

大学共同利用機関法人 自然科学研究機構  
核融合科学研究所

# NIFS NEWS

No.204



2012  
FEB/MAR

研究最前線 …… 2-3

「成長する島、消える島～プラズマの中の「島」の振る舞い～」 成嶋 吉朗

NIFS滞在記 …… 4

「NIFSでの研究生活」 バレンチン・チザール

特 集 …… 5

「平成23年度総合研究大学院大学アジア冬の学校(AWS2011)」 石黒 静児

特集 退職にあたって …… 6-11

「退職にあたって」 宇田 達彦

「これまでを振り返って」 熊澤 隆平

「けろっと忘れていました」 佐藤 元泰

「42年間の研究生活を振り返って」 東井 和夫

「振り返って考える」 成原 一途

「思い出の断片」 尋喜田 泰幸

「退職にあたって」 加藤 丈雄

トピックス …… 12

「Fusion フェスタ in Tokyoのご案内」 「中学生・高校生職場体験」

「原子分子過程データに関するIAEAのコンサルタント会議が開催されました」

「韓国の高校生が来訪しました」

## 成長する島、消える島 ~プラズマ中の「島」の振る舞い~

成嶋吉朗

### 1. はじめに

読者の皆さんは、「島」と聞いて何を想像しますか。椰子の木が生えた南国の島ですか。宮城県松島の美しい光景ですか。それとも大陸から遠く隔てた場所にある無人島でしょうか。世の中いろいろな島がありますが、今回はNIFSニュース・研究最前線ということですので、核融合に関係のある「島」のお話をいたします。

### 2. プラズマの中に島がある!?

実は、プラズマの中にも「島」が存在するのです。といっても、本物の島ではなく、「島のように見える構造」があるのです。LHDプラズマは、超伝導コイルに電流を流して作られた磁力線のカゴを用いてプラズマを閉じ込めています。プラズマを効率よく閉じ込めるためには、その構造はちょうど長ネギの断面のような、入れ子状のきれいな磁気面形状であることが良いとされています(図1a)。ところが、超伝導コイルにごくわずかなズレがあったり、LHDのそばに磁気を帯びた機器などがあつたりして意に反した磁場が存在すると、きれいな磁場構造が乱されて、別の磁気面構造が現れます(図1b)。この構造、よく見るとちょうど実際の島の等高線のように見えませんか。このことから、この構造は磁気島(じきじま:英語ではmagnetic island)と呼ばれています。

さて、この磁気島が現れると、プラズマにはどのようなことが起こるのでしょうか。そのひとつは、「プラズマの性能が悪くなる」ということです。磁気島が現れると、磁力線のカゴの中に閉じ込められるプラズマの量が減ってしまうためです(この原因については後ほどお話しします)。また、ヘリカルとは異なる閉じ込め方式のトカマクプラズマでは、磁場配位を破壊する原因になることもあります。ですので、一般的にはこの磁気島を抑制、

もしくは除去する必要があります。そのために、磁気島が研究されているのです。

### 3. 実験で観測される磁気島

それでは、この磁気島は、いったい実験ではどのように観測されるのでしょうか。磁気島が無いときのLHDプラズマの温度分布は図2aのような、きれいな山の形をしています。一方、わざと磁気島を大きくしてみたときの温度分布が図2bです。山の中腹に平らな部分が見えますね。ここに、磁気島があるのです。この二つの図を重ねてみると・・・、磁気島のある部分から内側、つまり大半径の3mから4.3mまでの領域で、温度が下がっているように見えませんか。他の条件が同じだと仮定した場合、この、温度の下がった分だけ、プラズマの量が少ないといえるのです。つまり、磁気島が存在することで「プラズマの性能が悪くなる」のです。LHDでは、このような磁気島が存在しても、プラズマが崩壊することはないので、磁気島の様子を詳しく調べることができます。

