

核融合発電の開発動向と市場の行方

株式会社野村総合研究所
コンサルティング事業本部 経営コンサルティング部
シニアコンサルタント 土生 善昭 (左)

コンサルティング事業本部 ICT・コンテンツ産業コンサルティング部
シニアコンサルタント 蓮本 魁 (右)



1. 過熱する核融合の開発競争と課題

近年、核融合発電に対する社会的な関心が急速に高まっている。従来までのような政府による投資だけでなく、VC（ベンチャーキャピタル）や事業会社といった民間の資金流入も大きくなり、またメディアで核融合に関連したニュースを聞く機会も多くなった。Fusion Industry Associationによれば、2023年のグローバルでの核融合関連スタートアップへの投資額は9億ドルになったという。2022年までの核融合関連スタートアップへの累計投資額が約48億ドルであり、2022年・2023年の2年間の累計投資額が約23億ドルであることから、近年より多くの資金が投資されるようになってきていることがわかる。(図1) 注1

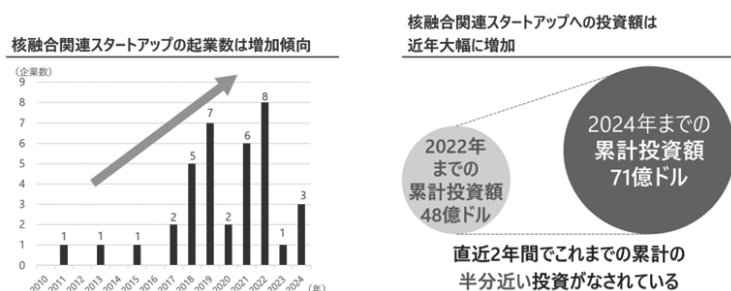


図1 核融合関連スタートアップの起業数および核融合関連スタートアップへの投資額の変化

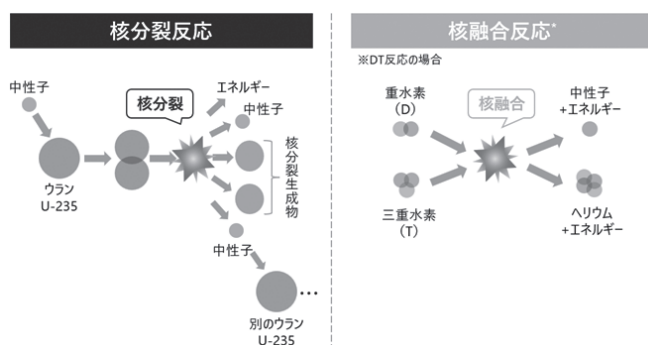


図2 核分裂と核融合の原理の違い

他方で、こうした話題となっている核融合発電が実際にどういった立ち位置にあるのか、を正しく理解している方は多くないのではないだろうか。「地上の太陽」「無限のクリーンエネルギー源」と呼ばれる核融合発電の現在地について、そしてそれらを踏まえビジネスとしてどうみていくべきなのかについて、考察していきたい。

そもそも核融合とは、その名の通り軽い原子核同士の融合により、重い原子核へと変化する「核融合反応」のことだ。核融合のDT反応（D：重水素、T：三重水素）では、燃料1グラムで石油約8トンと同等のエネルギーを放出すると推計されており、またDT燃料のうちD（重水素）に関しては海水に0.014%含まれるとされていることから、核融合はしばしば無限のクリーン

エネルギー源と評されることもある。自然界でいえば、太陽がまさに核融合の原理で存在している。それ故、核融合は「地上の太陽」とも呼ばれている。一方、原子力等に用いられる核分裂（ウラン等の重い原子核が分裂し、核分裂生成物と中性子になる反応のこと）ではウラン燃料1グラムで石油1.8トン分のエネルギーに相当しており、原子力と比較した際の核融合のエネルギー効率のよさがわかるだろう。また核分裂では、反応により発生した中性子が再度別のウランへと反応し、さらに分裂が続くため、自己制御性がなく「反応を押さえるための仕組み」を必要とするのに対し、核融合では原子核同士を衝突させて融合させるために「反応が起こる環境を維持し続ける仕組み」を必要としている。原子核は両方ともが正の電荷を持っているため、非常に早い速度でないと衝突が起きず、衝突に必要なスピードは1000km/秒以上となっており、

