

# 私のRI 歴書

## 教員と放射線管理者のはざままで

片田 元己

Katada Motomi

(東京都立大学、首都大学東京名誉教授)



### はじめに

私は1946年5月の終わりに広島市で生まれた。母親は爆心地から2.4 kmの地で被爆し、いわゆる“黒い雨”にも遭い、義母を捜すために爆心地近くに通うなど、当時は残留放射能の残っていた広島市で暮らしてきた。ということで、私のRIとの付き合いは“被爆2世”として母親の胎内にいる時から始まったといえるかもしれない。

小学生の頃は、校内に原爆で破壊され外壁のみが残った旧制中学（爆心地から1.8 km、広島県立第二中学校 → 広島県立観音高等学校（戦後小学校と校地を交換））の講堂跡があり、その中でよく遊んでいた。市内の被爆したコンクリートから誘導放射能である<sup>60</sup>Coも検出されているので、微量ではあるがその頃の講堂跡にも残っていたかもしれない。小学校の講堂は卒業する直前に竣工し、卒業式は講堂で行うことができた。進学した中学校の講堂（原爆投下時は第二国民学校、爆心地から2.4 km）は原爆に耐え使用されていたが、2年生の時から生徒数の増加（団塊世代の始まり）のため教室や職員室の一部として使用されることになり、卒業式は青空の下で行われた。中学校では、友達に誘われ科学部に入ったが、活動した記憶はほとんどない。

高校では物理部と生物部に入部したが、この

時も熱心な部員でなく生物部は幽霊部員、物理部も2年生の途中でやめてしまった。1年生の時の文化祭で、セレン整流器（セレンの半導体としての性質を利用した整流器）の紹介やOBによるアマチュア無線の実演をしたことは覚えている。この時にセレン半導体について調べたことが潜在意識としてあったのか、博士論文で対象とした化合物は半導体の性質を持つスズの多元系硫化物やセレン化物であった。また、部活の一環として、広島大学理学部の実験施設を訪問する機会があった。その中の1つに放射能実験室があり、そこで初めてGM計数管やデカトロンが並んだ測定器を見た。

工学ブームもあり、高校3年生の夏頃までは電気を第一志望としていたが、いろいろ考えた末(?)、広島大学理学部化学科に入学した(1965年4月)。2年生の分析実験において初めてRIと出会ったが、実習が行われた場所は高校の時に見学した放射能実験室であった。卒業研究から博士課程を単位修得で退学するまでの7年間(1968年4月～1975年1月)、この実験室と日曜日もなく付き合うことになるとは夢にも思わなかった。

### “メスバウアー効果”との出会い(広島大学)

卒業研究のテーマは、「塩化第一スズの分子錯体におけるスズ-119によるメスバウアー効果」である。5人の卒研究生（男2人、女3人）

に教授(祿宜田久雄 広島大学名誉教授)から示されたテーマは、①窒素化合物の核四重極共鳴、②臭化テトラメチルアンモニウムにおけるプロトンの核磁気緩和、③硫酸第一鉄含水塩におけるトリチウムの同位体効果、④塩化第一スズの分子錯体におけるスズ-119によるメスバウアー効果、⑤臭化第二スズの分子錯体におけるスズ-119によるメスバウアー効果であった。卒研生でテーマを選択することになったが、②の核磁気緩和はもう1人の男子学生がすぐに手を挙げた。4つのテーマが残ったが、④のテーマは測定時間が長い(被ばく線量が高くなる)ので男性優先ということで、半ば自動的に④のテーマを選択することとなった。修論は「ハロゲン化スズ(IV)とテトラカルボニルコバルトとの分子錯体における $^{119}\text{Sn}$ のメスバウアー効果」、博士論文は「硫化スズおよびそれらの関連化合物における $^{119}\text{Sn}$ のメスバウアー効果」であった。

“メスバウアー効果”とは、原子核が反跳を伴うことなく共鳴吸収を起こす“無反跳核 $\gamma$ 線共鳴吸収”のことで、西ドイツ(当時)のメスバウアー(R.L. Mössbauer, 1929年1月~2011年9月)により、1958年に $^{191}\text{Ir}$ について発見された。当時メスバウアーは大学院生であったが、指導教官から指示された方法とは異なる方法で実験を行い、メスバウアー効果を発見した。論文の投稿に当たって、教授との連名を求めたが、自分は何もしていないということで教授は共著者となることを辞退されたと言われていた。その後、利用度の高い $^{57}\text{Fe}$ や $^{119}\text{Sn}$ 等についてもメスバウアー効果が発見され、3年後、若干31歳で1961年度のノーベル物理学賞を受賞した。2011年9月に82歳で亡くなった。