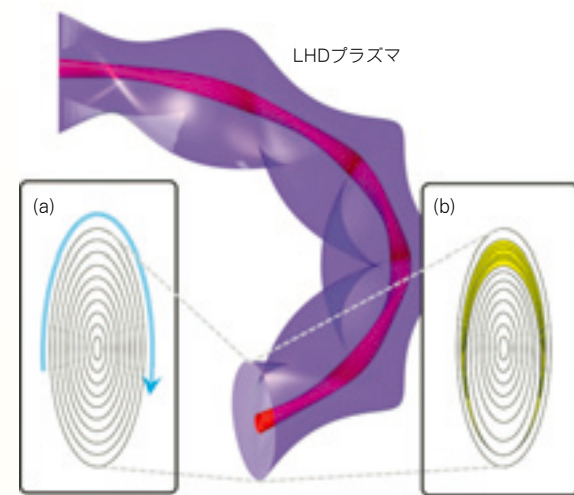


図1 ねじれた形状のLHDプラズマとその断面図。(a)きれいに閉じた磁気面 (b)磁気島構造を有した磁気面 黄色の色付けで示した部分が磁気島構造です。

### 4. 最近分かってきた磁気島の正体

LHDの実験では、10年ほど前から磁気島の不思議な振る舞いが観測されてきました。それは、外部から何の制御もしていないのに、磁気島がひとりで大きくなったり消えたりする現象です。ここ数年の間に、その詳細が分かって来ました。プラズマの $\beta$ 値(ベータ値: プラズマの圧力を磁場の圧力で割った値。 $\beta$ 値が高いほど弱い磁場で高いプラズマ圧力を閉じ込めることを意味するので、高い $\beta$ 値を達成・維持することは効率よいプラズマの閉じ込めにつながります。)が低いときは磁気島が成長し、逆に高いときは磁気島が突然消失してしまうのです。(実は、先ほどご覧いただいたプラズマ温度の図(図2)は、それぞれ磁気島が成長した時と消失した時の図だったのでした。)実験中にこの現象に出くわすと、まるで、プラズマ自身が自分で磁気島を消しているようにみえます。この特性は核融合炉の実現という観点から、とてもよい性質と言えます。なぜならば、効率よいプラズマ、 $\beta$ 値が高いプラズマの生成が求められていて、その時に磁気島が消えてくれるのですから。さて、「磁気島が勝手に消えるので一件落着」というわけにはいきません。磁気島が消える条件を確実に明確にする必要があります。なぜならば想定外の条件で磁気島が突然現れてしまうと、プラズマの状態を制御できなくなってしまいますから! そのような背景のもと、さらに研究がすすめられた結果、ある現象が磁気島の振る舞いに大き

く関わっていることがわかってきたのです。その現象とは、プラズマの「回転」でした。

図1の矢印の方向に、等高線に沿うようにプラズマが回転すると、磁気島が消えてしまうのです。その逆に、プラズマの回転速度が下がると、それまで消えていた磁気島が再登場してしまうのです。当初、プラズマの回転と磁気島の消失は、「卵が先か、鶏が先か、」の問題のように思われていたのですが、注意深く実験をして慎重にデータを解析した結果、プラズマの回転が先で磁気島の変化が後、ということが明らかになりました。LHD以外のヘリカル型の実験装置においても似たような現象が観測されており、今後の研究の進展が期待されます。

### 5. おわりに

普段は耳にすることのない、「磁気島」という言葉を覚えていただければ幸いです。磁気島の実験のためにわざと生成された磁気島は、時にまるで生き物のような振る舞いを見せ、私たちを驚かせたり興奮させたりします。私の名前が「島ヲ成ス」ことを表していることにさえ、何かの縁を感じずにはられません。

(高密度プラズマ物理研究系 助教)

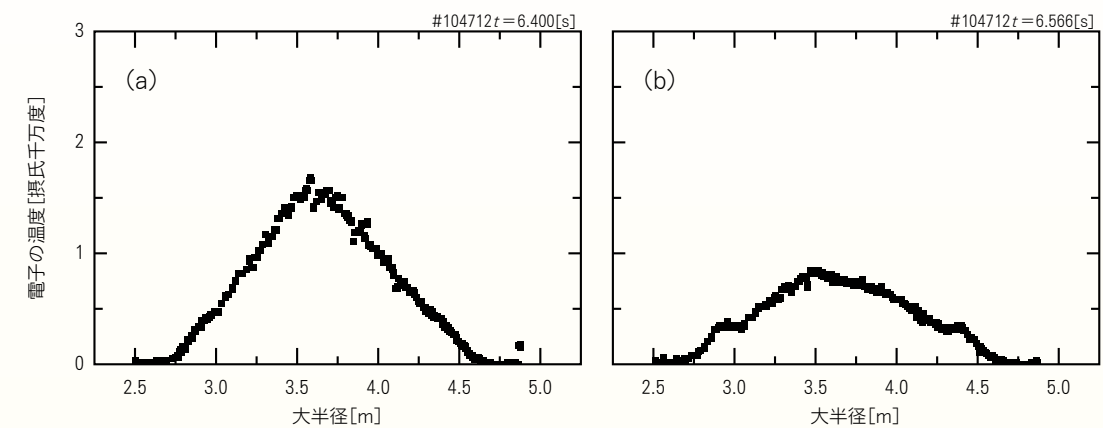


図2 電子温度分布(a)磁気島がない場合 電子温度は勾配を持っています。(b)磁気島がある場合 大半径3mと4.3m付近に平らな部分が見えます。

## NIFSでの研究生活

### バレンチン・チザール

私の核融合科学研究所(NIFS)との関係は、4年前に私の上司のオルガ・イエリゼバ教授がNIFSの室賀健夫教授と私のNIFS訪問についての交渉を始めた時に遡ります。最初に室賀教授と多治見駅で待ち合わせをし、この後の滞在中で使用するようになった実験室と施設を見せていただいたことは、はっきり覚えています。NIFSでは充実した実験と解析を行う素晴らしい機会をいただきました。