その速度を実現するため、核融合炉では材料であるDTを約1億℃以上に加熱し、プラズマ状態を維持することが求められる。つまり、原子核を超高温にしたうえで、それらが反応を起こすような高い密度で、長時間同じ領域に閉じ込めておかなければ核融合は起きない。こうしたことから、核融合は安全性が高いとも評される。エネルギー効率・燃料調達・安全性、こうした数多くの利点から、核融合は人々から多くの期待を寄せられているのである。(図2)

さて、このように期待される核融合発電の現在地を述べるためにも、まずこれまでの核融合発電にかかわる潮流を辿っていきたい。核融合にかかわる研究は約1世紀にも及ぶ。1932年、イギリスのJohn CockcroftとErnest Waltonによって核融合反応に伴う膨大なエネルギーの放出が発見され、その後第二次世界大戦を挟み、アメリカやソ連等で秘密裏に研究が続けられていたとされている。1950年代中頃には、技術的なハードルの高さによる情報交換の必要性和、原子力の平和利用を掲げる潮流から、世界中で協力し研究を行う機運が生まれてくることとなった。日本においても、1958年に原子力委員会の部会として、核融合専門部会が湯川秀樹氏を中心に設立されている。そして1962年にはIAEA（国際原子力機関）において、「第1回プラズマ物理と制御核融合国際会議」が開かれる等している。そうしたかたちで、国際協調による研究の進行は、国際熱核融合実験炉（ITER）計画という形で1985年の米ソ首脳会談をきっかけとして結実したのである。そして現在、ITERのファーストプラズマを2033年以降に控えるなかで、各国は核融合政策を策定し、民間の投資マネーを引き込みつつ、その産業化を推し進めている。いわば、**核融合はITERを介した政府による国際協調から、企業を主体とした国際競争へとその段階を進めている**といえよう。

次に、そうした競争の時代へと突入する核融合の現在地と各国の動向について述べる。従来、国際プロジェクトであるITERでの結果をもとに、各国で原型炉の建設・発電実証へと動くことが想定されていた。日本でも従来は2050年ごろの発電実証を予定しており、2023年に策定されたフュージョンエネルギー・イノベーション戦略も記憶に新しい。しかし直近、ITER計画の遅れと、発電実証に向けた開発を急ぐ各国の動向を踏まえ、上記戦略は今夏には改訂されると発表されたところだ。

そもそもITERとは、前述のように1985年の米ソ首脳会談をきっかけとした国際熱核融合実験炉の建設・運転プロジェクトのことである。日本に加え、米国・欧

州・ロシア・中国・韓国・インドの計7極が参加し、南フランスのサン・ポール・レ・デュランスに直径30m、高さ30mの巨大なトカマク型の実験炉を造り上げ、50MWの入力パワーから500MWの核融合出力パワーを生成する（増倍率10）ことを目指している。2016年に発表されていた基本計画では、2025年の研究運転開始が掲げられていたが、コロナ禍や部材の不具合により遅れがみられていた。2024年6月の理事会にて、研究運転開始を9年遅れの2034年にする新たな基本計画が示され、同年11月の理事会にて参加国の合意が大筋でなされている。新たな計画では、DD（重水素-重水素）核融合での運転開始を2035年に、DT（重水素-三重水素）核融合での運転開始を2039年に見込んでいる。

