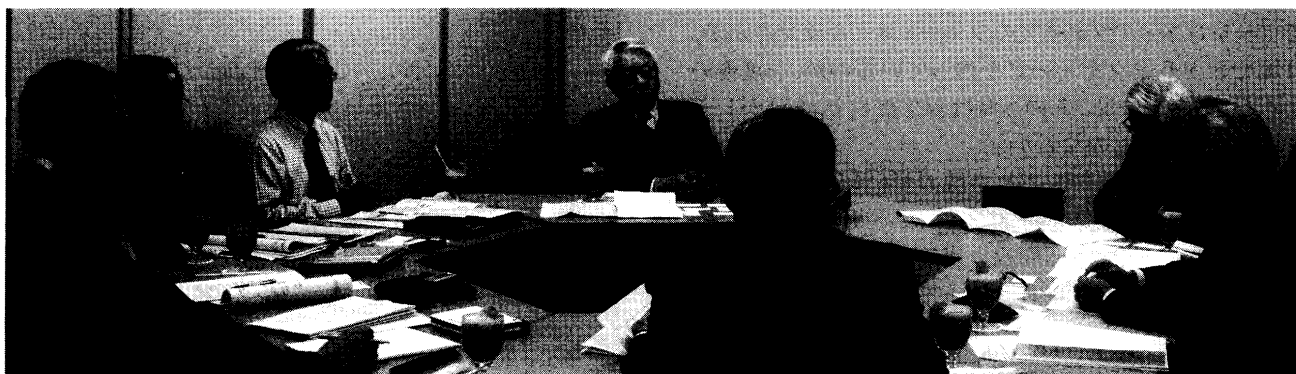
一方、当時の欧米に目を向けますと、同じ時期に建設されたものとして米国のプリンストン・プラズマ物理研究所の TFTR があるのですが、これは研究所の中に工場を持っています。研究所自身がシステム設計から発注のための構造仕様書までを作成するという役割をもっています。したがって米国の産業界は、その構造仕様書に基づいて製作を担う役割だけしかなかったという状況です。

最近韓国に KSTAR 装置が完成したという話も聞いていますけど、韓国ではもっと踏み込んで、超伝導コイルそのものも基礎科学研究所が製作しました。そのために、サムソンの工場と技術者を全部引き取ったそうです。

いずれにしても日本だけが少し産業界の関与の仕方が関係諸国とは違ったかなと思います。

上之蘭：外国では研究所のそばにワークショップ（工場）があり、そこで研究開発の機器を自ら設計・建設をするということをやってきた。それに対して、日本では最初から民間に発注して、その段階から民間と一体になって開発してきた。そこが日本の 1 つの特徴ではないかというふうに思っています。

藤田：そういう民間と大学あるいは研究所との繋がりってというのが、お互いの信頼関係を形成し、お互いに良い物を残



正面向こうから時計回りに上之蘭，晝馬，石塚，近藤，相良，岡野，藤田，田中，の各氏

していこうという、黎明期にはそういう気持ちがあったのではないかと。本当に世界的に見ても一つの特徴じゃないかという気がしますね。

岡野：原産（原子力産業協会）では当時、核融合に関連する活動はどのようなものだったのでしょうか。

石塚：原産が核融合に関係したのは、1958 年に開かれた国連の第 2 回ジュネーブ会議において、核融合に関する日本側論文の公募に協力したことがきっかけです。その翌年にジュネーブ会議での核融合発表論文に関するセミナーを開いています。

その後、山本賢三先生を座長にお願いして 1980 年に核融合技術懇談会を設置して議論してきました。懇談会には電力、メーカー、建設、研究機関、全部入ってやってきたのです。この懇談会では主に産業界の立場から核融合研究開発の現状評価や技術的課題、そして民間としては何ができるかということを検討していました。これまで 3 次にわたる報告書をまとめ、国や関係者に意見や提言を行ってきております。

岡野：レーザーの開発については晝馬さんの会社はどういう対応をされたのですか。

晝馬：我々の場合には、「こういう物を作って持ってこい」と言うだけでです。光はまだわからないことが多いので、光の新しい性質を肌で感じられる研究は値打ちがあるだろうと思って、受けるわけです。

上之菌：少なくともレーザー研に関しては晝馬社長がいらっしゃったから実現できたと思います。こういう企業家がおられたから、そんなものやれるかって言ったら、おしまいだったのですね。

