

Radiological Sciences

放射線科学

2008.09

Vol.51

第51卷 第9号



UNSCEAR

特集

第56回国連科学委員会報告

ISSN 0441-2540



Contents

特集

- 04 「第56回国連科学委員会報告」
Report on the 56th session of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation
重粒子医科学センター
丹羽 太貫

最近の成果

- 18 「口腔がんの小線源治療と遺伝子発現プロファイル解析」
-リンパ節転移の予測-
東京医科歯科大学大学院
渡邊 裕、茂柳 薫、三浦 雅彦、倉林 亨、渋谷 均、田中 博
重粒子医科学センター ゲノム診断研究グループ
岩川 真由美、今井 高志

印象記

- 20 「第44回米国放射線防護測定審議会年次会合」
-低線量・低線量率放射線の影響とモデルに出席して-
放射線防護研究センター 規制科学総合研究グループ
吉永 信治

印象記

- 28 「第56回国連科学委員会会合に出席して」
内閣府原子力安全委員会事務局管理環境課
石黒 裕大

- 33 SR Salon Photograph
三井 正紀

- 34 随想
市川 龍資

- 35 編集後記



▲第56回国連科学委員会の全体会合の様子-1
(正面に座っているのは左からCrick事務局長、Gentner議長、Gomaa書記)



▲第56回国連科学委員会の全体会合の様子-2
(上側には国連公用語の通訳者のブースが設置されている)

▲第56回国連科学委員会(UNSCEAR)会合が開催されたウイーン国際センター全景

特集

第56回国連科学委員会報告

Report on the 56th session of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation



丹羽 太貫

重粒子医科学センター 副センター長
丹羽 太貫

1.はじめに

2008年7月10日から18日まで、オーストリア・ウィーン国際センター内会議場で開催された「原子放射線の影響に関する国連科学委員会(United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation: UNSCEAR)第56回会合」の内容について報告する。公式の報告書は、第52回原子力安全委員会臨時会議(平成20年8月7日)の資料として、内閣府原子力安全委員会のウェブサイト(<http://www.nsc.go.jp/anzen/shidai/genan2008/genan052/siry03.pdf>)で公表されている。

出席者は、委員会加盟21カ国中19カ国からの代表、代表代理、アドバイザー、オブザーバー参加の5カ国からの専門家、9国際機関(IAEA、UNEP、WHO、IARC、EC、ICRU、ICRP、ISO、ICR)からのオブザーバー、事務局、およびドラフト作成のコンサルタント等で総勢約110名であった。日本からは、米倉義晴代表が参加出来ず、代表代理として丹羽太貫(放射線医学総合研究所重粒子医科学センター副センター長)、以下、アドバイザーとして石黒裕大(内閣府原子力安全委員会事務局)、三枝新(放射線医学総合研究所放射線防護研究センター規制科学総合研究グループ)、酒井一夫(放射線医学総合研究所放射線防護研究センター長)、鈴木元(国立保健医療科学院生活環境部長)、中野政尚(日本原子力研究開発機構核燃料サイクル工学研究所放射線管理部環境監視課チームリーダー)、吉澤道夫(日本原子力研究開発機構原子力科学研究所放射線管理部放射線計測技術課長)、吉永信治(放射線医学総合研究所規制科学総合研究グループ)の計8名が出席した。

2.会合の概要

全体会合では、新たにカナダ代表のN. Gentner氏が

議長に就任し、副議長をドイツ代表のW. Weiss氏が、また、書記をエジプト代表のM. Gomaa氏が務めた。わが国の代表団は、国内の専門家によるドラフトの事前検討結果を踏まえ、適宜発言するとともに、UNSCEARが取り組むべき報告書の今後のテーマに関する議論において積極的に発言するなど、わが国の存在感を示すことができた。

報告書附属書については、「R669:医療放射線被ばく」、「R670:種々の放射線源からの公衆及び作業員の被ばく」、「R671:事故の被ばく」、「R672:人以外の生物への放射線の影響」、「R673:チェルノブイリ事故からの放射線による健康影響」の5テーマが検討され、議論の結果、最終承認がなされた。

今回の会合では、UNSCEARでの活動を効率的に進めていくための将来戦略と今後の課題に関する議論が行われた。エネルギーや医療被ばくなど最近持ち上がってきた問題を背景としてUNSCEARの活動の重要性はさらに高くなっている。一方でUNSCEARの構造改革については、明確な方向性が定まっていない。これらについては今後さらに議論を続けることとなった。

次回の第57回会合は2009年5月25日(月)~29日(金)にウィーンで開催されることが案内された。これまでと同様、わが国としては、国内でのドラフト検討体制の強化を図ることはもとより、検討テーマに応じた適切な専門家を代表団として派遣することなど、今後ともUNSCEARに十分に貢献していく必要がある。

3.開会セッション

議長のN. Gentner氏(カナダ)が開会を宣言し、各国の代表・代表代理・アドバイザー、オブザーバー、コンサルタント、各国際機関代表に対して歓迎の言葉が表せられた。また、H. Vanmarcke氏(ベルギー)、O. Gonçalves氏(ブラジル)、M. Kiselev氏(ロシア)、C.

Larsson氏(スウェーデン)の4人が新たな国代表になったこと、そして、フランスの代表としてA. Flüry-Hérard氏が復帰したことが紹介された。さらに、日本とポーランドについては代表代理で対応すること、インドネシア代表は出席できないこと、スウェーデンからは代表の指名がないことが紹介された。続いて、前回の会合以来、UNSCEARに参加して貢献のあったAnas M. El-Naggar氏(エジプト)とK. Sundaram氏(インド)のご両名が逝去されたことを悼み、黙祷が捧げられた。

全体会合ではW. Weiss氏(ドイツ)が副議長として、またM. A. M. Gomaa氏(エジプト)が書記として任務にあたることが紹介された。議事次第が採択され、国連総会決議に基づき引き続き知見の取りまとめを行っていくことが確認された。

4.作業グループ全体会合1

事務局のM. Crick氏から、2006年に承認された報告書のうち、がんおよび非がん疾患に関する附属書が2006年報告書の第一巻として刊行されたこと、また、非標的効果、免疫系への影響、ラドンの評価よりなる第二巻は今年末までに刊行される予定であることが紹介された。次いでUNSCEARを取り巻く最近の状況について、UNEPが2007年5月21日に設立した一般信託基金は、現時点で目標額の6%が集まっていること、1990年代においては各国の研究機関から無償の協力が得られていた状況に対して、昨今はこれが期待できないため、報告書作成についての方法を変更する必要があること、財政面や運営面で問題はあつたものの、将来は明るい期待されること、特に地球温暖化に対抗する技術としての原子力発電への関心の高まりは重要であることが説明された。

さらに、作業グループ部会で今回討議する5課題については、最終段階に到達していることに鑑み、作業グルー

プ部会の議長の権限を駆使し、書き直しを求めない方向でこれにあたることを確認され、これまでの継続性を考慮し、課題ごとに下記の議長のもとに議論を進めることが紹介された。

- R669 F. Mettler (米国)
- R670 E. V. Holahan (米国)
- R671 W. Weiss (ドイツ)
- R672 C. Meinhold (米国)
- R673 N. Gentner (カナダ)、
P. Burns (オーストラリア)

次に、Crick氏より、UNSCEARの将来戦略案(2008-2015年)が紹介された。1955年の国連総会決議によって始まったUNSCEARは、電離放射線の生物影響とリスクの評価を行い、その知識を国連、科学者集団、公衆に還元する任務を負っている。これらを考慮して将来戦略としては、現在進行中の国連の組織改変を踏まえて、参加国間での交流と協力、UNSCEAR内での問題の絞込み、将来課題の絞込みに際しての財政的・組織的な支援とそれらの継続性、様々な利益集団との知識の共有と理解の促進が必要である。また他の国際機関との住み分けと、同時にUNSCEARの存在感を示すことも重要である。さらに新規課題を策定するうえで注意すべき点は、従来から行っている放射線リスクについての不確実性をさらに少なくする努力、新たに浮上してくる課題を常に検討し続ける、の2つである。これらを考慮し、優先すべき4テーマとして(1)急速に発展している医療放射線に付随するリスク、(2)核の平和利用に関するリスク問題、(3)原爆被爆者での解析も含めた低線量放射線リスク評価の深化、(4)放射線作用についての生命科学の推進と機構解析が提案された。

また効率的な情報発信のため、各種のリスクは4-5年サイクルで科学的に評価して結果を要約する、科学的検

討は単独の場合からチームで行うまでスタイルは柔軟であること、データ収集、解析、結果の公表を速やかに、結果の公表はインターネットをさらに活用する、UNSCEAR でまとめた科学的な検討結果をさらに速やかに世界に発信するために報告書の新規刊行に際して UNSCEAR の委員によるセミナーなどで内容の説明や討論の場を設ける、といった案が出された。

テーマについての議論では、4つの優先テーマに加え、鉱山活動などともなう放射線リスク増大問題を別枠で取り上げるべき、原発は放射線の問題ではなくエネルギー問題として捉えるべき、さらに核エネルギーでは高レベル廃棄物が最大の案件である、低線量リスク問題は生命科学研究・機構解析と一緒にの課題として扱うべき、などの意見が出された。

今後の報告書のスタイルについて、事務局案として、(1)十分に確立された課題について数年ごとに再評価してまとめる「評価報告書」(5-8年ごとに更新)、および評価報告書の「ダイジェスト」(2年ごとに更新)、(2)評価報告書作成に必要なデータの収集とまとめ方などの「方法論報告書」、(3)社会の変化などに伴って新たに出てきた問題についての「特別報告書」(2年ごとに更新)、(4)評価報告書や特別報告書をまとめて特定の問題について UNSCEAR の立場を述べる「技術報告書」の4種類の報告書を作成することが提案された。これらの報告書は、数段落からなる政策立案者に対する概要(2-6段落)、非専門家にも理解できるように書かれた本文(10-50頁)、研究者を対象とした附属書(50-200頁)の3部から構成されることになることと説明された。

5.作業グループ全体会合2

UNSCEAR での将来戦略、今後検討する課題の計画、国連総会報告のための科学的要約文書のそれぞれについて作業グループ全体会合で議論がなされた。

(1) 将来戦略

Gentner 氏が議長を務め、将来戦略に関してより具体的な議論が行われた。まず始めに2009年から2013年に優先する4テーマとして提案された1)患者の医療被ばく、2)電力生産が人の健康と環境へ与える影響、3)自然放射線源への高められた被ばく、4)低線量率放射線被ばくの影響についての理解の改善、について議論がなされた。

1)については、新たな技術および手技に言及すべきとの指摘がなされ、委員会で承認された。2)については、電力とエネルギーの意味の違いが不明確であるという指摘がなされた。また、委員会が核拡散を支持しているような印象を与えることを避けるため、説明文の一部を削除することとなった。3)については、人以外の生物への影響についての重要性が十分に説明されていないことが指摘され、これについては修正を行うこととなった。また、鉱山労働者や航空機乗務員など特定の職業グループに触れることは将来の活動を制限しかねないため、これらは説明文から除外することとなった。さらに、これらの議論に伴い、「高められた」という語句を除外することとなった。4)については、関連した研究として重要な南ウラルのコホートに触れられていない点がロシア代表から指摘され、日本からは高自然放射線地域の重要性が強調された。これらの意見に対し、Crick氏は全ての被ばく集団を列記することはかえって混乱をもたらすと懸念を示したが、議論の結果、南ウラルのコホート、高自然放射線地域の研究がともに説明文に含められることとなった。

次に、Gentner 議長は将来戦略の中の Executive Summary 及び Mission statement の文言についての議論を求めた。アルゼンチン代表からは、事務局長によって提案された新たな作業方法を支持する委員会の決定を示す必要があるという意見が述べられた。

(2) 今後の計画

Weiss 氏が議長を務め、今後の計画に関する議論が行われた。UNSCEAR では昨年、加盟国および関連国際機関に対して、今後の計画に関する調査を行い約40の課題が提案されていたが、今回事務局により以下の12課題にまとめられていた。それらは、生物学的な課題に関わる5題(放射線リスク推定における不確実性、低線量での放射線作用のメカニズム、放射線影響のまとめ、内部放射線源の生物学的影響、放射線被ばくによる健康影響の起因性)、物理学的課題に関わる4題(患者の医療被ばく、核施設からの放出の影響を推定するための方法論の更新、電力生産が人の健康と環境へ与える放射線学的影響、人間活動によって高められた自然放射線源への被ばく)、活動支援に関する3課題(公衆の情報、放射線のレベルと影響に関する知識基盤の開発、データ収集・解析・普及の改善)である。