私のNIFSでの研究は、日本で開発された核融合炉用材料の、液体金属(Li, Li-Pb)、熔融塩(FLiNaK)などブランケット増殖・冷却材による腐食に関するものでした。構造材と冷却材の両立性は核融合炉の実現に向けた重要課題です。私はこれまで金属-液体金属系の研究を専門としていまして、核融合炉の課題解決に貢献することを目指していました。

フェライト・マルテンサイト鋼(JLF-1)の液体金属(Li, Li-Pb)、熔融塩(FLiNaK)による腐食特性は、温度、腐食時間、流動条件などによって大きく変わります。初めの2回の滞在中ではこれらの系の腐食を広範に調べましたが、特に液体リチウムにおける窒素、酸素、炭素不純物の腐食への効果について調べ、腐食による表面近傍の相変化によるモデルで説明をしました。これはNIFSの近藤正聡助教(当時)との協力によるものです。

昨年の滞在中(2011年8月-12月)では、長坂琢也准教授とバナジウム合金/液体リチウムブランケットへの適用を目標に、NIFSで製作したV-4Cr-4Ti合金(NIFS-HEAT-2)の液体リチウム環境での腐食試験装置の製作と試験を中心に行いました。この中で大変興味深い研究は、バナジウム合金の電子ビーム溶接材のリチウム腐食による強度特性の変化に関するものです。

この試験のため、V-5Ti合金のアーク溶解による高純度小型ボタンを東北大学で複数作製し、冷間加工により端栓を作製し管材と電子ビーム溶接を行いました。出来上がったバナジウム合金試験カプセルを用いてリチウム中の腐食試験を行い、バナジウム合金と液体リチウムだけの環境での、リ

チウムによるバナジウム合金の表面変質による強度変化を明らかにしました。

4年間に亘るNIFSの方々との共同研究は、Journal of Nuclear Materials, Fusion Engineering and Design, Corrosion Scienceなどの学術雑誌に発表されています。

日本は伝統と近代化が調和を持って融合している大変興味深い国で、NIFSで仕事をする傍ら、いろいろな社会的活動にも参加しました。機会を見て、日本と日本人を深く知ろうとしました。日本ではどこへ行っても楽しく、人々との出会いも良い思い出となりました。日本は私にとって2番目に大事な国となり、NIFSは私にとって最高の研究所です。

NIFSそして日本を訪問する機会をくださった室賀教授、長坂准教授、相良明男教授に深くお礼を申し上げたいと思います。また、研究をサポートくださった炉工学研究センター(当時)、核融合システム研究系の方々、そしてNIFSの皆さんにお礼を申し上げます。

また一緒に研究ができる日を楽しみにしています。

ウクライナ科学アカデミー・物理機械研究所  
科学研究官

(日本語訳：核融合システム研究系  
研究主幹・教授 室賀健夫)



アーク溶解で作製した高純度V-5Ti小型ボタン  
(左は長坂准教授、右が本人)

## 平成23年度総合研究大学院大学アジア冬の学校(AWS2011)

### 石黒 静 児

平成24年2月14日から17日まで総合研究大学院大学(総研大)アジア冬の学校が核融合科学研究所(NIFS)で開催されました。海外からは中国、韓国、インド、台湾、イギリス、ドイツ、フランス、イタリア、ロシア、ベルギー、ハンガリーの11の国と地域から29名、国内からは9名の総計38名の参加がありました。金子修副所長の「プラズマ物理及び核融合エネルギー研究について講義を通じて、多くを学ぶことを期待する。」という歓迎の挨拶の後、研究所ロビーで記念撮影が行われ、講義に移りました。

講義では、プラズマ・核融合に関する物理、実験研究の基礎、理論、シミュレーション及び超伝導技術などが取り上げられました。また、宇宙科学専攻の講師による宇宙プラズマに関する特別講義も行われました。

3日目の午後には、大型ヘリカル装置(LHD)の見学、バーチャルリアリティ(VR)装置CompleXcopeでの3次元仮想空間体験が行われました。LHD見学では実際の大型装置とともに過去に作られた装置なども見学し、VRでは、参加者一人一人が実際に装置を操作してVR空間を移動しながらシミュレーションデータの解析を行うなど、貴重な体験をしました。総研大生をはじめ、NIFSで活動している学生や研究者と参加者のポスター発表会も2日目に行われました。これは、核融合科学専攻で学ぶ総研大生の研究活動を理解してもらうとともに、参加者とNIFSスタッフとの交流を図ることを

目的として行われ、多くの参加者を集め活発な議論が行われました。

この総研大アジア冬の学校は総研大物理科学研究科の5専攻の教育・研究活動を国内外の学生や若手研究者に広く供するために、平成16年度より開催されています。本年度は、「世界を眺める新しい目」を5専攻共通テーマ、「未来のエネルギーに向けたプラズマ物理と核融合科学の新基軸」を核融合科学専攻のサブテーマとし、例年と同様にシミュレーション科学教育講座との共催として行われました。

