

私のRI 歴書

ICRU における イメージング分野の活動



土井 邦雄

Doi Kunio

(群馬県立県民健康科学大学学長、シカゴ大学名誉教授)

1. はじめに

ICRU (国際放射線単位測定委員会) は、1925 年ロンドンで開催された ICR (国際放射線医学会議) の間に設立された放射線の単位、測定、物理データなどに関する世界最高レベルの機関です。グレイ (Gy)、シーベルト (Sv) やベクレル (Bq) などの単位は、ICRU が決めたのです。ICRU の目的は、国際的にアクセプタブルな勧告を ICRU レポートとして出版することです。今までに 87 のレポートが出版されています。ICRU の運営や企画は、15 人の委員によって決定されます(写真 1)。新しい委員は、空席ができた時に、世界中の研究者の候補リストから現委員の投票によって決定されます。候補リストを作る前には、次の委員として必要な専門分野を慎重に議論します。私は、1989～2010 年までの 22 年間にわたって ICRU 委員を務めましたが、私にとって最も名誉で貴重な、とても楽しい仕事だったと感じています。世界中のどこかで毎年開催される ICRU 会議では、1 週間缶詰状態で、世界一流の科学者たちとの議論と会話は、刺激に富み素晴らしい経験でした。委員は、放射線物理、放射線計測、医学物理、放射線治療、放射線生物、放射線防護、核医学、放射線診断、医用画像と放射線医学などの分野を代表する研究者たちでした。サイエンスの議論に基づく厳しい対立は通常のことです

たが、お互いの立場を尊重し、深い敬意の念を持った真摯な議論であることは明確でした。

1960 年代までの ICRU は、放射線物理、放射線防護、及び放射線治療の分野で多くのレポートを出版し、その活動の有益なことは明らかでした。しかし、医療に利用される放射線の重要な分野は放射線診断です。そこで、ICRU と放射線医学分野の指導者たちは、ICRU の活動を診断の分野にまで拡張する必要があると考えていました。しかし、当時の放射線診断の分野では、写真フィルムによる画像の読影は主観的な判断が重要で、科学的で客観的な方法論が確立されていなかったために、ICRU が活躍できる分野を模索していたようです。しかし、1960 年代になって光学の分野での MTF (変調伝達関数: Modulation Transfer Function) などの画像評価の手法が、放射線医学の分野の画像の定量的な評価にも利用できそうなことが次第に分かってきたのです。そこで、画像評価をはじめとして、放射線診断の分野への ICRU の活動を拡張したいと考えていたのです。

2. イメージングに関する ICRU の活動の始まり

ICRU 委員のポール・エドホルムは、スエーデンの放射線科医でしたが、シカゴの私に初めてコンタクトしたのは 1970 年代でした。当時、ICRU は放射線写真の画質の定量的な評価に、

MTFを用いることが必要と考え、ICRUの下部組織としてレポート委員会を創設したのです。私は、委員長としてこれを引き受け、数年間の作業の結果、1986年にICRUレポート41が出版されたのです。このレポートの最終原稿が完成した時、私はイギリスのオックスフォードで開催された1984年のICRU会議に呼ばれ、原稿の隅から隅まで厳しく質問攻めに会い、多くの修正を余儀なくされました。しかし、この経験を通じて、私はICRUのレベルの高さに驚きました。私の回顧録¹⁾には、NIH (National Institutes of Health) グラントの熾烈な獲得競争のため、グラント申請の用意には細心の注意が必要であることを述べました。しかし、ICRUレポートの準備には、NIH グラント申請準備の数倍の努力が必要と感じました。そこで、ICRUの活動には、私は深い尊敬の念を持っていました。このオックスフォードのICRU会議は、私にとって初めてICRU委員たちに会うチャンスでした。当時のICRUのチェアマンはハロルド・ワイコッフでした。彼は、1969~87年までチェアマンを務め、ICRUを代表する極めて厳格でタフなチェアマンとして知られていました。