これらの個々の12課題について、将来戦略で示された4つの優先テーマとの関連性が不明であることが指摘された。これに対して、Weiss氏はこれらの課題が優先テーマに合致する必要性がないこと、委員会にとって慎重に検討・計画された課題が重要であることを強調した。次いで12課題の個々について提案者より概要が説明され、意見が交わされた。

Weiss氏は、今後の計画に関する議論の締めくくりとして、本セッションで UNSCEAR 事務局でなされた作業に謝意を表した上で、これらの課題が来年再び議論されるようになることを勧告した。

(3) 国連総会報告のための科学的要約の作成

Burns氏と Gonzalez氏の2人を議長として、国連総会への報告書のうち科学的要約部分のドラフトの内容について議論がなされた。Burns氏は冒頭で、現時点でのドラフトが字数制限を超過しているため、個々の章の記述を短縮する必要があると述べた。また、関心の高い問

題については各章の長さに拘らず、出来る限り図表を補助的に用いて示す方針が確認された。

全般的な議論の中では、文書の中での線量単位に一貫性がない点を修正すべきである、平均年間実効線量などキーとなる数値を報告書の前半に示すべきである、公衆の被ばくに関する記述がその関心の高さに比べて少なすぎるのを補うために図表も加えるべきである、医療被ばくについて核医学と放射線治療の副題がある一方でその他については副題がない点は一貫性を欠いている、自然放射線源の変動が十分に反映されていないため、附属書中の関連データをこの文書にも含めるべきである、国連総会参加国には文書が長すぎるので短い要点を冒頭に含めるべきある、などの意見が各国代表等から出された。これらの全ての意見については委員会では文書の修正に適切に反映することになった。

続いて、5つの報告書附属書テーマについて、それぞれの作業部会の議長以下、数人の専門家が集まって、記述箇所に関わる議論が個別に行われた。その後、これらの議論結果を反映させた修正版を基に作業グループ会合が再開され、細かい点を含めたさらなる議論が実施されるとともに修正案が提案された。Gonzalez議長は本セッションにおける議論に対して委員会に謝意を表し、国連総会への報告書作成に関わる議論を終了させた。

6.作業グループ全体会合3

Gentner 議長のもとに、国連総会への報告書案についてそれまでの議論を受けて修正された最新版の資料に基づき、その内容が説明された。この報告書は3つの章から構成され、第一章で本会合(第56回 UNSCEAR 会合)での討議の概要、第二章で将来戦略と今後の計画、第三章で科学的要約を記述する。この作業グループ全体会合では特に大きな問題は指摘されず、細かな修正点、例えば、第四段落で2006年報告書刊行が遅延したこと

に対する遺憾に関する記述を和らげることなどが指摘された。議論の結果、これらの報告書案の内容が確認され、承認が得られた。

7. 作業グループ部会の概要

5つのテーマの報告書附属書の内容について、各作業部会にて下記の通り議論が行われた。

7-1. 作業グループ部会1

「医療放射線被ばく」(R669)の検討

議長：F. Mettler (米国)

書記：R.P. Bradley (カナダ)

コンサルタント：K. Faulkner (英国)

G. Ibbott (米国)

M. Stabin (米国)

7月15日(火)午後および7月16日(水)午前の2回、Mettler氏(米国)およびBradley氏が各々座長と書記を務めて、附属書R669「医療放射線被ばく」を纏めたFaulkner氏(英国)、Stabin氏(米国)およびIbbott氏(米国)を交えて開催された。

Mettler氏は、議論を開始するに当たって以下の点を述べ、議論の方向性を示した。すなわち、今回の報告書で使用したデータは、関係国で過去数年の幅で収集したデータであり、ある一時期の横断的な調査結果でないこと、それ故、7月15日の時点までに修正したものを除き、新たにデータを追加したり修正したりする作業は今回行わないことをまず確認した。また、前回の議論を受けて構成を変更し、最初の部分に今回の調査全体の要約を纏めることとした。この要約部分は、第63回国連総会へ提出する報告書を作成する上で役立つ。

Mettler氏は、報告書の反省点の議論から全般的討論を開始した。これらの内容は、将来の調査のあり方とし

て最後にとりまとめられた。

次に個々のパラグラフ、図表毎の検討に入った。最初に全体の要約に当たる部分の検討に入った。このセクションには同じデータを図と表の両方の形式で提示していたが、判りやすくするために図に統一して、細かい数値が判るように棒グラフの上端に数字を記入することとした。図を多用するこの方針は、最終的な総会報告書(20ページ)の中で医療放射線被ばくの項目に注意が集中する効果を発揮した。このセクションのハイライトは、全ての国で医療放射線被ばく線量の増加率が高く、とりわけ医療レベルIの国では自然放射線被ばく線量の75%程度に相当する線量が医療からもたらされるようになった点である。そのほか、多くの字句修正や追加記載に関して意見が展開された。これらは、内容を明確化するための字句修正、専門外の人々にも判って貰うための説明と定義の挿入、数式の修正など多岐にわたる。米国の医療被ばくに関するデータが抜けているとの批判に対して、Mettler氏は上述の初期方針とは相反するが同氏が著者となっている既報ないし in press の論文のデータを追加することが承認された。

最終的に、本ドラフトは作業グループ部会で承認された。将来のトピックス・活動に関連して、イオンビーム治療、IVR、治療計画段階での被ばくの取り扱い、専門用語集作成、二部構成の治療技術(dual modality)に関わる線量評価、線量換算、回答率の向上、電子媒体での調査、関連調査との連携等について提案がなされた。このうち、イオンビーム治療は、わが国にとって重点的に取り上げて、今後積極的に意見を発信していきたい分野である。医療放射線のデータベースに関しては、オブザーバー参加の韓国のS. Na氏が自分たちのシステムを推薦していた。日本としても、どのようなシステムが可能なか、国内的に検討しておく必要がある。

7-2. 作業グループ部会2

「種々の線源からの公衆と作業者の被ばく」(R670)の検討

議長：E. V. Holahan (米国)

書記：D. Whillans (カナダ)

コンサルタント：D. Melo (ブラジル)

E. Rochedo (ブラジル)

本ドラフトは会合初日及び2日目の2回(計6時間)に分けて議論された。初日は全体の事項と公衆被ばくの一部、2日目は公衆被ばくの残りとして職業被ばくについて検討した。

ドラフト検討の冒頭に5年にかけて本ドラフトを作成してきたコンサルタントのD. Melo及びE. Rochedo両氏に対して、議長から謝意が表された。次に、コンサルタントから本ドラフトの要点が述べられた。まず公衆被ばくについては、(1)自然放射線源からの被ばく線量の世界平均値2.4mSv/年は2000年報告書から変更がないこと、(2)自然放射線源からの線量分布は対数正規分布に従い、平均線量の幅は1~10mSv/年であること、(3)核燃料サイクルからの公衆の規格化集団線量の世界平均値は、1998~2002年において0.72人・Sv/GWaであり、一人当たり線量は0.2μSvより小さいこと、(4)核実験及び減損ウランによる汚染地域の被ばく線量を含めたこと、などである。また作業者の被ばくについては、(1)自然線源からの全世界の集団被ばく線量(1995-2002)は27,500人・Sv/年と2000年報告書の2.4倍となり、これは中国の炭坑労働者の被ばく線量データが主要要因であること、(2)人工放射線源からの被ばくの50%以上が医療分野であること、(3)最近の傾向として、放射線作業者の数は増えているが一人当たりの実効線量は減ってきていること、などの説明があった。

全体的な議論では、まず本ドラフトの構成と内容を変更する必要はなく、文章の詳細を詰めることが確認された。また、作業者の世界的な被ばく線量の推定値は、各

国からのデータ提供状況及び各国のデータベースの違い(線量区分や職業区分)の影響を強く受けるため、世界平均を求めるための外挿には、極めて大きな不確かさが伴うことが改めて指摘された。これに関しては、報告書の数値を示す部分では、不確かさが大きいことできるだけ明確に記述することとした。また、誤用をさけるため、集団線量の値については可能な限り人数又は個人平均線量を併記することにした。さらに、理解の容易さの観点から、被ばく線量の経年変化は、円グラフから棒グラフに変更することとした。

次にパラグラフごとの検討が行われた。公衆被ばくにおける主な議論点として、実効線量の計算方法の記述に追加説明が必要であること(英国ではトリチウムの放射線荷重係数として2が勧告されているが国際的には依然として1であること、ラドンの線量計算方法が国によって異なっていること等)、地下核実験については軍事目的と平和目的が混在しているため明確に区分する必要があることなどがあげられる。わが国からは、本文と表の数値の不整合、広島・長崎の原爆投下を核兵器試験(Nuclear Weapons tests)として扱うのは不適切であることを指摘し、“tests”を削除した表現に変更することとなった。また、データの空欄を検出下限以下(n.d.)で埋めること等をコメントした。

職業被ばくに関して、ダイヤモンド鉱山労働者のX線セキュリティ検査など本来職業被ばくに分類すべきではないものが含まれていること、原子炉の新設、医療の進歩等に関する将来の予測についての記述の削除があげられる。工業照射(Industrial irradiation)の主要国が日本であるとの記述(世界の作業員数の50%以上が日本である)について、これが誤りであるため、わが国は記述の削除を求めた。

その他、本文における略語・用語の使用法、データの欠落、誤った記載、不十分な記載等の指摘、表の数値の誤りや古いデータの更新、図の詳細等について指摘が

行われた。これらの修正を前提として、本ドラフトは承認された。なお、解像度の悪い図の修正、文献番号の振り直し作業が行われるとのことである。また、CDに収録される各国の詳細なデータ（MS Excel形式）へのコメントについては各国がコンサルタントへ直接行うこととされた。

なお、今回は、本会合での検討前に、一度ドラフトに対するコメントが求められ、その結果を反映した修正ドラフトがメンバー限定のWebサイトに公開されるという手順が行われたが、このプロセスが効率的・効果的な審議に有効であったとの評価がなされた。今後の新しいドラフト検討の方法となることが予想される。

7-3. 作業グループ部会3

「事故の放射線被ばく」(R671)の検討

議長：W. Weiss (ドイツ)

書記：V. Holahan (米国)

コンサルタント：R. Ricks (米国)

M-E. Berger (米国)

本会合はコンサルタントのR. Ricks氏及びM-E. Berger氏が、会場に来られないため、米国との電話会議となった。はじめに議長のWeiss氏から昨年のドラフトから改訂した主な内容が紹介された。この改訂では、主に(1)適用範囲の明確化、(2)軍事利用、民生利用の明確な区別について注意が払われた。次に、コンサルタントから昨年の検討結果を基に行った改訂内容が報告された。具体的な改訂内容として、(1)本報告書で扱う事故の範囲を拡張し、被ばく後の早い時期に1名以上の確定的影響の症状が見られた事故に加え、環境の放射能汚染によって公衆に有意な被ばくをもたらした事故を含めることにしたこと、(2)臨界事故の一覧表(表2)に、核兵器製造によるものか、それ以外によるものかが分かるように脚注を追加したこと、(3)25ページ程度の分量に収

めるため、文献に十分な記述がある事故および時代変化を反映している事故を本文に採用したこと、(4)各章にショートサマリーを入れたこと、(4)事故件数の経年変化を示したこと(表8,10)が紹介された。

続いて、ドラフトの内容の全般的な議論がなされた。全般的な議論の主な内容として、(1)本文の構成は軍事利用か民生利用かの区別をつけるべき、との意見に対して、コンサルタントは、文書の構成を変化させるような編集は短期間ではできないと反論し、委員会としてもそこまでは必要ないという結論になったこと、(2)適用範囲内の事故の100%が記録されていないという意見があったが、本報告書はデータベースではないので事故の100%を網羅しなくてもよいとの結論に至ったこと、(3)前年での議論の通り、各国から提供があった新たな事故情報のうち、締め切り日を過ぎたものについては、本報告書には含めないことが確認されたこと、(4)1946年から1950年代におけるマヤック施設からの意図された放出による環境汚染は6000 manSvの集団線量があったが、事故ではないので本文には含めないことになったこと、が挙げられる。