日本においては、従来は上記ITER計画を踏まえた研究開発とするため、原型炉の工学設計を2025年以降に、原型炉の建設を2035年以降に行い、発電実証の目標を2050年ごろと置いていた。しかし、上述のような情勢を踏まえ、2030年代の発電実証の達成を目指す方向性が、「統合イノベーション戦略」、「新しい資本主義のグランドデザインおよび実行計画2024年改訂版」に盛り込まれており、今夏に改訂されるフュージョンエネルギー・イノベーション戦略にもその旨が示されるだろう。とはいえ、大枠の基本方針が大きく変わる訳ではない。2023年に示されたフュージョンエネルギー・イノベーション戦略では、「フュージョンインダストリーの育成」「フュージョンテクノロジーの開発」「戦略の推進体制の構築」といった3本柱を立てて推し進めることが掲げられている。特に産業育成の文脈では、戦略の対象の可視化により、産業の予見性を高め、フュージョンインダストリーに参画する民間企業を増やす「見える」、フュージョンエネルギーの要素技術をほかの要素技術や他分野の技術とマッチングすることで新しいフュージョンインダストリーの種をつくる「繋がる」、そうしてできた種をフュージョンエネルギー開発の成果として開花させ、製品・サービスとして社会実装できるようなイノベーションが生まれる環境を構築する「育てる」、といったステップに分けた形での方針が語られており、単なる核融合発電のみならず、要素技術をフックにした他産業への波及と産業基盤構築が語られている。実際に、2023年に文部科学省にて公募がなされたSBIR（Small Business Innovation Research）フェーズ3事業では、公募テーマが「核融合原型炉等に向けた核融合技術群の実証」とされており、周辺のコアとなる技術をより深めていく方針がみて取れる。

また、日本ではITER以外の国際協力に向けた動きも多くなされている。ITERを補完・支援する日欧協力のBA（幅広いアプローチ）活動では、ITERに先駆けたトカマク型核融合実験装置としてJT-60SAが建設され、すでに統合試験運転がなされている。また、アメリカ・カナダ・イギリス・韓国・中国等とも個別の対話や声明発表を行う等している。

同様に図3に示す通り、各国で核融合にかかわる取り組みが進められつつあり、多くは2030～40年代に原型炉の建設や発電実証を進めるというものとなっている。

一方で、民間側の動きはさらに早いマイルストーンを置いている。たとえば、サム・アルトマンやソフトバンクによる出資やMicrosoftとの電力提供にかかわる契約が話題となったHelion Energyは2028年に発電・売電を行うとしており、その動向に注目が集まっている。また、Commonwealth Fusion Systems (CFS)も実証炉SPARCの2027年稼働を目指して建設中であり、発電においても2030年代前半を目指している。日本においても、京都フュージョンリアリングが主導するFASTプロジェクトが始動しており、2030年代のフュージョンエネルギーでの発電実証を目指している。

このように核融合発電は政府だけでなく、民間主導のようなかたちでその実現に向けて推進されつつある。しかしながら、核融合発電までには大きく2つの

壁があるといえる。ひとつは技術の壁である、それは核融合を持続的に・安定的に起こし、電気出力を行うことである。現在各国・各社はこの点に取り組んでいる。そしてもうひとつは社会実装の壁である。いかに革新的といえども、他発電手法と比較した際のコストメリットは重要であり、また燃料の調達・サプライチェーンの構築も必要になる。たとえば、DT反応（重水素-三重水素反応）であれば、運転開始時のT（三重水素）の調達が、D-3He反応（重水素-ヘリウム3反応）であればヘリウム3の調達が必要になる。ヘリウム3は地球上にはほぼ存在しておらず、月面に存在が確認されているため、月面資源の調達といった別分野での大きな課題解決が必要になる。技術的な実証ができるのかに加え、こうした社会実装に向けた取り組みが進んでいるのか、は今後さらに重要になってくるだろう。

2. 核融合による他産業への波及

ここまで、核融合発電までの時間軸や、それに向けた課題について大まかに述べてきた。民間や政府による投資は集まりつつあり、各国間での競争も激しさを増している核融合ではあるが、商業化に向けた道りはまだ遠くみえる。それでは、他産業に属する人々からみて、核融合はまだ時期尚早な領域なのだろうか。

結論からいえば、『核融合産業』としてみる際も、また『個別具体的技術革新』としてみる際のどちらもよく注視すべき領域だといえる。

『核融合産業』としてみる場合については（詳細は後述するが）、商業化する前の段階においてもすでに大きな市場が存在しており、巨大な装置産業としてみておく必要がある。そして、同様に巨大な装置産業であるがために、『個別具体的技術革新』は核融合にとって重要なコンポーネントであるだけでなく、他産業においても波及が十分に見込めるものであることを、他産業に属する人々は知っておく必要があるだろう。

