



N!NS × INNOVATION

2024 Winter | Vol. 4

未来エネルギーのための核融合科学を



現代社会で活用する



安原 亮 さん



核融合科学の研究成果は さまざまな分野に応用できる

核融合科学研究所
産学官連携部門長

安原 亮さん



プラズマ状態における核融合反応は、太陽をはじめ広大な宇宙で安定的にエネルギーを生み出し続ける普遍的な現象です。化石燃料の消費による環境負荷に悩む地球にとって、核融合エネルギーはその解決策となる大きな可能性を秘めています。しかしながら20世紀半ばに始まった核融合研究は今まさに成長の最中でまだ多くの課題を抱えており、「地上の核融合」実現までにはさらなる研究が必要です。ただ、それはまた同時に核融合研究から今後も新たな技術や知見が生まれることを意味しています。その技術や知見を、核融合科学にとどまらず幅広くさまざまな分野に応用するために、2023年4月に産学官連携部門が創設されました。部門長の安原さんに核融合科学について、そして産業応用の可能性について伺いました。

地球の未来を支える核融合エネルギーの 実現を目指し研究を重ねる

—核融合科学研究所ではどのような研究開発が行われているのですか？

核融合反応を生み出すためには、プラズマを超高温・高密度の空間に閉じ込め、その状態を長時間維持する必要があります。これを実現させるためには、プラズマを閉じ込める装置の開発、超高温でも耐えうる素材の研究、さまざまな条件の下でシミュレーションを行い、その状態を測定する装置の開発、結果を解析する技術など、数多くの研究が必要です。これらの研究テーマを10のユニットに分けて研究開発しているのが核融合科学研究所です。

1950年代に始まった核融合研究は、黎明期を経て成長期にあるといえます。航空機でいえばライト兄弟が飛行の実証をしたあたりです。皆さんが利用しているような実用的な飛行機に仕上げるまでには、左右の翼の形状をどうするか、エンジンの出力や方式は何が最適か、まだまだ研究

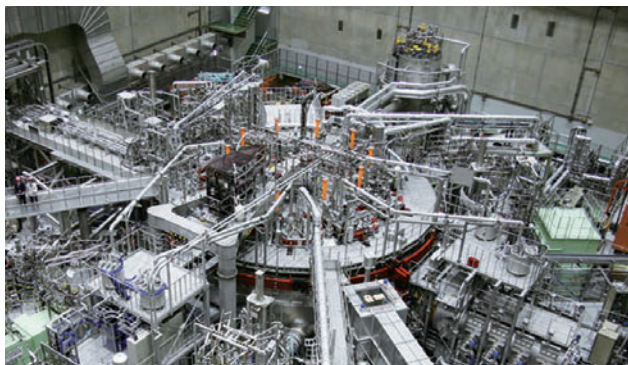
しなければならないことが山積みです。その過程では、なぜ翼が左右にあると飛行機は飛ぶのか、飛行機と鳥との違いは何か、といった学術的な研究も必要になります。

核融合反応を新たなエネルギー源として社会実装するためには、今後さらに何十年という単位での研究が必要になるでしょう。長期にわたり核融合開発研究を推進するためにも、解決すべき課題を一般化することで核融合科学の学際化を進めることが重要だと我々は考えています。そこで2023年度から取り入れられたのがこのユニット体制です。これにより、研究によって得た知見をより広く社会全体のさまざまな分野に生かしていくことが可能になると考えています。

—核融合研究で得た知見を、核融合以外の分野でも生かしていくことが大事だということですね。

そのとおりです。核融合エネルギーを実用段階にもっていくまで研究を安定的に継続していくためには、長期間にわたる社会のサポートが不可欠です。核融合の研究を社会に評価していただくためにも、研究の途上で得た成果を社会に示し、還元していくことが重要だと考えています。

もちろん、最終的に核融合発電が実現し、社会実装されて、少ないエネルギーで安全に電気をつくり出す仕組みが出来上がることが究極の目標ですが、その未来を見据えつつ学術分野を深く追究するために現時点で何ができるかを考えることも大事であり、そのために産学官連携を推し進める必要があると考えています。



プラズマを閉じ込める大型ヘリカル装置 (LHD) の全景

核融合科学で得た研究技術を 広く社会に還元する

——核融合の技術を現代の社会に還元していくというのは、 具体的にどのような可能性があるのでしょうか？

それではひとつ、私自身が行った共同研究についてお話ししましょう。

核融合発電を実現させるためには、プラズマを超高温・高密度の状態でも長時間維持することが重要です。しかしながら高温プラズマ中では何らかの理由により突発現象が起きることがあるため、それを制御することが重要な課題であり、そのためにプラズマ中で起きている物理現象を精密に計測し理解する必要があります。