さらに、各パラグラフの議論では、有効数字の取り扱い、地名の正しい記述、リトビネンコ氏の事件の取り扱い、科学的表現、などについて意見が交わされた。日本の事故の記述に関しては、1999年のJCO事故について、文献M7(NIRS-M-154(2002))を追加すること(表2)、また、1971年の千葉でのIr-192の事故については、事故原因は単なる「紛失線源」から、「作業員によって拾われた紛失線源」に変更することとなった。

以上の議論の後、作業グループ部会では本ドラフトが承認された。

7-4. 作業グループ部会4

「人以外の生物への影響」(R672)の検討

議長：C. Meinhold (米国)

書記：L. Dobrzyński (ポーランド)

コンサルタント：D. Chambers (カナダ)

本文書の作業グループ部会は、7月11日午後と7月14日午後の2回に渡って開催された。また、一部の専門家による非公式の少人数会合が2回開催された。

1回目の作業グループ部会では、冒頭にChambers氏から、昨年の委員会決定に基づく修正点に重点を置きつつ概要が報告された。報告書の章立てが、第一章：序論、第二章：線量評価、第三章：UNSCEAR1996年報告書のまとめ、第四章：チェルノブイリ事故の経験からの線量効果関係のまとめ、第五章：ヒト以外の生物種への放射線影響、第六章：まとめと結論、となっていることが紹介された。

続いて、各章の概要が説明された後、質疑応答・修正の提案が行われた。得られた主な合意は以下の通りである。(1)「環境の防護」ではなく、「環境生物への影響」という観点での取りまとめを行う。(2)「放射線荷重係数」ではなく「生物学的効果比」を用いる。(3)「防護されている」という表現ではなく「影響が見られない」という表現を用いる。(4)科学的に認められた報告のみを記載することとし、新聞報道等については取り上げない。(5)自然放射線の影響については本報告書では取り扱わない。(6)単位系については、ICRUの考え方に従うものとする。(7)影響のまとめに加えて、1996年報告書以降に開発された影響評価手法(生物種感受性分布解析等)についても言及する。(8)結論の部分に、今後の展開、今後必要とされる情報につき追記する。

以上の作業グループ部会合の決定を受けて、7月11日の作業グループ部会終了後および14日の同部会開始前に、D. Chambers、J. Garnier-Laplace(フランス)、G.

Kirchner(ドイツ)、C.M. Larsson(スウェーデン)、酒井一夫(日本)による少人数会合が開かれた。11日の少人数会合では修正の方針を確認し、13日朝までにChambers氏が修正案を少人数会合メンバーに送り、メンバーは同日中にこれに対するコメントを返送することとなった。14日の少人数会合では、前日までに寄せられたコメントを基に、作業グループ部会に提示する修正案を確認した。

二回目の作業グループ部会では、前回に引き続き、パラグラフ(230)以降および少人数会合で作成された修正案について検討を行った。主な内容として、(1)環境科学技術研究所にて実施された研究につき、詳細な情報の提供が求められ、これに対応したこと、(2)低線量照射により寿命の延長や、腫瘍発症率の低下などの報告があるとの指摘があったが、これらは放射線適応応答として位置づけるべきであるとの観点から、本報告書への記載は見送られたこと、(3)生物種ごとの感受性の広がりを示す図については、本報告書で詳細に紹介する必要はないとの合意に達したこと、(4)用語・略語につき説明が必要との指摘があり、用語集を追加することになったこと、(5)表中の記載に関する疑義の多くは旧ソ連関連の報告であったが、これらについてはコンサルタントがロシア代表と相談の上確認することとなったこと、(6)生物科学分野における最新技術(ゲノミクス、プロテオミクス等)による解析についても盛り込むよう提案があったが、今回は見送ることとなったこと、(7)結論の部分に掲載する「生物種への影響に関するまとめの図」については簡略化の方向で取りまとめることとなったこと、が挙げられる。

図表の体裁の調整や用語集の追加ならびに若干の改訂を要する部分は残っているものの、コンサルタントが責任を持って対応することを条件に本ドラフトが承認された。

7-5. 作業グループ部会5

「チェルノブイリ事故による健康影響」(R673)の検討

議長：N. Gentner (カナダ)

P. Burns (オーストラリア)

書記：L. Moberg (スウェーデン)

コンサルタント：M. Balanov (ロシア)

まず Gentner 氏の司会のもとに、コンサルタントの Balanov 氏が全体説明を行った。昨年度の本会合で、報告書のスタイルについて変更要請があったことを受け、チェルノブイリ事故報告のまとめを主文 30 頁に、科学的検討の詳細を 4 つの付録、「物理的および環境関連の状況」、「さまざまな集団における被ばく線量」、「事故処理作業員における急性影響」、「晩発性健康影響」に採録し、全体を 250 頁余にまとめたことが説明された。この後に全体的な討議に入った。

主文はわずか 30 頁から構成されているが、本報告書のもっとも重要なメッセージを伝えるもので、討議の大部分はこれに費やされた。この討議では科学的事実についての詳細な検討、概念の検討、文言の修正、テキスト構成の修正などについて詳細に議論された。

報告書全般に関わる問題としては、査読システムのない雑誌に掲載された論文・記事の引用が報告書に多く見られることが指摘された。これは、旧ソ連邦諸国の科学情報の扱いに関する問題を示すもので、極力これを避ける努力をする合意がなされた。

主文の内容に関しては、特に集団実効線量について議論が沸騰した。これまで集団実効線量から予測されたリスクがチェルノブイリ事故の真実であるとされ、さまざまな問題を引き起こしたことから、集団線量は本報告書から除くべきであるとの意見が述べられた。しかし集団実効線量は歴史的に用いられており、防護にとって有用であるとの判断から報告書における記載を継続することになった。一方、主文には集団実効線量と LNT モデ

ルから予測したがんリスクをまとめた表が示されていたが、これらの予測は証明しえない点において無責任であり、無用の恐怖をあおりかねないという判断から、表が削除されることとなった。

心理的影響については、これが線量と関係しないことを理由に、今回の報告書から除かれている。また社会的にも大きな関心の的である遺伝的影響や奇形は、UNSCEAR2000 年報告書や WHO チェルノブイリフォーラム報告書で否定されているので、本書でこれらに言及しないことが合意された。

甲状腺がんについては議論が盛んになされた。事故後の小児甲状腺がんの罹患率の経年変化を示す図が主文に載っていたが、チェルノブイリ事故のあと突然小児甲状腺がんが発症した印象を与えることを避けるため、事故以前の期間においても、データを示すことになった。またベラルーシからのデータに基づき、小児期あるいは青年期に被ばくした集団では、その後も甲状腺がん罹患率は高いまま推移すること示す図が加えられた。また 1986 年以降に生まれた小児には甲状腺がんのリスク上昇は見られないこと、および 1986 年当時の成人集団、さらに事故処理作業員などにもリスク上昇はないことなどが記載された。これらに加えて、UNSCEAR 2000 年報告書以降に明らかになった事実が加えられた。

その他のがんについては、白血病や乳がんについて多くの議論がなされた。主文では事故処理作業員において白血病発症頻度が上昇したとの記載があったが、これは米国とウクライナの共同でなされた疫学研究に基づくものであった。しかし、引用論文が未発表であること、作業員の線量推定に問題があること、従来の研究で放射線起因性がないことが知られている慢性リンパ性白血病が線量依存的に増加していること、などの問題が指摘され、現段階では十分な議論はできず、主文の文言もこれに従って修正された。同様に 40 mSv を越える線量を受けた集団で統計的有意性をもって乳がんが増加していると

する論文に基づく記述が主文にあったが、この研究結果を否定する論文もあることから、主文からは乳がんの記述を削除することになった。これらは明らかな証拠に基づく結論を提示し、憶測に基づく記述を避ける、という本報告書の主旨に沿って行われたものである。

がん以外の疾患については特に白内障について盛んに議論がなされた。事故処理作業員で晩発的に発症してくる障害では、放射線白内障がもっとも明らかである。議論のなかで、白内障や心疾患の頻度は放射線により増加すること、この増加は場合によっては線量に対して直線であることなどから、これを確定的影響から外して確率的影響に入れるべきであるとの議論があった。わが国としては、確率的影響は標的論で記述される突然変異が原因になる疾患（がんと遺伝的影響）を言うもので、線量効果関係が直線であっても機構的に明らかになっていない以上、これらを確率的影響に入れるべきではないとの意見を述べた。

以上主文に関する討論の後、約 200 ページに渡る 4 つの付録についての討議が行われた。付録 A 「物理的および環境関連の状況」は、たとえば飲料水からの放射性同位元素の摂取についての誤解に基づいて作成された部分を除くなど、若干の文言の修正がなされた。付録 B 「さまざまな集団における被ばく線量」についても、線量の記述などで少し修正が入ったのみである。付録 C 「事故処理作業員における急性影響」は無修正で裁可された。付録 D 「晩発性健康影響」については、主文との関係もあり、文言や事実関係について詳細な検討がなされた。とりわけ急性症状を示した作業員の追跡調査やがん登録システムの信頼性については、さらに検討が必要であるとの意見が出された。さらに急性症状を呈した作業員のその後について、たとえばその死亡の原因が放射線によるか否かについてアルゼンチンと米国の代表の間でなされた議論は、起因性問題の複雑さを示すものであった。全体の討議のなかで、わが国の原爆被爆者研

究は常に標準データとして扱われているが、しばしば間違っていて引用されている部分も多く、これについては逐一修正がなされた。以上の長い議論を経て、本ドラフトは承認された。

8. 事務連絡会議

事務連絡会議では、以下の 5 点について議論され、合意が得られた。

(1) 今回の会合の最重要案件は 5 つの報告書附属書の全てを承認することで、報告書（案）は「よほどの理由」がないかぎり大きな修正はやらない。ただ最近、英国 Health Protection Agency がトリチウムの RBE を従来の 1 から 2 にしていることは、UNSCEAR の国際的な信用にもかかわる問題になりうる。このような場合には、修正もやぶさかではないとの合意がなされた。

(2) ベラルーシ、フィンランド、パキスタン、韓国、スペイン、ウクライナからの新規加盟の要請について議論がなされた。本会議に限っては、これらの国の討論への参加は認めるが意思決定への参加は認めない。ただ、UNSCEAR に出席の各国代表団は政府代表ではなく、政治的な色彩の強い新規加盟問題に本会議がどれほどの決定権を持つかについて議論があった。また新規加盟の取扱いはしかるべき基準を設けてこれに対処すべきこと、既存加盟国も基準による評価の対象となりうること、が合意された。

(3) 今回の会合の重要案件のひとつは、新規課題の選定である。これについては、課題の意義の評価が重要である。その一方で、社会の科学情報へのニーズが変化していることを受け、課題が標的にすべき対象（読者）、報告書のスタイル（全体のまとめは一般読者、附属書は研究者を対象）、紙媒体やネット公開での発表の方法、なども考慮すべきであることが確認された。個別課題では、アルゼンチンから要求のあった「健康影響の放射線

被ばくへの起因性: Attributability of health effect to radiation exposure」が議論の焦点となった。また各国から出てきた課題については、絞り込みのための事務局案が承認された。

(4) UNSCEAR の役割は、放射線の「線源」と「影響」の科学的な評価であるが、将来にむけての戦略も考慮する時期に至っている。今回の会合では、政策立案者、科学者、公衆に対して UNSCEAR の活動のインパクトを高めることを 2009-2013 年の UNSCEAR の活動戦略の基本とするとの合意がなされた。そして、1) 医療被ばく、2) 原子力平和利用の健康および環境リスク、3) 低線量の生物影響についての理解、4) NORM をふくむ自然線源への曝露の増大、が戦略の柱となることが合意され、新規課題もこれにそって選択されることが合意された。

(5) 国連総会に対する報告書は 3 部よりなり、第一は年次活動の報告書、第二は今回承認の 5 報告書の要約を含む科学的報告書、第三は UNSCEAR の将来戦略と新規課題についての報告書、である。

9.閉会セッション

会合最終日の 7 月 18 日午前に閉会セッションが開催された。主な内容は以下の 6 点である。(1) 次回の第 57 回会合は、2009 年 5 月 25 日 (月) ~ 29 日 (金) にウィーンで開催することが確認された。(2) 国連総会への報告書案についての内容が確認され、各国からの修正案を含めて承認された。(3) 2007 年 12 月 17 日の国連総会決議が求めた、UNSCEAR における新規加盟国問題、財政的問題、技術スタッフの追加に関する問題などについて、委員会と事務局による協議が実施されたことが確認された。(4) 次期テーマについて、今回の会合で絞られた 7 つの課題について事務局に対しすぐさま検討作業に取りかかるよう求めた。(5) 今回承認された 2008 年報告書と同時期に検討された 2006 年報告書の策定に関わった