参加学生の中には総研大への進学希望者もあり、総研大及びNIFSの活動を内外に知ってもらうための企画として重要な役割を果たしています。

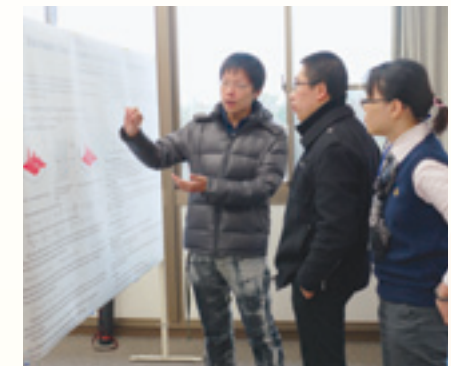
(基礎物理シミュレーション研究系 研究主幹・教授、  
総合研究大学院大学・物理科学研究科・核融合科学専攻/併任)



LHD本体棟の見学



研究所ロビーでの記念撮影



ポスター発表風景

## 退職にあたって

宇田 達彦



平成6年10月に核融合科学研究所に着任してから、この度、定年を迎えました。着任当初は名古屋大学の東山キャンパスでして、高校生の頃その近所に住んでいたのが懐かしい思いもありました。翌年の1月17日の早朝、あの阪神淡路大震災の長い揺れで目を覚ましました。その時の印象が深い訳は、当日、大阪方面へ実験のため出かけることもあったからです。そして16年後、東日本大震災に見舞われ、これに輪をかけるように起きた原子力発電所の事故災害には沈鬱な気持ちにならざるを得ません。人間の力ではいかんともし難い自然災害にいかに対応していくか、特に巨大科学システムと安全について大きく問い直す契機になったと思います。対応が簡単ではないことは勿論ですが、ことの重要度に応じた想定が必要だと感じます。

話を遡りますと、私は大学院に進んでから放射線に興味を抱き、大学の原子炉実験所で放射線防護や管理について学びました。この分野は放射線測定、生物・環境影響などの境界領域と言えますが、全体を深く理解するのも難しくなります。そこでは自前で製作した装置を用いて、放射線線量計の特性を調べる実験をやったことなど思い出します。

就職してからは企業で原子力に関わる研究開発に従事しました。当初は企業も研究用の原子炉を持っていましたが、やがてそうした時代は薄れていきました。その後、日本原子力研究所などでトリチウム計測や国際熱核融合実験炉に関わる安全性の検討に参加し、核融合との関わりが深まってきました。核融合科学研究所に着任してからは、安全管理センターの業務に関わる中、排出気体処理用の触媒や吸湿材の開発、環境放射線の測定、施設電磁環境の測定などに携わってきました。ここでこれまで大きく変わったことは、全国の大学などの研究者との交流の機会が格段に広がったことでした。共同研究世話人を通して、放射線安全、

環境や生物影響を含むトリチウム理工学、炉システム安全、電磁環境分野などの研究者との出会いがあり、貴重な経験となりました。もう一つ忘れてならないことに、地元の教育者との交流があります。特に夏の野外測定が印象に残っています。共同研究のうち放射線安全については放射線施設を有する大学などの研究者を交えた研究会などの活動を通して学ばせていただきました。電磁環境については当初このようなことに関わると予想しなかったのですが、共同研究者の強い支援を得て今日まで続けることができました。大型ヘリカル装置で代表される磁場閉じ込め実験施設では、その名の通り強い磁場発生装置を使い、またプラズマ加熱のため高周波発生装置などの電力機器を使います。電磁界は身の回りにいくらかあるものですが、施設の特異性を鑑みそうした電磁環境について研究会を立ち上げるから世話人という誘いが着任早々ありました。始めてみると、この分野の研究が時宜を得ていたせいか、調査委託を受けるなどしたため、国内を代表する工学や医学生物関係の専門家を招いた研究会の開催もいたしました。また、測定器を揃えるための経費が特に認められ、実際に施設環境の測定を行うことにしました。この過程で単発的かつ変動する環境を通常のモニターで測定するのは難しいことが分かり、連続的に測定できるシステムを技術部の協力も得て作ることができました。安全という観点からは、対象とするものの環境レベルと変動状況を把握し、何も起こらなくてもデータの積み重ねで些細な変化が見えてくる場合もあり、継続性が大切だと思います。

これまで多くの方々との出会いがあり、多大のご支援を賜るとともにいろいろ経験させていただきました。ここに感謝の意を込めて結びとします。

(装置工学・応用物理研究系 教授)