図4は例として、核融合に用いられる革新的な技術と、他産業での応用例を記載したものである。約100万もあるともいわれる核融合に必要な部品は、それぞれが特注のものとなっており、そのため、フュージョンエネルギー・イノベーション戦略において



図3 各国の核融合に係る政策動向

技術	医療	製造業	半導体	エネルギー	モビリティ	素材・金属	...
超電導コイル	医療用MRIの高性能化		半結晶シリコン引き上げ装置	SMES（電力貯蔵装置）	リニアモーターカー		
高強度レーザー	粒子線がん治療	レーザー加工	高精度リソグラフィ				
プラズマ制御	医療機器の滅菌、病気の治療		プラズマエッチング				
リチウム生成				Li電池リサイクル、塩湖Li回収			
ジャイロトン				地熱発電のための深層までの掘削			
超精密加工技術		ロケット、海洋船等の精密加工					
合金						耐熱・耐腐食合金	
高電圧・大電力の制御技術				電力送電への応用	交通機関の電源設備への応用		
...							

図4 核融合に用いられる革新的な技術と他産業への応用例

も「要素技術をフックにした他産業への波及」といったことが語られている。

そしてこうした核融合に向けて開発された革新的な技術は、すでに一部の領域で他産業での活用が進められつつある。たとえば、2025年4月には住友商事がアメリカの核融合スタートアップであるSHINE Technologiesとがん治療のアジア展開において業務提携をしている。同社では核融合発電技術の開発の一環として、がん治療に有効な放射性同位体のルテチウム177を安全に生成する技術をもっており、そこに核融合や創薬に強みをもつ住友商事が目をつけたかたちだ。また、レーザー方式での核融合の実現を目指すEX-Fusionは、2026年度に自動車向け等にレーザーで材料を加工する事業に参入することを掲げている。その他にも、文部科学省SBIRフェーズ3事業で採択された「LiSTie」や「MiRESSO」では、リチウムの回収技術や非鉄金属の低温精製技術といった研究開発をしており、これらもさまざまな産業への波及が期待される。

このような観点から、核融合においては『個別具体の技術革新』としてどういったものが存在し、それが自社ビジネスにおいてどのような影響を与えるのか、を他産業は注視していく必要があるといえるだろう。

3. スタートアップ主導型へと進化する核融合エコシステム

これまで述べたように、従来核融合開発といえば政府主導・公的研究機関中心の構造が主流であった。日本においても、ITER計画を軸に、文部科学省と内閣府が所管し、QST（量子科学技術研究開発機構）やNIFS（核融合科学研究所）といった国立研究機関が技術開発を担ってきた。大学や一部の大企業もこの枠組みに連なるかたちで参画していたが、その関与は多くの場合、基礎研究・試験装置・部品供給といった間接的なものとどまっていた。このような「中央集権的・研究主体型」の体制は、技術的な妥当性を実証するうえでは大きな成果を残した一方で、商業化や産業実装といった観点では、関与主体が限定的であるという構造的な制約を抱えていた。

しかし、近年スタートアップ企業が核融合開発の中心プレイヤーとして台頭することで、こうしたエコシステムの構造は大きく変容しつつある。スタートアップの登場によって、これまで関与が限定的だった多様なステークホルダーが新たなかたちで核融合に関与するようになり、エコシステムは固定的な研究ネット

ワークから、動的な産業共創ネットワークへと進化している。たとえば、かつてITER計画には直接関わっていなかったような大企業等が、スタートアップとの提携や出資、部品供給、協業プロジェクトを通じて新たにエコシステムに参画し始めている。これは、**核融合技術が明確に産業化の段階へと移行していること**の表れであり、**実証炉の建設や電力契約といった「リアルな経済活動」が視野に入りつつある**ことを意味している。

同様に、VCや金融機関といったリスクマネーの供給者も、核融合を次なる成長市場として認識し、積極的な投資に乗り出している。これは、従来の研究開発投資とは異なり、事業化と収益化を前提とした視点から核融合を評価する、新しい資金循環の形成である。