コンサルタントの貢献に拍手で感謝の意が表せられた。(6) 最後に、議長 N. Gentner 氏より議事次第で予定された項目の議論が終了したことが宣言され、第 56 回会合が閉会した。

10.おわりに

第 56 回 UNSCEAR 会合では最終承認を予定されていた 5 つの報告書附属書が無事承認され、今後の活動戦略や課題についても幅広い議論が開始された。その基礎となっているのは、多くの調査研究であり、とりわけ日本の原爆被爆者を対象とした研究は UNSCEAR で高く評価されている。今後も国内でのレベルの高い関連研究を、UNSCEAR において効果的に発信することが重要である。そのためには、幅広い専門家による一層の UNSCEAR 国内対応活動への協力を期待する。最近の UNSCEAR では、予算などの問題を抱え、1 つの転換期に来ているが、公衆、科学界、行政・規制機関など対象に応じたメッセージを明確に伝える必要性が高まっている。

今回の UNSCEAR 会合は、米倉義晴代表が参加出来ず、丹羽が代表代理として日本代表団を率いたが、十分な国際貢献を果たすことが出来た。原子力安全委員会、ウィーン国際機関代表部、文部科学省、外務省、UNSCEAR 国内対応委員会、その他多くの方々のご尽力、ご支援のお陰である。ここに深く感謝の意を表し厚く御礼申し上げる。

11.添付資料

別添 1 第 56 回 UNSCEAR 会合出席者リスト

別添 2 配布資料リスト

別添 3 UNSCEAR 議事進行

別添 1: 第56回 UNSCEAR会合出席者リスト

国	代表	代表代理	アドバイザー
アルゼンチン	A.J. González		
オーストラリア	P. Burns		S. Solomon
ベルギー	H. Vanmarcke	P. Smeesters	H. Bijwaard, H. Engels, A. Wambersie
ブラジル	O.D. Gonçalves		M.N. Martins, M.C. Lourenço
カナダ	N. Gentner	K. Bundy	R. P. Bradley, D. B. Chambers, R. Lane, D. Whillans
中国	Z. Pan		S. Liu, J. Lu, S. Pan, B. Shang, Q. Sun, J. Zhang, M. Zhu
エジプト	M. A. M. Gomaa		
フランス	A. Flüry-Hérard	A. Rannou	D. Averbek, M. Benderitter, M. Bourguignon, C. Forestier, R. Maximilien, M. Tirmarche
ドイツ	W. Weiss		A. A. Friedl, P. Jacob, J. Kiefer, G. Kirchner, R. Michel, W. U. Müller
インド	K. B. Sainis		
インドネシア	Z. Alatas (参加できず)		
日本	米倉義晴(参加できず)	丹羽太貴	石黒裕大、中野政尚、三枝新、酒井一夫、鈴木元、吉永信治、吉澤道夫
メキシコ	H. Maldonado		
ペルー	L. V. P. Ashton		
ポーランド	Z. Jaworowski(参加できず) M. Waligórski		L. Dobrzyński, M. Janiak
ロシア	M. Kiselev		A. Akleev, T. Azizova, V. K. Ivanov, K. Kotenko, B. K. Lobach, Y. Mokrov, S. Romanov, S. Shinkarev
スロバキア	E. Bédi		L. Tomásék, I. Zachariášová
スーダン	参加せず		
スウェーデン	C. M. Larsson	L. Moberg	A. Almén
英国	R. Cox	C. Muirhead	S. Bouffler, S. Ebdon-Jackson, R. Paynter
米国	F. A. Mettler	C. Meinhold	L. Anspaugh, J. Boice, N.H. Harley, V. Holahan, J. Preston
国連加盟国からのオブザーバー			
ベラルーシ	J. Kenigsberg		
フィンランド	S. Salomaa		
パキスタン	M. Ali (参加できず)		
韓国	S. H. Na		
スペイン	D. Cancio, E.V. Carruana		
ウクライナ	D. Bazyka		
オブザーバー			
United Nations Environment Programme (UNEP)		M. Cheatle	
World Health Organization (WHO)		F. Shannoun	
International Agency for Research on Cancer (IARC)		A. Kesminiene, I. Thierry-Chef	
International Atomic Energy Agency (IAEA)		E. Amaral, G. Voigt	
European Commission (EC)		G. N. Kelley	
International Commission on Radiological Protection (ICRP)		J. Valentin, A. Sugier	
International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU)		H. Paretzke, A. Wambersie*	
International Organization for Standardization (ISO)		A. Rannou*	
International Union of Radioecology (IUR)		R. Alexakhin*	
チェルノブイリ事故に関する公式参加者			
V. K. Ivanov*, J. Kenigsberg**, I. Likhtarev			
UNSCEAR 事務局			
M. Crick, S. Habersack, N. Sekolec			
第二会議室担当:		S. Siahmed	
文書配布所担当:		G. Gonzales	
伝言担当:		D. Pateisky	
コンサルタント			
M. Balanov D. B. Chambers* K. Faulkner		G. S. Ibbott D. R. Melo R. Ricks***	E. Rochedo M. G. Stabin

* 各国代表団のメンバーでもある。 ** 国連加盟国からのオブザーバー *** 電話会議での参加

別添2：配布資料リスト（代表のみの会合での配布資料は除く）

○事前配布資料

- R669 医療放射線被ばく (Medical radiation exposures)
- R670 種々の放射線源からの公衆及び作業員の被ばく
(Exposures of the public and workers from various sources of radiation)
- R671 事故の放射線被ばく (Radiation Exposures in accidents)
- R672 人以外の生物への放射線の影響
(Effects of ionizing radiation on non-human biota)
- R673 チェルノブイリ事故からの放射線による健康影響
(Health effects due to radiation from the Chernobyl accident)

○会期中配布資料 (*については事前に e-mail にて配布された。)

- UNSCEAR/56/1 議題
- UNSCEAR/56/2 報告書文書のリスト
- UNSCEAR/56/3 議事進行表 *
- UNSCEAR/56/3 Rev.1 議事進行表修正版
- UNSCEAR/56/4 出席予定者の一覧表
- UNSCEAR/55/5 R670 (種々の線源の被ばく) の修正案
- UNSCEAR/56/6 全体会合：開会セッションの議事録
- UNSCEAR/56/7 作業グループ会合の議事録
- UNSCEAR/56/8 R673 (チェルノブイリ事故) の本文の修正案 1
- UNSCEAR/56/8/Rev.1 R673 (チェルノブイリ事故) の本文の修正案 2
- UNSCEAR/56/9 第 63 回国連総会報告のための科学的要約案
- UNSCEAR/56/9/Rev.1 第 63 回国連総会報告のための科学的要約の修正案 1
- UNSCEAR/56/9/Rev.2 第 63 回国連総会報告のための科学的要約の修正案 2
- UNSCEAR/56/10 R669 (医療被ばく) の表のドラフト修正案
- UNSCEAR/56/11 2009~2013 年の将来戦略案
- UNSCEAR/56/12 R669 (医療被ばく) の作業グループ部会議事録
- UNSCEAR/56/13 R670 (種々の線源の被ばく) の作業グループ部会議事録
- UNSCEAR/56/14 R671 (事故の被ばく) の作業グループ部会議事録
- UNSCEAR/56/15 R672 (人以外の生物影響) の作業グループ部会議事録
- UNSCEAR/56/16 R673 (チェルノブイリ事故) の作業グループ部会議事録
- UNSCEAR/56/17 検討中の作業計画案
- UNSCEAR/56/18 第 63 回国連総会への委員会報告書案
- UNSCEAR/56/19 将来戦略と今後の計画に関する議事録
- UNSCEAR/56/20 第 63 回国連総会報告書作成に関する議事録

- 文書番号なし 国連総会決議 62/100
- 文書番号なし 登録された 25 課題のリスト
- 文書番号なし 提案する UNSCEAR 出版物の種類
- 文書番号なし R671 (事故の被ばく) のコメント対応表
- 文書番号なし R673 (チェルノブイリ事故) のコメント対応表
- 文書番号なし R673 (チェルノブイリ事故) のコメント対応表 2
- 文書番号なし R672 (人以外の生物影響) の本文修正案
- 文書番号なし R673 (チェルノブイリ事故) の本文修正案
- 文書番号なし 出席者の連絡先一覧

別添3：UNSCEAR議事進行

月 日	議 事	
7月10日(木)		
10:00~10:50	全体会合	
	・開会 ・作業の予定:議事次第採択 ・国連総会決議62/100の検討	
11:00~13:00	作業グループ会合	
	・作業の予定:作業の構成 ・将来戦略と今後の計画	
14:30~17:30	作業グループ部会(専門的議論)	
	・「R670 種々の線源からの公衆と作業員の被ばく」 (全般的問題と公衆被ばく)	
7月11日(金)		
9:30~12:30	・「R673 チェルノブイリ事故による健康影響」 (全般的問題、環境、線量評価)	
14:00~17:00	・「R670 種々の線源からの公衆と作業員の被ばく」(作業員)	・「R672 人以外の生物への放射線の影響」
7月14日(月)		
9:30~12:30	・「R673 チェルノブイリ事故による健康影響」(健康影響)	
14:00~17:00	・「R672 人以外の生物への放射線の影響」(続き)	・「R670 種々の線源からの公衆と作業員の被ばく」(続き)
7月15日(火)		
9:30~12:30	・「R673 チェルノブイリ事故による健康影響」 (全般的問題と結論)	
14:00~17:00	・「R671 事故の被ばく」	・「R663 医療被ばく」(診断と核医学)
7月16日(水)		
9:30~12:30	・「R673 チェルノブイリ事故による健康影響」(続き)	・「R663 医療被ばく」(放射線治療)
14:00~17:00	作業グループ会合	
	・将来戦略と今後の計画	
7月17日(木)		
9:30~12:30	・今後の計画(続き) ・書記からの報告 ・国連総会への報告書(科学的要約)作成	
	・国連総会への報告書(科学的要約)作成(続き)	
15:00~16:00	・国連総会への報告書(科学的要約)作成(続き)	
16:30~17:30	・各国代表による事務連絡会議	
7月18日(金)		
9:00~10:30	・各国代表による事務連絡会議	
10:50~11:40	作業グループ会合	
	・国連総会への報告書作成	
12:00~12:30	全体会合	
	・次回会合の予定 ・国連総会への報告書案の採択 ・その他事務連絡 ・閉会	

口腔がんの小線源治療と遺伝子発現プロファイル解析

-リンパ節転移の予測-

東京医科歯科大学大学院
渡邊 裕、茂柳 薫、三浦 雅彦、倉林 亨、渋谷 均、田中 博

重粒子医科学センター ゲノム診断研究グループ
岩川 真由美、今井 高志



渡邊 裕

口腔癌の小線源治療

口腔癌は、口腔に発生する悪性腫瘍であり、その90%以上は口腔粘膜より発生する扁平上皮癌である。日本では、年に6,000名程の頻度で発生するといわれ、そのうち半数は舌癌で占められる。UICC (Unio Internationalis Contra Cancrum) 分類におけるI期およびII期の舌癌は、特に早期舌癌と呼ばれているが、この治療には外科的切除術あるいは放射線治療が用いられる。放射線治療のうちでも、密封放射線源を病変に直接刺入することで治療が遂行される小線源治療は、外科的切除療法に匹敵する高い根治性と術後の形態および機能の温存という点で広く支持されている。東京医科歯科大学医学部附属病院放射線科では、1960年代より一貫した口腔癌の小線源治療を行っており、長期にわたる予後観察を行ってきた^{1),2)}。これらの解析から、口腔癌の成績は後発の頸部リンパ節への転移の有無により大きく左右されることが明らかとなっている。したがって、今後の治療成績の向上には、後発頸部リンパ節転移発生の有無を予測し、その発生機構の解明に応じた治療方法を模索することが、ひとつの大きな課題として挙げられる。