晝馬：どうやってやるか教えてくれれば言えば楽でしたね。そんな理屈はどこにもないのですから。

わが国は、明治以来、欧米の技術や産業の真似をしてきたんですね。わが社は、高柳健次郎の人類未知未踏を追求する精神を受け継いでいるので、できないことを何とかしてやらないかんということが身に付いています。

名古屋大学プラズマ研究所（当時）の山中龍彦さんがアメリカのストリークカメラを割ってしまった。中央研究所所長の鈴木義二が「似たようなものならできると思う」というので作ったのですけれども、測定に使えるパルス幅の短いレーザーがなかったのですね。

その年、ロンドン南部のブラントンで開催された国際学会でローレンス・リヴァモアのラマー・コールマンさんが、「日本でストリークチューブを作っているのか。一度俺のところを見に来い」と。あの当時はむきだしで、これがレーザー核融合というものなのかと。

リヴァモア研究所には、パルス幅の短いレーザーがあるので、日本に帰って大急ぎで金型から 2 ヶ月ぐらいで作って持って行きました。一週間程大変親切にいろいろやってくれて、瞬間法で取った写真を持って意気揚々と帰ってきました。

こんな具合で、わが社の開発には、未知未踏をやれって言ってますから、「こんなのがほしい」と言われると何とか

してやってしまうんですね。

上之菌：私は、黎明期においての核融合開発は非常に楽観的だったという感じがするのですね。その始めの方々が楽観的なことをやっていたのは、功罪両面あると思うのですが、やはり大きな夢に向かって皆さんが非常に情熱を持って努力してきたということがあるのですね。

そのことが、日本が世界のトップランナーとなっている今の状況につながっていると、いつも、私はそう思っています。

【黎明期から ITER 計画立案へ】

岡野：INTOR 時代を経て、1987 年には ITER 時代へと入ります。CDA, EDA を経て、立地の誘致合戦が始まり、やっと 2005 年 6 月にカダラッシュの立地が決まります。産業界は ITER 計画にどのような役割を担ったのか、またその間に産業界では何が変わっていったのかお聞きできますか。

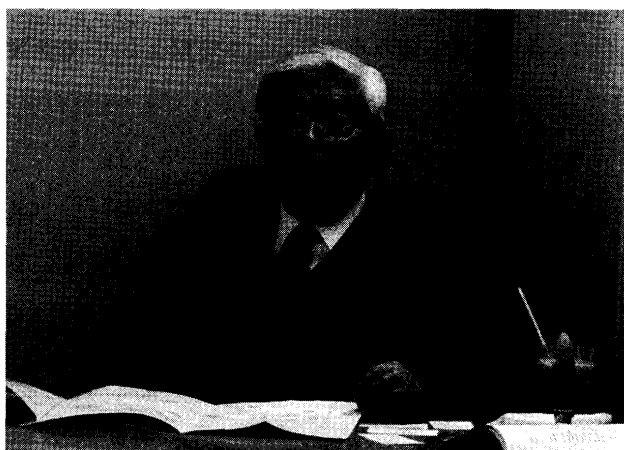
近藤：1980 年代後半の JT-60 建設のころからどう変わってきたかということからお話しさせていただきます。

JT-60 を建設した当時は重電・重工がだいたい関与していたのですが、500 人の技術者がいました。JT-60 まではやはり欧米の研究機関のほうが先行していましたので、各社とも本当に追いつけ、追い越せで、例えばアフターファイブには定期的に仲間と輪講をやったり、論文の抜粋を作ったりとか、本当に燃えていた時代だったのです。

特許も、当時は、半期最低 2 件出願がノルマでした。その中から有力特許も出てきていました。

1980 年代に JT-60 を建設して、産業界では核融合技術者というのがかなり力をつけてきました。今度は、10 年という間隔で、1990 年代には LHD の建設がありました。ちょうど若手の技術継承も含めて JT-60 の建設経験を生かして、LHD の建設につながりました。さらに、LHD の建設と並行して、ITER 計画の工学設計というのが始まりました。

産業界はそこで何を考えたかという、LHD の後の 10 年後がちょうど ITER の建設時期になっていたのです。逆に ITER の国際チームに各産業界からはそれぞれエース級をどんどん派遣させて、なるべく日本のアイデアを ITER に活かそうというような意気込みを持って参加しました。