### 原子炉を利用した研究

M1~D1にかけて先輩の酒井宏氏(京都大学原子炉実験所、広島大学、甲南大学を経て、現甲南大学名誉教授)の「 $^{129}\text{I}$ のメスバウアー効果」の実験のサポートで幾度か京都大学原子炉

実験所(KUR)を訪れた。共同利用実験は1回2週間であったが、原子炉の稼働は月~金曜日までで土・日曜日は休み、そのため土曜日は主として電子計算機室などでデータ解析を行ったが、日曜日はフリーだった。お陰で1970年に千里丘陵で開催されていた“大阪万博”に2度も行くことができ、アメリカ館で長時間並んで“月の石”を見ることができた。一方、実験は原子炉が稼働している間は休みもなく、酒井氏、助教授の市坂純夫先生(広島大学名誉教授)たちと分担しながら行った。直接担当されたKURの所員は助手の前田豊先生(元京大原子炉実験所長、京都大学名誉教授)であったが、みんなまだ若くて体力もあり、実験を楽しんで行った。

都立大学赴任後の1979~1982年度までの4年間、「金化合物や錯体の $^{197}\text{Au}$ のメスバウアー分光学的研究」や「二核フェロセン誘導体の $^{129}\text{I}$ のメスバウアー分光学的研究」をテーマにして、再びKURを利用した。このときは、上半期と下半期各1回で1週間の実験であった。 $^{197}\text{Au}$ のメスバウアー効果に使用する線源 $^{197}\text{Pt}$ (半減期19.9時間)は濃縮した $^{196}\text{Pt}$ を用いて $^{196}\text{Pt}(n, \gamma)^{197}\text{Pt}$ 反応で作成する。当初は5時間照射だったので途中で線量が弱くなり、2組の線源試料を用意して実験期間中2回照射していた(線源は繰り返し照射して利用)。ある時、照射のため炉室に照射用試料を持参したが、炉にトラブルがあったため鉛容器に入れたままそこに置いておいた。翌日(その日の夜だったかも?)放射線管理室から呼び出しがあり、巡回中に置かれていた鉛容器から放射線が検出された、とお叱りを受けた。こちらとしては、炉が動かないためやむなく置いておいたのであるが、顛末書を書くことで放管には何とか事を収めていただいた。

また、単純照射のために利用していた立教大学の原子炉では、ある時、照射した試料に組成比として多量のホウ素を含む化合物が含まれていたため急な出力変化が起こり、スクランブル

直前までいったことがあった。この時には、事前にホウ素が含まれている試料であることを伝えておいて欲しいと言われてただけで、事なきを得た。立教原研のひも吊り型の照射やカマボコ型の宿舍ともに懐かしく思い出される。

### 放射線取扱主任者試験

酒井氏がまだ博士課程におられた時に、放射線取扱主任者試験を受けるための勉強会を提案され、日本アイソトープ協会編の「ラジオアイソトープ—講義と実習」(丸善)を輪講したことがある。しかし、ボリュームのある本でなかなか手強く途中で立ち消えになった。その後、D2の時に、卒研に配属された後輩が第2種放射線取扱主任者試験を受けるというので、付き合いがてら第1種放射線取扱主任者試験を受けることにした(1972年夏)。この頃から、将来どこへ就職するにしても、放射線取扱主任者がいるとは限らないので、メスバウアー効果の研究をするためには、自分自身が主任者免状を持っている方がいいのではないかと漠然と考えてようになっていた。参考書としては、石川友清編の「放射線概論」(通商産業社)を利用したが、問題集は第1種と第2種が合本されているものを2つに割り、それぞれで使用した。ところが合本だったためか、私の方には法令や管理技術の問題が付いておらず、その結果(と思いたい)法令や管理は散々であった。次の年には法令も管理もきちんと勉強し、“第1種放射線取扱主任者免状”(1973年12月16日付、第5213号)を取得することができた。このことが、その後の進路に大きな関わりを持つようになるうとは、当時は想像もしていなかった。

主任者試験に合格すれば“日本アイソトープ協会”に入会し、種々の情報を得て主任者としての研鑽を積むものと思っていたので、すぐに入会手続きを行い、理工学部会と放射線取扱主任者部会に所属した。今のようにインターネットなどで容易に放射線関連の情報は得られず、情報が欲しければ会員になることが当然だった

時代である。現在、協会は会員数の減少という問題を抱えているが、会員のメリットが情報だけとしたら、会員数を維持し、まして増加させることはかなり難しいのではないだろうか。さらに、この4月より“社団法人”から“公益社団法人”に衣替えした。ということは、会員はメリットを追求するのではなく、協会の目的に賛同し、その目的達成のために貢献することが求められる。

