

<特集3>

関本先生のご定年にあたり

東京工業大学原子炉工学研究所 小原 徹

日本原子力学会の炉物理部会長も務められ、長年にわたり炉物理分野の研究・教育に多大なご貢献をされた東京工業大学の関本博先生が平成23年3月末でご定年により大学を退職されました。退職に先立つ平成23年3月2日には東京工業大学蔵前会館において、記念講演会と懇親会が開催され、多数の方々がお集まりになりました。炉物理部会報の編集のご担当から依頼があり、小生関本研の不肖の弟子の一人として、関本先生のこれまでのご功績などについて駄文を寄せさせていただきます。

関本先生は、昭和43年3月に京都大学工学部原子核工学科をご卒業、昭和45年3月に同大学院工学研究科原子核工学専攻修士課程を修了された後、米国カリフォルニア大学バークレー校大学院原子核工学部門に留学され昭和49年6月にPh. Dの学位を授与されました。その後米国ゼネラルアトミック社に上級エンジニアとしてお勤めになった後、昭和51年5月に東京工業大学原子炉工学研究所助手に着任され、昭和58年3月に助教授、平成2年7月に教授になられました。

東工大助手時代は核融合中性子工学について研究をされ、NE213による中性子スペクトルの測定、積分量から中性子スペクトルを求めるアンフォールディング法の開発、またモンテカルロ法コードを作成し、これによる体系内中性子スペクトルの計算等されました。また、助教授昇任以降は高温ガス炉設計（高中性子束炉、パルス炉等を含む）、核平衡社会、小型長寿命高速炉（鉛や鉛ビスマスを冷却材とし、そこで重要となるポロニウムの実験的研究などを含む）、CANDLE燃焼等について研究されました。

核平衡社会の研究では平成16年3月に日本原子力学会賞（学術業績賞）を受賞されました。CANDLE燃焼に関しては、新聞やテレビ・ラジオ等多数のマスコミにとりあげられました。また、平成15年度より5年間に亘って文部科学省21世紀COEプログラムに東京工業大学の「世界の持続的発展を支える革新的原子力」が採択され、拠点リーダーとしても活動されました。プログラム終了後も本活動を継続させるため平成18年1月1日、「革新的原子力研究センター」が東京工業大学に学内措置として設置され、センター長として活動を続けられました。これらの活動の一環として、INES-1～3の国際会議の開催、米国マサチューセッツ工科大学革新的原子力研究センターとの協定締結とこれに伴う交流、ロシア、インドネシア、モンゴル等との交流等に力を入れられました。また、原子力学会、学術会議、原子力委員会、原子力安全委員会、原研機構、その他いくつかの原子力関連の財団法人等の学術活動や社会的活動に協力されてこられました。

関本先生は、これまで数多くのすぐれた研究業績をあげてこられました。この中で全く小生の好みで二つだけ選んで、CANDLE燃焼の研究と核平衡社会の研究について触れておきたいと思います。ただし以下に述べるのは小生が「そのように理解している」と

いう話であって、関本先生からは「小原は全くわかっておらん！」とお叱りを受けるかもしれません。

CANDLE燃焼（またはCANDLE炉）の研究は、ビルゲイツ出資の米国のテラパワー社が提示したトラベリングウェーブ炉（TWR）の基本概念が関本先生のCANDLE炉と非常に似ていたこと、またビルゲイツ自身がこの原子炉概念に非常に興味を持ち自ら日本のプラントメーカーとも接触していたことが報道されたことで広く知られることとなりました。CANDLE炉の研究はTWRよりずっと前の1990年代から関本研で行われており、テラパワー社の研究者たちも関本研から出たCANDLE炉の論文を詳細に検討し、さらには直接関本先生からアドバイスを求めているようです。

この炉は、炉心の冷却材や材料の組成、幾何形状がある条件を満たすと、天然ウランや劣化ウランを燃料として、自らの中性子で親物質を転換しながら臨界となり、（体系が無限に長ければ）事実上永遠に燃焼が継続していくという事実に基づいた原子炉です。CANDLEは長い正式名称（正確なのは忘れました）の略称ですが、このような燃焼現象がろうそくの燃焼と非常に類似していることからそのように名付けられたのだと思います。

この炉だと、通常の高速炉には不可欠のプルトニウム抽出のための再処理が不要となり、使用済燃料の燃焼度も40%程度と高い値が期待できるためウラン資源を有効に利用できるという優れたメリットあると考えられています。このCANDLE炉概念については、東京工業大学を通じて国際特許も取得されています。工学的に解決すべき課題は多くありますが、原子炉の理想形の一つのいえると思っています。

「核平衡社会の研究」は、CANDLE炉の研究より前に行われていた研究で、おおざっぱに言うと原子炉の使用済燃料から安定同位体だけ取り除いて、減った分天然ウランを加えたうえで原子炉にもどすということを無限に繰り返すとどの様なことになるか（あるいはそもそもそのようなことが成立するか）という研究です。研究では、原子炉がある条件（特にスペクトル）をみたせば、このようなシステムが成立するということが分かっています。東工大の原子炉工学研究所の所長だった藤家洋一先生もこの概念に大変興味をもたれ、この核平衡社会の研究の概念をもとにSCNESというシステムの研究を始められました。

はじめこの核平衡社会の研究が学会等で発表された時は（あるいは今でも）「これは一体何の研究なんだろう？」という反応が多かったように思います。先生も発表に際しては苦勞されていたようですが、国内より海外でその価値が高くみとめられてその後国内でも意義が認められるようになりました。個々の原子核がもつ中性子反応断面積や崩壊定数は自然が決めた固有の値ですが、この研究ではこれらの原子核が核分裂と核変換を繰り返した場合、その組成分布が普遍的な収束解をもつという現象を示したもので、この収束解はいわば自然が決めた解ということが出来ます。これは単に原子炉でエネルギーを出して使用済燃料が出てそのうち使えるものを再利用するという考えをはるかに超えた発想で、原子炉（あるいは核分裂・核変換反応）のもつ普遍的な本質に迫った研究だと思います。個人的な好みでいうと、この核平衡社会の研究は「原子炉を利用するということはどういうことか」という問題の本質に迫る雰囲気があり小職は好きです。

二つの研究に共通していることは、中性子輸送と燃焼（核変換）を別々の現象として個別に考えるのではなく、これらを一連のものとしてとらえ、その結果現れる現象の本質を体系的に研究されたということだと思います。私の理解では、関本先生以前の研究にはそのような視点での研究はなかったと思います。

関本先生のご退職のまさに直前に東日本大震災と東京電力福島第一原子力発電所事故が起きました。先生も福島原発の事故には大変心を痛められているようでしたが、退職後米国へお住まいになることが以前から決まっており、事故と今後の原子力についてあまり深くお話をする機会がなく今日にいたっているのを残念に思っています。今後とも関本先生の本質を見抜く鋭い視点をもって、不肖の弟子たちをご指導・ご鞭撻していただければなあと思っています。



写真1 退職記念講演会の様子



写真2 記念講演会で講演される関本先生