1985年7月には、ハワイでICRが開催されました。この会議の会場は、ほとんどガラガラで、出席者たちは会議よりもハワイの海岸に興味を持っているのは明らかでした。私は招待講演を依頼されていたために、午後の会場に早めに出向いていました。しかし、大きな会場には鍵が掛かっており、間もなく会議が始まるようには思えませんでした。そこで、時間が迫っていたので、会場係を探して部屋を開けてもらいました。その時、少数の聴衆も集まってきましたが、その中にハロルド・ワイコッフとアンドレ・アリッセイがいたのにはびっくりしました。アリッセイは、ワイコッフの後継者で1987~94年までチェアマンを務めました。私は、ICRUを代表する2人が、なぜ私の講演を聞きに来たのか分かりませんでした。しかし、後で

考えると、2人はICRU委員の可能性として“私の品定め”に来ていたような感じがします。

1988年の夏、パリで開催されたICRU会議の間に、チェアマンのアンドレ・アリッセイ (国際度量衡局研究所 BIPM・前所長) から、私はシカゴで突然電話を受け取りました。アンドレは、「クニオ、貴方はICRU委員に選出されました。アクセプトしてくれるだろうか?」と言われて、びっくりしたのですが、喜んでアクセプトする旨を伝えたら、「ICRU委員として成功してほしい」との暖かい返事をもらい、その後この言葉を忘れることはありませんでした。アンドレは、多分、イメージング分野での“ICRUの貢献”の進展を期待していたのかもしれない。

3. ICRUの年次会議

ICRUの会議は、大体、毎年1回世界のどこかで約1週間の日程で開催されます。この会議では、ICRU委員だけのクローズドセッションと、それ以外の方も参加できるオープンセッションが交錯して構成されています。クローズドセッションでは、次のICRUの新しい活動として何をするかを議論します。その結果、具体的なテーマが決まると、翌年のICRU会議のセミナーのテーマになり、適切な演者を選びます。セミナーはオープンセッションで、ここでの議論からテーマがレポート委員会の創設に適切かどうか議論されます。適切となれば、委員長と委員の候補者が決定されます。そこで、後日、委員長と委員がその役割を引き受ければ、新しいレポート委員会が発足します。レポート委員会からは、時折、経過報告が出されますが、必要に応じて、スポンサーのICRU委員が同席する委員会も開かれます。レポート委員会が、レポートの最終ドラフトを提出すると、ICRU委員はドラフトについてのコメントを前もって提出し、更に、ICRU会議のオープンセッションで、数日掛けて詳細に吟味します。その結果、最終クローズドセッションで承認され

ると、ICRU レポートとして出版されるのが可能になるのです。そこでICRU レポートの出版には、数年掛かるのが通常です。

次に1990～2012年までに開催されたICRUの年次会議の開催場所について述べます。1990年のドイツ・バベリア森林の中で、オーストリア・アルプスの山に見えるシュロス・エルモウという会議場で開催されました。この会議は、私にとってICRU 委員として初めての会議でしたので、期待をもって臨んだ会議でした。しかし、開催初日には夜11時過ぎまで議論が続き、ホテルに戻ってからベッドの中で、私はこのグループに残ることはできないと考えていました。しかし、このようなハードスケジュールは、前のチェアマンのワイコッフのスタイルであり、人道的でないとのほかの委員たちからの苦情で、この状況は改善されることになりました。1992年には、オーストリアのウィーンにあるIAEA (International Atomic Energy Agency)の本部の会議場で開催されました。1995年には、W.C.レントゲンの生家のあるドイツのレムシャイド・レナップという町で開かれ、ICRUの会議はレントゲン博物館で開催されました。1996年には、パリ郊外セーブルという町にある国際度量衡局研究所(BIPM)で開催されましたが、ICRU チェアマンのアンドレ・アリセイはこの研究所の所長をしていました。この立派な施設には、メートル原器やキログラム原器が保管してあることで知られていますが、昔、王様の愛人の宮殿だったそうです。1997年には、新チェアマンのポール・デルーカがホストになり、アメリカのウィスコンシン州マディソンのウィスコンシン大学で開催されました。1998年には、日本で開催され、千葉市にある放射線医学総合研究所がホストになってくれました。1999年には、世紀の皆既日食が観測できるドイツのミュニッックが会議の開催場所選ばれ、晴天の日にビルの屋上から劇的な皆既日食を観測することができました。2000年には、アフリカ最初のICRU 会議が南アフリカのケー