晝馬氏

岡野: その当時は、産業界としても相当な意気込みだったのですね。

近藤: 特筆すべき点は日本から派遣した技術者の50%が産業界からである点です。日本以外の国からは産業界からの技術者は非常に少なく、研究機関からの研究者出身が多数を占めていました。また、工学設計活動期間中の7大R&D（註：超伝導コイル（中心ソレノイドコイル、トロイダルコイル）、真空容器、ブランケット、ダイバータカセット、遠隔保守（ブランケット、ダイバータカセット））においては、大きな技術課題を何とか克服して期限内に所定の成果を出すことができました。1998年に工学設計段階というのが終わりました。終わった段階で技術者は会社に戻ってくるのですが、戻ってきたら今度は建設のキーパーソンとしてその人を活用するというシナリオもありましたので、そういうことで戻ったのです。

しかし、1998年の橋本内閣のときに、今世紀中は大型プロジェクトをすべて凍結するとされ、その中でITERは名指しでフリーズしますと宣言されたのです。それを契機にちょうどバブルも崩壊し、1998年から産業界への発注というのが全部なくなったのです。

岡野: 1998年とかこのITER・EDAをやっている頃までは、割とうまくいったんですね。産業界にも毎年適切な発注があって、LHDもありましたよね。

上之蘭: お金が行っただけですか。産業界がこういうふうの開発して、こういう努力をしたということは、あまり評価されていないのではないのでしょうか。

岡野: いや、ITERでは、ITERのほうに産業界から多くの人が行って、実際に設計図を描いたり検討したりしていただいた。

ITERがいったん切れた後、建設がやっと去年決まりましたけれど、その空白は、私の感じでは8年か10年近くあったのです。その空白が非常に産業界を核融合から離れさせてしまったというか、離れざるを得なかったと感じています。この10年がまさに空白の10年ですね。

近藤: その結果、重電・重工の技術者というのが、JT-60のときにだいたい500人ぐらいで、LHDのところで300人ぐらい、それが途端に50人になったのです。結局、優秀な核融合の技術者ほどほかの分野へシフトされました。

実はITERの工学設計のときに、7つの大きなR&Dがあったのです。そのR&Dをちゃんと達成させないとITERの建設のゴーサインが出ないといったR&Dだったのですけれども、日本の産業界が7つのうち4つをやって、世界的にもかなりいい成果を出したんです。ただ、ちょっと不幸なことに、国際協力に携わることで、日本のメーカーというのは死にものぐるいで開発にあたったのですが、結果、契約金額に対して大幅な赤字が出るところまでいってしまったのです。それをデフレのときに見るとすごい赤字になって、研究成果はいいけど、社内的には完全に核融合に逆風が吹いてしまったのです。

そこで、どんどんリストラが進み、本当に研究成果はよかったのに、泣きながら早期退職していった技術者もいまし

た。本当につらい時期があって、それがずっと2005年ぐらいまで続いてしまったのです。

岡野: 原産ではこうした状況をどう見ておられたのでしょうか。

石塚: 今おっしゃられたとおり、私も1990年代の終わりまでと、それ以後の状況というのはちょっと違うと思っています。

原産はいろんな学会と政府と産業界をつなぐ役という形でやってきたわけです。ITERのEDAが行われていた90年代までは、私のみるところ、国の契約も、それなりに、きちんとして、それで産業界とも連絡を取りながらやってきた。メーカーも具体的に計画をみて、それに応じて、投資をして、人も育てることができた。その当時は企業の財務的な持久力もあったのでできました。そういうことを、やりながら、2000年まではできた。

しかし2000年頃からだんだん状況が厳しくなってきたと思います。ITERも立地もなかなか決まらない上、そのあとの大型プロジェクトはないのです。それがないということは、産業界はなかなかついていきにくい。先も見えない、仕事もない。そういう状況です。

田中: 2000年に何がなくなったのですか。

石塚: 2001年に省庁再編が行われて、原子力研究開発機構ができたのは2005年、この5年間は、将来に対する政策決定が不透明な状況であったということは否めないと思うのです。それが一つです。それから、やはりこの2000年から5年間の間というのについては、実質的にメーカーのほうに仕事が行ってないのです。

産業界というのは、やはり実際に仕事をし、ものを作り、その中で人を育て、事業につながってくるのです。その時間が7年も続いてしまったら、人材確保・育成への気運はなくなってしまう。JT-60の時代は、年間予算が400～500億円あったはずですね。それで、民間の売上げも200億円以上あったわけですね。そういうときと、今や100億を切って、30億から50億という段階の中で、同じことを民間にやれというのは無理ではないですかということです。