## これまでを振り返って

熊澤 隆平



昭和50年に名古屋大学プラズマ研究所に奉職し、研究生活がスタートしました。当時の所長高山一男先生が強力に推進していた「高周波プラズマ動的制御封じ込め計画」に参画しました。就任当日、その計画のリーダーの佐藤照幸先生に付き添われて高山所長に挨拶に行き、大いに激励されたことを今でも鮮明に記憶しています。その開放端閉じ込め装置において、高周波閉じ込め及びイオンサイクロトロン加熱の研究を行いました。当時はこれと同じく副計画であるバンピートラス、それと主計画であるトカマク実験の大きな3本柱で研究が遂行されていました。フライホイール電源を共有していたので実験は4週間毎(トカマク実験は隔週)でした。土曜日も実験が出来た事や実験研究者が少なかったこともあり、数多くのプラズマ実験が出来ました。今日LHD装置では、多くの研究者が実験に携わっておりかつ実験日の制約があるのですが、振り返って見ると存分に実験が出来たかなという思いです。「高周波プラズマ動的制御封じ込め計画」が終了した後、長期海外派遣でカダラッシュ研究所(フランス)のTore Supraの実験に参加しました。プラズマ熱負荷除去のために水冷却チャンネルが真空内に多数設置しており、プラズマ電流崩壊の度に接合部が破壊して水漏れが発生し、実験が度々中断しました。プラズマ定常維持の困難さを実感しました。滞在中に高周波加熱源の調整、アンテナ構造の知識がそれからの研究に大いに参考になりました。帰国後にコンパクトヘリカルシステムで速波イオンサイクロトロン波加熱実験を行い、短時間ですがプラズマを単独生成維持することに成功し、次期大型ヘリカル装置(LHD)でのプラズマ生成維持への大きな自信となりました。余談ですが、核融合科学研究所の土岐市への移転が決まった直後に、名古屋大学と現在の土岐サイトの丁度中間(春日井市高蔵寺)に移住しました。そこから庄内川に沿う通勤路では、四季折々の景色(桜、つ

つじ、新緑の木々、紅葉そして稀に雪景色)を堪能しました。

核融合科学研究所では、LHDにおけるイオンサイクロトロン波加熱による定常プラズマ維持の準備研究としてハードウェアの開発に従事し、高周波加熱源の大電力・定常の出力を達成しました。この知見はITERに代表される核融合炉の加熱源として十分資するもので、近年ITERからより高い周波数領域での大電力試験を依頼されました。また定常イオンサイクロトロン加熱時には反射電力が増大することを想定し、実時間で負帰還制御可能な液体スタブチューナーを開発しました。この液体スタブチューナーは後述する長時間プラズマ維持実験において、多大な役割を果たしました。さらにアンテナ及び電力伝送システムの長時間・大電圧総合試験を実施し、LHDでの定常大電力加熱プラズマ維持への最終試験が終了しました。LHDにおけるイオンサイクロトロン加熱実験ではその最適条件を決定し、定常プラズマ運転を実施し、プラズマ維持時間54分、加熱入力エネルギー1.6GJの世界最高値を達成しました。この時、ダイバータ熱負荷を分散させるために磁気軸を掃引する方法を採用しました。加熱電力に比例して電子密度は増加し、核融合三重積も増大します。今後は大電力(3MW程度)での高性能プラズマの定常維持を目指して更なる研究の進展を期待します。

名古屋大学エネルギー理工学専攻に長く在籍し、学生さんと楽しく研究出来たこと、他分野の研究を垣間見た事等とても素晴らしい経験でした。

最後に名大プラズマ研究所と核融合科学研究所で、長きに亘って大過なく勤めることが出来ました。先輩、研究所所員それからお世話になった多くの方々へ感謝し、深く御礼申し上げます。今後も核融合科学研究所、核融合研究の発展と皆様のご活躍を祈念いたします。

(プラズマ加熱物理研究系 教授)

## 「けろっと忘れていました」

佐藤元泰



「けろっと忘れていました。」と云うことばかりで、皆様にお守りしていただきながら、どうやら定年。

人生、楽しいこと、困ったこと、いろいろあるが、よくよしても始まらない。

全てを忘れて、今と未来に生きる。それだけ。

わたしの研究生生活は、つまり大学院生活は大学に残らない限りヨットを続けられないという切羽詰まった状況から発したものである。京大の超高温プラズマ研究施設、そのヘリオトロンD 装置に、夕方6時過ぎに出てきて、ICRHをやっていた。

あの頃は、主な計測法はオッシロスコープとポラロイドカメラだった。3分に一回の放電周期に合わせ、プローブか何かのパラメータをちょっとずつ変えて、データを取ってゆく。その3分の使い方が大事だった。放電10秒前のビビビというブザーで目を覚まし、シャッターを押す。ポラロイドを抜く。10秒こすって、台紙に貼る。ヘリポットなぞを廻してパラメータをセット。そして、カメラに額を押しつけ、次のブザーまで爆睡。24時を回ると眠くて我慢できなくなる。オッシロの前にボンボンベッドを持ってきて、1時間だけのつもりで横になる。寝返りを打って床に落ちた痛さで目が覚める。もう朝だ！今日こそは昼間から実験と誓って、朝飯に出る。あの頃の宇治キャンパスの食堂は、おばちゃんが、あまり衛生的とは言えない環境で、食事を提供していた。だが、開け放された窓がささやく。「今日はいい風だぞ」という誘惑。この希望的観測には勝てない。9時までだけだと誓って、琵琶湖は柳が崎に今日もヨットを乗りに来てしまう。まだ朝風。9時を過ぎると少しずつ風が出てくる。よし、12時までと誓って乗る。日照につれて風があがって、昼過ぎからが順風。それで、夕暮れまで夢中で乗る。そして、夜の実験が続くのだ。