プタウンで開催されました。2003年には、イギリスのオックスフォード大学で開催され、全員学生宿舎に滞在しました。しかし、素晴らしい施設と予想以上においしい料理にはびっくりしましたが、お世話になったホストは大学のホテル学専攻の学生たちだったのです。2006年には、アメリカのオハイオ州コロンバスにあるオハイオ州立大学で開催されました。シカゴ大学で私の指導者だったカート・ロスマンは1976年に50歳の若さで病死したのですが、その後、奥様のヘレンさんによると、「自分の遺灰は、2人が学生時代に出会った美しいオハイオ州立大学の校庭の芝生に撒いてほしい」とカートは言い残していたそうです。そこで、初めて訪れるオハイオ州立大学には、私は特別な感慨を持って参加したのです。

4. ICRU 委員

ICRU 委員のユニークなのは、思慮深い優れた科学者たちの集団であることです。ハロルド・ロッシ(1917～2000年)は、マイクロドシメトリーの創始者として著名な研究者です。ロッシはウィーンで生まれましたが、1939年に米国に移り、ジョンズ・ホプキンス大学で学位を受領しました。その後、ニューヨークのコロンビア大学教授として生涯にわたって活躍していました。ロッシは、難聴だったために委員たちの座っている全ての机にマイクを配置し、レシーバーで議論を聞いていました。ICRUの会議では、いつも静かですが、大事な議論では特徴のある力強く“魅力的な”低く太い声を上げ、しっかりと自己主張をしていました。ICRP レポートに“ある間違い”があることを指摘したときには、その対策などの議論が分かれ最終的に委員の投票をすることになりましたが、その結果、ロッシはたった1人で明確に反対の投票をしたのです。私は、ロッシの正義感の強さと多勢に屈しない立派さに感心していました。一方、ロッシは個人的にはとても親切な方で、私がICRU 委員になったばかりの時には、



写真 1 2006 年オハイオ州立大学での ICRU 会議に出席の ICRU 委員

前列左から Barry Michael, Mitio Inokuti, Kunio Doi, Ludwig Feinendegen, Laura Atwell (staff), Andre Wambersie, Paul DeLuca. 後列左から Steve Seltzer, Gordon Whitmore, Peter Dawson, Herwig Paretzke, Dan Jones, Pat Russell (staff), Reinhard Gahbauer

一緒に庭園を散歩してくれ、詳しく自己紹介してくれたのをとても楽しく覚えています。

井口道生先生（1933～2009 年）（写真 1 前列左から 2 番目）は、学習院では、現在の天皇陛下と一緒に少年時代を過ごし、東京大学で学位を受領した後、1963 年からシカゴ郊外のアルゴンヌ国立研究所で働き始め、そこで生涯を過ごすことになりました。井口先生は、原子や分子と放射線に関する量子物理学の分野の著名な理論物理学者として知られていますが、医学や天文学についても興味を持っていました。特に、井口先生は、色々な分野の先端的な研究にも理解を示し、驚くほど頭脳明晰な方でした。ICRU の会議では、しばしば、「英語の表現が良くない。Oxford 辞書ではこう書いてある。変更すべきだ」などと苦情を述べていましたが、英語を母国語とする委員たちはこれに対抗できず、苦笑するのが通常でした。そのために、井口先生は 2001 年からは ICRU の科学編集委員として出版前の全てのレポートを監修していま

した。井口先生と私は、シカゴ郊外の近所に住んでいましたので、一緒にゴルフをする仲間でした。シカゴ大学とアルゴンヌ国立研究所に滞在する日本人の方たちで毎週ゴルフコンペをしていたのです。ICRU の委員は、色々な分野や国を代表する科学者で構成するような努力がされています。そこで、「ミチオとクニオは日本人だから、ICRU は日本をよく代表している」とのコメントがありますが、これに対して井口先生は、「我々は、日本に住んでいないので、スード（偽）日本人だ」と笑っていました。

