

巻頭言

—近畿大学原子炉とともに歩んだ45年
—環境放射能研究と放射線管理に励んで—

近畿大学原子力研究所 古賀 妙子

私は、1962年、教育用原子炉の臨界、稼働半年後に原子力研究所に着任し、定年を迎えるまで保健物理研究室に籍をおき、原子炉施設及びトレーサー・加速器棟における原子炉規制法及び放射線障害防止に係るそれぞれ放射線管理及び放射性同位元素等管理、及び同時に教育・研究に終始従事してきました。保健物理研究室での45年間を、思い出すままにまとめてみました。大学では、生活理学科で公衆衛生学系研究室での卒業研究でしたので、分野が異なりともかく一生懸命頑張り通しました。

「極低出力小型原子炉 (UTR-KINKI)」

1959年東京晴海の国際見本市で展示された米国製の小型の教育研究用原子炉が、1961年11月、近畿大学構内に熱出力0.1Wで、民間原子炉第1号として臨界に達し運転を開始しました。それに先だち1960年4月に原子力研究所は、原子力に関する研究と教育を目的とする全学共同利用研究所として、理工学部原子炉工学科とともに設置され、研究・教育に活用されてきました。構造が理解しやすく取り扱いも容易なため、基礎研究を促進すると同時に、中広く多様性に富む研究にそして広義な科学技術を目指す優秀な人材の確保と育成に、机上の学習だけでなく原子炉そのものを活用し、基礎的研究及び原子炉教育が実践出来、原子炉訓練運転、燃料要素の炉心への装荷を経た臨界近接実験等、他の高出力炉では出来ない特筆すべき実験が遂行出来ました。

1970年には関西電力が、世界万国博覧会が開催された大阪千里会場に原子力エネルギーとして利用され、「原子の灯」を送りましたが、その後順調にエネルギー政策に原子力発電が用いられ、今では全国電

力会社で55基の発電用原子炉が我々の生活を活性化しています。当時、原子炉施設の見学が引きもきらず、多数の市民の皆さんがバスを連ねて来られ、対応が困難なため原子炉屋上からガラス窓からの見学になった時代もありましたが、現在は見学者もそこに減り、そのガラス窓も、防護対策のため施錠されてしまったことを考えれば、つくづく時代の流れと感慨に浸ります。

1974年10月に、一層効果的に利用出来る様に、1Wにパワーアップし、実験用設備の増設が計画され、中広い研究や利用、教育効果の向上、充実を図り、活発に利用を促進していますが、全国に5基あった大学研究用原子炉も、私学では本学のみとなりましたが、貴重な教育訓練用原子炉としての活発な利用がますます期待されます。原子力産業界の低迷と理科離れの教育も原因して、国公立大学の原子力工学科の受験者の減少などから学科編成が進み、本学も2005年3月をもって原子炉工学科は、理工学部電気電子工学科のエネルギー工学コースとして再出発していますが、卒業生3千名余りを世に送り出し、原子力・放射線技術者等として、原子力関連企業、省庁などで中広く活躍しておられ頼もしい限りです。

日本の将来を見定めた洞察力と英断により、原子力分野の発展に少しでも貢献できるようにと私たちに最先端の施設を与えて下さった大学関係者に深く感謝し、今後、中広く多様性に富む広義な科学技術を目指す優秀な人材の確保と育成を目指しての発展及び活気ある研究活動による研究所のますますの飛躍を期待致します。