我が師、飯吉厚夫先生が云われていた「ちょっと考えればわかるだろう」を座右の銘としていると、いつの間にか突破口が開いて来るのだ。有限電子温度を仮定したイオンサイクロトロン共鳴でモード変換が起こり、高密度側にエネルギーが伝送されるというPerkinsの予測をみて、エイやっと実験的に検証して学位をいただいた。ちょっと考える程度しか、時間も体力も残っていなかったのだ。

自分の直感、実際、その勤が正しいかは、わたしにも分からない。独りよがりでも希望の光である。「何とかしなくちゃ」と前を向いて走り続けると、何かが生まれてくることは確かである。原動力は、恐怖をほんのり包んでいるこの光らしい。

「老兵は死なず、ただ消えゆくのみ」  
皆さん、ありがとう。

(装置工学・応用物理研究系 教授)



## 「42年間の研究生生活を振り返って」

東井和夫



退職を控え、これまで42年間の研究生生活を振り返るといろいろ思い出されます。私は、「地上に太陽を作る」という核融合研究の壮さに惹かれ、修士課程でプラズマ核融合の研究室に籍を置きました。1970年のことです。丁度、日本原子力研究所において日本初の本格的トカマクJFT-2の建設が始まっていた時期に当たります。修士課程終了後、同研究所に就職し、JFT-2トカマクの研究グループに加わりました。その後、名古屋大学プラズマ研究所に移り、JIPP T-IIトカマク建設とプラズマ閉じ込め研究に従事しました。1974年から約3年間の装置建設期は、制御システム、コイル類や各種電源の調整・試験や真空リークテストに大部分の時間を費やしました。JIPP T-IIにはトカマクとしては初めてデジタルコンピュータによるプラズマ位置のフィードバック制御方式が採用され、オーミック加熱のみで電子温度が1 keVを超えるプラズマが再現性よく得られるようになりました。集中して行った研究は、電流ディスラプションの回避を狙ったものでした。プラズマ電流の急速な立ち上げと燃料ガス入射を連動させて電流密度分布制御し、ディスラプションを起こさずプラズマ表面の安全係数 $q(a)$  ~2.5を実現しました。当時世界に先駆けて電流駆動MHD不安定性の非線形発展コードを開発した米国オークリッジ国立研究所の理論グループがこの実験結果のシミュレーションを行ってくれたことに感激しました。1981年には、プラズマ研究所の核反応研究計画(R計画)に参加するとともに、JIPP T-II装置の大電力高周波加熱用トカマクJIPP T-IIUへの改造を担当しました。装置完成後、高周波のみによるプラズマ電流立ち上げ実験等を行いました。1987年に文部省の海外派遣研究員として10ヶ月間、ドイツマックスプランク研究所のASDEXトカマクの実験に参加し、優れた閉じ込め性能を持つHモードへの遷移前後にプラズマ周辺部に存在するMHD不安定性が抑制されることを見出しました。この成果がHモード遷移と周辺磁

場構造との関係に注目するきっかけとなりました。帰国後、JIPP T-IIUでの大電力高周波加熱時にプラズマ電流を急速に低下させることによりリミター配位プラズマでも容易にHモードが得られることを明らかにしました。世界最小の円形断面トカマクでのHモードの実現は注目を集めました。その後、アイスレット入射や電流ランプアップを用いた非局所輸送等の実験を行い、1995年9月にJIPP T-IIUの実験を終結しました。一方、1991年からCHS装置においてプラズマ電流を積極的に誘起させることによりヘリカルプラズマで初めてHモードを実現し、1992年のIAEA主催プラズマ核融合に関する国際会議のポストドクトライン論文として発表しました。1993年度から名古屋大学工学研究科エネルギー理工学専攻の客員教官となり大学院生を受け入れることになりました。CHSやLHD装置において、彼らと共にMHD不安定性、周辺プラズマ乱流、高速イオン効果、極低磁場でのプラズマ生成等いろいろな実験を行い、高速イオン駆動の各種アルヴェン固有モードや高周波帯状流、Hモードプラズマにおける周辺乱流やMHD揺動、高周波による遮断密度を超えるプラズマ生成など、数多くの興味深い成果が得られました。

このような研究と並行して、日本学術振興会と中国科学院の支援により2001年から開始された拠点大学方式日中交流事業に参加する機会を得て、多くの友人を得ました。中国の核融合研究に微力ながら貢献できたことを大変うれしく思っています。この国際交流は韓国も含めた3カ国による交流へと大きく発展することを期待しています。

最後に、これまで研究ならびに事務関係で所員の皆様に大変お世話になったことにお礼を申し上げます。また、名古屋大学エネルギー理工学専攻の教職員の皆様、そして私の研究室に在籍した多くの学生諸君に感謝いたします。

