

炉物理部会セッション

研究炉の運転再開と今後

Restart and Future of Research Reactors

(2) 今後の炉物理実験研究と人材育成

(2) Future Experimental Reactor Physics and Nuclear Reactor Education

*橋本 憲吾¹¹ 近畿大学原子力研究所

1. はじめに

新規制基準適合確認のための3年間の利用停止を経て、2017年度初頭から近畿大学 UTR-KINKI、京都大学 KUCA, KUR の大学炉が利用運転を再開した。これら試験研究炉を有する大学の教員は、設置変更許可、保安規定認可、品質保証システム再構築、設計工事認可、使用前検査及び施設定期検査等に係る膨大な業務に忙殺されてきた。しかしながら、我々大学教員は、このような厳しい許認可・施設管理業務を、自己目的化することなく、研究・教育の果実を得る手段として受け入れていた。大学炉が利用再開した今、今後の炉物理研究と教育に対して明確で力強い展望を描き実践して行くことが必要である。さもなくば、利用停止の3年間の出来事は空しいものになってしまう。さあ、研究・教育の種を蒔き、その果実を収穫する時が来たのである。

本発表では、まず、炉物理実験研究の課題について議論する。この本質的な課題を炉物理研究者と広く共有し、打破する道を共に探りたい。また、原子炉分野を専門とする後進の育成と教育についても考えてみたい。私は、生まれながらにして理論や解析が大好きであり、時を得ると理論式の導出や計算コードにのめり込む質である。このような私は、幾度となく、年長の先生達により実験現場に引きずり戻された。KUCA や UTR で沢山の論文を書かせて頂いたが、いまでも理論や解析研究について未練がある。このような未熟な私が炉物理実験研究について論じる資格が有るかどうかは不安であるが、与えられた役回りを果たすこととする。

2. 原子炉物理実験研究の問題と課題

2-1. 炉物理実験研究の衰退と消滅の危機

まず、炉物理実験研究の低調さを具体的に示したい。図1は、原子力学会英文論文誌(J. Nucl. Sci. Technol.)に掲載された炉物理分野論文数の推移である。全炉物理分野の年間論文数(黒丸)は、20本前後で推移しており、同英文論文誌全論文の1割強を占めている。国内から投稿された炉物理分野の年間論文数(赤丸)は、10本強程度で推移している。この論文数が妥当か否かについては、炉物理部会での議論に預けることとする。2015年については、PHYSOR2014特別号の出版のため、海外からの投稿による掲載が急増しているが、2016年以降も海外からの論文が炉物理分野論文の4割程度を占めている。同特別号の出版が英文論文誌の知名度向上に資した可能性がある。PHYSOR2014関係者に感謝したい。

さて、問題の国内から投稿された炉物理実験研究に関する年間論文数(青丸)は、どうにか2本程度を死守している状況である。近い将来、英文論文誌上から炉物理実験研究論文が消え失せることも予想させる。英文論文誌創刊時から2000年頃までは、旧原研のTCA, FCA、京大のKUCA、東芝のNCA、旧動燃のDCA、及び国内の研究炉等に関する論文が「にぎやかに」掲載されていた。また、ANLのZPPRのような海外の施設の実験論文も掲載されている。現在、TCA, FCA, NCA, DCA等の臨界集合体は廃止措置段階にあり、我々が利用できる臨界集合体はKUCAしか残っていない。この貴重なKUCAをいかに有効に活用し、