遺伝子プロファイル解析

ポストヒトゲノム時代を向かえ、マイクロアレイによる網羅的遺伝子プロファイル解析が広く行われるようになってきた。マイクロアレイは、一枚のスライドガラス上にヒトの遺伝子2~5万種のmRNAプローブを搭載しており、一度の解析でヒトのほぼ全遺伝子の発現状態を把握することが可能である。すでに、悪性リンパ腫³⁾や肺癌⁴⁾等で、マイクロアレイを用いた個々の症例における遺伝子プロファイリング解析が行われており、その治療法の選択や治療効果の予測に用いられるようになってきた。われわれも、2001年より放医研との協力のもと、口腔癌の局所組織におけるマイクロアレイ解析を

行い、臨床的な予後と対比する研究を進めてきた。今回は、舌癌小線源治療後の後発頸部リンパ節転移を予測する遺伝子群を同定したので報告する⁵⁾。

解析の概要

今回の解析では、早期舌癌39例を対象とした。所属施設の倫理審査委員会承認のインフォームド・コンセントを行い承認が得られた患者より、局所の米粒大組織を採取し、Codelink Uniset Human 20K Bioarrayによるマイクロアレイ解析を行った。その後局所には標準的な小線源治療を行い、頸部リンパ節に対してはいわゆる wait and see policy に則り厳重な経過観察を行った。転移予測遺伝子の同定と検証には、reference-validation システムを採用した。すなわち、reference 群で統計学的に有意な遺伝子を抽出し、これとは全く独立した validation 群における予測能力を検討した。その結果、19種類の遺伝子が同定され、それらの遺伝子による予測の正診率は76%と高い値を示すことが明らかとなった。

また、本予測法により、局所の組織から後発リンパ節転移に対するリスク分類をすることが可能となる。図2

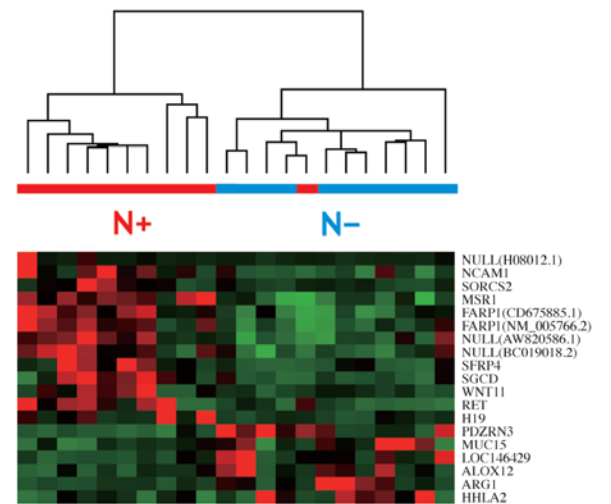


図1: Reference群より抽出された19遺伝子によるhierarchical clustering。上段赤は転移あり(N+)症例を、青は転移無し(N-)症例を示す。右コラムはそれぞれの遺伝子名を示す。これら19遺伝子により、reference症例は1例を除いて大きく2群に分けられている。⁵⁾より一部改変。

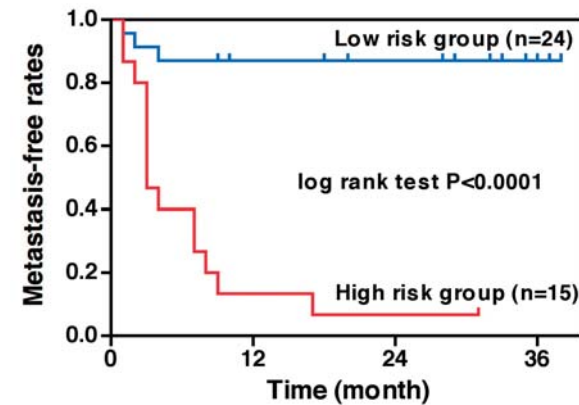


図2: 19遺伝子転移予測遺伝子群により転移リスク分類をした場合の非転移生存率曲線。Low risk groupとHigh risk groupとで有意に転移の発生率が異なる。

に全症例をリスク分類した場合の非転移生存率曲線を示すが、これら2つの曲線は有意な差を示した。図2挿入転移予測候補遺伝子としては、MSR1 (Macrophage scavenger receptor 1) やRET (papillary thyroid carcinoma-encoded protein mRNA) 等が挙げられ、癌細胞とマクロファージとの相互作用が転移と関わりがあることが示唆された⁶⁾。また、これら19遺伝子は、外科的切除を前提とした転移予測研究での候補遺伝子と1遺伝子 (ALOX12) を除きオーバーラップがないことから⁷⁾、小線源治療後という特異的な条件を反映している可能性が考えられた。

今後はより大規模な検証試験が必要であると考えられるが、今回の結果は、後発リンパ節転移の予測とその対処法に有用なデータを提供したと考えている。

参考文献

- 1) Nakagawa T, Shibuya H, Yoshimura R, et al. Neck node metastasis after successful brachytherapy for early stage tongue carcinoma. *Radiother. Oncol.*, 2003, 68, 129-35.
- 2) Shibuya H, Hoshina M, Takeda M, Mtsumoto S, Suzuki S, Okada N. Brachytherapy for stage I and II oral tongue cancer : an analysis of past cases

focusing on control and complications. *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.*, 1993, 26, 51-8.

- 3) Alizadeh AA, Eisen MB, Davis RE, Ma C, Lossos IS, Rosenwald A, Boldrick JC, Sabet H, Tran T, Yu X, Powell JI, Yang L, Marti GE, Moore T, Hudson J Jr, Lu L, Lewis DB, Tibshirani R, Sherlock G, Chan WC, Greiner TC, Weisenburger DD, Armitage JO, Warnke R, Levy R, Wilson W, Grever MR, Byrd JC, Botstein D, Brown PO, Staudt LM. Distinct types of diffuse large B-cell lymphoma identified by gene expression profiling. *Nature* 2000, 403, 503-11.
- 4) Kikuchi T, Daigo Y, Katagiri T, Tsunoda T, Okada K, Kakiuchi S, Zembutsu H, Furukawa Y, Kawamura M, Kobayashi K, Imai K, Nakamura Y. Expression profiles of non - small cell lung cancers on cDNA microarrays : identification of genes for prediction of lymph-node metastasis and sensitivity to anti-cancer drugs. *Oncogene* 2003, 22, 2192-205.
- 5) Watanabe H, Mogushi K, Miura M, Yoshimura R, Kurabayashi T, Shibuya H, Tanaka H, Noda S, Iwakawa M, Imai T. Prediction of lymphatic metastasis based on gene expression profile analysis after brachytherapy for early-stage oral tongue carcinoma. *Radiother. Oncol.*, 2008, 87, 237-242.
- 6) Li C, Shintani S, Terakado N, Nakashiro K, Hamakawa H. Infiltration of tumor - associated macrophages in human oral squamous cell carcinoma. *Oncol Rep.*, 2002, 9, 1219-23.
- 7) Roepman P, Kemmeren P, Wessels LF, Slootweg PJ, Holstege FC. Multiple robust signatures for detecting lymph node metastasis in head and neck cancer. *Cancer Res.*, 2006, 44, 2361-6.

印象記

第44回米国放射線防護測定審議会年次会合

-低線量・低線量率放射線の影響とモデルに出席して-

放射線防護研究センター
規制科学総合研究グループ
放射線疫学統計解析チーム チームリーダー
吉永 信治



吉永 信治



写真1: 第44回NCRP年次会合が開催された会場

1.はじめに

職場環境や医療で受ける低線量・低線量率放射線による健康影響に対する社会の関心がますます高まっている。こうした背景を受け、米国放射線防護測定審議会(National Council on Radiation Protection and Measurements: NCRP)は、低線量・低線量率放射線の影響とモデルをテーマとして、2008年4月14日~15日に米国・メリーランド州ベセスダで第44回年次会合を開催した(写真1)。そこでは、放射線生物から疫学を含む低線量・低線量率被ばくの影響に関する最新の知見が総括され、それらを放射線防護や政策立案へ活用するための議論が交わされた(写真2)。筆者は本会合に参加する機会を得たので、その内容をここに紹介する。



写真2: 会場での質疑応答の場面(質問者は放医研・放射線防護研究センター長酒井氏)

2.会合の概要

NCRPは、表1に示すように放射線影響・防護に関わるトピックスをテーマとして毎年春に年次会合を開催している。低線量・低線量率放射線の影響をテーマとした本年の会合へは、米国内の専門家を中心に約500人の参加者があった。日本からは約10人が参加したが、原子力安全委員会委員の久住静代氏、東京大学教授の小佐古敏荘氏、東北大学名誉教授で放射線審議会会長の中村尚司氏、長崎大学教授の山下俊一氏、鹿児島大学教授の秋葉澄伯氏、環境科学技術研究所所長の嶋昭敏氏、放医研・重粒子医科学センター副センター長の丹羽太貴氏、同放射線防護研究センター長の酒井一夫氏ら、錚々たる顔ぶれが含まれていた。

会合は2日間に渡り、4つのセッションに加えて、放射線防護へのLNTモデル適用についての肯定側と否定側の両者による討論、NCRP初代会長のLauriston S. Taylor氏の名を冠した第32回Taylor受賞講演がなされた。

3.各セッションの内容

(1)開会セッション

開会セッションでは、NCRP会長のThomas S. Tenforde氏が、開会の挨拶として、本会合開催の趣旨が低線量放射線の影響に関わる知見を総括することで、放射線防護に関わる共通認識を得ることが重要であると述べた。

次に、NCRP二代目会長のWarren K. Sinclair氏の名を冠した第5回Sinclair基調講演として、英国医学研究評議会のDudley T. Goodhead氏が、「低レベル放射線の影響を定量化する際の諸問題」と題した講演を行った。この講演では、疫学データを用いた低線量放射線のリスク評価は限界があるため、生物物理学的な検討が重要であると強調され、低線量あるいは低線量率放射線へ被ばくした場合の線量・反応関係をDNAクラスター損傷の詳細な機構などの点から検討した見解が紹介され、低線量におけるLNTモデルの正当性が主張された。

続いて、ワシントン州立大のAntone L. Brooks氏が、

大会	開催日	テーマ
第36回	2000年4月5-6日	21世紀における電離放射線の科学と防護
第37回	2001年4月4-5日	大気圏核実験のフォールアウト:科学と社会への影響
第38回	2002年4月10-11日	新たな生物学はどこで疫学と合するか:放射線リスク推定値への影響
第39回	2003年4月9-10日	21世紀初頭の放射線防護
第40回	2004年4月14-15日	放射線テロ事件対策における進展
第41回	2005年3月30-31日	低レベル放射性物質処分の問題
第42回	2006年4月3-4日	チェルノブイリ事故から20年
第43回	2007年4月16-17日	医療における放射線防護の進展
第44回	2008年4月14-15日	低線量・低線量率放射線の影響とモデル
第45回	2009年3月2-3日(予定)	世界の原子力の未来:安全・健康・環境

表1: 2000年以降のNCRP年次会合

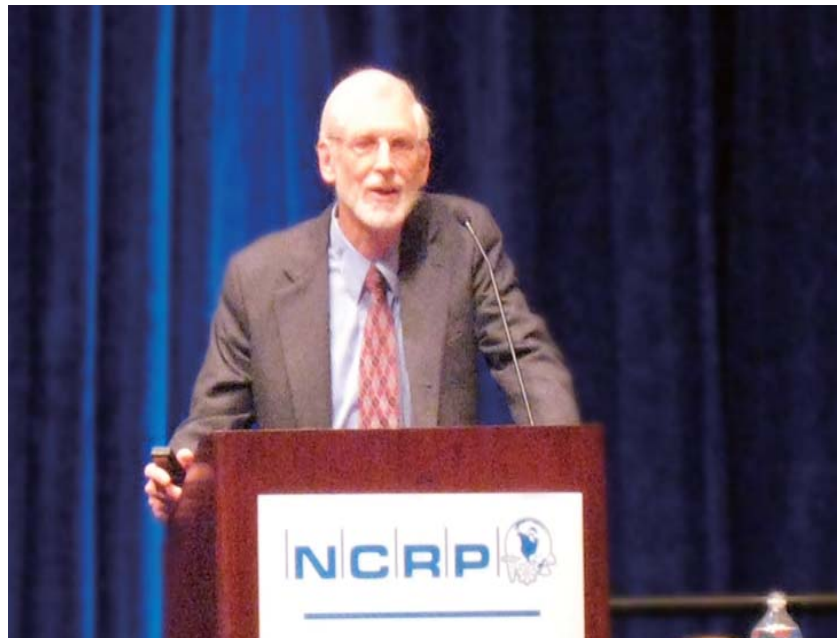


写真3: 開会セッションでのLand氏の講演

放射線防護には、疫学データに加えて、細胞、組織、個体レベルの知見を統合することが必要であり、本会合の目的がそれらの統合にあると説明した。

開会セッションの最後には、米国国立がん研究所の Charles E. Land 氏が「放射線関連の健康リスクの低線量への外挿：ヒトの研究の現状と最先端」と題して、放射線発がんリスクの低線量への外挿の問題に関連して、放射線防護における LNT モデルの正当性を生物統計学者の立場から解説した（写真3）。この講演では、ICRP の出版物 99 や BEIR-VII 報告書など低線量放射線の影響に関して不確実性をキーワードとした新しいパラダイムが到来したことが説明された。この新たなパラダイムのもとでは、低線量放射線によるリスクを平均値として示すだけでなく、取りうる上限値や下限値を示すことも重要であると強調された。また、低線量域での閾値を仮定しても、閾値の統計学的不確実性を考慮すれば、閾値のない直線モデルを用いた現在の放射線防護を大きく変えるものにはならないと説明された。