上之蘭: 大学は国立大学法人に、核融合研は大学共同利用機



左から石塚氏と近藤氏

関法人に、また国の研究機関は独立行政法人になった。それによって予算は細切れになり、ばらばらになって、アイデアもばらばらになってしまった。

近藤：そして、2005 年ぐらいにだいたい日本の機器製作の分担というのが決まりましたが、日本の機器分担を考えると、重電・重工7社自体が多すぎて、もう核融合をやめようという会社も出てきています。

現状は、軽水炉が世界的に復活してきていますので、各社とも海外での軽水炉の受注が増え、ほとんど各社とも主力工場は軽水炉に取られてしまっています。おそらく今は、日本の国内企業がもしITERで協力するとなると、自社以外で工場を確保しないといけないかもしれません。

本来は LHD の後の 10 年後に ITER の建設ということで、2000 年にもう建設着手だったはずなのですね。それが国際協力、国際交渉といった長期にわたる停滞があったために建設開始が今年ということになって、実質約 10 年空白になってしまい、その間、各社とも散り散りばらばらになってしまいました。

いまや、JT-60 を建設した当時の技術者はほとんどリタイアしています。LHD を建設したときの技術者も、あと数年で完全にゼロになるのじゃないかなと思っています。

相良：ちょうど 4 年ぐらい前に核融合研究開発基本問題検討会で近藤さんが示されたデータですね（図 1）。第 1 ピークが JT-60 のころ、第 2 ピークはちょうど LHD のころ。新しい世代がここにつながる訳ですね。

近藤：はい、本来なら我々はその間に技術継承をちゃんとやるべく国にも訴えてきたのですが、それもどうもままた

らず、こういう時期になり、技術継承という意味でもちよつとつらいかなという現状です。

ですから、我々はお金がほしくてやるとかそういう意味ではなくて、今までは国の計画に何とか協力しようとしてきました。我々としても、核融合をなぜやっているかという、やはり水素で、自前で供給できるエネルギー源ということがあって、我々も、私もずっと核融合をやってきて、少なくとも 2050 年以降の世界には自前のエネルギーを残してやらないといけないという熱い思いを持ってやってきたつもりなのです。

でも、現状は国際協力という場で技術もばらばらになってきたということもあって、今の日本の産業界はITERが始まるという状況なのですが、諸手を挙げて我も我もというような状況ではないと思っています。

岡野：人材確保と技術継承が困難になっているということですね。

藤田：私はメーカーじゃないのですが、やはり外から見ていると、いわゆる技術の伝承という意味で、発注がなくなると会社としてももうそこにいつまでもそういう人を置いておくわけにはいかないの、どんどん別の分野に配置換えしてしまう。すると、1 回外したものは、次に、将来的にいくら ITER のある部分を作ることになったとしても、もう集められない。そこでもって技術の伝承というのがパタッと途絶えてしまう。それは本当に憂慮すべき事態だと思います。