政策面でも、内閣府や文科省といった従来の主管官庁に加えて、経済産業省、環境省などの他省庁が、スタートアップ支援やグリーン成長戦略の一環として核融合を位置づけは始めている。SBIRやムーンショット型研究開発制度などを通じ、スタートアップの研究開発資金や実証フィールドの支援を行う事例も増加しており、制度的な裾野も広がっている。

一方で、既存の研究機関や大学の立ち位置も変化している。スタートアップの多くは、研究機関や大学からのスピンアウトであり、知的基盤としての研究機関の価値はむしろ高まっている。また、研究機関とスタートアップが共同で開発・実証を行うケースも増えており、従来の一方的な知識提供ではなく、「共に事業化を目指すパートナー」としての関係性が構築されつつある。

加えて、政策形成や制度設計においても、スタートアップ側からの発信力が強まりつつある。各国では、スタートアップが中心となって設立した産業団体や協議会が、政府に対して標準化や規制緩和に関する提言を行う事例が増えており、日本においてもフュージョンエネルギー産業協議会（J-Fusion）などを通じたボトムアップ型の政策形成が進んでいる。

このように、現代の核融合エコシステムは、もはや研究機関と政府だけで完結する閉じた構造ではなくなっている。スタートアップを起点としつつ、多様な民間企業、大学、政策機関、金融・保険、国際標準化機関が有機的に連携することにより、多層的で柔軟な産業基盤が形づくられている。重要なのは、誰が中心かではなく、どのように連携と補完を重ねながら価値を生み出せるかという点に移りつつあるということである。（図5）

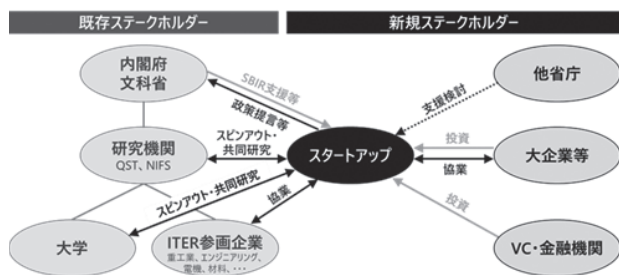


図5 変容しつつあるエコシステム構造

4. 商業化に向けた市場形成とサプライチェーンの変容

核融合は、未だ商業化に至っていない技術領域であるが、だからといって現在が「準備期間」であると考えるのは正確ではない。むしろ、**商業化前の段階、すなわち実験炉・原型炉の開発段階においても、すでに大規模な市場が存在し始めているという事実に着目すべきである。**

核融合の開発ステップは、一般に（1）プラズマ実験段階、（2）実験炉段階、（3）原型炉段階、（4）商業炉段階へと進む。現在、世界各国で進められている主要な取り組みの多く、たとえば国際熱核融合実験炉（ITER）、日欧協力のBA（幅広いアプローチ）活動、レーザー核融合を用いたGEKKO X IIや、複数のスタートアップによる炉開発はいずれも、まだ原型炉の前段階である実験炉・プラズマ制御段階にある。^{注2}

にもかかわらず、この段階における装置・部品・技術の市場は、すでに一定の規模と深さを持ち始めている。たとえば、実験炉開発に必要な各種コンポーネント（ブランケット、加熱装置、真空容器、冷却系統、磁場制御装置等）は、いずれも精密かつ高耐久な設計が求められるうえ、試験装置の導入数も限定的であるため、単価が非常に高くなる傾向がある。さらに、複数の国・機関で装置が並行して建設されるため、「開発段階でありながら、市場としては多層的かつ国際的に成立し始めている」という状況がある。実際、ある国内企業の推計によれば、現在視野に入っている“実験炉市場”の規模は、全世界で約5000億円に達するとされる。また、商業炉フェーズに入った際には、核融合発電設備そのものの市場に加えて、関連する部品・サービス・メンテナンスを含めた総合市場は、90兆円規模に達するポテンシャルがあるとも試算されている。