「放射線管理業務」

当初、原子炉建屋は、原子炉制御コンソール、総合放射線監視モニタ、汚染検査用ハンド・フット・クロスモニタ等最新の設備に溢れていました。しかし、原子炉建屋以外の研究棟は各所に点在し、研究所総勢10数人で常にすべてに行い、その管理体制は原子炉管理班、放射性同位元素管理班、保健物理管理班及び総務班で組織され、保健物理管理班は、15号館（当時新館）の1室で業務を実施していました。放射線従事者数も少なかったため、健康診断についても、採血に始まり、血球数算定、白血球分類などの検査を所内で私たちが実施していました。放射線管理施設内外の線量測定、空気中、排気中及び排水中放射性物質濃度の測定、表面密度測定等が行われ、野外環境放射線管理は、原子炉を中心とする1.5km範囲内について、野外線量及び陸水、植物及び排水溝沈泥土等の環境試料中の全β放射性物質濃度について、現在は、Ge半導体を検出器としたγ線エネルギー波高分析装置によるγ線核種分析等が加わっています。その間、諸先輩共々施設の見学、研修を経て、多様な放射線管理業務は手作りでは整理、改良を重ね、積年の経験を加え、現在の形に修正されてきました。毎朝、毎夕、施設の中の点検を丁寧に目で確かめ、耳で異音を聞き分け、それぞれ排気等諸機器、測定機器及び記録計の状況を把握することが現場での管理の1日の始まりであり、納めでした。“目と耳で感じ取る現場から見えるもの”を大切にしたいと常々感じていました。

放射線機器、記録装置、処理装置などが開発され、データのみが整然と出てきますが、現在まで多様な放射線管理業務の積年の経験に得られた施設、設備の状況を考慮し、設備の改善が業務を充実することに助言してくれており、さらに的確にそれを教えて下さった先輩からの贈り物であったと思います。

放射線施設を実際に利用する者が、放射線管理業務の中にどんな時にも存在している事が、重要であ

ると感じています。清澄な朝に、心を開けば色々なことが聞こえ、1日の仕事の段取りを教えてくださいました。管理者としては、放射線防護の立場から、どんな微量の放射線でも、線量に比例した影響があるとみなして“出来る限り低く”をモットーに放射線被ばくを管理し、最終的には、一般公衆に対して放射線被ばくを低減化し、防止する責務を負っていることを考えてきました。

1986年にチェルノブイリ原子力発電所事故が発生し、北半球に環境汚染が広がり大きな影響を及ぼしたことから、国民の原子力に対する逆風に拍車を掛け、さらにJCO臨界事故が追い討ち、相次ぐ原子力発電所のトラブル、事故隠し等でますます原子力に対する信頼感が薄れ、「原子力災害対策特別措置法」に係る行政による規制も厳しく、国は、オフサイトセンターの建設及び原子力防災専門官の常駐、防災専門官の原子炉施設の巡視点検、業務従事者のみならず一般公衆の安全に向け監視が強化されてきました。大阪府のモニタリングステーション及びポストが東大阪地区にも4基設置され、事業所には、モニタリングポスト2基の設置が義務付けられ、常時放射線レベル等の監視が続けられています。放射線管理業務は、原子炉規制法、原災法及び障害防止法等益々多様化し、安全な利用が徹底されてきましたが、それらの完璧性が、住民への安全につながることを肝に銘じて管理を行ってきました。事業所よりの放射線レベルの異常は皆無に近く、降雨による自然放射線量率レベルが、通常の倍位までの上昇を示すことがありますが、これは空気中のラドン、トロン崩壊生成核種の影響によるもので、自然レベルの変動範囲です。しかし、これらの環境線量の測定を開始後3年間に3回、放射性アイソトープを使用した放射線診断、治療を受けた患者及び非破壊検査等で、放射線レベルが上昇する事例等を観測しました。第1例は、2005年6月24日に、74 nGy/hの放射線レベルを示し、NaI(Tl)シンチレーションサーベーターによる測定で、屋外に

おける最高値は350 nGy/hで、屋内までは測定出来なかったのですが、家の中では、それ以上の線量であったと思われます。γ線スペクトル波高分析器により、γ線エネルギーが150keV、半減期が6.3時間と推定されましたので、^{99m}Tcを使用した核医学検査を受けた患者からの影響と推測しましたが、高線量レベルの期間は14時20分から23時20分まで続き、その後平常時のレベルに戻りました。第2例は、2006年8月31日22時32分より8分間最大130 nGy/hの放射線レベルを示し、すぐ自然レベルに戻ったので、原因はハッキリしないのですが、広範囲に3ヶ所のモニタリングポストで検知されましたので、非破壊検査ではなかったかと思われます。第3例は、2006年10月12日に、150 nGy/hの放射線レベルで1時間30分間、不連続で観測され現場に到着後は移動のためかBGに戻っていたため特定できなかったのですが、検出された1ヶ所のみであったこと及び移動して検出されたり、検出されなかったりしたため放射性アイソトープを使用した核医学診断を受けた患者が移動したためと推測しました。このように、原子力発電所のように広大な敷地境界に、放射線測定装置が設置されている場合と異なり、住宅地に設置されているのでこのような事例がたまたま観測されましたが、「放射線診断により可能性のある線量領域での影響は無いという」考えの医療側と原子力事業者への線量管理の厳しさとのギャップを見つめるとき、管理者として矛盾を感じざるを得ず摺り合わせの必要性を望みます。