岡野：現在、厳しい状況にありますが、やっと ITER やブローダーアプローチプロジェクトがスタートしました。現状

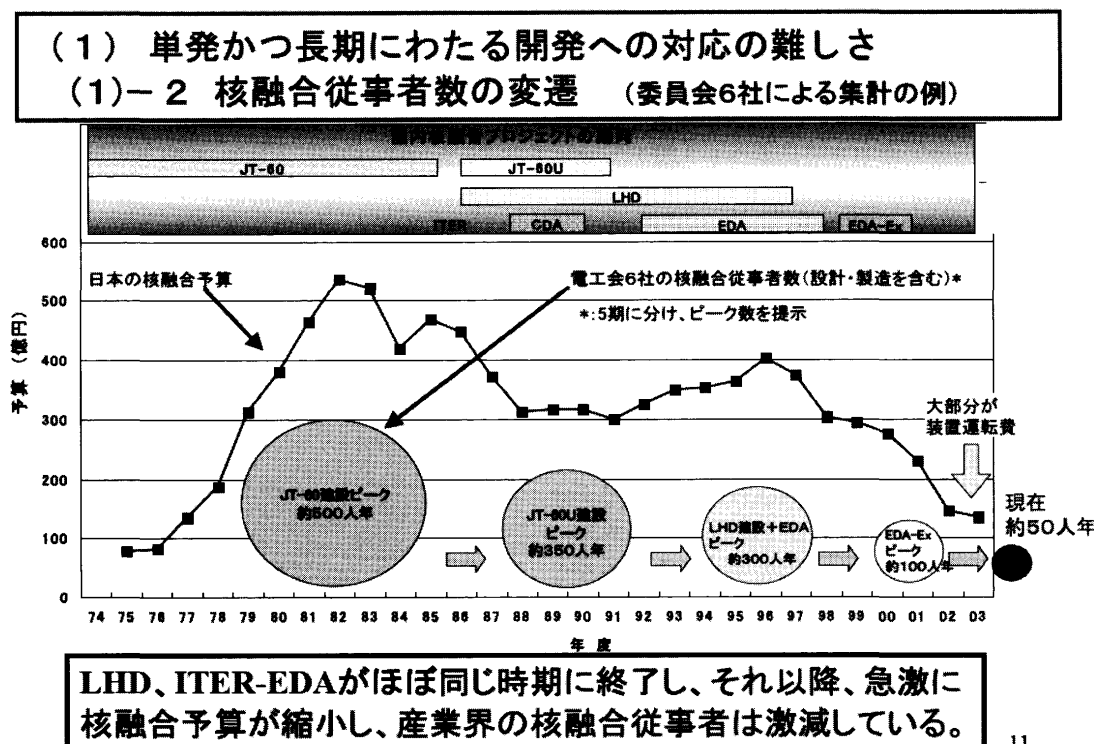


図1 日本の核融合予算と従事者数の変遷
(原子力委員会 核融合専門部会 核融合研究開発基本問題検討会 (2003年11月12日)
資料「核融合研究開発に関する産業界の考え」より)

を踏まえ今後、核融合研究開発をどのような進めていったらよいのかなどについてお話いただきたいと思います。

近藤：核融合開発を進めるためには、まず今、技術者をちゃんと立ち上げることが重要とおっしゃっています。少なくとも我々、核融合をやっている者は、発電実証をまずできないといけないと思っています。発電実証というのが原型炉ということになっており、それを仮に、例えば2030年か2040年かわかりませんが、そこで必ず成功させるのだということをやまず原点にして、逆算して詳細なロードマップ、それまでにどういった開発をしてきたか、じゃあ、これから何をやりたいかというのを早急に出して詳細なロードマップを作って、そして人を集めていくしかないと思います。

石塚：次の原型炉についてもなかなか全貌が見えてこないというような状況の中で、産業界は非常に苦しい状況が来た。やっとならば、少し先が見えてきたという状況になってきたのだなあというふうに私は思っています。

先ほど、近藤さんが指摘されたようにロードマップは必要であり、政府に対してロードマップをもって、年ごとにちゃんと計画とお金がつけていけるということをやっていたきたいと申し上げているわけです。

原産では、今後の核融合開発のあり方について、井上信幸先生を座長として核融合開発検討会を設置して、ずっと検討してきました。

実は、井上信幸先生はこの報告書ができる最後のころに亡くなられたのですが、報告書の最後に先生の後書きがあるのです。私はこの後書きを先生の遺言のように一生懸命いつも読むのですが、まさに井上先生が持っておられた最近の状況をめぐる危機感、それから最後に今後の展望を書かれています。

すでに皆さんがおっしゃられたとおりで、やはり核融合の開発とそれを支えていく技術、そういうものを、展望を持って具体的に計画を作っていかなければいけないのだ、そういうことだと思うのです。

ちょうど今、核融合エネルギーフォーラムで岡野さんを座長としたWGでロードマップを作っておられますね。

岡野：ええ、産業界からの要望に沿って詳細ロードマップを今、核融合エネルギーフォーラムで、原産からの委員も含めて作っているところです。

近藤：文科省に対しては、我々がこのままロードマップを明確にして、現状、ITERでやればすべて済むというような考えではなくて、ITERで本当に日本がエネルギーを需給する上で欠けているものと得るものをちゃんと明確にして、本当に欠けているものが、ロードマップを引いたときに優先順位として高いのであれば、それを国内計画でやるべきで、ロードマップに沿って優先順位をつけて開発していくべきだ、ということは我々も言いました。

研究機関と産業界が、どういう役割分担でやればいいのかも含めて、ロードマップを早急に作ってくださいということを言っており、原産のほうからも産業界のメンバーが今、2人入っています。

岡野：ロードマップはもうほぼできています。それをベース

に人材がどれぐらい今後必要かというものを作ろうとしています。

上之國：ロードマップというのは、ねらいは何になっているのですか。ロードマップの節目は何になっているのですか。

岡野：ロードマップの節目は、当面の目標は2030年代に原型炉を本当に作れるのかと。作れるとしたら逆算して、いつまでに何をやらないといけないのかというのをロードマップとして書いています。