*Kengo Hashimoto¹¹Atomic Energy Research Institute, Kindai University

研究成果を論文として残していくのが最も重要な課題である。

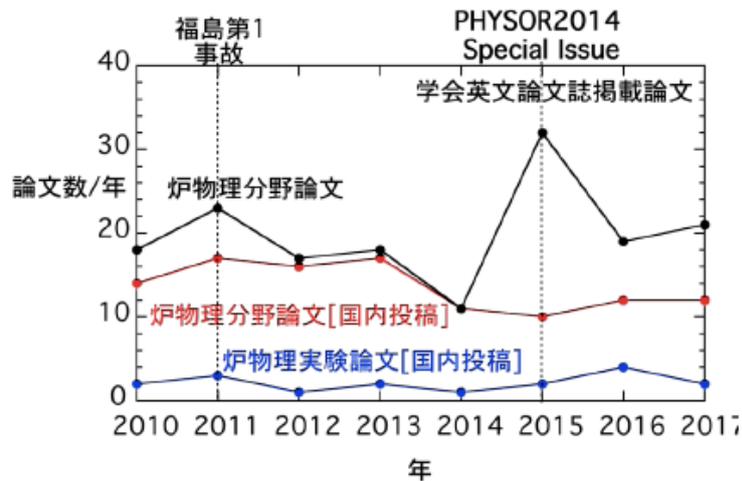


図1 原子力学会英文論文誌掲載の炉物理分野論文数の推移

次に、炉物理研究者にとって最も重要な原子炉施設である KUCA の共同研究について現状を見つめてみたい。図2は、KUCA 共同研究採択数と共同研究者による KUCA 論文数の推移を示したものである。ただし、採択数は実際に運転利用した件数であり、論文数はメジャー3雑誌(J. Nucl. Sci. Technol., Nucl. Sci. Eng., Ann. Nucl. Energy)掲載論文の橋本による調査結果である。また、共同研究について理解を深める目的から、京大の所員が出版した論文は含めていない。近年の共同研究者による実験研究論文数(赤丸)は、1本から2本を推移しており、依然として、共同研究の維持の観点からは危険水域にある。全国の炉物理研究者の方から、「これではイカン！」との声が聞こえる悲惨な状況である。「KUCA ヘビーユーザ」を自認している橋本も、「恥ずかしくて孔に入りたい」心境である。このような現状をご存じなかった研究者も多いと予想する。この危機的状況を打破できない限り、実験炉物理、ひいては炉物理の明るい将来は無いと確信している。しかし、残念ながら、この難題を直ちに打開するための妙案は、橋本は持ち合わせてはいない。まずは、年間論文数を採択件数に近づけること、これを達成するためにはマシンタイム1週につき論文を1本は書くことから始めなければならない。次に、若い有能な共同研究者を誘い込み、共同研究者を増やすことも重要である。

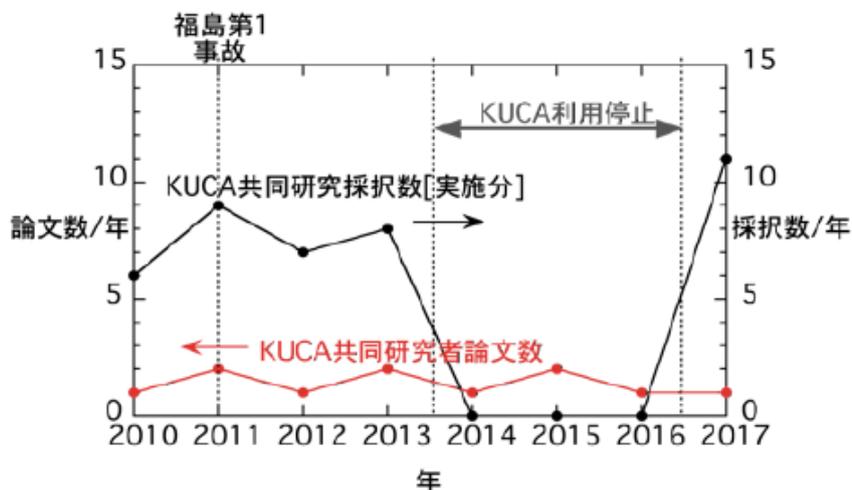


図2 KUCA 共同研究採択数と共同研究者による KUCA 論文数の推移

2-2. KUCA 共同研究採択数の推移

図3に、共同研究開始当初からの KUCA 共同研究採択数と院生実験参加者数の推移を示す。KUCA 共同

研究採択数(黒丸)は、1990年代後半から減少の傾向が見られる。橋本もこの頃に共同研究から暫く遠ざかった記憶がある。数年後、代谷先生から「共同研究復帰命令」を頂戴し、卞先生の下で加速器駆動未臨界炉の基礎研究を始め、現在に至っている。卞先生の尽力もあって、現在の共同研究採択数は回復傾向にある。図3には院生実験参加者数(水色丸)の推移も示しているが、共同研究採択数との間に逆相関が見られるが、双方に因果関係が有るのか否かは不明である。兎に角、院生実験が占めるマシンタイムが将来に亘って減ることはあっても増えることは無いと期待するが、共同研究に割り振られるマシンタイムには制限がある。「共同研究申請は増えて欲しいが、マシンタイムは増やせない」、これは悩ましい問題である。

