

核化学との出会いと人々との 関わりの中で



古田 悦子
Furuta Etsuko

1. はじめに

本コーナーは、放射線に関して偉業を成し遂げた方の半生の振り返りのためにあると思っていた。一読者として「あの方はこういう半生を送られたのか」と思いつつ読ませていただいていた。一方、筆者の半生は偉業とは掛け離れたものであったため、筆者への原稿の依頼は意外であった。しかし、与えられた環境で、最善を尽くすことだけはしてきたつもりだ。そうした半生における人々との出会いと関わり、種々の研究、放射線取扱主任者（主任者）としての活動を振り返らせていただいた。

2. 主任者資格取得から 20 代終わりまで

筆者は東京都立大学理学部化学科に進学した。文系が苦手、解剖ができないという消去法の一方で、スキルを身に付けたいと思っての選択であった。しかし、大学の化学の授業内容は高校までとは大いに異なっていたため、化学の何を学びたいのか不明だった。2年生で「核化学」の授業に出会い、目指すべき道が見えた気がした。恩師となる村上悠紀雄先生の授業は（今は筆者も言葉がパツと出てこないことが理解できる年齢になったが）「あれ、それ」といった代名詞が多く、難解な概念の多くが正しく理解できなかった。一方で「井戸水中のラドン濃度を測定すると地震が予知できる」とか「加速器の活用」といった、これからの生活に役立つ話題が多く、ワクワクした。

核化学を学ぶための本を購入しようにもネット検

索等ない時代に、本の良し悪しが分からなかった。そこで思い切って、3年生直前の春休みに、村上先生の研究室を訪問した。ニコニコする先生に正直に、授業は興味深く楽しかったが、内容は恐らく正しく理解できていないことと、勉強に適した本を知りたいことを伝えると、第1種放射線取扱主任者試験の受験を勧められた。「まあ、3年生では無理かもしれないが、放射線に関わる基礎が身に付くから」というアドバイスであった。早々に教えていただいた試験問題集と解説書を購入した。その年の夏に「おじさん」に混じり受験し、合格ラインをクリアできた。先生に合格の報告をすると、最年少記録だと喜んでくださった。

試験の結果発表前の3年生秋に、村上研と（公財）中央温泉研究所との共同研究があり、鳥取県三朝温泉のサンプリングに同行した。村上先生、助手の堀内公子氏（後に大妻女子大学教授）、大学院生の本間義夫氏（後に共立薬科大学教授）に、フィールドワークのいろはを教えていただいた。

4年生の卒研は、村上研を希望した。この年、後にお世話になる中原弘道先生が、助教授として着任され、ゼミをご一緒して、よく叱られた。卒研は「加速器を用いた放射化」を選び、銅、ニッケルの高純度、均一のターゲット作りから始めた。作った試料を和光市の理化学研究所で放射化し、都立大へ持ち帰って測定した。この研究は、村松久和氏（後に信州大学教授）に引き継がれ、2本の論文にまとめられた。夏には、横須賀市にあった立教大学原子炉での徹夜実験と測定に参加し、人生初の主任者としてのアルバイトも行った。村上先生は大学院への進学

を勧めてくださったが、がんの薬の研究がしたくて、日本化薬(株)医薬事業部薬品研究所に就職した。

日本化薬は、がんの特効薬の1つであるシスプラチンを開発した会社で、当時「揮発性物質の質量分析」の第一人者と言われていた宮崎浩部長が、島津製作所と不揮発性物質の質量分析の共同研究を始めた頃だった(現在は不揮発性物質の質量分析法は確立されている)。その担当となり、東京の研究所で尿試料を精製し、そのサンプルを持って京都の島津製作所へ行き、1週間ホテルに滞在しながら測定するということを繰り返して、2本の論文にまとめた。その仕事が一段落して、筆者が苦手とする実験動物を用いた研究に移ることを機に、29歳目前に退職した。

退職後も村上先生等複数の先生方が筆者に連絡をくださった。例えば、村上先生は著書「原子力レクチャーノート(日刊工業新聞)」の清書のアルバイトを任せてくださった。先生の、日本語とは思えぬ続き文字を解読し、わずかばかりの放射線の知識を駆使して清書した。アルバイト料が入ることよりも、先生が考える最新の化学に触れることができ嬉しかった。その後は主婦業に専念しつつ、主任者の名義を東京大学(東大)アイソトープセンター出入りの業者に貸し、月に1度、センターに顔を出していた。その後、東大医学部附属病院の運動場敷地内で起きた、放射性物質廃棄事件(放射線障害防止法が制定される前に敷地内に埋設されていた長半減期放射性廃棄物が発見されたこと)により主任者の有資格者を必要とした医学部に請われ、病院南研究棟で、子育てに支障のない勤務時間優遇のアルバイトを始めた。