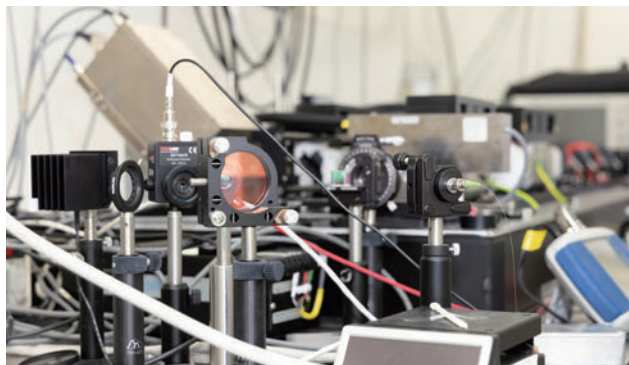
私は、このプラズマの変化を精密に計測するためのレーザー計測装置の研究開発を行っています。現在、実現されているプラズマの温度は1億2000万度です。この超高温のプラズマの中にレーザー光を入射して電子に衝突させるとトムソン散乱光という光が出てきます。そのトムソン散乱光の変化によって温度を計測します。

以前はレーザー光の入射が1秒間に30回くらいしかできませんでした。この回数をもっと増やせば、プラズマ中で起こっている現象をより詳しく捉えることができます。それが研究の課題でした。

レーザー光の入射を高速で繰り返すと熱が発生します。この熱が障害となり高速の繰り返しができなかったのです。そこで発想を転換し、熱が発生する前に計測を終了させてしまおうと考え、これまでの600倍、1秒間に2万回の速さで計測可能な装置を開発しました。

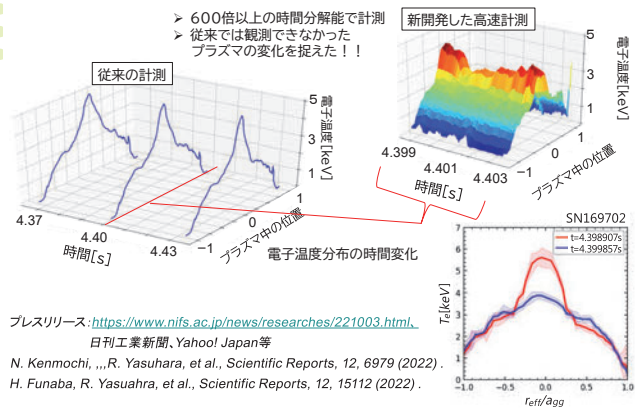
このレーザーの高性能化を研究する過程で生まれた部品に光アイソレーターというものがあります。これは光を一方方向だけに通す素子です。

材料にレーザー光を打ち込むと、そのレーザー光は材料に当たって跳ね返ってきてレーザー光を照射した機器にダメージを与えます。レーザー光のエネルギーが大きければ大きいほどレーザー機器そのものを壊してしまうおそれがあるのです。そこで光アイソレーターの出番です。光アイソレーターは一方方向にしか光を通さないの、レーザー照射器から材料に向かうレーザー光は通しますが、材料に跳ね返ってくるレーザー光を遮断してくれるのです。この光アイソレーターが共同研究に発展しました。



レーザー計測器

プラズマ温度・密度計の高時間分解能化によって、見えなかったものが見えてきた。



新たに開発したレーザー計測装置では従来の600倍以上の速度で計測が可能になり、より詳細なプラズマ中の変化が可視化できる

——核融合研究のために開発したレーザー計測装置。その中の 部品の一部が共同研究の対象になったということですね。

はい。レーザー計測装置以外にも高強度のレーザーで一方方向だけに光を通したいという分野がありました。半導体製造装置です。

半導体製造において、半導体のより微細な回路を描くために近紫外線をレーザー照射するという技術があるのですが、これに光アイソレーターを組み込むことで半導体製造装置の性能をアップさせることに成功しました。現在実用化に向けて共同研究を続けているところです。

——これ以外にも、核融合科学が他分野に応用できそうな例は ありますか？

例えば、核融合反応では超高温になりすぎたプラズマが炉を破損してしまわないように必要に応じて冷却する必要があります。産業界において冷却が必要な場面でもその技術を応用することも可能でしょう。

また核融合研究ではさまざまな条件で核融合を行い、それをシミュレーション解析することで新たな知見を得ているわけですが、その解析技術もまた産業界に生かすことができるでしょう。

プラズマに関する制御技術、計測技術、プラズマを加熱するためにハイパワーな電磁波をつくる技術、超伝導の技術、材料工学、機械工学、システム設計、冷熱機器の設計等、核融合科学研究所で行われているさまざまな基礎研究が産業応用の可能性を秘めていると思います。

——社会に生かせる可能性のある研究を実際に企業のニーズ に結びつけることが大事ですね。

これは私の印象ですが、こちらから研究シーズを提示すると、それを見た企業の方が積極的にアプローチしてくれているように思います。研究シーズをまとめた冊子を配ったり、自然科学研究機構の産学連携のサイトにある「研究シーズ」のページではフリーワード検索などもできますので、それらを窓口に研究シーズをアピールして、積極的にコミュニケーションを取っていきたくと思っています。

