



## 2021年の年頭にあたり

量子科学技術研究開発機構 核融合エネルギー部門長 栗原 研 一

令和3年、新年あけましておめでとうございます。本年が会員の皆様にとって良い年となりますよう、また新しい発展の始まりとなりますよう、心よりご祈念申し上げます。

昨年は、年明け早々からコロナウイルスが世界中を不安に陥れました。おそらく人類史上最悪の災禍の一つとして記録されることでしょう。一方、発生して間もなく効果的治療薬や方法が提案された後、年末には専用ワクチンが認可される等、科学がウイルスと果敢に戦い、克服への道を切り拓きました。これらの事実により、人類を不安や苦痛から解放するという科学の役割が果たされたように感じました。

また昨年は、菅内閣が誕生した年でもありました。10月に行われた所信表明演説の「2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現をめざすことを、ここに宣言いたします」という一節には、プラズマ・核融合を近未来のエネルギー源として研究開発対象としてきた者のひとりとして、大変驚きました。核融合エネルギーの実用化を社会が要請する前提条件は『2050年以降CO<sub>2</sub>排出ゼロ、即ち脱炭素であること』として、長期研究開発戦略が策定されていたことと、正に合致したからです。

このように、人類をエネルギー困窮という苦悩から解放する科学技術である核融合エネルギーは、同時に、地球温暖化防止にも貢献する可能性をもっていると再確認した一年でもありました。

本年は、核融合エネルギーの研究開発において、特別な年となることが予想されます。

日本の核融合研究開発は、日本人初のノーベル賞を受賞された湯川秀樹博士が1957年に創設した原子力委員会核融合反応懇談会を起源とし、究極の基幹電源となるエネルギー源としての早期実用化をめざして、今年で64年目となります。核融合エネルギーを用いた発電システムは、人類史に登場して以来、成功した場合のインパクトが極めて大きいことを背景に、この間世界中で核融合装置の新概念について創出・実験・評価が繰り返されてきたことは、科学的に重要な知見をもたらす開発史でもあります。

半世紀を超える格闘を経て、今、大きな進展の時期を迎えています。世界7国（極）の国際協力が進む実験炉ITER計画は、完成度70%を超え、2025年運転開始をめざして南フランスで建設・装置組立中です。このプロジェクトの特徴は、構成する機器を参加国（極）が分担製作し、物納して現地で組み立てるという点にあり、技術的にも運営的にもその困難度は人類史上最大級の国際協力と考えられています。日本は、産業界の高い技術力を背景にハイテク機器を分担しており、その中でITER最大の構成機器である超伝導トロイダル磁場コイルは、既に最初の2機が現地に到着しています。今年から、物納された装置本体機器の組立が本格化します。

さらに国内においては、日欧協力で超伝導化改修された実験装置JT-60SAが昨年11月に全コイルが超伝導化し、新年早々に初プラズマを生成して実験を開始します。最初の臨界プラズマ試験装置JT-60の初プラズマ生成は1985年でしたから、36年振りの大きな出来事です。日欧による幅広いアプローチ（Broader Approach (BA)）活動に基づいて、機器は物納方式で持ち込まれ、日本側の機器と共に組立てられました。ITERに役立つことがJT-60SAの目的の一つで、既にITER機構の研究者が統合試験運転に参加しています。来年以降、JT-60SAでは、高圧力プラズマの不安定性を回避して長時間に亘る高性能プラズマ生成維持を実証するという、ITERではできない実験も予定しています。

日欧協力では、ITERの次に位置する最初の本格発電を行う核融合原型炉に向けた活動も、今年は一層活発化します。材料照射用中性子源開発では、IFMIF原型加速器の最後の構成機器である超伝導高周波線形加速器が組み入れられ、当初の構成機器が全て揃い大電流ビームの連続生成等の性能達成をめざします。また、ITERや原型炉に向けたブランケット開発、要素機器の試作開発は、今年新しい専用施設が完成し本格化します。

文部科学省核融合科学技術委員会は、原型炉の実現に向けロードマップを策定し、同時に策定された時間軸を考慮したアクションプランが、現在産学官のオールジャパン体制で実施されています。2回のチェックアンドレビュー（C&R）を経て、ITERで本格的な核融合燃焼の長時間維持が実現する2035年頃に、原型炉建設に移行するかどうか判断されます。建設期間として約10年程度を想定すれば、全てが



成功裡に進んだ場合、最速で2040年代後半に核融合発電が実現します。そのロードマップに沿った最初のC&Rが、今年実施される予定です。

このように、各計画の進展から、2021年という年は、核融合エネルギー実現に向けた長期に亘る大きな研究開発の流れの中で、特別大きな変化の年となります。このため、今後1年は、核融合コミュニティの外からも注目を集める機会が多くなることは確実です。これは、核融合という未だ一般には充分知られていないエネルギー源の存在や魅力を、社会に広く知ってもらうには、またとないチャンスです。当会に属する皆様と協力して、情報発信を展開していきたいと思えます。

さて、核融合エネルギーは、地球という星や自然界の物理或いは工学的な数々の幸運によって、人類が構想することを許されたエネルギー源です。地球は、重水素、リチウム、ベリリウムが豊富に存在する星であること。ヘリウム原子核の単位質量数あたりの質量が軽元素の中で極端に小さく、重水素・三重水素からヘリウムに融合する時に膨大なエネルギーを生むこと。その投入パワーより生成パワーが上回る装置が、人間の作ることのできる規模であること。液化できる冷媒の温度範囲で超伝導という物理現象が存在し、しかもその超伝導体でコイルを製作し、磁場を生成できること。磁力線に高温粒子群を閉じ込めたプラズマのマクロ挙動の時定数が外部のフィードバック回路で安定化できること。装置工学的に要求される仕様が、技術的なジャンプはあるものの到達可能な範囲であること。高圧力のプラズマ中で自発的に電流が流れること……。等々、幸運として知られる数多くの事実を挙げることができます。このような自然の摂理からの後押しを巧みに利用した最初の核融合原型炉の概念もオールジャパン体制の下で進められています。

人類は、半世紀を大きく超える期間をかけて、やっと原型炉を構想できる段階になりました。前述のとおり、基本路線となる開発戦略として「ロードマップ」が、日本は勿論、ITER参加国から提示されています。その意味では、最短時間で発電を実証するための主要な戦略は、共通認識となっています。

この計画の実現に必要な知見は、未だ充分といえる段階ではありません。乗り越えるべき課題の難易度は、今なお決して低いとは言えず、研究者が総力を挙げて課題克服に当たることが期待されます。物理的・工学的な、学術的にも興味深い課題が多く存在しますので、多くの研究者の皆様に、まずは国内のJT-60SAへの実験参加をご検討いただけますと幸いです。

一方、核融合装置の一世代の稼働が長期間を必要とする現実から、多世代に亘る人的・資金的リソースの供給が不可欠です。このうち人材育成は、最重要課題です。多くの熱意ある人材が集まるためには、核融合エネルギーの認知度の向上が効果的です。その認知度の向上には、メディアでの露出度が重要です。今年は、核融合がメディアに登場する機会が例年になく多い年となりますので、魅力ある究極のエネルギー源として広く社会から認知される年にしたいと思っています。本年も、当学会員の皆様のご指導、ご支援、ご協力をいただきますよう、宜しくお願い申し上げます。