「核爆発実験による放射性降下物の環境放射能」

1960年代、初期の放射線管理業務に奮闘していた頃、米英ソの大気圏核実験が再開され、一連の大型核実験が繰り返し実施されていました。大気や雨水中の放射能濃度が異常に高い濃度を示すことが報告され、爆発地より遠い地域でも放射能の高い粒子が飛来しているためと推測されました。大気浮遊塵を吸引捕集したろ紙にX線フィルムを短時間、密着露

光した後、現像したフィルムに、放射能粒子を黒点として確認出来るほどでした。空気中の浮遊塵埃をはじめ、降雨ごとの雨水には、現在検出されている空気中ラドン、トロンなどそれらの自然崩壊生成核種ではなく、人工の核分裂片放射性核種が降り注いでおり、土壌、川水など環境試料中にも検出されました。雨が降れば、研究室では採取水とともに放射性核種の減衰測定し、短半減期の核種の同定のため、時間との戦いであり、原子炉建屋の屋上に設置したガラス板上に落下した強放射能粒子の宝探しと忙しい毎日でした。採取した粒子は、セロテープに付着させGMサーベイメータで、その放射能を確認しながら範囲を狭めていき、更にスライドグラス上に移して顕微鏡下で、粒径数十μmの粒子を単離していきました。採取した強放射能粒子1個の放射能は、数十ベクレル、爆発の規模によりませんが、1平方メートル当たり数個から数十個落下していました。顕微鏡下では、核実験の粒子は、ほぼ球形で褐色など様々な色を呈し、粒子中の成分によって変化し薄膜のため金色に美しく輝いていました。淡色粒子はアルミニウム、濃色粒子は鉄と、含まれている物質に依存し、地表面爆発或いは大気圏爆発かが大きく影響したため、色々な溶媒中に粒子を落下させ、比重を測定し確認のための実験は色々と行われ忙しかった事を記憶しています。

また、定期的には、東大阪市にある浄水場から飲料水及び牧場の牛乳中の放射性物質濃度の測定依頼もあり、原子炉施設の放射線管理より核実験による降下物の放射能の影響が多めで、仕事量も拡大の一途でした。測定装置も、今のように自動測定装置は少なく、手動でサンプル1個1個の測定時間を設定し、測定装置とにらみあいながら測定していましたし、γ線核種分析は、NaI (TI) シンチレータを検出器としたγ線エネルギースペクトルの測定で、その作図は、1晩には限られた数しか出来ず、したがって、核実験が行なわれれば連日徹夜で処理、測定を繰り返し、減衰を追い、グラフ用紙にプロット

し、核種を同定、放射能濃度の計算が続きました。その後、米英ソの大気圏核実験は停止されましたが、1969年に中国の核実験が引き続き開始されました。核実験地における汚染は大変なものであったと推測されましたが、爆発地から離れた日本・大阪でも放射性降下物による汚染もかなりのものであり、1986年北半球に、環境汚染が広がり影響を及ぼしたチェルノブイリ原発事故による環境汚染とは比べものにならない影響力であったと思われる。1ヶ月間の雨水及び落下塵を屋上に置いた直径80cmの水盤で採取し、核実験に由来するトリチウム (^3H) の降下量の経時変動を1965年より30年間継続測定を行ってきましたがその結果からも、核実験の多かった数年間及び最高値は過ぎて開始しましたが、平常値の約40倍であったので最高値の予想は、バックグラウンドの2桁以上のレベルで推移したと思われ、その後1970年、1980年代と徐々に減少傾向を示し、現在は核実験以前のバックグラウンドに落ち着いています。他の核分裂片核種である ^{90}Sr 、 ^{137}Cs も半減期及びレベルの相違はありますが、同様の変動傾向を示していると思われ、東大阪における核実験などによる放射性降下物（フォールアウト）の環境への影響状況の報告となりました。