開会セッションでの Goodhead 氏、Land 氏の講演では、ともに異なる視点から LNT モデルの正当性を支持したが、いずれの講演ともに卓越した知識に裏打ちされた非常に説得力のある講演であった。まさに、開会セッションでの演者に適任だと感じられた。

(2) 分子・細胞・組織・動物における放射線反応のセッション

分子レベルから動物個体レベルまでの幅広い実験研究に基づいた最新の知見やそのモデルについて、各分野を代表する 9 人の専門家により講演がなされた。

最初に、英国 Sussex 大学の Penny A. Jeggo 氏が、「放射線リスクに寄与する因子としての DNA 損傷とその修復」と題し、放射線による DNA 損傷に対する細胞の応答に関する分子生物学的研究の成果を紹介した。この講演では、DNA クラスター損傷が修復されるもので、放射線に対する細胞側の応答は線量に対して非直線的なものであることなどが述べられた。

続く、ローレンスパークレー国立研究所の Andrew J. Wyrobek 氏による、「低線量での遺伝子発現解析 -DNA 損傷と染色体異常に対する放射線防護のための分子学的パスウェイ」と題した講演では、照射されたマウスの組織を用いて解析した結果に基づき、遺伝子発現量と線量の間には非直線的な関係があること、発現する遺伝子の種類は線量と組織に依存することなどが紹介された。

次に、メリーランド大学の William F. Morgan 氏が、「放射線防護および低線量域での非標的細胞・組織反応」と題し、ゲノム不安定性、バイスタンダー効果、ハイパーセンシビリティなど非標的効果に関する知見を紹介

し、これらの効果が線量と非直線的な関係を持つことを示した。しかし、現時点の知見からは、低線量でのリスクが線量と非直線の関係にあるかどうかは、非標的効果で十分に説明できるわけではないとのことである。

続いて、テキサス大学の Michael N. Cornforth 氏が、「線量、線量率、LET の関数としての染色体異常：放射線リスクに対する意味合い」と題し、転座の頻度を線量、線量率、LET の点から詳細に解析した結果に基づき、直線二次曲線モデルにあてはめた場合、単純な転座の頻度は直線項だけで記述できること、線量率が低くなると直線項のパラメータが低下し、傾きが緩やかになることなどを報告した。

さらに、ペンシルベニア大学の Ann R. Kennedy 氏の「放射線発がんを修飾する因子」と題した講演では、放射線によるがんリスクを修飾する因子として、被ばくの種類、遺伝的要因、生活様式や環境因子、プロモーターやサプレッサーなどが挙げられると説明され、関連する実験結果の事例が紹介された。また、疫学的観点からは、がんの 70% が食事など生活様式によるものであることが紹介された。Kennedy 氏は、日本人は抗発がん物質を含む大豆製品を多く摂取しているために、西欧型のがんの頻度が少ないと結論し、放射線発がんの率が原爆被爆者で低いのは大豆製品を多く摂取する食生活によるものだという仮説を提唱した。

続いて、ローレンスパークレー国立研究所の Mary H. Barcellos-Hoff 氏が、「放射線影響の修飾における組織反応の役割」と題し、マウスにおける乳がんの発症機構を分子および組織レベルで解析した結果を紹介した。この講演では、発がんは放射線による直接的な作用によるものではなく、放射線損傷応答に伴う組織構造の破綻が原因であり、間接作用の果たす役割が重要であると指摘された。

次の、ワシントン州立大学の Antone L. Brooks 氏の講演では、「低 LET 放射線の線量および線量率が放射線

リスクへ及ぼす影響：犬の寿命研究」と題し、犬を用いた長期実験結果に基づく、寿命短縮や発がんをエンドポイントとしたときの線量率効果について紹介した。発がんをエンドポイントとした線量率効果は 15-40 とかなり大きいこと、低線量では寿命短縮や発がんリスク増加がほとんど見られない場合があること、高い総線量が低線量率照射で与えられた場合には遺伝的背景が生物反応に大きく影響することなどが説明された。

続いて、コロラド州立大学の Joel S. Bedford 氏が、「個人による放射線感受性の変動：リスク評価に与える潜在的影響」と題し、家族性乳がん発症に関連した放射線感受性について、BRCA1/2、ATM、p53 などの遺伝子に関連した素因が果たす役割を紹介した。また、最近公表されたイスラエルの頭部白癬患者の疫学研究により、髄膜腫を発症した患者において未知の遺伝的要因に関連した放射線高感受性が示唆されることを紹介し、特定の疾患における遺伝的素因の重要性を指摘した。

さらに本セッションの最後の演者として、ドイツ GSF の Herwig G. Paretzke 氏が、「低線量放射線影響を理解するための生物物理学的モデル化とシステム生物学による取り組み」と題した講演を行った。この講演では、放射線発がんの研究においては分子、細胞、組織、個体の各レベルでの影響を数理モデルにより記述し、全体を包括的に評価することが重要だと主張された。

本セッションでは、細かな生物反応で見た場合、LNT モデルが当てはまらないと指摘する報告がいくつか見られた。しかし、LNT モデルを用いない場合、どのような数学モデルで各事象を記述するかは、まだ十分な検討が進んでいないという印象を受けた。システム生物学が放射線防護の分野で進展するのは、生物反応に関わる各事象をどれだけ記述できるかによるであろう。Kennedy 氏が提唱した、原爆被爆者における大豆製品による放射線がんリスクの低下についての仮説はユニークであったが、ベースラインと放射線誘発の両者によるがんを十分

に区別していない印象を受けた。今後は、疫学調査による放射線誘発がんのリスク評価の際に食生活の因子も重要となるかもしれない。

(3) 疫学研究のセッション

放射線に関わる疫学あるいは生物統計学で世界的に著名な専門家3人による講演がなされた。まず、国際放射線疫学研究所のJohn D. Boice氏が「現在の放射線リスク推定値の基盤としての疫学研究」と題して、放射線疫学研究所の意義と限界を解説した(写真4)。最近では、低線量放射線の影響についてICRP、NCRP、UNSCEARなどが相次いで報告書や出版物を公表しているが、いずれにおいても疫学研究結果は重要な役割を果たしていると説明された。しかし、低線量放射線の疫学研究には統計学的検出力、バイアス、交絡などの問題があるため、得られた結果を解釈するには注意が必要であること、また、疫学データからはLNTモデルがもっともらしく実用的ではあるが、それを証明することは不可能で

あること、LNTモデルを暗黙裡とする集団線量は誤用されやすいことが指摘された。Boice氏は結論として、ヒトのデータは放射線のがんリスク推定のための基盤であること、固形がんにはLNTモデルが用いられること、100mSv未満の低線量域では疫学研究による証拠は現在、あるいは今後も確定的なものではなさそうなこと、低線量域では放射線防護のための判断が求められることの4点を強調した。

続いて、放射線影響研究所のRoy Shore氏の講演では、「低線量放射線の疫学研究の現状と課題」と題し、原爆被爆者の寿命調査などの疫学研究結果が、特に線量反応の観点から広範に紹介された。線量反応は、固形がん全体ではLNTに適合するが、固形がんの中で皮膚の基底細胞腫は閾値を持つように見えること、また、白血病は直線二次曲線に従うことが説明された。また、低線量放射線の疫学研究の限界として、統計学的検出力が低いこと、リスク推定値の不確実性が大きいこと、偽陽性や偽陰性の確率が大きいことなどが説明され、低線量疫学研究で示されたポジティブな結果の一部は真の値を過大評価している可能性が高いと指摘された。最近発表された疫学研究による話題として、診断用放射線への被ばくに関連した乳がんリスクが、BRCA1/2、XRCC3、NSB1などの遺伝子多型によって修飾されることを報告する論文などが紹介された。

次に、米国国立がん研究所のEthel S. Gilbert氏が「線量評価の不確実性が線量反応の解析へ与える影響」と題した講演を行った。この講演では、統計学的な観点から疫学研究における線量評価の重要性が解説された。疫学研究で用いられる線



写真4: 疫学研究のセッションでのBoice氏の講演

量には、真の線量とは独立した古典的誤差や観察された線量とは独立したパークソン誤差を伴うこと、また、これらの誤差は対象者間で共通かどうかの観点からも分類できること、これらの特性によって誤差が線量反応解析へ与える影響は異なるが、リスク推定値へのバイアス、線量反応関係のゆがみ、パワー低下などをもたらすことなどが説明された。さらに、統計学的アプローチによって誤差の影響を制御する方法もあるが、誤差の構造や発生源を知り、それをなくす努力がより重要だと説明された。

Boice氏とShore氏の講演は、ともに公表された放射線疫学研究を幅広くレビューした結果に基づいた内容であったが、いずれも世界を代表する放射線疫学者ならではの充実した内容であった。この両者の講演からは、低線量放射線の疫学研究には限界があり、結果の解釈には注意を要することが共通して指摘された。一方、Gilbert氏は低線量放射線の疫学研究における限界のうち、特に線量評価の問題を紹介した。ただ、発表内容は一般論に留まり、具体的な研究事例の紹介が少なかったことは残念であった。

(4) 規制政策、公衆への影響力のセッション

このセッションでは、低線量放射線に関わる規制政策の変更および公衆の認知という2つの観点から、それぞれ4題、3題の講演がなされた。

まず、Jホプキンス大学のPaul A. Locke氏が、「公衆衛生上の意思決定における低線量放射線の影響とモデル化：過去の検証、現在の説明、未来の探索」と題し、低線量放射線影響の研究結果と政策的な意思決定との係わりについて解説した。低線量放射線影響の研究と政策上の意思決定とは、対象が分子・細胞・組織であるかヒトの集団であるかという違い、不確実性によってさらなる研究と解析を必要とするか防護的な仮定を必要とするかの違い、時間に余裕があるか限られているかの違いなど、

ギャップが大きいことが説明された。

次に、米国放射線規制委員会(NRC)のMartin J. Virgilio氏、米国エネルギー省(DOE)のNoelle F. Metting氏、米国環境保護庁(EPA)のJuan Reyes氏の3人が、それぞれ放射線の防護あるいは規制政策の改訂の必要性の観点からNRC、DOE、EPAの見解を紹介した。Virgilio氏は、NRCの規制に影響を与えようとする研究の進展があるが、規制の強化を指示する知見と緩和を支持する知見の両方があると述べた。NRCの今後の方向性として基礎研究やICRP勧告を検討すること、放射線防護基準に関する複数の機関による委員会を運営することなどが挙げられると紹介した。Metting氏は、DOEでの放射線防護基準の改訂では、健康問題に直結し優先順位が高いことに対しては迅速で時宜を得て対応するという基本方針に従うと説明した。また、DOEでの放射線防護体系はリスクに基づくが、放射線防護基準にはリスクは直接用いられないと述べた。リスクの信頼限界の上限値で規制する考えもあるが、これに対しては、政策上の意思決定に関する問題であり、不確実性を減少させる基礎研究が重要であると述べた。具体的には、高自然放射線地域の研究、原子力施設作業員の研究などの疫学研究に期待が寄せられるとのことである。EPAのReyes氏は、科学的証拠の重みを見極めて放射線防護に適用することが重要であるという立場から、LNTモデルを棄却するためには科学的コンセンサスが求められること、また、透明性を持って科学的証拠を検討するプロセスが求められると述べた。一方、規制に閾値を導入することは、飲料水で実施されているように、実用的閾値の観点から有効になりうるが、閾値の不確実性、感受性の高いサブグループなどが検討すべき課題として残されていると述べた。

