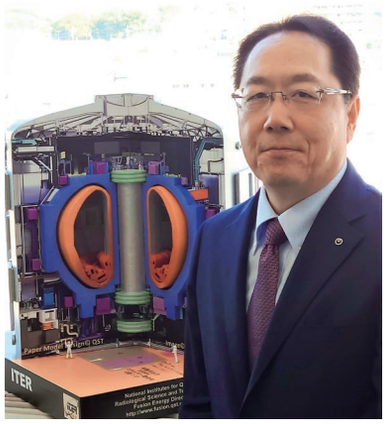
1 インタビュー

クリーンで安全かつ無尽蔵なエネルギーの実現をめざす

宇宙の源である核融合エネルギーの地上での実現に向けた研究が世界中で加速している。核融合技術によるフュージョンエナジーは、圧倒的にクリーンかつ安全で、しかも化石燃料に頼らない無尽蔵なエネルギー源だ。NTT 宇宙環境エネルギー研究所（以下、SE 研）は、国内外の研究機関等と連携し、フュージョンエナジーの実現に挑戦している。取り組みの状況を前田裕二所長にうかがった。



NTT 宇宙環境エネルギー研究所
所長　**前田 裕二**氏

圧倒的にクリーンで安全な核融合発電は、人類の夢の実現

——SE研では、次世代エネルギー技術として、核融合技術を用いたフュージョンエナジーと宇宙太陽光発電の2つのテーマに取り組んでいますが、本日はフュージョンエナジーに的を絞ってうかがいます。

“核”という言葉に対し、強いアレルギー反応を示す国民は多いと思います。はじめに、核融合の安全性からお聞かせください。

前田　安心してください。核融合は極めて安全なエネルギー技術です。核爆弾や福島の原子力発電事故を思い浮かべる方々は多いと思いますが、我々が取り組んでいるのは、これらの“核分裂”とは真逆の“核融合”を使った技術です。これは、138億年にわたって輝き続けている宇宙のエネルギー源そのものです。太陽や夜空に輝く恒星はすべて核融合によりエネルギーを産み出しています。これを地上で実現し、発電エネルギーとして使おうというのが我々のめざすところです。核融合発電は人類の夢の実現といっても過言ではありません。

——核融合が宇宙のエネルギー源であることと、安全性はどう結びつくのですか？

前田　太陽での核融合は水素によって1600万度くらいの温度と鉄の20倍くらいの高密度の中で発生しています。しかし、これを地上で実現しようとすると、太陽より温度を高くしたプラズマを生成し、その中で核融合反応を起こします。使うのは重水素と三重水素（トリチウム）で、原子力発電のように半減期が数億年以上ある高レベル放射性物質であるウランは使いません。トリチウムは自然界に存在する低レベル放射性物質で、半減期は約12年です。

——汚染水の海洋放出で話題になりましたが、安全性は科学的に実証されているわけですね。

前田　そうです。原子力発電では、燃料棒（ウラン）に中性子を当てて核分裂の連鎖反応を起こし、それによって生じる熱を利用してタービンを回して発電します。一方核融合は、重水素と三重水素（トリチウム）をプラズマの中で1億度以上に高温にして融合させることでヘリウムと中性子に変えます。この時の熱エネルギーを使って発電するというのが核融合発電です。たった1gの燃料の核融合反応で発生するエネルギーは、石油約8t（タンクローリー1台分）を燃やしたときと同じ熱量に相当します。なお、核分裂は放っておくと核暴走、メルトダウンが発生しますが、核融合の場合はプラズマの安定化が難しく、プラズマが消えるとすぐに核融合反応も止まってしまいます。さらに核融合のエネルギー源である重水素と三重水素（トリチウム）は海水から半永久的にとることができます。核融合反応後には、中性子と未反応だったトリチウムが出てきますが、トリチウムは福島の原子力発電所のように水中に溶けて出てくるものではないため、排気ダクト中で既存の除去技術によって回収できますし、中性子はコンクリート壁で十分に減衰・遮蔽できるので安全です。以上お話ししたように、フュージョンエナジーは、圧倒的にクリーンで安全かつ無尽蔵な夢のエネルギーといえます。