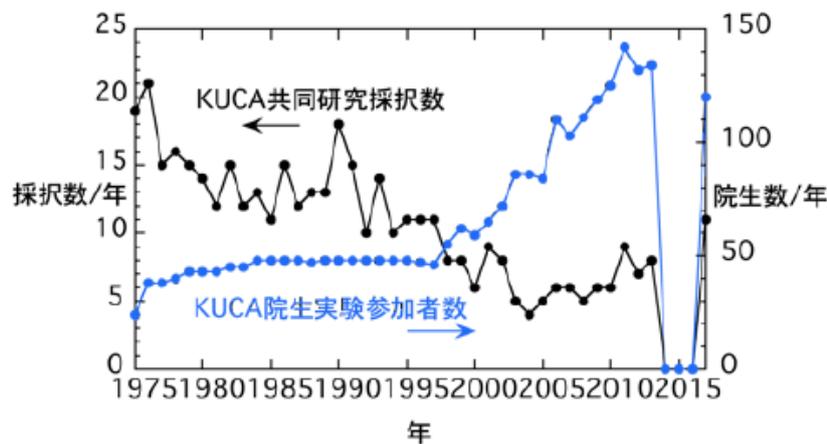


図3 KUCA 共同研究採択数と院生実験参加者数の推移

3. 炉物理実験研究の明るい将来に向けて

3-1. 共同研究マシンタイムの有効活用

KUCAに限らずUTRにおいても、共同研究申請を躊躇する理由として、研究者から以下のような意見をしばしば頂戴する。

(1) マシンタイムの制限

KUCAの共同利用マシンタイムは、原則として、課題当たり1週間(施設利用は4日間)である。UTRの場合は2日間という場合もあり、KUCAは恵まれている方であるが。

(2) 法令からの制限

原子炉の利用は、原子炉等規制法等により規制され、施設利用については規制法令内で実施されなければならない。自由な発想を重んじる研究者からは、「あれもこれも法令により無理では研究はできない。」とのお叱りを頂くこともある。少なくとも、炉物理研究者からはこのようなお叱りは無いと思うが、「規制があるのが原子炉研究」であり、だからおもしろいと考えたいのだが。

(3) 使用機器の調達と整備の問題

共同研究においては、原子炉施設の設備・機器の整備については施設側の責任で実行されるが、データ収録システムや解析用機器のような研究資材の調達・整備は共同研究者の責任である。従って、「実験用機材が無いので共同研究はできない。」と言われても、施設側のスタッフとしては困惑するしかないのだが。

(4) 実験手法や原子炉利用の実験の障壁

実際に原子炉施設を研究利用し種々な実験を適切に実施するには、豊富な実経験が必要である。これらすべてを施設側に期待するのは、共同研究とはいえ、「お任せ実験」と言わざるを得ない。ただし、誰でも最初は未経験者なのだけれど。

(5) 共同研究実験に要するマンパワーの問題

KUCAの共同研究利用では、最低3~4名程度の共同研究協力者が必要である。さもなくば、所員に過大な負担を強いることになる。教員スタッフや大学院生が限られている研究室は、とても困るのだが。

以上のような問題を解決する1つの方法は、「相乗り利用」の申請である。例えば、A大学とB研究所がそれぞれ相乗りで申請をし、1週間のマシンタイムを共有する場合も2週間のマシンタイムを共有する場合も有りである。この相乗り利用を活用して、橋本は3,4週間にわたりKUCA実験を行ったこともある。相乗り利用は、資材・人材・経験を共有できるので、法規制以外の問題解決とマシンタイム有効活用につながるだけでなく、様々な議論や経験を通して新たな発見や将来の実験計画を生み出す原動力になると確信している。さらに、大学院生にとっては、種々な機材を実際にハンドリングし、他大学の教員や院生と「仕事」を共有し深く交流できるので、真の人材育成には「もってこい！」だと考えている。最後に「院生旅費」の問題だけは残るのだが。現在、共同利用1回当たり院生旅費は1名までとなっている。教員の旅費は無しにしても良いから、院生旅費を回復・拡充して欲しいと願うのは私だけではないと思うのだが。

3-2. 共同利用施設の多様化

KUCAは、炉物理の共同研究利用の中心となる原子炉施設であること言うまでもない。ただし、KUCAでの実験は零出力炉の炉物理実験に制限される。出力炉の炉物理実験はやるべき課題が山積しており興味有る未開発分野であるように思える。隣のKURを出力炉の炉物理実験研究対象に考えられないか。熱出力は1MW程度であるが、出力炉固有のFPの蓄積や熱水力フィードバックも存在する。また、JAEAのHTTR等の試験研究炉における共同研究も議論すべきではないか。さらに、核分裂連鎖反応に関する基礎研究に限定されるが、近畿大炉UTRの炉物理実験研究への活用も検討の余地がある。

4. まとめ

現状の問題点のみの列挙に終始してしまったが、当日、炉物理実験研究と院生の教育について会場で議論できることを楽しみにしている。炉物理実験研究の危機的状況を皆さんと共有できれば、この発表はまずは成功と考えている。ただし、炉物理実験研究の低迷を放置すれば、近い将来、炉物理実験を理解する研究者が消滅し、原子炉実験研究の論文は海外の雑誌に投稿せざるを得なくなる。悲しい現実である。

近畿大学原子力研究所のスタッフは、UTRのみならず、KUCA, KURの共同研究をそれぞれ複数申請し、「やる気満々」である。ただし、橋本は、年齢を考えれば、そろそろ研究の後始末に取りかからねばならぬ時期に至っている。若手研究者の実験研究への挑戦と健闘を祈る次第です。