「チェルノブイリ原子力発電所事故による放射性降下物」

1986年チェルノブイリ原子力発電所事故が発生し、その影響はヨーロッパ地域に比べると日本への影響は比較的少なかったのですが、新聞やテレビでは大きく報道されました。キエフ近くのチェルノブイリ原発より日本まで8000km、ほぼ日本の中央に位置する琵琶湖を水盤に見立て日本全域への代表値としてチェルノブイリからの降下量を推定するとともに、淡水生態圏における生物への影響の追跡調査を実施しました。湖水、土壌、水草、魚類への放射性核種の挙動と分布、経時変化は、大量の試料を乾燥、灰化及び蒸発乾固などで濃縮した試料について

Ge半導体を検出器とした多重波高分析装置で測定し、NaI (TI) シンチレータの検出器よりは、分解能は良かったのですが、濃度レベルが低いため、湖水の処理量は 1m^3 を要しましたし、他の試料も大量を要しました。詳しくは別に論文に報告しました。

「放射線取扱主任者として」

1986年に研究所の放射線取扱主任者に任命され21年間、今までの保健物理管理班としての放射線管理業務45年間に、並行して放射性同位元素管理班の業務が加わってきました。原子炉施設及びトレーサー・加速器棟の増改築に伴う利用の拡大及び障害防止法・炉規制法等関連法令の改正に伴い、放射線管理業務の充実が要求され、管理業務にかかる時間が年々増えてきました。一方、研究所外では、アイソトープ協会放射線取扱主任者部会の年次大会が大阪サンパレスで開催され、現地委員として、引き続き、主任者部会近畿支部委員として6年、その内、近畿支部委員長を2年、委員・サポーター等関係各位の方々の色々の支援を得、無事乗り切り、全う出来ました。ひとえにお力添え頂きました方々に、今も感謝し続けています。

「原子炉の一般公開を含め原子力展の開催」

一般住民に対しても年一回大学祭に合わせ、原子力展として2日間、原子炉公開を含め、ブース毎に分かれて、放射線の利用、放射性廃棄物の問題、骨密度測定、健康問題相談コーナーと対話を持ち、理解して頂けるよう務めてきました。原子力研究所が今日まで順調に原子炉を維持して研究活動を続けてこられたのは、大学関係者はもとより、地元住民の方々の絶大なるご理解とご支援の賜物と、これからもコミュニケーションを図る場として、皆さんに気軽に子供さん連れで集って頂けるよう毎年趣向を凝らし、原子力研究所を知って頂けることを願っています。通勤途中の大学通り、気軽に声をかけて頂

くお父さん、お母さん、年に1回の機会を楽しみ
して頂いている事を痛感します。”先生”と声をか
けられ大学、高校へのメッセージ及び相談を託され
ることも多々あり、昼そして夜のお弁当を届けて頂
く仲に、すっかり東大阪の住人になり、親しみを込
めた生活環境となり、住んでいる川西市より生活時
間が長いのですから無理はないのですが、有難く感
じています。

「固体飛跡の放電計数法による中性子線量測定」

核分裂片等による固体飛跡のピットを顕微鏡下
での計数が主流でありました当時、欧米で放電による
自動計数法が迅速簡便に実施されているという報告
が発表され、1970年代初めより、当研究室において
飛跡の自動放電計数用のスパークカウンタを開発、
試作そしてウラン及びトリウムなどの核分裂性核種
の薄膜の電着法による作製及び絶縁性固体飛跡検出
器としてのフィルムの選択、特性などの研究を始め
ました。そして15年間の成果を持って、1985年のは
じめより、東京大学へ月1回1年間通学し、20年に
近い研究の集大成として工学博士論文を書き上げま
した。新幹線の車中を書斎に、先生方の並々ならぬ
ご指導及び原子炉工学科の卒業研究で一緒に頑張っ
て苦労を共にしてきた卒研究生の皆さんとの共同作業
の結果で、感謝して止みません。その頃から、本来
の保健物理学研究と放射線管理業務が順調に進み、
卒業研究生と環境放射能調査について特に自然放射
性核種の動向及び分布に関心を持ち、精力的に行っ
てきました。大学を出たての頃は、ほとんど同年代
の学生でしたので、わけも分からずもう夢中でした
が教育の場では原子力、放射能、放射線等を正しく
知ってもらい、判断する目を養って欲しいという気
持ちで頑張っていました。最近では同じ目線、年
代から、もう子供から孫ほどの開いた世代になっ
てきました。教育は、小学生の頭の柔軟な時に家庭生
活の和やかさの中で効果が上がると確信していまし
たが、年齢差では、10才以上年の差が開かない方が