### 広島から東京へ (東京都立大学・首都大学東京)

D3では学位論文は出さず、そのままD4として博士論文の仕上げをしていたが、1974年6月に東京都立大学理学部化学科で助手の公募があり、それに応募した。11月のはじめに面接があり、翌年の2月1日付での採用が決まった。決定から赴任までに余り時間がなく、主論文を急いで理学部紀要に投稿し、学位請求論文を提出して1月31日付で退学した(3月に課程博士の学位を授与された)。

着任した無機化学研究室の教授は佐野博敏先生(都立大学総長、大妻女子大学教授、同学長、同理事長を経て、現名誉学長)で、フェロセンや有機スズなどの有機金属化合物や種々の鉄錯体等について $^{57}\text{Fe}$ や $^{119}\text{Sn}$ のメスバウアー分光法を用いて先駆的な研究をなさっていた。研究室のメスバウアースペクトロメータはスピーカーを用いた先生手作りのものと(株)島津製作所製の2台があり、いずれも自動計測が可能な定加速度モードであった。その後これらの装置は、オースチン社、エルシント社、ヴィッセル社製のものに順次更新された。当時は低温測定には特注のクライオスタットを使用していたため、試料の取り替えが容易でなく、さらに真空漏れも多く温度変化測定には苦労した。測定室には真空漏れを補修するためにマニキュアが置かれていた。その後エアプロダクト社製のヘリトランが導入され、温度変化測定は容易に行えるようになった。無機化学研究室では、有

機スズ化合物のメスバウアースペクトルの線幅測定に始まり ( $^{119}\text{Sn}$ )、フェロセン誘導体や三核鉄錯体の混合原子価状態 ( $^{57}\text{Fe}$ )、二核金化合物や金錯体中の金の電子状態 ( $^{197}\text{Au}$ )、フェロセン誘導体ヨウ化物におけるヨウ素の電子状態 ( $^{129}\text{I}$ ) 等について主としてメスバウアー分光法を用いて解明した。さらに、1991年4月にRI研究施設の専任教授として立ち上げた同位体化学研究室では、無機化学研究室時代のテーマに加え、鉄やスズの長鎖アルキルアンモニウム錯体や稀土類錯体についてメスバウアー分光法を用いて研究を行った。いずれの場合も、格子力学的挙動を明らかにすることを目的としたものである。

### 在外研究

在外研究としては、1976年7月～1977年4月まで、米国 Drexel 大学（ペンシルバニア州フィラデルフィア）の A. Nath 教授の下で、 $^{57}\text{Co}$  で標識したビタミン  $\text{B}_{12}$  の発光メスバウアースペクトルによる研究を行った（発光メスバウアースペクトルとは、線源に標識した化合物を使用するもので、固相でのホットアトム効果を研究することもできる）。RI の取扱いは極めて鷹揚で、普通の実験室で 100 mCi (3.7 GBq) の非密封 RI ( $^{57}\text{Co}$ ) を使用していた。次いで、1977年5月～1978年4月まで、米国 Rutgers 大学（ニュージャージー州ニューブランズウィック）の R.H. Herber 教授の下で、グラファイト-塩化鉄や  $\text{Fe}_x\text{-TiS}_2$  層間化合物の格子力学的挙動について研究した。ここでは非密封 RI を取り扱うことはなかったが、メスバウアースペクトルの測定は通常の実験室で行っていた。よく外国帰りの人は RI の取扱いが鷹揚で、きちんと規則を守ってもらえないなどと聞くことがあるが、全くその通りでかなり自由に RI が使われていた（最近はどのようか知らない）。また、Rutgers 大では個人線量計を着用したが、Drexel 大ではその記憶はない。

在外研究先から旅費は支給されなかったた

め、渡航前に“日本アイソトープ協会”の横山すみ女史を訪ね、一筆書いていただいた。どのような会話を交わしたか覚えていないが、緊張したことだけは覚えている。

### 放射線取扱主任者として

1991年、都立大学の八王子キャンパスへの移転に伴い、理学部と工学部にあった放射線施設は“RI研究施設”として統合された。既に理学部の主任者に選任されていたが（1987年1月～1991年3月）、RI研究施設の専任教授となったため定年までの19年間（1991年4月～2010年3月）全学の放射線取扱主任者として関わり、気の抜けない生活を送ることになった。国立大学では法人化を機に“作業環境測定”の実施が必要となったが、公立大学では労働安全衛生法が準用されており、法人化前から測定機関に委託して実施されていた。したがって、わざわざ資格を取得する必要はなかったが、委託する側もその内容を十分理解しておくべきだと思い、個人的に“第一種作業環境測定士”の資格を取得した（1992年2月に第一種作業環境測定士（放射線）として登録）。20歳代で主任者試験を受験したのとは異なり、40歳半ば過ぎての受験は少々つらいものがあった。

