

## 医学物理士としての30年

### —退職にあたっての回顧録—

田伏 勝義

#### 1. 20代における社会の風潮

美濃部都知事が命名した「東京ゴミ戦争」の時代であった。増え続けるゴミの焼却を行う清掃工場を都内の各区に建設する案がだされたが、自分の区に建設することには反対した。国家的にはオリンピックが開催され、女子がバレーボールで優勝し、東洋の魔女と呼ばれていた。都に就職して、新宿の浄水場跡に数百億円の予算で煙突の高さが240mの清掃工場を建設する案が出され、煙突から出るオイルミストの流れを調べる風洞実験の担当となった。建設は実現せず、代わりに豪華なビルが建設され、都庁が有楽町から新宿に移転した。

学生時代は希薄合金の磁性、近藤効果（s-d相互作用）について研究していた。普通の金属では低温になると電気抵抗が減少する。希薄な磁性不純物を含み、極低温になると量子効果のために電気抵抗が増し、磁性にも異常が現れる。高次の摂動項で量子力学的に説明した近藤さんの名がついている。学生時代の延長として土曜日の午後は教官の勧めで実験を行っていた。この頃赤軍派が浅間山荘事件を起こし、そのテレビ中継を実験の合間に見ていた。助教授から建設予定の埼玉県立がんセンター（埼玉がん）で物理家を探しているよと言われ、面接を受け物理職としての勤務が決まった。当時がんセンターに物理家が勤務していたのは千葉がんセンターのみであった。上司となる伊藤進さんは、元放射線医学総合研究所（放医研）の物理部におられた群馬大学の講師で、私より一年後に赴任されるので群馬大学で半年間の研修を受けた。

#### 2. 埼玉県立がんセンター勤務時代

施設の建設準備室に配属され、普段は群馬大学で研修をうけ、月に数回準備室で勤務し科学技術庁に提出する資料の作成に携わった。暫くして永井輝夫先生が教授として群馬大学に赴任され、色々な計画を伺い、かなりの計画が実現したことには驚かされた。甲状腺を専門とする外科医にシンチカメラ像の解析

を頼まれ、紙テープのデータを機械的に読み込むので時間を要し、よく不調になりリレーのスイッチ部分を紙で磨いてどうにか処理を行った。

群馬大学での研修後は、放医研の臨床研究部の飯沼武先生から医療におけるコンピュータの応用についての研修指導を受けた。梅垣先生が部長で飯沼先生が研究室長であり、研究室には、松本徹、中村譲、遠藤真広、須田善雄研究員がおられた。須田先生と地下の廊下の卓球台を横にして黒板代りにして4時間位議論した。物理部の田中栄一先生の研究室の方々、千葉がんセンターの佐方さんや秋山さんと知り合った。研修が終了後も上司の了解のもとに週一回の抄読会には参加させて頂いた。

埼玉がんがオープンすると、群馬大学の永井先生の依頼を受けた佐々木康人先生が若い中島医師等の指導に埼玉がんに来られ、私もお世話になった。佐々木先生からはWHOの資料を渡されインビトロのデータ処理のプログラムの作成を依頼され、論文を書かれたときには私も共同著者にして頂いた。シンチカメラには検査時の子供の動きを補正する装置が組み込まれていて、その特性を調べることになり、点線源を回転させ得られるリング像の半径や直線運動させ直線像の長さから時定数を求め、子供に投与される放射性同位元素の強度で十分に補正されることを確認した。この頃中島医師から肝臓のECT画像の作成を依頼され、丸椅子が5度ごとに回転するように改造し、360度分の患者のデータをシンチカメラで収集し、断面像を自作したプログラムで再構成した。一断面像を得るのに約7時間を要した。その画像とX線CTによる画像を重ねて、中島先生が核医学会で発表され賞を受賞された。

この頃にテニスを始め、医師と知り合いになり、臨床データの解析など色々な事を依頼された。当時は医師2人で一部屋に居たので、知り合いが増え、依頼される内容も複雑さが増し、論文を取り寄せて読み、解析用プログラムを作成した。特にCoxの比例ハザードモデルによる解析を頼まれた時には、プログラム作成に苦慮した。その上コンピュータによる計算も長時間をようし、予後因子の数や各予後因子の要因が増すと急激に計算時間が増した。事後確率とも言われる尤度（実際には偏尤度）を使用するので各要因の組み合わせを求めて計算を行うので時間を要した。計算速度を速める近似法を用いても長時間を要した。放医研におられた荒居龍雄先生の子宮頸癌新鮮症例の解析することになり、その結果を日本産科婦人科学会雑誌に投稿され、私も一年間だけその学会員となった。