産学官連携による民間企業と研究者の交流が より高度な技術を生み、可能性を高める

—産学官連携部門では、どのような取り組みを行っていますか？

準備期間を経て、2023年度に正式に産学官連携部門が発足し、まもなく1年になります。この1年間で3つの活動を推し進めてまいりました。

1つめはプロトコルの作成です。民間企業との共同研究等が立ち上がったときに、核融合研究所の組織としてそれがうまく機能するように組織的な枠組みをつくり、受け入れ体制を整え、発生しうる利益相反を想定して方策を考えるなど整備を行ってきました。

2つめは機会の創出です。産業界の方々と研究者がコミュニケーションを取れるように、研究セミナーを開催したり、学会等に産学官連携のブースを出したりしています。

3つめは研究シーズの適用です。核融合研究所の行っている基礎研究をそのまま紹介しても、企業の皆さんにはどのように産業応用できるのかは想像しにくいかもしれません。そこで研究者側にも企業のニーズをくみ取って産業応用の可能性を考えてもらったりしています。また、企業とのコラボレーションが円滑に進むように研究者に対するサポートを行っています。

—産学官連携は核融合科学研究所にとって、また研究者自身にとって、どのような意義がありますか？

核融合科学研究所の研究成果を社会に還元することは、研究所のミッションのひとつだと捉えています。さらに産学官連携による共同研究は、研究者に新たな知見を与えてくれる一面もあると考えています。例えば、民間企業の持つコストダウンの技術などベクトルの異なる視点が加わると、研究がまた一步進む可能性があるからです。



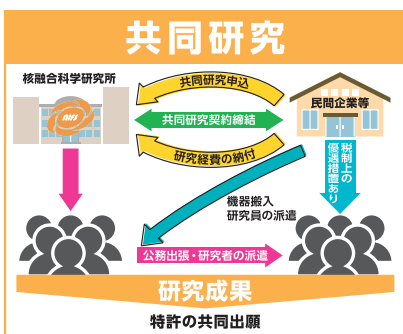
さらに自分たちの研究が実際に社会で活用され、人々の役に立ち評価されれば、研究者の立場の向上、モチベーションアップにもつながるでしょう。

—今後さらに産学官連携を推し進めていくために課題となることは何ですか？

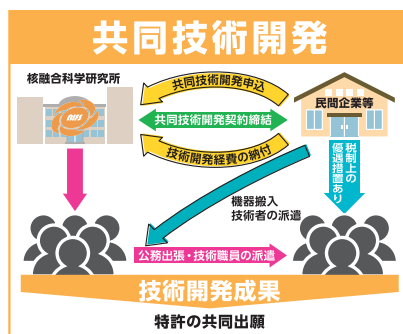
各々の研究と産学官連携の共同研究を並行して進めると、予期せぬ問題に出くわすこともあるでしょう。それらに臨機応変に対応していくことが大事だと考えます。

例えば、共同研究に参画することで増える仕事をどのようにこなしていくか。自身の研究と共同研究をまるきり分けて考えるのではなく、共同研究でやるべき作業を標準化し組織の中のルーティンワークにうまく取り込むことができれば、仕事量は単純な足し算にはならないはずです。

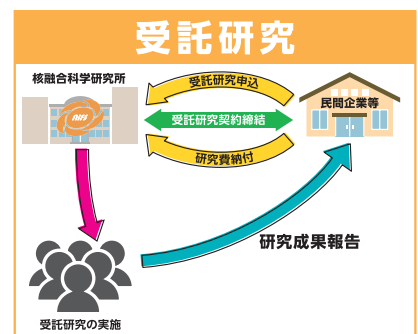
産学官連携活動は社会のニーズであり、今後も増えていくでしょう。その現状を捉え、組織として持続可能なシステムを構築していきたいと思えます。



民間企業等の研究者と本研究所の教員とが契約に基づき、共通の課題について対等の立場で共同して研究を実施することにより、優れた研究成果が生まれることを促進する制度です。



民間企業等の技術者と本研究所の技術職員とが契約に基づき、共通の課題について対等の立場で共同して技術開発を実施することにより、優れた技術開発成果が生まれることを促進する制度です。



民間企業等から研究の委託を受けて本研究所の教員が契約に基づき研究を実施する制度で、これに要する経費を委託者が負担するものです。この場合、共同研究とは異なって民間企業等からの研究者の派遣は必要ありません。

今後もさまざまな機会に自然科学研究機構の研究成果をご紹介します。



大学共同利用機関法人 自然科学研究機構
〒105-0001 東京都港区虎ノ門4-3-13 ヒューリック神谷町ビル2階
nins-sangaku@nins.jp