上之國：この壁をクリアしないとだめだから、これをおかないとそのときに間に合いませんよという、高いターゲットが示されておるのですか。

岡野：はい、それは示されています。

技術的な確認を何年までに、例えば材料だったらこれをクリアするかプラズマだったらそれをクリアするか。

【核融合技術はどう考えるか】

岡野：ところで、技術の挑戦について、レーザー核融合研究に協力されている晝馬さんは経営者の観点からどう思われますか。

晝馬：JT-60の苦労話を聞くと、あれだけ理屈がわかっているのに、さらに理屈でわかるようにするのは無茶だと思うのです。本当にわからんことをやるなら、理屈抜きに、しくじったことを基にしてやってみることで。

私は大阪大学のような大きなレーザー核融合ではなくて、工場で使うぐらいに小型にしようと思っているのですが、大学の先生からは、そんなことできつくないって言われました。とにかく歯を食いしばってやれば、できると信じることで。

岡野：小さいところから試しにやってみるっていうのは大事なことだと思います。ただ、核融合は、試しにやってみるには高くなりすぎたので、絶対確実なものでないと作れなくなってきたのが、今の停滞に繋がっているかなという気もするのですが。

上之國：それに関連して、米国GA社の大河千弘さんがOHTE（オオテ）というプロジェクトを持って、一口乗らないかと、電中研にもってこられたことを思い出しました。

私は、それはプラズマ屋さんとしてはおもしろいかもしれないが、電中研としては、ユーザーの研究所ですから、この研究に乘れないと思いました。その理由はなぜかと言うと、磁気閉じ込めのためのマグネットを中へ入れる設計だったからです。磁場さえ強くしたら核融合できるだろうというのが、OHTEの計画だったのです。

我々としては、それは物理現象として可能性はあるかもしれないが、それを使って発電を狙ってやっている我々は乗れないと申し上げました。

近藤：いま実際にJT-60の改造では真空容器の中に銅のコイルを入れるという計画になっています。

それでも技術的にはJT-60では成立すると思うのですが、では実用炉で放射化した時にどうかと考えたときには、クエスチョンマークを持ちます。

上之國：私が言いたかったのはそれです。放射化の問題です。

トカマクでは、材料選択1つにしても、低放射化の問題にしても、その後の使った材料の処理の問題にしても、解決策はみつかっていない。

近藤：それは核融合共通の課題で、レーザーも同じです。結局、構造物の放射化が問題という点では同じです

上之菌：ITERをやっていった結果として、ある程度は確認できるのでしょね。じゃあその材料の二割増しか三割増しで原型炉ができるか？と伺うとね、なかなか、超えるべき壁は高い。メーカーさんなら一番よく知っていられっしょう。

そういう議論が全然されていない。しかし、核融合は実現するっていうことを証明しなければいけない。

近藤：たとえば、プラズマ制御の要求からすごい精度の十何メートルあるマグネットを使わないといけないとか、そういうのは実用化が難しいと思っています。

要は汎用技術で汎用の材料で、調達できたものでちゃんと核融合ができないと実用化できないと思っています。原型炉に行った時に、そこでのコスト競争力が他のエネルギー源に比べて無ければ駄目なのです。

上之菌：今の技術のレベルとしてコスト比較とかができれば理想的です。できないとしても、次善の手として、ここまですら容認できる、とか、相当前から証明していく努力が必要ですね。そういうものが社会に入ってくるには数10年かかります。

近藤：確かに我々としてはできるのであれば、やりたいのですけれども、企業が独自の資金でやるにはあまりにも膨大なお金がかかりすぎます。

岡野：トカマク方式にしても、超高性能コイルを使用するのでなくて、汎用技術で対応できるコイルでできるような原型炉でないと他のエネルギー源にコスト競争力で勝てない、ということですね。

石塚：核融合開発は、これから100年近い時間がかかる国の研究開発です。原産の検討会では、これに民間として何ができるかということを検討してきたわけです。今の時点においては、核融合は民間自らの責任において事業計画を構築する段階に至っていない。

これまで民間がやってきたことは政府が行うべきことに

協力してきたというのが事実です。

本来、上之菌さんがおっしゃったように、核融合の路線としてはこれでいいのかということ、国がきちんと考えていくべきと私も思っております。

田中：今、石塚さんが二つ定義されたと思うのです。1つは、国の路線にそって産業界がどういうふうにな核融合研究をサポートできるのかというやり方。

それともう一つは、例えば浜松ホトニクスのように、自分の会社が意志をもって自分でやるという形。それもあっても良いのじゃないかと。将来にわたって、若い人たちの意識を繋いでいこうと思ったらやっぱり両方いるのだと思います。