(高温プラズマ物理研究系 教授)

## 振り返って考える

### 成原 一 途



私が名大プラズマ研に助手として採用されたのは1976年4月です。この頃すでにトカマクが核融合研究の主流装置になっていましたが、まだ「我こそは」と意欲のある研究者が独創的アイデアを提案しトカマクを超える閉じ込め方式の発見に情熱を燃やしていました。毛利明博先生もその一人で、「銅鉄実験はしない」、「他人のまねをしない」主義を通され、多くの装置を作って奇抜な実験をされておりました。1960年代後半に開発されたテラワット級パルスパワー装置で発生される相対論的電子ビーム(REB)に着目され、「REB入射による環状電流の形成とそれによるプラズマ閉じ込めと加熱」の実験を立ち上げられ、それに私が加わったわけです。都築哲哉さんは先輩で、富田幸博さん、久保伸さんと長谷川満君が後で加わりました。7年近い研究で電流値50kA以上寿命40msのREBリングが作れるようになり、密度分布測定からREBリングの周りにプラズマが閉じ込められていることを確認しました。これはスフェレータの超伝導円環電流をREBリング電流に置き換えた、YoshikawaとChristofilosにより提案されたAstron-Spheratorが実現できたことを意味します。深い磁気井戸による良好な閉じ込め特性が期待されましたが、実験でこれを確認できなかったことは残念でした。この実験は後年トカマク等で重要研究課題となる「非誘導トロイダル電流立ち上げ」実験の一種と見なすこともできます。

核融合科学研究所に改組されてからはトムソン散乱計測(TS)器の開発に専念しました。まず、ASDEX-TSを参考に100Hz空間28点TSを製作しJIPP T-IIUトカマクの電子温度密度を測定しました。

また奇妙な散乱信号から、ミクロン程度の微粒子が真空容器内に存在することを偶然見つけれ

た。LHD-TSには一世代の大仕事として取り組みました。真空容器ポート配置、中性子が光学素子に及ぼす影響、プラズマに関する最大限の情報を得る、などの観点から検討を重ね、「磁気軸を通る主半径に沿った200点からの後方散乱光を大口径ミラーで200本の光ファイバ端面に集光させる方式」を考えました。当時の主要TS分布測定器より桁多い測定点で詳細分布測定を行い磁気島等の存在を明らかにすることを狙いました。耐放射線大口径ファイバ、多チャンネル分光器、大口径分割ミラー、データ収集系等を製作し、平成10年LHD第2サイクル実験から電子温度と未校正電子密度分布測定データを提供し始めました。目論見通り、磁気島などによる電子温度分布上の構造が観測できて感激しました。密度校正には紆余曲折の10年を要し平成22年に完了しました。プラズマの存在領域の見積もりが甘く、実際の測定点数が130程度になったことは残念至極です。将来の中性子の影響は考えずに、ポリクロメータ、レーザ等をLHD本体室に置いて経費を節約し、沿主半径200点測定器に加えて、周辺部20×20=400点の2次元計測器を作り、それでプラズマ境界の研究に集中しておけば楽しい時間を過ごせたのではないかと、これも残念です。中性子による影響は、むしろ、研究対象とすべきでした。何はともあれ、大型の測定器を自由に設計・製作し、LHDプラズマの電子温度分布上の構造を測定できたことは大きな喜びです。このような機会が与えられたことに感謝します。

昨年3月の原発事故は大きな衝撃でした。日々の鋭利で批判的な思考と言葉の重みが問われていると思います。

(高温プラズマ物理研究系 教授)

## 思い出の断片

### 多喜田 泰 幸



研究所での約40年間いろいろなことがありましたが、いざ過ぎてみるとアッという間の出来事だったような気がします。今まさに「少年老い易く・・・」ということを実感しているところです。1972年、当時名工大Ⅱ部の学生だった私は、名大プラズマ研究所に学生の間だけお世話になるつもりで就職しました。しかし、その後のオイルショックの煽りもあり、結局、そのまま働き続けることになりました。継続を決めると技術職員の周りにあった数々の問題に目を向けざるを得なくなり、技術職員の研修、技術職員の組織化等、様々な働きかけをするようになりました。時を経て研究所での合意が得られ、プラ研時代の技術室から核融合科学研究所の技術部へと研究を技術の側面から支える組織ができ、今日に至っています。技術部には今後の更なる技術研鑽による発展を大いに期待したいと思います。

私がこれまでに関わってきた装置はTHE MACH II、

バンピートーラス、CHS、LHD等ですが、バンピートーラスの頃から一貫してマイクロ波加熱(ECH)に関する仕事に携わってきました。紙面の都合で殆ど書けませんが、ジャイロトロンや電源のR&Dで苦労したこと、当初は予算のケアがされていなかった加熱装置用の純水冷却装置を3年がかりで製作したこと等、他にもたくさんありますが、全て懐かしい思い出になりました。最後になりましたが、これまでお世話になった研究所のスタッフの皆さまに感謝いたします。長い間、ありがとうございました。