日本医学放射線学会の物理部会で比例ハザードモデルによる研究を発表すると、先輩たちが何を始めるのだろうかという表情をした。Coxの重回帰型生

命法を、①臨床データの観察期間が異なってもよく、②解析に用いたデータに存在しなかった要因の患者の予後の予測が可能、③初診時に患者の予後の予測が可能、④病期の見直しが可能であると説明すると納得された。埼玉がんの総長からは肺癌の予後に最も影響する因子を3つだけ選ぶ様依頼され、15個ぐらいの因子から3つを選択した。臨床の現場では医学物理士は何を聞かれ、何を依頼されるか予測できない一面がある。典型的なケースであるがテニスで知り合った麻酔科医が突然物理室に訪れ、今手術中で麻酔器の調子が悪く患者が痛がって困るのだがどうすれば良いかと聞かれ、思いついた方法を伝えた。後ほどその医師に結果を聞いたら手術はうまくいったと言われ、安心したが非常に驚いた一件であった。

自治医科大学の治療医から Radiology の論文が非常勤講師の上司に持ち込まれた。子宮頸癌の照射を線形計画法でシミュレーションしたもので、設定した等線量曲線をもたらす照射時間を求める論文であった。臨床には使用できるものではなく、これが切っ掛けで治療部門にも携わることになった。線形計画法は制限条件を満たしながら線形の目的関数を最大にするもので、第一次世界大戦時にドイツの輸送船団を効率よく攻撃するために英国で考案された。臨床に適用するために、二次関数を目的関数とする2次計画法に工夫を施し、至適腔内照射条件の計算法を論文にした。各患者に適した等線量曲線をその都度設定するのは容易でなく、飯沼先生の発案により過去から使用された治療成績の良いマンチェスター法に注目し、そのA点を通る等線量曲線を関数で表して実用化にこぎ着け、「子宮頸癌腔内照射における至適線量分布と照射条件計算の自動化」として日本医放会誌に掲載された。線源位置も最適化する改良型は Phys. Med. Biol. に報告した。

放医研で使用するためにMODULE Xに組み込むことになり、兼松エレクトロニクスから他の施設にも販売したい申し入れがあり、埼玉がん、放医研、兼松エレクトロニクスの3者で共同作業を行った。組み込んだ後、AAPMで中村さんと私はそれぞれ一演題を発表した。MODULE Xのシステムの開発者、元教授のゲーリファアラと丸め誤差について議論することになり、AAPMで発表した後セントルイスのCMSを訪れた。CMSには元愛知がんセンターにいた高橋さんが勤務しておられ、事情を説明した。帰国の前日にゲーリファアラが自分の息子を携えて夕食を御馳走してくれた。一システムの販売につき放医研と埼玉がんに10万円ずつ支払うとの事であった。しかし、放医研で、国の施設としては相応しくないとのことで結局1万円ずつ支払われた。

MODULE Xに組み込まれたラルス最適化プログラムを使用している施

設がメンバーとなる研究会が立ち上げられ、舘野之男先生がR O P研究会と命名した。中村さんが初代世話役、次に私が中村さんの後を引き継いだ。群馬大学から来られた楮本智子先生と一緒に仕事をさせて頂いた折、腫浸潤も同時に照射できるプログラムの作成を依頼され、その治療結果がレッドジャーナルに投稿され2007年11月号に掲載された。三代目の世話役は小幡先生が引き受けられたが、日本CMSの金子さんから解消の申し入れがあり幕を閉じた。約90施設でラルス最適化プログラムは使用された事が後ほど判明した。

