

研究室だより

九州大学工学部応用原子核工学科 原子核機器工学講座

九州大学工学部

的場 優

e-mail : ntomitne@mbox.nc.kyushu-u.ac.jp

1. 経過

九州大学の原子力工学系教育研究は、昭和 32 年に応用原子核物理学講座が開設された時に始まった。その後、2 講座が増設され昭和 42 年には応用原子核工学科（6 講座）が設置されて、全体で 9 講座体制になった。内 1 講座は大学院総合理工学研究科エネルギー変換工学専攻に移り、更にエネルギー変換工学専攻に 1 講座増設され、現在、九州大学全体で 10 講座が原子力工学系であり、内 8 講座が工学部応用原子核工学科を構成している。本講座は昭和 42 年応用原子核工学科の開設にともない設置されている。現在は関連する「放射線計測及び安全工学講座」とともに、「量子工学コース」を構成し、教育研究に携わっている。応用原子核工学科にはコースとして他に「エネルギー工学コース」及び「エネルギー機能材料コース」があり、3 コースで応用原子核工学科専攻の教育研究を担当している。本講座の教授として昭和 44 年に隈部功教授が着任し、平成元年 3 月に退官されるまで核物理・核データ、放射線計測及び加速器に関わる原子力工学の基礎分野の教育と研究を担当してきた。平成元年に隈部功教授の後を継いで、的場優教授がエネルギー変換工学専攻から配置換えになり、現在榮武二助教授、魚住裕介助手、納富昭弘助手、入江泰輔技官及び共同利用施設であるコバルト 60 放射線照射実験室の岡井富雄講師に秘書の 7 名のスタッフで任にあたっている。また本講座にはかつて和久田義久氏（名誉教授）、松本征史氏（京大）、百武幹雄氏（佐世保高専）、桑折範彦氏（徳島大）、渡辺幸信氏（九大総合理工学研究科）の各氏が所属され、現在も各方面で活躍されている。

九大では本講座の設置前から、園田正明名誉教授を中心にコッククロフト加速器による中性子実験と偏極イオン源、中高エネルギー核分裂などの先進的な研究が行われていた。このことが大きな力となって、長年、14 MeV 中性子核物理・核データ関係の研究を中心に行なってきたが、その後、原子力研究の多様化にともない、荷電粒子に関する核物理・核データに関する研究を手がけ、更に最近では、中高エネルギー領域へと重点を移しつつ、新しい分野の開拓を行っている。並行して、核反応の計測をきっかけに

始まった放射線計測及び園田正明先生が我国で最初に開発した偏極イオン源に関わる研究など、様々な分野の研究を常に基礎に根差しつつ進めている。次章では、最近進められている研究を簡単に紹介する。

放射線計測や中性子計測などは原子力の基礎研究を行う者にとって永遠のテーマであり、各スタッフは常に何か課題を抱えて研究にあたっている。

2. 現在の研究テーマ

○コッククロフト加速器による中性子核反応にはじまる核物理・核データ研究

上記の様に、九大には早い時期にコッククロフト加速器が設置（昭和34年）され、長年にわたって、14 MeV 中性子反応に関する研究が行われてきた。核融合炉が具体的課題となる以前から、14 MeV 中性子断面積を丹念に測定してきたわけであり、中性子非弾性散乱における前平衡過程の役割の重要性を最初に指摘したのは当研究室である。また (n,p) 反応などの測定の為に独自の検出器を開発して、質の良いデータを提供してきた。残念なことにコッククロフト加速器は現在老朽化し、それに換わる装置を得ることが出来なかったため、この分野の研究は今も行われていない。しかし、現在でも当研究室で継続されている原子核反応の理論的な研究の端緒となった様々な実験データを提供してきたことを強調したい。将来的には、九州大学タンデム加速器実験室に開発されている偏極中性子源を用いた中性子反応実験を計画しており、現在その目的の為に検出効率の高いスペクトロメーターを開発中である。

○荷電粒子反応の研究

原子核反応の研究は、精密実験により質の高い核データを提供すると共に、新しい物理概念を検証し、応用のための基礎を確立することを可能とする。当研究室では原子核反応の中で一個の中性子をやり取りする一核子移行反応を長年研究してきている。原子核の奥深くに空孔が存在する状態を表す「空孔強度関数」を定量的に評価する方法を世界で最初に開発したのは当研究室である。これにより、通常の実験では困難な零エネルギー領域の中性子ポテンシャルを求めることが可能になり、核分裂から核融合エネルギー領域の核データの精密化に大きな貢献をしている。これらの実験は、大阪大学核物理研究センター、九州大学タンデム加速器実験室等で行われている。現在は次のようなテーマで研究を行っている。

- ・一核子移行反応と精密核分光学研究
- ・負から零エネルギー領域の中性子ポテンシャルの異常性の解明
- ・原子核レベル構造におけるカオス的ふるまいの探索
- ・中高エネルギー原子核反応における前平衡過程及びカスケード過程の役割
- ・陽子入射核反応に関する研究