ゴードン・ウィットモア（写真 1 後列左から 2 番目）は、カナダ人ですが、エール大学の生物物理学の分野の学位を受領しました。その後、トロント大学教授として生涯を過ごしますが、細胞レベルの放射線生物学や、癌治療への応用などの権威者として著名な研究者です。ゴードンは、Radiation Research Society や International Association of Radiation Research の学会長を務めました。このような大きな学会の学会長

は、しばしば政治的手腕の優れた研究者である場合が多いのですが、ゴードンは、真に研究者・科学者としてその役割を果たしています。ゴードンは1985年にICRU委員に選出され2014年に引退しました。私は、ゴードンとは特に仲良しになりましたが、その理由の1つは、当時、ゴードンも私も喫煙していた仲間だったからかもしれません。ゴードンは、個人的には繊細な感覚を持ち、いつも明るく楽しく会話のできる人でした。ゴードンは、ICRUの会議では、一番文句の多いうるさい委員ですが、ゴードンのコメントは建設的でまともなものが多かったと思います。

アンドレ・ワンページイ（写真1前列右から2番目）は、ベルギーで生まれ、ルーベン・カソリック大学で医師の学位を受領した後、フランスのグスタフ・ロッシ研究所の著名なツビアナ教授の下で放射線生物学と放射線治療のトレーニングを受けPhDを受領しました。その後、ルーベン・カソリック大学の教授として生涯を過ごします。アンドレは、最初にニュートロン治療を始めたことで有名ですが、その後プロトン治療も試みています。ICRU委員には1969年に任命され、1997~2006年まではチェアマンとして活躍しました。アンドレのICRUへの大きな貢献は、放射線治療に関する多くのレポートを作成したことで知られていますが、世界中の大学、学会や放射線治療施設での特別講演や多くのプログラムに参加し、たくさん名誉ある賞を受賞されています。日本では、放射線医学総合研究所を頻繁に訪問していました。アンドレは、とてもおとなしく親切な方で、フランス語なまりのソフトな話し方は特に魅力的でした。

ルドウィグ・ファイネンデーゲン（写真1前列中央）はドイツで生まれ、コローン大学医学部を一番の成績で卒業しました。その後、ドイツやアメリカの大学でトレーニングを積んで、アメリカのブルックヘブン国立研究所の医師科学者となります。その後も、ベルギーやフラン

スの研究所で仕事をしますが、ドイツのデュッセルドルフのハインリッヒ・ハイネ大学の核医学教授として生涯を過ごします。定年後には、アメリカのDOE（アメリカエネルギー省）やNIHで核医学や環境問題などの特別研究員や管理者として活躍しました。ルドウィグの研究は、核医学と細胞生物学に関係していますが、特に低レベルの放射線の生物効果に関する研究でよく知られており、世界中の学会や大学から多くの名誉ある賞を受賞しています。1981~2007年までは、ICRU委員として活躍し、自分の考えをしっかりと主張するのですが、別の見方にも理解を示し妥協する余裕もありました。ルドウィグは、いつもニコニコして明るい方で、とても親切で、ほかの委員たちの健康に問題がある時には医師として積極的に診てくれていました。

ハーウィッグ・パレットキー（写真1後列左から4番目）は、ドイツで生まれ、ミュンヘン工科大学物理学を卒業し、学位も受領しました。その後、オーストリアのインスブルック大学で生物物理学と環境物理学を学んだ後に、ミュンヘンのGSF（German Research Center for Environmental Health）として有名な放射線研究所の研究員になりました。ハーウィッグは、更に、世界中の研究所で環境や医学における放射線に関する理論的及び実験的な研究、特に、低レベルの放射線の健康被害についての研究に客員研究員として参加しています。1993~2009年までは、環境保健に関するドイツセンター（以前のGSF）所長を務め、1987年からはICRU委員となっていますが、更にICRP委員も兼任しています。ハーウィッグは、議論になるといつも強く主張し対立しがちですが、個人的にはとても親切で思いやりのある方です。前述にあるとおり1990年に私が初めてシュロス・エルモウでのICRU会議に参加した時、私は家内と次男も参加していたのですが、我々は少し離れた山小屋ホテルに宿泊していました。そこでハーウィッグから、「滞在中は私のベン