青いチェレンコフ光に魅せられ、リニアックで撮影を行っていた。しかし、子宮頸癌の治療計画時に、正しい計算式を用いているにも関わらずタンデム模擬線源の長さの誤差が大きくなる事があり、この問題を優先した。フィルム像の読み取り誤差の伝播でタンデム模擬線源の長さの誤差が大きくなっていた。色々な研究者がそれぞれの計算式を用いていた。直角2方向撮影に基づく位置の計算を基本的に考え直し、幾何学的な計算式が6組あることを突き止めた。そのうち1/3位は報告されていなかった。正しい計算式のうち誤差の伝播が大きくなるものを使用していたことになる。直角2方向撮影に関する最小自乗法の計算式と6組の幾何学的な計算式は論文として報告した。その最小自乗法は4つの像座標のうち一つが読み取れなくても自動的に6組の幾何学的な計算式の一つになる。実用的には誤差が最も小さくなる最小自乗法を使用した。任意の角度の2方向撮影の場合の計算式はMed. Phys. に報告した。

位置の誤差の問題が決着したので、中断していたチェレンコフ光の撮影を再開した。以前と同様に遮光のため、途中まで開いたドアを閉じる事にしたが、胸部を挟まれ声が出ず操作室の共同実験者は気付かず、隣の照射室にいた人が気付きドアを開けてくれた。撮影結果は弘前の物理部会で発表した。

### 3. 名古屋大学での12年間

赴任して間もない頃、2時限目の講義の内容を学生に分かり易く説明する方法を自宅で思案していたら、田宮先生から電話を頂き実際は1時限目の授業であることを指摘され、急いで授業に向かった。ガラス線量計のエネルギー特性を調べるのに、単色エネルギーが利用できる播磨にあるS P r i n g 8で予備実験を含めて3回実験をおこなった。実験に関係したのは田宮先生を中心として小山先生、成田先生、小林先生、前越先生の方々であった。施設の周りは約1.8kmあり、移動用の自転車が所々に用意してあった。施設の使用については窓口を通じて直接交渉したら快く許可してくれた。また現在京都大学におられる丸橋教授のお力添えでKEKの放射光施設も3,4回利用させて頂いた。

実験は平山先生、伴先生、波戸先生に大変お世話になり、この紙面をお借りして感謝申し上げたい。3人の先生には後ほど多くの学生（短大と4年制の学生達）がEGSの指導を受けた。短大の3年生が実験に参加した時、翌日の臨床実習のために田宮先生が学生二人、現在助教の下郷先生と病院の事務担当の吉岡氏を乗せ車で朝3時過ぎにKEKを出発した。実験装置の運搬は小山先生と業者に依頼し、照射したフィルムバッジの処理依頼のためバスで東京駅に向かったが渋滞のため約束した時間にかなり遅れた。

EGSの講習を受けるのに再び丸橋教授に連絡して頂き、学生2人（前出の下郷、吉岡両氏）と一緒に3人でKEKで行われた講習を受けた。講習の進み具合が早く、講習期間中に全てを会得することは無理であった。2年目は冬休みの時間を利用して、朝5時に大学に行きEGSに取り組みやっとな動かせようになった。EGSは特に集中的に取り組む必要があることを身をもって知った。カナダでEGSの講習を受けると4、5日で多額（20万円位？）の受講料が必要だがアフター・サービスを受けられると聞いている。KEKでの講習は2千円程度であり、講師の方々のボランティアで開催されていると言える。マニュアル通りに行っても動かなかった理由の一つに細かな点の違いが挙げられ、他の参加者には修正箇所を知らせた。4年制になり、EGSの講習会を受講した学生を中心にした勉強会を提案し、臨床実習の関係で金曜日の夕方から開始した。KEKでの研究発表会に演題を出すように勧めたところ、今まで以上に積極的になり実力を向上させ国際大会にまで発表できるようになり、医用シミュレーション研究会として継続している。EGSはいうまでもなく、重粒子線の治療計画にも対応できるシミュレーションに発展する事を願っている。

放射線治療に使用されていた $^{60}\text{Co}$ の $\gamma$ 線を利用してチェレンコフ光を教育の一環として撮影した。映像を学生が画像処理したら、等線量曲線に似た黒化度の等濃度曲線が得られた。チェレンコフ光によるCT像を得たら間接的な何らかの情報が得られるかも知れないと、学生に話すと非常に興味をもち研究テーマにした学生達もいる。さらに陽子線による2次電子のチェレンコフ光に興味を發展させた学生も現れ、今後を多いに期待している。最後に、撮影したものが蛍光かもしれないという疑念を払拭する結果を得ていること報告し、楽しかった名古屋大学での12年間に感謝し、放射線技術科学専攻の發展を祈って筆を置きたい。

(元名古屋大学医学部保健学科教授・名古屋大学名誉教授)