こうした巨大市場の中核を担っているのが、**スタートアップによって主導される炉メーカーである**。従来であれば国家研究機関や大手重工業企業が担ってい

たポジションに、今やベンチャー企業が入り込み、独自の炉設計・建設・運用構想を描きながら、バリューチェーン全体の上流に位置している。これらのスタートアップは、磁場閉じ込め型や慣性核融合、FRC（Field-Reversed Configuration：磁場反転配位）、レーザー駆動型など、方式の異なるアプローチを採用しており、多様な技術開発の競争がグローバルに進んでいる。

こうした炉メーカーに対しては、多くの企業が部品や技術を提供するかたちでサプライチェーンが形成されている^{注3}。構造的には、スタートアップ＝炉メーカーを頂点とするピラミッド型の供給構造が特徴である。最上段にある炉開発主体が要求仕様や設計方針を定め、その下層には、各種の高耐久素材・熱交換装置・精密計測機器・電磁コイルなどの部品・材料を提供する多階層の企業群が位置する。（図6）

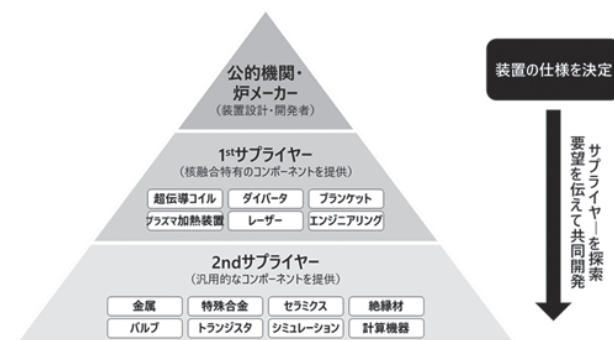


図6 スタートアップ＝炉メーカーを頂点とするピラミッド型の供給構造

また興味深いのは、スタートアップ自体が「サプライヤー」としても機能しうる構造になっている点である。たとえば、ある炉開発企業が独自開発した高性能コイルやブランケットシステムを、自社プロジェクトに用いるだけでなく、ほかの実験炉プロジェクトや研究機関に外販することで、周辺市場に横展開を行っている例もある。これにより、炉メーカーは単なる装置開発主体にとどまらず、エコシステム内で「標準技術供給者」としての役割も果たすようになりつつある。

こうした動きに呼応するように、核融合産業においても水平分業の構造が着実に進行しつつある。炉メーカー（スタートアップ）がプラットフォームのような役割を果たし、その周囲に複数の専門性を持った中間サプライヤーが集まる構造が形成され始めている。今後、圧倒的な性能や信頼性を確立した企業が、国際プロジェクトや標準化団体に積極的に関与することで、その仕様自体を「業界標準」として制度化・規格化す

る動きが現れると予想される。このとき、単に技術を保有しているだけではなく、「その技術を使うことが前提となる設計ルール」自体をマーケットに組み込むことで、他社が容易に模倣・代替できないかたちで参入障壁が築かれる。つまり、コア技術の供給者が同時にルールメイカーとしても振る舞うことにより、「技術×規格」の両面から業界における基盤的なポジションを確保する構造である。

こうした構造変化は、核融合分野の産業形成が従来のピラミッド型から水平分業型へと転換しつつあることを示している。かつては炉メーカーが頂点に立ち、その下に部品供給企業が階層的に並ぶ形が想定されていた。しかし**今後は、特定領域において業界を支配する“メガサプライヤー”が、単に製品を納めるだけでなく、設計思想や市場ルールそのものを主導する存在へと成長していくことが十分にあり得る。**

この流れは、かつての航空機や半導体、そして近年の電気自動車などの産業においてもみられた構造変化と軌を一にしている^{注4}。技術とルールを武器にエコシステムの設計に関与する中間サプライヤーの役割は、単なる部品提供者ではなく、「産業構造のデザイナー」へと進化しつつある。核融合分野においても、そのようなプレイヤーが現れることで、業界の構造重心そのものが変わっていく局面に今まさに差し掛かっている。