ツを使ってください」との有り難い申し出をいただきました。私も家族も、それが初めてのベント運転の経験でした。

ポール・デルーカ（写真1 前列右端）は、アメリカのノートルダム大学で物理と数学を専攻し、核物理学で学位を受領しました。その後、ウィスコンシン大学の放射線医学科と医学物理学の教授に就任しました。ポールの専門は、ファーストニュートロンのドシメトリーですが、特に、高エネルギー粒子線による放射線治療に関する仕事は国際的にもよく知られています。1993年にICRU委員に就任し、2006～09年まではチェアマンとして活躍していましたが、2009年にはウィスコンシン大学のプロボスト（学長代行）に任命され、ICRUチェアマンを退任したのです。ポールは、イタリア系移民の家系で、いつも明るく前向きな性格のため、理想的な指導者だと思えます。メールの最後には、いつも“チャオ”とサインしています。

ハンス・メンツェルは、ドイツで生まれ、ミュンヘン工科大学物理学を卒業した後、サーランド大学で学位を受領しています。その後、イタリア、ドイツ、ベルギーなどの研究所で放射線生物物理学や医学物理に関する研究を行い、スイス、ジュネーブのCERN（欧州原子核研究機構）の放射線防護グループのリーダーとなりました。ハンスの研究の興味は、医学物理、放射線生物学、放射線治療、放射線防護などの分野のドシメトリーやマイクロドシメトリーです。ハンスは、1993年にICRU委員になり、また1997年にはICRP委員を兼任します。2009年からは、ICRUチェアマンとして活躍しています。ハンスは、几帳面で強い議論を好みますが、個人的にはすごく親切な方で優れた指導者です。

ピーター・ドウソン（写真1 後列左から3番目）は、イギリス人で、ロンドン大学で物理学を専攻しますが、その後医学部に進み放射線科医になります。ピーターは、ロンドン大学放射線科教授で、英国放射線医学学会の会長を務め

たことがあります。ピーターは、1997年からICRU委員を務めています。

立崎英夫先生は、筑波大学医学部を卒業した後、放射線生物学と臨床放射線治療の分野で学位を受領しました。その後、アメリカのMGH（マサチューセッツ総合病院）でプロトン治療を経験し、更にIAEAに勤務し、2002年からは放射線医学総合研究所の一員になり、現在は被ばく医療部障害診断室長で、2006年にICRU委員に選ばれました。

5. イメージング分野のICRUレポート

今までに出版された放射線診断と核医学関係のICRUレポートについて述べます。1986年の最初のレポート41は、“MTF of Screen-Film Systems”です。その後、医用画像の画質評価の手法の理解が進歩し、1995年にはレポート54 “Medical Imaging-Assessment of Image Quality”が出版されます。このレポートは、通常のX線写真、デジタル画像、CT、MRI、超音波、核医学画像などの色々な医用画像に応用されるべき理論的なフレームワークとなることが期待されています。実際、その後2003年には、レポート70 “Image Quality in Chest Radiography”が出版され、2009年にはレポート82 “Mammography: Assessment of Image Quality”，更に2012年にはレポート87 “Radiation Dosimetry and Image Quality Assessment in Computed Tomography”が出版されました。さらに、医用画像の読影者の特性の客観的な評価に必要な手法も開発され、2008年には、レポート79 “Receiver Operating Characteristic (ROC) Analysis in Medical Imaging”が出版されました。そこで、約20年の間に、ICRUの活動は、イメージングの分野に明らかな足跡を残したと思います。

参考文献

- 1) 土井邦雄, 学長の回顧録, インナービジョン社出版 (2014)