また、最近、大阪大学核物理研究センターのリングサイクロトロンから得られる中間エネルギー領域 (100 ～ 400 MeV) のビームを用いて、核データの収集・得られた核データの理論的な記述に関する研究を開始している。この研究のひとつには、後述する大型 NaI(Tl) 結晶スペクトロメーターを独自に開発して使用している。

○放射線検出器に関する研究

原子核反応実験では、原子核反応で放出される原子核粒子を測定する装置、すなわち放射線検出器が使用される。放射線検出器は 1900 年代初頭に発明され、その後様々な型のものが開発されて、応用されてきた。当研究室では原子核反応を高精度で測定する大型磁気スペクトログラフ用として単芯線型としては世界最高分解能のガスを媒体とする位置検出型検出器（ガス計数管）を開発し、原子核反応研究に使用してきた。この開発研究の中で計測技術に関わる様々な問題をとらえて基礎研究を行い、ガス中の電子増倍に関する世界初のモンテカルロシミュレーションやガイガー以来 80 年後に発見されたガス計数管における自己消滅ストリーマ (SQS) 研究（当研究室は世界で研究密度が高い研究室の一つである）をはじめ、様々な研究成果を挙げている。現在次のようなテーマで研究を行っている。

- ・焦点面検出器の開発とその基礎研究
- ・自己消滅ストリーマ (SQS) 現象の研究
- ・ガス計数管内の基礎物理過程の解明
- ・大型 NaI(Tl) 結晶スペクトロメーターの開発
- ・半導体検出器による超高分解能荷電粒子測定に関する研究

○量子計測及び加速器に関する研究

量子現象あるいは原子核現象に関わる機器は、計測制御機器と加速器である。当研究室では新しい方式のアナログー デジタル変換器 RDC、パルス状の電子加速を利用したパルス軟 X 線発生装置あるいは超伝導サイクロトロン等の開発、加速器イオン源の基礎研究、液体シンチレーションカウンターによる炭素 14 環境放射能研究等、様々な試みを行っている。どの研究もユニークなものであり、特に新型アナログーデジタル変換器及びパルス軟 X 線源は当研究室が世界に先駆けて開発したものである。先端技術の開発には電子計算機が不可欠であるが、当研究室では情報処理のソフト面とともに、ハード面からの研究も多面的に行ない、インターフェイス及びオンライン計測制御等の研究に成果を挙げ、またユニークな技術を有している。更に、大型実験装置による研究の実施とも関連して、人間と機械との関係の重要性を認識し、新研究分野の開拓を試みている。

- ・パルス波高比デジタル変換器及びオンライン計測システムに関する研究

- ・ 加速器イオン源の基礎研究
- ・ 液体シンチレーション検出器の低バックグラウンド化と炭素 14 環境放射能研究
- ・ 原子炉中性子雑音の時系列直接計算機処理に関する研究

3. 研究室をめぐる状況

各地の研究室と同様に本講座も、大学院改革及び国際化の嵐の中をただよっているが、ゴールは見えていない。しかし、研究室の中は以前とは激変している。前述のようにスタッフは7名であるが、所属する学生は、4年生5名、修士1年5名、2年5名、博士3名（内1名は社会人）の17名であり、また来年4月から、博士5名（内社会人1名）の体制になり大学院生の教育は最重要課題である。更に東南アジアからの留学生も多く、今まで所属した研究留学生はインドネシア3名、バングラデシュ1名、イラン1名、中国1名（予定）であり、うち3名は4～6年滞在して博士の学位を取得して帰国している。現在も2名が勉学にいそしんでいる。また長期に滞在される外国人研究者も居て、研究室は大変にぎやかである。また、スタッフは国際的な研究交流にも積極的に関わっている。現在、魚住助手はユーリッヒ原子核研究所（独）に滞在してビーム蓄積機器実験研究に携わっており、的場教授はバングラデシュとの核物理・核データ共同研究を進めている。また、九州大学の中の原子力系の様々な研究施設、すなわち加速器センターや量子線照射分析実験施設の設置に向けて努力をしている。更に、日本原子力学会に「統一的中性子ポテンシャル」研究専門委員会を組織したり、地域の研究者と長年にわたって「放射線計測研究会」を実施したり、あるいは加速器や放射線計測等に関わる国（原子力クロスオーバー委）や地方公共団体（福岡県：放射光）などとの関わりも大事にしており、スタッフ全員忙しく活動している。

スタッフは大学院生の教育に関わる研究指導を中心的使命として活動していることは分かっていたと思うが、悩みの一つとして、研究室の大学院生を夏に武者修行に出す、適当な「夏の学校」あるいはそれを支える「部会」（研究連絡会）がないことである。今は内容が最も近い応用物理学会の「放射線」夏の学校に若手を時々派遣しているが、あまりしっくりしないと感じている。以上述べた内容から考えると「応用核物理・放射線」などという名称の研究連絡会あるいは部会を日本原子力学会に設置できないかと考えたりしている。

以上、時間が無かったためにとりとめのない紹介になってしまったが、お許し願いたい。なお、ともに量子工学コースを運営している「放射線計測及び安全工学講座」については、平成7年度7月に石橋健二教授が就任されたところなので、数年後、体制が整ったところで紹介していただく予定である。

（文責 的場 優）1995年9月