(技術部加熱技術課長)

## 退職にあたって

### 加藤 丈 雄



私は、昭和46年2月に名古屋大学プラズマ研究所に就職しました。専門的な知識があった訳ではありませんが、計算機室の職員として採用されたことから計算機に関わる業務に就き、今日までの41年余り、計算機とネットワークの運用業務に携わりました。これらの業務を通じて多くの方々との出会いがありました。就職当時の計算機室にはOKITAC 5090Dという名のトランジスタ回路の計算機が設置されており、利用者からの依頼にもとづいてプログラムがパンチされた紙テープを読み込ませて処理を行っていました。その後、計算機システムは4~5年の頻度で大型計算機、スーパーコンピュータと目まぐるしく更新されました。計算機室は計算機センターに昇格し、大学等における核融合研究の共同研究を支援することになりました。この結果、計算機利用者との出会いは全国規模に拡大されました。

遠隔地から計算機を利用するための環境整備にともない、私の業務はネットワークに関したものの

比率が高まり、インターネットが普及し始める頃からメールサーバを始めとした各種サーバやネットワーク運用を担当するようになりました。平成7年度から始まった核融合科学研究所の土岐地区キャンパスネットワーク整備の一環でLHD実験のためのネットワークが整備され、制御棟が完成した頃からLHD実験ネットワークの運用に携わるようになりました。ネットワーク運用はケーブルリングからセキュリティ対策まで幅広く、これらの業務を通じて多くのLHD実験関係者との出会いがありました。

多くの方々との出会い、これらの方々のご協力により定年を迎えることができました。心から感謝します。

(技術部製作技術課材料技術係長)

## Fusion フェスタ in Tokyoのご案内

未来エネルギーとして期待されている核融合の研究を一般の方たちに紹介する『Fusion フェスタ in Tokyo』が、日本科学未来館において平成24年5月3日(木・祝)に開催されます。講演会のほか、ご家族で楽しめる科学工作体験、子供向け科学イベントもあります。皆様のお越しをお待ちしています。

開催日時：平成24年5月3日(木・祝) 10:00~17:00(最終入場16:30)

会場：日本科学未来館 7F(東京都江東区青海2-3-6) 入場無料

特別講演：富野 由悠季 『夢じゃないよカクウゴー』

【アニメーション監督・原作者】代表作：『機動戦士ガンダム』など

[お問い合わせ先]

自然科学研究機構 核融合科学研究所 管理部研究支援課 〒509-5292 岐阜県土岐市下石町322-6 TEL: 0572-58-2040

URL:<http://www.nifs.ac.jp/welcome/tokyo2012/index.html>

## 原子分子過程データに関するIAEAのコンサルタント会議が開催されました

平成24年2月7日~9日、核融合科学研究所にて、原子分子過程等のデータ評価に関するIAEAのコンサルタント会議が開催されました。核融合研究に必要なデータ評価活動は、IAEAのイニシアチブのもとで国際連携により推進されています。本会合は、この分野で最近活動が目まぐるしく進んでいる日中韓の専門家が参加して議論を行いました。



## 中学生・高校生職場体験

核融合科学研究所では、教育連携活動の一つとして、2月1日から3日まで、岐阜県立土岐商業高校・2月2日から3日まで、土岐市立泉中学校の生徒の職場体験を受け入れました。参加した計12名の生徒は、技術部と管理部に分かれて、核融合研究を支える様々な業務を体験しました。



## 韓国の高校生が来訪しました

平成24年2月27日にNFRI Fusion School Japan Tourの一環として、韓国の高校生8名が核融合科学研究所を訪れました。研究所からの核融合の仕組みなどの紹介の後、普段の見学では見ることのない装置を含め、様々な施設の見学や超伝導現象を体験できる実験などを行いました。



大学共同利用機関法人 自然科学研究機構

核融合科学研究所 発行

NIFS NEWS No.204 (2012年2, 3月号)

〒509-5292 岐阜県土岐市下石町322-6

TEL: 0572-58-2222 (代表) FAX: 0572-58-2601

URL:<http://www.nifs.ac.jp/>

E-mail: [nifs-news@nifs.ac.jp](mailto:nifs-news@nifs.ac.jp)

\* 過去のニュースはホームページにてご覧いただけます。

### 《複写される方へ》

本誌に掲載された著作物を複写したい方は、(社)日本複写権センターと包括複写特許契約を締結されている企業の方でない限り、著作権者から複写権等の行使の委託を受けている次の団体から許諾を受けてください。

一般社団法人学術著作権協会 〒107-0052 東京都港区赤坂9-6-41 乃木坂ビル3F

TEL: 03-3475-5618 FAX: 03-3475-5619 E-mail: [info@jaacc.jp](mailto:info@jaacc.jp) 著作権の転載・翻訳のような、複写以外の許諾は、直接本研究所へご連絡ください。