5. 日本企業が取るべきアクションと中長期戦略

核融合が産業化へと動き出した現在、日本企業にとってもこの分野はもはや「遠い未来のテーマ」ではなく、今ここでどう関与を始めるかが将来の競争力を左右する戦略課題となっている。実際、すでに複数の企業がさまざまなかたちで核融合エコシステムへの参画を始めている。たとえば、エネルギー企業や素材メーカーは、スタートアップとの共同研究や部品供給といったかたちで直接的な開発支援を行っている。商社は、有望技術をもつスタートアップへの出資や海外パートナーとのマッチングを通じて、核融合関連ビジネスの事業化に向けたパイプ役を担い始めている。情報通信企業は、炉の運転最適化に必要なデータ基盤・AI制御技術の提供を視野に、実証レベルでの関与を進めつつある。また、金融機関も近年では、ベンチャーファイナンスを通じてスタートアップの成長支援に乗り出している。

このように、核融合への関与は決して「炉をつくるか、つくらないか」の二択ではない。むしろ現在のエ

コシステムは、多様なプレイヤーにとって「それぞれの強みを持ち寄りながら関われる」構造となっており、大企業・中堅企業・金融機関問わず、自社の資産・技術・ネットワークを活かした関与の可能性が広がっている。

核融合エコシステムへの参入に当たって、日本企業は自社の技術的資産、事業モデル、産業ネットワークを基盤に、多様なアプローチをとることが可能である。以下に、現時点で想定される4つの代表的な関与モデルを紹介する。

1つめは、「エコシステムパートナー」である。企業として単独で技術開発や事業化を進めるのではなく、研究機関・大学・スタートアップ・政府機関などと連携し、核融合分野の産業エコシステムそのものの形成・発展に貢献するモデルである。情報収集やネットワークワーキングに加え、人材育成、制度整備、地域との連携といった支援活動を通じて、エコシステムの「土壌づくり」に関与する。

2つめは、「テクノロジープロバイダー」である。自社の保有するコア技術を、核融合分野に転用・応用するかたちで、実証プロジェクトやスタートアップに対して直接的な技術提供を行うモデルである。部品単位の供給、技術ライセンス、試験支援、シミュレーション協力など多様な関与スタイルが可能である。技術の「供給者」であると同時に、他産業での技術高度化の契機として、核融合を起点としたイノベーションの源泉ともなりうる。

3つめは、「サプライチェーンビルダー」である。核融合炉の建設・運用を前提とした調達・運用・エネルギー活用体制の整備を通じて、エネルギーインフラとしての社会実装を下支えする役割を担うモデルである。EPC事業者や商社にとっては、国内外の調達網、品質保証スキーム、建設スケジュールリングなどのノウハウを活かしやすく、実証炉・原型炉の建設プロジェクト段階での参画が期待される。現在の段階から海外スタートアップや大学プロジェクトと連携し、主要部材のサプライヤー開拓や、将来的な量産・輸送網の布石を打つことは、将来の商業炉ビジネスでの優位性確保にも直結する。

4つめは、前述したような『個別具体の技術革新』に着目し、核融合技術で培われた先端的な要素技術を、自社の製品・サービス開発に活用するモデルである。超電導コイル、高強度レーザー、プラズマ制御などの核融合で活用されている技術は、医療機器、宇宙産業、半導体製造、バイオプロセス、食品加工など多様な分野への転用が期待される。スタートアップや研

究機関との共同研究やジョイントベンチャー設立、技術ライセンスの獲得などを通じて、核融合で生まれた技術を自社事業に組み込むアプローチが現実的である。技術の「出口」としての機能を担うとともに、新市場創出の起点となる可能性もあり、核融合が単なる電源技術にとどまらないことを体現する立ち位置である。(図7)

戦略の方向性		取り得るオプション	
1 エコシステムパートナー	・核融合エコシステムに参画し、情報収集やエコシステムの発展に向けた支援を実施	・産業協議会（J-Fusion）等への参画 ・核融合SUへの投資・融資	など
2 テクノロジープロバイダー	・技術的に課題がある領域について、技術や部品等の開発・提供	・共同研究・JV ・エンジニアの派遣・出向 ・部品・コンポーネントの提供	など
3 サプライチェーンビルダー	・産業化に向けて、核融合のサプライチェーン構築に必要な要素を補填	・企業連携支援 ・海外展開支援、物流網の構築 ・組立・量産化支援	など
4 テクノロジーユーザー	・核融合関連技術を活用して、新たな製品やサービスを研究・開発	・共同研究・JV ・技術・ライセンス活用	など