続いて、公衆の認知に関わる観点から、オクラホマ大学のHank C. Jenkins-Smith氏、Purdue大学のPaul L. Ziemer氏、テキサスA&M大学のJohn W. Poston氏が講演した。Jenkins-Smith氏は、「放射線の信頼：科学者、公衆、

公衆政策」と題し、放射線のリスクや便益について各国の科学者と公衆を対象として実施した意識調査の結果を紹介した。科学者と公衆は認知するリスクとベネフィットが異なること、LNTモデルを信じる人の割合は科学者でも2割程度であることなどが紹介された。Ziemer氏は、「公衆の環境と職業の被ばくに対する米国の補償プログラム」と題し、退役軍人と核実験場周辺住民に対して原因確率を考慮して適用されている補償プログラムの概要を紹介し、線量再構築だけでも莫大な費用を要していることが述べられた。Poston氏は、「放射線の事故や事件の後の意思決定のために科学と規制をどのように統合するか」と題し、放射線事故に関する意思決定の困難さなどを紹介した。放射線に関連するテロや事故など、以前想定しなかった事象が放射線防護の対象となっており、除染などによる被ばくについては科学と規制をどのように統合するかが課題であると説明された。

本セッションでの低線量放射線に関わる規制政策の変更に対する米国NRC、DOE、EPAの見解に関する発表



写真5: Taylor受賞講演でのMoeller氏

からは、いずれの機関でも放射線影響に関する最近の研究進展は認識されているものの、規制や防護に取り入れるためにはそれらは必ずしも十分でなく、今後の研究進展を待つという慎重な立場が伺えた。今後も様々な研究が進展することが期待されるが、EPAのReyes氏が述べたように、多くの研究から出された科学的証拠の重みを判断することがますます重要になっていくであろう。また、低線量放射線の影響に関する公衆の認知に関するセッションからは、放射線の規制や防護においては公衆の認知が科学界でのコンセンサスと同様に重要であり、科学と規制をどのように折り合いをつけて統合していくかを幅広い関係者で議論することが求められている時代あることを改めて感じた。

4. Taylor受賞講演

Dade W. Moeller氏が「放射線の基準、線量とリスクの評価、公衆の関わりおよびユッカ山：異なる視点から考える」と題し、米国ネバダ州のユッカ山における高レベル廃棄物処分場建設計画を巡ってなされた、議会、DOE、EPA、NRC、科学アカデミー等を巻き込んだ議論を紹介した(写真5)。廃棄物処分場に関わる放射線防護については、数百年から数千年先の線量やリスクを予測する困難性が指摘され、同処分場の建設を差し止めてきたEPAとNRCはそれらの基準や規制を改訂する必要がある、DOEの操業申請は支持されるべきであると主張された。

廃棄物処分場建設に関わる問題は、日本でも十分に議論すべき問題であり、米国での事例を学ぶことは

有益である。しかし、数百年から数千年先における線量や放射線リスクの予測については、放射線以外の多くの要因が関わり、また、種々の仮定を必要とするため、これを科学的に議論することは容易ではない。

5. LNTに関わる討論

本会合で最も注目されたのはヒトの疫学研究のセッション後に開催された、「科学的証拠は低線量放射線リスクの外挿のためにLNTモデルからの転換を支持するか?」という討論であった。LNTモデルを否定する立場から、フランス・キュリー研究所のDietrich Aeverbeck氏が、また、肯定する立場から米国・コロンビア大学のDavid J. Brenner氏がそれぞれの持論を説明した。両者は、低線量放射線リスクに関して対照的な見解を主張する報告書を刊行したフランス科学医学アカデミー、米国科学アカデミーの代表という位置づけでもあった。

Aeverbeck氏はまず、LNTモデルが生物学的過程を考慮していない点を批判した上で、低線量域では、DNA修復、遺伝子発現、バスタンダー効果、ハイパーセンシティブティ、ホルミシスなどLNTに矛盾する多くの実験研究報告があり、また、疫学研究でもLNTに従わない結果を示す多くの報告があることを紹介した。さらに、LNTの限界を認識し、低線量での不確実性を減らすために入手可能な知見を考慮することが科学的に妥当であると主張した。

一方、Brenner氏は、細胞への損傷が極低線量でも生じること、CT検査を受けた患者の体細胞でもその損傷が生じることを示し、低線量放射線による発がんは生物物理学的過程が基礎になっていると主張した。また、Aeverbeck氏によってなされたLNTに反する研究結果の紹介は、おいしいサクランボを選び取るようなものであると反論した。個々の細胞が独立して機能するという仮定に基づく生物物理学的過程に基づく議論がもたら

しいこと、また、現在の科学的知見からはLNTによる低線量放射線リスクの予測の逸脱が大きいとも小さいとも言えないが、放射線防護のためにはLNTから転換する立場にはないことを主張した。

このように、Aeverbeck氏の主張は主にLNTに矛盾する生物反応の事例に基づき、また、Brenner氏の主張は主に生物物理学的な理論に基づいていたが、いずれの主張も他方を決定的に論破することはなく、今後の更なる研究が必要だと結論に至った。

6. おわりに

筆者にとって今回のNCRP会合は2000年の会合以来、8年振りの参加であったが、今回は、放射線影響、防護、規制に関わる幅広い専門家の祭典のような大変な賑わいであった。今回の主テーマと言ってもよいLNTモデルについては、放射線防護の分野ではそれから転換するのに十分な根拠は示されなかった。会合全体を通して、システム生物学という考え方により、生物学的な個々の事象を包括的に考えた放射線防護体系を考える必要があること、また、低線量放射線の影響評価には疫学研究が依然として重要であることの2点が強調されていたように感じた。なお、本会合での講演の詳細は、Health Physics誌の2009年11月号にプロシーディングとして掲載される予定である。NCRPの次回の年次会合は世界の原子力の未来：安全・健康・環境をテーマとして2009年3月2-3日に開催されるとのことである。

内閣府 原子力安全委員会事務局 管理環境課
石黒 裕大



石黒 裕大



写真1：第56回国連科学委員会日本代表団のUNSCEAR会合日本代表席での集合写真。(前列左から、鈴木氏、丹羽氏、酒井氏、中野氏、後列左から三枝氏、吉澤氏、吉永氏、筆者)

1.はじめに

2008年7月10日から18日の9日間、オーストリア共和国ウィーンのウィーン国際センター（通称VIC）にて第56回国連科学委員会（UNSCEAR）会合が開催されました。原子力安全委員会では、UNSCEARが日本の放射線防護施策上重要な位置付けを有することから、2003年の第51回会合から毎回、同事務局から職員を派遣しています。今回の会合へは、UNSCEARの次期報告書に日本の意見を反映させるため、日本代表代理として丹羽太貫（放医研）が、また、アドバイザーとして三枝新（放医研）、酒井一夫（放医研）、鈴木元（国立保健医療科学院）、中野政尚（日本原子力研究開発機構（JAEA））、吉澤道夫（JAEA）、吉永信治（放医研）の各氏が、そして次期報告書の取りまとめに向けた活動に関する情報を収集するため、石黒裕大（内閣府原子力安全委員会事務局）の計8名が日本代表団として派遣されました。（写真1）会合の専門的な議論につい

ては、同号の丹羽太貫先生が執筆された「第56回国連科学委員会報告」に詳細に述べられていますので、ここでは個人的な印象を中心に記します。

2.UNSCEARとは

UNSCEARは、United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiationの略称で、1955年12月の第10回国連総会の決議によって設立された委員会であり、その任務は、全ての線源（自然及び人工）に由来する電離放射線と放射性物質のレベルについての情報を収集し取りまとめ、評価することと、それが人間と環境に及ぼす可能性のある影響を調査し、その結果を国連総会に報告することです。

UNSCEARは、基本的に加盟国（アルゼンチン、オーストラリア、ベルギー、ブラジル、カナダ、中国（1986年から参加）、エジプト、フランス、ドイツ（1973年から参加）、インド、インドネシア（1973年から参加）、日



写真2：VICビル群の鳥瞰写真（写真左中央に位置するビルがUNSCEAR会合開催場所）

本、メキシコ、ペルー（1973年から参加）、ポーランド（1973年から参加）、ロシア（旧ソ連）、スロバキア（旧チェコスロバキア）、スーダン（1973年から参加）、スウェーデン、英国、米国）21カ国とオブザーバー国（今回はウクライナ、韓国、スペイン、パキスタン、フィンランド、ベラルーシの6カ国）と、関係国際機関（今回はUNEP、WHO、IARS、IAEA、EC、ICRP、ICRU、ISO、IURの9機関）からの専門家と、事務局とコンサルタントによって構成されています。近年加盟希望国が増えています。予算等の関係上、新たな加盟は認められていない状況です。

UNSCEARの報告書には、国連加盟国における放射線に関する様々な検討の基盤となるデータが集約されており、その信頼性は高く評価されています。また、これらのデータは、国際放射線防護委員会（ICRP）や、国際原子力機関（IAEA）などでの取り組みに活用され

ております。

3.本会合の開催場所

本会合が開催されたVICは、ウィーン中心街から地下鉄で約30分の新興地域にあります。VICは、中央に大きな噴水があり、その周りには国連加盟各国の旗がたくさん立っており、また、様々な国の方が行きかって、ちょっとした人種のるつぼとなっており、国際会合初出席の私にとっては、とても国際色豊かな貴重な体験を味わうことができ、とても感動しました。建物は1979年に建造されたそうですが、デザインは非常に近代的なものでした。（写真2）また、VICに入る際には、厳しい身体、荷物チェックがあり、警備及び任務の厳重さを感じました。



写真3:UNSCEAR会合写真



写真4:ウィーン代表部への表敬訪問写真(左からウィーン代表部清浦氏、ウィーン代表部天野大使、丹羽氏)

4.第56回会合の内容

第56回会合は、最新の科学的知見が追加された5種類の報告書付属書のドラフトと、UNSCEARの将来戦略と今後の課題と、これらを国連総会へ報告するための報告書について審議するため、各国から代表、代表代理、アドバイザーなどが参加し、放射線関連の科学者による熱心な議論が行われました。会合スタイルは、議長や、

UNSCEAR事務局長、コンサルタントを正面にし、コの字に各国の代表が座り、その周りにその他の出席者が座るという配置で行われました。(写真3)オブザーバー、関係国際機関等も合わせると総勢約110名からなる会合になりました。このような大規模な会合でしたが、全ての机にはマイクが用意されており、全ての参加者に発言が許されていました。また、全ての椅子のサイドにイヤホンが用意されて、会場の上には、国連における公用語である英語、フランス語、スペイン語、中国語、ロシア語、アラビア語の同時翻訳ブースがあり、同時通訳で議論が行われました。白熱したときは、終了予定時刻を超えそうなきもあったのですが、通訳者の契約上の問題で会合を終了せざるを得ないこともあり、通訳者の多大な貢献を感じました。

会合は1セッションあたり、3時間で構成され、途中コーヒープレイクをはさんでおり、会合中議論が紛糾したり、横道にそれたりすると「コーヒープレイク中に」といった流れが度々あり、コーヒープレイクは重要な調整機能を果たしていました。また、余談ですがコーヒーマシンは異常に安く提供されており、自販機でわずか25セント(日本円で約45円)でした。

この会合の準備段階として各国は、事前に議長やUNSCEAR事務局、ドラフトを執筆するコンサルタントにドラフトに対する意見を述べるのですが、会合での意見の方がより尊重され、その場で決定するという傾向がありました。日本代表団としても事前にドラフトに対する意見を提出したことはもちろんのこと、会合でも口頭で意見を積極的に述べ、報告書作成に大いに寄与しました。

特に丹羽代表代理は、米倉代表がご出席できなかったこともあり、代表としての責務

を一手に引き受けられ、多大な貢献をされました。

これらの日本代表団の積極的な対応により、報告書に日本の多くの意見が反映できるものと期待されます。

5.ウィーン代表部への表敬訪問

7月14日に、丹羽氏のウィーン国際機関日本政府代表部(通称、ウィーン代表部)への表敬訪問に同行しました。

同代表部の天野大使とは、現在の日本及び世界の原子力情勢や、今回のUNSCEARの会合の様子、及び放医研のHIMACについての意見交換が行われました。(写真4)特に放医研のHIMACについては、丹羽氏からその治療効果の高さ及び世界における日本の優位性について説明され、ウィーン代表部としてもHIMACの宣伝に協力していただくこととなりました。