【これからの開発をどう進めていくか】

石塚：今まで日本の国の技術開発の多くが、いわゆる商業化段階で失敗しています。

なぜ失敗しているかというと、研究開発段階では100%のものを求めて、かなり大きなお金をかけて政府がやっていたが、商業化段階になれば、もっとコンベンショナルなもので、もっと安く安定的なものにしないといけない。その段階でいつもなかなかうまくいかなかったというのが今までの経験なのです。

核融合開発はお金がかかるので、予算的な制約の中でもっと実業的な、要するに、現実的な考え方で次の段階を考えるという時期に来ているのじゃないかと。

つまり、そうすると、今までの研究段階と違うことをやるべきじゃないかなあというふうには私は思うのです。産業界の参加という意味では。

晝馬：以前、小柴さんが「ニュートリノは全然使い物にならん」と言ったので、私は、「ニュートリノで地球をトモグラフィすれば、どこに油があるかわかるじゃないか」と言ったら、うんと怒られました。

ニュートリノは物質と反応しにくいので、測るには、せめて測定効率がパーセントぐらいにする必要があります。それには1ccで10億トンぐらいの目方がある物質をどう作るのかということですが、どこの大学の教科書を読んだって、そんなことは書いてありません。



左から岡野、藤田、田中、上之菌、の各氏

トカマクでも理想的なものを作れと言うと、難題が出てくる。それを、今の技術でそんなものはできませんと威張っているのはどうかと思います。技術があれば必ずできる、問題はいつできるかだけだという望みを持ってやっていると、いくつか新しいもの見つかってきます。そういう精神というか魂を揺り動かすようなリーダーがいないと後継者の養成はできません。お金がなければ後継者なんてできません、なんて言っているようではだめです。

上之菌：産業界の人は、その周辺で何でもできると思います。その気になったら、そういう、優秀な人材を確保し養成しておけば、やる時に召集令状をだせば、ぱっと集まってくると思いますよ。

岡野：これからは、いよいよ召集をかけたいと思っている時期になるわけなのですが。

上之菌：ただ、さっき、おっしゃいましたけれど、一度、技術者を分散させたら集合は難しいでしょう。だから、集められる範囲で置いて、しかもメインにそういう人材はチャレンジするテーマがなくては駄目なのです。

それで、メインの仕事はこっちやっておくと、暇なときにこれを研究しておけとか、その人が喜ぶ仕事も与えてね。

近藤：最近、会社の経営の仕方がだいぶ変わってきております。まず研究開発にしても、社内的にも予算申請の段階で、投資対効果が問われます。これも、せいぜい3年先とかで回収しようとするのです。

藤田：お聞きしていて、ちょっと教えていただきたいことがあります。例えば、時々国としての方針とかその国策として、あるいは、そのロードマップにしても「国が認めてくれなければ」というような言葉もたびたび出てきますね。

そうした時に国といっても結局は我々ではないか、つまり、例えば核融合会議、あるいは総合科学技術会議、どこがやるのか知りませんが、そういったところになぜ我々の本当の気持ちが伝わらないのだろうか、それが非常に気になって仕方がないのですけれども、その辺は何か良い手はないのでしょうか。

上之菌：がんばる先生にがんばってもらうしかないでしょうね。信念をもっておられる人が必要です。

近藤：1つ考えがあるのですけど。例えば、国で一つの組織を作り、そこで物を作って尚かつ研究もずっと行う、それが例えば核融合、この10年間はITERあるのだったらITERで機器製作をやるための研究者を集めてやっていく。そしてその核融合が終わった後には、加速器とか他のプロジェクト、国のプロジェクトが始まれば、その開発をその組織でやる。

そういう大型プロジェクト技術としては、かなりいろいろあります。そういった中で、開発段階の国の計画というのは、全部をその組織が引き取って実施すれば、かなりの人材がそこで育成されて、今後やっていけるのかなと思うのです。

藤田：今おっしゃったことに関連して、核融合科学研究所のアーカイブ室でハードウェアについてのアーカイブもやっていこうという動きがあります。装置の写真なんかも残して行こうと。