1987年に理学部の放射線取扱主任者となったのを機に、主任者部会の年次大会には積極的に参加していた。1997年の岡山市での年次大会の時に、当時日本アイソトープ協会におられた池田正道氏に声を掛けられ、第20期の放射線主任者部会の関東支部委員に立候補することになり、立候補の弁を書いた。当選したのはいいが支部長に祭り上げられ、2年後には年次大会の開催が予定されていた。それから10年間、関東支部長（20～21期（1998年6月～2002年5月））、副部会長（22期（2002年6月～2004年5月））、部会長（23～24期（2004年6月～2008年5月））と、部会員の皆様に支えられて無事に務めさせていただいた。

## 東日本大震災

2011年3月11日は、大学教育センター特任教授（2010年11月より、就業力育成支援担当（非常勤職））としての勤務日だったため、支援室のある講堂1階のフロアにいた。それまでに経験したことのない大きな揺れを感じたが、身がすくむようなものではなかった（震度5弱）。早速、RI研究施設に駆けつけたところ、建屋や設備には問題はなかったとの報告を受け、ほっとした。その後、福島第一原子力発電所のトラブルが報じられ、原子炉は停止したが、全電源喪失状態にあることが分かった。その時点では、後に明らかとなったようなメルトダウンが起こるとは想像できなかった。放射化学の講義では、原子炉は5重の壁に包まれ安全であると教えてきたが、反省すること大である。想定外のことが起こったのか、想定する力がなかったのか見解の分かれるところではあるが、これまでに体験したことのない事象が起きてしまった。

3月15日には、関東地方にも放射性プルームが到達した。朝10時過ぎから線量率が刻々と変化するモニタリングポストの画面を見ながら、施設責任者、事業所長、学長室（事務長経由）に状況の説明をした。一方で、学外の情報を得るため、東京大学アイソトープ総合センターや日本アイソトープ協会にも連絡を入れた。やがて線量率は12時過ぎをピーク（ $0.48 \mu\text{Sv/h}$ ）として急激に下がり始め、14時頃には通常値近くまで下がった。その後、サーベイメータにより点検を行ったところ、屋上に設置されているヒートポンプのフィン汚染（密着に近い状態で、 $\sim 3 \mu\text{Sv/h}$ ）や、給気口や給気フィルターボックス表面での線量がバックグラウンドより高くなっていることが分かった。

連休明けの3月22日には、20日からの降雨により、モニタリングポストの線量率が再び上昇し、21日をピーク（ $\sim 0.25 \mu\text{Sv/h}$ ）に徐々に

下がっていることが確認された。放射性セシウムによる影響は現在も続いているが、3月末までの測定データからは、主として $^{131}\text{I}$ の影響が観測された。また、3月末に放流のために貯留槽の排水中のRI濃度を測定したところ、 $^{131}\text{I}$ の濃度が排水中の濃度限度を超えていた。原因は20～21日にかけて降った雨水の貯留槽への流入によるものである（半地下方式のため床面に雨水が貯まるが、安全のために貯留槽に取り込んでいる）。

理工学研究科長（RI研究施設責任者）から、大学として、福島第一原子力発電所事故に関連して学内・外向けの講演会ができないかとの相談を受け、「放射線とは何か？～その安全と安心について～」と題した講演会を、急遽3月30日（水）の午後を実施した。講演内容がホームページに掲載されたためか、地元の八王子市や遠く千葉県の農業関係者等から連絡を受け、1年間での講演回数は10回を超えた。いずれの会場でも、放射線・放射能に対する基本的態度は、正しい知識と情報を基に、怖ることなく、かといって、むやみに怖がることもなく、“正しく怖がる”ことだと話をした。一般の方々には、放射線の人体への影響を理解していただくことは、極めて難しいことだと実感させられている。

### おわりに

2010年3月に無事定年退職することができた（教員として定年を迎えたというより、何とか放射線管理上の問題もなく、主任者として無事に役目を果たせた、これで肩の荷が下ろせるという安堵感を覚えた）。ということで、定年の挨拶状では、歌人 藤原定家の「生ける者遂にも死ぬるものにあればこの世なる間は楽しくをあらな」に共感し、晴耕雨読を夢見ていると書いた。あれから2年経ったが、晴耕雨読は夢のままである。