図7 核融合エコシステムへの参入に伴う現時点で想定される4つの代表的な関与モデル

これらのモデルは相互に排他的ではなく、企業の事業領域や投資戦略に応じて段階的に複合的な関与へと進化させていくことも可能である。たとえば、初期は研究支援として始まった取り組みが、やがて商業炉の建設パートナーや技術ベンダーとして本格展開に発展していくケースも想定される。

さらに重要なのは、核融合技術の特徴として、ある方式や企業への投資が最終的に実用化に至らなくても、その過程で培われた技術・部品・人材が、ほかの方式や全く異なる産業分野に転用可能であるという点である。たとえば、超伝導技術は医療・モビリティ分野に、高強度レーザーは医療・半導体分野に、リチウム生成はエネルギー分野にも応用が期待される。つまり、「核融合が失敗するリスク」だけでなく、「核融合から派生する成果で出口を確保できる可能性」も同時に存在するため、リスク分散と出口戦略が共存できる希少な投資領域ともいえる。

このように、**核融合は単なる新エネルギー分野ではなく、産業構造の再編成をもたらす触媒としてのポテンシャルを秘めている**。日本企業に求められるのは、技術単体への関心ではなく、「どのポジションで、どのように、いつかわるか」という戦略的意思決定である。

6. 終わりに

核融合は単なる次世代の電源技術ではない。それは、エネルギー供給のあり方、国際競争の構図、産業

構造、さらには企業間連携の仕組みに至るまで、あらゆるルールを書き換えるほどの力をもっている。日本企業にとって、核融合は「最後のエネルギー革新」でありながら、「最初のグローバル共創競争」でもある。自社の強みをどこに活かすか、誰と組むか、どの段階でリスクを取るか——そうした判断を迫られる今こそ、未来の主導権を握るための「勝負どころ」である。日本が核融合の実用化において後れを取ったとしても、その技術、部品、制度、人材において世界の核となる存在となることは十分に可能である。そのためには、早期からの戦略的な布石と、多様な立場の企業が交わる「共創の場」の確保が不可欠である。この新たなエネルギー産業の地殻変動を、日本がチャンスととらえ、自らの手で産業の未来をつくっていくことを強く期待したい。

注1：Fusion Industry Association「The global fusion industry in 2024」(2024年)

注2：文部科学省「令和6年1月15日 ITER/BA成果報告会2023 フェージョンエネルギー・イノベーション戦略 ～核融合に関する初の国家戦略～」

注3：内閣府「第3回 イノベーション政策強化推進のための有識者会議 核融合戦略、資料3：核融合技術マップについて」

注4：株式会社野村総合研究所「知的資産創造 2015年4月号 技術革新が引き起こす競争ルールの変化と戦略の方向性」

(筆者略歴)

土生 善昭

大阪大学大学院工学研究科電気電子情報工学専攻修了。

在学中、核融合炉のダイバーターにおける水素吸蔵に関する研究を行っており、国際学会にも参加。

野村総合研究所入社後は、主に新規事業開発、オープンイノベーション・スタートアップ支援領域において、官民から多数のプロジェクト受注実績があり、スタートアップを核とした核融合産業に関する知見を有する。

蓮本 魁

慶應義塾大学 経済学部卒業。

ピー・アンド・イー・ディレクションズにて経営コンサルタントとして、主にPEファンド向けのビジネスデューデリジェンスや投資先企業向けの再生計画策定といった案件に従事。

野村総合研究所入社後は、通信や宇宙といった領域にて事業計画策定や新規事業開発、官公庁におけるスタートアップ支援・補助金運営支援に従事。

2023年4月～2024年3月まで、核融合スタートアップの立ち上げにプロボノとして参画。全社戦略担当として、アクセラレーションプログラムへの採択や、政府補助金への採択実現、事業パートナーとの契約締結や資金調達に貢献。

スタートアップでの経験を活かし、現在は経営コンサルタントとして、宇宙や核融合産業の振興に尽力している。