写真5:レセプション会場での写真1(左から中野氏、吉澤氏、韓国のNa氏、鈴木氏、米国のBoice氏、丹羽氏、吉永氏)

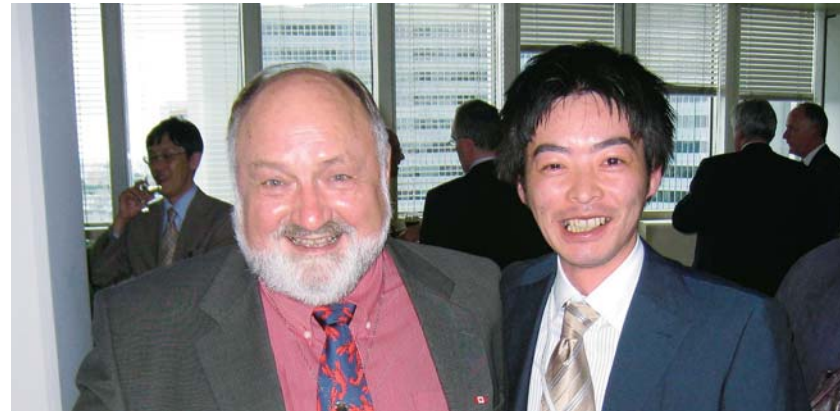


写真6:レセプション会場での写真2(左からカナダ代表兼UNSCEAR議長ゲントナー氏、筆者)

6.公式レセプション

7月14日夕方に、カナダ政府主催によるUNSCEAR参加者のための公式レセプションがUNSCEAR会合会場近くの一室で開催されました。立食形式で、おいしいワイン、チーズ等が振舞われ、会合の緊迫感のある雰囲気とは全く異なり、終始和やかなムードで行われました。日本代表团も全員参加し、各国の代表者とフランクな会話を楽しんでいました。(写真5、6)

7.今回の会合で気づいた点について

今回の会合で気づいた点を以下にご紹介します。

7.1原子力の機運について

世界各国からの意見を聞いて、地球温暖化とエネルギー問題から世界では今まさに原子力カルネッサンスで機運が高まっていると肌で感じました。それとともにUNSCEARの役割は今後ますます重要になってくると思いました。

7.2報告書付属書について

2006年の第54回会合で承認された5つの報告書付属書(一部は2008年に出版済)及び今回承認された5

つの報告書付属書が近々出版の予定となっており、今後数年は報告書付属書の刊行がないため、しばらくは、これらの報告書が最も大きな影響を与えることになると思われます。

7.3UNSCEARの役割の変化について

前回(第55回会合)は、チェルノブイリ事故による健康影響のセッションで議論された放射線の

心理的影響が、報告書から除かれなかったのですが、集団線量をベースにその因果関係が科学的に実証されていないにも係わらず、低線量放射線によるがんの死亡者数が、大々的に報道され、いたずらに放射線の恐怖心を増長させた昨今の社会的背景を鑑み、今回は、本来の科学委員会という立場もあり、当該箇所が報告書から除かれました。これは、UNSCEARは、「線源」と「影響」の評価情報にとどまらず、従来ICRPなどが受け持っていた評価情報の社会的影響にも注意を払い始めていることを示しています。

8.おわりに

私にとっては初の国際会合参加でしたので、緊張の連続でしたが、大変貴重な体験を得ることができました。ここで、内閣府原子力安全委員会及び事務局、ウィーン代表部の方々、また日本代表団の丹羽太貫代表代理、三枝新先生、酒井一夫先生、鈴木元先生、中野政尚先生、吉澤道夫先生、吉永信治先生の皆様には大変お世話になりました。この場を借りて深く感謝申し上げます。

SLが通る田舎の駅



SLばんえつ物語号 運転開始5周年記念号 磐越西線 鹿瀬駅にて

日本各地で活躍した蒸気機関車、いわゆるSLは、1976年に全て廃止となった。最後の運転は、確か北海道だったと思う。その後、SLブームが起き、各地でSLが復活し、約10両が各地で活躍している。かつて新潟県下で活躍した蒸気機関車の中に、C57形蒸気機関車があり、180番目に製造されたC57180は、1969年9月30日に最終運転を行った。最後の運転も新潟県であった。数々の機関車が、廃車後、解体されていく中で、この機関車は、解体を免れて新津市内の小学校に静態保存されていた。この機関車が最後に運転された、新潟県の新津と福島県の郡山を結ぶ磐越西線は、非常に風光明媚な路線として、以前から脚光を浴びていて高崎運転所に所属するD51498を使用して運転したところ、非常に好評だったので1999年3月に約30年ぶりに本線に帰ってきた幸運の機関車である。C57180は、1999年4月29日からSLばんえつ物語号として、客車7両をけん引する観光列車として運転されているが、車窓風景にとっても恵まれている区間を走るため人気がある列車である。また、撮影環境がとてもしっかりと、写真愛好家にも非常に人気が高い。

磐越西線の新潟、福島県境に近い鹿瀬駅は、普段は無人駅でひっそりとしている駅である。しかし、SLが通過する時刻になると、どこからともなくたくさんの人が駅に集まってくる。そして、SLを写真に撮ったり、手を振ったりして通過を見届けるのである。SLの機関士さんもそれらに答えて手を振り、汽笛を鳴らしながら傲然と通過する。普段は人などほとんど入れないで撮影するのだが、このときは思い切って望遠レンズを使って思いっきり引き寄せて、人の表情を入れてみた。当然のことながら顔を見ることはできないが、見送っている人の楽しそうな感じが出ている写真になったと思う。ちなみにこの先に喜多方市があり、ラーメンで有名であるが、この列車がお昼ちょっと過ぎに喜多方に着くので、お昼御飯にもってこいであるのもこの列車の人気の一つである。

企画部企画課 三井正紀



幸運だった巡洋艦オーロラ 市川 龍資

現在の海軍では航空戦力が大きな役割を持っているが、明治、大正の頃は、巡洋艦は海軍艦船の中で主力をなす戦艦に次いで重要な存在であった。

サンクト・ペテルブルグを訪れると、エカチェリーナ二世が集めたほう大な数の美術品を展示している有名なエルミタージュ美術館など多くの名所があるが、その中に歴史的に興味深いものが二つある。それはネヴァ川の畔にあるペトロパロフ要塞と、巡洋艦オーロラである。前者は帝政ロシア時代、社会主義思想を抱く人達や帝政の横暴な権力に批判的な人達を収容する監獄として使われており、十二月党员（デカブリスト）達やドストエフスキーとゴーリキーがここに入れられていた。これらの政治犯の多くは、ここからシベリアに流刑になった。ドストエフスキーは8年間もシベリア流刑の苦難を生き抜いた作家である。

後者はネヴァ川の岸に横づけにされている帝政時代の軍艦である。この軍艦はロシア革命が成功した時、最初の号砲を放ったことで知られ、保存されている華やかな存在である。ロシア革命史上に燦然と輝いている軍艦である。

ぼく達がここを訪れるとロシアの案内人はこの巡洋艦の華々しい活躍を話してくれる。しかし、この巡洋艦オーロラにはもう一つ彼らが語らない歴史がある。案内人はその事を恐らく教えられていないのであろう。それはこの軍艦のもつ悲しい過去の物語である。

1905年（明治38年）5月27日から28日にかけて行われた日本海海戦にさかのぼる。日露戦争においてロシアのバルチック艦隊は大西洋、インド洋を経てはるばる東洋のウラジオストックに入港しようとしていた。日本海を制圧するのが目的である。これを知った日本海軍はバルチック艦隊が東シナ海から直接に日本海に入りウラジオストックに進むか、或いは日本の太平洋側を廻って宗谷海峡か津軽海峡を通過してウラジオストックに向かうのかを判断しなければならなかった。それにより迎え撃つ作戦を工夫しなければならなかったからである。幸いにも重要な情報が入った。バルチック艦隊に従ってきた石炭

運搬船が上海港に戻されてきたという電報が日本の上海領事館から届いたのである。これはバルチック艦隊が対馬海峡に直接侵入してくることを示す貴重な情報であった。当時の軍艦は石炭を燃料とする蒸気機関で動いていた。それ故、石炭の消費量が大きく軍艦内は石炭で一杯だった。とくに長距離を多数の軍艦が航行する場合は、別に石炭運搬船を随行させねばならなかった。その運搬船を上海に戻したのは、遠く太平洋側を廻らないことを意味しているのである。

連合艦隊の東郷平八郎司令長官は主力艦隊を対馬近海に配備した。東郷司令長官は「敵艦見ゆ」の知らせを受けると、旗艦三笠のマストに有名なZ旗を上げさせた。この旗は上が黄、下が赤、横のロープ側が黒、反対側が青色に染められていた。この旗の意味は、後期高齢者ならよく知っているように「皇国の興廃は此の一戦に在り、各員一層奮励努力せよ」というものである。各艦の艦長には予めZ旗の意味を教えてあって、この旗が掲げられると、艦長は乗組員に上記の言葉を艦内放送で伝えたのであろう。

そして、東郷司令長官は、南西方向から直進してくるバルチック艦隊に対し、連合艦隊の進行方向を敵前で大回転し、敵艦隊と並列になるようにして進みながら短時間でバルチック艦隊の主力部分に致命的な打撃を与え、戦艦、巡洋艦その他の有力な軍艦の多くを沈没や炎上させた。一部の軍艦はちりぢりに分散して逃げまわった。その中に巡洋艦オーロラがいた。オーロラは必死に日本海軍の追跡をのがれ、命からがらサンクト・ペテルブルクの母港にたどり着いた。このことは多くのロシア人は知らされていないであろう。ロシア革命における荣誉ある軍艦とされているからである。

われわれ人間も一度や二度くらいの敗北によって絶望しなくてもよい。いずれはオーロラのように栄光を与えられる幸運に恵まれるかも知れないからである。

ICHIKAWA RYUSHI(元放医研科学研究官)

編集後記

放射線科学をご愛読頂きありがとうございます。9月号をお届けいたします。

先日、知人の手首に装着された放射性核種を利用した時計に目が止まりました。その時計の文字盤と針には、内面にシンチレーターを塗布したカプセルに微量のトリチウムガスを封入したものが配置されており、もちろん減衰はしますが電源なしに光り続けます。その時計は夜間視認性の高さから軍事に用いられますが、プロの釣り人である知人は夜釣りに重宝しているようで、平和的に利用しているとのことです（魚にとっては災難ですが）。

今号では、放射線影響と放射線防護に関する「第56回国連科学委員会」と「第44回米国放射線防護測定審議会」の報告および印象を特集いたしました。「口腔がんの小線源治療と遺伝子発現プロファイル解析」に記されるように、放射性核種を患部に直接埋め込むなど、医療に限らず放射線利用はその利用法も含め多岐に渡り非常に有用で欠かせないものになっています。そしてまた、国際基本安全基準免除レベルの本邦法令への導入により、いくつかの放射性核種について放射線の利用はより身近になる可能性があると考えられます。私たちの社会活動や生命活動を行なううえで、放射線の影響と防護、そしてその有用性を良く知って上手に付き合っていきたいものです。（KT）

次号予告

特集 「第10回一般講演会・第13回公開講座」
(放射線防護・重粒子線がん治療・緊急被ばく医療)



放射線の知識 「中性子線照射に関する物理的な側面」
(4) 電離箱による線量測定
基盤技術センター 研究基盤技術部
平岡 武、高田真志

編集委員会

委員長	酒井 一夫		
委員	内堀 幸夫	金澤 光隆	石井 伸昌
	白川 芳幸	小橋 元	立崎 英夫
	高田 真志	菊池 達矢	鈴木 敏和
	玉手 和彦	長谷川純崇	杉森 裕樹
	加藤 博敏	神田 玲子	
事務局	岡本 正則		

放射線科学

第51巻 第9号
2008年9月15日発行

編集・発行

独立行政法人 放射線医学総合研究所
〒263-8555 千葉県稲毛区穴川4-9-1
電話 043(206) 3026 Fax.043(206) 4062 Eメール info@nirs.go.jp
http://www.nirs.go.jp

(禁無断転載)



<http://www.nirs.go.jp>