3. 40歳での再就職から退職後まで

3.1 研究生活前期

アルバイトに飽きたらず、どこかに就職口がないかと思っていた頃、東大勤務で村上研後輩の中村由美氏が、お茶の水女子大学(お茶大)の主任者の求人があることを教えてくれた。この求人の採用委員長は、村上先生と東大同窓の富田功先生であり、面接の際「時間に余裕ができたなら、研究を行っても良いか」と伺ったところ「本業に支障がない範囲でどうぞ」とお墨付きをいただいた。無理かなと思いつ

つの応募であったが、選任取扱主任者として、1992年12月、40歳で再就職した。就職してみると、お茶大では技術職員は特殊技能とみなされていないことを実感した。その後、公務員であっても大学院入学が認められる制度ができたので、名古屋大学の西澤邦秀先生(日本アイソトープ協会放射線取扱主任者部会の部会長等を歴任)にお願いし、2002年4月名古屋大学大学院環境学研究科博士後期課程に社会人として入学した。1年の休学期間を経て、2006年3月に博士(理学)を取得した。

1993年7月、村上先生が都立大に着任される前に所長を勤めていらした日本原子力研究所ラジオアイソトープ研修所での1か月に及ぶ基礎課程講習に、お茶大の命により参加した。研修そのものは、既に主任者であったため気楽な参加であったが、村上先生のお弟子さんである油井多丸先生等多くの先生方から、放射線測定器類の正確な使用法を改めて学ばせていただいた。

研修を終えてから、村上研の後輩である東京慈恵会医科大学(慈恵医大)の吉沢幸夫氏とその上司の瀧上誠先生の同意を得て、月に数回程度のペースではあったが、慈恵医大での実験に参加した。更に、新たに導入された「イメージングプレート;IP」を用いた実験法を習得し、慈恵医大との共著として6本の論文を執筆した。

博士号を得ても何かが変わることはなく、主任者としての仕事をこなしつつ、IPを用いた「放射性コンシューマプロダクト(日用品で、放射性物質を故意に加えた、又は使用している原材料に自然放射性物質が比較的少量に含まれた商品);RCP」に関する論文を多く執筆した。

RCPについて調べ始めた当初は英国のみに規制があったが、その後ICRPやユーロ憲章(EURATOM)等複数の国際組織が「個人の生活に係るシナリオに基づく被ばく算定方式」を導入し、IAEAも規制の方針を示した。特に人体への悪影響が有り得るとの考え方で、故意に放射性物質を添加してはならない6品目(食品、飼料、飲料水、玩具、化粧品、個人装飾品)が決められ、ドイツはそのまま法律に取り入れた。一方、日本では添加禁止品目制定の動きはなく、商品の製造者側に対するガイドラインを制定したのみで現在に至っている。しかし、写真のようなRCPは生活圏に存在し、化粧品や壁紙等の商品

の中には、被ばく影響を懸念すべきものがあった。この件を朝日新聞に投稿した結果、2008.8.5 朝刊「私の視点」に記事が掲載され、ラジオ番組（J-wave）でも、その詳細を述べた。RCP については、2018 年に著書「20XX 年放射能問題」（古田悦子，幻冬舎）にまとめた。また、筆者の論文は量研機構の HP の「自然起源放射性物質（NORM）データベース」内にリストアップされている¹⁾。

3.2 お茶の水女子大学の選任主任者として

お茶大は、密封、非密封の使用許可を得ていたが、主任者である筆者の他に安全管理要員はおらず、主任者業務と放射線という言葉がつくすべての事柄に 1 人で対処した。法定帳簿の作成、教育訓練講師、他機関との証明書等の作成とやりとりに明け暮れた。更に、就職した当初から提案されていた「非密封 RI 施設の建て替え」のため、建屋の設計、内装機器選定、許可申請書の作成、旧施設の廃止届、線源の移動等を 1 人でこなした。こうした仕事では、各所で主任者として選任されている村上研や中原研の卒業生に助けていただいた。ただし、当時はメールという通信手段がなく、連絡 1 つも大変であった。

1994 年頃、同窓の主任者の勧めで、日本アイソトープ協会の放射線取扱主任者部会（現放射線安全取扱部会）に参加した。アイソトープ協会との関わりは、2000～2005 年まで関東支部委員を、2006～2012 年までは広報専門委員を務めた。この間、2009～2012 年まで本誌の編集委員を兼任した。また、1995 年に設立された大学等放射線施設協議会では常議員となり、更に日本保健物理学会では編集委員を、日本放射線安全管理学会では企画委員を務めた。それまでどうにか務めてきた選任主任者であったが、これらの活動を通して法律の解釈と考え方をきちんと学んだ。こうした委員会活動や大学生、一般の方への教育活動に対し、2009 年に、平成 21 年度文部科学大臣賞（放射線安全管理功労者）をいただいた。

