

「結合活性化」と「元素戦略」

茶谷 直人 大阪大学環境安全研究管理センター 特任教授
大阪大学 名誉教授



資源の枯渇・偏在リスク、産出国による資源の取り込みなどの危機感から化学分野を中心に2004年に「元素戦略」の重要性、必要性が世界に先駆けて提唱された。これは、当時、世界のレアアース生産の97%を占めほぼ世界唯一の供給国であった中国による「2010年のレアアース危機」よりも早くにその重要性が指摘されていたのは、驚くべき先見の明である。さらに、国の動きも迅速で、文科省、JST、経産省を中心とした幾つかのプロジェクトを経て、2012年から文科省「元素戦略プロジェクト（研究拠点形成型）」がスタートし、2022年3月に終了した。磁性材料、触媒・電池材料、電子材料、構造材料の4拠点を中心に、減量、代替、循環、規制、新機能の5つのキーワードのもと、幾つかの革新的材料の創製に成功してきた。ここでは、紙面の関係で得られた成果の詳細は述べないが、複数元素を組み合わせることで希少元素や有害元素を代替でき、実用化も含め目覚ましい研究成果を上げてきた。しかし、基本的には既存の技術をベースにしたプロジェクトが中心であり、5つのキーワードのうち金属元素の減量、代替、規制を中心に進められてきた。多様な元素の高度利用、新機能創成、元素の再循環という元素戦略の基本理念に立ち返り、「元素戦略」をさらに発展させる必要があるのは言うまでもない。

私が今まで取り組んできた「結合活

性化」と「元素戦略」を重ね合わせてみると多様な元素の高度利用という観点からは、炭素元素の有効利用が以前のプロジェクトには含まれていなかった。最近、「脱炭素」と言う言葉から炭素（有機化合物）が悪者扱いされているが、これは明らかに誤用である。われわれ人類は、炭素（有機化合物）から多大な恩恵を受けており、社会の持続的発展には、炭素の高度利用が欠かせない。実際、ノーベル財団は、2010年のノーベル化学賞（クロスカプリング）のプレスリリースで、“Carbon-based (organic) chemistry is the basis of life and is responsible for numerous fascinating natural phenomena…”と述べている。「脱炭素」ではなく、正確には「脱化石燃料」と言うべきである。「化石資源」を燃料に用いるのではなく、「炭素資源」として有効利用する必要がある。その一つの方策が、私が長年取り組んできた「結合活性化」である。「結合活性化」とは、今まで反応に積極的に利用されてこなかった反応性の低い結合を利用した反応開発のことである。石油、石炭、メタンなどの「化石資源」をたんに燃料として用いるのではなく、今まで知られていない高度な機能をもった物質に変換することで「化石資源」を有効に利用する。さらには、再生可能な植物由来のバイオマス原料であるセルロースやリグニンの有効利用、高分子の分解・再利用、太陽光や電気エネルギーを駆使した二酸化炭素、窒素の利用、これらすべ

て結合活性化の技術が必要である。結合活性化をさらに進化させ、元素間の結合や元素の空間配置を自在に操る革新的合成法を開発し、さらに元素間結合の自在切断による元素循環、突出した機能を有する新物質の創出の基盤を確立することが必要である。その結果、「材料の超高機能化」「触媒の超高効率化」「元素循環の確立」を通じて、持続可能で強靱な社会の構築に寄与できる。

現在、日本学術会議化学委員会を中心に「元素戦略」の重要性を訴えている。上で述べたように全元素を高度活用するだけでなく、新物質の多様な物性の先端計測による斬新な機能の発掘、元素データベースの構築、元素科学のDXの牽引などを統合的に機能させる必要がある。そのためにも、国が主導して、学術の振興はもとより、世界情勢、地政学的分析、資源枯渇、資源偏在リスク、地球温暖化、エネルギー問題、経済安全保障問題などに基づく国家としての元素戦略の立案とシンクタンク機能も担う「元素戦略推進本部」を速やかに設置し、真に持続可能な社会の構築につなげるために戦略的に取り組む必要がある。

ちやたに・なおと
1984年大阪大学大学院工学研究科博士後期課程修了（工学博士）、1984年大阪大学産業科学研究助手、1989年大阪大学工学部助手、助教授を経て、2003年大阪大学大学院工学研究科教授。1975年に入学して以来、47年間お世話になった大阪大学を2022年3月に定年退職、大阪大学名誉教授。現在は、大阪大学環境安全研究管理センターの特任教授。現役時代は、「結合活性化」を基軸とする新しい触媒反応の開発に取り組んできましたが、現在は日本学術会議化学委員会委員長として慣れない（向いていない）仕事に取り組んでいます。