岡野：近藤さんのおっしゃったのは、資料だけでなく、人も。

近藤：人材も、です。

上之菌：ただ、不安な点として、それが終わった時に帰るところがあるかどうかという点ですが。

近藤：私が考えているのは、そういう組織を国が作り、その組織が国の大型プロジェクトすべてに対応する。国のプロジェクトでは何かが立ち上がれば何かのプロジェクトがなくなるというような予算構造ですから、核融合だけのために集めるのではなくて、国のそういった物を作るプロジェクトはその組織が全部対応するというやり方にすればいいのではないか。そしてその組織で技術継承も実施するようにする。

例えばその中で核融合において発電実証に見通しが出てくれば、それは当然今度は産業界が技術を当然引き取らなければいけないと思います。

岡野：将来の可能性としてですが、そういう方向もありえるかもしれないですね。

今日は長時間本当にありがとうございました。

出席者の紹介（五十音順）

石塚昶雄（いしづか のぶお）

1968年早稲田大学法学部卒業。同年、(社)日本原子力産業会議に入所。2004年同会議常務理事・事務局長に就任し、現在、(社)日本原子力産業協会(2006年4月組織名変更)常務理事。2007年より科学技術・学術審議会専門委員(核融合研究作業部会)。2008年同作業部会タスクフォース就任。趣味は、ヨット、つり、山歩き。今年の夏はヨットで三宅島へ。

上之蘭 博（かみのその ひろし）

財団法人 電力中央研究所 名誉特別顧問。超伝導エネルギー貯蔵研究会 会長。愛媛大学工学部電気工学科卒。工学博士(京都大学)。昭和28年、四国電力株式会社入社。電中研においては、電力研究所長、情報研究所長など歴任後、平成7年に専務理事に就任。また実用核融合炉検討会の主査などとして、電中研における核融合研究の基盤を構築。電気学会・電力賞(昭和56年)、同学会・電気学術振興賞・進歩賞(昭和43, 46, 52年)、同・著作賞* (平成18年)、科学技術庁長官賞・研究功績者(昭和58年)などを受賞。著作は、超伝導発電機(*を受賞)、新送電技術(共にオーム社)など。

近藤光昇（こんどう みつなり）

1980年3月、広島大学工学研究科材料工学修了し、同年4月、東芝入社。東芝入社以来、原子力事業部にて一貫して核融合開発に携わり、現在、ITER、JT-60SAのプロジェクトマネージャーとして従事している。大学では材料工学を専攻したが、入社して核融合部門に配属されると専門外の核融合ロボット開発に携わった。1992-95年に原研・那珂研(当時)に出向し、ITER工学設計段階のITER国際チーム立ち上げ時にメンバーとして参加した。現職は、原子力事業部新技術応用システム技術部 担当部長。

晝馬輝夫（ひるま てるお）

1926年、静岡県浜松市生まれ。1947年、浜松工業専門学校(現静岡大学工学部)卒業。1953年、浜松テレビ株式会社設立に参画と同時に取締役に就任。1978年、代表取締役社長就任。1983年、社名を浜松ホトニクス株式会社に変更。2004年、代表取締役社長兼会長に就任・現任。他に(財)光科学技術研究振興財団理事長、(財)浜松光医学財団理事長、(学)光産業創成大学院大学理事長を兼務。科学技術庁長官賞、藍綬褒章 SPIE ビジヨナリー賞他を受賞。

<座談会担当>（五十音順）

岡野邦彦（おかの くにひこ）

(財)電力中央研究所 上席研究員。東京大学大学院 新領域創成科学研究科 連携講座教授。1984年東京大学工学系研究科 博士課程修了(工学博士)。2002~05年度、本学会理事。研究分野は定常トカマクの理論研究、核融合動力炉概念設計研究、革新的エネルギーの社会経済的解析など。最近は今後のエネルギー問題における運輸部門電動化にも興味を持っている。趣味は天体写真撮影で、2007年に米国 SBIG Award for Excellence in Astronomical Imaging を受賞し、日本人初の SBIG Hall of Fame 入りを果たした。

相良明男（さがら あきお）

専門は核融合工学。名大原子核工学専攻にてニュートロニクス、イオンビーム解析を経て、LHDにてプラズマ壁相互作用における物質移行物理工学と炉システム設計統合。現在はヘリカル炉 FFHR の設計統括、炉エネットワーク世話人など。これらとスキー、カヤック、浪曲鑑賞とのベストミックスが当面の課題。名大プラズマ研を経て核融合科学研究所・教授、2008年より炉工学研究センター長と Fusion Eng.& Design 誌のエディター。

田中和夫（たなか かずお）

「核融合の歴史を遺す座談会」にて紹介。

藤田順治（ふじた じゅんじ）

「核融合の歴史を遺す座談会」にて紹介。