全国の RI 施設に向けて、2005 年 3 月に文部科学省（文科省）から管理区域外の管理下でない放射性同位元素の検査要請が出された。返答が求められていたため、4 月に入りサーベイメータを用いてお茶大の学内検査を実施し、4 月 25 日に化学科のロッカーから古い密封線源「ラジウムの針」1 個が発見され、同時に生活科学部の冷凍庫から「トリチウム」



写真 RCP；自作の七宝焼き額（左）と IP を用いたウランによる強い放射線画像（右）

と書かれた空き瓶の存在が筆者に申告されてきたので、文科省へ発見を申告した。この検査はマスコミ発表の対象外とされていたものだ。しかし学長が「学内で騒ぎになっているのでマスコミに発表する」と言い出されたと聞き、学長室まで走ったが止められず、仕方なく文科省に報告した結果、お茶大発表より一足早く、4 月 28 日に文科省から「O 女子大学、管理区域外で RI 発見」とプレス発表がなされた。そこから、こうした事態に至った経緯の調査報告書作成と発見当時の RI 施設の安全管理体制の確認への立合い等、2 週間徹夜に近い状態が続いた。

筆者におとがめは無かったが、技術専門職である主任者の検査への呼びかけに、多くの教官が動かなかったことを学長等が問題視し、主任者は教官であるべきとなり、専任講師に立場が変更となった。その後も主任者として孤立無援であることに変わりはないが、仕事は大きく変わった。放射線の基礎や安全に係る講義を開始しただけでなく、企業との共同研究が可能となり、科研費が得られ、それまで土日が中心だった研究活動が平日に堂々とできるようになった。また、放射線の講義は意外にも人気があり多くの学生が履修し、卒研や修士の指導も行った。退職前の最後の卒研生の 1 人は、筆者の大学 4 年次と同じで、加速器を用いた医薬品の基となる研究を放医研で行った。その後、学位取得の報告を受け、博論を持参し贈られたことは、感慨深かった。

3.3 研究生活後期

RCP の化粧品の中には、GM サーベイメータの針がノーマルレンジで振り切れるものが複数あった。それらに何を添加しているのか、産地別のモナザイ

トと比較することを思いつき、含まれる他の微量成分比の分析を行うため JAEA（日本原子力研究開発機構）の原子炉 JRR-3 を用いた中性子放射化分析のトライアルに参加した。そこから、JRR-3 での中性子放射化、即発 γ 線分析や、放医研での質量分析、JAEA での X 線分光法等、種々の分析法を実践した。対象はアイシャドウやマニキュア等の色物化粧品や絵の具類、アジア圏の漢方薬等に含まれる重金属類であった。

その後、JAEA に複合加速器 J-PARC ができ、中原先生もご同行くださり、特別待遇の見学をした。先生の口癖は「どれほど立派な機械ができて、その機械が実用に耐え得るかを証明するのは、我々化学屋の良い試料によるアプローチが大切」というものであり、筆者の「生活圏にある試料の掘り起こしと着眼点」を褒めていただいた。

J-PARC では、2 ビームライン（BL04；ANNRI と BL10；NOBORU）での実験を申請し、許可され、足しげく東海村へ、2011 年の震災以降は熊取の京大原子炉に通った。

またある日の中原先生との電話の際に、 β 線、特にトリチウムの β 線を効率良く、しかも有機廃液の出ない方法で測定したい旨をお話ししたところ、当時プラスチックシンチレータ（PS）で世界的なシェアを誇っていた S 社に勤めていた後輩の渡辺康夫氏を紹介された。その渡辺氏から小さな PS をサンプルとして譲り受け、液体シンチレーションカウンタ（液シン）で、液体シンチレータを使用することなく、 β 線放出核種が測定できることを確認した。その後は、S 社の PS を購入して種々の研究を行った。当初は、シート状 PS の 2 枚を使い、液シン測定で効率を上げる方法を試み、プラスチックと液体の接触面積を増やすことが肝心と気付いた。東海大学の主任者、横田繁昭氏に相談し、同大工学部の大山龍一郎教授から、疎水性の PS の親水化表面処理にプラズマが有効であることを教えていただいた。更に大山教授は、簡易プラズマ発生装置をお茶大に設置してくださった。これにより、プラズマ処理を行った PS シートによる液シンでの β 線測定は、有機廃液が出ず、効率も液体シンチレータを用いた場合と遜色がないことを示せた。