ベターと思っており、それを乗り越えるため新しい
時代の流れに適應できるように気分を若く頑張っ
てきました。そして1999年から大学院総合理工学研究
科で原子力分野の開講が実現し長年の希望が叶いま
したが、更なる研究体制の発展が期待されますこと
を今後の研究所の方々に祈るばかりです。

「高自然放射線地域における環境放射能研究」

管理者としては、放射線防護の立場から、放射線
影響に関するしきい値なし、どんな微量の放射線
でも、線量に比例した影響があるとみなして出来る限
り低く、放射線被ばくを管理してきましたし、国民
に対して放射線被ばくを低減化し防止する責務を
負っているという一心でした。1990年代に入り、研
究者としては、自然放射線疫学国際共同研究の中で
放射線被ばく線量評価の分野を受け持つてしまし
た。核実験による放射性降下物が研究センターであつた
時代を過ぎ、半減期の長い人工放射性核種のみ残存
し、バックグラウンドレベルとなり、自然放射性核
種であるウラン、トリウム及びその崩壊生成核種、
及びカリウム-40が研究対象となりました。日本
では、鳥取県三朝温泉地域、島根県池田鉱泉、山梨県
増富温泉等、そして世界的にはインド、イラン及び
中国広東省陽江地域に出掛けました。その線源が、
モナズ鉱石及びラジウム等温泉起源で対照地域を含
めて、まず1962年に中国側衛生部工業実験所との共
同研究からスタートしました。10年間に渉る現地環
境調査は、中国側の膨大な調査の基礎の元に、自然
放射線疫学研究調査において被ばく線量評価の把握
のため中国高自然放射線地域及び対照地域の選定、
最初選んだ所は近すぎて放射線レベルがまだ高く、
生活様式の良く似た所で低い対照地域を選び直した
こともありました。中国の研究者との本当の共同研
究であつたと感じていますが、その地で、屋外、屋
内環境放射線量、村民の個人被ばく線量これには外
部被ばく線量及び空気中のラドン及びトロン崩壊生
成核種の吸入及び食物中の放射性核種の摂取による

内部被ばく評価に関する基礎的研究を中国側と徹底的に意見交換の上、貴重な体験をさせて頂きました。その後、インド・ケララ地域、ブラジル・ガラパリ地域、イラン・ラムサールと調査が続きました。1995、1998年のワークショップで研究成果を発表し、(財)体質研究会の報告書に、2004年にはイラン、ブラジル、イスラエル、中国、ドイツに続いて、4年毎に行われる高自然放射線及びラドン国際会議の第6回を、日本・近畿大学11月ホールにおいて、200名の研究者を集め開催され、世界保健機構(WHO)、国際原子力機関(IAEA)、国連科学委員会(UNSCEAR)など世界的なレベルで関心

を寄せられ、盛会裏のうちに終了しました。世界の高自然放射線地域における自然放射線疫学調査の国際共同研究において、自然放射線レベルの低線量放射線影響の研究に励み、走り続けたその退職の目前に思いもかけず、栄えある「放射線安全管理功労表彰」を受賞し、何事にも一所懸命に努力してきた証しと素直に思うとともに、振り返って見ますとその時々その道の権威ある先生方との出会いがあり、その後の研究生生活に大きな影響を受け、そして楽しくここまで続けてくることが出来ました環境を授けて頂きました大学関係者の方々に深く感謝し、お礼申し上げたいと思います。