

Future Loves History

細野 秀雄

東京工業大学 フロンティア研究機構 教授
元素戦略研究センター長

昨年11月にアンモニア合成の工業化開始100周年を記念したシンポジウムがドイツのBASF本社（ルートヴィヒスハーフェン）で開催された。標題はそのシンポジウムのサブタイトルである。2012年に発表したエレクトライド（電子化物）を用いたアンモニア合成触媒の論文が契機になり、上記のシンポジウムで講演を依頼された。2008年に鉄系超伝導体を発見した際にも超伝導発見100周年の記念シンポジウムに招待され、その歴史を臨場感をもって学習でき、研究の新たな視点を獲得することができた経験から、厚顔無恥を承知で今回も躊躇せず講演を引き受けた。

言うまでもなく、窒素は植物の生育に不可欠な元素のひとつ。人口増加と天然の活性窒素資源の消費により、肥料に用いる新たな窒素源の確保は20世紀初めには大問題となっていた。チリ産の硝石にその殆どを依存していたドイツは、自力でこの問題を解決する必要に迫られていた。カールスルーエ工科大学のフリッツ・ハーバーは、窒素分子と水素分子からアンモニアを人工合成することに挑戦した。有名なオストワルドやネルンストも研究していたが、十分な成果は得られていなかった。ハーバーは高温（600-1000℃）・高圧（～100気圧）とオスミウムを触媒に用いることで、十分な収率でアンモニアの合成に初めて成功した。しかしながら、このような過酷な条件下での実用的な合成プロセスは、とても現実的とは考えられなかった。このような状況で唯一、工業化が可能であると手を挙げたのが、BASFの若きエンジニア、カール・ボッシュであった。水素による金

属の脆化など数々の困難を解決しプラントを完成させた。高価なオスミウムに代る触媒の探索は、アルヴィン・ミタッシュが担当し、数千種に及ぶ物質をスクリーニングした結果、純金属ではなくスエーデン産の磁鉄鉱（マグネタイトに少量のカリウムとアルミニウムを含有）が最適であることを見出した。こうして完成されたプロセスがハーバー・ボッシュ法（HB法）である。現在、アンモニアは肥料や様々な化成品の中間体として年間1.7億トンも生産され、人類の生命と生活を支えている。また、容易に液化できることから、昨今では高密度な水素キャリア物質としても期待が高まっている。

HB法は人類を飢えから救った化学研究の金字塔として歴史に刻まれているが、先達のレビュー講演を聞いてみると、遅まきながら多くのことに気付いた。まず、HB法は大学の目的である基礎研究の成果が産業界に上手く受け渡されて実現した産学連携の賜であったこと。また、このプロセスの成否に熱力学と速度論（触媒探索）の真価が問われたこと。そして、高压反応という新しい学術領域が開け、アンモニアの工業合成という産業が創出されたこと。このように、大きな社会的困難の克服に繋がる学術のブレークスルーがエンジニアリングのジャンプアップを促し、これによって基礎科学と工学の新領域が拓けたわけだ。

学問が一番面白いと感じるフェーズは人によって異なるようだ。筆者は、基礎と応用があまり分化していない黎



HB法による実際のアンモニア合成に使われた反応塔とともに、ハイデルベルグのカール・ボッシュ博物館にて。

明期に最も魅力を感じている。エレクトライドの物質科学は、未だこの段階にあり、基礎物性の把握が新しい応用に繋がるという印象を持っている。アンモニアの合成・分解触媒はもとより、もっとワクワクするような発見が待っているに違いない。面白くて、しかも社会に明確に役に立つ研究に精進しようと誓いを新たにルートヴィヒスハーフェンを後にした。

ほその・ひでお

東京工業大学フロンティア研究機構教授。同学元素戦略研究センター長。

JST さきがけ「新物質科学と元素戦略」領域総括、JST ACCEL「エレクトライドの物質科学と応用展開」代表研究者。Materials Research Society Board of Director。日本学術会議会員。1982年都立大大学院博士課程修了。名工大、分子研、東工大の助教授を経て1999年より東工大教授。

JST ERATO「細野透明電子活性」プロジェクト総括責任者。同ERATO-SORST「ナノ構造を活用した透明酸化物の機能開拓」プロジェクト代表研究者。内閣府FIRST「新超電導および関連機能の探索と線材応用」プロジェクト中心研究者を歴任。

専門分野は無機材料科学。特に独自のコンセプトによる電子機能材料の創製。高精細・省エネルギーのディスプレイの実現に繋がったIGZO半導体の創製とそのTFT応用や鉄系超伝導物質の発見が代表的成果。

応用物理学会業績賞(2010)、仁科賞(2011)、日本化学会賞(2013)、本多記念賞(2013)、朝日賞(2009)、紫綬褒章(2009)、Matthius Prize(2009)、Raychman Prize(2010)、Thompson-Reuter Citation Laureate(2013)などを受賞。