同じく PS シートを用いた研究では、 ^{14}C と ^{35}S の同定を試み、横田氏に、お茶大と同時並行で実験を

進めていただき、わずか 11 keV 差の β 線最大エネルギーの測定が液シンで可能であることを示した。この技術を応用して β 線スペクトロメータを作り、ロレックス製の高級腕時計の文字盤に使われている RI の核種同定が可能であることを示した。この手法により、見た目には識別できない偽物を見つけた。

この後、液体試料と PS の接触面積がシート以上に増すと考えられるペレット状の PS を入手し、トリチウムの測定に取り掛かった。しかし、種々工夫した高濃度の試料でもスペクトルは得られなかった。ある朝、事故で止まった通勤電車の中で、「いっそのこと揮発させて測定できないか」と思いつき、大学にたどりついてすぐに、液シン用ガラスバイアルの中で揮発させ、測定できることを確認した。幾度試しても得られなかったトリチウムの β 線スペクトルが、18.5 keV の最大エネルギーを示して得られた時には、本当に感動した。その後、密封するための工夫、揮発させる条件等を卒研生達が精査し、最終的には PS を用いた液シンによる有機廃液の出ないトリチウム測定法が確立できた（特許第 5904511 号）。これらの研究は、富山大学、JAEA のトリチウム部門との共同研究、科研費、科学技術振興機構（JST）の A-ステップ、化学技術推進協会の奨励賞等、多くの助成金を得て進めた。

ところで、ここまでの研究に用いていた高価な S 社製 PS は海外生産であり、少量の発注が不可、納品時期は発注から最低 3 か月程度が必要等、デメリットが多かった。一方、PS は国産品が無かったので、使用法が確立できた頃に、お茶大から依頼されて参加した JST の新技術説明会で、PS の国産化に協力いただける企業を募集した。応募数社の中に東京インキの泉水征昭氏からのコンタクトがあった。インキの会社？と思ったが、それは当方の浅はかな考えであり、プラスチック研究の環境が整っており、共同研究が始まった。目指すは S 社の PS と同等かそれ以上の測定効率が出せる均質の PS を作ることにあった。試作品を用いたトリチウムの測定を繰り返し、良質で、S 社製を超える効率が得られるシートとペレット両方の PS 製品が完成し、販売されるようになった（特許第 6385826 号、第 7169183 号）。

退職後は、PS を用いた水中の微量トリチウムの測定法、環境中のラドン濃度測定を行った。環境中の RI とはいえ、条件を検討する実験には RI 施設が必

要であり、慶応大学医学部の井上浩義教授にお願いして共同研究員に登録し、管理担当の片岡賢英氏の協力で実験スペースを信濃町のRI施設内に確保し、毎日のように実験した。その結果、飲料水中のトリチウム測定が可能であることを示すことができ、更に既存のパッシブ型ラドン測定用具以上にメリットのある測定法を確立した（特許第7316108号）。

なお、退職以前から続けていた4大学の非常勤講師は、コロナ禍ですべて辞退した。今は、退職以前から継続している月刊エネルギーレビュー誌の連載「放射線アラカルト」の執筆を行い、NUMO（原子力発電環境整備機構）の評議員、各種評価委員等の委員会活動に参加し、*FB News*（千代田テクノル）の編集委員を務め、旧知の方々からの放射線に関する問合わせに回答している。

4. おわりに

大学に行き就職しても、寿退社が当たり前だった昭和の時代。女性は家にいて、主婦で子育てをするか、会社にいてもお茶くみとコピー取り、雑用係と言われた時代があった。そうした時流に抗うことな

く、40歳まではそのように生きてきたが、どこかにもやもやした感情を抱え、再就職した。その後多くの方に支えられて、加速器を用いた研究やβ線の測定法の開発研究と主任者業務を、大過なく続けられた。ファーストオーサーとして50本を超える論文を執筆し、多くの国際会議で発表し、海外に研究仲間もできた。研究費も潤沢な研究生活を送れた。また、教育者としての学生向け講義はもちろん、一般の方々に向けても多くの講演を行い、自分なりの放射線に対する考えを述べ、立場や考え方の異なる方とも静かな議論を交わした。個人的には上等過ぎる研究・教育者生活を送ることができたと思っている。今回触れることができなかった多くの方々を含め、筆者を支えてくださった関係者の皆様に深く感謝している。誠にありがとうございました。

参考文献

- 1) https://www.nirs.qst.go.jp/db/anzendb/NORMDB/lippan_.php#kekka (2024.8.31 閲覧)

(東京都立大学 客員准教授)