ITERとの包括連携協定に続き、国立研究開発法人量子科学技術研究機構とも連携協定を締結

——フュージョンエナジーへの挑戦のきっかけは・・・？

前田　2019年の中頃まで、核融合は夢のエネルギーで21世紀後半に実現されるものと漠然と思っていました。ところが、様々な方面から意外と近い将来に実現するかもしれないという声が聞こえ始めました。そのような中、核融合実験炉を国際協力で建設する超大型国際プロジェクトITER（国際核融合エネルギー機構）の大前敬祥主席戦略官より、NTT Research, Inc.経由でアクセスがあり、2019年12月に川添研究企画部門長と私でお会いする機会がありました。このとき、ITERという超巨大プロジェクトを詳しく理解するとともに、是非我々も貢献したいと強く思うようになりました。その後検討を加速し、2020年5月に日本の民間企業として初めてITERとの包括連携協定を締結しました。また、2020年7月に宇宙環境エネルギー研究所が設立され、目玉テーマとして核融合を担当することになり、同年11月には、日本国内のITER実施機関である国立研究開発法人量子科学技術研究機構（以下、QST）とも連携協力協定を締結しました。QSTではITER実験炉の約半分の大きさの核融合プラズマ実験炉「JT-60SA」の運用やプラズマ予測・解析のための理論・シミュレーション研究をはじめ核融合エネルギー実現のための総合的な研究開発を行っています。

プラズマを長時間安定的に発生させる制御技術にIOWNを活用

——ITERとの包括連携のポイントをお聞かせください。

前田　ITER機構は現在、日本・欧州・ロシア・米国・韓国・中国・インドの7極が参加し、南フランスのエクサン・プロヴァンス近郊に世界最大の核融合実験炉を建設中で、2025年の初プラズマ点火、2035年の核融合燃焼着火、その後各国に成果を持ち帰り、核融合エネルギーでの発電をめざす原型炉を実現し、その後に実用化となる予定です。

ITERでは、プラズマを1億5000万度まで加熱し、核融合反応を発生させます。核融合炉からエネルギーを取り出すには、プラズマを長期間安定的に発生させることが重要です。そのためには、核融合炉から得られる最大50GB/sという膨大なセンサデータの流通基盤やプラズマの最適制御に不可欠な超高速／超低遅延ネットワーク等に関し、IOWNのAPN（オールフォトニクスネットワーク）やデータ処理の高速・高効率化を実現するディスアグリゲーテッドコンピューティング、さらにはDTC（デジタルツインコンピューティング）など、IOWNの要素技術を活用し貢献したいと考えています。また、実験炉の制御を日本からリアルタイムな遠隔オペレーションで行い、データを取得できるようにもしたいと思っています。

——QSTとの連携協力もIOWN技術の活用が中心ですか・・・。

前田　もちろんそうです。QSTとは茨城県那珂市で運用中の「JT-60SA」からの膨大な観測データをリアルタイムに収集してQSTの那珂核融合研究所とスパコンのある六ヶ所核融合研究所と共有し、分析可能にする超高速遠隔データ転送やデータアクセス技術の実現とそれを活用した高度な核融合炉制御方式の実現に、SE研だけでなく他の研究所と連携して取り組みたいと考えています。さらに、核融合炉の制御技術の最適化に貢献することをめざしていきます。

また、実験炉内部で発生する中性子による半導体のソフトウェアエラーの課題解決に向けて、耐中性子技術としての光電融合や光スイッチの適用、さらにはSE研独自の中性子をバリアする技術の研究開発にも取り組みたいと考えています。まずはQSTと日本国内で技術を磨き、その成果をITERに適用していきます。

夢のエネルギーの早期実現への貢献に注力

——フュージョンエナジーの実用化はどのくらいですか・・・？

前田　前述したようにITER機構での研究開発成果を活用した原型炉を構築し、そこでの実証結果を踏まえてからの話ですので、専門家の間では実用化は早くても2050年頃ではないかといわれています。しかし、我々のような元々異分野の民間企業の参加と貢献が増えていくことで、研究開発が加速し、実現時期を前倒しできるのではないかと思っています。現在の再生可能エネルギーに関する様々な取り組みは途中解であり、将来的にそれらはすべてフュージョンエナジーに置き換えることができると思います。IOWNの力を発揮し、夢のエネルギーの早期実現に貢献したいと思っています。

——本日はお忙しい中、ありがとうございました。